

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE İKİNCİL ALÜMİNYUM

Erman CAR

Metalurji Mühendisi

GİRİŞ

Batı Dünyası'nda Aydınlanma Dönemi ile birlikte değişen üretim ilişkileri ve dolayısı ile insan-doğa ilişkileri, yoğun kaynak kullanımına dayanan bir ekonomik modeli insanlığa dayatmıştır. Özellikle 20. Yüzyılın ikinci yarısında ulaşılan teknolojik ve endüstriyel gelişim ve bunun doğal sonucu olan kentleşme ve insanların tüketim alışkanlıklarının sınır tanımaz boyutlara ulaşması sonucu hem doğal kaynaklar sınıra ulaşmış hem de oluşan atıklar, doğal alıcı ortamların bu atıkları özümsemeye ya da nötralize etme yeteneklerinin çok ama çok üzerine çıkmış ve küresel ısınma, ozon tabakasında incelme ve asit yağmurları gibi felaketlerle insanlığı yüz yüze getirmiştir. Bu bağlamda, insan odaklı, mevcut nüfusun ekonomik ve toplumsal gereksinimlerini karşılamakla beraber, gelecek kuşakların yaşayabilmesi için gerekli olan optimum koşulları da gözeten ve doğal ve kültürel kaynakların özenli ve dikkatli tüketilmesini öngören "sürdürülebilir kalkınma" kavramı ortaya çıkmıştır.

Mükemmel fiziksel ve kimyasal özellikleri sayesinde insan yaşamının hemen her aşamasında kullanım yeri bulan alüminyum metali ve alaşımları, "yeniden üretilebilirlik (geri dönüşüm = recycling) yeteneği sayesinde sürdürülebilir kalkınma kavramı içinde çok özel bir konuma sahiptir.

Anahtar kelimeler : sürdürülebilir kalkınma, yeniden üretim (geri dönüşüm), yaşam döngüsü analizi, ikincil alüminyum.

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA

Geleneksel anlamda ekonomik büyüme modeli ile beklenenin tersine gelir dağılımda yaratılan eşitsizlik ve geniş kitlelerin yoksullaşması, doğal kaynakların ve doğal çevrenin uzun dönem bu büyümeyi karşılayamayacağı

gerçeği ve toplumsal barışın bozulması gibi alternatif maliyetler ortaya çıkartmıştır:

- Bugün dünya nüfusu 7 milyar sınırına gelmiştir ve yılda yaklaşık % 1.5 oranında artmaktadır. Bunun anlamı 2040 yılında dünya nüfusunun 9 milyarı aşacağıdır,
- Gelişmekte olan ülkelerde yaşayan nüfusun yaklaşık % 70'inin evlerinde, okullarında ya da hastanelerinde elektrik yoktur,
- 1 milyardan fazla insan temiz su bulamamaktadır,
- Dünya nüfusunun yarısı günlük 2 Amerikan Dolarının altında kazanarak yaşamaya çalışmaktadır. Bunun da ötesinde her 6 kişiden biri, yani yaklaşık 1,1 milyar insan günlük 1 Amerikan Dolarının altında kazanç ile yaşamak zorundadır,
- 1,3 milyar insan elektrik olmadan yaşamaktadır,
- Her yıl 14 yaşın altındaki 2,2 milyon çocuk sağlıksız su nedeniyle yaşamını kaybetmektedir,
- Yaklaşık 885 milyon insan okuma-yazma bilmemektedir. Bunların üçte ikisi kadındır.

20. yüzyılda dünya nüfusu 4 kat, ekonomik büyüklük 20 kat artmış ve doğal kaynaklara olan gereksinim % 600-2000 arasında büyümüştür.

Buna ek olarak, dünya enerji tüketimi her yıl ortalama %1.7 oranında artmaktadır (nüfus artışından daha fazla). Bugün dünya enerji tüketimi yaklaşık 15 TeraWatts (1TW=1012Watt) civarındadır. Bu enerjinin yaklaşık % 80'i fosil yakıtlardan (% 34'ü petrol, % 25'i kömür, % 21'i doğal gaz), % 8'i bioenerji, % 6.5'u nükleer, % 2'si su kaynakları ve kalanı diğer kaynaklarda (jeotermal, güneş, rüzgar vs.)'den sağlanmaktadır. Bu tüketimin 2050 yılında 30 TW civarında olacağı tahmin edilmektedir. Tüketilen bu enerjinin çok büyük bir bölümü ise fosil yakıtlardan sağlanmaktadır.

2030 yılına kadar;

- Bugün 1,8 milyar olan orta sınıf tüketici sayısı 4,8 milyara çıkacaktır,
- Doğal kaynaklara olan talep ciddi ölçüde artacak, doğal kaynak eldesi giderek daha zor ve maliyetli hale

gelecektir. Örneğin çelik gereksinimi % 80 artacaktır,

- Küresel iklim değişikliği nedeni ile ortaya çıkan yağış rejimlerindeki değişiklik, su kaynaklarını olumsuz etkileyecektir. Buna karşın su gereksinimi % 30 daha artacaktır, yani dünya nüfusunun önemli bir bölümü su ihtiyacını karşılayamayacaktır.

Bu bağlamda, insan odaklı, mevcut nüfusun ekonomik ve toplumsal gereksinimlerini karşılamakla beraber, gelecek kuşakların yaşayabilmesi için gerekli olan optimum koşulları da gözetilen ve doğal ve kültürel kaynakların özenli ve dikkatli tüketilmesini öngören “Sürdürülebilir Kalkınma” kavramı ortaya çıkmıştır.

Sürdürülebilir Kalkınma'nın ekonomik kalkınmada bir araç olabileceği ve çevreye duyarlı üretim politikaları ile kalkınmanın olanaklı olduğu ve bu ikilinin birbirini tamamlaması gerektiği tezi her geçen gün kabul görmektedir.

Sürdürülebilir Kalkınma kavramı iki bölümde incelenebilir. “Gereksinimler” ve çevrenin ve doğal kaynakların günümüzde ve gelecekteki talepleri karşılayabilme gücüne olanak verecek şekilde, teknolojiden kaynaklanan “sınırlamalar”.

Yani sürdürülebilir kalkınma, insanı temel alarak, insan sağlığını ve doğal dengeyi koruyarak, sürekli bir ekonomik kalkınmaya olanak verecek şekilde, doğal kaynakların akılcı yönetimi, gelecek kuşaklara yaşanılabilir bir doğal, fiziksel ve toplumsal çevre bırakmak yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, küresel anlamda ekonomik ve toplumsal politikaların çevre politikaları ile birlikte ele alınmasını gerektirmektedir.

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA'NIN BOYUTLARI

Toplumsal boyut: İnsan odaklı bir yaklaşımdır, toplumsal olarak sürdürülebilir bir sistem, eğitim, sağlık gibi sosyal hizmetlerin eşit sunumu ve dağılımı, politik sorumluluk ve katılım, cinsiyet eşitliği ile birlikte “yaşam kalitesinin artırılması” ve aynı zamanda “çevresel değerlere sahip çıkmanın külfet değil, zorunluluk olduğu” bilincidir.

Ekonomik boyut: Sınırlı olan kaynakların eşit ve gelecek kuşakları da dikkate alarak kullanımını tanımlar. Ekonomik olarak sürdürülebilir bir sistem,

mal ve hizmetleri devamlılık esaslarına göre üretebilen tarımsal ve endüstriyel üretime zarar veren sektörel dengesizliklerden sakınan bir sistemdir.

Çevresel boyut: Kaynak temelini sabit tutarak, yenilenebilir kaynak sistemlerinin ya da çevresel yatırım fonksiyonlarının istismarından kaçınarak, yenilenemeyen kaynaklardan makul tüketim yapılmalıdır. Bu sistem aynı zamanda ekonomik kaynak olarak tanımlanmayan biyolojik çeşitlilik, atmosferik denge ve diğer ekosistem unsurlarının da korunmasını içerir.

Kalkınma eğer ortalama yaşam niteliğini azaltmıyorsa sürdürülebilir niteliktedir. Kaynakların bu günkü ihtiyaçları karşılaması sağlanırken, gelecek kuşaklarında kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme imkanını ellerinden almamak gerektiğine vurgu yapan SK'nın diğer hedefleri ise, sosyal dayanışmayı sağlamak, ekonomik yapabilirliği artırmak ve biyolojik sorumluluğu yerleştirmektir.

