

**T.C.  
NUH NACİ YAZGAN ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**BACA TOZUNDAN ÇİNKO ELDE EDİLMESİNİN  
UYGULANABİLİRLİĞİ (KAYSERİ ÇİNKOM A.Ş. ÖRNEĞİ)  
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan  
Murat SARGIN**

**Danışman  
Prof. Dr. Ali KAYA**

**Eylül 2016  
KAYSERİ**



**T.C.  
NUH NACİ YAZGAN ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**BACA TOZUNDAN ÇİNKO ELDE EDİLMESİNİN  
UYGULANABİLİRLİĞİ (KAYSERİ ÇİNKOM A.Ş. ÖRNEĞİ)  
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan  
Murat SARGIN**

**Danışman  
Prof. Dr. Ali KAYA**

**Eylül 2016  
KAYSERİ**

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Murat SARGIN



## YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

Baca Tozundan Çinko Elde Edilmesinin Uygulanabilirliği (KAYSERİ ÇİNKOM A.Ş ÖRNEĞİ) adlı Yüksek Lisans tezi Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Lisansüstü Tez Yazım Yönergesi 'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tez Hazırlayan:

Murat SARGIN

İmza

Tez Danışmanı:

Ali KAYA

İmza

İşletme ABD Başkanı  
Doç. Dr. Nilsun SARIYER

İmza

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Ali Kaya'nın danışmanlığında Murat SARGIN tarafından hazırlanan "Baca Tozundan Çinko Elde Edilmesinin Uygulanabilirliği (Kayseri Çinkom A.Ş. Örneği)" adlı bu çalışma jürimiz tarafından Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

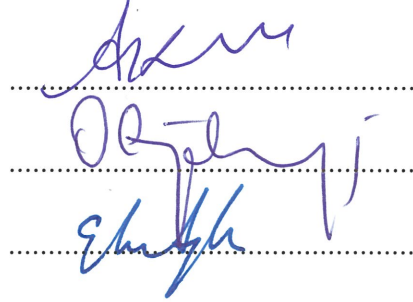
28.07.2016

### JÜRİ:

Danışman : Prof. Dr. Ali KAYA

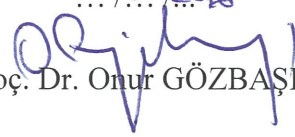
Üye : Doç. Dr. Onur GÖZBAŞI

Üye : Doç. Dr. Ebru AYKAN



### ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 06/10/2016 tarih ve 2016/32-02 Sayılı kararı ile onaylanmıştır.

06/10/2016  
  
Doç. Dr. Onur GÖZBAŞI  
Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın temel amacı, baca tozlarının geri kazanımı ve çinko elde edilmesinin uygulanabilirliğini sağlamaktır. Bu sebeple baca tozlarının geri kazanımının sağlanarak, çinko elde edilebilmesi işlemleri irdelenerek incelenmiş ve Türkiye’de bulunan bir işletme üzerindeki uygulaması yorumlanmıştır.

Tez çalışmam süresince her türlü yardım ve fedakârlığı sağlayan, bilgi, tecrübe ve güler yüzü ile çalışmama ışık tutan, ayrıca bana bu çalışmayı vererek kendimi geliştirmeye yönelik de birkaç adım ileride olmamı sağlayan, çalışmamın yöneticisi Sayın Hocam Prof. Dr. Ali KAYA ve diğer hocalarıma tezimin hazırlanması sırasında beni cesaretlendiren ve manevi destek sağlayan değerli arkadaşlarım Galip ŞAHİN ve Serhan ÖZBERK’e teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışmasını, yetiştirmemde emeği geçen ve benden maddi, manevi hiçbir desteği esirgemeyen aileme ithaf ederim

(Kayseri, 11/07/2016).

Murat SARGIN

# **“Baca Tozundan inko Elde Edilebilmesinin Uygulanabilirliği (Kayseri inkom A.Ő. rneği)”**

**Murat SARGIN**

**Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2016**

**Danışman: Prof. Dr. Ali Kaya**

## **ÖZET**

Demir elik sektöründe metallerin işlenmesi sonucunda oluşan atık hurda metallerin geri kazanılabilmesi için ergitme fırını olarak kullanılabilen elektrikli ark ocakları ve buna benzer ocaklar kullanılmaktadır. Bu işlem ile ortaya çıkan atık baca tozları çevresel açıdan uygun olarak yönetilememektedir. Atık baca gazı tozlarının düzensiz bir şekilde depolanması, dolgu malzemesi olarak kullanılması sebebiyle çevre ve insan sağlığını olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Bu nedenle baca gazı tozlarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu hurdaların ergitilmesi sonucu oluşmuş olan baca tozlarının yapısında değerli metal bileşenler bulunmaktadır. Bu baca tozunun içinde bulunan değerli metal bileşenlerden biri de çinkooksittir.

Bu yapmış olduğumuz çalışmada baca tozlarının geri kazanımında çinko elde edilmesinin uygulanabilirliği incelenerek yorumlanmıştır. Türkiye’de bu işlemi yapan bir işletmede de uygulaması incelenerek çalışmaya eklenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Baca Tozu, Atık, inko



# **Feasibility of zinc recovery from electric arc furnace dust (Cinkom A.S. Kayseri example)**

**SARGIN, Murat**

**Nuh Naci Yazgan University, Graduate School of Social Sciences**

**M.Se Thesis, July 2016**

**Supervisor: Prof. Dr. Ali Kaya**

## **ABSTRACT**

Electric arc furnaces and similar furnace are used as a melting furnace that can be used to recover the waste resulting from the processing of metal scrap metal in the iron and steel industry. Waste of this process is called us flue dust which can't be manged environmentally. Due to the irregular storase of dust and using it as filling material lead to negative impact and the environment and human health. Therefore, are shouldbe caretll to manse the use of dust . This is the structure of the melting of scrap resulting from the flue dust that has precious metal components. This is one of the precious metal component contained in the flue dust is zinc oxide.

This recovery in the flue dust in the work we have done has been reviewed by examining the feasibility of obtaining zinc. Turkey has been added to the study by examining a company engaged in the implementation of this process.

**Keywords:** Flue dust , waste , Zinc

# İÇİNDEKİLER

## BACA TOZUNDAN ÇİNKO ELDE EDİLMESİNİN UYGULANABİLİRLİĞİ (KAYSERİ ÇİNKOM A.Ş. ÖRNEĞİ)

	<u>Sayfa</u>
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI.....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI.....	ii
KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xi
<b>GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>

### 1. BÖLÜM

#### ÇİNKO VE KURŞUN SANAYİ

<b>1.1. Çinko ve Kurşun Üretimi .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1. