



ATIK PİLLERİN GERİ DÖNÜŞÜMÜ VE AVRUPA BİRLİĞİ UYGULAMALARI

2. Atık Yönetimi Sempozyumu
Antalya 24-26 Nisan 2012

Savaş ARNA
Kimya Y.Mühendisi

Taşınabilir Pil Üreticileri ve İthalatçıları Derneği
web: www.tap.org.tr e-mail: info@tap.org.tr



TANIMLAMALAR

Hücre

Kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine doğrudan dönüştürebilen ve bölünemez nitelikteki en küçük yapıya hücre (cell) ismi verilir. Bu dönüşüm tek yönlüyse hücre tek kullanımlık veya şarjsız, dönüşüm her iki yönde olabiliyorsa (elektrik enerjisinin tekrar kimyasal enerjiye çevrilebilmesi) hücre çok kullanımlık veya şarjlı türdedir.

Pil

Şarjlı veya şarjsız yapıdaki hücreler bir dış kap içerisine alındıklarında, üzerlerine artı ve eksi kutuplar ilave edildiğinde ve dış gövdeleri üzerine gerekli açıklamalar konulduğunda elde edilen sisteme tek kullanımlı veya çok kullanımlı pil denir.

Geri Dönüşüm

Hizmet ömrünü tamamlayarak kullanılamaz duruma gelmiş pillerin mekanik, fiziksel, kimyasal veya ısı işlemlere tabi tutularak bünyelerinde bulunan metallerin, bu metallerin alaşımlarının veya çeşitli metal birleşiklerinin elde edilmesine geri dönüşüm denir.



ATIK PİL GERİ DÖNÜŞÜM HEDEFLERİ

Taşınabilir türdeki tek kullanımlı ve çok kullanımlı pil atıklarının geri dönüştürülmesinin temel hedefleri:

- Alıcı ortamları atık pillerden kaynaklanabilecek zararlı emisyonlardan korumak.
- Ağır metallerin ve bunların birleşiklerinin toprağa, suya ve havaya karışmasını önlemek.
- Pillerin bünyesindeki bazı değerli metalleri veya metal birleşiklerini geri dönüştürerek ekonomik kazanç yaratmak.



ATIK PİLLERİN METAL İÇERİKLERİ

Tek Kullanımlı Piller	Fe(%)	MnO₂ (%)	Zn(%)	Li (%)	Ag (%)
Çinko-Karbon (ZnC)	3-5	25-30	20-25	*	*
Alkali-Manganez (AlMn)	20-25	35-40	15-18	*	*
Lityum-Manganezdioksit (LiMn)	45-55	25-35	*	2	*
Düğme Piller	35-50	28-36	30-47	3	30-35
Çok Kullanımlı Piller	Fe (%)	Ni (%)	Cd(%)	NTE	Co (%)
Nikel-Kadmiyum (NiCd)	30-40	15-25	15-25	*	*
Nikel-Metalhidrit (NiMH)	15-44	33-43	*	10-15	3-10
	Fe (%)	Li (%)	Cu (%)	LiCoO₂ (%)	Al (%)
Lityum-İyon (Li-İyon)	20-25	1-5	5-15	25-45	15-25

NTE : Nadir Toprak Elementleri



GERİ DÖNÜŞÜMÜN ÖNEMİ

Atık Piller :

- Biyolojik çürüme göstermediklerinden kompostlaştırma ile bertaraf edilemez.
- İyi yanmadıkları ve kütlelerinde küçülme yeterli olmadığından yakılarak bertarafı tercih edilmez.
- Toprak altı veya üstünde depolanarak bertarafı birçok ülkede uygulanmaktadır.
- Kimyasal yapılarına göre ayrıştırmalarını takiben geri dönüşüme tabi tutulmaları en uygun bertaraf metodudur.
- AB ülkelerinin metal ihtiyacının %80-100 oranında ithalata bağımlılığı (Ni %86, Co %95) ve pillerin metal içerikleri bakımından birincil metal filizlerini takiben en zengin kaynakları teşkil etmeleri 90'lı yılların başında fark edilmiştir.
- Metallerin filizlerden elde edilmesi sürecinde harcanan enerji, atık pillerin geri dönüşümü sırasında harcanana nazaran çok daha yüksektir.
- Atık pil ve akümülatörlerin geri dönüşümü AB ülkelerinde yıllık 50-100 Euroluk katkı yaratmaktadır.
- 26.09.2006 tarih ve 2006/66/EC sayılı son AB direktifi atık pillerin geri dönüşümünü zorunlu kılmıştır.



AVRUPA BİRLİĞİNDE MEVCUT DURUM

- 90'lı yılların ortalarında tek kullanımlı pil atıklarının geri dönüşümü için tesisler kurulmaya başlanmış ve bu tesisler atık pillerin daha verimli toplandığı Almanya Belçika ve Fransa da odaklanmıştır.
- Tesislerin yıllık kapasiteleri 3.000-10.000 ton arasındadır.
- Tek kullanımlık pillerin geri dönüşümünden elde edilen ürünlerin ekonomik getirileri çok kullanımlı pillere nazaran oldukça düşüktür.
- Yeni tesislerin kurulabilmesi için mali destek ve devlet teşviklerine de ihtiyaç duyulmaktadır.
- Çok kullanımlı pil ve akümülatör atıkları (NiCd ve Pb-Asit) çevreci kuruluş ve politikacıların baskıları sonucunda geri dönüştürülmeye başlanmıştır.
- Yıllık kapasiteleri 5.000 - 15.000 ton olan tesisler daha ziyade Fransa, Almanya, İsveç ve İsviçre'de bulunmaktadır.
- Kobalt,nikel gibi metallerin ve nadir toprak elementlerinin çok kullanımlı pil atıklarından geri dönüşümü çok önemli ekonomik katkılar yaratmaktadır.



AVRUPA BİRLİĞİNDE MEVCUT DURUM

2010 Yılı Geri Dönüşüm Miktarları (Kg)

Türü	Fransa	Almanya	Hollanda	İsviçre	Belçika / Lüksem	İngiltere	İspanya	Avusturya	Diğer Avrupa	Toplam
Şarjsız Genel Maksat	10689	5867	2016	2225	1840	172	79	835	4362	28085
Düğme	0	0	3	24	0	0	9	0	1	37
NiCd (Sızdırmaz)	694	1131	383	205	203	198	72	140	534	3560
NiCd (Endüstriyel)	336	553	159	35	61	201	138	162	732	2377
NiMH (Genel Maksat)	132	366	122	63	71	34	49	70	254	1161
NiMH (Endüstriyel)	9	1	0	0	0	0	0	0	10	20
Şarjsız Lityum	92	123	47	2	0	12	0	2	14	292
Li-Iyon	64	469	102	0	5	16	10	17	69	752
TOPLAM	12016	8510	2832	2554	2180	633	357	1226	5976	36284



GERİ DÖNÜŞÜM TEKNİKLERİ

- Temel hedef atık pillerdeki metallerin (çinko, manganez, demir, nikel, kobalt, kadmiyum, alüminyum ve nadir toprak elementleri) elde edilmesidir. Ancak bu metallerin alaşımları, çözeltileri ve plastikler de hedeflenebilir.
- Pillerin kimyasal yapılarına göre farklı geri dönüşüm teknolojilerinin uygulanması zorunludur.
- Geri dönüşüme giren pillerin farklı türlerde ve farklı üreticilere ait olması ortalama giriş kompozisyonlarının ve su miktarının bilinmesini gerektirir.
- Geri dönüşüm sonucunda hedeflenen ürünler dışında bertarafı gereken bir cüruf ve arıtılması zorunlu baca gazları veya sıvı (genelde su) emisyonlarının oluşacağı unutulmamalıdır.
- Tek kullanımlık pillerde mekanik ve hidrometalurjik (kimyasal/fiziksel) metodlarla geri dönüşüm gerçekleştirilmektedir. Mekanik geri dönüşüm kırıcılar, öğütücüler ve manyetik separasyon ile pillerin metal dış gövdeleri ayrıştırılmasıdır.
- Çok kullanımlı piller genelde çeşitli elektrikli ark ocakları ve yatay/dikey fırınlar kullanılarak pirometalurjik (termal) metodlarla geri dönüştürülürler.



MEKANİK AYRIŞTIRMA



KİMYASAL GERİ DÖNÜŞÜM



HİDROMETALURJİK GERİDÖNÜŞÜM



PİROMETALURJİK GERİDÖNÜŞÜM



GERİ DÖNÜŞÜM TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

HİDROMETALURJİK

Avantajları

- * Proses seçim için çeşitli alternatiflerin bulunması
- * Karbon maddesinin bir ürün olarak elde edilebilmesi
- * Açığa çıkan gazların düşük hacimli olması
- * Tesisin büyüklüğünün düşük ölçekli oluşu

Dezavantajları

- * Kimyasalların kullanımı
- * Su gereksinimi
- * Atık suyun arıtılma zorunluluğu
- * Düşük verimlilik

PİROMETALURJİK

Avantajları

- * Metallerin direk geri dönüşümü
- * Organik maddelerin ve karbonun ısı enerjisi olarak geri kazanımı
- * Yüksek verimlilik
- * Sıfır atık elde etme potansiyeli

Dezavantajları

- * Yüksek enerji gereksinimi
- * Baca gazı kontrol zorunluluğu
- * Cürufun değerlendirilmesi
- * Geniş hacim ihtiyacı



GERİ DÖNÜŞÜM VERİMLİLİKLERİ

■2006/66/EC sayılı AB Direktifi geri dönüşüm işlemleri sonucunda pil ve akümülatör türlerine göre elde edilmesi gereken minimum geri dönüşüm oranlarını belirlemiştir. Buna göre;

- Pb-Asit akümülatörlerinde ağırlıkça %65 Pb,
- NiCd pillerinde ağırlıkça %75 Cd,
- Diğer pil ve akümülatörlerdeki maddeler için ağırlıkça %50, geri dönüşüm sağlanmalıdır.

Ancak, direktif hesaplamaların nasıl yapılacağını ve diğer detayları belirlemediğinden, konu uzun süre tartışılmış ve neticede Avrupa Konseyi geri dönüşüm firmalarının 01.01.2014 tarihinden itibaren uymaları zorunlu çalışma ve raporlama esaslarını tanımlamıştır.

- a) Geri dönüşüm tesisine giren atık pil ve akümülatörlerin ortalama kimyasal kompozisyonları belirlenmelidir.
- b) Hesaplamalar kuru ağırlık esasına göre yapılacaktır.
- c) Sıvı ve gaz emisyonları ile cüruf içerisinde kalan Cd, Pb ve diğer metaller hesaba alınmayacaktır.
- d) Karbon,elektrolitler ve plastik gibi maddeler nihai geri dönüşüm ürünleri ise dönüşüm oranları hesaplanacaktır.



GERİ DÖNÜŞÜM VERİMLİLİKLERİ

- e) Geri dönüşüm firması bir takvim yılı toplamına göre verimlilik oranını aşağıdaki formülle hesaplayacaktır :

$$\text{Geri Dönüşüm Verimliliği} = M \text{ çıkan} / M \text{ giren} \times 100$$

M çıkan = Geri dönüşümü sağlanan maddenin ton olarak yıllık miktarı.

M giren = Geri dönüşüme yılda ton olarak giren atık pil (veya akümülatör) miktarı X geri dönüşümü sağlanan maddenin atık içerisindeki ortalama yüzdesi.



AVRUPA BİRLİĞİNDE GELECEK

- AB ülkelerinde 2006/66/EC direktifin 2016 yılı için öngördüğü %45'lik toplama hedefine ulaşılması durumunda, toplanması beklenen atık pil miktarı 100.000 tonu aşacak ve bunun da yaklaşık %90'nını tek kullanımlı piller teşkil edecektir. Ancak bu miktardaki pilleri geri dönüştürecek tesis kapasitesi olmayacağından ve yeni tesisler ekonomik nedenlerle kurulmayacağından, toplanan tek kullanımlık pillerin bir kısmının yer altı/üstü depolamalarla bertarafı kaçınılmaz olacaktır.
- Çok kullanımlı pillerin Pazar payı %20-25 mertebesinde olmasına rağmen toplanan atık içerisindeki payı %5 'i geçememektedir. Bunun temel nedenleri çok kullanımlı pillerin cihazlarından çıkartılmaması (hoarding), pillerin cihazlar içerisinde Asya, Afrika, Orta Doğu ve Latin Amerika ülkelerine ihracı ve genellikle Çin'e yapılan yasa dışı ihracattır. Çok kullanımlı pillerin geri dönüşümü için mevcut tesis kapasiteleri 2016 yılı toplama miktarlarının çok üstündedir.
- Hızlı bir şekilde pazara giren HEV/EV akülerinin geri dönüşüm sektörünü ilerde çok etkileyecektir. Bir akünün ortalama 50 kg geldiği düşünülürse 10 milyon araçtan çıkacak atık akü ağırlığı 500.000 ton olacaktır. Buna karşılık 1,5 milyar cep telefonu pilinin ağırlığı ise sadece yaklaşık 37.500 tondur.
- Büyük kapasiteli geri dönüşüm tesisleri hem ekonomik ve hem de kalıcı olacaklardır. Bu tesislerde toplama verimi ve enerji geri kazanımı yüksek mertebede gerçekleşecektir. Ayrıca tedarikçiye istenilen kalite ve miktarlarda geri dönüşüm ürünleri sunulabilecek ve atıklar içerisinde az miktarda bulunan lityum ve nadir toprak elementleri gibi metaller geri dönüştürülebilecektir. Diğer bir husus bu türdeki tesislerde ARGE çalışmalarının yapılabilmesidir.