SÜRDÜRÜLEBİLİR GELİŞMEYİ ETKİLEYEN PARAMETRELER

Sürdürülebilir Kalkınma Projesi'nin temelinde ekonomi ile çevre arasında bir dengenin kurulması gereksinimi yatmaktadır.

Sürdürülebilir Kalkınma'nın temel parametrelerini aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

Nüfus artışı, eğitim, ekonomi, toplumun duyarlılığı ve tüketilen enerji miktarı ve çeşitliliği, yenilebilir enerji kaynaklarının kullanılabilirliği, yeniden üretime (geri dönüşüm) uygulanabilirliği, çevreyi kirleten emisyonların etkinliği, enerji verimliliği, kaynak kullanımında tasarruf olanakları ve kaynakların planlı olarak kullanılmasıdır.



Sürdürülebilir Kalkınma'nın önündeki en büyük engellerden birisi de gelişmekte olan ülkelerdeki çevre ve ekonomik büyüme arasındaki çelişkidir. Bu çelişki, ülkelerin ekonomik gelişmelerinin büyük ölçüde sanayileşmeye dayanmasından kaynaklanmaktadır. Sağlanan ekonomik gelişme önemli olmasına karşın, yüksek nüfus artışı büyümenin faydalarını açıkça ortaya çıkarmasına engel olmaktadır ve zaten sınırlı olan kaynakların çevre yönetimine mi, yoksa ekonomik kalkınmaya mı harcayalım sorusunu gündeme getirmektedir. Henüz sanayileşmenin başında olmaları ve yavaş ilerlemeleri onların bir çevre sorununun varlığına inanmalarını zorlaştırmakta ve çevre korumasının öneminin anlaşılmasına neden olmaktadır.

YAŞAM DÖNGÜSÜ DÜŞÜNCESİ

Yaşam Döngüsü Düşüncesi, bir ürünün ya da üretim sisteminin yaşam döngüsünün modellenmesi amacını taşır.

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi, bir ürünün kullanılan hammadde ve enerji, üretim, dağıtım, kullanım, yenede üretim (geri dönüşüm), atık oluşumu ve değerlendirilebilen atıkların yeniden üretim döngüsüne katılımı ve değerlendirilemeyen atıkların depolanması aşamalarının yani ürün yaşamının tüm evrelerindeki girdi ve çıktılarını, yani hem performansını hem de çevreye olan etkilerini sistematik olarak inceler. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi hem doğrudan ürüne yönelik süreçte hem de dolaylı olarak üretim için gerekli olan hammadde ve enerjinin üretimi ve kullanılması süreçlerinde oluşan tüm etkileri inceler. Bu bağlamda Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi, Sürdürülebilir Kalkınma'yı sağlayacak önemli araçlardan birisidir.

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (Life Cycle Assessment – LCA), Beşikten Mezara Analiz (Cradle to Grave Analysis), Yaşam Döngüsü Analizi (Life Cycle Analysis), Ekolojik Dengeleme (Eko-balancing), Yaşam Döngüsü Envanteri (Life Cycle Inventory – LCI) ve Malzeme Akış Analizi (Material Flow Analysis) gibi değişik başlıklar altında anılmaktadır.

ALÜMİNYUM METALİ

Alüminyum metal, çok genç bir metal olmasına karşın, günlük hayatımızın her alanına girmiştir.

Alüminyum, esnek, çok yönlü ve yeniden değerlendirilebilme yeteneğinden ötürü enerji tüketen değil enerji depolayan bir metaldir. Bu özellikleri işlevselliği, ekonomikliği ve kolay işlenebilirliği ile kombine edildiğinde bugün ve gelecek için bir çok ürünün alüminyum metalinden ve alüminyum alaşımlarından üretilmesi mümkündür.

Bununla birlikte çevre açısından bakıldığında hafifliği nedeni ile başta taşımacılık olmak üzere bir çok endüstriyel uygulamada enerji tüketiminin azalmasına yol açar. Enerji tüketiminin azalması, aynı zamanda enerji üretim süreçlerinde oluşan CO2 salınımının da azalması anlamına gelir.

Alüminyum, mühendisler kadar tasarımcıların da gözdesi olan bir metaldir. Bununla birlikte düzgün, estetik ve zarif görünüşü ile cep telefonları ve bilgisayarlar da dahil olmak üzere bir çok ürün için aranan bir malzeme olmasını sağlar.

