

Atık Çinko-Karbon ve Alkali Pillerden  
Çinko ve Mangan Geri Kazanımı

Mine Senem Tuğru

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Mart,2009

Recovery of Zinc and Manganese  
From Waste Zinc-Carbon and Alkaline Batteries

Mine Senem Tuğru

**MASTER OF SCIENCE THESIS**

Department of Mining Engineering

March,2009

Atık inko-Karbon ve Alkali Pillerden  
Çinko ve Manganın Geri Kazanılması

Mine Senem Tuğru

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı  
Cevher Hazırlama Bilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Muammer Kaya

Mart,2009

## ONAY

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Mine Senem Tuğru'nun YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Atık Çinko-Karbon ve Alkali Pillerden Çinko ve Manganın Geri Kazanılması" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

**Danışman** : Prof. Dr. Muammer Kaya

**İkinci Danışman** : -

### **Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:**

**Üye** : Prof. Dr. Hüseyin Koca

**Üye** : Prof. Dr. Ender Sönmez

**Üye** : Prof. Dr. Haldun Kurama

**Üye** : Y.Doç. Dr. Derya Aksoy

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

## ÖZET

Bu tez çalışmasında, günümüzde büyük bir çevre sorunu haline gelen atık çinko-karbon ve alkali pillerden, hidrometalürjik yöntemle çinko ve manganın geri kazanımı konusu analiz edilmiştir. Çalışmanın giriş bölümünde, tehlikeli atık problemleri ve atık pillerin geri kazanımı hakkında yaşanan sorunlar, konu hakkında gelişmiş ülkelerdeki uygulamalarla ilgili bazı sayısal veriler açıklanmıştır. Deney aşamasında uygulanan işlemlerin sırası; atık çinko-karbon ve alkali pillerin parçalanarak diğer kısımlarından (demir, plastik ve kağıt) ayrılması, atık pil tozunun öğütülüp homojen siyah toz haline getirilmesi, tozun iki ayrı aşamada liç yapılması (doğal ve asidik) ve son olarak KOH çözeltisi ile çinko ve manganın çöktürülmesi olmak üzere 4 aşamadır. Doğal liç sırasında su kullanılarak potasyum tozdan ayrılmış ve KOH çözeltisi elde edilmiştir. Asidik liç aşamasında ise, çinko ve mangan sülfürik asit ve hidrojen peroksitle liç edilmiştir. Doğal liç deneyinde kullanılan katı/sıvı oranının, asidik liç deneyinde ise sülfürik asit konsantrasyonunun, çinko ve manganın kazanımı üzerindeki etkileri gözlenmiştir. Çalışma sonuçlarına bakıldığında, yapılan işlemlerin teknik olarak basit ve uygulanmasının kolay olduğu, çinkoya nazaran manganın geri kazanılmasının daha başarılı olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: atık piller, çinko-karbon piller, alkali pil, geri kazanım, çevre, liç, hidrometalürji, çinko, mangan

## SUMMARY

In this work a hydrometallurgical route has been proposed to the recovery of zinc and manganese from spent zinc-carbon and alkaline batteries which is the big environmental problem in now days. In the summary, problems of the dangerous wastes and difficulties about recycling of batteries have been explained; numerical analyses about the subject in developed countries have been given. The route that is proposed in the experimental stage is 4 steps; dismantling of the waste zinc-carbon and alkaline batteries from other parts (iron, plastic and paper), grinding of the waste batteries dust and making homogenous black dust, leaching in two steps (natural and acidic) and precipitation with KOH solution. In the natural leaching step, water has been used to separate the potassium from the dust and KOH solution has been produced. In the acidic leaching step, zinc and manganese has been leached by the the zinc and manganese from the dust. Solid/liquid ratio, that was used in the natural leaching step, and concentration of the sulphuric acid influences on the leaching of zinc and manganese were observed in this work. The results have shown, the route is technically viable and simple, manganese recycling is more successful than zinc.

Keywords: spent batteries, zinc-carbon batteries, alkaline batteries, recovery, leach, environment, hydrometallurgy, zinc, manganese

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamda bana danıőmanlık ederek, beni yönlendiren ve her türlü olanağı sağlayan danıőmanım Prof. Dr. Muammer Kaya'ya,

Bana gerekli eğitimi vererek bu seviyeye gelmemde katkıları olan sayın ğretmenlerime,

En önemlisi benden gerek maddi gerek manevi yönden desteklerini esirgemeyen sevgili aileme,

SONSUZ TEŐEKKÜRLERİMİ SUNARIM

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>vi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. PİLLER</b> .....	<b>7</b>
2.1. Pillerin Özellikleri .....	7
2.2. Pil Çeşitleri .....	11
2.2.1. Volta pili .....	11
2.2.2. Daniel pili .....	12
2.2.3. Leclanche pili .....	13
2.2.4. Islak hücreli piller (Kurşun-asit piller (Aküler)) .....	14
2.2.5. Kuru piller .....	19
2.2.5.1. Çinko karbon piller .....	22
2.2.5.2. Alkali piller .....	24
2.2.5.3. Çinko hava pilleri .....	27
2.2.5.4. Gümüş oksit piller .....	29
2.2.5.5. Civa oksit piller .....	29
2.2.5.6. Lityum piller .....	30
2.2.7. Şarj edilebilir piller (Sekonder piller) .....	32
2.2.7.1. Nikel kadmiyum piller .....	32
2.2.7.2. Nikel metal hidrid (Ni-MH veya NiMH) .....	35
2.2.7.3. Lityum iyon pilleri (Li-Ion) .....	36



## İÇİNDEKİLER (devam)

	<b><u>Sayfa</u></b>
2.3. Pil Kullanımı ve Bakımı .....	37
2.4. Yapısında Bulunan Bazı Metaller .....	40
2.4.1. Çinko .....	40
2.4.1.1. Üretim yöntemleri ve gelişimi .....	42
2.4.1.2. Kullanım alanları .....	45
2.4.2. Manganez .....	46
2.4.2.1. Kullanım alanları .....	47
2.4.2.2. Dünya manganez cevheri üretim ve tüketimi .....	48
2.4.2.3. Türkiye manganez cevheri üretim ve tüketimi .....	49
2.4.2.4. Sonuç ve değerlendirmeler .....	54
<b>3. TEHLİKELİ ATIK YÖNETİMİ .....</b>	<b>55</b>
3.1. Tehlikeli Atık Yönetim Yapısı ve Özellikleri .....	58
3.1.1. Tanım .....	58
3.1.2. Tehlikeli atıkların sınıflandırılması .....	59
3.2. Atıkların Azaltılması .....	59
3.2.1. Envanter yönetimi .....	60
3.2.2. Üretim prosesinde değişiklik .....	61
3.2.3. Hacim azaltılması .....	61
3.3. Tehlikeli Atık Çeşitleri .....	62
3.4. Tehlikeli Atıkların Toplanması .....	63
3.4.1. Tehlikeli evsel atıkların toplanması .....	65
3.4.2. Tehlikeli endüstriyel atıkların toplanması .....	67
3.5. Tehlikeli Atıkların Taşınması .....	68
3.6. Yeniden Kullanım ve Geri Kazanım .....	71
3.6.1. Geri dönüşümün önemi .....	73
3.6.2. Geri dönüşüm sisteminin temel aşamaları .....	75
3.7. Tehlikeli Atıkların Depolanması .....	76

## İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.8. Tehlikeli Atıkların Nihai Yok Edilmesi .....	77
3.8.1. Yakma yöntemi.....	77
3.8.2. Düzenli depolama tesisleri .....	78
<b>4. ATIK PİL VE AKÜMÜLATÖRLER .....</b>	<b>80</b>
4.1. Atık Pil Mevzuatı .....	80
4.2. Atık Pillerde Bulunan Toksik Maddelerin Etkileri .....	83
4.2.1. Civa .....	83
4.2.2. Kadmiyum .....	84
4.2.3. Kurşun .....	86
4.3. Kurşun-Asit Bataryaların (AKÜ) Toplanması .....	87
4.4. Atık Pil Geçici Depoları .....	89
4.5. Kuru Pillerin Geri Kazanılması .....	90
4.6. Atık Pillerle İlgili Yapılması Gerekli Çalışmalar .....	95
<b>5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR .....</b>	<b>98</b>
5.1. Deneyin Yapılışı .....	101
5.1.1. Hazırlık işlemleri .....	101
5.1.2. Liç işlemleri .....	105
5.1.3. Çöktürme .....	106
5.2. Sonuçlar ve Değerlendirme .....	107
<b>6. GENEL SONUÇLAR .....</b>	<b>110</b>
<b>7. KAYNAKLAR DİZİNİ .....</b>	<b>112</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 2.1. Çeşitli boyutlardaki piller .....	10
Şekil 2.2. Volta pili .....	11
Şekil 2.3. Leclanche pili kesiti .....	14
Şekil 2.4. Kurşun-asit pil (akü) kesiti.....	15
Şekil 2.5. Çinko-karbon pil yapısı .....	23
Şekil 2.6. Alkali pil kesiti .....	25
Şekil 2.7. Çinko-hava pil kesiti .....	28
Şekil 2.8. Lityum mangan dioksit pil kesiti .....	32
Şekil 2.9. Nikel-kadmiyum pil kesiti .....	33
Şekil 4.1. Atık pil konteynırları .....	89
Şekil 4.2. Pil toplama kutuları örnekleri .....	97
Şekil 5.1. Atık karışık çinko-karbon ve alkali pillerden hidrometalürjik yöntemle çinko ve mangan bileşiklerinin geri kazanma işleminin akım şeması .....	99
Şekil 5.2. Kırıcıda kırılan atık piller .....	101
Şekil 5.3. Kırıcıda kırılan atık pillerden açığa çıkan pil tozu .....	102
Şekil 5.4. Atık pil tozundan liç işlemi sonrasında çöktürülen Zn numunesi .....	106
Şekil 5.5. Atık pil tozundan liç işlemi sonrasında çöktürülen Mn numunesi .....	107
Şekil 5.6. Farklı katı/sıvı oranları ve %H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> konsantrasyonlarında Mn (%) değişimi .....	109

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1. Evsel katı atıklarda bulunan pillerin tipleri ve kullanım alanları .....	9
Tablo 2.2. Primer piller ve kimyasal bileşenleri .....	19
Tablo 2.3. Çeşitli pillerin boyutları ve voltajı .....	20
Tablo 2.4. Evsel çöplerde bulunan pillerde potansiyel tehlikeli ve toksik ağır metaller .....	21
Tablo 2.5. Alkali pillerdeki ağır metaller .....	26
Tablo 2.6. Dünya manganez üretimi, rezervleri ve baz rezervleri (metal içeriği) .....	49
Tablo 2.7. Türkiye manganez cevheri rezervleri .....	51
Tablo 2.8. Yıllık manganez cevheri üretimi .....	53
Tablo 4.1. Pillerdeki civa miktarının yıllara göre değişimi .....	92
Tablo 5.1. Alkali ve çinko-karbon pil tozu elek analiz sonuçları .....	103
Tablo 5.2. Alkali ve çinko-karbon pil tozu Mn ve Zn atomik absorpsiyon analiz (AAS) sonuçları .....	103
Tablo 5.3. Alkali ve çinko-karbon pil tozu XRF analiz sonuçları .....	104
Tablo 5.4. Atık pil tozundan çöktürme işlemi sonrası geri kazanılan Zn ve Mn değerlerinin atomik absorpsiyon analiz sonuçları .....	108

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

<b><u>Kısaltmalar</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
A	Amper
A.A.S.	Atomik absorpsiyon spektrometresi
A.B.D.	Amerika Birleşik Devletleri
ADR	Atıkların ve Kimyasalların Karayolu ile Taşınmasını İlgilendiren Avrupa Anlaşması
cm	Santimetre
CFC	Kloro flora karbon
dk	Dakika
EBRA	Avrupa Pil Geri Dönüşüm Birliği
et. al.	Ve diğerleri
e	elektron
g	Gram
L	Litre
M	Molar
m	Metre
m <sup>3</sup>	Metreküp
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
µm	Mikrometre
M.Ö.	Milattan önce
M.S.	Milattan sonra
OCED	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)**

<b><u>Kısaltmalar</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
PCB	Türkiye İstatistik Kurumu
PP	Polipropilen
PVC	Polivinil klorür
rpm	Dakikada dönüş sayısı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
T.Ü.İ.K.	Türkiye İstatistik Kurumu
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
XRF	X-ışınları floresans
V	Volt
vb.	Ve benzerleri

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Doğal kaynakların ve çevrenin korunması, ulusal ve uluslararası seviyelerde çok önemli bir konu haline gelmiştir. Endüstriyel ülkeler başta olmak üzere ülkelerin çözümlenmeye çalıştığı en önemli konulardan biri katı atıkların en iyi şekilde zararsız olarak veya mümkün olabilecek en az zararlarla nasıl bertaraf edileceğidir. Hızlı nüfus artışı, teknolojik gelişme, sanayileşme ve kentleşme sonucu gerek miktar bakımından hızla artan, gerekse içerdiği türler bakımından çeşitlilik gösteren katı atıklar önemli çevre sorunu haline gelmiştir.

Katı atık miktar ve türlerindeki bu artış, bir yandan katı atık yönetim maliyetlerini arttırırken diğer yandan da uzaklaştırılması konusunda birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Sahibinin istemediği ancak ekonomik değeri olan ve toplumun menfaati gereği toplanıp fen ve sanat kurallarına, bilimsel esaslara, mühendislik prensiplerine göre bertaraf edilmesi gereken katı şeylere “katı atık” denir. Katı atıkların kontrolü yönetmeliğine göre katı atık “Üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile, özellikle çevrenin korunması bakımından düzenli şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddeler ve arıtma çamurudur” şeklinde tanımlanmaktadır. Yönetmelikte verilen tanımdan başka birçok yayında da katı atık farklı ifadelerle tanımlanmaktadır. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı'nın yayınında katı atık “insanların sosyal ve ekonomik etkinlikleri esnasında veya sonucunda işe yaramaz hale gelen ve akıcı olabilecek kadar sıvı içermeyen her tür madde ve malzeme” şeklinde tanımlanmaktadır (Armağan, B. vd., 2006) [6].

Katı atıkların oluşumunun sebep olduğu çevresel kötüleşmenin nasıl önleneceği, uygunsuz yönetimlerin geçmiş örneklerinin sebep olduğu problemlerinin fiili olarak nasıl çözümleneceği, katı atıkların oluşumunun nasıl azaltılacağı ve son olarak kaynakların korunması için içerdikleri kıymetli malzemelerin nasıl geri kazanılabileceği, üzerinde durulması gereken konulardır. Bütün bunlar birçok sosyal, teknik ve yasamaya ilişkin etmenlere bağlı olan karmaşık noktalardır. Bu manada, kalkınma çabasında olan ve ekonomik zorluklarla karşı karşıya bulunan gelişmekte olan ülkelerin de tabii kaynaklarından uzun vadede ve maksimum bir şekilde faydalanabilmeleri için atık israfına son vermeleri, ekonomik değeri olan maddeleri geri kazanma ve tekrar kullanma yöntemlerini araştırmaları gerekmektedir (Armağan, B. vd., 2006) [6].

Katı atıklar insanın türlü faaliyetleri sonucunda, günlük yaşam, ticaret, endüstri ve diğer faaliyetleri sonucunda çıkmaktadır. Atıkların toplama ve temizleme dışında hiçbir işleme tabi tutmadan aynı şekli ile ekonomik ömrü doluncaya kadar defalarca kullanılmasına “Tekrar Kullanma” denir. Atıkların fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerden geçirildikten sonra ikinci hammadde olarak üretim sürecine sokulmasına “Geri Kazanım (Recovery)” denir. Atıkların kimyasal ve fiziksel işleme tabi tutulmadan ekonomiye kazandırılmasına ise “Geri Dönüşüm (Recycle)” denilmektedir.

Atıklardan çıkan değerli maddelerin geri kazanılması ve tekrar kullanılması, tabii kaynaklarımızın tükenmesini önleyeceği gibi ülke ihtiyaçlarını karşılayabilmek için ithal edilen hurda malzemeye ödenen döviz miktarını da azaltacak, kullanılan enerjiden büyük ölçüde tasarruf edilecektir. En az yukarıda sayılanlar kadar önemli olan diğer bir husus da uzaklaştırılacak katı atık miktarındaki büyük azalma ve dolayısıyla çevre kirliliğinin önemli ölçüde önlenmesidir. Özellikle katı atıkların düzenli bir şekilde bertaraf edebilmek için yeterli alan bulunmayan ülkeler için katı atık miktarının ve hacminin azalması büyük avantajdır. (Armağan, B. vd., 2006) [6].



Evsel katı atıklar içindeki geri kazanılabilir atıklar istatistiksel verilere göre, tam bir ayrıştırılmaya tabi tutulursa, depolanacak atık hacminde yaklaşık %35 oranında bir azalma gerçekleştirilebilir. Ağırlık olarak ise evsel atıkların %12'si geri kazanılabilir atıklardır. Bu yıllık olarak yaklaşık 3 milyon tona karşılık gelmektedir. Geri dönüşüm uzun vadede verimli bir ekonomik yatırımdır. Hammaddenin azalması ve doğal kaynakların hızla tükenmesi sonucunda ekonomik problemler ortaya çıkabilecek ve işte bu noktada geri dönüşüm ekonomi üzerinde olumlu etkiler yapacaktır. Yeni iş imkânları sağlayacak ve gelecek kuşaklara doğal kaynaklardan yararlanma olanağı sağlayacaktır. Tüm bunların ötesinde geri dönüşüm doğal kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını sağlayacak, gelecek kuşaklara potansiyel kaynakların mümkün olabilen en fazla miktarını bırakabilecek en önemli katı atık yönetim biçimidir (Armağan, B. vd., 2006) [6].

Türkiye'de ortaya çıkan endüstriyel atıkların türleri, yüksek radyoaktifiteli atıklar dışında, gelişmiş ülkelerdeki atık türlerinden farklı değildir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yapılan imalat sanayi atık envanteri sonuçlarına göre; yılda 13 milyon tonun üzerinde atık üretildiği, bu atıkların %57'sinden fazlasının bertaraf edildiği ve her yıl bertaraf edilen atıkların yaklaşık %30'unun belediye çöplüklerinde, %70'inin ise (5 milyon ton) düzensiz olarak uzaklaştırıldığı anlaşılmaktadır. Türkiye'de lisanslı olarak çalışan, yıllık 35.000 ton yakma kapasitesi olan İzmit İZAYDAŞ tesisi dışında, lisanslı düzenli olarak sanayi atıkları alan depolama tesisi bulunmamaktadır. Ülkemizde yılda 2,5 milyon tonun üzerinde tehlikeli atık üretilmektedir. Genel olarak sanayi atıkları bertaraf ve geri kazanım tesis kapasiteleri yeterli değildir. (Kaya, T., 2005) [7]

Dünya genelinde üretilen tehlikeli atık miktarı UNEP (United Nations Environment Programme, Birleşmiş Milletler Çevre Programı) ve OECD (Organization for Economic Cooperation and Development, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü) kaynaklarına göre yılda 200 milyon tonu geçmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin her birinin yılda 2 ile 10 milyon ton arasında tehlikeli atık ürettikleri tahmin edilmektedir.

Gelişmiş ülkelerden ülkemize olan yasa dışı atık trafiğinin önlenmesi amacıyla 1989 yılında “Basel Sözleşmesi” imzalanmış ve 1994 yılında onaylanmıştır. Ülkemizde tehlikeli atık yönetim sisteminin oluşturulması amacıyla Çevre Kanunu ve Basel Sözleşmesi Esas alınarak “Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (TAKY)” hazırlanmış ve 14.03.2005 tarih ve 25755 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Yönetmeliğin 23. ve 24. maddeleri gereğince atık geri kazanım ve nihai yok etme tesisi için Çevre ve Orman Bakanlığından lisans alınmaktadır.

Evlerde üretilen atığın yaklaşık %0,5-1’i tehlikeli atıktır. Bu tehlikeli atık grubunun en önemli miktarı, boya ve çözücüler (%45), pil ve akümülatörler (%16) tarafından oluşturulur. Evlerde, işyerlerinde, ulaşımda ve sanayide önemli miktarda pil kullanılmaktadır. Piller, motorlarda, elektronik cihazlarda, saatlerde, kameralarda, hesap makinelerinde, işitme aletlerinde, kablosuz telefonlarda, oyuncaklarda v.b. yerlerde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. 2003 yılında Doğu ve Batı Avrupa’da satılan pillerin ağırlıkları yaklaşık olarak 164.000 ton civarındadır. Bunun 50.197 tonu çinko-karbon ve 99.138 tonu ise alkali pillerdir. Pil satışlarının ise yaklaşık olarak %30,5’i çinko-karbon ve %60,3’ü alkali pillerdir. (Kaya, T., 2005) [7]

Son yıllarda artan pil kullanımı insan sağlığı ve çevre için potansiyel tehlike oluşturmaktadır. Pil kullanan herkes pillerin çevreye zarar vermeden uygun şekilde geri kazanılmasından sorumludur. Atık piller emniyetli şekilde kullanılmalı, paketlenmeli, depolanmalı, toplanmalı, taşınmalı ve bertaraf edilmelidir. Atık piller çöpe atıldığı zaman hava, su ve toprak kaynaklarını kirletmektedir. Dolayısıyla kullanılmış pillerin tehlike oluşturmaması için ayrı toplanması, taşınması ve geri kazanılması gerekmektedir. Ayrıca pillerdeki tehlikeli ve zararlı metallerin azaltılması da zaruri bir konudur. Halen pil ve akümülatörler, çinko-karbon ve alkali piller, toplanıp geri dönüşüm uygulanması gerekirken çevreye gelişigüzel atılmaktadırlar. Birçok Avrupa ülkesinde tüm pil çeşitleri için ulusal toplama alt yapı ve geri dönüşüm tesisleri yapılmıştır. 2006 yılında Avrupa Pil Geri Dönüşüm Birliği (European Battery Recycling Association, EBRA) üyeleri 30,870 ton pil ve akümülatörü geri

dönüştürmüştür. Bu miktarın 26.928 tonu (~%87) alkali, çinko-karbon ve çinko-hava pilleridir. 2005 yılı ile kıyaslanırsa %19 artış vardır ( 2005 yılında 25.850 ton pil geri dönüştürülmüştür). (De Michelis, I., et al., 2007) [10]

Kaynak yönetimi açısından düşünüldüğünde, atık pillerin geri dönüşümü hammadde kaynaklarının verimli kullanılmasına olanak sağlar. Pilin içerisindeki çinko ve mangan gibi değerli maddeler geri kazanılabilir. Pil üretiminde, tabii maddeler yerine geri dönüştürülmüş maddeleri kullanmak, enerji tasarrufu ve tabii kaynakların çıkarılmasında oluşan kirlenmeler gibi, çevresel açıdan olumlu etkiler yaratmaktadır. Örneğin; kadminyum ve nikeli geri dönüştürerek kullanmak, hammadde olarak çıkarılıp işlenmesi ile karşılaştırılırsa yaklaşık olarak %46 ve %75 enerji tasarrufu sağlamaktadır. Pillerin yapımında kullanılan çinko için, geri dönüşümde ve tabii kaynaktan çıkarmada gerekli enerji oranı 2,2/8'dir (De Michelis, I., et al., 2007) [10]. Metalleri cevher olarak çıkartmak, küresel CO<sub>2</sub> emisyonu kaynağının yaklaşık olarak %10'nu teşkil eder (European Union, 2006) [5]. Bu verilere bağlı olarak atık pillerin geri dönüşümü çevresel ve ekonomik açılardan önemli hale gelmiştir.

Pillerin geri dönüşümü hidrometalürjik ve pirometalürjik işlemlerle yapılmaktadır. Pirometalürjik işlemlerde; kıymetli metalleri kazanmak için, pile bir dizi ısı işlem uygulanır ve malzemenin bu işlemler sonucu fiziksel ve kimyasal olarak değişime uğramasını sağlanmaktadır. Bu şekilde kıymetli metallerin kazanılması hedeflenir. Fakat pirometalürjik işlemler sonucunda oluşan gazlar hava kirliliği gibi çevre sorunlarına yol açmaktadır. Bazı işlemlerden sonra ortaya çıkan bu gazlar değerlendirilse de, pirometalürjik işlemlerin çevreye zarar verdiği bir gerçektir. Bu yüzden bu tür işlemler fazla tercih edilen sistemler olmamaktadır. Atık pillerden metal kazanımını sağlayan diğer bir yöntem olan hidrometalürjik işlemlerde ise çözücü özellik gösteren sıvı kimyasalları kullanarak kıymetli metalleri kazanma işlemi yapılmaktadır. Anot ve katot asit veya baz çözeltilerinde çözdürülerek geri kazanılmak istenen metal çözeltiliye alınır. Seçilen kimyasalların türü ve konsantrisi, çözdürülmek istenilen metalin özelliklerine göre değişim gösterebilir. Liç verimi; pH değişimi, sıcaklık veya

oksidasyon potansiyeli gibi değişkenlerden etkilenebilir. Liç işleminden sonra çözünen metaller ekstraksiyon, çöktürme veya elektrokimyasal yöntemlerle geri kazanılır. Hidrometalürjik işlemler oldukça hasas, gaz emisyonu yaratmayan ve ayrıca enerji tasarrufu sağlayan yöntemlerdendir. Bu sebeple atık pillerin geri dönüşümünde bu yolun seçilmesi daha avantajlıdır. ( Freitas, M. et al., 2007) [12]

Avrupa’da pil geri kazanımında çeşitli işlemler geliştirilmiştir. Daha çok da pirometalürjik işlemler uygulanmaktadır. Atık pillerden çinko ve mangan geri kazanımı konusunda farklı patentli işlemler literatürde bulunabilir (Batenus; Batrec; Zincex; Recuply) (European Patent Office, 2006) [2]. Hidrometalürjik işlemler genelde, liç ve metal ayırımından sonra metallerin liç çözeltilisinden geri kazanılması sırasında uygulanan metotlara göre farklılık gösterir. Alkali pillerin geri dönüşümünde Veloso et al. (2005) bir uygulama geliştirmiş ve metalleri  $H_2SO_4$  ve  $H_2O_2$  ile liç ederek ve KOH ile çökelterek mangan ve çinkoyu geri kazanmıştır. De Souza ve Tenorio (2004) [13], çinko ve manganın asit liçi ile geri dönüşümü işleminde farklı bir yol izlemiş; metalik çinko ve mangan dioksiti elektroliz ile geri kazanmıştır. Salgado et al. (2003) [11] çinko ve manganı  $H_2SO_4$  ile liç yaptıktan sonra sıvı-sıvı ekstraksiyonu ile ayırmıştır.

Bu tez çalışmasında hidrometalürjik yollarla kullanılmış çinko-karbon ve alkali pillerden çinko ve mangan geri kazanılmaya çalışılmıştır. Pillere hazırlık işlemlerinden sonra, asidik ve doğal liç yapılmış, çözünen mangan ve çinko geri kazanımı hidroksit kullanılarak çöktürme işlemiyle tamamlanmıştır.

## BÖLÜM 2

### PİLLER

Piller; kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren elektrokimyasal aletlerdir. Evlerde, işyerlerinde, ulaşımda ve sanayide önemli miktarda pil kullanılmaktadır. Piller, motorlarda, elektronik cihazlarda, saatlerde, kameralarda, hesap makinelerinde, işitme aletlerinde, kablosuz telefonlarda, oyuncaklarda v.b. yerlerde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.

Son yıllarda artan pil kullanımı insan sağlığı ve çevre için potansiyel tehlike oluşturmaktadır. Dolayısıyla kullanılmış pillerin tehlike oluşturmaması için ayrı toplanması, taşınması ve geri kazanılması gerekmektedir. Ayrıca pillerdeki tehlikeli ve zararlı metallerin azaltılması da önemli bir konudur.

#### **2.1. Pillerin Özellikleri**

Pil hücresi, metal anot (negatif elektrot), metal oksit katot (pozitif elektrot) ile iki elektrot arasında kimyasal reaksiyonu sağlayan elektrolitten ibarettir. Anot elektrolizde aşınırken, katotta iyonik değişim reaksiyonu sonucu elektrik akımı meydana gelir. Bu reaksiyon sonucu oluşan elektrik enerjisi çeşitli aletlerde kullanılır. Farklı pil sistemlerindeki ana fark elektrot ve elektrolit olarak kullanılan malzemelerdir. Ayırıcılar (separatör) polimerik malzemedен veya kâğıttan oluşurlar. Dış çeper; çelik, polimerik malzeme veya kâğıttan meydana gelir. Elektrot ve elektrolitler; pillerin farklı kullanım özelliklerine göre değişir. Ev tipi piller genelde telefon, radyo, fener, saat gibi aletlerde kullanılırlar. Pillerdeki zehirli bileşikler; civa, kurşun, bakır, çinko,

kadmiyum, mangan, nikel ve lityum içerirler. Her bir hücre genel olarak 1,5 voltur. Hücreler birbirine seri bağlanarak daha yüksek voltaj üretebilir. Örneğin, 9 volt pil, 6 adet 1,5V hücrenin seri halde bağlanması sonucu elde edilir. Elektrokimyasal sisteme bağlı olarak hücre voltajı 1,2V ile 4V arasında değişir. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Ev tipi piller; tek kullanımlık ve tekrar şarj edilebilir piller olmak üzere temelde 2 çeşittir. Tek kullanımlık olanlardan çinko-karbon ve alkali-mangan piller en çok kullanılanlardır. Bunlar boyut olarak AAA, A, C, D ve 9V'dur. Avrupa piyasasında çinko - karbon piller % 39 ve alkali piller % 51 yer tutarlar. Çinko-karbon piller %0,05-0,5 arasında kurşun ve %0,01-0,05 arasında kadmiyum içeren bir çinko elektrottan oluşur. Bu elementler elektrotun mekanik özelliklerini arttırmak için eklenir. Bazı pillerde kadmiyum ve kurşun yerine, korozyonu engellemek ve pilin performansını arttırmak için civa kullanılır. Şimdilerde bu elementler kullanılmadan pil üretimi yapılmaktadır. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Piller, ıslak veya kuru olarak ikiye ayrılabilir. Islak hücreli pillerde, elektrolit sıvıdır. Kuru hücreli pillerde elektrolit, pasta, jel veya diğer matriks halde bulunur. Primer pillerde, reaksiyon hücre içinde gerçekleşir ve reaksiyon tersinmezdir. Primer piller şarj edilemezler.

Sekonder pillerde (şarj edilebilir piller) kimyasal reaksiyonlar tersinirdir. Dıştan bir enerji ile reaksiyon başa döndürülür. Güç, sekonder kaynaktan pile yüklenebilir. Tablo 2.1.'de evsel katı atıklarda bulunan pillerin tipleri ve kullanım alanları gösterilmiştir. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Tablo 2.1. Evsel katı atıklarda bulunan pillerin tipleri ve kullanım alanları

Pil Tipleri	Şekli ve Boyutlar	Tipik Voltajı (Volt)	Kullanım Alanı
<b>Islak Hücreli Piller</b>			
Kurşun-Asit (Akü)	Dikdörtgen		Taşıtlar, motosikletler, botlar
<b>Kuru Hücreliler Primer</b>			
Karbon-Çinko	Silindir, dikdörtgen, 9-V, D, C, AA, AAA	1,5- 9	Flaş lambaları, radyolar, oyuncaklar, saatler, traş makineleri
Alkali	Silindir, dikdörtgen yassı, düğme, 9-V, D, C, AA, AAA	1,5-9	Radyolar, oyuncaklar, kaset çalarlar, hesap makineleri, kameralar
Civa oksit	Düğme, silindir, D, C, AA, AAA		İşitme aletleri, saatler, kameralar, hesap makineleri, kalpleri düzenleyen aletler
Gümüş oksit	Düğme	1,55	Hesap makineleri, kameralar, bilgisayarlar, saatler, işitme cihazları
Çinko Hava	Düğme	1,4	İşitme cihazları, paket hoparlör aletleri
Lityum	Düğme, dikdörtgen, 3V, 6V, 9-V, C, AA, madeni para, ve düğme	3	Paket hesap makineleri, saatler ve fotoğrafçılık cihazları, taşınabilir CD çalarlar, duman alarm sistemleri
<b>Kuru Hücreler - Sekonder Piller</b>			
Nikel – Kadmiyum	Silindir, düğme, 9-V, D, C, AA, AAA	1,2	Güç aletleri, vakumlu temizleme aletleri, taşınabilir telefonlar, oyuncaklar, lap-top bilgisayarlar, traş makineleri, fotoğraf makineleri
Nikel Metal Hidrid	Silindir, düğme	1,2	Mobil telefonlar, laptop bilgisayarlar
Lityum İyonu	Düğme, dikdörtgen, yassı	4	Mobil telefonlar, laptop bilgisayarlar

Piller çeşitli şekillerde, boyutlarda ve voltajlarda üretilir. Piller dikdörtgen, silindir, düğme ve metal para şekillerinde üretilir. Aşağıda verilen Şekil 2.1.'de çeşitli boyutlarda piller gösterilmiştir.



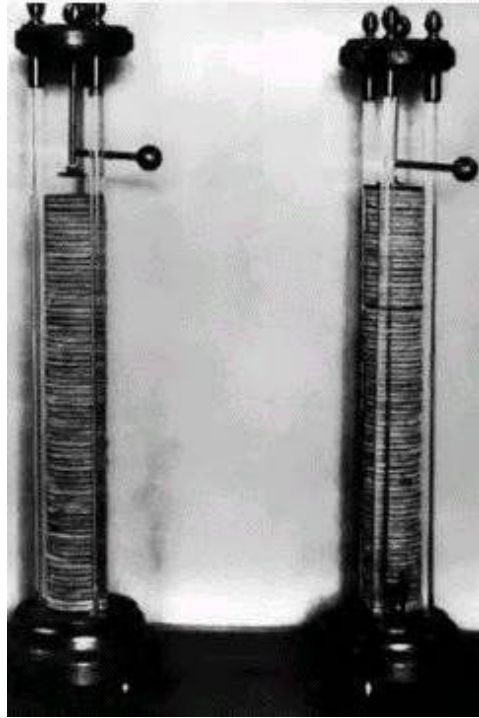
Şekil 2.1. Çeşitli boyutlardaki piller (Yukarıdan aşağıya; 2 adet düğme pil, 9 volt, AAA, AA, C, D ve 4,5 volt dikdörtgen pil)  
[[http://en.wikipedia.org/wiki/Battery\\_\(electricity\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Battery_(electricity))]



## 2.2. Pil Çeşitleri

### 2.2.1. Volta pili

Pil ilk kez 1800 yılında Alessandro Volta tarafından yapılmıştır. Bu pil yuvarlak çuha veya karton parçaları ile birbirinden ayrılmış bakır ve çinko disklerinin asitli suya batırılması ile oluşmuştur. Şekil 2.2.'de pilin şekli verilmiştir. Alessander Volta'nın 1800'de bulduğu Volta pilinde elektrolit olarak seyreltik  $H_2SO_4$  kullanılır. Elektrotlar ise, bir bakır bir de çinko çubuktur. Çinko çubuk negatif, bakır çubuk da pozitif kutbu oluşturmaktadır.