ÜLKEMİZDE DURUM

- Türkiye’de taşınabilir türdeki pil atıklarını geri dönüştüren bir tesis halen yoktur. Bunun temel nedeni toplanabilen atık miktarlarının az olmasıdır (son 3 yıldaki toplam miktar 1.190 ton). Tesis kurmak için yeterli kapasitesinin olmaması ve toplanan atıkların %90’ından fazlasının geri dönüşümde yüksek ekonomik değeri taşımayan metalleri içeren tek kullanımlık pillerden ibaret olması önemli bir etkindir. Ayrıca bahis konusu tesislerin kuruluş ve işletim maliyetlerinin oldukça yüksek olduğu da göz önüne alınmalıdır.
- TÜBİTAK MAM Kimya Enstitüsünce ”Atık Pillerin Bertarafı ve Geri Kazanım Teknolojilerinin Geliştirilmesi” ana başlıklı bir proje 2009 yılında başlatılmıştır. Bu projede atık ZnC/AlMn (tek kullanımlı) ve NiCd/NiMH (çok kullanımlı) pillerin geri kazanımı söz konusudur. Öncelikli amaç yaklaşık 300 ton/yıl kapasiteli bir pilot tesis kurulması ve çeşitli metaller ile bu metallerin sülfat veya karbonat bileşiklerinin mekanik ve hidrometalurjik proseslerle elde edilmesidir.



ATIK PİLLERİN TAP TARAFINDAN BERTARAFI

- TAP tarafından toplanan atık pilleri türlerine göre ayrıştırabilen anlaşmalı lisanslı firmalar NiCd,NiMh ve Li İyon tipi çok kullanımlı pil atıklarını yurt dışındaki tesislere göndererek nikel ve kobalt gibi değerli metallerin geri dönüşümünden ekonomik getiri sağlayabilmektedir.
- Tek kullanımlı pil atıkları İBB'nin İstanbul Kemerburgaz'daki düzenli atık depolama sahasında TAP' a tahsis edilen arazide Bakanlık kriterlerine uygun olarak inşa edilen 8 adet 110 m³ lük gömme depolar içerisinde 2009 yılı ortalarına kadar bertaraf edilmiştir. Benzer 2 depoda İzmir BB'nin Harmandalı mevkiinde bulunmaktadır.
- Kemerburgaz depolarının dolmasını takiben, TAP atık pilleri İBB yan kuruluşu İSTAÇ A.Ş' nin Şile yakınındaki Kömürcüoda'daki yaklaşık 58.000 m² lik endüstriyel atık düzenli depolama tesisinde bertaraf etmeye başlamıştır. Bu alan özel sızdırmazlık katmanlarına sahip bir toprak üstü depolama alanıdır ve buradaki depolama halen sürdürülmektedir.