ENDÜSTRİYEL HAMMADDE OLARAK ALÜMİNYUM

Birincil hammadde : Boksit cevherlerinden Bayer işlemi ile metalurjik kalite alümina (Al₂O₃) ve alüminadan Hall-Herault ergimiş tuz elektrolizi yöntemi ile metalik alüminyum üretim süreci sonunda elde edilen, metal saflığı % 99.0 ile % 99.8 arasında olan işlenmemiş, ham alüminyumdur.

İkincil hammadde : İkincil kaynaklardan elde edilen yani kullanım ömrünü doldurmuş alüminyum malzemeler (eski hurda) ve çeşitli alüminyum işleme süreçlerinde oluşan işlem artıkları ve ister birincil ister ikincil alüminyumun ergitilmesi ve rafinasyonu sırasında oluşan curufun içerdiği metalik alüminyumdur.

İkincil alüminyum ürünler genellikle tanımlanabilen malzemeler değildir ve kendileri dışında bir çok diğer malzemelerle ve kirliliklerle beraber bulunurlar. Bu nedenle toplandıktan sonra proses edilmeleri gerekir. Yani toplanırlar, gruplanırlar, ayrılırlar, çeşitli hazırlama işlemlerine tutulurlar ve ergitilirler.



Şekil 1: İkincil hammaddeler

İkincil alüminyum hammaddeler ise kendi içerisinde 3 sınıfta incelenebilir :

- Eski hurda, kullanım ömrünü doldurmuş alüminyum malzemelerdir,
- Yeni hurda, alüminyum üretim süreçlerinde oluşan işlem artıklarıdır.
- Curuf, alüminyum ergitme, rafinasyon ve transfer süreçlerinde oluşan metalik alüminyum ve oksit karışımlarıdır.

Levha kenar kesmeleri, talaş ve kırıntılar, kablo, tel ve filmaşın artıkları yeni hurda sınıfına girerken, kullanım ömrünü doldurmuş otomobil parçaları, kapı ve pencereler, dış cephe kaplamaları, içecek kutuları ve ambalaj malzemeleri eski hurda olarak tanımlanır.

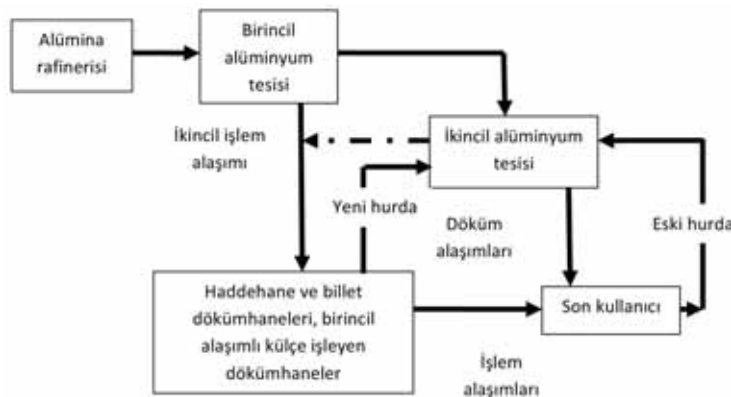
Hammadde olarak kısmen ya da tamamen alüminyum hurda kullanan işletmeler "ikincil alüminyum tesisleri" olarak tanımlanır.

İKİNCİL ALÜMİNYUM

Birincil hammadde kaynaklarının verimli kullanımı ve tasarrufu ve endüstriyel atıkların değerlendirilmesi ile, çevrenin korunması ile birlikte sürdürülebilir kalkınma hedefine ulaşmak için kritik bileşenlerdendir. Öncelikle herhangi bir teknolojik prosede atıkların azaltılması, proses veriminin yüksek olduğuna işaret eder. Bu atıkların değerlendirilmesi, atık miktarının azaltılması ile birlikte, alternatif ikincil hammaddelerin kullanımı yoluyla doğal kaynakların korunmasını olanaklı kılar.