Şekil 2.2. Volta pili (Öztürk, M., 2004,) [8]

Daha hiçbir elektrik devresine bağlanmamış bir volta pilinin iki ucu arasındaki potansiyel fark 1 volttur. Devreyi tamamlandığında 1 voltluk gerilimin hızla düştüğü görülür. Çünkü, çinko iyon salarak hızla erimeye başlamıştır. Bu iyonlar  $SO_4$ (sülfat)'la birleşerek  $ZnSO_4$  (çinko sülfat birleşigi) oluştururlar. Bu arada hidrojen gazı da bakır çubuk etrafında kaçak hava kabarcıkları şeklinde yükselmişlerdir. Akım devam ettikçe gerilim farkı azalır. Artık öyle bir an gelir ki devreden akım geçmez. Eriyik içindeki hidrojen bakır çubuğu kaplar. Elektrolit, artık bakır çubuğun çeperine dokunamaz hale gelmiştir. Kutupların, yani hidrojenle kaplanan bakır çubuğun üzeri temizlenirse ve yeniden eriyik içine batırılırsa, akım geçmeye devam eder. Bu iki türlü yapılır. Birinci yolda, zımpara kağıdı ile bakırın üzerindeki hidrojen tabakası kazınır. Diğerinde ise bakır çubuk ateşe tutularak hidrojen kaplı tabaka yakılır. En basit ve ilk elektrik pili olan volta pili pratik olmadığından günümüzde kullanılmaz. (Öztürk, M., 2004,) [8]

### 2.2.2. Daniel pili

Sıvı kutuplanmaz pillerin ilk örneği Daniel pilidir. Daniel pilinde bakır ve çinko elektrot olarak kullanılır. 1,08 volt elektrik gerilimi üretirler her elektrot kendi tuzlarının çözeltisine batırılmıştır ve arada gözenekli bölme ile birbirlerinden ayrılırlar. Burada çinko çözünür, bakır ise çöker. Daniel pili bir sıvı pildir. Sıvı pillerde elektrolit sıvıdır. Daniel pili de böyledir, keza akümülatörlerde de elektrolit sıvı sülfürik asittir.

Ortadan gözenekli bir bölümle ikiye bölünmüş bir kap alalım. Bu kabın birinci bölümüne  $ZnSO_4$ 'ün suda çözündürülmüşünü, diğerine de  $CuSO_4$ 'ün sudaki çözeltisini koyalım.  $ZnSO_4$ 'ün bulunduğu yere bir çinko çubuk, diğerine de bakır bir çubuk batırılır. Bu şekilde Daniel pilini yapmış oluruz. Aslında kimyasal tepkimeyi göz önüne alarak, şöyle bir sonuca varabiliriz. Pozitif elektrik yüklü çinko iyonlarının, bakır çubuğu kaplayıp, kutuplaşma meydana getirmesi gerekir. Oysa böyle bir olay meydana gelmez. Pozitif yüklü çinko iyonları bakır çubuğa doğru giderken, gözenekli kabı

geçer geçmez çinko çubuğa doğru negatif elektrik yüklü  $SO_4$  iyonlarıyla karşılaşır. Bu karşılaşma sonucu bir tepkime oluşur. (Öztürk, M., 2004,) [8]

İkinci kapta bulunan  $CuSO_4$ 'deki pozitif elektrik yüklü iyonları ise pozitif kutba, yani bakır çubuğa doğru giderler ve orada birikirler. Burada biriken bakır iyonları daha sonra elektrik yüklerini sıfırlarlar. Diğer kaptaki elektrik yüklü  $SO_4$  iyonları ise negatif kutba, yani çinko çubuğa giderek çinkoyu eritmeye başlar. Bu sırada elektron da verirler. Sonuçta bir kimyasal tepkime olur.

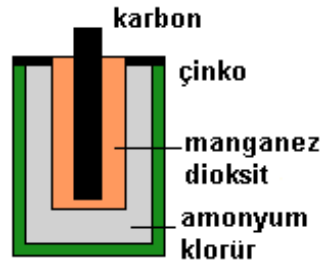
Buraya kadar olanları özetleyecek olursak, çinko çubuğun eridiğini ve bakır çubuk üzerinde de bir bakır tabakası oluşturduğunu görürüz. Çubuk aynı cins madde ile kaplandığından pozitif kutuplanma olmadığı görülür. Bu pillerin gerilim farkı değişmez. Bu nedenle günümüzde hala kullanılmaktadır. (Öztürk, M., 2004,) [8]

### 2.2.3. Leclanche pili

Bu pilde elektrolit olarak nişadırın sudaki eriyiği kullanılmaktadır. Pozitif kutup olarak kömür, negatif kutup olarak da çinko kullanılır. Leclanche pilinin çalışma ilkesini tam olarak anlaşılabilmesi için şöyle bir deney çalışmasıyla anlatılmıştır.

Bir kabın içine su koyalım. Bu suyun içinde de nişadır eritelim. Eriyiğin içine bir kömür, diğeri de çinko iki çubuk batıralım. Bu iki çubuğu bir iletkenle birleştirelim. Pozitif yüklü  $NH_4$  kömür çubuk üzerini kaplar ve kutuplaşmaya yol açar. Leclanche pilinde bu kutuplaşmayı önlemek amacıyla mangan dioksit kullanılır. Gözenekli bir küçük kap içine konan mangan dioksit çarptıkları zaman yanarlar. Öte yandan klor iyonları da çinko çubuğa, yani negatif kutba doğru giderler. Burada  $ZnCl_2$ 'ye dönüşür. Pilden akım geçtiği süre içinde kömür çubuğu kaplayan mangan dioksit eksilir. Bunun

sonucunda pilden akım geçmeye başlar. Leclanche pilleri sürekli elektrik akımı elde edilmeyen yerlerde kullanılır. Çünkü mangan dioksit bitmesi ve kömür çubuğun kutuplaşması akımın kesilmesini ve kömür çubuğun kutuplaşmasını sağlar. Fakat bir süre sonra kutuplaşma devam eder. Sürekli elektrik akımının elde edilmesini gerektirmeyen yerler için ideal bir pildir. Aşağıdaki Şekil 2.3.'de yapısı gösterilmiştir.



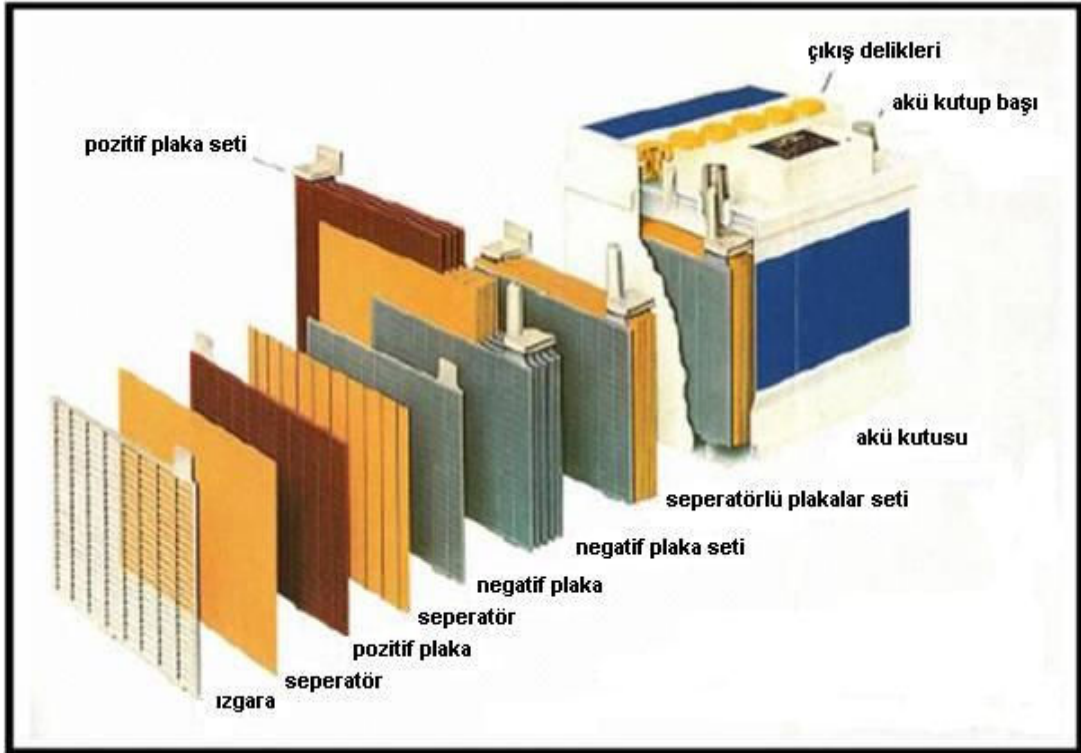
Şekil 2.3. Leclanche pili kesiti (Öztürk, M., 2004,) [8]

Yukarıda görülen Leclanche pilinde turuncu renk karbon etrafına sarılı olan mangan dioksit. Yeşil renk çinko katot, aradaki gri renk ise mangan dioksit ile çinko arasında bulunan jel amonyum klorürdür.

#### 2.2.4. Islak hücreli piller (Kurşun-asit piller (Aküler))

Kurşun-asit aküler ıslak piller olarak bilinir. Kurşun asit piller (aküler) otomobillerde, motosikletlerde, botlarda ve çeşitli diğer endüstrilerde, çalışma, aydınlatma ve tutuşturma amacı ile kullanılır. Aküler şarj olurken dışarıdan verilen elektrik enerjisini içyapı değişimi ile kimyasal enerji olarak depolarlar. İstendiği zamanda kimyasal yapı değişikliği tersine döner ve aküden elektrik enerjisi alınmaya başlanır. Kurşun-asit akülerin içyapısı iki ana unsurdan oluşur. Bunlar elektrotlar ve

elektrolittir. Elektrot olarak kurşun ve bileşikleri, elektrolit olarak ise sulandırılmış sülfürik asit kullanılmaktadır. Bir otomobil kurşun-asit aküsü ortalama 8 kg kurşun ve 0,454 kg sülfürik asit içerir. Anotta kurşun oksit, katotta ise kurşun bulunmaktadır. Kurşun-asit akününün %64 Pb, %5 polipropilen, % 28,3 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, % 2,7'sini diğer maddeler oluşturmaktadır. Şekil 2.4.' de akününün yapısı gösterilmiştir. (Öztürk ve Tombul, 2005) [9]

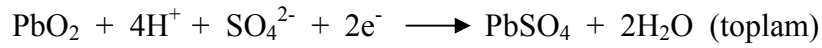
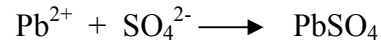
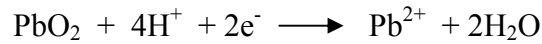


Şekil 2.4. Kurşun – asit pil (akü) kesiti (Öztürk ve Tombul, 2005) [9]

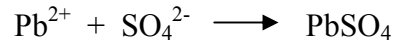
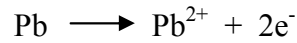
Elektrot olarak kurşun, elektrolit olarak ise sulandırılmış sülfürik asit kullanılan akülere kurşun-asit akü denir. Akü plakaları şarjlı iken, (+) artı elektrotta reaksiyona

girmeye hazır kurşun dioksit ( $\text{PbO}_2$ ), eksi (-) elektrotta ise süngerimsi kurşun bulunur. Deşarjda her iki elektrot kurşun sülfat ( $\text{PbSO}_4$ ) tabakası ile kaplanır.

Deşarj sırasında (+) kutupta oluşan reaksiyon:



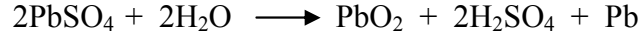
Deşarj esnasında (-) kutupta oluşan reaksiyon:



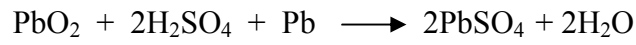
Reaksiyon sonuçlarında görüldüğü gibi her iki kutupta da sülfürik asit harcanması olarak kurşun sülfat meydana gelir. Bu reaksiyonlar sırasında (+) kutupta su meydana gelir. (Öztürk ve Tombul, 2005) [9]

Yukarıdaki reaksiyonların tersini düşünürsek şarj olmuş olur. Ancak reaksiyon yönünün tersine dönebilmesi için en azından akü geriliminin biraz üzerinde bir voltaj dışarıdan ters yönde uygulanmış olmalıdır. Her iki kutuptaki şarj ve deşarj reaksiyonlarını toplayacak olursak:

Şarj;



Deşarj;



şeklinde hücre reaksiyonunu gösterebiliriz. Akü hücresinde meydana gelen kimyasal reaksiyonlardan da görülebileceği gibi, kurşun-asit akülerde gerilim, sülfürik asit konsantrasyonuna büyük ölçüde bağlıdır. (Öztürk ve Tombul, 2005) [9]

Kurşun ızgaralar çoğunlukla antimonludur. Antimon, kurşunun sertliğini artırır ve etkin maddelerin ızgaralara daha iyi tutulmasını sağlar.

12V-44Ah-210 A sert lastik kasalı bataryanın bileşeninde;

Kurşun içeren maddeler	% 58,8
Sert lastik	% 17,7
Sülfürik asit	% 26,2
Ayırıcılar (PVC)	% 2,3

gibi maddeler bulunmaktadır. Bu tür bataryaların ağırlığı ise yaklaşık olarak 15 kg'dır.

12V-44Ah-210 A polipropilen kasalı bataryanın bileşeninde;

Kurşun içeren maddeler	% 63,9
PP-elemanlar	% 5,0
Sülfürik asit	% 26,6
Ayırıcılar (PP, PVC, Selüloz)	% 2,5

gibi maddeler içermektedir. PP kaplı akülerin ağırlığı yaklaşık olarak 13-14 kg'dır. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Kurşun taşıyan bileşenlerin %44'nü metal ızgara, kutuplar ve köprüler, %56'sını ise macun oluşturmaktadır. Metal ızgara, kutuplar ve köprülerin %96-98'ni kurşun, %2-4'nü antimon ve %0,5'ni kalsiyumdan oluşmaktadır. Macun ise %60 PbSO<sub>4</sub>, %19 PbO(PbO<sub>2</sub>) ve %21 Pb'den ibarettir. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Bir bölme içinde bulunan elektrotların kapasite ve büyüklükleri ne kadar olursa olsun voltajı değişmez. Her bölme için 2V olarak alınır. Dolayısıyla değişik voltajlarda akü yapmak istenildiğinde, 2V'luk gözler birbirlerine seri bağlanırlar. Ticari ve özel nakil araçlarının aküleri 6V veya 12V'tur. Bunun için üç yada altı adet 2V'luk hücreler seri bağlanmıştır.

Oto aküleri küçük boyutlu oldukları için genelde hücreler aynı kutu içinde kurşun köprülerle birbirlerine bağlanırlar. Endüstriyel alanda kullanılan çok değişik tipte ve büyüklükte aküler vardır. 220A'e kadar olan oto akülerine karşılık 12.000A'e kadar olan endüstriyel aküler üretilmektedir. Büyük kapasitelerde akü hücreleri tektir. Voltaja göre gerekli sayıda hücre seri olarak köprülerle bağlanır.



### 2.2.5. Kuru piller

Kuru piller kadmiyum, civa, nikel, gümüş, kurşun, lityum ve çinko gibi çeşitli metalleri içeren potansiyel tehlikeler arz eden elektroliz hücrelerden ibarettir. Evlerde, işyerlerinde kullanılan kuru pillerde kullanılan elektrotlar ve elektrolitler Tablo 2.2.' de verilmiştir. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Tablo 2.2. Primer piller ve kimyasal bileşenleri

Pil Tipleri	Katot	Anot	Elektrolit
Alkali	Mangan Oksit	Çinko	Potasyum ve/veya sodyum hidroksit
Çinko-Karbon	Mangan Oksit	Çinko	Amonyum ve/veya çinko klorür
Civa Oksit	Civa Oksit	Çinko Kadmiyum	Potasyum ve/veya sodyum hidroksit
Çinko-Hava	Havadan Oksijen	Çinko	Potasyum hidroksit
Gümüş Oksit	Gümüş Oksit	Çinko	Potasyum ve/veya sodyum hidroksit
Lityum	Çeşitli Metal Oksitler	Lityum	Çeşitli organik ve/veya tuz çözeltileri
Nikel Kadmiyum (Şarj edilebilir)	Nikel Oksit	Kadmiyum	Potasyum ve/veya sodyum hidroksit
Akü	Kurşun Oksit	Kurşun	Sülfürik asit
Nikel Metal Hidrid	Nikel Oksit	Metal alaşımı	6M Potasyum hidroksit
Lityum İyon	Lityum Kobalt	Grafit Karbon	Lityum Tuzu

Piller ayrıca, pil içindeki kimyasal reaksiyonları kontrol etmek için başka kimyasal maddelerde içerir. Mesela civa, primer hücrenin çinko anoduna ilave edilir (alkali ve çinko-karbon pillerde). Böylece korozyon problemi ve potansiyel patlayıcı hidrojen gazının oluşumu engellenmiş olur. Ayrıca, civa pilin kendiliğinden boşalmasını önler. Diğer pil bileşikleri, grafit, pirinç, plastik, kâğıt karton ve çeliktir.

Konutlarda ve küçük iş merkezlerinde kullanılan pillerin boyutları, şekilleri ve voltajları Tablo 2.3.'de verilmiştir. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Tablo 2.3. Çeşitli pillerin boyutları ve voltajı

Boyut	Şekli ve Boyutu	Voltajı (Volt)
D (Büyük Boy)	Silindir: boy 61,5 mm, çap 34,2 mm	1,5
C (Orta Boy)	Silindir: boy 50,0 mm, çap 26,2 mm	1,5
AA (Kalem)	Silindir: boy 50,5 mm, çap 14,5 mm	1,5
AAA (İnce Kalem)	Silindir: boy 44,5 mm, çap 10,5 mm	1,5
9 Volt (Dikdörtgen)	Dikdörtgen: boy 48,5 mm, genişlik 26,5 mm, derinlik 17,5 mm	9
Düğme	Düğme: çapları 4,8– 11,4 mm, yüksekliği 1,05 – 5,4 mm	Elektrokimyasal sisteme bağlı olarak 1,2 –1,35 – 1,4 – 1,5 veya 1,55 arasında değişir

Evsel çöplerde sık olarak karşılaşılan piller ve içerdikleri tehlikeli ve toksik ağır metaller Tablo 2.4.' de verilmiştir. (Öztürk, M., 2004.) [8]

Tablo 2.4. Evsel çöplerde bulunan pillerde potansiyel tehlikeli ve toksik ağır metaller

<b>Pil Tipi</b>	<b>Kadmiyum (%)</b>	<b>Civa (%)</b>	<b>Nikel (%)</b>	<b>Gümüş (%)</b>	<b>Çinko (%)</b>
Alkali	0,01	0,025 (0,6)*			8 - 18
Çinko-Karbon	0,03	0,01			12 - 20
Civa Oksit		30 - 50			10 - 15
Gümüş Oksit		0,5 - 1,0		30 - 45	30 - 35
Çinko-Hava		1 - 2,0			35 - 40

\* Düşme hücre stillerde

Şarj edilebilir nikel-kadmiyum ve nikel-metal hidrid düğme pilleri vardır. Son zamanlarda şarj edilebilir lityum iyonu düğme pillerde üretilmeye başlanmıştır.

Şarj edilebilir pillerin;

- Uzun süre şarj edilmeksizin kullanılan alanlarda (saatler, kapı zilleri ve duman alarmlarında),
- Şarj edilmesi uygun olmayan amatör fotoğraf makineleri,

gibi alanlarda kullanılması tavsiye edilmez. Şarj edilebilir piller primer pillere göre oldukça yüksek oranda kendi kendine deşarj olurlar. Şarj edilebilir piller ayda %15 ile %25 oranında kendi kendine deşarj olurlar. (Öztürk, M., 2004,) [8]

#### **2.2.5.1. Çinko karbon piller**

1870-1890'lı yıllarda ilk geliştirilen kuru pildir. En çok kullanılan pil çeşitlerinden birisidir. Genelde “Heavy Duty”, “General Purpose”, “Extra Heavy Duty” isimleri altında satılır. Çinko karbon pillerin ömrü alkali pillerden daha kısadır ve daha az güçlüdür. Çinko karbon pillerde sızıntı sıkça görülür. Anodun yapısından dolayı çinko-karbon piller alkali pillerden daha az civa içerir. Korozyon kontrolü ve hidrojen gazının serbest hale geçmesini önlemek için civaya ilaveten çinko karbon pilleri, kurşun, kadmiyum, arsenik, krom, bakır, demir, mangan, nikel, çinko ve kalay gibi metaller içerir. Çinko-karbon pillerde %0,01'in altında civa bulunmalıdır. (Öztürk, M., 2004,) [8]

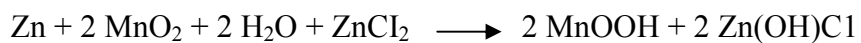
Elektrolit, sulu amonyum klorür veya çinko klorürdür. Elektrolite inert bir metal oksit ilave edilerek pelteleşmesi sağlanır. Çinko-karbon pilin yapısı Şekil 2.5'de gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Çinko-karbon pil yapısı (Öztürk, M., 2004,) [8]

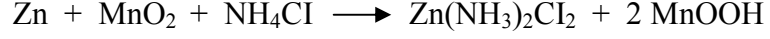
Genelde çinko karbon pillerde katot olarak; karbon ve  $MnO_2$  içeren karbon çubuk ve anot olarak ise çinko kap bulunur.  $NH_4Cl$  ve  $ZnCl_2$  asidik elektrotur. Silindirik pillerde çinko elektrot genelde paslanmaz çelik kapla kaplanır. Plastik veya kağıt ayırıcı vardır.

Pil hücresinde gerçekleşen reaksiyonu,



şeklinde yazabiliriz.

Eğer elektrolit olarak  $\text{NH}_4\text{Cl}$  kullanılırsa,



şeklinde gerçekleşir.

Kullanılmayan alkali piller kuru ve soğuk yerde depolanmalıdır. Çinko karbon pil kullanılan cihazlar 30 günden fazla çalıştırılmıyorsa pili cihazda tutup deşarj olmasına neden olunmamalıdır. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Pilden sızan amonyum klorür göze temas ettiğinde ciddi sulanmaya neden olur. Çinko klorür çok korozif bir maddedir.

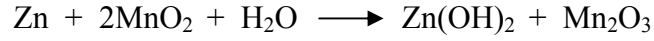
Çinko karbon piller  $54^\circ\text{C}$  üzerinde depolandığı zaman hidrojen gazı kaçmasına neden olabilir.

Çinko-karbon piller tehlikeli atık sınıfında yer almaktadırlar.

#### 2.2.5.2. Alkali piller

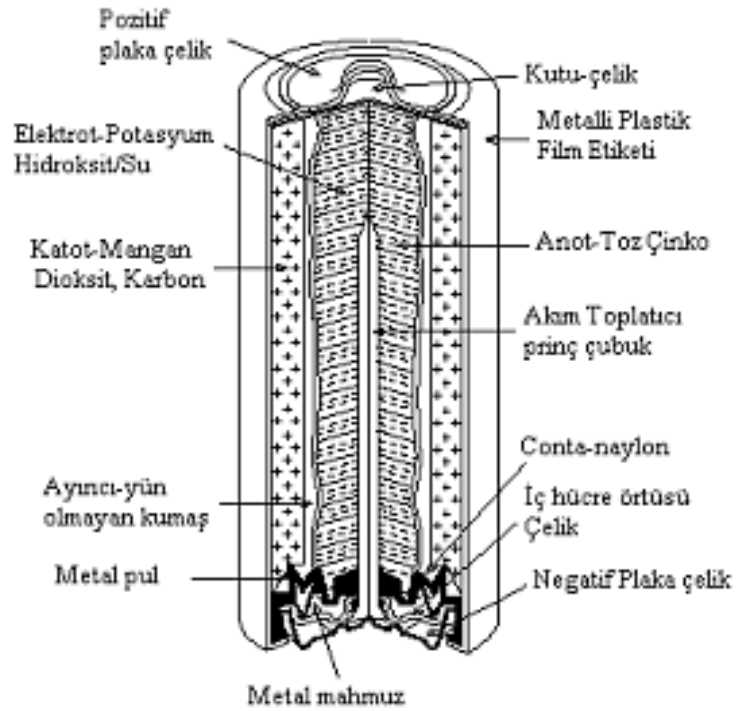
Alkali-mangan piller, çinko-karbon pillerden sonra geliştirilmişlerdir. Bu pillerde anot olarak; toz çinko içeren çubuk ve katot olarak ise, karbon ve  $\text{MnO}_2$  içeren çelik kap mevcuttur. Elektroliti pelteleştirmek için bir selüloz türevi kullanılır. Elektrolit, potasyum hidroksittir (KOH). Alkali pillerde, aktif katot maddesi olarak civa oksit ( $\text{HgO}$ ) veya gümüş oksit ( $\text{Ag}_2\text{O}$ ) gibi maddeleri de kullanılır. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Pil hücresinde enerji üretimi için gerçekleşen reaksiyonu,



şeklinde yazabiliriz.

Alkali pillere ait detay dizaynı Şekil 2.6.'da verilmiştir.



Şekil 2.6. Alkali pil kesiti

Alkali pillerde 1985 yılında pilin ağırlığının %1'i oranında civa bulunurken 2000'li yıllarda bu değer %0,025 - 0,0001 oranına düşürülmüştür. Alkali pillerin her birinde 25 mg'dan fazla civa olması istenmez. Son zamanlarda özellikle civa içermeyen

alkali pilleri üzerinde yoğun çalışmalar devam etmektedir. Cıvaya ilaveten alkali piller kurşun, kadmiyum, arsenik, krom, bakır, indiyum, demir, nikel, kalay, çinko ve magnezyum gibi metalleri de içermektedir. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Kullanılmayan alkali piller kuru ve soğuk yerde depolanmalıdır. Alkali pil kullanılan cihaz 30 günden fazla çalıştırılmıyorsa pili cihazda tutup deşarj olmasına neden olunmamalıdır.

Alkali pillerde Tablo 2.5.'da verilen sınır değerlerinin üzerinde ağır metal olması istemez. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Tablo 2.5. Alkali pillerdeki ağır metaller

Ağır Metal	Alkali Pil (mg/lt)
Arsenik	0,053
Baryum	0,1
Kadmiyum	0,025
Krom	0,01
Kurşun	0,04
Civa	0,025
Selenyum	0,05



Alkali pili kendi kendine yılda %2 oranında deşarj olur. Alkali pilleri, yüksek oranda enerji tüketen cihazlarda (dijital kameralar gibi) verimli olarak kullanmak mümkün değildir. Düşük oranda enerji tüketen aletlerde radyo ve saat gibi, çok verimli şekilde kullanılır. Ancak son zamanlarda yüksek oranda enerji tüketen aletler içinde Duracell Ultra, Energizer Advaced Formula, Kodak Photolife gibi alkali piller geliştirmiştir.

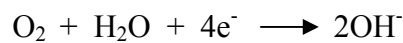
Alkali piller yanlış kullanıldığı veya hasar gördüğü zaman pil içindeki alkali madde sızar ve ellere veya göze temas ettiğinde yanmasına neden olur.

### **2.2.5.3. Çinko hava pilleri**

Elektrolit, %20 – 40 oranında potasyum hidroksit çözeltisi içerir. Potasyum hidroksit'i elektrolit çözeltisi olarak kullanmakta büyük problem oluşmaktadır. Havanın oksijeni kullanılırken havada bulunan karbondioksit potasyum hidroksitle reaksiyona girerek potasyum karbonat oluşur. Dolayısıyla bu reaksiyonlar pillerin kullanım ömrünü kısaltır. Bu sebepten dolayı bu tür piller genelde işitme cihazlarında kullanılır.

Katot olarak atmosferik havadan temin edilen oksijen gazı (O<sub>2</sub>) kullanılır. Şekil 2.7.'de çinko-hava pilin kesiti verilmiştir.

Çinko anot okside olurken katotta gerçekleşen reaksiyonu,



şeklinde yazmak mümkündür.



Şekil 2.7. Çinko-hava pil kesiti

Çinko-hava piller sürekli kullanımlar için değil, kesikli kullanımlar için uygundur.

Hem çok az nemli hem de çok fazla nemli ortamlar çinko hava pillerin ömrünü kısaltır. Havadan alınan oksijen, gözenekli, hidrofobik elektrot (karbon polimer veya metal polimer bileşeni) arasından elektrolizde çözünür.

Katot çevresinden taşınma söz konusu olmadığından dolayı bu pillerin enerji yoğunluğu oldukça yüksektir. Bu nedenle de ısıtma cihazlarında kullanılır.

Çinko-hava pillerde gazın serbest hale geçmesini önlemek için civa oranı maksimum %5'dir. Çinko-hava piller sürekli kullanım için uygun değildir. Kesikli enerji tüketimi gerektiren aletlerde kullanılabilir. Çinko hava piller kendi kendine yılda %4 oranında deşarj olur. (Öztürk, M., 2004,) [8]

#### **2.2.5.4. Gümüş oksit piller**

Gümüş oksit piller çok az miktarda kullanılır. Bu piller düğme şeklinde çeşitli boyutlarda üretilir. Alkali veya çinko-karbon düğme hücreli pillerden daha fazla sabit voltaj üretirler. Gümüş oksit piller, civa oksit pillerle içten şarj edilebilirler. İşitme cihazlarında ve saatlerde kullanılmaktadır.

Civa Oksit pillere göre gümüş oksit piller genelde çok daha pahalıdır. Gümüş oksit piller %1 oranında civa içerir. Bu piller ayrıca gümüş de içerir.

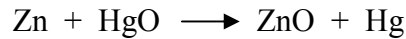
Gümüş oksit pillerde gaz oluşumunu önlemek için civa kullanılır. Gümüş oksit piller, diğer düğme pillere çok benzediğinden diğerlerinden ayırmak oldukça zordur. Bu pillerde civa miktarı %0,025'den fazla olmamalıdır. (Öztürk, M., 2004,) [8]

#### **2.2.5.5. Civa oksit piller**

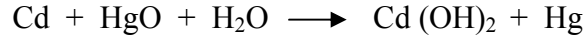
Bu pillerin üretimi bazı ülkelerde durdurulmuştur. Genelde düğme hücre tipi pillerdir. Civa oksit piller; çinko/civa oksit ve kadmiyum/civa oksit piller olmak üzere iki gruba ayrılırlar.

Pil hücresindeki reaksiyonları;

- Çinko-civa oksit piller için:



- Kadmiyum/civa oksit piller için:



şeklinde yazmak mümkündür.

Civa oksit piller yerine, teknoloji geliştikçe daha az civa içeren gümüş oksit ve çinko-hava düğme piller kullanılmaktadır.

Bu pillerin kullanımı sürekli azalmaktadırlar. Düğme hücreler halinde üretilmektedir. Ağırlığının 3/2'si (%20-40) civa oksittir. Kullanılmış civa oksit piller tehlikeli atıklar sınıfına girer. Bir düğme hücre civa oksit pili 800.000 litre içme suyunu kirletir. Yani 800.000 litre içme suyunu civa kirleticisi bakımından standartların üzerine çıkartır. Çöp depolama alanlarındaki civa kaynağının %88'ni piller oluşturmaktadır. (Öztürk, M., 2004.) [8]

#### **2.2.5.6. Lityum piller**

Lityum, metaller içinde en düşük redoks potansiyeline sahiptir. Çok hafiftir ve toksik madde değildir. Bu sebeplerden dolayı lityum çok geniş alanda kullanımı araştırılmakta ve anot olarak kullanılmaktadır. Lityum hücreler çok uzun ömre sahiptir. Düşük hızda enerji tüketimi gerektiren aletlerde (saatler ve hesap makineleri gibi) küçük silindir veya düğme hücreler halindeki lityum piller kullanılır. Bu aletleri birkaç yıl çalıştırabilir.

Lityum piller hava ile temas ettiği zaman bozulur. Lityum çok aktif bir metaldir. Lityum su ile reaksiyona girdiğinde hidrojen gazı (H<sub>2</sub>) açığa çıkar ve derhal pil hücresi patlar. Bu nedenle susuz elektrolit kullanılır. Lityum pilleri tam olarak deşarj olmadan

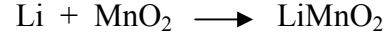
toplamak tehlikelidir. Bunlar çözünmüş lityum tuzu içeren polar organik sıvılar (dimetil eter veya propilen karbonat)'dan ibarettir.

Poliyeten oksit/tuz kompleksleri gibi polimer esaslı elektrolitlerin kullanımı araştırılmaktadır.

Lityum piller, silindir, düğme veya metal para şeklinde üretilir. Askeri ve tıbbi aletlerde kullanılır. (Öztürk, M., 2004,) [8]

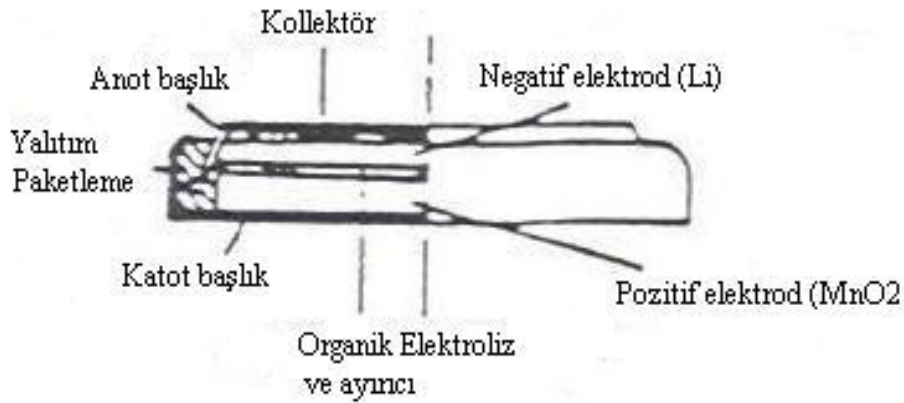
Lityum pillerde ihmal edilebilecek miktarda civa bulunur.

Lityum pil hücrelerinde reaksiyon;



şeklinde gerçekleşir.

Lityum pilleri tehlikeli atıklar sınıfına girerken diğer türleri (lityum-mangan dioksit, lityum-kükürt dioksit) tehlikeli atık değildir. Lityum mangan dioksit pil kesiti Şekil 2.8.'de verilmiştir.



Şekil 2.8. Lityum mangan dioksit pil kesiti (Öztürk, M., 2004.) [8]

### 2.2.7. Şarj edilebilir piller (Sekonder piller)

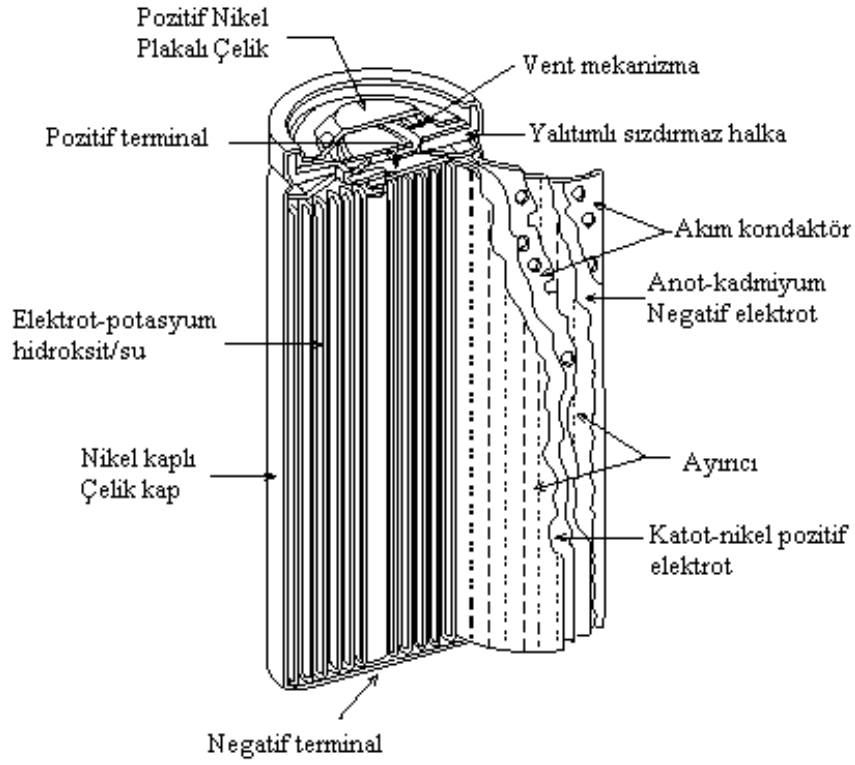
Şarj edilebilir piller Avrupa pil piyasasında %8 olarak yer almaktadır. Bu payın %38'i nikel-kadmiyum piller (NiCd), %35'i nikel-metal-hidrit piller (NiMH) ve %18'i ise lityum-iyon pillerdir.