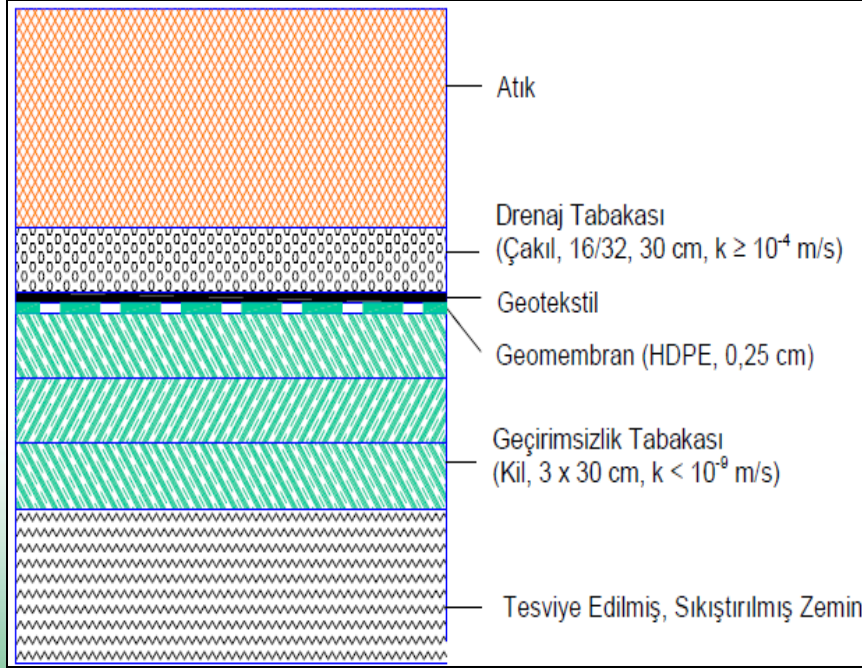
ATIK PİLLERİN TAP TARAFINDAN BERTARAFI

Kemberburgaz Yeraltı Depoları

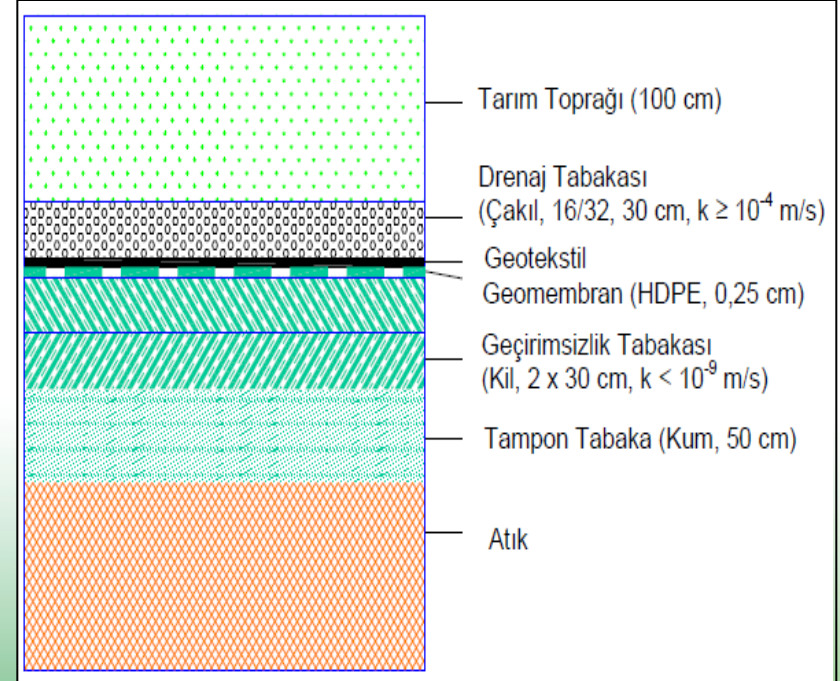


ATIK PİLLERİN TAP TARAFINDAN BERTARAFI

İSTAÇ A.Ş. Şile Kömürcüoda'ki Yerüstü Depolama



Depo Tabanı Sızdırmazlık Sistemi



Depo Üst Örtü Sızdırmazlık Sistemi





ATIK PİLLERİN TOPLANMASI, TAŞINMASI, DEPOLANMASI VE
BERTAFINDA ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞINCA
YETKİLENDİRİLMİŞ TEK KURULUŞ OLAN TAP BU
SORUMLULUĞUNUN BİLİNCİ İÇİNDE OLUP, ÇALIŞMALARINI HER
YIL ARTAN BİR TEMPOYLA SÜRDÜRMEKTEDİR
ÇEVREYE VE ORTAK GELECEĞİMİZE GÖSTERMİŞ OLDUĞUNUZ
HASSASİYETE TEŞEKKÜR EDERİZ

Taşınabilir Pil Üreticileri ve İthalatçıları Derneği

web: www.tap.org.tr

e-mail: info@tap.org.tr