Yeniden üretim (geri dönüşüm) bir malzeme döngüsünü tanımlar. Üretilen malzeme kullanılır, ömrünü doldurur yani eskir ve hurdaya çıkar. Hurdaya çıkan malzeme toplanır, sökülür ve ayrılır, içerdiği diğer katışıklardan temizlenir, yani zenginleştirilir ve yeniden üretim döngüsüne girer. Bu döngü aynı zamanda endüstriyel işlemler sırasında açığa çıkan iş artıklarını da kapsar.

Diğer bir deyişle atık ya da hurda formuna gelmiş malzemelerin yararlı bir ürüne dönüştürülmesi işlemidir.



Şekil 2: Birincil ve ikincil alüminyum üretimi

Yeniden üretim üç farklı döngü şeklinde karşımıza çıkar:

Açık döngü, kapalı döngü ve bunların kombinasyonu.

Kapalı döngü, aynı tip hurdanın yeniden üretilerek, aynı amaçla kullanımudur. Örneğin kullanılmış alüminyum içecek kutusundan tekrar içecek kutusu üretmek ya da jant hurdalarından yeniden jant üretmek gibi. Proses ve ikincil enerji tüketimi ve alaşım elementi gereksinimlerini minimize ettiği için ideal yöntemdir. Ancak hurda bulunabilirliği ve hurda hazırlama prosesinin kompleksliği nedeni ile tercih edilen bir yöntem olsa da pratikte uygulama alanları sınırlıdır.

Açık döngüde ise, hurda karışımından, karışımın kompozisyonuna uygun (ya da tam tersi ürün kompozisyonuna uygun hurda kompozisyonu hazırlayarak) yeni ürün eldesidir. Örneğin kutu hurdalarından piston üretimi gibi. Hurda bulunabilirliği açısından daha esnek, ama hurda hazırlama süreci daha karmaşıktır ve toplam proses daha maliyetlidir.



Şekil 3: Kapalı döngü yeniden üretim (alüminyum içecek kutuları için)

Doğal olarak, her ikisinin kombinasyonu daha esnek. Kapalı döngü ile genellikle hadde ve ekstrüzyon alaşımları üretilirken, açık ya da kombine döngü döküm alaşımları üretiminde daha çok tercih edilir.

Alüminyum "yenilenebilir" bir malzemedir. Alüminyum ürünler, kullanım ömürleri boyunca kendi işlevlerini yerine getirirler. Kullanım ömürlerinin dolmasının anlamı yüksek dayanım, korozyon direnci, yüksek elastisite, elektrik ve ısı iletkenlik gibi özelliklerinin kaybolması anlamına

gelir. Ancak hurdaya çıkan alüminyum malzeme, uygun koşullarda yeniden işlenerek, ikincil alüminyum olarak, bu tüm kaybettiği özelliklerini yeniden kazanarak sisteme tekrar girer. 1 ton alüminyum hurda yeniden üretim sürecine sokularak, yaklaşık olarak 1 ton yeni alüminyum malzeme üretilir. Alüminyum ekonomisi bir döngü ekonomisidir. Alüminyum ürünler yalnızca kullanılır, kaybolmaz. Kullanım ömürleri dolduğunda, yeniden ikincil alüminyum endüstrisinin hammaddesi olarak sisteme dahil olurlar. Yeter ki uygun koşullarda proses edilsinler.

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE İKİNCİL ALÜMİNYUM

Metalurji işletmelerinde enerji sürekliliğini sağlamak zorunluluğu nedeni ile yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı sınırlıdır, hatta olanaksızdır. Yani ana enerji kaynağı fosil yakıt kökenlidir. Buna karşın ikincil metal üretimi ile, birincil üretimde kullanılan enerji, bir anlamda depolanır ve daha sonraki üretim döngülerinde gereksinim duyulan enerji miktarını minimize eder.

Öte yandan cevher kaynakları sınırlı kaynaklardır. Madencilik endüstrisi gün geçtikçe daha düşük tenörlü cevherleri işlemek ve metalurji endüstrisi ise bu kaynaklardan birincil metal üretmek zorundadır. Bu pahalı prosesler ve çevresel zarar nedeni ile oluşan vergiler, metal fiyatlarının artışına neden olmaktadır. Bu artış, ikincil metal kullanımı ile kompanse edilebilmektedir.

Gelecekte ikincil metal üretimi, bu endüstrinin sağladığı çevresel yararlar ve düşük enerji tüketimi nedeniyler yeni hammadde seçenekleri sunarak, önemini daha da arttıracaktır.