#### 2.2.7.1. Nikel kadmiyum piller

Nikel Kadmiyum pilleri piyasada Ni-Cd veya "Ni-Cads" sembolleri altında satılmaktadır. Şarj edilebilir NiCd piller ev tipi (taşınabilir) ve endüstriyel olarak kullanılmaktadırlar. Uzun yıllarca NiCd piller taşınabilir pil olarak kablosuz erişim veya mobil telefonlar gibi araçlara en uygun pillerdi. Bunlar 1950 yılından beri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1995 yılında NiCd pillerin %80'i taşınabilir tiplerdendi. 2000 yılı içinde Amerika Birleşik Devletleri'nde 75 milyon civarında NiCd

pil satılmıştır. NiCd piller en çok zararlı olan sistemlerden biridir bu yüzden yeniden şarj edilebilir pillerin geliştirilmesi önem taşımaktadır. (Öztürk, M., 2004.) [8]

Şekil 2.9.'da nikel-kadmiyum pil kesiti gösterilmiştir.

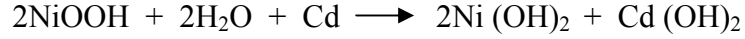


Şekil 2.9. Nikel-kadmiyum pil kesiti (Öztürk, M., 2004.) [8]

NiCd piller açık ve kapalı olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Açık olanlar endüstriyel amaçlı, kapalı olanlarsa (silindirik, düğme, prizmatik) ev tipi olarak kullanılmaktadır.

Katot kadmiyumdan ve anot Ni(OH) bileşiğinden oluşmaktadır. Elektrolit ise genelde KOH ve Li(OH)<sub>2</sub> karışımından yapılmaktadır.

Bu pillerdeki reaksiyonu;



şeklinde yazmamız mümkündür.

Ni(OH)<sub>2</sub>, CdI<sub>2</sub> kaplı yapıya sahiptir. NiOOH, kompleks ve çok fazlı bir maddedir. Bu önemli bir avantajdır. 1000 defa şarj imkanı sağlar ve kendi kendine deşarj olmaksızın uzun zaman kalmasını sağlar. Aşırı şarj, kadmiyum hidroksitin elektrotu pasifleştirilmesine neden olur.

Bu pillerde kadmiyum miktarı %11 ile %20 arasında değişir. Kullanılmış nikel-kadmiyum piller tehlikeli atıklar sınıfına girer. Geri dönüşüm merkezlerinde eskisi getirilmeyen nikel-kadmiyum pillerin yenisi verilmemesi geri dönüşüm metotlarından biridir. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Dünyada son 30 yılda Ni-Cd pili üretiminde 16.000 - 18.000 ton kadmiyum tüketilmiştir. Dünyada üretilen kadmiyumun 2/3'ü Ni-Cd üretiminde kullanılmıştır. Ni-Cd pillerin 3/4'ü küçük boyutludur. Ev aletlerinde, güç aletlerinde ve aydınlatmada kullanılmaktadır. Geriye kalan 1/4'ü ise büyük endüstriyel hücre tipi bataryalardır.



Çöp depolama alanlarındaki kadmiyumun %50'si Ni-Cd pillerden ileri gelmektedir.

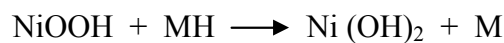
Nikel kadmiyum pillerin yerine mümkünse kadmiyum içermeyen nikel metal hidrid ve lityum pilleri gibi alternatifleri kullanılmalıdır.

### **2.2.7.2. Nikel metal hidrid (Ni-MH veya NiMH)**

Nikel metal hidrit hücrelerde (Ni-MH veya NiMH), azot metal hidrit elektrottur ve protonlar oluşturmak için okside olabilen indirgenmiş hidrojenin katı kaynağı gibi hizmet eder.

Nikel metal hidrit (NiMH) piller 1989 yılında üretilmiş ve ilk olarak Japonya'da 1990 yılında satılmaya başlanmıştır. Bu piller yüksek elektrokimyasal kapasiteye sahip, daha güvenli ve çevrecidirler. Ayrıca, NiMH piller daha geniş bir sıcaklık aralığında (-20 ve 60°C arası) etkili kullanım alanına sahiptir. Daha uzun ömürlü kullanılırlar. Pozitif elektrot, aktivasyon aracı olarak nikel hidroksit ile birlikte Ni plakadan oluşmaktadır. Negatif elektrot olarak ise, metal örgülü levha üzerindeki Mm-Ni-Co (Mm = misc. metal) gibi hidrojen toplayıcı alaşım tozu içermektedir. Hareketsiz izole tabaka iki elektrotu ayırmaktadır. Elektrolit ise genelde potasyum hidroksittir. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Toplam reaksiyonu;



şeklinde yazabiliriz.

Anotlar, hidrojen depolama kapasitesine sahip metal alaşımıdır. Anot olarak bir metal alaşımı kullanılır. Kullanılan metaller, V, Ti, Zr, Cr, Co ve Fe'dir. Ticari olarak en çok kullanılan metal alaşımı  $\text{LiNi}_5$ 'dir. Bu alaşımın her bir atomu 6 adet hidrojen atomunu  $\text{LiNi}_5\text{H}_6$  depolayabilirler.

Ticari Ni-MH pillerinin elektroliti, 6M KOH çözeltisidir.

Ni-MH pilleri kendi kendine boşalma hızları yüksek olan pillerdir. Ayda %20-25 oranında kendi kendine boşalır.

Ni-Cad pillerinin aksine Ni-MH pilleri toksik metaller içermez. Özel olarak bertaraf edilmesine gerek yoktur.

Ni-MH pilleri Ni-Cad pillere göre daha büyük kapasiteye (D boyut hariç) sahiptir. Ni-MH piller ayrı boyuttaki Ni-Cad'den %40 daha yüksek ömre sahiptir.

NiMH piller daha çevreci olanlardır ve bu sebeple NiCd pillerin yerine kullanılmalıdırlar. Fakat NiCd pillerin üretimi ile karşılaştırıldıklarında daha pahalıdırlar. (Öztürk, M., 2004.) [8]

### **2.2.7.3. Lityum iyon pilleri (Li-Ion)**

1990'lı yıllarda marketlerde yeni bir şarj edilebilir pil çeşidi olarak lityum-iyon piller yer almaya başlamıştır. İlk lityum (metal) piller toksik metal içermemekteydi fakat metalik lityum neme maruz kaldığında korozyona uğrayıp patlayabilme

olasılıkları vardı. Bu sebepten dolayı bu pillerden tüm metal lityum içerik çıkarılmak zorunda kalınmıştır. Lityum-iyon piller (şarj edilebilir) metalik iyon içermemektedirler. Fakat çoğu lityum sistemleri toksik madde içermektedir. Lityum-iyon-polimer piller lityum-iyon pillere benzemektedir. Fakat watt/saat olarak üretimleri daha pahalı olmasına karşın şekilleri daha ince ve paketlenmeleri daha kolaydır.

Lityum iyon pillerin katodunda lityum kobalit,  $\text{LiCoO}_2$ , anotta ise grafit karbon ve elektrolizde lityum tuzu kullanılır. Lityum tuzu, susuz bir çözültide çözülerek elektrolit elde edilir. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Lityum iyon pilleri Ni-Cad (Ni-Cd) veya Ni-MH (NiMH) pillerden oldukça hafiftir. Li-Ion pilleri, aynı boyuttaki Ni-MH pillerin dört katı güce sahiptir.

Lityum pilleri, düşük enerji tüketimi gerektiren aletlerde (duman alarmı gibi) kullanılması çok faydalıdır. Böylece uzun zaman (birkaç yıl) kullanılabilir.

Lityum piller özel olarak bertaraf edilmesi için yeterli miktarda zararlı ve zehirli madde içermez.

### **2.3. Pil Kullanımı ve Bakımı**

Lityum pilleri kullanıldığı zaman Lith-X veya D-Class küçük yangın söndürücüler devamlı mevcut olmalıdırlar. Su bazlı yangın söndürücüler, lityum pillerde kullanılmamalıdır. Çünkü lityum su ile reaksiyona girerek fazla miktarda patlayıcı özellikte olan hidrojen ( $\text{H}_2$ ) gazı açığa çıkarır. Lityum pillerini ıslak elle tutulmamalıdır.

Lityum pilleri çöpe atılmamalıdır. Bu pillerdeki lityum su ile reaksiyona girerek patlamaya neden olabilir.

Sekonder (şarj edilebilir) piller kullanıldığı zaman pil için uygun şarj aleti kullanılmalıdır. Böylece şarj edilebilir pilin aşırı yüklemesi ve aşınması önlenmiş olur.

Ni-Cad pilleri, sıcakken kesinlikle şarj edilmemelidir. Özellikle yaz aylarında araç içinde kalan piller çabuk ısınır. Bu durumda piller soğutulmalı ve daha sonra şarj edilmelidir.

Sekonder piller, duman detektörlerinde kullanılmamalıdır. Çünkü sekonder piller kendi kendine yüksek oranda deşarj olurlar.

Tahrip olmuş, bozulmuş şarj edilebilir piller tekrar şarj edilmemelidir.

Pil hücreesindeki bileşiklerle çıplak elle direk temas edilmemelidir. Pilin asidik veya bazik elektroliti, deri sulanmasına ve yanmasına neden olabilir. Civa veya Kadmiyum gibi elektrot maddeleri çok toksiktir. Diğer bileşikler vücutta çeşitli kısa süreli (sulanma ve yanmaya) veya uzun süreli (sinir sisteminin tahribatına) hastalıklara neden olabilir. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Piller ateşe atılmamalıdır. Pilin metalik bileşikleri yanmaz ve yanan elektroliz dağılıbilir, patlayabilir veya toksik duman çıkarabilir. Piller endüstriyel tıbbi atık yakma tesislerinde yakılabilir.

Piller çantada açıkta taşınmamalıdır. Aksi durumda metal paraları, anahtarlar veya diğer metalik maddeler pille temas ederek kısa devre meydana getirebilir. Bu da aşırı ısınmaya, akıntıya veya patlamaya neden olur.

Pilleri muhafaza ederken kısa devre oluşturucu veya herhangi yk boşaltıcı yerlerden (metalik malzemeler gibi) uzak tutulmalıdır.

Piller soğuk ve karanlık yerlerde saklanmalıdır. Bu durum pilin ömrünü uzatır. Pilleri buzdolabında sızdırmaz bir kap içinde saklamak sağlıklıdır. Böylece pilin ömrü uzatılmış olur. Piller buzlukta kesinlikle depolanmamalıdır. Pili alete takmadan önce oda sıcaklığına gelmesi beklenmelidir. (ztrk, M., 2004,) [8]

Çok hücreli aletlerde farklı piller bir arada kullanılmamalıdır. Voltajlardaki, akımlardaki ve kapasitedeki küçük farklılık, tüm pillerin ortalama faydalı kullanım ömrünü kısaltır.

Sekonder pilleri çok hücreli alette kullanırken aynı yaşta ve aynı şekilde şarj edilmiş piller kullanılmalıdır. Böylece piller aynı hızda ve oranda deşarj olurlar.

Sekonder Ni-Cd pilleri zaman zaman hafıza kaybına uğrarlar. Bu durumlarda pilleri tam olarak deşarj ettikten sonra tekrar şarj edilebilir.

Piller yüksek sıcaklıkta kullanılmamalıdır. Isı kaynaklarından uzak tutulmalıdır. Aksi durumda elektriksel potansiyel, hızlı bir şekilde bozulacaktır.

Pil satın alırken kapasitesine (mAh) mutlaka bakılmalıdır. Kapasitesi düşük olan pillerin daha pahalıya mal olduğu unutulmamalıdır. Çinko-karbon ve Ni-Cad pillerin kapasiteleri düşüktür. Ni-MH pillerin kapasiteleri orta ve Alkali ve Lityum pillerin kapasiteleri yüksektir.

Primer piller kesinlikle şarj aletine takılmamalıdır. Aksi durumda çok toksik ve tehlikeli olan maddelerin akmasına neden olunur. (Öztürk, M., 2004,) [8]

## 2.4. Yapısında Bulunan Bazı Metaller

### 2.4.1. Çinko

Çinko (Lat. Zinkum, İng. Zinc, Alm. Zink), mavimsi açık gri renkte, kırılğan bir metal. Elementlerin periyodik tablosunda geçiş elementleri grubunda yer alır. Düşük kaynama sıcaklığı dikkat çekicidir. Bu değer özellikle pirometalurjik metal üretiminde çok belirleyici bir etmendir. Dökülmüş halde sert ve kırılğandır. 120°C'de şekillendirilebilir. Elektrokimyasal potansiyel dizisinde demirden daha negatif değerdedir. Böylece çinko anot olarak katodik korozyon korumada önemli bir kullanım bulur. Galvanizleme bu tür uygulamalardan biridir.

(wikipedia <http://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87inko>)

Çinko, yer kabuğunda en çok bulunan elementler arasında 23. sıradadır. En çok kullanılan cevheri sfalerit (ZnS) olup %40-50 çinko ve yaklaşık %10 demir içerir. Çinkonun ayrıştırıldığı diğer mineraller smitsonit (çinko karbonat), hemimorfit (çinko silikat) ve franklinit ((Fe,Mn,Zn)(Fe,Mn)<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)'dir.

Çinko, bileşiklerinde +2 değerlikli olarak bulunur. Oluşturduğu bileşiklerde genelde iyonik bağ yapar. Amonyak, amin, siyanür ve halojen iyonları ile kompleks bileşikler meydana getirir. Mineral asitlerinde H<sub>2</sub> çıkışıyla çözünür. Ancak nitrik asitte NO<sub>x</sub> çıkışı olur. Dolayısıyla çinko, özellikle toz halde çok etkili bir indirgeyicidir. Normal sıcaklıkta havada bırakılan metalin yüzeyinde koruyucu bir tabaka oluştuğundan bu sıcaklıkta halojenlere bile dayanıklıdır. HCl gazı çinkoyu çok çabuk korozyona uğratar. Toz çinkonun reaksiyona girme kabiliyeti oldukça fazla ise de yanıcı değildir. Yüksek sıcaklıkta oksijen, klor ve kükürt gibi elementlerle şiddetle reaksiyona girer. Civa ile sert bir amalgam meydana getirir. Klorür ve sülfat tuzları suda yüksek miktarda çözünür. Buna karşılık çinko oksit, silikat, fosfat ve organik kompleksleri ya suda hiç çözünmezler ya da çok az çözünürler. Bileşikleri arasında çinko oksitin teknik ve ekonomik değeri vardır. Organik bileşikleri arasında çinko sabunu en önemli kullanıma sahiptir.

Çinko, antik çağlardan beri bilinen ancak üretimi ve kullanılması tam anlamıyla olmadığından diğer metallerle karıştırılan bir elementtir. Metalin ilk tarifini, Strabos'un yazdığı Mysia adlı eserin Andriera adlı bölümünde "Sahte gümüş" (False silver, Yunanca: Pseudargyros) olarak yapmıştır.

Bilinen en eski çinko parçası Dakya medeniyetine ait Transilvanya'daki Dortaş harabelerinde bulunan ve %87.52 Zn + %11.41 Pb + %1.07 Fe içeren bir idoldür. M.Ö. 500 yıllarına ait Comeros harabelerinde çinkodan yapılmış iki bileziğe ve M.S. 79'da yıkılan Pompei harabelerinde ise çinkoyle kaplanmış bir musluğa rastlanmıştır.

M.Ö. 200 yıllarında pirinç, özellikle Roma'lular tarafından iyi bilinen bir alaşımdı. Yapım tekniği ZnO içerikli hammaddenin redüksiyonu, çinko buharlarının metal bakır üzerinde kondanse edilmesi ve ergitme kademelerinden oluşuyordu. Özellikle simyacılar pirinç yapımını çok iyi biliyorlardı ve amaçları bu alaşımı bakıra, bakırı da altına dönüştürmekti.

Avrupa'da ilk kez Basilius Valentinius metalik çinkoyu tariflemeyen “Zinck” terimini kullandı. “Zinck” isminin bir metal olduğu ve bu metalin fiziksel özellikleri Paracelsus (1490-1541) tarafından yazıldı. “Doğunun Plinius’u” (Romalı tabiatçı ve yazar Gaius Plinius Secundus’a (M.S. 23-M.S. 79) benzetme) olarak tanınan Kazwui (ölümü M.S. 630) Çinlilerin çinkodan sikke ve aynalar ürettiklerini söyler. Hintliler 1000-1300 yılları arasında çinkoyu ticari boyutta üretmişlerdir. Mewar eyaletinin ricalarından olan Ranu Laksh Singh’in Zawar madenlerini işlettiği (1382) bilinmektedir. Ancak bu cevher çıkarma ve izabe işlemleri feodal savaşlar nedeniyle ara sıra durmuş ve en sonunda Moğollarla yapılan Maratha savaşlarından sonra 1830’dan 1940 yılına kadar tamamen kapanmıştır.

17. ve 18. yüzyılda önemli miktarlarda külçe çinko doğudan Portekiz gemileri ile getiriliyor ve Hollandalılar tarafından dağıtılıyordu. Ürün; “Spelter”, “Hint kalayı”, “Caloem” ve “Tutaney” gibi değişik isimler altında pazarlandı. 1745 yılında, doğudan gelen ve İsveç açıklarında batan bir gemiden çıkarılan külçeler %98,99 Zn, %0,765 Fe ve %0,245 Sb içeriyordu.

#### **2.4.1.1. Üretim yöntemleri ve gelişimi**

1730 yılında çinko izabe bilgisi Çin'den İngiltere'ye geldi ve 1739'da aşağıya doğru distilasyon tekniği ile ilgili ilk patent alındı. 1740-1743 yıllarında Bristol'de üretime başlandı. Üretim yılda 200 ton civarında idi. Proseste, cevher ve odun kömürü karışımı sızdırmaz kil potalarda işleniyordu. Potanın dibi bir boru ile aşağıdaki toplama kabına bağlıydı. Gazdan yoğunlaşan metal bu kaba damlıyordu. 1758'de alınan bir patentten sonra sülfürlü cevherlerden izabik çinko üretimine başlandı.

(wikipedia <http://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87inko>)



1798'de Silesia - Wessola'da demir yüksek fırınında elde edilen çinkolu artıklar (Zincky Crust = Skafold) odun ısıtmalı bir cam fırınında İngiliz yöntemi ile işlendi. Yine 18. yüzyılın sonlarına doğru kurulan Corinthia çinko izabe fırınında ilk dikey retort uygulamasına başlandı. 19. yüzyılın başlarında geliştirilen "Belçika prosesi" reverber fırınında izabe ve potada yoğunlaşmayı kapsıyordu. 1836'da Stolberg'te Belçika ve Silesia fırınlarının kombinasyonu olan "Renisch" fırını yapıldı. Fırın dikey retortlar, tek kondansatör ve dışarıdan ısıtma ile çalışıyordu.

Sheffield'da 1805 yılında 100-150°C'ye tavlanan çinkonun saç haline geleceği keşfedildi. İlk sac haddesi 1812'de Belçika-Liege'de, ilk çinko levha ise 1857'de Filderfiya'da yapıldı. Endüstriyel üretime 1866 yılında La Salle-Illinois'de Matthiessen ve Hegeler tarafından başlandı.

A.B.D.'de ilk üretim 1835 yılında Arsenal-Washington D.C.'dedir. Amerikan hükümeti bu tesiste Belçikalı uzmanlarca eleman yetiştirilmesini ve çinko metal ve alaşımlarının standartlaşmasını sağlamıştır. İlk ticari üretim ise Belçika prosesine göre 1850'de New Jersey'de başlamıştır. Bununla beraber 1856'da Friedensville-Pennsylvania'da Silesian prosesi ve 1860'da La Salle-Illinois'deki Belçika prosesi ile yapılan üretimler de önemli boyutlardaydı. 1850-1860 yıllarında kondensasyonun fırın üstünde pik plakalar üzerinde yapılmasını kapsayan Wetherill-American prosesi geliştirildi. 1860-1880 arasında Avrupa'da sekonder hava ısıtmalı ve gaz yakmalı fırınlar yapıldı ve ilk ısı değiştiriciler kullanıldı. Dikey mufla fırınlarındaki ilk uygulamalar 1878'de Fransa'da ve A.B.D.'de gerçekleştirildi.

Yatay retort işlemi ise ilk kez 1872'de, A.B.D.'de La Salle-Illinois'de denendi. Gaz ısıtmalı bir tünel fırında toplam 408 retort bulunuyordu. 1880'lerde sülfürlü cevherleri kavurmak ve H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> üretimi için mekanik karıştırmalı muflalı fırın (Hegeler) geliştirildi. 1881'de asidik ZnSO<sub>4</sub> çözeltisinden katodik çinko üretimi denendi ve başarısız oldu. Kavurma-Liç-Elektroliz'le çinko üretimini amaçlayan ilk tesis 1914'den

sonra gerçekleştirildi. 1895'te çinko izabesinde ilk defa doğal gaz kullanıldı. 20. yüzyılın başlangıcında flotasyon devreye girdi ve 1920'lerde sfalerit'in (ZnS) selektif flotasyonu gerçekleştirildi. I. Dünya Savaşı çok sayıda fabrika kurulmasını teşvik etti. 1917'de sinterleyici kavurma uygulaması çinko üretimini arttırdı. 1920'den itibaren Japonya, İtalya ve Fransa'da küçük; Norveç'te Odda'da, Kanada Manitoba'da (Flin Flon) ve Almanya'da Magdeburg'ta büyük kapasiteli elektrolitik çinko tesisleri kuruldu. Dikey retort ile sürekli distilasyon işlemi 1925'den sonra Almanya ve İngiltere'de uygulandı. Ancak en başarılısı A.B.D.'deki New Jersey prosesi idi.

II. Dünya Savaşından sonra çinko izabesinde en büyük gelişmeler kavurmada akışkan yatak ve üretimde ISP (Imperial Smelting Process 1950-1960) uygulamalarının başlamasıydı. 1960-1980 yılları arasında ise nötr liç artıklarının değerlendirilmesi konusundaki çalışmalar tamamlandı.

(wikipedia <http://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87inko>)

Günümüzün en büyük çinko cevher üreticileri Avustralya, Kanada, Çin, Peru ve ABD'dir. Avrupalı üreticiler arasında ise; Belçika'da Vieille Montagne, İrlanda'da Tara ve İsveç'te Zinkgruvan sayılabilir. Çinko metali ekstraktif metalurji yöntemleri ile elde edilir. Çinko sülfür minerali, flotasyon tekniği kullanılarak zenginleştirilir ve ardından pirometalurjik yöntemlerle kavurma işlemi uygulanarak çinko sülfürün, çinko okside kavrulması sağlanır. Çinko oksit daha sonra sülfürik asitte liç edilir ve elde edilen çözelti çinko tozu ile arındırılır. Nihayet çinko metali, bu temiz çözülden elektroliz yoluyla katot levhalar halinde kazanılır. Çinko katotlar ya doğrudan dökümhaneye gönderilerek ingotlar halinde dökülür ya da alüminyum ile alaşımlandırılır.

Bir diğer çinko üretim prosesi de pirometalurjik bir proses olan flaş ergitme yöntemidir, ancak bu yöntemle elde edilen çinko oksit, hidrometalurjik alternatifine göre daha düşük safiyette çinko üretimine yol açar.

### 2.4.1.2. Kullanım alanları

Çinko, dünyada yıllık kullanım miktarı açısından demir, alüminyum, ve bakırdan sonra gelir.

Çinko:

- Korozyondan korunma amacıyla, çelik gibi diğer metallerin galvanize edilmesinde,
- Pirinç, nikelli gümüş, değişik lehimler, alman gümüşü gibi alaşımların yapımında,
- Genellikle otomotiv endüstrisinde döküm kalıplarında,
- Pillerin gövdelerinin yapımında kullanılır.
- Çinko oksit, sulu boyalarda beyaz pigment olarak ve lastik sanayinde aktivatör olarak kullanılır. Reçetesiz satılabilen bazı merhemlerin bileşiminde bulunur ve ince bir tabaka halinde uygulandığında cildin su kaybetmesini önler. Yazın güneş, kışın da soğuk yanıklarına karşı koruyucudur. Bebeklerin bez bağlanan bölgelerinde çok az miktarda kullanılarak ciltte meydana gelebilecek kızarıklıklar önenebilir. Yaşa bağlı göz hastalıklarının tedavisinde de kullanılır.
- Çinko klorür, deodorantlarda ve ahşap koruyucu olarak kullanılır.
- Çinko sülfür, karanlıkta parlayan pigment olarak saatlerin akrep ve yelkovanlarında kullanılır.
- Çinko metil, ( $Zn(CH_3)_2$ ) pek çok organik maddenin sentezinde kullanılır.
- Çinko, pek çok günlük vitamin ve mineral ilaçlarının bileşenidir. Cildin ve kasların erken yaşlanmasını önleyen anti-oksidan özellikler taşıdığına inanılmaktadır. ( Addemir O., vd., 1994, Çinko, Sistem Yayıncılık)

### 2.4.2. Manganez

Atom numarası 25, atom ağırlığı 54,93 ve simgesi Mn olan kimyasal elementtir. Periyodik tablonun 7-B grubunda yer alır. 1774 yılında İsveçli kimyager Carl Wilhelm Scheele manganezi element olarak tanımlamıştır. Beyaz-gri renkte, parlak, özgül ağırlıkları 7220 ile 7440 kg/m<sup>3</sup> arasında değişen ve 1260°C’de eriyen bir katıdır. Sıcakta, ametallerin çoğu ile birleşir ve demirden daha yükseltgendir. Bu yüzden demir metalürjisinde, yabancı maddelerin temizlenmesinde kullanılır. 100°C’de suyu ayırıştırır ve asitler içinde çözünür.

Doğada bileşiminde manganez bulunan 300’den fazla mineral bulunmakla birlikte, “U.S. Bureau of Mines”a göre en az %35 mangan içeriğine sahip cevherler “manganez cevheri” olarak adlandırılmaktadır. Önemli mineralleri; Pirolüsit (MnO<sub>2</sub>), psilomelan (BaMn<sub>9</sub>O<sub>18</sub>.2H<sub>2</sub>O), Manganit (Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.H<sub>2</sub>O), Braunit (3 Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MnSiO<sub>3</sub>), Rodokrozit (MnCO<sub>3</sub>), Hausmanit (Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) dir.

Manganez cevheri, içerdiği manganez miktarına göre manganezli demir (%5-10 Mn), demirli manganez (%10-35 Mn) ve manganez cevheri (%35’den fazla Mn) olarak sınıflandırılırlar. Kullanım alanlarına göre; metalurjik manganez cevheri (%46-48 Mn), batarya sanayii manganez cevheri (%78-85 MnO<sub>2</sub>), kimya sanayii manganez cevheri (%74-84 MnO<sub>2</sub>) ve diğer amaçlarda kullanılan manganez cevheri olarak sınıflandırılır.

(wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Manganese>)

### 2.4.2.1. Kullanım alanları

Türkiyede manganez kullanım alanları Dünyadaki kullanım alanlarıyla paralellik gösterir. Ülkemizde tüketilen manganezin %95'e yakını parça manganez cevheri ve alaşımları şeklinde demir çelik sanayinde kullanılır. Geriye kalan %5 kadarı ise kimya sanayinde kullanılır.

Manganezin kullanım alanları ve oranları aşağıda verilmiştir.

<u>Ürün /Alan</u>	<u>(%) Oranı</u>
<u>Manganez Metal</u>	
Çelik (Alaşım Çelikleri Dahil)	19
Alüminyumlu Alaşımlar	68
Diğer Alaşımlar	13
<u>Ferro Manganez</u>	
Çelik (Alaşım Çelikleri Dahil)	97
Pik Demirler	3

Manganez, çeliklerin mekanik niteliklerini düzeltir ve çok sert alaşımların elde edilmesini sağlar. Dökme demirin arıtılmasında kükürt giderici ve yükseltgenme önleyici olarak kullanılır. Başlıca alaşımları; ferromanganezler (%80 manganez, %20 demir), spiegel ( %25 manganez, %5 karbon, %70 demir) ve bakır temelli, aşınmaya çok dayanıklı manganez tunçlarıdır. Bunlar özellikle gemi pervanelerinin yapımında kullanılırlar. Manganez, nikel ve bakır bileşiği olan manganin, direnci sıcaklıkla çok az değişen reostaların yapımında kullanılır.

( Jeoloji mühendisleri odası, <http://www.jmo.org.tr>)

Manganez dioksit, klor hazırlamasında ve ferromanganezinlerin üretiminde kullanılır. Ayrıca manganez dioksitten kuru pillerde kutuplanmayı önleyici ve camın rengini giderici olarak da yararlanır. Kuru pillerde çinkodan elektron toplayıcı olarak kullanılır. Çinko karbon pil yapısına bakıldığında siyah toz olarak görülür. Yeni alkali pillerde de farklı elektrolit karışımla aynı reaksiyonda kullanılır. Tarımda kullanılan manganez sülfatın ( $MnSO_4$ ) hazırlanmasını da sağlar.

Manganez genelde yükseltgen olarak kullanılır. Permanganatlar, özellikle de potasyum permanganat çok kullanılan yükseltgendir.

#### **2.4.2.2. Dünya manganez cevheri üretim ve tüketimi**

Dünya manganez rezervlerinin toplamı 300 bin ton, baz rezervleri toplamı ise 5 milyon tondur (metal mangan). 2001 yılında 7260 ton, 2002 yılında 8100 ton, 2003 yılında ise 8000 ton metal mangan üretimi yapılmıştır. Tablo 2.6.'de dünya manganez üretimi, rezervleri ve baz rezervleri (metal içeriği) verilmiştir.

Üretilen manganez cevherinin büyük bir bölümü Avrupa Birliği, Japonya ve ABD tarafından tüketilmektedir. Dünyada üretilen ferromanganezin önemli bir bölümü de bu ülkeler tarafından tüketilmektedir

( Jeoloji mühendisleri odası,<http://www.jmo.org.tr>)

Tablo 2.6. Dünya manganez üretimi, rezervleri ve baz rezervleri (metal içeriği)

Ülke	Cevher Üretimi		Rezerv	Baz Rezerv
	2002	2003		
Avustralya	983	990	32.000	82.000
Brezilya	1.300	950	18.000	51.000
Çin	900	900	40.000	100.000
Gabon	810	1.000	20.000	160.000
Hindistan	630	630	34.000	50.000
Meksika	88	85	4.000	9.000
Güney Afrika	1.504	1.630	370.000	400.0000
Ukrayna	940	830	140.000	520.000
Diğer Ülkeler	955	985	Az	Az
TOPLAM	8.100	8.000	300.000	5.000.000

( Jeoloji mühendisleri odası,<http://www.jmo.org.tr>)

#### **2.4.2.3. Türkiye manganez cevheri üretim ve tüketimi**

Türkiye'deki manganez yatakları oluşumları, yaşları, kökenleri ve yapısal özelliklerine göre dört ana gruba ayrılırlar.

Birinci grup genellikle radyolaryalı çörtlükler içindeki hidrotermal ve hidrojenetik türdeki manganez yataklarıdır. Bunlar, yüksek Mn-Si ve düşük Al-Fe içeriklidirler.

Paleotetis, Karakaya, İzmir-Ankara-Erzincan-Kars ve Güneydoğu Anadolu Sütur Kuşağı'nın epiofiyolitleri içinde yaygındırlar.

İkinci grup, Batı Trosalar'da Alt Kretase yaşlı karbonatlar içindeki siyah şeyllerle ilişkili yataklardır. Diyajenetik oluşumlu bu yatakların Fe içeriği radyolaryalı çörtlerle ilişkili yataklardan yüksek, Si içeriği ise düşüktür.

Üçüncü grup, Karadeniz ve kıta yanının volkanotortulları içindeki hidrotermal oluşumlu yataklardır.

Dördüncü grup, Trakya havzasındaki Oligosen çökelleri içindeki yataklardır. Düşük Mn-Si içerikli ancak büyük rezervlidirler.

Türkiye'deki manganez yatakları genelde düşük tenörlü ve küçük rezervli yataklardır. Bilinen manganez rezervleri toplamı 4,5 milyon ton düzeyindedir. Bu rezervin büyük bir bölümü, 4 milyon ton ile Denizli-Tavas-Ulukent yatağındadır. Tablo 2.7.'de Türkiye manganez cevheri rezervleri gösterilmektedir.



Tablo 2.7. Türkiye manganez cevheri rezervleri

Yatak Adı	İli ve İlçesi	Rezerv Görünür+Muhtemel (Bin ton)	Tenör (%)	Metal İçeriği	Açıklama
Dokuz tekne	Adana-Selimiye	76.5	20.0	15.30	25Fe+18.14 SiO <sub>2</sub>
Kontromtaşı	Artvin-Ardanuç	10.0	38.5	3.85	6.30 Fe+1.38 SiO <sub>2</sub>
Paşalık	Artvin-Ardanuç	8.0	21.0	1.68	13.0 Fe+19.0 SiO <sub>2</sub>
Balçı	Artvin-Borçka	20.0	42.17	8.43	5.6 Fe+10 SiO <sub>2</sub>
Seçkiyat	Artvin-Borçka	28.8	34.09	9.82	1.67 Fe+21.51 SiO <sub>2</sub>
Korucular	Artvin-Borçka	187.5	42.8	8.02	
Korucular	Artvin-Borçka	202.5	22.9	4.64	
Çavdarlı	Artvin-Şavşat	30.0	31.78	9.53	8.99 Fe+10.28 SiO <sub>2</sub>
Ulukent	Denizli-Tavas	4000.0	33.86	1354.4	5.53 Fe+18.27 SiO <sub>2</sub>
Çağırangözü	Denizli-Tavas	5.0	57.85	2.89	
Erdoğmuş	Denizli-Tavas	9.2	40-45	3.86	
Dilli	Erzincan-Kemaliye	24.0	43.93	10.54	0.73 Fe+2.58 SiO <sub>2</sub>

Dostallı	Gaziantep-Burç	2.5	45.3	1.13	22.30 SiO <sub>2</sub>
Karlıca	Gaziantep-Burç	8.4	34.73	2.91	
Zülfikar	Gaziantep-Burç	30.0	32.62	9.78	36.29 SiO <sub>2</sub>
Y.Kalecik	Gaziantep-Musabeyli	9.0	30-48	3.6	15.40 SiO <sub>2</sub>
K.Mustafapaşa	Gaziantep-Musabeyli	145.0	53.65	7.78	21.50 SiO <sub>2</sub>
Suçıkan	Muğla-Fethiye	5.0	32.9	1.65	
Mendos	Muğla-Fethiye	23.0	49.35	11.35	
Çancıkörün	Rize-Fındıklı	5.0	46.90	2.35	4.70 SiO <sub>2</sub>
Çayırüzü	Rize-Çamlıhemşin	4.5	40.0	1.8	
Çubuklu	Trabzon-Araklı	18.0	45.0	8.1	
Kızırnas	Trabzon-Araklı	3.6	49.23	1.77	
Çağlayan	Trabzon-Maçka	1.5	45.3	0.68	4 Fe
Küçükyaz	Trabzon-Maçka	37.5	51.0	1.92	3 Fe
Ocaklı	Trabzon-Maçka	28.0	35.0	9.80	3 Fe
Kızılamba	Zonguldak-Ereğli	19.0	35.0	6.65	
Düzpelit	Zonguldak-Ereğli	5.0	25.0	1.25	
TOPLAM		4.561.75		15.76	

( Jeoloji mühendisleri odası,<http://www.jmo.org.tr>)

Türkiye'nin manganez cevheri ve ürünlerine talep büyük oranda Kardemir, İsdemir ve Erdemir'in taleplerine bağlıdır. Türkiye'de manganez üretimi yıllık ortalama 20 bin ton ile Denizli-Tavas-Ulukent yatağından yapılmaktadır. Tablo 2.8.'da verilen yıllık manganez cevheri üretimi verilerine göre; 2003 yılında 18.000 ton manganez cevheri üretilmiş olup, 2002 yılına göre %10'luk bir düşüş gözlenmiştir.

Tablo 2.8. Yıllık manganez cevheri üretimi

Yıllar	1999	2000	2001	2002	2003
Üretim (Ton)	29.029	23.000	20.000	20.000	18.000

Üretilen cevherin önemli bir bölümü Erdemir tarafından tüketilmektedir. Kardemir'in manganez cevheri ihtiyacı ise %4-4,5 Mn içeren Hekimhan-Deveci manganezli-demir yatağından yapılan üretimle karşılanmaktadır. Kardemir ve İsdemir'in ferromangan ve ferrosilikomangan talepleri ithalat yoluyla karşılanmakta ve önemli bir gider kalemi olarak ortaya çıkmaktadır.

Ferromangan ithalatı yıllık ortalama 10 milyon U.S. \$'ın üzerinde gider oluşturmaktadır. Manganez ithal ürünlerine yapılan ödemeler ve uç ürünlere demir-çelik endüstrisinde artan talep gözönüne alındığında, Ulukent (Denizli-Tavas) manganez yatağının tam kapasiteyle çalıştırılarak demir-çelik fabrikalarımız beslenmelidir. Üretimin yurtiçi talebi karşılayamadığı durumlarda ise Deveci sideritleri gibi manganlı demir yataklarının ek üretim kaynakları olarak işletilmesi uygun olacaktır. Kardemir, tesislerinde ihtiyaç duyduğu manganezi karşılamak üzere Deveci Yatağından yılda 200.000 ton civarında manganezli demir cevheri üretmektedir.

( Jeoloji mühendisleri odası,<http://www.jmo.org.tr>)

#### 2.4.2.4. Sonuç ve değerlendirmeler

- Ferromangan ithalatı yıllık ortalama 10 milyon U.S. \$'ın üzerinde gider oluşturmaktadır.
- Manganez ithal ürünlerine yapılan ödemeler ve uç ürünlere demir-çelik endüstrisinde artan talep göz önüne alındığında, Ulukent (Denizli-Tavas) manganez yatağının tam kapasiteyle çalıştırılarak demir-çelik fabrikalarımız beslenmelidir. Üretimin yurtiçi talebi karşılayamadığı durumlarda ise Deveci sideritleri gibi manganlı demir yataklarının ek üretim kaynakları olarak işletilmesi uygun olacaktır.
- Türkiye'de manganez cevheri üretimi Denizli-Tavas-Ulukent'de yapılmaktadır. 1991-1998 yılları arasında yapılan üretim miktarları ortalaması 24.000 ton civarındadır. Bu rakam 1988 yılında 42.000 tona kadar yükselmiştir. Üretim miktarları 2001-2002 yıllarında 20.000 ton, 2003 yılında da 18.000 tona düşmüştür.
- Üretilen cevher ağırlıklı olarak Erdemir tarafından tüketilmektedir. İsdemir ve Kardemir ferromangan ve ferrosilikomangan ihtiyaçlarını ithal etmek suretiyle karşılamaktadır.
- Türkiye'de manganez yatakları ile ilgili yapılan arama çalışmalarında iki bölge potansiyel açıdan dikkat çekmektedir. Bunlardan birincisi, Denizli-Tavas-Ulukent yatağının da bulunduğu Güneybatı Anadolu bölgesidir. Bölgede yapılan çalışmalarda Muğla-Fethiye-Mendos dağı ve civarında manganez cevherli seviyeler saptanmıştır. İkinci cevherleşme, Trakya havzasındaki Oligosen çökelleri içerisinde yer alan sedimanter manganez oluşuklarıdır. Karadeniz'i çevreleyen Chiatura, Nikopal, Varna, Laba yataklarıyla önemli kökensel benzerlikler gösteren bu oluşuklar düşük tenör ve büyük rezervlere sahiptirler. Bu iki bölgede geçmişte yapılan çalışmaların değerlendirilerek potansiyel bilgilerinin güncelleştirileceği ve olası hedef sahaların belirleneceği arama projelerinin hazırlanması uygun olacaktır.

## BÖLÜM 3

### TEHLİKELİ ATIK YÖNETİMİ

Teknolojik gelişmeler, üretim akışı ve üretim sürecindeki ilerleme ve değişiklikler, kullanılan enerji kaynakları ve kimyasal madde kullanımındaki artışlar, tehlikeli atık miktarında önemli bir yükselişe yol açmaktadır.

Sayıları her geçen gün artmakta olan kimyasal maddeler veterinerlik, tıp ve tarım ilaçlarının ve gıda maddelerinin içerisinde, kozmetik ve temizlik maddesi kapsamında olmak üzere pek çok yerde kullanılmaktadır. Her sekiz saatte bir yeni bir kimyasal tanıtılmakta, ticari hayata her yıl ortalama 1.000 yeni kimyasal girmektedir. Bilinen yedi milyon civarında kimyasal maddenin 80.000 kadarı günlük yaşamda kullanılmaktadır. (Kaya, T., 2005) [7]

İnsanların yaşamını kolaylaştıran bu maddelerin kullanımında ve atıklarının yok edilmesinde büyük sorunlar yaşanmakta, kimyasallar çevre kirliliğine neden olmakta ve insan sağlığı açısından risk oluşturmaktadır.

Tehlikeli atık sorunu, ülkemiz için iki farklı boyuta sahiptir. Bunlardan biri, sanayileşme sürecine koşut olarak ülke içinde tehlikeli atık miktarının artmasıdır. İkinci boyut, dünya tehlikeli atıklarının %90'ını üreten gelişmiş ülkelerin bu atıkları başka ülkelerin yanı sıra Türkiye'ye ihraç etme girişiminde bulunmalarıdır.

Uluslararası çöp ticareti, 1980'lerin başlarında önemli bir sorun olarak algılamaya başlanmış, çöp ihracatı “toksik terörizmi” ve “toksik sömürgecilik” olarak nitelendirilmiştir. 1986 yılında çöp ithalatını yasaklamış ülke sayısı yalnızca üç iken, 1995 yılında bu sayı 100' ü aşmıştır. (Kaya, T., 2005) [7]

1989 yılında Afrika, Karayipler ve Pasifik ülkeleri tarafından imzalanan Lome Sözleşmesi, 1991 yılında imzalanan Bamako Sözleşmesi, 1993'de Orta Amerika Ülkeleri arasında imzalanan anlaşma ve aynı yıl Akdeniz ülkelerince imzalanan Barselona Sözleşmesi uluslararası çöp ticaretini önemli ölçüde güçleştirmiştir. Topraklarını korumakta en geç kalan bölge Güney Asya bölgesi olmuştur. Türkiye uluslararası çöp ticaretini Barselona Sözleşmesi çerçevesinde yasaklamış ülkelerdendir.

Ülkemizde, sanayi tesislerinin toplandığı İzmit Körfezi gibi bölgelerimizde tehlikeli atık miktarı giderek artmakta, bu bölgelerde arıtma tesislerinin bulunmaması ve bu tesislerin pahalı olması nedeniyle kirlenmenin boyutları büyümektedir. Katı atıkların, özellikle sanayi katı atıklarının içerisinde tehlikeli atıklar yer almakta; bunların katı atıklardan farklı yok edilmeleri ve farklı yönetilmeleri gerekmektedir.

Katı atıkların toplanmasından ve yok edilmesinden sorumlu olan belediyelerin tehlikeli atıkların yönetimi konusunda da çok önemli yetkileri ve sorumlulukları bulunmaktadır. Bu kapsamda belediyelere düşen görev, entegre bir atık yönetim modelini geliştirerek sorunların çözümünü sağlamak olmalıdır. Ancak ülkemizde henüz bu konuda gelişmiş bir yönetim sistemi bulunmamaktadır.

Günümüzde gelişmiş ülkelerde de tehlikeli atıkların %50-70'i gelişigüzel atılmakta ve radyoaktif atıklar denize veya okyanusa bırakılmaktadır. Bu ülkelerin tehlikeli atıklardan ihraç yoluyla kurtulma çabaları, bir yasadışı trafik doğmasına yol açmıştır. Türkiye son yıllarda tehlikeli atıkların sınırlar ötesi taşınmasından olumsuz

olarak etkilenmiştir. Bu süreç, bazı uluslararası şirketlerin belediyelere özel çöp yakma tesisleri kurarak kendi çöplerini getirmek istemeleriyle başlamıştır. (Kaya, T., 2005) [7]

Sorunun tehlikeli boyutlara ulaşması nedeniyle konu uluslararası kuruluşlarca ele alınmış, ulusal çapta da kimi düzenlemeler yürürlüğe koyulmuştur. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) çerçevesinde “Tehlikeli Atıkların Sınırlar Ötesi Taşınmasının ve Bertarafının Kontrolüne İlişkin Basel Sözleşmesi” imzalanmıştır. Ülkemizde de 1995 yılında tehlikeli atıkların üretiminden nihai yok edilmesine kadar yönetimine ilişkin ilke, politika ve programların belirlenmesi için hukuki ve teknik esasları düzenlemek amacıyla “Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” yayınlanmıştır.

Tehlikeli atıkların üretilmesi, taşınması, depolanması, yok edilmesi ve sınırlar ötesi taşınması aşamalarında alınması gereken önlemleri belirlemek ve bu süreçte uyulması gerekli kuralları öngörmek üzere “Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” 14.03.2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Yönetmelikte tehlikeli atıkların üretiminden nihai yok edilmesine kadar, çevre için tehlike yaratmasının önlenmesine yönelik hükümler yer almış olup, tehlikeli atık yönetiminin temel ilkeleri belirlenmiştir. Bu ilkelere göre, kural olarak her türlü atığın ithali yasak olduğu gibi atıkların kaynağında en aza indirilmesi, atık yönetiminin her aşamasında sorumlu kişilerin çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyecek tedbirleri almaları, atıkların yarattığı çevre kirlenmesi ve bozulmasından doğan zararlardan atık üreticilerinin, taşıyıcılarının ve yok edicilerinin kusur şartı aranmadan sorumlu olmaları esastır.

Tehlikeli atık yönetimi ile ilgili görevleri yerinde uygulama yükümlülüğü belediyeler ile valiliklere verilmiş, ilkelerin belirlenmesi Çevre ve Orman Bakanlığı'nın yetki alanında sayılmıştır. (Kaya, T., 2005) [7]

### **3.1. Tehlikeli Atık Yönetim Yapısı ve Özellikleri**

Tehlikeli atıkların kaynağında özelliğine göre ayrıştırılması, toplanması, geçici depolanması, geri kazanılması, taşınması, yok edilmesi ve yok edilme işlemleri sonrası kontrolü ve benzeri işlemlerinin tümü “tehlikeli atık yönetimi” olarak adlandırılmalıdır. Tehlikeli atıkların yönetiminin amacı, bu atıkların insan sağlığına ve çevreye zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı biçimde alıcı ortama verilmesini, depolanmasını engellemek, çevreyle uyumlu bir şekilde yok edilmesini sağlamak ve tehlikeli atık üretimini en aza indirmektir.

#### **3.1.1. Tanım**

Tehlikeli atıkların en iyi şekilde yönetilebilmesi için öncelikle çok iyi tanımlanması gerekmektedir. Tehlikeli atıkların tanımlanmasında ve sınıflandırılmasında henüz tam bir kesinliğe ulaşamamıştır. Herkesin kabul ettiği tek bir uluslararası tehlikeli atık tanımı bulunmamaktadır. Ülkeler belirlenen sınıflandırmalar çerçevesinde bu tanımlamaları listeler şeklinde yapmak zorunda kalmışlardır.

Bu konuda uluslararası iki yaklaşım bulunmaktadır. Birinci yaklaşıma göre tehlikeli atık dışındaki atıkların tür ve kaynakları verilerek, bu liste dışında kalan atıklar tehlikeli atık olarak kabul edilmektedir. İkinci yaklaşımda ise çeşitli endüstrilerden kaynaklanan ve tehlikeli olduğu kabul edilen atıklar saptanarak tüm bileşikler ve karışımlar listeye alınmaktadır. (Kaya, T., 2005) [7]



Atıkların tehlikeli olarak belirlenmesinde kullanılan listeler;

- Maddelerin atılma nedenlerine göre,
- Atılma işlemlerine göre,
- Tehlikeli atıkların köklerine göre,
- Tehlikeli atık olmasına neden olan bileşenlerine göre,
- Atık yaratan faaliyetlere göre hazırlanabilmektedirler.

(Kaya, T., 2005) [7]

### **3.1.2. Tehlikeli atıkların sınıflandırılması**

Bir atığın tehlikeli olup olmadığına karar vermede esas alınan kriterler, atığın bileşimi, atık içindeki bileşenlerin miktarları, atık içindeki bileşenlerin kimyasal reaktifleri, atığın fiziksel durumu, atığın çevredeki etkileri ve kalıcılığı şeklinde özetlenebilir. Kısaca tehlikeli atık, zararlı madde içermesi veya kimyasal reaksiyon ortaya çıkarması nedeniyle katı atık ile birlikte yok edilemeyen atıktır.

Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği' ne göre; tehlikeli atıklar evsellerden, endüstri kuruluşlarından ve ticari işyerlerinden kaynaklanan ve yönetmeliğin 1, 4, 5 ve 6. Eklerinde verilen tehlikeli özelliklerinden en az birini taşıyan atıklar veya tehlikeli atıklarla kontamine olmuş malzeme veya maddelerdir.

Yönetimi ve denetimi ayrı esaslar gerektiren tıbbi atıklar, atık yağlar, termik santral külleri ise aynı Yönetmelikte özel atıklar olarak tanımlanmıştır. Bu atıkların özellikleri, oluştukları kaynaklar, üretim teknolojilerine ve üretime giren maddelere göre tehlikeli veya tehlikesiz özellikler göstermekte, yönetim esas ve usulleri de buna göre farklılık göstermektedir.

### **3.2. Atıkların azaltılması**

Teknolojik gelişme ve ekonomik kalkınma sonucu çevrenin kirlenmesi hükümetleri tehlikeli atıkların sağlıklı yönetimi için programlar yapılması konusuna

yöneltmiştir. Tehlikeli atıkların yok edilmesi operasyonları ise kaynak geri kazanımı, yeniden kullanılabilir hale getirme, ıslah etme, doğrudan geri kullanımlar veya alternatif kullanımlardır.

Türkiye’de tehlikeli atıkların yok edilmesi için kullanılan yöntemler henüz ilgili mevzuatta belirlenen düzeye ulaşmamıştır. Endüstri kuruluşları bu atıklarını belediye çöplüklerinde veya kendi alanlarında gömerek yada yakma tesislerinde yakarak yok etmektedirler. Düzenli yok etme tesislerinin bulunmaması nedeniyle belediye çöplüklerine de gönderilmeyen atıklar endüstri kuruluşları tarafından tesislerindeki özel depolarda ve konteynırlarda geçici olarak depolanmaktadır. Bu uygulamalar endüstri tesislerindeki kullanım alanlarını azaltmakta ve büyük sıkıntılar yaratmaktadır.

Atık azaltılması teknikleri; envanter yönetimi, üretim proseslerinde yapılacak değişiklikler, hacim azaltılması, yeniden kullanım ve geri kazanım olarak incelenmektedir.

### **3.2.1 Envanter yönetimi**

Üretimde kullanılan maddelerin kontrol edilmesi atık üretiminin azaltılmasında en önemli yollardan birisidir. Proseste kullanılan tehlikeli maddelerin miktarı azaltılarak, stoklarda fazla hammadde tutmayarak atık miktarı azaltılabilir. Bunun için kullanılacak maddeler satın alınmadan önce değerlendirilmeli, tehlikeli madde içeren malzemelerin alternatifi, daha az tehlikeli ya da tehlikesiz maddeler araştırılmalıdır. Bunun yanı sıra, kullanılacak maddelerin gerektiği kadar alınması da önem taşımaktadır.

Pek çok durumda fazla ya da günü geçmiş maddelerin çoğu tehlikeli atık olarak yok edilmekte, yok etme maliyeti de stoklanan büyük miktardaki maddelerden dolayı genellikle satın alma maliyetlerini aşmaktadır. (Kaya, T., 2005) [7]

### 3.2.2. Üretim prosesinde değişiklik

Üretim prosesinde yapılabilecek değişikliklerle atık miktarı azaltılabilir. Bu durum hammadde değişimi veya bu maddelerin üretim prosesinde daha verimli kullanılabilmesi ile gerçekleştirilir. Bu konu üç grupta değerlendirilmektedir;

1. İşletme ve bakım yönetiminin iyileştirilmesi
2. Materyal değişikliği
3. Proses ekipman değişikliği

İşletmedeki basit değişiklikler atık üretimini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu nedenle işletme ile ilgili prosedürlerin belirlenmesi, bir doküman olarak hazırlanması ve çalışanların eğitiminde kullanılması önem taşımaktadır.

Önemli diğer bir nokta ise işletme ve ekipmanların bakımındır. Ekipman arızalarının neden olduğu atık üretimi iyi bir bakımla azaltılabilir. Hatta önlenbilir. Bu amaçla tesiste bakım faaliyetlerinin yer aldığı bir programın hazırlanması gereklidir. (Kaya, T., 2005) [7]

### 3.2.3. Hacim azaltılması

Hacim azaltma, tehlikeli ve tehlikeli olmayan atıkların ayrıştırılması ile atık miktarını düşürerek, yok etme maliyetini azaltmaktadır. Atığın konsantre olması, atığın geri kazanım olanağını da arttırmaktadır.

Bu yöntem; kaynakta ayrıştırma ve atığın konsantre edilmesi olmak üzere iki şekilde incelenmektedir. Kaynakta ayrıştırma, en basit ve ekonomik yoldur. En çok uygulanan şekli, proses ekipmanlarının temizlenmesinde kullanılan yıkama suyunun veya çözücülerin toplanması, depolanması ve üretim prosesinde yeniden kullanılmasıdır.

Bu tekniğin en çok kullanıldığı alanlar; boya, mürekkep veya kimyasal madde üreticileridir. Konsantrasyonda ise değişik teknikler kullanılabilir. Bu tekniklerin hepsinde fiziksel işlemlerle atık hacmi azaltılmaktadır.

Örneğin; arıtım çamurundaki suyun alınması, hacmi %90 oranında azaltılmaktadır. Diğer yöntemler ise filtrasyon, kurutma, buharlaştırma, ve sıkılaştırma. Bunların sonucunda atık su arıtım çamurunda geri kazanılabilecek metallerin konsantrasyonu artmakta ve daha kolay kullanılabilir ve satılabilir hale gelmektedir. (Kaya, T., 2005) [7]

### 3.3. Tehlikeli Atık Çeşitleri

Ev ve işyerindeki atık veya atıkların bazıları da tehlikeli olabilir. Kesici, delici, zehirli, mikroplu, tutuşabilen, patlayıcı, parlayıcı, yakıcı vb. Başlıca tehlikeli atıklar şunlardır:

- Artık veya süresi geçmiş ilaçlar
- Kullanılmış enjektörler
- Piller
- Mobilya, ayakkabı cilası
- Boya ve yağlı boyalar
- Pas sökücüler
- Ev temizliğinde kullanılan kimyasallar
- Asbest
- Antifiriz, motor yağı
- Yapıştırıcılar
- Böcek ilaçları
- Tırnak cilası
- Fotoğrafçılık malzemesi

İşte bu gibi atık ve artıklar diğer çöpler ile birlikte çöp torbasına koyulduğunda, onlardan kurtulduk diye düşünmemek gerekir. (Kaya, T., 2005) [7]

Bu atıklar suları, toprağı ve havayı kirletirler. Aynı zamanda halk sağlığı ve doğanın geleceğı açısından da tehdit oluştururlar. Böylesi tehlikeli atıkların öncelikle ayrı toplanması gerekmektedir.

### **3.4. Tehlikeli Atıkların Toplanması**

Atıkların kaynaktan ayrı toplanması, aksi taktirde depolamaya gidip ekonomi için büyük kayıp olan atıkların, geri kazanılması için en verimli ve en uygun yöntemdir. Değerlendirilebilir kuru atıklar, üreticisi tarafından evde veya işyerinde ayrı toplandığında, yaş çöplerle karışmayıp oldukça kaliteli bir ikincil bir hammadde teşkil ederler. Aynı şekilde, kompostlaştırılacak atıklar kaynaktan ayrı toplandığında, kompostta karışacak ve bunun kalitesini düşürecek yabancı maddelerin oranı minimuma indirilebilir. Kompostlaştırma; mikro organizma adı verilen ve çoğunluğu gözle görülmeyen canlıların, ortamın oksijenini kullanarak çöp içerisindeki organik maddeleri biyo kimyasal yollarla ayrıştırmasıdır (Kaya, T., 2005). Bunun için geri dönüşüm veya kompostlaştırma tesisi olan belediyeler genellikle bu atıkları kaynaktan ayrı toplamaktadırlar. Bu uygulama doğal olarak toplama hizmetlerinin organizasyonunu ve kullanılacak ekipman ve araçların seçimlerini de etkilemektedir (Armağan, B. vd., 2006) [6].

Değerlendirilebilir atıkların kaynaktan ayrı olarak toplatılması ve bunların geri kazanılması konutlar, küçük işletmeler vb. tüketim yerlerine göre iki farklı şekilde gerçekleştirilebilir:

- Ayrı toplama sistemleri: Değerlendirilebilir atıkların evlerden merkezi bir organizasyon ile (belediye; özel toplama hizmetleri, hurdacılar vb.) toplanması

- Getir sistemleri: Tüketici, değerlendirilebilir atıkları merkezi toplama birimlerine (konteynırlar, geri dönüşüm alanları, transfer istasyonları vb.) getirir

Değerlendirilebilir atıkların geri kazanılmasındaki lojistik yaklaşım da iki ana sisteme ayrılabilir. Bunlar entegre edilmiş ve ilave sistemler olarak adlandırılmaktadır. (Armağan, B. vd., 2006) [6].

- Entegre sistemlerde; geri kazanılabilir ve değerlendirilebilir atıklarla değerlendirilmeyen atıklar beraber ya da ortak bir yapı içerisinde toplanırlar.
- İlave sistemlerde ise değerlendirilebilir atıklar, değerlendirilemeyen atıklar için uygulanan toplama sistemlerinden lojistik olarak bağımsız şekilde toplanırlar veya tüketiciler tarafından ayrı noktalardaki toplama yerlerine getirilirler.

Entegre sistemlerin tamamı atıkların evlerden toplanması üzerine kurulmuştur. Entegre sistemler genellikle ilave sistemlere göre daha pahalıdır. Bunların en belirgin avantajı yüksek toplama verimlerinin olmasıdır. Birçok entegre sistem, atıkların kaynakta (genellikle konutlarda) ayrı toplanmasını hedeflemektedir. Atıkların evlerde ayrı toplanmadığı durumlarda, ayırma işleminin daha sonra transfer istasyonunda, ayırma tesisinde ya da depolama sahasında yapılması da mümkündür. Ancak burada hem kalite hem de olumsuz maliyet faktörleri ortaya çıkmaktadır.

İlave toplama sistemler genellikle entegre sistemlere göre daha ekonomiktir. Bu sistemler daha az alt yapı ve malzeme gerektirdiğinden ve önceden belirlenmiş zamanlara bağlı olmadığından daha esneklerdir. Tüm ilave toplama sistemleri kaynakta ayrı toplama ve halkın aktif katılımı üzerine kurulmuştur. Halk ilgili sistem tarafından toplanan fraksiyonları konutlarında ayırmalı ve bunları toplama noktalarına getirmelidir (veya evden toplandığında bildirilen zamanda hazır bırakmalıdır.) Bu yaklaşımda halkın daha fazla çaba vermesi gerektiğinden, daha gelişmiş bir çevre bilincine ihtiyaç

vardır. Bu sistemde tüketicinin gayretlerini minimumda tutmak için konteynırlar ve geri dönüşüm alanları yeterli sıklıkta kurulmalı ve yaya/otomobil ulaşımı kolay olmalıdır. Buna ek olarak, halkın yeterli katılımını sağlamak için bilgilendirme kampanyaları yapılmalıdır. Tüm bu çabalara rağmen ilave sistemlerle yapılan toplama işlemlerinde elde edilen verim entegre sistemlerin verimine ulaşamamaktadır (toplanan değerlendirilebilir atık yüzdesi olarak). Konteynırlar üzerine kurulan getir sistemleri tüm atık fraksiyonları için uygun değildir. Bu sistemler yoğunluklarının yüksek olması nedeniyle cam ve kağıda uygundur. İlave toplama sistemler toplama verimlerinin entegre sistemlerden daha az olması ve tüm maddelere uygulanamamasından dolayı, değerlendirilebilir atıkları toplamak için genellikle yeterli çözüm oluşturmamaktadırlar (Armağan, B. vd., 2006) [6].

#### **3.4.1. Tehlikeli evsel atıkların toplanması**

Evlerde üretilen toplam atığın yaklaşık %0,5-1'i tehlikeli atıktır. Bu tip atıklar iki ana grupta incelenebilirler:

##### 1) Yaygın olarak kullanılan evsel atıklar:

- Boya ve çözücüler
- Tarım ilaçları
- Tahta koruyucu kimyasalları
- Mineral yağlar ve bileşikleri
- İlaçlar
- Piller ve akümülatörler
- Sıhhi kimyasallar
- Asitler ve bazlar
- Katı ve sıvı kimyasallar

Bu tehlikeli atık grubunun en önemli miktarı; boya ve çözücüler (%45), pil ve akümülatörler (%16) tarafından oluşturulur. Boya ve çözücüler ile pil ve akümülatörlerin geri dönüşümü mümkündür. (Armağan, B. vd., 2006) [6]

2) Elektronik ofis ve ev aletleri, beyaz eşya (elektronik atıklar):

- Televizyon ve radyo (PCB içeren kondansatörler)
- Bilgisayarlar
- Kopyalama aletleri
- Buzdolapları ve derin dondurucular (CFC)
- Çamaşır makineleri (PCB içeren kondansatörler)
- Neon ışıkları (PCB içeren kondansatörler, civa)
- Pille çalışan küçük aletler (alarm saati gibi)

Bu atıkları oluşturan aletlerin içinde en fazla tehlike oluşturanlar parantez içinde yazılmıştır. Bu maddelerin birçoğu kısmi olarak ekonomiye geri kazandırılarak değerlendirilebilir. Tehlikeli olanlar da dikkatli bir şekilde konutlarda ayrılmalıdır.

Tehlikeli evsel atıkların çok az miktarda üretilmesinden dolayı, tehlikeli ev atıklarının toplanması organizasyonu geri kazanılabilir atıkların toplanması kadar kolay değildir. Tehlikeli evsel atıklar, en verimli şekilde ancak ilave toplamalı sistemler yardımıyla toplanabilir. Bu amaç için, piller ve diğer tehlikeli kuru evsel atıklar için yeterli sayıda konteynır (cam veya kağıt konteynırlarının buldukları yerlerde) kurulmalıdır. Sıvıların (çözücüler, boya, motor yağı) toplanması yetkili kişiler tarafından gerçekleştirilmelidir. Bunun için bir çözüm, eczanelerin, benzin istasyonlarının, boya ve çözücü satan iş yerlerinin sattıkları malların atıklarını geri almaları olabilir. Bir başka çözüm ise belediyelerin bu tip atıkların tüketiciler tarafından bertaraf edilebilecekleri yerel merkezleri kurmalarıdır (transfer istasyonlarında, belediye garajlarında, teknik altyapı binalarında vb.).



Büyük boyutlu tehlikeli atıklar, normal kaba atıklarla da toplanabilir, belediye yada bir başka toplama organizasyonu tarafından ayrılabilirler. Ayrıca geri kazanım amacı ile hurdacılara satılabilir. Ancak bu durumda hurdacıların tehlikeli parçaları doğru bir şekilde yok ettiklerinden emin olmak gerekir. Bu tip atıklar ayrıca bunları satan iş yerlerine yada üreticilerine geri de verilebilir. (Armağan, B. vd., 2006) [6]

### **3.4.2. Tehlikeli endüstriyel atıkların toplanması**

Tehlikeli atıklar her zaman diğer sanayi atıklarından ayrı olarak toplanmalıdır. Eğer bir atık üreticisi bunu yerine getirmeyi başaramamış ise karışık atık grubunun bütünü tehlikeli atık olarak adlandırılmalı ve bu değerlendirme ile taşınmalı, depolanmalı, arıtılmalı ve bertaraf edilmelidir. Doğal olarak karışık atık grubuna yapılacak olan her işlemin maliyeti diğer sanayi atıklarının ayrı olarak taşınması, depolanması, arıtılması ve bertaraf edilmesinin maliyetinden daha yüksek olacaktır. Tehlikeli atıkların toplanması, ekonomik olarak makul ve güvenli taşıma, depolama ve arıtmanın gerçekleşmesi için en üst düzeyde özen ile gerçekleştirilmelidir. Tehlikeli atıklar sadece bu atıkları toplama ve taşımada lisanslı organizasyonlara (şirketlere) toplama ve taşıma için devredilmelidir. Bazı organizasyonlar bütün tehlikeli atıkları değil fakat özel tür tehlikeli atıkları toplama ve taşıma işlemi için lisanslı olabilirler. (Kaya, T., 2005) [7]

Tehlikeli madde toplama sisteminin etkin bir şekilde işletilebilmesi için toplama personelinin eğitilmiş olması hayati önem taşır. Çalışanlar tehlikeli atığın ayrı toplanmasının gereğine ikna olmalıdır. Eğer ayırma kurallarına gerektiği gibi uyulmazsa istenmeyen ve tehlikeli durumlar oluşabilir. Toplama sırasında çeşitli atık akışlarının uyusabilir olması dikkate alınmalıdır. Birbiri ile uyusmayan atıklar olası kimyasal tepkimeleri önlemek için ayrı tutulmalıdır. Olası kimyasal tepkimeler sonucunda yangın, patlamalar, zehirli buhar ve gazlar meydana gelebilir.

Tehlikeli atıkların varilleri ve diğer ambalajları da atıklarla uyumlu olmalıdır. Tehlikeli atıkların birbiri ile ve ambalaj malzemesi ile uyuşabilirliği dikkate alınırken tehlikeli maddelerin depolanması için de aynı kurallar dikkate alınmalıdır.

Birbiri ile uyumlu olmayan tehlikeli atıkların bazıları şunlardır:

- Asit ve bazik (kostik) atıklar
- Asit ve siyanürlü atıklar
- Asit ve sülfid içeren atıklar
- Nitrik asit atıkları ve formik veya asetik asit
- Nitrik asit ve formaldehit çözeltileri

Bu sınıflandırma, toplama sırasında faydalı olabilir. Çünkü genellikle aynı atık kategorisinden olan atıklar aynı şekilde bertaraf edilebilir ve birlikte toplandıkları zaman kimyasal tepkimeye neden olmazlar. Toplamada kullanılan konteynirler ve diğer tip ambalajlar, toplamayı organizasyonunu yapan personelin hangi atık maddelerin hangi tiplere konup konmayacağını görebileceği şekilde etiketlenmelidir. Etiket üzerinde isim ve tehlikeli atık kategorisi ifade edilmelidir.

### **3.5. Tehlikeli Atıkların Taşınması**

Basel Sözleşmesi tehlikeli atıkların uluslararası hareketini büyük ölçüde kısıtlamıştır. Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği de yurtdışında üretilen tehlikeli atıkların Türkiye'ye ithalatını yasaklamıştır. Ancak Çevre ve Orman Bakanlığı'nca, bu atıkların sağlık, araştırma, yakıt ve benzeri amaçlarla kullanıldığını belgeleyenlere ithalat izni verilebilmektedir. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı'nın "Çevrenin Korunması Yönünden Kontrol Altında Tutulan Madde ve Atıklara İlişkin Dış Ticarete Standardizasyon Tebliği" çerçevesinde Çevre ve Orman Bakanlığı'nca belirli kriterler doğrultusunda bazı hurdaların ithalatına izin verilmektedir. (Kaya, T., 2005) [7]

Atıkların ihracı konusunda ise Yönetmelikte bir hüküm bulunmamaktadır. Buna göre atıklar, ülkemizde atıkların yok edilmesi için gerekli teknik kapasiteye sahip tesislerin bulunmaması halinde ve söz konusu atıkları ithalatçı devletin yetkili otoritesinin kabul etmesi durumunda ihraç edilebilir. Bu durumda, Çevre ve Orman Bakanlığı, atıkların sınırlar ötesi taşınmasına izin verilmeden önce transit devletlerin ve atığı ithal edecek devletin yazılı onaylarını almaktadır. Bakanlık, ihracatçı tarafından doldurulmuş bildirim formunu ithalatçı devletin ve transit devletlerin yetkili makamlarına göndermekte, bu tarihten başlayarak 60 gün içinde yazılı onay verilmezse ihracat işlemi başlatılamamaktadır. (Kaya, T., 2005) [7]

Ülkemizin transit devlet olması durumunda Çevre ve Orman Bakanlığı'na taşınmanın planlandığı tarihten en az 60 gün önce bildirimde bulunulması zorunludur. Bakanlık planladığı söz konusu transit taşıma işlemine şartlı veya şartsız izin verilebilir, izin vermeyi red edebilir veya en geç 60 gün içinde bildirimde bulunan taraftan bilgi isteyerek yazılı cevabını bildirir. Bakanlığın izni alınmadan transit geçiş yapılamaz. Ulusal yetki alanımız içinde atık yükü limbo yapılmaz ve aktarılmaz (Kaya, T., 2005).

Yönetmeliğe göre tehlikeli atıkların uluslararası taşınmasına uygulanacak usul ve esaslar şunlardır:

- a) Taşıyıcı, doldurulan taşıma belgesini, atıkların taşınmasına başladığı andan itibaren nihai yok edilme yerine kadar taşıma süresince yanında bulundurmak ve bu belgeyi istendiğinde güvenlik ve taşıma ile ilgili makamlarca incelenmesine sunmak zorundadır.
- b) Atıkların sınırlar ötesi taşınmasında sorumlu olan kişiler, söz konusu atıkların teslim edilmesi veya teslim alınması sırasında taşıma belgesini imzalamakla yükümlüdür.
- c) Bertaraf eden, söz konusu atıkları teslim almış olduğunu ve işlemin bildiriminde belirtildiği şekilde tamamlandığını gösteren belgeyi ihracatçıya ve Bakanlığa iletmekle yükümlüdür. İhracatçı bu belgeyi almadığı takdirde bakanlık kanalıyla bu durumu ithalatçı devlete bildirir.