Çöpe atılmış bir kullanılmış alüminyum içecek kutusunun doğada yok olması için 100-500 yıl gerekirken, yeniden üretim döngüsüne girmesi için sadece 60 gün yeterlidir.

İkincil Alüminyum-Enerji İlişkisi

1 ton birincil alüminyum üretimi için alümina rafinasyonundan, döküm aşamasına kadar yaklaşık 168 000 MJ enerji harcanırken (% 80 i elektrolizde), bu rakam, ikincil alüminyum üretimi için hurda hazırlama ve curuf işleme dahil, sadece 11 200 MJ'dur. Yani birincil üretimin % 5-6'sı kadardır.

İşlem	Tipik enerji tüketimi	Çarpan	Toplam enerji tüketimi (MJ/ton)
Boksit madenciliği	0.15	5	0.75
Alümina rafinasyonu	16	1.9	30
Anot üretimi	9	0.44	4
Elektroliz	117	1.02	120
Toplam birincil üretim			155
İkincil üretim	10	1	10

Tablo 1: Uluslararası Alüminyum Enstitüsü (IAI) verilerine göre birincil ve ikincil alüminyum üretiminde kg alüminyum başına enerji tüketimi

İkincil Alüminyum-Çevre İlişkisi

The Bureau of International Recycling (BIR)'ın yayımladığı bir komisyon raporunda ise, boksit madenciliğinden başlayarak külçe dökümüne kadar geçen üretim aşamaları ve bu aşamalarda tüketilen enerjinin üretimi sürecinde üretilen CO₂ ve eşdeğeri salınımlar tabloda verilmiştir. Buna göre 1 ton metalik birincil alüminyum eldesi sürecinde 9.8 ton CO₂ ve eşdeğeri gaz üretilmektedir.

	Boksit madenciliği	Alümina rafinasyonu	Anot üretimi	Elektroliz	Döküm	Toplam (madenden külçeye) 2
İşlem1	0	0	402	1557	0	1 763
Elektrik3	1	64	66	5225	42	5 529
Fosil yakıt	4	707	150	0	82	1 530
PFC	0	0	0	970	0	989
Toplam	5	771	617	7752	125	9 812
Çarpan	5.272	1.923	0.435	1.02	1.00	

1. Elektroliz sırasında not tüketimi ve florid salınımı sonucu üretilen CO₂ ve CO₂ eşdeğeri gazlar (PFC hariç),
2. Her bir kademede üretilen gazın, özgül tüketim katsayısı (çarpan) ile çarpılmış hali,
3. Enerji kaynağı % 57 hidro, % 28 doğal gaz, % 9 doğal gaz, % 5 nükleer ve % 1 petrol.



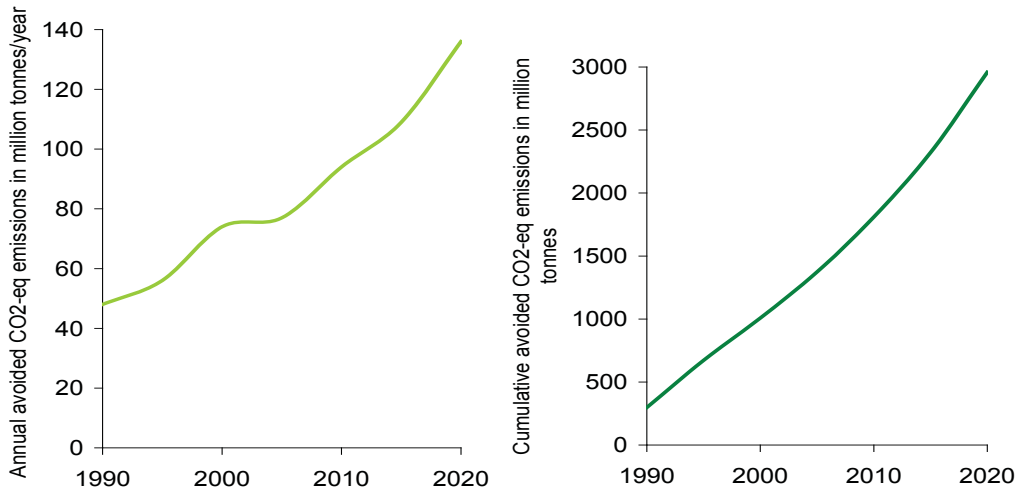
	CO ₂ üretimi (ortalama) ton CO ₂ /ton Al
Ergitme	0.54
Döküm	0.06
Toplam	0.6

Tablo 3: İkincil alüminyum üretim sürecinde CO₂ üretimi

Birincil üretim sürecinde ton alüminyum başına 9.8 ton CO₂ ve eşdeğeri salınım söz konusu iken bu değer ikincil alüminyum üretimi için sadece 0.60 tondur.