- d) Atıkların sınırlar ötesi taşınmasında uluslararası paketleme, etiketleme ve taşıma standartlarına uyulur.
- e) Atıkların sınırlar ötesi taşınmasının yönetmeliğe göre tamamlanamadığı durumlarda, ihracatçı devlet, ithalatçı devletin bilgi verdiği tarihten itibaren 90 gün içinde veya ilgili devletlerin mutabık kalacakları başka bir süre içinde geri almayı temin eder.

Tehlikeli atıkların uluslararası naklinde atıkla muhatap olan (kişi veya kurumlar), atıkların ambalajlanması, etiketlenmesi ve taşınmasında uluslararası kurallara ve standartlara uymak zorundadır. Bu kural ve standartlar “Tehlikeli Atıkların ve Kimyasalların Karayolu ile Taşınmasını İlgilendiren Avrupa Anlaşması” (ADR) ile belirlenmiştir. Bu anlaşma tehlikeli kimyasalları kapsadığı gibi tehlikeli atıkları da kapsamaktadır. Bu anlaşmanın büyük bir kısmı tehlikeli atıkların ulusal taşınması için de kullanılabilir. ADR, Avrupa için Birleşmiş Milletler Ekonomik Komisyonu tarafından Cenevre’de belirlenmiş bir anlaşmadır. Türkiye’nin ADR kurallarına taraf olma çalışmaları Ulaştırma Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. (Armağan, B. vd., 2006) [6].

Yönetmelik gereğince tehlikeli atıkların geri kazanımı veya nihai yok edilmeleri amacıyla taşınması, ilgili valilik tarafından verilecek “lisans” a sahip araçlarla yapılır. Lisansa esas olacak hükümler, Çevre ve Orman Bakanlığı’nca 19 Kasım 1996 ve 9 Eylül 1997 tarihli genelgeler ile valiliklere ve ilgili kurumlara bildirilmiştir. Buna göre, atıkların taşınacağı araçların teknik donanımları, etiketlenmeleri ve yüklenmeleri, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı’nın 22 Ekim 1976 tarihli “Tehlikeli Maddelerin Karayolu İle Taşınması Hakkında Yönetmelik” hükümleri doğrultusunda yapılmalıdır. (Kaya, T., 2005) [7]

Valiliklerin lisans vermelerine esas bilgi ve belgeler ise;

- a) Lisans alacak her bir araç için TSE’den alınacak “Uygunluk Belgesi”
- b) Atık taşıyacak araçları kullanacak şoförlerin sahip olması gereken uluslararası ADR eğitim sertifikasıdır.

Atıkların taşınması sırasında araç sürücüleri bu belgelerin yanı sıra, ulusal atık taşıma formu ve taşıdıkları atıkların özelliğine bağlı olarak hazırlanmış kaza anında ilk yardım ve müdahalede kullanılacak “Türkçe Bilgi Formları”nı yanlarında bulundurmakla yükümlüdürler. (Kaya, T., 2005) [7]

Atık taşımacılığı için Yönetmelik ile belirlenen yükümlülüklerin yerine getirilmesi son derece önemlidir. Sürücülerin yanlarında taşıyacakları ulusal atık taşıma formlarında yer alacak bilgiler, atıkların taşımacılık kurallarına uygun araçlarla; lisanslı yok edilme tesislerinde; kurallara uygun ve denetimli olarak yok edilip edilmediğini ortaya çıkaracak bilgilerdir.

### **3.6. Yeniden Kullanım ve Geri Kazanım**

Atıkların geri kazanılması ve yeniden kullanılması, yok etme maliyetini azaltmakta, hammadde maliyetini düşürmekte ve satılabilir atıkların girdi olarak yararlanılmasını sağlamaktadır. Bu yöntem tesis içinde ya da dışında uygulanabilir. Atıkların tesis içinde geri kazanılması, bu atıkların tesis dışına taşınması sırasında meydana gelebilecek kirlilik riskini önlemektedir.

Tabii kaynakların sınırsız olmadığı, dikkatlice kullanılmadığı takdirde bir gün bu kaynakların tükeneceği şüphesizdir. Kaynak israfını önlemenin yanında, hayat standartlarını yükseltme çabaları ve ortaya çıkan enerji krizi ile bu gerçeği gören gelişmiş ülkeler atıkların geri kazanılması ve tekrar kullanılması için yöntemler aramış ve geliştirmişlerdir. Aynı gerçeğin ışığı altında Avrupa Ekonomik Topluluğu üye ülkelerde atıkların geri kazanılması şartını getirmiştir. (Armağan, B., 2006) [6]

Kalkınma çabasında olan ve ekonomik zorluklarla karşı karşıya bulunan gelişmekte olan ülkelerin de tabii kaynaklarından uzun vadede ve maksimum bir şekilde

faydalanabilmeleri için atık israfına son vermeleri, ekonomik değeri olan maddeleri geri kazanma ve tekrar kullanma yöntemlerini araştırmaları gerekmektedir.

Demir, çelik, bakır, kurşun, kağıt, plastik, kauçuk, cam gibi maddelerin geri kazanılması ve tekrar kullanılması, tabii kaynaklarımızın tükenmesini önleyeceği gibi ülke ihtiyaçlarını karşılayabilmek için ithal edilen hurda malzemeye ödenen döviz miktarını da azaltacak, kullanılan enerjiden büyük ölçüde tasarruf edilecektir. En az yukarıda sayılanlar kadar önemli olan diğer bir husus da uzaklaştırılacak katı atık miktarlarındaki büyük azalma ve dolayısıyla çevre kirliliğinin önemli ölçüde önlenmesidir. Özellikle katı atıkları düzenli bir şekilde bertaraf edebilmek için yeterli alan bulunmayan ülkeler için katı atık miktarının ve hacminin azalması büyük bir avantajdır.

Eğer tesiste geri kazanım mümkün değilse, tesis dışında da geri kazanmak mümkündür. Tesisten elde edilen atığın tesis içinde kullanımı ekonomik değilse veya tesis içinde kullanılmayacak bir atıksa gerçekleştirilebilir. Buna örnek olarak yağlar, çözücüler, çamurlar, metal kırıntılar, kurşunlu piller verilebilir. (Kaya, T., 2005) [7]

Bazı durumlarda bir tesisten çıkan atık, başka bir tesisin üretim prosesinde hammadde olarak kullanılabilir.

İlgili belediyece atıkların miktarının çokluğu yada tehlikeli özellikleri nedeniyle kabul edilmeyen endüstri tesisleri, atıklarını uygun gördükleri boş arazilerde depolamakta veya gömmektedirler.

Bu durumun yarattığı çevre kirliliğinin boyutu ve insan sağlığına etkisinin önemi çok büyüktür. Son yıllarda bazı endüstri tesislerinin atıklarını yapılan özel beton veya jeomembranlı havuzlarda ya da konteynırlarda topladıkları bilinmektedir. Endüstri kuruluşları için geçici olarak depolandığı belirtilen bu atıkları tesis dışında yok edebilmeleri amacıyla uygun yok etme tesislerine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu tesislerin

planlanması, kurulması ve işletilmesinde alınacak çevresel tedbirler son derece önemlidir. (Kaya, T., 2005) [7]

Gelişmiş ülkelerdeki uygulanabilir yeni teknolojilerin izlenmesi, bu bilinçle eski teknolojilerin ülkemize girişinin önlenmesi, hem mevzuatımız gereğince hem de uluslararası yükümlülüklerimizin yerine getirilmesi açısından zorunludur. Söz konusu yok etme tesislerinin yatırım ve işletme maliyetleri son derece yüksektir. Bu nedenle sınırlı kaynaklarımızın rasyonel kullanımı, atık yönetiminde iyi değerlendirilmesi gereken bir husustur.

### **3.6.1. Geri dönüşümün önemi**

Geri dönüşüm işleminin gerekliliği temel olarak 4 ana unsurda incelenebilir. Bunları sıralamak gerekirse;

#### **1) Doğal kaynaklarımız korunur;**

Doğal kaynaklarımız dünya nüfusunun artması ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi nedeni ile her geçen gün azalmaktadır. Bu nedenle malzeme tüketimini azaltmak, değerlendirilebilir nitelikli atıkları geri dönüştürmek sureti ile doğal kaynaklarımızı verimli kullanmak zorundayız. Bu nedenle geri dönüşüm doğal kaynaklarımızın korunması ve verimli kullanılması için son derece önemli bir işlemdir. Örneğin; kağıdın geri dönüşümü ile ormanlarda ağaçların daha az kesilmesini sağlamış oluruz. Benzer şekilde plastik atıklarının geri dönüşümü ile petrolden tasarruf sağlanabilir.

#### **2) Enerji tasarrufu sağlanır;**

Geri dönüşüm malzeme üretiminde endüstriyel işlem sayısını azaltmak suretiyle enerji tasarrufu sağlar. Örneğin; metal içecek kutularının geri dönüşümü işleminde bu metaller direkt olarak eritilerek yeni ürün haline dönüştürüldüğünde bu metallerin üretimi için kullanılan maden cevheri ve bu cevherin saflaştırılma işlemlerine gerek

olmadan üretim gerçekleştirilebilmektedir. Bu şekilde bir alüminyum kutunun geri dönüşümünden %96 oranında enerji tasarrufu sağlanabilir. Benzer şekilde katı atıklarda ayrılan kağıdın yeniden işleme sokulması için gerekli olan enerji normal işlemler için gerekli olanın %50'si kadardır. Aynı şekilde cam ve plastik atıkların da geri dönüşümünden önemli oranda enerji tasarrufu sağlanabilir.

3) Atık miktarı azalır;

Geri dönüşümün uygulanması ile çöplere giden atık miktarında azalma sağlanarak bu atıkların taşınması ve depolanması işlemleri için daha az miktarda alan ve daha az enerji kullanılmış olur. Evsel atıklar için bu azalma ağırlık olarak fazla olmamakla birlikte hacimsel olarak bakıldığında oldukça önemli bir oran teşkil etmektedir.

4) Geri dönüşüm geleceğe ve ekonomiye yatırım demektir;

Geri dönüşüm uzun vadede verimli bir ekonomik yatırımdır. Hammaddenin azalması ve doğal kaynakların hızla tükenmesi sonucunda ekonomik problemler ortaya çıkabilecek ve işte bu noktada geri dönüşüm ekonomi üzerinde olumlu katkılar yapacaktır. Yeni iş imkanları sağlayacak ve gelecek kuşaklara doğal kaynaklardan yararlanma olanağı sağlayacaktır. Tüm bunların ötesinde geri dönüşüm doğal kaynakların en verimli biçimde kullanılmasını sağlayacak, gelecek kuşaklara potansiyel kaynakların mümkün olabilen en fazla miktarını bırakabilecek en önemli katı atık yönetim biçimidir. (Armağan, B. vd., 2006) [6]



### 3.6.2. Geri dönüşüm sisteminin temel aşamaları

Geri kazanılabilir atıkların değerlendirilmesinde 3 adet geri kazanım seçeneği bulunmaktadır.

Bunlar:

- 1) Kaynakta ayırma
- 2) Karışık atıkların transfer istasyonlarında işlenmesi
- 3) Karışık atıkların katı atık dolgu alanlarında işlenmesi'dir.

Kaynakta ayırma prosesi geri dönüşümü yapılacak maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirmeden kullanılabilmesine imkan sağladığı için diğerlerine göre daha yaygın olarak tercih edilen bir sistemdir.

Kaynakta ayırma geri dönüşüm sisteminin 5 temel basamağını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Armağan, B. vd., 2006) [6] :

- 1) Kaynakta ayırma;

Değerlendirilebilir nitelikli atıkları çöple karışmadan oluştukları kaynakta ayırarak biriktirmedi.

- 2) Değerlendirilebilir atıkları ayrı toplama;

Bu işlem değerlendirilebilir atıkların çöple karışmadan temiz bir şekilde ayrı toplanmasını sağlar.

- 3) Sınıflama;

Bu işlem kaynağında ayrı toplanan malzemelerin cam, metal, plastik veya kağıt gibi sınıflara ayrılmasını sağlar.

Değerlendirme;

Temiz olarak ayrılmış kullanılmış malzemelerin ekonomiye geri dönüşüm işlemidir. Bu işlemde malzeme kimyasal ve fiziksel olarak değişime uğrayarak yeni bir malzeme olarak ekonomiye geri döner.

4) Yeni ürünü ekonomiye kazandırma;

Geri dönüştürülen ürünün yeniden kullanıma sunulmasıdır.

### 3.7. Tehlikeli Atıkların Depolanması

Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nin yürürlüğe girmesiyle tehlikeli atıkların belediye çöplüklerine kabulü yasaklanmıştır. Atıkların nihai yok edilmesi için uygun yer bulunamaması ya da depolamadan önce bazı fiziksel ve kimyasal işlemlerin yapılması nedeniyle, atıklar ara depolarda geçici olarak depolanabilirler. Bu depolarda bekleme süresi bir yılı aşamaz. Ancak bu süre zorunlu hallerde valiliğin izni ile uzatılabilir.

Ara depolama tesisleri ayrı alanlarda yapılabileceği gibi, işleme tesisleri içerisinde de yapılabilir.

Ara depolama ve işleme tesislerinde;

- Giriş, depolama ve çalışma kısımları,
- Yangın söndürme sistemleri,
- Boruların, hazne ve kapların temizlenmesi için temizleme sistemleri,
- Taşan ve dökülen atıkların toplanması için yeterli absorban nötralizan bulundurulmalıdır.

Herhangi bir kaza halinde derhal müdahale edilebilmesi için atık taşıyan borular ile depolama konteynirlerinin en üste kurulması zorunludur. Kirli su kaçağının mümkün olduğu tesis bölgelerinde, kirli suyun yeraltına sızması ve etrafındaki

toprakların kirletilmemesi için gerekli sızdırmazlık tedbirleri alınmalıdır. (Kaya, T., 2005) [7]

### **3.8. Tehlikeli Atıkların Nihai Yok Edilmesi**

Atıkların geri kazanılması ve tekrar kullanılmasının mümkün olmadığı durumlarda atıklar, çevre ve insan sağlığına zarar vermeden yok edilirler. Yok etme sistemleri atık özelliklerine uygun teknolojilere göre seçilir.

#### **3.8.1. Yakma yöntemi**

Uygun kriterlere sahip olduğu tespit edilen tehlikeli atıklar, gereken yakma sıcaklığına haiz tesislerde Bakanlığın uygun görüşü ile yakılabilir. Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre atıkların yakılması sırasında uyulması gereken hususlar ve limit değerler aşağıda verilmiştir:

- 1) Tesislerde yanma odasına bağlı bir son yanma bölümünün bulunması, yakma fırınındaki ilk bölme sıcaklığının en az 900°C'de tutulması, sıcaklığın sürekli kaydedilerek kontrol edilmesi, son yanma bölümünde ek bir brülörün bulunması, sıcaklık alt sınırın altına düşünce brülörün otomatik olarak devreye girmesi, bu bölümde en düşük yakma sıcaklığının 1200°C olması zorunludur.
- 2) Yakma tesisinde işletme sırasında yanma gazındaki CO için aşağıda verilen limit değerler aşılamaz.
  - a) Günlük ortalama değer olarak yanma gazında 50 mg/m<sup>3</sup>,
  - b) Tüm ölçümlerin en az %95'inin 10 dakikalık periyotlarda belirlendiği yanma gazında, 150 mg/m<sup>3</sup> veya herhangi 24 saat zaman periyodunda tüm ölçümlerin

en az %95'inin yarım saatlik ortalama değerler olarak belirlendiği yanma gazında, 100 mg/m<sup>3</sup>.

- 3) Yakma tesisleri, baca gazlarında yönetmelikte belirtilen emisyon limit değerlerini geçmeyecek biçimde tasarlanır ve işletilir.
- 4) Dioksit ve furan emisyonları en ileri tekniklerle azaltılır. Minimum altı saat ve maksimum sekiz saatlik örnekleme süresinde tüm ortalama değerler 0,1 mg/m<sup>3</sup> limit değerini aşamaz.

Bir atık yakma tesisinin işleticisi lisans almadan önce, tesiste yakılacak atığı analiz etmek ve atık beslenme hızına bağlı olarak ortaya çıkacak emisyonların standartları sağlandığında ispat etmek amacıyla deneme yakması yapmakla yükümlüdür. Farklı özelliklerdeki atıkların yok edilmesinin yapılacağı ticari yakma tesisleri için deneme çalışmasında, yüksek klor bileşeni, yüksek kül bileşeni ve en düşük yanma ısısı gibi en olumsuz koşullar esas alınır. Yakma tesislerinde kapasite artırılması veya izin alınan atıkların haricinde atık yakması söz konusu olduğunda, yeni bir deneme yakması yapılması zorunludur. (Kaya, T., 2005) [7]

### **3.8.2. Düzenli depolama tesisleri**

Düzenli depolama kısaca, atıkların toprak altına gömülmesi olarak tanımlanabilir. Ülkemizde halen işletilmekte olan 10 adet katı atık yok etme tesisinin 7'si düzenli depolama, 2'si tıbbi atık ve 1'i tehlikeli atık yakma tesisidir. Türkiye'de atık yok edilmesinde benimsenmiş olan yöntem düzenli depolama yöntemidir.

Depolama işlemleri sırasında alınan önlemlerin yeterli olduğu veya atığın özelliği sebebi ile depolama işleminde çevrenin olumsuz yönde etkilenmeyeceğinin ispat edilmesi hallerinde atıklar depolanabilirler. Atıkların evsel katı atıklardan ayrı

olarak işleme tabi tutulması ve depolanması esastır. Yakma, yasal yöntemler arasında sayılmış olsa da, pratikte uygun bulunmayan yöntemdir.

Düzenli depolama, atıkların araziye gelişigüzel bırakılmasından farklı olarak, katı atıkların çevre sağlığına uygun bir şekilde araziye dökülerek sıkılaştırılması; günlük olarak üzerinin toprakla örtülmesi, arazi dolumu tamamlanınca üzerinin kapatılması, bu alanın yeşil alan yapmak gibi yollarla kullanıma açılması yöntemidir.

Bu yöntemde atıklar, uygun arazide doğal olarak mevcut bulunan veya kazılarak elde edilen zemin boşluklarına düzenli tabakalar halinde depolanarak sıkıştırılmakta, üstü toprakla örtülerek çürümeye terk edilmektedir.

Düzenli depolama yeterli arazinin olması halinde en ekonomik çözüm olarak görülmektedir.

Düzenli depolama yönteminin üstünlükleri şöyle sıralanabilir:

- Uygun arazi olduğu takdirde ekonomik bir yöntemdir.
- Ön yatırımı çok azdır.
- Her türlü çöp için nihai imha yöntemidir.
- Esnek bir yöntemdir, kapasite arttırılabilir.
- Kullanılan araziden ilerde bir başka amaç için yararlanılabilir.

Yöntemin dezavantajları ise şunlardır:

- Nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde uygun arazi bulmak zordur.
- Depo alanı olarak seçilen yerde zaman zaman yerel halkın muhalefeti ile karşılaşılabilir.
- Bitmiş depo alanlarında göçük ve çökmeler ile sıvı ve gaz sızıntılarının devamlı kontrol edilmesi güçtür. (Kaya, T., 2005) [7]

## BÖLÜM 4

### ATIK PİL VE AKÜMÜLATÖRLER

#### 4.1. Atık Pil Mevzuatı

Avrupa Birliği uyum çalışmaları çerçevesinde hazırlanan “Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği” 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği, Ekler kısmında verilmiştir. 2005 yılından sonra pillerin içinde bulunan civa, kadmilyum ve kurşun gibi çevre açısından zararlı olan ağır metallere limit getirilmiştir. Değerlerden fazla ağır metal içeren pillerin ithalatı ve üretimi yasaklanmıştır.

Atık pillerin toplanması konusunda pil ve akü üretici, ithalatçı ve tüketicilerine büyük görevler düşmektedir. Üretici ve ithalatçılar tarafından hipermarket, bakkal vb. halka açık alanlara kırmızı renkli toplama konteynırları konulmalıdır. Bu konteynırların üzerinde “ATIK PİL” ve “YALNIZ ATIK PİL ATINIZ” ibareleri bulunmalıdır. Dolan konteynırlar toplanarak kırmızı renkli taşıma aracıyla, belediye düzenli çöp toplama alanlarında uygun koşullar altında depolanacaktır. Tüketicilerin yükümlülüğü ise biten pillerini toplama noktalarında bulunan konteynırlara atmaktır. Ek.1.’de ayrıca verilmiş olan Atık Pil Ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği’ ne göre pil üretici ve tüketicilerinin üzerine düşen bazı yükümlülükler aşağıda belirtilmiştir.

- **Belediye Görev ve Yetkileri:**

Madde 8: Belediyeler, Büyükşehir statüsündeki yerlerde Büyükşehir Belediyeleri;

a) Atık pil ve akümülatörlerin belediye katı atık düzenli depolama alanlarında evsel atıklarla birlikte bertarafına izin vermemekle,

b) Kuruluş ve işletme giderleri pil üreticileri tarafından karşılanacak geçirimsizlik koşulları sağlanmış, nemsiz ve meteorolojik şartlardan korunmuş atık pil depolama alanlarının kurulması için katı atık düzenli depolama alanlarına ücretsiz olarak yer tahsis etmekle,

c) Üreticilerin şehrin muhtelif yerlerinde yapacakları atık pil ve akümülatör toplama işlemlerine yardımcı olmak ve işbirliği yapmakla,

d) Okullar, halk eğitim merkezleri, mahalle muhtarlıkları, eğlence yerleri ve halka açık merkezlerde pilleri ayrı toplama ile ilgili üreticilerin sorumluluğu ve programı dahilinde gerektiğinde üretici ile işbirliği yaparak pilleri ücretsiz olarak ayrı toplamakla, halkı bilgilendirmekle, eğitim programları düzenlemekle,

e) Belediye sınırları içinde bulunan atık pil ve akümülatör bertaraf tesislerini ve taşıma firmalarını denetlemekle, görevli ve yetkilidir.

- **Tüketici Yükümlülükleri:**

Madde 13- Pil ve akümülatör tüketicileri;

a) Atık pilleri evsel atıklardan ayrı toplamakla, pil ürünlerinin dağıtımını ve satışını yapan işletmelerce veya belediyelerce oluşturulacak toplama noktalarına atık pilleri teslim etmekle,

b) Aracının akümülatörünü değiştirirken eskisini, akümülatör ürünlerinin dağıtım ve satışını yapan işletmeler ve araç bakım-onarım yerlerini işletenlerin oluşturduğu geçici depolama yerlerine ücretsiz teslim etmekle, eskilerini teslim etmeden yeni akümülatör alınması halinde depozito ödemekle,

c) Tüketici olan sanayi kuruluşlarının üretim süreçleri sırasında kullanılan tezgâh, tesis, forklift, çekici ve diğer taşıt araçları ile güç kaynakları ve trafolarında kullanılan akümülatörlerin, atık haline geldikten sonra üreticisine teslim edilene kadar fabrika sahası içinde sızdırmaz bir zeminde doksan günden fazla bekletmemekle, yükümlüdür.

- **Geri Kazanım Tesisleri İşletmecilerinin Yükümlülükleri**

Madde 14- Geri kazanım tesislerini işletenler;

- a) Bakanlıktan ön lisans ve lisans almakla,
- b) Atık yönetimi ile ilgili kayıtları tutmak ve bu kayıtları istendiğinde yetkililere ibraz etmek üzere üç yıl süreyle tesiste bulundurmakla,
- c) İşletme planlarını her yıl Ocak ayı içinde ilgili Valiliğe göndermekle,
- d) Atığın tesise girişinde geri kazanım işleminden önce atığın ulusal atık taşıma formunda belirtilen atık tanımına uygunluğunu tespit etmekle,
- e) Pil ve akümülatör üreticileri veya bunların yetkilendirecekleri kişi veya kuruluşlar tarafından kurulan geçici depolama tesisleri tarafından onaylanmamış belgelerle getirilen atık pil ve akümülatörleri tesislerine kabul etmemekle, tesisin yıllık çalışma raporunu ilgili Valiliğe göndermekle, tesisin işletilmesi ile ilgili her bölümün işletme planını yaparak uygulamakla,
- f) Tesisin risk taşıyan bölümlerinde çalışan personelin her türlü güvenliğini sağlamakla, altı ayda bir sağlık kontrollerini yaptırmakla ve bu bölümlere izinsiz olarak ve yetkili kişilerin dışında girişleri önlemekle,
- g) Acil Önlem Planı hazırlamakla, bununla ilgili eğitimli personel bulundurmakla, acil durum söz konusu olduğunda Bakanlık ve Valiliğe bilgi vermekle,
- h) Tesisin işletilmesi ile ilgili Bakanlığın öngöreceği diğer işleri yapmakla, yükümlüdür.

- **Atık Pil ve Akümülatörlerin Taşınması:**

Madde 15- Atık akümülatörlerin toplandıkları yerden geçici depolama veya bertaraf tesislerine karayolu ile taşınması, Valilikten taşıma lisansı almış gerçek ve tüzel kişilerce, atık türüne göre uygun araçla yapılır.



Atık pil taşıyacak araç ve firmalar için lisans alma zorunluluğu bulunmamaktadır. Ancak, atık pillerin kapalı kasalı kamyonetlere yerleştirilmiş asgari 210 litrelik HDPE fiçılarda taşınması zorunludur.

Atık pil ve atık akümülatör taşıyacak araçların renginin kırmızı olması, araçların üzerinde atık pil ve akümülatörlerin toplandığına dair 20 metre uzaktan görülebilecek şekilde bu Yönetmeliğin 1 no'lu ekinde yer alan amblem bulunması, ayrıca araç kasalarının her iki yüzüne de atık piller için “Atık Pil Taşıma Aracı”, atık akümülatörler için ise “Atık Akümülatör Taşıma Aracı” yazılması zorunludur.

## **4.2. Atık Pillerde Bulunan Toksik Maddelerin Etkileri**

### **4.2.1. Civa**

Piller çöpe atıldığı zaman katı atık depolama sahasında zamanla bozularak bazı tehlikeli ve zararlı maddeler serbest hale geçer. Bunlardan biride civadır.

Civa doğada bozunmaz. Civa, civa bileşikleri ve civa buharı halk ve çevre sağlığı bakımından çok tehlikeli ve toksittir.

Akan pildeki civa hızla deri veya solunum yolu ile vücuda girebilir. Bu maddenin eser miktarda suda bulunması dahi ciddi tehlike oluşturur. İçme suyu veya gıda zinciri yolu ile insan vücuduna giren civa;

- Parastezi, ataksi, dışartri ve sağırılık gibi nörolojik bozukluklara,
- Merkezi sinir sisteminin tahribine ve kansere,

- Böbrek, karaciğer, beyin dokularının tahribine,
- Kromozonları tahrip edip sakat doğumlara,

neden olmaktadır. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Civa oksit pilindeki civa miktarı 800.000 litre suyun kirleterek içme suyu standartları üzerine çıkartır.

Tüm pillerdeki civa miktarı eser miktarda olsa dahi miktarı pil üzerine yazılmalıdır. Dünya Sağlık Teşkilatına göre içme suyunda civanın 0,001 mg/lt fazla olması istenmez.

#### **4.2.2. Kadmiyum**

Ağır metaller içerisindeki en tehlikeli ve toksik maddelerden biri kadmiyumdur. Piller çöpe atıldığı zaman depo sahasında piller bozunarak Kadmiyum ve bileşikleri serbest hale geçerek suya karışır. Kadmiyumlu sızıntı suyu, içme suyunu ve toprağı kirleterek gıda zinciri ve içme suyu yolu ile insan vücuduna girer.

Kadmiyum;

- İtai – itai ve akciğer hastalıklarına, prostat kanserine, kansızlığa, doku tahribine,
- Anfiyen ve kronik neval tübüler bozukluğa ve böbrek üstü bezlerin tahribine

neden olur.

Kadmiyumun vücuttaki yarılanma ömrü 10-25 yıl arasında değişir. Dolayısıyla havada, gıdada ve içme suyunda kadmiyum buldukça, kadmiyumun sudaki birikmesi artarak devam eder. (Öztürk, M., 2004,) [8]

İçme suyu veya gıda zinciri ile kadmiyumun %2'si vücutta birikirken, solunum yolu ile gelen kadmiyumun %10-50'si vücutta tutulur.

Vücut kadmiyumu kalsiyum gibi algılar ve kadmiyum vücutta birikmeye başlar. Vücutta kalsiyum eksilmesinden dolayı kemikler yavaş yavaş zayıflamaya başlar. Ayakta durmak hatta öksürmek bile kemiklerin kırılmasına hatta iskeletin ufalanarak neticede hastanın ölmesine neden olur.

Ayrıca günde bir paket sigara içen insanların vücutlarında, daha ziyade karaciğer ve böbreklerinde sigara içmeyenlere nazaran %50 oranında daha fazla kadmiyum taşınmaktadırlar.

Kadmiyum 400°C'nin üzerinde aerosol halinde atmosfere geçer. Dünya Sağlık Teşkilatına göre içme suyunda kadmiyumun 0,005 mg/lt'den fazla olması istenmez.

Evsel çöpteki kadmiyumun %50'si pillerdeki kadmiyumdan ileri gelmektedir.

Tüm pillerdeki Kadmiyum miktarı eser miktarda olsa dahi miktarı pil üzerine yazılmalıdır.

### 4.2.3. Kurşun

Kurşun vücuda solunum, içme suyu ve gıda zinciri yolu ile girer. Vücuda giren kurşun ciğerlere kadar ulaşır ve ciğerlerde yavaş yavaş absorbe edilerek kana karışır. Kurşun kan yolu ile önce karaciğer, böbrek, beyin ve kas gibi yumuşak dokularda 35-40 gün bekledikten sonra kurşun metabolitleri yardımı ile kemik ve diş gibi sert dokulara yerleşir. Burda yarılanma süresi 20 yıldır. Vücutta demir ve kalsiyum eksik ve D vitamini yüksekse kurşun fazla miktarda birikir. (Öztürk, M., 2004.) [8]

0-6 yaş grubu çocuklar kurşun kirliliğine karşı yetişkinlere göre en az 4 kat daha fazla etkilenirler.

Kurşun; işitme bozukluğuna, sinir iletim sisteminde ve hemoglobin bileşiminde düşmeye, kansızlığa, mide ağrısına, böbrek ve beyin iltihaplanmasına, kısırlığa, kansere ve ölüme neden olmaktadır.

Tüm pillerdeki kurşun miktarı eser miktarda olsa dahi miktarı pil üzerine yazılmalıdır.

Dünya Sağlık Teşkilatına göre içme suyunda kurşunun 0,05 mg/lt'den fazla olması istenmez.

### 4.3. Kurşun-Asit Bataryaların (AKÜ) Toplanması

Dünyada toplam kurşun üretiminin takriben %47'si kurşunun geri kazanılmasından elde edilmektedir. Kullanılmış akülerin %80-85'i geri kazanılmakta ve geri kalan %15-20 kısım çöp depolama alanındaki toplam kurşunun %65'ni oluşturmaktadır.

1995 yılı verilerine göre dünyada yılda 96 milyon adet kurşun-asit bataryası üretilmektedir. Yıllık batarya büyüme hızı yaklaşık %2 civarındadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde taşıt sayısındaki artışlar paralel olarak akü tüketimi de artmaktadır. (Öztürk ve Tombul, 2005) [9]

A.B.D.'de 1986 yılında akü üretiminde 941.000 ton kurşun kullanılırken bu değer 2000 yılında 1.200.000 tona çıkmıştır. (Öztürk ve Tombul, 2005) [9]

Almanya'da 1998 yılında çıkan yasaya göre kurşun-asit akü üreticileri ürettiklerinden sorumludurlar. Dolayısıyla kullanılmış akülerine toplanmasından, geri dönüşünden ve bertarafından sorumludur. Kurşun-asit bataryalar (aküler) geliş güzel olarak bertaraf edilmemelidir. Evsel çöplere kesinlikle atılmamalıdır. Bataryalar üzerinde "aküler illegal olarak atılamaz", "kullanılmış piller geri kazanılmalıdır", "kanunlar kullanılmış bataryaların geri dönüşüm merkezlerine teslim edilmesi gerektiğini emrediyor" gibi kullanıcıları uyarıcı bilgiler olmalıdır. (Öztürk ve Tombul, 2005) [9]

Otomotiv tamir bakım merkezlerinde ve oto garajlarında araçların bataryaları değiştirildiğinde eskisi bakım merkezinde kalmalıdır. Yani bu merkezler kullanılmış akü toplama merkezi olmalıdır. Vatandaş kurşun-asit bataryası satan yerlerden batarya

satın alıyorsa eskisini teslim ettikten sonra yenisini satın almalıdır. Aksi durumda batarya verilmemelidir. Tamir bakım atölyeleri, akü satıcıları kullanılmış kurşun-asit bataryaları geri almak zorunda olmalıdırlar.

Kullanılmış akü geçici depolama yerlerinin kapasitesi 90 günden az olmamalıdır. Büyük kapasiteli yerlerde sert beton veya asfalt zemin ve duvar üzeri aside karşı dayanıklı epoksi boya ile kaplanmalıdır. Böylece asit sızıntısı veya akıntısı zemine veya duvara zarar vermemelidir. Sızdırma ve akıntı yapmayan akülerin en fazla beş adeti üst üste konabilir. Sızdıran bataryalar tek tek 18 litrelik sızdırmaz poli propilen kaplara konmalıdır. Küçük kapasiteli tamir-bakım ve satış merkezlerinde aside dayanıklı polietilen, poli propilen, veya PVC ile zemin duvarlar kapatılmalı ve üzerleri örtülmelidir. Depolama yerleri sızdırmaz olmalıdır. Akülerin depolandığına dair uluslar arası işaretler olmalıdır. (Öztürk ve Tombul, 2005) [9]

Kurşun-asit batarya toplayıcılar bu malzemeleri kesinlikle bertaraf edemezler. Akü toplayıcılar, Çevre ve Orman Bakanlığının izin verdiği ikincil kurşun ergiticilere bu malzemeleri teslim etmek zorundadırlar. Çevre ve Orman Bakanlığı akü toplayıcı ve geri kazanıcı firmaların oluşmasına ve gelişmesine öncülük etmelidirler. Sekonder kurşun ergitme tesislerinde kurşun, asit ve polipropilen geri kazanılır.

Kurşun-asit batarya toplayıcıları ve kurşun ergitme firmaları sık aralıklarla yerel yönetimler ve ilgili bakanlıklar tarafından denetlenmelidir.

Kurşun-asit bataryaların ve parçalarının çöpe atılması önlenmelidir. Maksimum geri kazanma ile ilgili yasal düzenleme yapılmalıdır.

#### 4.4. Atık Pil Geçici Depoları

Atık pillerin bertaraf edilinceye kadar geçici depolanması için yönetmelikte belirtilen teknik şartlarda konteynırların kullanılması zorunludur. Konteynırların iç ve dış yüzeylerinin korozyona dayanıklı olması, 4m<sup>3</sup> veya daha fazla hacimde olması, sızdırmazlık özelliği taşıması ve kırmızı renkte olması gerekmektedir. Konteynırların bekletileceği alanların beton zemin ve üstü kapalı olması gerekli olup, yangına karşı tedbirlerin de alınması zorunludur. Şekil 4.1.'de atık pil konteynırlarına bir örnek verilmiştir. (Öztürk ve Tombul, 2005) [9]



Şekil 4.1. Atık pil konteynırları, (Öztürk ve Tombul, 2005) [9]

#### 4.5. Kuru Pillerin Geri Kazanılması

1986 yılında A.B.D’de kadmiyum tüketimi 1800 ton iken 2000 yılında bu değer 2285 tona çıkmıştır. 1986 yılında tüketilen kadmiyumun %28’i pil üretiminde kullanılmıştır. (Öztürk, M., 2004,) [8]

1988 yılında A.B.D.’de 1755 ton civanın 225 tonu pil üretiminde kullanılmıştır. . Bu civanın da yaklaşık %73’ü civa oksit pillerinin üretiminde kullanılmıştır. Pillerde civa azaltılması 1984 yılında başlamıştır. Beş yıl içinde pil içinde kullanılan civa miktarı %86 oranında azaltılmıştır. Alkali pillerde civa miktarı %97 oranında azaltılmıştır.

Almanya’da yılda 30.000 ton, yaklaşık 900 milyon kuru pil tüketilmektedir. Pillerden temel pillerin %78’i silindir alkali ve çinko karbon, %8,7 çinko civa, gümüş oksit, alkali, çinko oksijen ve lityum, şarj edilebilir silindirik pillerin %7’si nikel kadmiyum, %4’ü nikel hidrid, %1,2’si nikel kadmiyum düğme ve nikel hidrid pildir. 14 milyon adet akü tüketilmektedir.

Her yıl İngiltere’de 20.000 ton pil depolama alanında bertaraf edilmektedir. Yine İngiltere’de bir konutta yılda 21 pil tüketilmektedir. İngiltere’de kuru pillerin geri kazanılması minimumdur. Bunların çoğu depolama alanına gitmektedir. Avrupa Topluluğu Ülkelerde 2001 yılında alınan kararla 2008 yılından itibaren kadmiyum pillerin kullanımı yasaklanmıştır. Almanya’da pil üretimi için yılda 615 ton kadmiyum, 5,5 ton civa, 5 ton gümüş, 600 ton nikel ve 4000 ton çinko kullanılmaktadır. (Öztürk, M., 2004,) [8]



Dünyada pillerde kullanılan ağır metal miktarının azaltılmasında ana kriter;

- Pillerde kullanılan ağır metal miktarını azaltmak,
- Pillerin ayrı toplanarak bunların çevreye zararlarını minimize etmektir.

Almanya standardına göre pillerde civa miktarı ağırlıkça %0,0005 den, hücre başına 25 mg'dan (alkali piller hariç), alkali piller ağırlıkça %0,025 den fazla ise bu piller zararlı atıklar sınıfına girmektedir. Alkali pillerde kullanılan civa miktarı pilin ağırlığına göre %0,025'den fazla olmamalıdır. Kadmiyum miktarı ağırlıkça %0,025 den ve kurşun miktarı ağırlıkça %0,4'den fazla olan pillerde tehlikeli atıklar sınıfına girmektedir. Düğme-hücre pil üreticileri pil içindeki elektrot türünü açıkça belirtmek zorundadırlar (civa oksit, çinko-oksit, gümüş oksit v.s.'de kullanılan). Civa konsantrasyonu 25 mg dan fazla olan düğme-hücre pillerin satışına izin verilmemelidir (bir ton alkali veya çinko karbon pil içinde 25 gram).

Avrupa Topluluğu Ülkelerinde 1999 yılından itibaren 5 ppm'den fazla civa içeren pillerin kullanımı yasaklanmıştır. 2003 yılından itibaren tüm piller ayrı toplanmak zorundadır. 2004 yılında Avrupa Topluluğu Ülkelerinde tüketilen pillerin %75'i, sanayide tüketilen pillerin ise %95'i toplanıp geri kazanılacaktır. Tüketilen pillerin %55'den fazlası geri kazanılmak zorundadır. Yıllara göre pillerdeki civa miktarındaki değişim Tablo 4.1'de verilmiştir. Tablo 4.1'de görüldüğü gibi en fazla kullanılan alkali pillerde civa miktarı önemli miktarda azaltılmıştır. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Tablo 4.1. Pillerdeki civa miktarının yıllara göre değişimi

Pil Türü	1985 yılından önce civa oranı (%)	1985 yılından sonra civa oranı (%)
Civa oksit	30	30
Gümüş oksit	1	0,5-1
Lityumlu	Eser miktarda	Eser miktarda
Çinko Karbon	0,01	0,01
Alkali	1	0,025

Tüketiciler pillerin tipine, üreticiye ve pazarlamacıya bakmaksızın tüm pillerini geri toplamak ve geri dönüşüm kutusuna atmak zorundadır. Özellikle civa oksit, gümüş oksit, nikel-kadmiyum veya sızdırmaz kurşun-asit bataryalar çöpe kesinlikle atılmamalıdır. Bu piller özellikle sağlık merkezlerinde, endüstride, ticarete ve resmi merkezlerde kullanılmaktadır.

Çöpe atılan pillerdeki ağır metaller zamanla bozularak serbest hale geçer, sızıntı suyu ile birlikte yer altı sularının, toprağın ve yüzeysel suların kirlenmesine neden olur. Kirlenen yer altı sularını arıtmak çok pahalıdır. A.B.D.'de katı atık depolama alanlarındaki civanın %88 ve kadmiyumun ise %54'ü pillerden ileri gelmektedir. Almanya'da evsel katı atık içindeki çinkonun %10, nikelin %67 ve kadmiyumun ise %85'i pillerden ileri gelmektedir. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Çöp yakma tesislerinde ise yanma sonucu bir grup ağır metal uçucu hale geçer, atmosferde geniş alana dağılır, akarsuların ve göllerin kirlenmesine neden olur. Baca gazı arıtma tesisinde tutulan tozlarda ağır metal konsantrasyonu yüksek olabilir. Bu tür atıklar dikkatli olarak incelendikten sonra depolanmalıdır. Küle karışan kısım ise çöp depolama alanında problem oluşturur.

Pilleri geri kazanma programı geliştirmeden önce ilk kademe olarak toplanacak pil tipleri belirlenmelidir. Toplanacak pil tipleri, halkla ilişkiler stratejisini, toplama yerleri merkezlerini, toplama kapları tiplerini ve nihai olarak bertaraf esasını etkiler.

Genelde üç toplama stratejisi,

- sadece düğme piller,
- düğme piller ve nikel kadmiyum piller,
- tüm pillerin toplanması gibi geliştirilmiştir.

Geri kazanma stratejisi geliştirmede diğer önemli basamak, pillerin toplanması, taşınması ve bertarafı için yasal düzenlemelerin incelenmesi ve bilinmesi gereklidir. Yine pilleri toplamaya başlamadan önce pilleri toplamada kontrol yönteminin nasıl olacağının bilinmesi gereklidir.

Temel araştırmalar tamamlandıktan sonra pil toplama programında ilk basamak eğitim ve ödüllendirme için halkla ilişkiler programını geliştirmektir. Aşağıda potansiyel promosyon stratejilerinin bir listesi verilmiştir. Bunlar;

- Bir ana konu ve strateji belirlenmelidir.
- Sık sık promosyonlar geliştirilmelidir.

- Gazeteler, posterler ve afişler geliştirilmelidir.
- Halka duyuru anonsları, TV, radyo, yazılı basın, okul eğitim merkezleri, reklam panoları ve sivil toplum örgütlerinden yararlanılmalıdır.

İkinci basamak, pil toplama merkezleri oluşturulmalıdır. Bu merkezler halkı ödüllendirme programına uygun yerler olmalıdır. Bu bölgeler toplanacak pil tiplerinin yapısını yansıtmalıdır. Pil perakende satış merkezleri, ofisler, transfer istasyonları pil toplama merkezleri olarak kullanılabilir.

Pilleri toplayan kişileri tespit etme toplama merkezlerinin tipini belirlemenin bir fonksiyonudur. Toplama merkezi olarak perakende satış yerlerini kullananlar, genelde gönüllü kuruluşlar, komşuluk grupları, yaşlı vatandaşlardır.

Pillerin toplanmasında kullanılan çeşitli kaplar vardır. Evlerde kullanılan piller torbaları kırmızı renkli, üzerinde geri kazanma logosu ve e-mail adresi olmalıdır. Torbalar perakende satış merkezlerinden ve geri dönüşüm merkezlerinden ücretsiz temin edilebilmelidir. Bu yerlerde torbalar kolay görülebilir yerlere konmalıdır. Perakende satış merkezlerinde piller 7-8 litre büyüklüğünde farklı kovalarda toplanır. Kovalar üsten kapalıdır. Kovalar sürekli kapalı, nemsiz yerde muhafaza edilmelidir. Şehrin muhtelif yerlerinde oluşturulan toplama bölgelerinde plastik torbalar kullanılabilir. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Toplama sıklığı zamanla ve tecrübe ile tespit edilir. Ayrıca toplanan malzemenin tipinin bir fonksiyonu olarak toplama sıklığı belirlenir. Eğer toplama merkezlerinde sadece düğme ve nikel-kadmiyum piller toplanıyorsa toplama sıklığı buna göre belirlenir. Perakende satış merkezlerinden piller belli aralıklarla pikaplarla toplanır. Tüm toplama merkezlerinin telefon ve e-mail adresleri olmalıdır. Şehrin

muhtelif yerlerinde oluşturulan merkezlerden pikapla pil toplama programı ile perakende satış merkezlerinden pil toplama programı birleştirilmelidir.

Yeterli sayıda pil ekonomik ve verimli bertarafı ile ilgili program belirlendikten sonra bu pillerin hangi tür kaplara konulacağı belirlenmelidir. Toplanmış piller korozyona dayanıklı polietilen 210 litre hacminde plastik varillerde depolanmalıdır. 210 litre varillerin ağırlığı 360 kg'dır. Varillerin depolandığı yerler kapalı, nemsiz, mümkünse soğuk ve havalı ortamlar olmalıdır. Kötü hava şartlarından etkilenmemelidir. Aksi durumda bu piller bozunabilir. Yangına karşı güvenli ortam olmalıdır. Piller diğer tehlikeli ve yanıcı maddelerden ayrı yerlerde depolanmalıdır. (Öztürk, M., 2004,) [8]

Yeterli miktarda pil toplandıktan sonra bu piller bertaraf edilebilir.

Yukarıda tarif edilen program sayılı sayıda pil üreticisi firma veya yerel yönetimlerle birlikte yapılmalıdır. Sayılı sayıda geri dönüşüm merkezlerinde piller sınıflara ayrılabilir. Ayrıştırılan piller bertaraf tesisine gönderilir.

Tüm pil üreticileri ürettikleri pillerin üzerine "Çöpe Atılması Yasaktır" ibaresini veya şeklini koymalıdır.

#### **4.6. Atık Pillerle İlgili Yapılması Gerekli Çalışmalar**

Türkiye'de tüketilen pil türleri belirlenmelidir. Özellikle civalı ve kadmiyumlu pillerin ülkeye girişinde sınırlamalar getirilmelidir. İthalatçı firmalar bu konuda

önceden uyarılmalıdır. Kullanıcılar (özellikle hastaneler) bu konuda bilgilendirilmelidir. Gereğini yerine getirmeyenler cezalandırılmalıdır.

Akü üreticileri kesinlikle bayileri vasıtasıyla aküleri geri toplamalı ve çevreye zarar vermeyecek hale dönüştürmelidirler. Bu konuda ilgili akü üreticileri ile toplantılar yapıp gereği devreye girdirilmelidir. İl belediyelerinden başlanarak pillerin ayrı toplanması sağlanmalıdır.

Bu konuda belediyeler aşağıdaki çalışmalarını yapabilir:

- Pillerdeki civa, kadmiyum ve kurşun gibi zehirli ağır metaller konusunda halkı bilinçlendirmek .
- Pillerin ayrı toplanmasını sağlamalı. Kırmızı renkli pil kutuları ile pil toplama merkezleri oluşturmak.
- Vatandaşların pilleri nasıl ayrı toplayacakları konusunda bilgilendirmek.
- Kırmızı renkli pil toplama araçları oluşturmak.
- Pil toplama işlemini illerin geneline yaygınlaştırmak.
- Pillerin depolama alanlarında ayrı özel hücrelerde depolanması sağlanmak.
- Medya'ya piller konusunda bilgi vermek.
- Pillerin tehlikeli madde (civa, kadmiyum ve kurşun gibi) içerdiğini gelişi güzel kullanılmaması gerektiğini anlatmak.
- Akmış pillerin çok tehlikeli olduğunu, eldivensiz dokunulmaması gerektiği ve ellerin mutlaka yıkanması gerektiği öğretmek.
- Pillerin tehlikeli madde içermesi sebebiyle dille kontrol edilmemesi gerektiğini kamuoyuna duyurmak.

Aşağıda verilmiş Şekil 4.2.'de pil toplama kutularına birkaç örnek gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Pil toplama kutuları örnekleri (Öztürk, M., 2004,) [8]

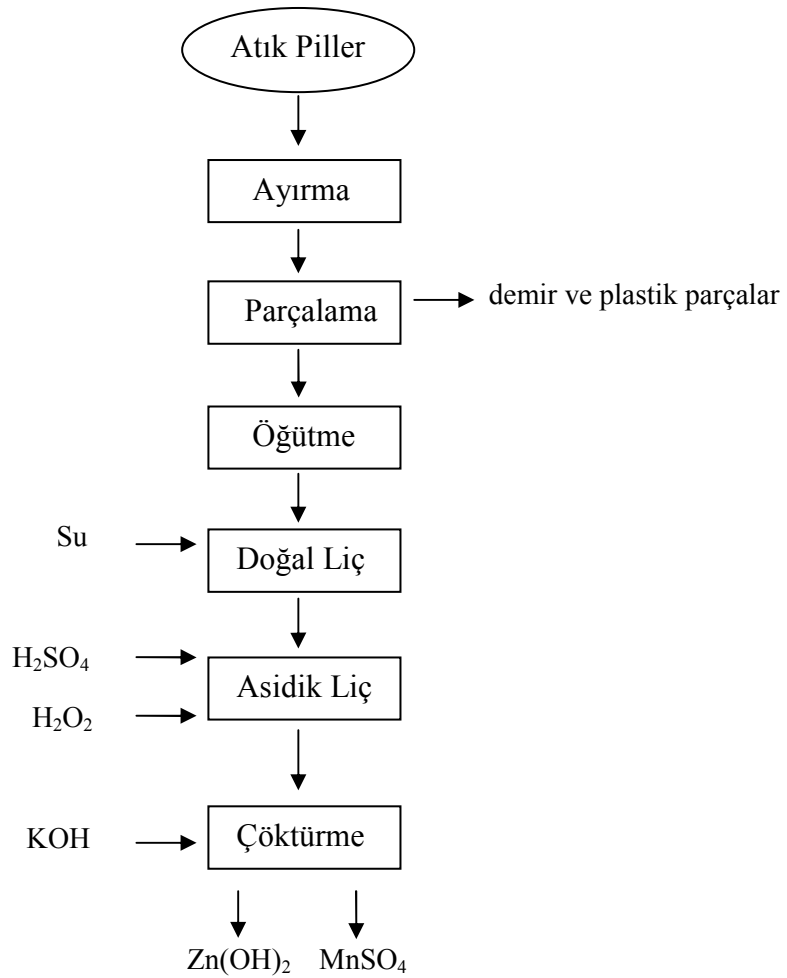
## BÖLÜM 5

### DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Atık çinko-karbon ve alkali pillerden hidrometalürjik yolla çinko ve mangan geri kazanılmaya çalışılmıştır. Şekil 5.1.'de yapılan çalışmaların genel akım şeması verilmiştir. Sırasıyla hazırlık işlemleri; ayırma, parçalama ve öğütme, liç (doğal ve asidik) ve son olarak çinko ve manganı KOH ile çöktürme işlemleri yapılmıştır.

Hazırlık işlemlerinde şu aşamalar yapılmıştır: ayırma, parçalama ve öğütme. Ayırma aşamasında çinko-karbon ve alkali piller diğer çeşitlerden ayrılmıştır. Çinko-karbon ve alkali pillerin parçalama aşamasında grafit ve metal oksitlerin karışımından oluşan pil tozu; demir, plastik ve kâğıt parçalardan ayrılmıştır. Açığa çıkan metal parçalar pirometalürjik yöntemlerde geri kazanılabilir. Son olarak öğütme işleminde bilyalı değirmen ile pil tozu liç işlemi için uygun boyuta indirilir. Parça boyutu liç işleminin verimini etkileyen önemli bir faktördür.

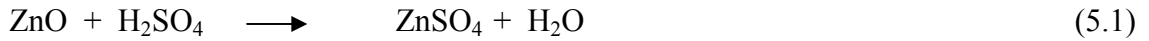




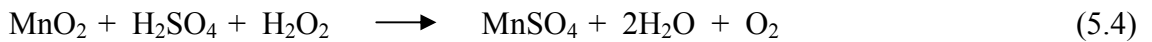
Şekil 5.1. Atık karışık çinko-karbon ve alkali pillerden hidrometalürjik yöntemle çinko ve mangan bileşiklerinin geri kazanılması işleminin akım şeması

Liç işleminde; seyreltik asit çözeltisi kullanılarak geri kazanılmak istenen metaller çözdürülerek çözelti içine alınırlar. Yapılmış çalışmalarda pil tozu örneklerine bakıldığında XRF spektroskopisi analizlerine göre çinko, mangan ve potasyum,  $KO_2$  (potasyum süperoksit),  $ZnO$ ,  $Mn_2O_3$  ve  $Mn_3O_4$  olarak tozda bulunmaktadır. (De Souza, C. and Tenorio, J., 2004) [13]. Bu oksitlerden sadece  $KO_2$  suda çözünebilmektedir. Bu sebeple potasyum, pil tozunun su ile yıkanması yolu ile çinko ve mangandan ayrılabilir. Bu işleme doğal liç işlemi denilmiştir. Bu uygulama sonucu KOH çözeltisi elde edilir. Eğer çözelti buharlaştırılırsa saf KOH tuzu elde edilebilir

veya çöktürme işleminde çöktürme çözeltisi olarak kullanılabilir. Potasyumun uzaklaştırılmasından sonra elde edilen toz, sülfürik asit ile asidik liç işlemine tabi tutulur. Çinko ve manganın çözünmesi sırasında aşağıdaki reaksiyonlar meydana gelir (De Souza, C. and Tenorio, J., 2004)[13]:



Denklem (5.1)'e göre çinko oksitini, sülfürik asit çözeltisinde tamamen çözüldüğü görülür. Fakat diğer taraftan  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  ve  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  oksitlerinin çözünmesi denklem (5.2) ve denklem (5.3)'e göre kısmi olmaktadır. Çünkü reaksiyon ürünü olan  $\text{MnO}_2$  çözünmemektedir. Bu sebeple manganın tam olarak liç yapılabilmesi için hidrojen peroksit ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) kullanılmıştır. Aşağıda reaksiyon verilmiştir:



Asidik çözeltiler kullanılarak gerçekleştirilen liç işleminden sonra çinko ve mangan çözeltiye alınmış olur. Daha sonra bunların çözeltilerden ayrılması gerekmektedir. Literatürde, sıvı-sıvı ekstraksiyonu, elektroliz ve çöktürme gibi birçok ayırma yöntemi uygulamalarından söz edilmiştir (Veloso,L., et. al.2005). Bu tez çalışmasında ise çöktürme işlemi uygulanmıştır. Diğer yöntemlere nazaran çöktürme metodu daha ekonomik ve basittir. KOH kullanılarak farklı pH değerleri elde edilmiş, mangan ve çinkonun çökmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Literatür araştırmasında çinko ve manganın birbirine yakın pH değerlerinde çökeceği gözlemlenir. Oda sıcaklığında  $\text{Zn(OH)}_2$  için yaklaşık olarak pH 8 ve  $\text{Mn(OH)}_2$  için yaklaşık olarak pH 9 değerindedir (Veloso,L., et. al.2005). Birbirine yakın pH değerleri yüzünden çöktürme işleminin hassas bir şekilde yapılması gerekmektedir.

## 5.1. Deneyin Yapılışı

### 5.1.1. Hazırlık işlemleri

AA boyutunda ve birçok markada olan kullanılmış çinko-karbon ve alkali piller toplanmış ve çeneli kırıcıdan geçirilmiştir. Kırıcıdan çıkan piller ezilip kırılarak demir, kâğıt ve plastik parçaları ayrılmış ve içlerindeki toz açığa çıkmıştır. Açığa çıkan toz katodik (manganez oksitler ve grafitler) ve anodik (çinko oksitler ve elektrolitik) maddelerin karışımıdır. Tozun tamamen diğer parçalardan ayrılması için kırıcıdan çıkan atık pil malzemeleri 1mm elek boyutunda elenmiştir. Kırıcıya verilen atık pillerin ağırlığı yaklaşık 7500 g, elek altına geçen tozun ağırlığı ise 1413,2 g'dır. Yani yapılan deney sırasında 1000 g pilden ortalama 188,5 g pil tozu çıkmıştır. Kırıcıdan çıkan pil parçaları ve toz fotoğrafları aşağıdaki Şekil 5.2. ve Şekil 5.3.'de gösterilmektedir.



Şekil 5.2. Kırıcıda kırılan atık piller



Şekil 5.3. Kırıcıda kırılan atık pillerden açığa çıkan pil tozu

Elek altına geçen pil tozu daha sonra liç işlemine hazır hale getirmek için bilyalı değirmende 3 saat öğütülmüştür. Öğütme işlemi sonunda boyutu küçülen pil tozuna elek analizi yapılarak boyut dağılımı hakkında bilgi edinilmiştir. Titreşimli elek sistemine ile 0,300 mm ve 0,038 mm boyutları arasında elek açıklıkları olan 6 adet elek yerleştirilerek 20 dk. eleme yapılmıştır. Elek analizi sonuçları Tablo 5.1.'de verilmiştir.

Pil tozunun nem tayinine bakmak için 10,0 g numune etüvde 24 saat 60°C'de kurutuldu ve tekrar tartıldı. 0,4 g kayıp olduğu görülmüş ve nem kaybı %4 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 5.1. Alkali ve çinko-karbon pil tozu elek analiz sonuçları

Elek Boyutu (mm)	Elek Üstü (%)	Elek Üstü Kümülatif
+0,300	7,8	7,8
-0,300 +0,212	6,3	14,1
-0,212 +0,150	35,6	49,7
-0,150 +0,106	14,2	63,9
-0,106 +0,053	16,7	80,6
-0,053 +0,038	14,9	95,5
-0,038	4,5	100,0

Pil tozunun yapısına bakmak için çökeltilen katı direkt XRF ve çökeltilen katı çözülerek atomik absorpsiyon analizleri yaptırıldı. Öğütülen tozdan bölmeli kap yardımı ile homojen numune hazırlanarak analize tabii tutulmuştur. Atomik absorpsiyon ile Mn ve Zn değerlerine bakılmıştır. Alkali ve çinko-karbon pil tozu XRF ve atomik absorpsiyon analiz sonuçları aşağıdaki Tablo 5.2. ve Tablo 5.3.'de verilmiştir.

Tablo 5.2. Alkali ve çinko-karbon pil tozu Mn ve Zn atomik absorpsiyon analiz (AAS) sonuçları

No	Mn (%)	Zn (%)
1	34,53	49,39
2	34,52	49,58

Tablo 5.3. Alkali ve çinko-karbon pil tozu XRF analiz sonuçları

Metal	% Ağırlık
Mg	0,12
Al	0,53
Si	1,39
P	0,03
S	0,14
Cl	7,58
K	1,11
Ca	0,26
Ti	0,06
Mn	35,41
Fe	2,83
Ni	0,08
Cu	0,03
Zn	50,19
Sr	0,03
Pb	0,20

Beslenen tozun ortalama Mn içeriği  $[(35,4 + 34,5)/2] = \%35$  ve Zn içeriği ise  $[(50,2 + 49,4)/2] = \%49,8$  kabul edilmiştir.

### 5.1.2. Liç işlemleri

Pil tozunun liç işlemi iki aşamadan oluşmaktadır. Bunlar doğal liç ve asidik liç işlemleridir. Doğal liç işleminde, pil tozunda bulunan potasyum süperoksitin ( $KO_2$ ) suda çözülmesi ve böylelikle mangan ve çinkodan ayrılması sağlanmaya çalışılmıştır. Deneyde 50 g kuru pil tozu farklı hacimlerdeki saf su ile yıkanmıştır. Doğal liç işleminde karıştırıcı olarak Denver marka laboratuvar flotasyon makinesi kullanılmıştır. Deneyde 50 g kuru toz numune 20 dk., boyunca, 1150 rpm devir hızı ile çalışan karıştırıcıda değişik katı/sıvı oranlarında saf su ile liç işlemine tabii tutulmuştur. Kullanılan katı/sıvı oranları 1/6, 1/10 ve 1/20 g/mL'dir. Her deney sonucunda çözelti vakumlu filtre ile süzölmüş ve arda kalan pölp etüvde 60°C'de 1 saat kurutulmuştur.

Asidik liç aşamasında, doğal liç işlemine tabii tutulmuş ve süzölerek kurutulan pil tozu sülfürik asit ve hidrojen peroksit çözeltileriyle mangan ve çinko geri kazanım amacı ile çözüldürölmüştür. Bu aşamada doğal liç işleminde 3 ayrı kategoride değeriendirilen numunelere (k/s; 1/10, 1/6 ve 1/20 g/mL) sabit sıcaklık altında (50°C) ve sabit konsantrasyonda hidrojen peroksit kullanarak sadece sülfürik asit konsantrasyonunu değeriştirilerek liç işlemi uygulanmıştır. Katı-sıvı oranı da 1/30 g/mL olarak sabit alınmıştır. Sülfürik asit konsantrasyonu sıvı/sıvı olarak %1 ve %3, hidrojen peroksit konsantrasyonu sıvı/sıvı olarak %2 değerilerinde alınmıştır. Sülfürik asitin ve hidrojen peroksitin beraber kullanılması ile toplu liç işlemi yapılmıştır. Deney sırasında çözüldürme işlemi ısıtıcıli sabit karıştırıcı yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık 50°C ve süre 30 dk. olarak alınmıştır. Çözdürme işleminden sonra çözelti vakumlu filtre ile süzölmüş ve süzölen çözelti çöktürme işlemi için hazır hale gelmiştir.

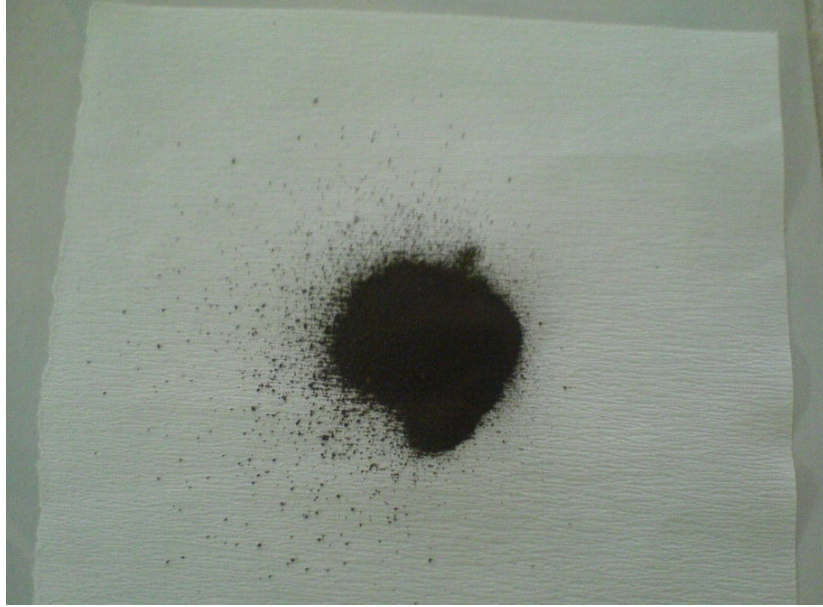
### 5.1.3. Çöktürme

Çöktürme deneyleri oda sıcaklığında dijital pH metre kullanılarak yapılmıştır. Çöktürme işleminde KOH tuzu kullanılmıştır. KOH tuzuna saf su eklenerek, 105,4 g/L KOH çözeltisi elde edilmiştir. Liç çözeltilerine çok yavaş bir şekilde eklenerek istenen pH seviyeleri elde edilmeye çalışılmıştır. Zn çökeltmek için pH 8, Mn çökeltmek için ise pH 10 civarında ayarlanarak deneyler yapılmıştır. Çökelen metaller vakumlu filtre ile süzölmüş ve filtre keki etüvde 60°C’de 1 saat kurutulmuştur. Kuruyan kekin metal içerikleri atomik absorpsiyon analizi ile incelenmiştir. Atık pil tozunun liç yapılmasından sonra çöktürme işlemi uygulanarak elde edilen Zn ve Mn deney numune fotoğrafları aşağıdaki Şekil 5.4. ve Şekil 5.5.’de verilmiştir.



Şekil 5.4 Atık pil tozundan liç işlemi sonrasında çöktürölen Zn numunesi





Şekil 5.5. Atık pil tozundan liç işlemi sonrasında çöktürülen Mn numunesi

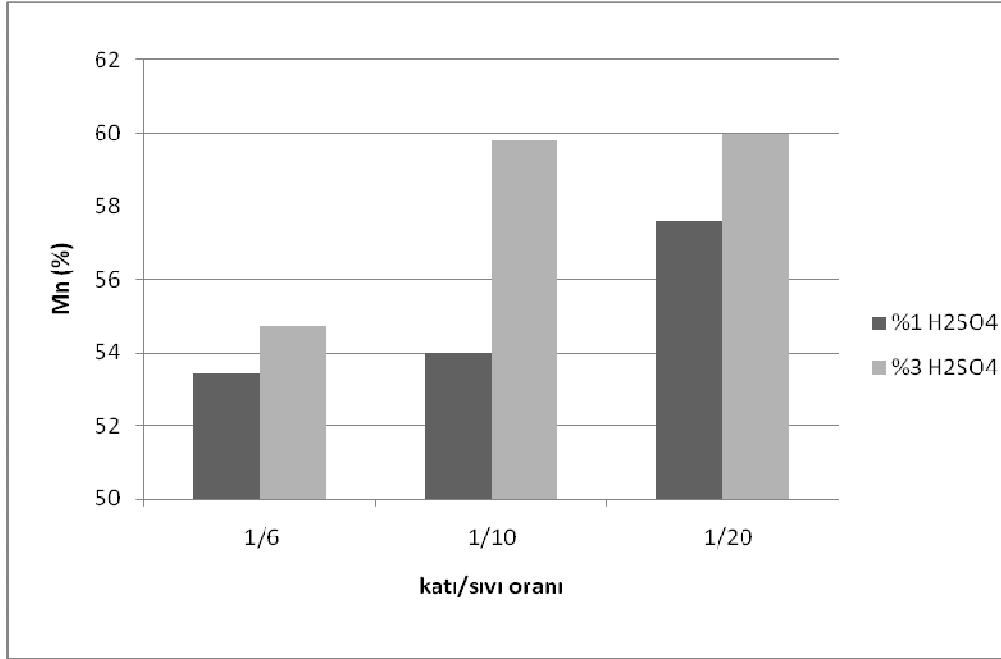
## 5.2. Sonuçlar ve Değerlendirme

Deney sonucunda çöktürme işlemi sonrasında elde edilen numunelerin atomik absorpsiyon analizleri yapılarak Zn ve Mn değerleri okunmuştur. Çöktürme sonrasında her deney sonucunda farklı pH değerleri (8-10) için çinko ve mangan olmak üzere 2 adet numune elde edilmiştir. Aşağıda verilen Tablo 5.4.'de doğal liç katı/sıvı oranı ve  $H_2SO_4$  konsantrasyonuna göre çökeltile ürünün Mn ve Zn atomik absorpsiyon analiz sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 5.4. Atık pil tozundan çöktürme işlemi sonrası geri kazanılan Zn ve Mn değerlerinin atomik absorpsiyon analiz sonuçları

Doğal Liç Katı/Sıvı (g/mL)	Asidik Liç Asit Konsantrasyonları (%)		Analiz Sonuçları (%)		
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Çöktürme Numuneleri	Mn	Zn
1/6	1	2	Zn	0,48	45,60
			Mn	53,37	5,71
	3	2	Zn	0,307	38,60
			Mn	54,70	7,33
1/10	1	2	Zn	0,85	51,85
			Mn	53,97	5,46
	3	2	Zn	0,56	44,69
			Mn	59,88	5,61
1/20	1	2	Zn	0,49	45,13
			Mn	57,56	8,18
	3	2	Zn	0,49	38,80
			Mn	60,06	7,99

Şekil 5.6.'de verilen, farklı katı/sıvı oranları ve %H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konsantrasyonlarında Mn (%) değişimi grafiğine göre, uygulanan akım şemasıyla Mn içeriği; 1/20 katı/sıvı oranında ve %3 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> liç konsantrasyonunda, ortalama %35'den %60'a çıkarılmıştır. %3 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> liç konsantrasyonunda katı/sıvı oranı azaldıkça Mn oranı yaklaşık olarak %55'den %60'a çıkmıştır. %3 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konsantrasyonunda Mn kazanımı %1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konsantrasyonuna nazaran daha fazla olmuştur. 1/20 katı/sıvı oranında ve %3 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konsantrasyonunda en yüksek Mn içeriği elde edilmiştir.



Şekil 5.6. Farklı katı/sıvı oranları ve %H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konsantrasyonlarında Mn (%) değişimi

En düşük Zn içerikli Mn çökeleği 1/10 katı/sıvı oranı ve %1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konsantrasyonunda elde edilmiştir. Zn çöktürmede başarılı olunamamıştır. En iyi sonuç 1/10 katı/sıvı oranı ve %1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konsantrasyonunda alınmış ve yaklaşık olarak %51,8 Zn içeriği elde edilebilmiştir. Çöktürme pH'sının çok iyi kontrol edilememesinden Zn tam çöktürülemediği. Tablo 5.4.'e göre, Zn çökeleklerinde Mn içeriği %0,3-0,8 arasında değişirken, Mn çökeleğinde Zn içeriği %5,5-8,2 arasında olmuştur.

Test edilen akım şeması mangan zenginleştirilmesinde başarılı olmuştur. Mangan konsantrasyonu yaklaşık olarak %35'den, ortalama %56'ya çıkarılmış ve manganın kazanım verimi yaklaşık olarak %48 olmuştur. Fakat çinkoyu çöktürmede başarılı olunamamıştır.

## BÖLÜM 6

### GENEL SONUÇLAR

Tehlikeli atıkların üretilmesi, taşınması, depolanması, yok edilmesi ve sınırlar ötesi taşınması aşamalarında alınması gereken önlemleri belirlemek ve bu süreçte uyulması gerekli kuralları öngörmek üzere 2005 yılında yürürlüğe giren “Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” ne göre, atık yönetiminin her aşamasında sorumlu kişilerin çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyecek tedbirleri almaları, atıkların yarattığı çevre kirlenmesi ve bozulmasından doğan zararlardan atık üreticilerinin, taşıyıcılarının ve yok edicilerinin kusur şartı aranmadan sorumlu olmaları esastır.

Gün geçtikçe daha sık kullanılmaya başlayan pillerin, içerdikleri toksik materyallerin çevreye etkileri sebebiyle geri kazanımları ve zararlı etkilerinin minimize edilmesi zorunludur. Atık pillerin doğru olarak elden çıkarılması dünya çapında artan bir sorundur.

Görülen odur ki, çöp sorunu, çöpü üreten insanların bu konuda bilinçlendirilmesi ve bir ölçüde örgütlenmesi olmadan çözülecek bir sorun olmanın ötesindedir. Çöp miktarının azalması, geri kazanım süreçlerinin etkin biçimde işlemesi, ancak yöre halkının bilinçli katılımı ile olasıdır. Dolayısıyla bu konuda özendirici önlemler ve diğer yöntemlerin uygulamaya konması gerekmektedir.

Geri dönüşüm, doğal kaynakların en verimli biçimde kullanılmasını sağlayacak, gelecek kuşaklara potansiyel kaynakların mümkün olabilen en fazla miktarını bırakabilecek en önemli katı atık yönetim biçimidir.