İkincil alüminyum üretimi ile sağlanabilecek çevresel yararlar aşağıda sıralanmıştır :

- İkincil alüminyum üretimi için gerekli olan enerjinin birincil üretim için gerekli olan enerji miktarının % 5'i kadar olması aynı zamanda enerji üretim sürecinde oluşan sera gazı salınımlarının da aynı oranda azalacağı anlamına gelmektedir.
- Yeniden değerlendirme ile hem madde kaynakları hem de enerji kaynaklarının kullanımı azalacak ve gelecek kuşallara daha temiz ve varlıklı bir dünya bırakılabilecektir.
- 1 ton yeniden üretilmiş alüminyum malzeme sayesinde 9.2 ton CO₂ eşdeğeri kadar daha az atmosfere salınım yapılır.
- Günümüzde "eski alüminyum hurdaların" yeniden üretime katılmasıyla yıllık yaklaşık olarak 80 000 000 ton daha az sera gazı salınımı yapılmaktadır. Bu rakam 15 milyon adet binek arabanın ürettiği sera gazı miktarına eşittir.
- Boksit madenciliği ve alümina üretim süreçlerinde oluşan zararlı atıklar ve yüksek su kullanımı, ikincil süreçte oluşmaz.
- Atık malzeme depolama için yapılan doğa tahribatı ve bunun yarattığı çevresel sorunlar azalır. Örneğin alüminyum meşrubat ya da aerosol kutularının doğada kaybolması için 500 yıl gerekir.



Şekil 4: İkincil alüminyum kullanımı ile milyarlarca ton CO₂ salınımı engellenebilir.

Energy	Mj	Proses enerjisi	3227
		Taşıma-transfer için enerji	410
		Hammadde için enerji	412
Gaz salınımlar	kg	Partiküller	0.45
		SOx	1.4
		NOx	1.0
		CO	1.1
		CO2	24.5
		Organikler	0.64
		Florürler	0.01
		Klorürler	0.02
Suya karışan atıklar	kg	Toplam katı	14.5
		Yağ-gres yağı	0.0091
		Florürler	0.0001
		Toplam Al	0.0014
		Diğer metaller	0.015
		Organikler	0.013
		Diğer organikler	0.22
Katı atıklar	kg	Proses ile ilgili	36.8

Tablo 4: 1 000 adet alüminyum içecek kutusu için örnek yaşam döngüsü analiz sonuçları

SONUÇ

Sürdürülebilir kalkınma kavramı bağlamında temel amaç, bugün toplam alüminyum tüketiminin % 30'unu karşılayan ikincil alüminyum malzeme miktarını arttırmaktır. Çok genel bir hesap ile alüminyum metalinin ticari üretiminin başladığı 1890 yılından bu yana yaklaşık olarak 970 000 000 ton alüminyum üretilmiştir ve bunun yaklaşık dörtte üçünün şu an kullanımda olduğu varsayıldığında, yaklaşık 727 000 000 ton metal ikincil alüminyum endüstrisi için hammadde olma potansiyeline sahiptir. Bu rakam dünyanın 15 yıllık birincil alüminyum üretimine eşdeğerdir. Aynı zamanda birincil alüminyum üretimi arttıkça, ikincil alüminyum hammadde kaynakları da rakamsal olarak artmaya devam edecektir.

Halen kullanımda olan alüminyum metalinin depoladığı enerji miktarı yaklaşık 50 000 petajoule kadardır ve bu rakam Afrika ve Latin Amerika ülkelerinin yıllık enerji gereksiniminden daha büyük bir rakamdır.



Günlük hayatımızın her yerinde kullandığımız alüminyum metali, genç bir metal olmasına karşın, çağdaş bir metaldir. Taşıdığı mükemmel özellikler ile de "sürdürülebilir kalkınma" olgusu içinde çok önemli bir yere sahiptir. Yapılması gereken modern teknolojiler sayesinde, minimum hammadde ve enerji tüketimi ile üretimi sürdürmek/dönüştürmek, maksimum hurda toplama ve yeniden üretme ile ikincil üretimin payını arttırmak ve yaşamın her alanında daha makul tüketerek ve dolayısıyla daha az sera gazı üreterek çocuklarımıza yaşanabilir bir dünya bırakmaktır.

KAYNAKLAR

1. Aluminium Recycling and Europe Status and Prospects / Gunter Kirchner / Organisation of Aluminium Refiners and Remelters / www.eaa.net
2. The Aluminium Industry Sustainable Program – Implementing the OECD Environmental Strategy Meeting / Robert Chase / International Aluminium Institute / March 2006
3. Recycling Works – State and Local Solutions to Solid Waste Management / U.S. Environmental Protection Agency / April 1999 / www.epa.org
4. Global Aluminum Recycling, the Global Energy Cycle and the Role of the Society Regarding Collection / IEA-IAI Workshop / Jurg Gerber / Alcan / May 2007
5. Recycling Aluminium and Effect on Sustainable Development / Hoberg H. – Wolf S. / Chair for Mineral Processing, Beneficiation and Waste Treatment / RWTH / Aachen
6. Aluminium Recycling : The Commercial Benefits, the Technical Issues and The Sustainability Imperative / Pal Vigeland / Hydro / Metal Bulletin 9th International Secondary Aluminium Conference / Prag / 2001
7. Creating Innovative and Sustainable Solutions for Today's Challenges and Tomorrow's Opportunities / Jon Herald Nielsen / Hydro / Metal Bulletin 19th International Aluminium Conference / Oslo / 2004
8. Report on the Environmental Benefits of Recycling / Bureau of International Recycling Institute (BIR) / October 2008
9. U.S. Energy Requirements for Aluminium: Historical Perspective, Theoretical Limits and New Opportunities / William T.Choate – John A.S. Green / U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy Industrial Program / www.doe.gov
10. Industrial Hall-Herault Process / Halvor Kvande / TMS Dubai 2008 Electrolysis Short Course / 2008
11. The Aluminium Value Chain / Unlocking Aluminium's Value and Building a Sustainable Future / Bernt Reitan / ALCOA / CRU's World Aluminium Conference / Bahrain / May 2007
12. Can the Global Aluminum Industry Achieve Carbon Neutrality? / Subodh Das / Metal Bulletin International Aluminium Conference / September 2010
13. Waste Management and Energy Savings : Benefits by the Numbers / A. Choate – L. Pederson – J. Scharfenberg – H. Ferland / U.S. Environmental Protection Agency / September 2005
14. Türkiye'de Çevre Politikaları ve Sürdürülebilir Kalkınma İlişkisi / Elif Haykır Habikoğlu / İ.Ü. Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu / Sosyal Bilimler Dergisi / Sayı:2 / 2007
15. Aluminium for Future Generations / Sustainability updated 2007 / IAI / www.world-aluminium.org
16. Going Green: The Aluminum Perspective / Michael Bull / Davy Richman / American Metal Market 3rd Annual Automotive Metals Conference / www.autoaluminum.org.
17. Key World Energy Statistics / International Energy Agency / 2008 / www.iea.org
18. Sustainable Development for the 21st Century MSE Opportunities / Diran Apelian / JOM / December 2008
19. Sürdürülebilirlik ve Kaynak Verimliliğine Yönelik Güncel Gelişme ve Yaklaşımlar / Prof. Dr. Göksel N. Demirel / Kalkınma Ajansları ve Bölge Planları için Endüstriyel Simbiyoz Çalıştayı / Şubat 2013
20. Trends in the Global Aluminum Industry / Subodh Das – Weimin Yen / JOM / February 2007
21. The Importance of Recycling to the Environmental Profile of Metal Products / K.J. Martchek / Recycling of Metals and Engineered Materials / TMS / 2000
22. Novel Products and Applications with Combustion Residues / Hank Nugteren / Combustion Residues / John Wiley and Sons / 2008