Pillerin geri kazanımını sağlamak, üreten, ithal eden, satan ve tüketen arasındaki işbirliği ile mümkün gözükmektedir. Bunun için uygulanabilir bir toplama ve geri kazanım sistemlerinin geliştirilmesi, iletişim araçlarının etkili bir şekilde kullanılarak geniş kitlelere duyurulması ve yasal hükümlerin sıkı bir şekilde uygulanması gerekmektedir.

Atık pillerin geri kazanımı için kullanılan hidrometalurjik ve pirometalurjik yöntemlerden, hidrometalurjik yöntemler diğer yöntemlere göre daha ekonomik, çevreci ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle uygulanabilir bir yöntem olarak gözükmektedir.

Bu çalışmada, atık pillerden çinko ve manganın geri kazanılması işleminde hidrometalurjik yöntem kullanılmıştır. Yapılan deney sonuçlarına göre hidrometalurjik yöntemin kolay uygulanabilir ve ekonomik olduğu görülmüştür.

Siyah pil tozunun öğütme işleminden sonra nem oranı ve tane boyut analizi yapılmış, nem oranının % 0,4 olduğu ve tane boyutunun %50'ye yakınının 0,150 mm'den küçük olduğu tespit edilmiştir. Çinko ve manganın pil tozu yapısındaki ana metaller olduğu anlaşılmıştır.

Siyah pil tozunun çözme işleminden önce su ile doğal liç ve ardından ise sülfürik asit ve hidrojen peroksit kullanılarak asidik liç yapılarak gerçekleştirilmiştir. Doğal liç ile toz su ile yıkanarak potasyum giderilmiş ve sülfürik asitle hidrojen peroksit kullanılarak da çinko ve manganın pil tozundan ayrılması test edilmiştir. Mangan konsantrasyonu yaklaşık olarak %35'den, ortalama %56'ya çıkarılmış ve manganın kazanım verimi yaklaşık olarak %48 olmuştur. Liç ve çöktürme işlemleri sonucunda manganın çinkoya göre daha verimli geri kazanım sonuçları verdiği görülmüştür. Çinko uygun pH aralığı yakalanamadığından yeterli saflıkta çöktürülemediği görülmüştür.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] European Battery Recycling Association, 2006, <http://www.ebrarecycling.org>.
- [2] European Patent Office, 2006, <http://www.european-pattent-office.org>.
- [3] EBRA, European Battery Recycling Association, 2006, <http://www.ebrarecycling.org>.
- [4] EPBA, European Portable Battery Association, 2006, <http://www.epbaeurope.net>.
- [5] European Union, 2006, <http://www.europa.eu.int>
- [6] Armağan, B., Demir. İ., Demir. Ö. ve Gök, N., 2006, Katı Atıkların Ekonomide Değerlendirilmesi, İstanbul Ticaret Odası, 111 s.
- [7] Turan, K., 2005, Türkiye’de Atık Yönetimi Ve Finansmanı, 974s.
- [8] Öztürk, M., 2004, Pil/akü kullanımı ve atık piller ile akülerin zararları, Çevre ve Orman Bakanlığı, [www.cevreorman.gov.tr/belgeler/piller.doc](http://www.cevreorman.gov.tr/belgeler/piller.doc)
- [9] Öztürk, M. ve Tombul, B., 2005, Kullanılmış akülerin çevreye zararları ve geri kazanılması, Çevre ve Orman Bakanlığı [www.cevreorman.gov.tr/belgeler/piller.doc](http://www.cevreorman.gov.tr/belgeler/piller.doc)
- [10] De Michelis, I., Ferella, F., Karakaya, E., Beolchini, F. and Veglio, F., 2007, Recovery of zinc and manganese from alkaline and zinc-carbon spent batteries, Journal Of Power Sources 172, 975-983
- [11] Salgado, A., Veloso, A., Pereire, D., Gontijo, G., Salum, A. and Mansur, M., 2002, Recovery of zinc and manganese from spent alkaline batteries by liquid-liquid extraction with Cyanex 272, Journal Of Power Sources 115, 367-373
- [12] Freitas, M., Pegoretti, V. and Pietre, M., 2007, Recycling manganese from spent Zn-MnO<sub>2</sub> primary batteries, Journal Of Power Sources 164, 947-952
- [13] De Souza, C. and Tenorio, J., 2004, Simultaneous recovery of zinc and manganese dioxide from household alkaline batteries through Hydrometallurgical processing, Journal Of Power Sources 136, 191-196
- [14] Veloso, L., Rodrigues, L., Ferreira, D., Magalhães, S. and Mansur, M., 2005, Development of a hydrometallurgical route for the recovery of zinc and manganese from spent alkaline batteries, Journal Of Power Sources 152, 295-302

Atık inko-Karbon ve Alkali Pillerden  
Çinko ve Manganın Geri Kazanılması

Mine Senem Tuğru

EKLER

Ek.1. Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği

Danışman: Prof. Dr. Muammer Kaya

Mart,2009

# Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği

## BİRİNCİ BÖLÜM

### Amaç, Kapsam, Hukuki Dayanak, Tanımlar ve İlkeler

#### Amaç

**Madde 1-** Bu Yönetmeliğin amacı; pil ve akümülatörlerin üretiminden başlayarak nihai bertarafına kadar;

a) Çevresel açıdan belirli kriter, temel koşul ve özelliklere sahip pil ve akümülatörlerin üretiminin sağlanmasına,

b) İnsan sağlığına ve çevreye zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı olarak alıcı ortama verilmesinin önlenmesine,

c) Etiketleme ve işaretleme ile pil ve akümülatör ürünlerinin kalite kontrolünün, ithalatının kontrolünün ve içerdiği zararlı madde miktarının kontrolünün sağlanmasına,

d) İthalat, ihracat ve transit geçişlerine ilişkin esasların belirlenmesine,

e) Yönetiminde gerekli teknik ve idari standartların sağlanmasına,

f) Zararlı madde içeren pil ve akümülatörlerin üretilmesinin, ihracatının, ithalatının ve satışının önlenmesine,

g) Atık pil ve akümülatörlerin geri kazanım veya nihai bertarafı için toplama sisteminin kurulmasına ve yönetim planının oluşturulmasına,

yönelik prensip, politika ve programların belirlenmesi için hukuki ve teknik esasları düzenlemektir.

#### Kapsam

**Madde 2-** Bu Yönetmelik; pil ve akümülatör ürünlerinin etiketlenmesi ve işaretlenmesi, üretilmesinde zararlı madde miktarının azaltılması, kullanıldıktan sonra atıklarının evsel ve diğer atıklardan ayrı olarak toplanması, taşınması, bertarafı ile ithalat, transit geçiş ve ihracatına ilişkin yasak, sınırlama ve yükümlülükleri, alınacak önlemleri, yapılacak denetimleri, tabi olunacak sorumlulukları düzenler.

Endüstriyel kullanım amacına bağlı olarak kalıcı olarak yerleştirilmiş pillerin bulunduğu aletler, bilimsel ve mesleki alanda kullanılan, hayati önemi haiz tıbbi aygıtlara yerleştirilmiş piller, kalp pilleri, sadece uzman kişiler tarafından uzaklaştırılması gereken, kesintisiz olarak sürekli çalışması gereken aletler içindeki pil veya akümülatörler bu Yönetmelik kapsamı dışındadır.

Pil veya akümülatör üretim ve bertaraf tesislerinden kaynaklanan üretim atıklarının yönetimi de bu Yönetmelik kapsamı dışındadır. Söz konusu atıklar sahip oldukları özelliklere göre Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği veya Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümlerine tabidir.



## Hukuki Dayanak

**Madde 3-** Bu Yönetmelik 2872 sayılı Çevre Kanununda öngörülen amaç ve ilkeler doğrultusunda 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanunun 1 inci ve 2 nci maddeleri ile 9 uncu maddesinin (d), (h), (o), (p), (s) bentlerine dayanılarak hazırlanmıştır.

## Tanımlar

**Madde 4-** Bu Yönetmelikte geçen;

Bakanlık: Çevre ve Orman Bakanlığını,

Yönetmelik: Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliğini,

Tehlikeli Kimyasallar Yönetmeliği: 11/7/1993 tarihli ve 21634 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan, 20/4/2001 tarihli ve 24379 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Yönetmelik ile değişik Tehlikeli Kimyasallar Yönetmeliğini,

Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği: 27/8/1995 tarihli ve 22387 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğini,

Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği: 14/3/1991 tarihli ve 20814 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğini,

Akümülatör: Endüstride ve araçlarda otomatik marş, aydınlatma veya ateşleme gücü için kullanılan, şarj edilebilir sekonder hücrelerde kurşunla sülfürik asit arasındaki kimyasal reaksiyon sonucu kimyasal enerjinin doğrudan dönüşümü ile üretilen elektrik enerjisi kaynağını,

Pil: Şarj edilmeyen primer hücrelerde kimyasal reaksiyon sonucu oluşan kimyasal enerjinin doğrudan dönüşümü ile üretilen elektrik enerjisi kaynağını,

Şarj Edilebilir Pil: Şarj edilebilen ve birkaç defa kullanılabilen pili,

I. Grup Piller: Nikel kadmiyum ve cıva oksit piller hariç olmak üzere diğer pilleri,

II. Grup Piller: Nikel kadmiyum ve cıva oksit pilleri,

Nikel Kadmiyum Pil: Şarj edilebilir sekonder hücrelerde kadmiyumla nikel hidroksit arasındaki kimyasal reaksiyon sonucu kimyasal enerjinin doğrudan dönüşümü ile üretilen elektrik enerjisi kaynağını,

Cıva İçeren Piller: Cıva oksit elektrot içeren alkali-mangan, çinko-karbon ve cıva oksit piller gibi pilleri,

Düğme Pil: İşitme cihazları, saatler ve benzeri taşınabilir aletlerde kullanılan ve çapı yüksekliğinden fazla olan yuvarlak pilleri,

Zararlı Maddeleri İçeren Piller:

a) Ağırlıkça % 0.0005’den fazla cıva (Hg) içeren pilleri,

b) Alkali-mangan piller hariç, pil başına 25 mg’dan fazla cıva (Hg) içeren pilleri,

c) Ağırlıkça % 0.025’den fazla cıva (Hg) içeren alkali-mangan pilleri,

d) Ağırlıkça % 0.025’den fazla kadmiyum (Cd) içeren pilleri,

e) Ağırlıkça % 0.4’den fazla kurşun (Pb) içeren pilleri,

Üretici: Pil veya akümülatör üreten, imal eden, ürüne adını, ticaret markası veya ayırt edici işaretini koymak suretiyle kendini üretici olarak tanıtan gerçek ve tüzel kişiyi, üreticinin

Türkiye dışında olması halinde ithalatçıyı; ayrıca ürünün tedarik zincirinde yer alan, faaliyetleri ürünün güvenliğine ilişkin özelliklerini etkileyen gerçek ve tüzel kişiyi,

Pil ve Akümülatör Ürünlerinin Dağıtımını ve Satışını Yapan İşletmeler: Toptancıları, perakendecileri, marketleri, büyük ve küçük ölçekli alışveriş merkezlerini, garajları, tamir-bakım atölyelerini ve inşaat şirketlerini,

Atık Pil ve Akümülatör: Yeniden kullanılabilir durumda olmayan, evsel atıklardan ayrı olarak toplanması, taşınması, bertaraf edilmesi gereken kullanılmış pil ve akümülatörleri,

Toplama: Atık pil ve akümülatörlerin kota veya depozito kapsamında özelliklerine göre biriktirilmesini, ayrılmasını veya gruplandırılmasını,

Depozito Sistemi: Atık akümülatörlerin toplanması için akümülatör satın alınırken satıcıya akümülatör başına ödenen fazla paranın tüketiciye geri dönmesi sistemini,

Depozito Uygulaması Müracaat Formu: Ek-3'de verilen formu,

Kota: Yönetmelik kapsamındaki atık pillerin toplanması ve bertaraf edilmesi gereken miktarının (ağırlıkça) piyasaya sürülen pil miktarına (ağırlıkça) oranını,

Kota Uygulamasına Tabi İşletmeler: Pil üreten, ithal eden, piyasaya süren ve marka sahibi gerçek ve tüzel kişileri,

Kota Uygulaması Müracaat Formu: Ek-2'de verilen formu,

Geçici Depolama: Dağıtım ve satış noktalarında, geri kazanım ve depolama tesislerinde, atık pil ve akümülatörlerin geçirimsizliği sağlanmış beton zemin üzerinde bekletildiği alanları,

Geri Kazanım: Atık pil ve akümülatörleri fiziksel ve/veya kimyasal işleme tabi tutarak hammadde veya ürün elde etme işlemini,

Depolama: Geçirimsizlik koşulları sağlanmış, nemden arı ve meteorolojik şartlardan korunmuş ayrı kapalı alanlarda depolamayı,

Bertaraf: Atık pil ve akümülatörlerin geri kazanım, depolama veya ihracat yoluyla muhtemel olumsuz çevresel etkilerinin giderilmesini,

Ön Lisans: Bu Yönetmelik kapsamındaki atık pil ve akümülatörlerin geri kazanımı amacıyla tesis kurmak, isteyenlerin, kuracakları tesislerin projelerinin çevre ve insan sağlığına uygunluğunu gösteren belgeyi,

Lisans: Bu Yönetmelik gereğince atık akümülatör taşımacılığı yapmak isteyen araç sahibi firmaların Valilikten; atık akümülatör geri kazanım tesisi işletmek isteyenlerin ise Bakanlıktan alacakları ve konu ile ilgili yeterli uzman ve teknolojik imkanlara sahip olduğunu gösteren belgeyi,

HDPE: Yüksek yoğunluklu polietileni,  
ifade eder.

## Genel İlkeler

**Madde-5:** Atık pil ve akümülatörlerin yönetimine ilişkin ilkeler şunlardır;

- Piller ve akümülatörler bu Yönetmelikte belirtilen şekilde etiketlenir ve işaretlenir
- Uzun ömürlü ve şarj edilebilir pil ve akümülatörlerin üretimi öncelikle tercih edilir.
- Ağırlıkça yüzde iki (% 2) den fazla cıva oksit veya cıva içeren düğme tipi pillerin üretimi ve ithalatı yasaktır.

d) Ağırlıkça yüzde iki (% 2) ye kadar cıva oksit veya cıva içeren düğme tipi piller ve ağırlıkça % 2'ye kadar cıva içeren düğme tipi pillerden oluşan piller hariç;

- 1) Ağırlıkça milyonda beş (% 0,0005) den fazla cıva içeren (Hg) pillerin,
- 2) Ağırlıkça onbinde yirmibeş (% 0,025) den fazla Kadmiyum (Cd) içeren primer pillerin,  
ithalatı ve üretimi yasaktır.
- e) Zararlı madde içeren atık piller Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümlerine göre bertaraf edilir.
- f) Atık pil ve akümülatörlerin evsel ve diğer atıklarla birlikte depolanması, alıcı ortama verilmesi ve yakılması yasaktır.
- g) Atık pil ve akümülatörlerin geri kazanılması esastır.
- h) Atık pil ve akümülatörlerin yönetimlerinin her safhasında sorumlu kişiler, çevre ve insan sağlığına zarar vermemek için gerekli tedbirlerin alınmasından sorumludur.
- i) Atık pil ve akümülatörlerin yarattığı çevresel kirlenme ve bozulmadan doğan zararlardan dolayı pil ve akümülatör üreticilerinin, atık pil ve akümülatör taşıyıcılarının ve bertaraf edicilerin bu faaliyetler sonucu meydana gelen zararlardan ötürü kusurları oranında tazminat sorumluluğu saklıdır.
- j) Pil ve akümülatör üretenler ile piyasaya sürenler, atık pil ve akümülatörlerin toplanması, taşınması ve bertarafını sağlamak ve bu amaçla yapılacak harcamaları karşılamakla yükümlüdürler.
- k) Bu Yönetmelik kapsamına giren atık pil ve akümülatörlerin uluslararası ticareti, ithalatı, ihracatı ve transit geçişinde Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümleri uygulanır.
- l) Atık pil ve akümülatörlerin yönetiminden kaynaklanan her türlü çevresel zararın giderilmesi için yapılan harcamalar “kirleten öder” prensibine göre atık pillerin ve akümülatörlerin yönetiminden sorumlu olan gerçek ve tüzel kişiler tarafından karşılanır. Pil ve akümülatörlerin üretiminden ve ithalatından sorumlu kişilerin çevresel zararı durdurmak, gidermek ve azaltmak için gerekli önlemleri almaması veya bu önlemlerin yetkili makamlarca doğrudan alınması nedeniyle kamu kurum ve kuruluşlarınca yapılan gerekli harcamalar 6183 sayılı Amme Alacaklarının Tahsili Usulü Hakkında Kanun hükümlerine göre atıkların yönetiminden sorumlu olanlardan tahsil edilir. Ancak, kirletenlerin ödeme yükümlülüğünden kurtulabilmesi için, kirlenmenin önlenmesi ve sınırlandırılması için her türlü tedbiri aldıklarını ispat etmeleri gerekir.

## İKİNCİ BÖLÜM

### Görev, Yetki ve Yükümlülükler

#### **Bakanlığın Görev ve Yetkileri**

#### **Madde 6- Bakanlık;**

- a) Atık pil ve akümülatörlerin çevreyle uyumlu bir şekilde yönetimini sağlayacak politikaları saptamak, bu yönetmeliğin uygulanmasına yönelik işbirliği ve koordinasyonu sağlamakla,

- b) Atık pil ve akümülatör geri kazanım tesislerine ön lisans ve lisans vermekle,
  - c) Atık pil depolarının projelerine onay vermekle,
  - d) Atık pil ve akümülatörlerin toplanarak geri kazanımları için uygulanacak olan ve bu Yönetmeliğin 25 inci ve 29 uncu maddelerinde yer alan hedeflere ulaşılması için gerekli tedbirleri almak ve uygulanmasını sağlamakla, kota ve depozito başvurularını değerlendirmekle,
  - e) Atık pil ve akümülatörlerin çevreyle uyumlu yönetimine ilişkin en yeni sistem ve teknolojilerin uygulanmasında ulusal ve uluslararası koordinasyonu sağlamakla,
  - f) Atık pillerin ve akümülatörlerin toplanması ve bertarafı için düzenlenecek halkın bilinçlendirilmesi çalışmalarına destek sağlamakla,
- görevli ve yetkilidir.

### **Mülki Amirlerin Görev ve Yetkileri**

**Madde 7-** Mahallin en büyük mülki amiri;

- a) Atık yönetimi politikaları çerçevesinde ilde gerekli stratejileri geliştirmek ve uygulamakla,
  - b) İl sınırları içinde faaliyette bulunan ve Yönetmelik kapsamına giren geri kazanım ve depolama tesislerini tespit etmek ve Bakanlığa bildirmekle,
  - c) Atık pil ve akümülatörlerin yasal olmayan yollarla değerlendirilmesini önlemekle, denetimler sonucu bu yönetmeliğe aykırı durumun tespit edilmesi halinde atık akümülatörleri en yakın lisanslı geri kazanım tesisine gönderilmesini, atık pillerin ise en yakın depolama alanına gönderilmesini sağlamakla ve bu Yönetmelikte belirtilen cezaları vermekle,
  - d) Ulusal atık taşıma formlarını değerlendirerek Bakanlığa yıllık rapor vermekle,
  - e) İl sınırları içinde atık akümülatör taşınması ile ilgili faaliyet gösteren araç ve firmalara taşıma lisansı vermekle, bu lisansı kontrol etmekle, iptal etmekle ve yenilemekle,
  - f) Pil ve akümülatör üreticileri veya pil ve akümülatör üreticilerinin yetkilendireceği kişi veya kuruluşlar tarafından kurulacak geçici depolama alanlarına izin vermekle, bu alanları denetim altında tutmakla ve izin verilen alanları Bakanlığa bildirmekle,
  - g) İl sınırları içinde atık pil ve akümülatörlerin taşınması sırasında meydana gelebilecek kazalarda her türlü acil önlemi almak ve gerekli koordinasyonu sağlamakla,
  - h) Üreticiler, mahalle muhtarlıkları ve belediyeler ile birlikte koordineli olarak yapılacak eğitim çalışmalarına katkı sağlamakla,
- görevli ve yetkilidir.

### **Belediyelerin Görev ve Yetkileri**

**Madde 8-** Belediyeler, Büyükşehir statüsündeki yerlerde Büyükşehir Belediyeleri;

- a) Atık pil ve akümülatörlerin belediye katı atık düzenli depolama alanlarında evsel atıklarla birlikte bertarafına izin vermemekle,
- b) Kuruluş ve işletme giderleri pil üreticileri tarafından karşılanacak geçirimsizlik koşulları sağlanmış, nemden arı ve meteorolojik şartlardan korunmuş atık pil depolama alanlarının kurulması için katı atık düzenli depolama alanlarında ücretsiz olarak yer tahsis etmekle,

c) Üreticilerin şehrin muhtelif yerlerinde yapacakları atık pil ve akümülatör toplama işlemlerine yardımcı olmak ve işbirliği yapmakla,

d) Okullar, halk eğitim merkezleri, mahalle muhtarlıkları, eğlence yerleri ve halka açık merkezlerde pilleri ayrı toplama ile ilgili üreticilerin sorumluluğu ve programı dahilinde gerektiğinde üretici ile işbirliği yaparak pilleri ücretsiz olarak ayrı toplamakla, halkı bilgilendirmekle, eğitim programları düzenlemekle,

e) Belediye sınırları içinde bulunan atık pil ve akümülatör bertaraf tesislerini ve taşıma firmalarını denetlemekle,  
görevli ve yetkilidir.

### **Pil Üreticilerinin Yükümlülüğü**

#### **Madde 9-** Pil üreticileri;

a) Sekonder hücreler ve sekonder pil ürünlerini Türk Standartlarında (TS EN 61429) belirtilen şekilde etiketlemek ve işaretlemekle, ağırlıkça milyonda beş (% 0,0005) den fazla cıva (Hg) içeren düğme tipi piller ile bu tür düğme pillerden oluşturulan pillerin ambalajlarını Ek-1'de gösterilen sembol ile işaretlemekle,

b) Bu Yönetmeliğin 2 no'lu ekinde yer alan Kota Uygulaması Müracaat Formunu doldurarak her yıl Bakanlığa başvurmakla,

c) Atık pilleri bu yönetmelikte belirtilen hükümler ile bu Yönetmeliğin 25 inci maddesinde belirtilen hedefler doğrultusunda toplanmasını ve bertarafını sağlamak veya sağlamakla,

d) Atık pil ihracatında Bakanlıktan onay almakla,

e) Zararlı maddeleri içeren pilleri üretmemekle veya ithal etmemekle, ürettikleri veya ithal ettikleri pildeki zararlı madde miktarını en az düzeye indirecek tedbirleri almakla,

f) Atık pillerin kota oranlarında toplanması amacıyla tüketiciyi bilgilendirici ve bilinçlendirici eğitim programları düzenlemekle,

g) Atık pil taşımacılığında bu Yönetmeliğin 15 inci ve 16 ncı maddelerine uymakla,

h) Genel bir toplama ve geri dönüşüm sistemi geliştirerek veya belli bir sisteme katılarak atık pillerin toplanmasını ve bertarafını sağlamakla,

ı) Toplama noktalarına konulacak kırmızı renkli, üzerinde "Atık Pil" ve "Yalnızca Atık Pil Atınız" ibareleri yer alan toplama kutularını veya konteynerlerini ücretsiz olarak temin etmekle, dolan kutuların veya konteynerlerin toplanmasını sağlayarak atık pilleri depolama alanlarına taşımak veya taşıtmakla,

j) Belediyelerin katı atık düzenli depolama sahalarında atık pil depolama alanlarını kurmakla, bakım ve onarım giderlerini karşılamakla,

k) Atık pil depolama alanlarının projeleri için Bakanlıktan onay almakla,

l) Sabit veya mobil atık pil ayırma tesislerini kurmakla,  
yükümlüdür.

### **Akümülatör Üreticilerinin Yükümlülüğü**

#### **Madde 10-** Akümülatör üreticileri;

a) Akümülatör ürünlerini bu Yönetmelikte belirtilen şekilde etiketlemek ve işaretlemekle,

- b) Bu Yönetmeliğin 3 no'lu ekinde yer alan depozito uygulaması müracaat formunu doldurarak her yıl Bakanlığa başvurmakla,
- c) Atık akümülatörlerin bu Yönetmeliğin 29 uncu maddesinde belirtilen hedefler doğrultusunda toplanmasını, geri kazanımını ve bertarafını sağlamak veya sağlatmakla,
- d) Atık akümülatör ihracatında Bakanlıktan onay almakla,
- e) Ürettikleri veya ithal ettikleri akümülatörlerde zararlı madde miktarlarını en aza indirecek tedbirleri almakla,
- f) Atık akümülatör atıklarının zararları ve toplanmaları konusunda tüketicilerin katılım ve katkılarını sağlamak amacıyla eğitimlerini, bilgilendirilmelerini sağlamakla,
- g) Atık akümülatör taşımacılığında bu Yönetmeliğin 15 inci, 16 ıncı ve 17 inci maddelerinde belirtilen hükümlere uymakla,
- h) Genel bir toplama ve geri dönüşüm sistemi geliştirerek veya belli bir sisteme katılarak atık akümülatörlerin toplanmasını, geri kazanımını veya bertarafını sağlamakla, yükümlüdür.

### **Pil Ürünlerinin Dağıtımını ve Satışını Yapan İşletmelerin Yükümlülükleri**

**Madde 11-** Pil ürünlerinin dağıtımını ve satışını yapan işletmeler;

- a) Pil üreticilerinin kuracakları sisteme uygun olarak tüketiciler tarafından getirilen atık pilleri ücretsiz olarak almakla,
- b) Atık pil toplama sistemi olmayan markaların pillerini satmamakla,
- c) Tüketicilerin getirdiği atık pilleri, üreticinin öngördüğü şekilde üreticiye veya üreticinin yetkilendirdiği bir kuruluşa gönderilmesini sağlamakla,
- d) İşyerlerinde tüketicilerin kolayca görebilecekleri yerlerde (Ek-4 A) da yer alan uyarı ve bilgiler ile atık pillerin toplanma şekli ve yerleri hakkındaki bilgileri sunmakla,
- e) Üreticilerin veya yetkilendirdiği kuruluşların temin edecekleri, atık pil konteynerlerini bulundurmamakla, yükümlüdür.

### **Akümülatör Ürünlerinin Dağıtımını ve Satışını Yapan İşletmeler ve Araç Bakım-Onarım Yerlerini İşletenlerin Yükümlülükleri**

**Madde 12-** Akümülatör ürünlerinin dağıtım ve satışını yapan işletmeler ve araç bakım-onarım yerlerini işletenler;

- a) Tüketiciler tarafından getirilen atık akümülatörleri almakla, akümülatör üreticilerinin kuracakları sisteme katılmakla ve getirilen atık akümülatörlerin yenisinin alınmaması halinde depozito bedelini tüketiciye ödemekle, Tüketicilerin getirdiği atık akümülatörleri, üreticinin öngördüğü şekilde üreticiye veya üreticinin yetkilendirdiği bir kuruluşa dönmesini sağlamakla,
- b) İşyerlerinde tüketicilerin kolayca görebilecekleri yerlerde (Ek-4 A) da yer alan uyarı ve bilgiler ile depozito uygulaması, atıkların toplama şekli ve yerleri hakkındaki bilgileri sunmakla,
- c) Atık akümülatörler için geçici depolama alanı oluşturmakla, atık akümülatörleri bu alanda doksan günden fazla tutmamakla, depolama zemininin sızdırmazlığı için depolama

yerinin zeminini beton veya asfalttan oluşturarak aside karşı dayanıklı olmasını sağlamakla, duvarlarının aside karşı dayanıklı boya ile boyanmasını sağlamakla, sızdırma ve akıntı yapmayan akümülatörlerin beş adedinden fazlasını üst üste koymamakla, sızdıran akümülatörleri, aside dayanıklı sızdırmaz polipropilen kaplarda bulundurmamakla,

d) Toplanan atık akümülatörlerin kayıtlarını tutmak, bu kayıtları üreticiye bildirmek ve geçici depolama veya lisanslı taşıyıcılara veya lisanslı geri kazanım tesislerine belgeli olarak teslim etmekle,  
yükümlüdür.

### **Tüketicilerin Yükümlülükleri**

**Madde 13-** Pil ve akümülatör tüketicileri;

a) Atık pilleri evsel atıklardan ayrı toplamakla, pil ürünlerinin dağıtımını ve satışını yapan işletmelerce veya belediyelerce oluşturulacak toplama noktalarına atık pilleri teslim etmekle,

b) Aracının akümülatörünü değiştirirken eskisini, akümülatör ürünlerinin dağıtım ve satışını yapan işletmeler ve araç bakım-onarım yerlerini işletenlerin oluşturduğu geçici depolama yerlerine ücretsiz teslim etmekle, eskilerini teslim etmeden yeni akümülatör alınması halinde depozito ödemekle,

c) Tüketici olan sanayi kuruluşlarının üretim süreçleri sırasında kullanılan tezgah, tesis, forklift, çekici ve diğer taşıt araçları ile güç kaynakları ve trafolarında kullanılan akümülatörlerin, atık haline geldikten sonra üreticisine teslim edilene kadar fabrika sahası içinde sızdırmaz bir zeminde doksan günden fazla bekletmemekle,  
yükümlüdür.

### **Geri Kazanım Tesisleri İşletmecilerinin Yükümlülükleri**

**Madde 14-** Geri kazanım tesislerini işletenler;

a) Bakanlıktan ön lisans ve lisans almakla,

b) Atık yönetimi ile ilgili kayıtları tutmak ve bu kayıtları istendiğinde yetkililere ibraz etmek üzere üç yıl süreyle tesiste bulundurmamakla,

c) İşletme planlarını her yıl Ocak ayı içinde ilgili Valiliğe göndermekle,

d) Atığın tesise girişinde geri kazanım işleminden önce atığın ulusal atık taşıma formunda belirtilen atık tanımına uygunluğunu tespit etmekle,

e) Pil ve akümülatör üreticileri veya bunların yetkilendirecekleri kişi veya kuruluşlar tarafından kurulan geçici depolama tesisleri tarafından onaylanmamış belgelerle getirilen atık pil ve akümülatörleri tesislerine kabul etmemekle, tesisin yıllık çalışma raporunu ilgili Valiliğe göndermekle, tesisin işletilmesi ile ilgili her bölümün işletme planını yaparak uygulamakla,

f) Tesisin risk taşıyan bölümlerinde çalışan personelin her türlü güvenliğini sağlamakla, altı ayda bir sağlık kontrollerini yaptırmakla ve bu bölümlere izinsiz olarak ve yetkili kişilerin dışında girişleri önlemekle,

g) Acil Önlem Planı hazırlamakla, bununla ilgili eğitimli personel bulundurmamakla, acil durum söz konusu olduğunda Bakanlık ve Valiliğe bilgi vermekle,

h) Tesisin işletilmesi ile ilgili Bakanlığın öngöreceği diğer işleri yapmakla, yükümlüdür.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM Taşıma ile İlgili Hükümler

### **Atık Pil ve Akümülatörlerin Taşınması**

**Madde 15-** Atık akümülatörlerin toplandıkları yerden geçici depolama veya bertaraf tesislerine karayolu ile taşınması, Valilikten taşıma lisansı almış gerçek ve tüzel kişilerce, atık türüne göre uygun araçla yapılır.

Atık pil taşıyacak araç ve firmalar için lisans alma zorunluluğu bulunmamaktadır. Ancak, atık pillerin kapalı kasalı kamyonetlere yerleştirilmiş asgari 210 litrelik HDPE fiçilerde taşınması zorunludur.

Atık pil ve atık akümülatör taşıyacak araçların renginin kırmızı olması, araçların üzerinde atık pil ve akümülatörlerin toplandığına dair 20 metre uzaktan görülebilecek şekilde bu Yönetmeliğin 1 no'lu ekinde yer alan amblem bulunması, ayrıca araç kasalarının her iki yüzüne de atık piller için "Atık Pil Taşıma Aracı", atık akümülatörler için ise "Atık Akümülatör Taşıma Aracı" yazılması zorunludur.

### **Araçlarda Taşıma Formu Bulundurma Zorunluluğu**

**Madde 16-** Atık pil ve akümülatörlerin taşınması sırasında araçlarda atık taşıma formu bulundurulması zorunludur. Araçlarda bulundurulacak atık taşıma formlarıyla ilgili olarak Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uygulanır.

### **Atık Akümülatör Taşıyıcılarının Lisans Alma Zorunluluğu**

**Madde 17-** Atık akümülatörleri taşımak isteyen gerçek ve tüzel kişiler, atık akümülatörleri taşıma lisansı almak zorundadır. Bu amaçla, bu Yönetmeliğin 5 no'lu ekinde belirtilen esaslara göre ilgili Valiliğe başvuruda bulunulur. Lisans, başvuruda bulunan aracın veya araçların ait olduğu firmaya ve gerekli teknik donanıma haiz araca veya araçlara verilir. Bu hükümler kara taşımacılığı için uygulanır. Bu lisans devredilemez, üç yıl için geçerlidir. Bu süre sonunda yenilenmesi gerekir. Lisans alan, ancak taşımacılıkta öngörülen standartlara uymayan firmaların lisansları Valilikçe iptal edilir. Ancak, perakende akü satışı yapan satıcılarda biriken atık aküleri, en yakın geçici depolara taşıyacak araçlar için lisans alma zorunluluğu yoktur.



## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### Geri Kazanım ve Geçici Depolama Tesisleri İçin Özel Şartlar

#### **Atık Akümülatör Geçici Depolama Alanlarının Kurulması**

**Madde 18-** Geri kazanım tesisleri ve akümülatör ürünlerinin dağıtımını ve satışını yapan işletmeler ve araç bakım-onarım yerleri dışındaki atık akümülatör geçici depolama alanları, akümülatör üreticileri veya akümülatör üreticilerinin yetkilendireceği kişi veya kuruluşlar tarafından kurulabilir. Bu alanlar için ilgili Valilikten geçici depolama izni alınması zorunludur. Geçici depolama alanlarında atık akümülatörler 90 günden fazla tutulamaz. Bu alanlar Valiliklerin denetimi altında faaliyet gösterirler.

#### **Atık Akümülatör Geri Kazanım ve Geçici Depolama Alanlarının Özellikleri**

**Madde 19-** Atık akümülatör geri kazanım ve geçici depolama tesisleri için aşağıdaki şartlara uyulur:

- a) Tesiste giriş bölümü, atık akümülatör kabul ünitesi, atık akümülatör proses sahası ve diğer çalışma bölümleri bulunması,
  - b) Tesisin atık akümülatör nakliye araçlarının giriş çıkışına uygun olması,
  - c) Tesisin çevresinin koruma altına alınması, giriş ve çıkışın denetlendiği bir çit veya duvar olması, alana personelden başkasının izinsiz girmesinin yasaklanması,
  - d) Tesis alanının atık akümülatörle temasta olan kısımlarında zemin geçirimsizliğinin sağlanması, bu amaçla, kalınlığı en az 25 cm olan betonarme veya asfalt zeminin yapılması ve duvarların aside karşı dayanıklı malzeme ile kaplanması,
  - e) Sızdırma ve akıntı yapmayan atık akümülatörlerin en fazla beş adedi üst üste konulması, sızdıran akümülatörlerin sızdırmaz polipropilen kaplarda muhafaza edilmesi,
  - f) Atık akümülatörlerin içinde bulunan asitler için asit nötralizasyon ünitesi ve deşarj izni alınmış arıtma üniteleri bulunması,
  - g) Atık kabul alanı ve işletme alanının yağmura karşı korunması,
  - h) Sahada ortaya çıkan yağmur suları, yıkama ve benzeri atık suların ayrı toplanarak, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde yer alan sınır değerlere uygun şekilde arıtılması,
  - i) Tesis içinde meydana gelebilecek döküntü ve sızıntıları önlemek amacıyla gerekli tertibat ve emici malzemelerin bulundurulması ve bu malzemelerin tesis içinde kolay şekilde kullanılabilmesini sağlayacak uygun noktalarda depolanması,
  - j) Çalışma alanlarında oluşan gürültünün, 11/12/1986 tarihli ve 19308 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Gürültü ve Kontrol Yönetmeliği kriterleri doğrultusunda en son tekniklerle mümkün olduğunca azaltılması, vibrasyona ve çevre kirliliğine neden olacak noktalarda gerekli tedbirlerin alınması,
- zorunludur.

## **Atık Pil Geçici Depolama Alanlarının Özellikleri**

**Madde 20-** Atık pillerin geçici depolanmasında iç ve dış yüzeyleri korozyona dayanıklı konteynırlar kullanılması, bu konteynırların kolay taşınabilir ve hacmi asgari 4 m<sup>3</sup> veya daha fazla olması, sızdırmazlık özelliği taşıması gereken konteynırların kırmızı renge boyanarak her iki yüzeyine “Atık Pil Geçici Deposu” ibaresi yazılması zorunludur. Konteynırların nakliye kolaylığı olan yerlerde zemini beton ve üstü kapalı alanlarda bulundurulması gerekli olup, bu alanlarda yangına karşı her türlü tedbir alınması zorunludur.

## **BEŞİNCİ BÖLÜM**

### **Akümülatör Geri Kazanım Tesislerine Ön Lisans ve Lisans Verilmesi**

#### **Atık Akümülatör Geri Kazanım Tesislerine Ön Lisans Verilmesi**

**Madde 21-** Geri kazanım tesisi kurmak isteyen gerçek ve tüzel kişiler, kuracakları tesisle ilgili her türlü plan, proje, rapor, teknik veri, açıklamalar ve diğer dokümanlarla birlikte Bakanlığa başvurur. Bu tür tesisler için yapılacak çevresel etki değerlendirmesi çalışmalarında, tesise kabul edilecek atık türleri ve elde edilen ürünler dikkate alınarak, geri kazanım tesisinin teknolojisinin uygunluğu konusunda uzman bir kuruluş ile bir üniversitenin ilgili bölümünden alınacak birer teknik rapor çerçevesinde inceleme ve değerlendirme yapılır.

Ön lisans başvurularında “Çevresel Etki Değerlendirmesi Olumlu Belgesi” veya “Çevresel Etki Değerlendirmesi Gerekli Değildir Belgesi” ile bunlara ilişkin Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporları ve bu Yönetmeliğin 6 no’ lu ekinde belirtilen diğer bilgi ve belgelerin bulunması zorunludur. Bu çerçevede Bakanlık projeyi inceler, uygun görmesi halinde projeye ön lisans verir.

#### **Geri Kazanım Tesislerine Geçici İzin ve Lisans Verilmesi**

**Madde 22-** Geri kazanım tesisi işletmek isteyen gerçek ve tüzel kişiler Bakanlıktan lisans almak zorundadırlar. Geri kazanım tesislerine lisans verilmesi aşamasında bu Yönetmeliğin 7 no’lu ekinde verilen bilgi ve belgeler talep edilir.

Geri kazanım tesisi işletmecisi Bakanlığa lisans başvurusu yaptığında, işletme esnasında bu Yönetmelik esaslarına uygun olarak çalıştığını belgelemek amacıyla Bakanlıkça belirlenecek bir süre için tesise “Geçici Çalışma İzni” verilir. Tesis bu izin süresince Bakanlığın denetimi altında faaliyet gösterir. Bu izin 1 (bir) yılı geçmeyecek şekilde uygulanır. Tesisin geçici çalışma izni süresince ön lisansta belirtilen işletme şartlarını sağlayamaması durumunda, durum düzeltilinceye kadar tesisin faaliyeti durdurulur.

Ön lisans verilen tesisin, projesi ve şartnamesine uygun olarak yapıldığını; Bakanlık koordinasyonunda bu Yönetmeliğin 21 inci maddesinde belirtilen teknik raporu hazırlayanlar tarafından oluşturulacak komisyonca yerinde tespit edilmesi, işletme planının değerlendirilip uygunluğunun tespit edilmesi ve Geçici Çalışma İzni süresinde tesisin işletme koşullarını sağlayabildiğine karar verilmesi halinde Bakanlıkça tesise işletme lisansı verilir. Bu lisans 3

yıl süre ile geçerlidir, gerekli durumlarda şartlı verilebilir. Lisans devredilecek ise Bakanlığa başvurulur ve lisans yenilenir.

### **Lisansın İptali**

**Madde 23-** Bakanlıkça veya ilgili Valilikçe yapılan denetimlerde tesisin verilen lisansa uygun olarak çalıştırılmadığı, mevzuatta istenen şartların yerine getirilmediği, ilgili ölçümlerin düzenli olarak yapılmadığı veya kaydedilmediğinin tespit edilmesi halinde işletmeciye, tespit edilen aksaklıkların düzeltilmesi için aksaklığın önemine ve kaynağına göre bir ay ile bir yıl arasında süre verilir. Bu süre sonunda yapılan kontrollerde aksaklığın devam ettiği tespit edilirse, tespit edilen aksaklığın niteliğine göre 2872 sayılı Çevre Kanunu uyarınca faaliyet geçici olarak durdurulur. Faaliyeti geçici süre ile durdurulan işletmenin süre sonunda yükümlülüklerini yerine getirmemesi halinde lisansı iptal edilir. Lisansı iptal edilen işletme için yeniden lisans alınmak üzere bu Yönetmeliğin 22 nci maddesine göre yeniden Bakanlığa başvurulabilir. Lisans işlemleri tamamlanana kadar tesis çalışamaz.

## **ALTINCI BÖLÜM**

### **Pil İthalatı ve Atık Pillere Kota Uygulaması**

#### **Pil İthalatında Uygulanacak Esaslar**

**Madde 24-** Zararlı madde içeren pillerin kullanılmasının engellenmesi, uzun ömürlü ve zararsız madde içeren şarj edilebilir pillerin yaygınlaştırılması ve atık pil toplama sistemlerinin üreticiler tarafından oluşturulması ve kesintisiz işletilmesinin sağlanması amacıyla pil ithalatı ilgili mevzuat doğrultusunda kontrol altında tutulur.

#### **Atık Pillere Kota Uygulanması ve Sorumluluklar**

**Madde 25-** Bakanlık, atık pillerin çevreyle uyumlu yönetiminin sağlanması ve ekolojik dengenin bozulmasını önlemek için, atık pillerin toplanmasını ve bertarafını sağlamak amacı ile kota uygulamasını zorunlu kılar.

Pil üreticileri, bir önceki yıl piyasaya sürdükleri miktarları hesaba katarak atık haline gelen I. grup pilleri yönetmeliğin yürürlüğe girdiği tarihi takip eden ilk yıl % 15, ikinci yıl % 25, üçüncü yıl % 30, dördüncü yıl % 35, beşinci yıl % 40 ve devamı yıllarda ise Bakanlığın belirleyeceği oranlarda toplamak veya toplatmak ve bertaraf etmek, bu işlemleri Bakanlığa belgelemekle yükümlüdür. İşletmeler bu amaçla Bakanlıktan izin almak ve beyanda bulunmak zorundadır. Birinci yıl kota değerine ulaşamaması durumunda, üreticilerin gerekçeleri Bakanlıkça makul bulunursa, ulaşılan reel toplama oranı bir defaya mahsus olmak üzere kota oranı olarak kabul edilebilir.

Atık haline gelen II. grup piller için kota oranları ilk yıl % 25, ikinci yıl % 35, üçüncü yıl % 50, dördüncü yıl % 65, beşinci yıl % 80 ve devamı yıllarda ise Bakanlığın belirleyeceği oranlarda uygulanır.

Atık haline gelen I. ve II. grup pillerin karışık olarak toplanması durumunda, genel kota oranı bu Yönetmeliğin 8 no'lu ekinde verilen şekilde hesaplanacaktır.

Pil üreticileri; bu ürünlerin alıcı ortama olan etkilerini asgariye indirebilmek amacıyla, atık pillerin toplanması, taşınması, geri kazanımı, bertaraf veya ihraç edilmelerine dair yükümlülüklerinin yerine getirilmesi ve bunlara yönelik gerekli harcamaların karşılanması ve eğitim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi için, Bakanlığın koordinasyonunda bir araya gelerek kâr amacı taşımayan tüzel kişiliği haiz bir yapı oluşturabilir. Bu yapıya karşı yükümlülüklerini yerine getiren ve harcamalara katılan kuruluşlar atık pil yönetimine ilişkin yükümlülüklerini bu kuruluşa devredebilir. Bu yapıya dahil olanlar kotanın tutturulmasından sorumludur.

### **Atık Pillere Kota Uygulaması İzin Başvurusu**

**Madde 26-** Pil üreticileri, bu Yönetmeliğin 2 no'lu ekinde yer alan "Kota Uygulaması Müracaat Formu"nu doldurarak her yıl ocak ayının son iş günü bitimine kadar kota uygulaması izni için Bakanlığa müracaat ederler. İşletmeler bu formda üretilen, ithal edilen ve piyasaya sürülen pillerin türü, üretim ve satış miktarları ile atık pillerin yönetimine ilişkin bilgileri ve ilgili belgeleri beyan ve ibraz ederler. Bakanlık gerektiğinde ek bilgi ve belge isteyebilir.

### **Kota İzin Başvurusunun Değerlendirilmesi**

**Madde 27-** Bakanlık bu Yönetmeliğin 26 ncı maddesindeki bilgi ve belgeleri yeterli bulması durumunda ilgili pil üreticilerine atık pillere kota uygulaması için izin verir. İzin süresi azami bir takvim yılıdır. İzin başvurusunun süresi dışında yapılması halinde de aynı kota oranı uygulanır. Bu Yönetmelik şartlarına uyulmadığının ve bu Yönetmeliğin 26 ncı maddesinde verilen bilgilerin doğru olmadığını tespit edilmesi halinde, üretici firma hakkında bu Yönetmeliğin 35 inci maddesi hükmü uygulanır. Ayrıca, Bakanlık bu Yönetmeliğin 26 ncı maddesinde belirtilen izin başvurusu beyanlarını yeminli mali müşavirlere kontrol ettirebilir. Bunun için yapılacak harcamalar ilgili firmalar tarafından karşılanır.

### **Kotaya Ulaşamaması Durumunda Cezai Uygulama**

**Madde 28-** Kota uygulamasına tabi üreticilerin, bu Yönetmeliğin 25 inci maddesinde belirtilen hedefleri sağlayamamaları durumunda, takip eden ilk yılda normal toplama hedeflerine ilaveten eksik kalan oranları % 10 fazlasıyla geri toplamaları zorunludur. Bu yılda da öngörülen hedeflere ulaşamadığı takdirde zorunlu depozito uygulamasına geçilerek, bu Yönetmeliğin 35 inci maddesi hükmü uygulanır.

## YEDİNCİ BÖLÜM

### Atık Akümülatörlere Depozito Uygulaması

#### **Atık Akümülatörlere Depozito Uygulaması ve Sorumluluklar**

**Madde 29-** Atık akümülatörlerin geri kazanılmak üzere üreticiye geri dönmesini sağlamak amacıyla, üreticiler akümülatörlerinin satışında depozito uygulamak zorundadır. Tüketiciler tarafından, akümülatör ürünlerinin dağıtımını ve satışını yapan işletmelere getirilen atık akümülatörlerin geri alınması zorunludur. Bu atıkların akümülatör ürünlerinin dağıtım ve satış yerlerini işletenlere ve araç bakım-onarım yerlerine verilmesi durumunda, ürün için belirlenen depozito bedeli tüketiciye ödenir. Depozito uygulaması yönetmeliğin yürürlüğe girdiği yıl ve daha sonraki yıllarda satışa sunulan ve satılan akümülatörlere uygulanır. Ancak, bu tarihten önce satışa sunulan ve satılan akümülatörler depozito hesabına sayılır. Depozito bedeli, her yıl Aralık ayında piyasa koşulları dikkate alınarak, akümülatörlerin kapasitelerine (amper saat) göre, her bir akümülatör için ayrı ayrı hesaplanır ve yurt genelinde tek bir fiyat listesi uygulanır. Bu liste Bakanlık ile akü üreticileri ve geri kazanımcılar tarafından birlikte hazırlanır ve takip eden yıl boyunca geçerliliğini korur.

Depozito uygulamasına tabi olan atık akümülatörlerin bu Yönetmeliğin yürürlüğe girdiği tarihi takip eden ilk yıl % 70, ikinci yıl % 80, üçüncü yıl % 90 oranından az olmayacak şekilde toplanarak geri kazanılması, bertaraf edilmesi ve bunlara ilişkin belgelerin her yıl depozito müracaatlarıyla birlikte Bakanlığa sunulması zorunludur.

Akümlatör üreticileri bu ürünlerin alıcı ortama olan etkilerini asgariye indirebilmek amacıyla, atık akümülatörlerin toplanması, taşınması, geri kazanımı, bertaraf veya ihraç edilmelerine dair yükümlülüklerinin yerine getirilmesi ve bunlara yönelik gerekli harcamaların karşılanması ve eğitim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi için, Bakanlığın koordinasyonunda bir araya gelerek kâr amacı taşımayan tüzel kişiliği haiz bir yapı oluşturabilir. Bu yapıya karşı yükümlülüklerini yerine getiren ve harcamalara katılan kuruluşlar atık akümülatörlerin yönetimine ilişkin yükümlülüklerini bu kuruluşa devredebilir. Bu yapıya dahil olanlar depozito hedeflerinin tutturulmasından sorumludur.

#### **Atık Akümülatörlere Depozito Uygulaması İzin Başvurusu**

**Madde 30-** Akümülatör üreticileri, bu Yönetmeliğin 3 no'lu ekinde yer alan "Depozito Uygulaması Müracaat Formu"nu doldurarak her yıl ocak ayının son iş günü bitimine kadar depozito uygulaması izni için Bakanlığa müracaat eder. İşletmeler bu formda üretilen, ithal edilen ve piyasaya sürülen akümülatörlerin türü, üretim ve satış miktarları ile atık akümülatörlerin yönetimine ilişkin bilgileri ve ilgili belgeleri beyan ve ibraz eder. Bakanlık gerektiğinde ek bilgi ve belge isteyebilir.

#### **Depozito İzin Başvurusunun Değerlendirilmesi**

**Madde 31-** Bakanlık başvuru için gerekli bilgi ve belgeleri yeterli bulması durumunda, depozito uygulaması için izin verir. İzin süresi azami bir takvim yılıdır. İzin başvurusunun, süresi dışında yapılması halinde de aynı yükümlülükler uygulanır. Bu Yönetmelik şartlarına

uyulmadığının ve başvuru için verilen bilgilerin doğru olmadığının tespit edilmesi halinde üretici firma hakkında bu Yönetmeliğin 35 inci maddesi hükmü doğrultusunda cezai işlem uygulanır. Ayrıca, Bakanlık, izin başvurusu beyanlarını yeminli mali müşavirlere kontrol ettirebilir. Bunun için yapılacak harcamalar ilgili firmalar tarafından karşılanır.

### **Hedeflere Ulaşılamaması Durumunda Cezai Uygulama**

**Madde 32-** Atık akümülatörlerin, toplama yüzdelerinin bu Yönetmeliğin 29 uncu maddesinin 3 üncü fıkrasında belirtilen oranları sağlamaması durumunda akümülatör üreticileri için bu Yönetmeliğin 35 inci maddesi hükmü uygulanır.

## **SEKİZİNCİ BÖLÜM**

Pil ve Akümülatörlerin Etiketlenmesi, İşaretlenmesi ve Tüketicilerin Bilgilendirilmesi

### **Pil ve Akümülatörlerin Etiketlenmesi ve İşaretlenmesine İlişkin Kurallar**

**Madde 33-** Pil ve akümülatör ürünlerinin etiketlenmesinde;

- a) Atık akümülatörlerin ayrı toplanmasını sağlayacak sembol olarak, bu Yönetmeliğin 1 no'lu ekinde yer alan sembolün üretici tarafından kullanılması,
- b) Atık akümülatörlerin geri kazanımlarının sağlanmasından yükümlü olan üreticilere geri dönmelerini sağlamak amacıyla, bu ürünlerin etiketlenmesinde “depozitoludur” ibaresi ile Bakanlık tarafından firmaya verilen kod numarasının yer alması,
- c) Kurşun asit akümülatörlerin üzerinde “Pb” ya da “kurşun” ve “GERİ KAZANILIR” ifadesi ya da “GERİ KAZANILACAK AKÜ” ibaresinin bulunması, ayrıca bu ürünlerin dış ambalajlarında da aynı ibarelerin bulundurulması,
- d) Sekonder hücreler ve sekonder pil ürünlerinin Türk Standartlarında (TS EN 61429) belirtilen şekilde etiketlenmesi ve işaretlenmesi zorunludur. Ağırlıkça milyonda beş (% 0,0005) den fazla cıva (Hg) içeren düğme tipi piller ile bu tür düğme pillerden oluşturulan pillerin ambalajlarının Ek-1’de gösterilen sembol ile işaretlenmesi,

### **Tüketicinin Bilgilendirilmesi**

**Madde 34-** Pil ve akümülatör üreticileri, ürünlerinin satış yerlerinde, geçici depolama noktalarında ve ilgili diğer yerlerde (Ek-4/A) da yer alan uyarı ve bilgiler ile bu Yönetmeliğin 1 no'lu ekinde yer alan sembolü, akümülatör ürünlerin etiketlerinde ise (EK- 4/B) de yer alan uyarı ve bilgileri tüketicilerin ve kullanıcıların görebileceği ve okuyabileceği şekilde bulundurmaları zorundadır.

## DOKUZUNCU BÖLÜM

### Diğer Hükümler

#### **Yönetmeliğe Aykırılık**

**Madde 35-** Bu Yönetmelik hükümlerine aykırı hareket edenler hakkında 2872 sayılı Çevre Kanununun ilgili maddelerinde belirtilen merciler tarafından gerekli işlemler yapılır ve aynı Kanunun yine ilgili maddelerinde belirtilen cezalar verilir.

#### **Düzenleme Yetkisi**

**Madde 36-** Aksine hüküm bulunmadığı hallerde Bakanlık, bu Yönetmeliğin uygulanmasını sağlamak üzere her türlü alt düzenlemeyi yapmakla yetkilidir.

**Geçici Madde 1-** Bu Yönetmeliğin yürürlüğe girdiği tarihten önce inşaatına ve/veya işletilmesine başlanan Bakanlıktan işletme lisansı almamış atık akümülatör geri kazanım tesisleri Yönetmeliğin yürürlüğe girdiği tarihten sonra 6 ay, işletme lisansı almış atık akümülatör geri kazanım tesisleri ise 1 yıl içinde bu yönetmeliğin 21 ve 22 nci maddelerinde belirtilen bilgi ve belgelerle ön lisans ve/veya lisans almak için Bakanlığa başvurmak zorundadır.

#### **Yürürlük**

**Madde 37-** Bu Yönetmeliğin 9 uncu maddesinin (I) bendi 1/1/ 2007, diğer maddeler ise 1/1/ 2005 tarihinde yürürlüğe girer.

#### **Yürütme**

**Madde 38-** Bu Yönetmelik hükümlerini Çevre ve Orman Bakanı yürütür.

**EK-1**

## **İŞARETLEME SEMBOLÜ**

Atık pil ve akümülatörlerin ayrı toplanmasını sağlamak amacıyla aşağıdaki tekerlekli konteynır şekli, üründeki metalin kimyasal sembolüyle birlikte kullanılacaktır.





**EK-2****KOTA UYGULAMASI MÜRACAAT FORMU****1- FİRMA İLE İLGİLİ BİLGİLER**

Firma Adı :  
Firma Kodu :  
Adres :  
Telefon :  
Faks :  
E-mail :  
Firmada Çevre Sorumlusunun Adı-Soyadı :

**2- ÜRETİM, İTHALAT İLE İLGİLİ BİLGİLER****İŞLETMEDE ÜRETİLEN VEYA İTHAL EDİLEN PİLLERİN TÜRÜ VE MİKTARLARI**

(Bir önceki yıla ait net satış rakamları dikkate alınacaktır.)

SIRA NO	PİL TÜRÜ	TON/YIL
1.		
2.		
3.		
.		
.		

**3- ATIK PİLLERİN YÖNETİMİ İLE İLGİLİ BİLGİLER**

- A- Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği'ne göre atık pillerin toplanması, geri kazanılması ve bertarafı veya ihracatı amacıyla yaptığınız/yapacağınız plan, proje ve organizasyonlar nelerdir.
- B- Atık pillerin toplanması, geri kazanılması ve bertarafı veya ihracatı amacıyla anlaşma yaptığınız işletmeler mevcut ise, isim ve adreslerini belirtiniz.
- C- Piyasaya sürdürdüğünüz ürünler ithal ediliyor ise (ithalatçı firma), ihraç eden ülke ve ihracatçı firma isim ve adresi ile bu firmalardan bir önceki yılda ithal edilen pil türlerine göre ağırlık olarak miktarlarını bu forma ekleyiniz.
- D - Bir önceki yılın 31 Aralık itibariyle elinizde bulunan stok pil miktarlarını ve bir önceki yılın 1 Ocak ile 31 Aralık tarihleri arasında gerçekleştirdiğiniz ihracat miktarlarını bu forma ekleyiniz.

Formda verilen bilgilerin doğruluğunu kabul ederek, bu bilgilerin yanlışlığının tespit edilmesi halinde, 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun ilgili maddesine göre gerçeğe aykırı belge düzenleyenlere verilecek cezaların bilgim dahilinde olduğunu belirtir; Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yapmış olduğumuz kota uygulaması izin başvurumuzun kabul edilmesi hususunda gereğini arz ederim.

Firmayı Temsilen Yetkililerin  
Adı, Soyadı, Unvanı ve İmzası

**EK-3****DEPOZİTO UYGULAMASI MÜRACAAT FORMU****1- FİRMA İLE İLGİLİ BİLGİLER**

Firma Adı :  
Firma Kodu :  
Adres :  
Telefon :  
Faks :  
E-mail :  
Firmada Çevre Sorumlusunun Adı-Soyadı :

**2- ÜRETİM, İTHALAT İLE İLGİLİ BİLGİLER****İŞLETMEDE ÜRETİLEN VEYA İTHAL EDİLEN AKÜMÜLATÖRLERİN TÜRÜ VE MİKTARLARI**

(Bir önceki yıla ait net satış rakamları dikkate alınacaktır.)

SIRA NO	AKÜMÜLATÖR TÜRÜ	ADET/YIL	ASİTSİZ (TON/YIL)	ASİTLİ (TON/YIL)	AMPERSAAT/YIL
1.					
2.					
3.					
.					
.					

**3- ATIK AKÜMÜLATÖRLERİN YÖNETİMİ İLE İLGİLİ BİLGİLER**

- A- Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği'ne göre atık akümülatörlerin toplanması, geri kazanılması ve bertarafı veya ihracatı amacıyla yaptığınız/yapacağınız plan, proje ve organizasyonlar nelerdir.
- B- Atık akümülatörlerin toplanması, geri kazanılması ve bertarafı veya ihracatı amacıyla anlaşma yaptığınız işletmeler mevcut ise, isim ve adreslerini belirtiniz.
- C- Piyasaya sürdürdüğünüz ürünler ithal ediliyor ise (ithalatçı firma), ihraç eden ülke ve ihracatçı firma isim ve adresi ile bu firmalardan bir önceki yılda ithal edilen pil türlerine göre ağırlık olarak miktarlarını bu forma ekleyiniz. Elinizde bulunan stok akümülatör miktarlarını bu forma ekleyiniz.

Formda verilen bilgilerin doğruluğunu kabul ederek, bu bilgilerin yanlışlığının tespit edilmesi halinde, 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun ilgili maddesine göre gerçeğe aykırı belge düzenleyenlere verilecek cezaların bilgim dahilinde olduğunu belirtir; Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yapmış olduğumuz depozito uygulaması izin başvurumuzun kabul edilmesi hususunda gereğini arz ederim.

Firmayı Temsilen Yetkililerin  
Adı, Soyadı, Unvanı ve İmzası

## EK-4 A

Almış olduğunuz ürün, kullanım süresi dolup, atık haline geldiğinde insan ve çevre sağlığının korunması amacıyla en yakınınızda bulunan atık pil/akümülatör geçici depolama, geri kazanım veya bertaraf tesisine teslim edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla;

1-Atık pil/akümülatörünüzü sızdırmaz, kaplarla donatılmış ürünlerinizin satıldığı noktalara veya kabul edilen diğer noktalara teslim ediniz.

2- Atık pil/akümülatörünüzü evsel ve/veya diğer atıklarla karıştırmayınız, kesinlikle toprağa, suya, kanalizasyon sistemine, çöp konteynırına v.b. ortama dökmeyiniz, soba ve kazanlarda yakmayınız.

3- Atık pil/akümülatörünüzü gelişigüzel herhangi bir yere bırakmayınız, bunları çocuklardan uzak tutunuz ve atık pilinizi en yakın toplama noktasına teslim ediniz.

## EK-4 B

- Atık akümülatörünüzün içindeki asitli sıvıyı toprağa, suya, kanalizasyona dökmeyiniz.

- Atık akümülatörünüzün plastik kısımlarını soba ve kazanlarda yakmayınız.

- Atık akümülatörleri çocuklardan uzak tutunuz.

**ATIK AKÜMÜLATÖRLERİN TAŞINMASI AMACIYLA  
VALİLİKLERE YAPILACAK LİSANS BAŞVURULARINDA İSTENECEK  
BİLGİ VE BELGELER**

**1- Araç lisansı için Valiliklere yapılacak başvurularda aşağıdaki bilgi ve belgeler bulundurulacaktır.**

- a) Aracın ait olduğu firmanın adı, adresi ve telefon numarası,
- b) Aracın tipi,
- c) Plaka numarası ve şasi numarası,
- d) Araç sahibinin adı, iş adresi ve telefon numarası,
- e) Aracın taşıyacağı konteynır / kap türü (paletlenmiş varil, tank vs.)
- f) Taşınacak atıkların her biri için kaza anında insan ve çevre sağlığına olabilecek olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için alınacak tedbirler,
- g) Olabilecek kazalara karşı ilk müdahale ve ilk yardımda kullanılacak malzemeler,
- h) Atık akümülatör taşıyacak her bir araç için Türk Standartları Enstitüsü tarafından Tehlikeli Maddelerin Karayollarında Taşınması Hakkında Yönetmelik çerçevesinde atığın bulunduğu tehlike grubuna göre aracın sahip olması gereken donanımlara ve özelliklerine sahip olduğunu gösterir “Uygunluk Belgesi”.

**2- Aracın bağlı olduğu firmanın lisanlandırılması için Valiliklere yapılacak başvurularda aşağıdaki bilgi ve belgeler bulundurulacaktır.**

- a) Firmanın adı, adresi, telefon numarası,
- b) Firma sahibinin /sahiplerinin adı, adresi, telefon numarası,
- c) Atık akümülatör taşımaya uygun donanıma haiz nakliye aracı sayısı,
- d) Lisans alacak araçların plakaları,
- e) Yetkilendirilmiş kurum/kuruluşlardan alınan tehlikeli madde taşıyan araç sürücüleri için verilen sürücü eğitim sertifikası,
- f) Taşınacak atık akümülatörlerin Tehlikeli Maddelerin Karayolu ile Taşınması Hakkında Yönetmeliğe göre tehlikeli grup numarası,
- g) 4925 sayılı Karayolu Taşıma Kanunu ve Karayolu Taşıma Yönetmeliği uyarınca Ulaştırma Bakanlığından “Yetki Belgesi”.

## EK-6

### ATIK AKÜMÜLATÖR GERİ KAZANIM TESİSLERİNE ÖN LİSANS ALINMASI İÇİN YAPILACAK BAŞVURULARDA BULUNMASI GEREKLİ BİLGİ VE DOKÜMANLAR

#### 1- BAŞVURU DİLEKÇESİ

#### 2- TESİS HAKKINDA GENEL BİLGİLER

##### a) Tesisin

- Adı :
- Adresi (Mah, Cad, Sok, Numara, İlçe, İl) :
- Telefonu :
- Faksı :
- Elektronik posta adresi :

##### b) Tesis sahibinin/ortaklarının

- Adı, Soyadı :
- Adresi (Mah, Cad, Sok, Numara, İlçe, İl) :
- Telefonu :
- Faksı :
- Elektronik posta adresi :

##### c) Tesis işletmecisinin

- Adı, Soyadı :
- Adresi (Mah, Cad, Sok, Numara, İlçe, İl) :
- Telefonu :
- Faksı :
- Elektronik posta adresi :

##### d) Başvuru raporunu hazırlayan kişi/kuruluşun

- Adı, Soyadı (veya unvanı) :
- Adresi (Mah, Cad, Sok, Numara, İlçe, İl) :
- Telefonu :
- Faksı :
- Elektronik posta adresi :

##### e) Diğer Bilgiler

- Tesisin işletmeye açılma muhtemel tarihi :
- Tesiste çalışacak personelin sayısı ve görevleri :
- Tesisin çalışma saatleri (günlük, aylık, yıllık) :
- Araç ve Makine Parkı Listesi :

- Sosyal tesisler (yemekhane, yatakhane, soyunma odası, tuvalet, lavabo, banyo-duş, revir ve benzeri)

### 3- SEÇİLEN TESİS YERİ İLE İLGİLİ BİLGİ VE DÖKÜMANLAR

- a) 1/25.000 ölçekli tesis yerini ve en az 10 km çevresini gösterir topoğrafik harita,
- b) Tesis bölgesi ve çevresine ait kadastral ve arazi kullanma haritaları, nazım imar planları,
- c) Bölgeye ait yeraltı ve yerüstü su koruma bölgeleri, muhtemel taşkın ve heyelan sahaları,  
başvuru ekinde bulunmalıdır.

### 4- FAALİYETE İLİŞKİN BİLGİLER

- a) Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliğine tabi olmayan tesisler için, tesise kabul edilecek atık türleri ve elde edilen ürünler dikkate alınarak, geri kazanım tesisinin teknolojisinin uygunluğu konusunda uzman bir kuruluş ile bir üniversitenin ilgili bölümünden alınacak birer teknik rapor.

#### b) Tesisin Yüzölçümü

- Kapalı alan	:	..... m <sup>2</sup>
- Açık alan	:	..... m <sup>2</sup>
- Toplam	:	.....m <sup>2</sup>

#### c) Tesisin Kapasitesi

- Kurulu Kapasite	:	..... ton/yıl
- Fiili Kapasite	:	.....ton/yıl

#### d) Üretim akım şeması ve teknolojisi

Atık kabulünden başlayarak, her bir üniteye uygulanacak işlemlerin, geri dönüşüm prosesinin ve arıtma tesislerinin ayrıntılı açıklaması, gerekli şema, formül ve şekiller

#### e) Atık pil/akümülatör geri kazanım verimi

f) Var ise tesiste atık işlemede kullanılan kimyasal maddelerin isimleri, miktarı (ton/ yıl) ve depolama şekilleri

g) Hammadde ve ürün depolama tanklarının kapasiteleri ile depolarda alınacak güvenlik tedbirleri

h) Geri kazanım sonucu elde edilecek ürünler, ürünlere ait etiketleme ve ambalajlama bilgileri

#### ı) Geri kazanılmayan atıkların cinsi, bileşimi, miktar ve nasıl bertaraf edilecekleri

## 5- ÇEVRESEL TEDBİRLER

(Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği'ne tabi olmayan tesisler bu bilgileri temin edecektir.)

### 1- Su Kirliliği

a- Tesiste kullanım suyu ve proses suyunun nereden temin edileceği ve su tüketim miktarı

- Kuyu suyu
- Şebeke suyu
- Diğer

b- Proses suyunda bulunabilecek kirleticiler ve alınacak önlemler

c- Kullanım suyu ve proses suyunun deşarj yerleri

d- Yağmur suyunun toplanmasına ilişkin alınan önlemler

### 2- Hava Kirliliği

a- Tesiste kullanılacak yakıt türleri ve miktarları

b- Tesiste hava kirliliğine neden olabilecek ünitelerin isimleri, kapasiteleri ve her bir ünitenin baca sayısı

c- Toz kaynakları ve alınacak önlemler

### 3- Gürültü Kirliliği

a- Gürültü kaynakları

b- Alınacak önlemler

### 4- Toprak Kirliliği

- Toprak kirliliğini önlemek amacıyla alınacak tedbirler

### 5- Koku Kirliliği

- Koku kirliliğini önlemek amacıyla alınacak tedbirler

### 6- Tesiste Alınan Güvenlik Önlemleri

- a- Yangın
- b- İşçi Güvenliği
- c- İlk Yardım
- d- Diğer
- e- Güvenlik Bilgi Formu

Başvuru Sahibinin/Şirketin Yetkilisi  
Tarih, İsim, İmza

Not: Müracaat dosyasında bulunan tüm evraklar imzalı ve kaşeli olacaktır.

## EK-7

### ATIK PİL VE AKÜMÜLATÖR GERİ KAZANIM TESİSLERİNE LİSANS VERİLMESİNDE İSTENECEK BİLGİ VE BELGELER

1) Ön Lisans Belgesi

2) Tesisin, projesi ve şartnamesine uygun olarak yapıldığını gösterir ve 21 inci maddede belirtilen teknik raporu hazırlayan kuruluşlarca hazırlanması gereken uygunluk belgesi (Madde 22)

3) Tesise kabul edilen atık pil ve akümülatörlerin türleri

4) Geri kazanılan ürünlerin standartları, ticari isimleri, üretim miktarları (ton / yıl)

5) Geri kazanım ürünlerinin satıldığı yerlerin adresleri, telefon ve faks numaraları ve sorumlu kişiler ile satışlara ilişkin fatura, sevk irsaliyesi ve kantar fişleri

6) Emisyon İzin Belgesi, Deşarj İzin Belgesi

7) Tesise atık getiren ve işlem sonrası ortaya çıkan atıkları nihai bertaraf tesislerine götüren araçların taşıma lisansı belgelerinin örnekleri, bunlara ilişkin ulusal atık taşıma formları, sevk irsaliyeleri ve fatura örnekleri

8) Tesisten kaynaklanan proses atıklarının türleri, nitelikleri (tehlikeli, tehlikesiz, inert), miktarları ve bu atıkların ne şekilde bertaraf edildikleri

9) Atık Pil ve Akümülatör Geri Kazanım Tesislerinden İstenecek Diğer Belgeler:

- Vergi Dairesi ve Numarası
- İşyeri Açma ve Çalışma Ruhsatı
- Ticaret Sicil Gazetesi Örneği
- İmza Sirküleri
- Kapasite Raporu
- Sanayi Sicil Belgesi
- İşletme Belgesi (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığında alınmış)



## EK-8

### ATIK PİLLERİN KARIŞIK TOPLANMASI HALİNDE KOTA MİKTARI HESABI

T1: Piyasaya Sürülen I. Grup Pil Miktarı (ton/yıl)

T2: Piyasaya Sürülen II. Grup Pil Miktarı (ton/yıl)

K1: I. Grup Pillerin Kota Oranı

K2: II. Grup Pillerin Kota Oranı

$$\text{Genel Kota Oranı : } \frac{(T1.K1) + (T2.K2)}{T1 + T2} \times 100$$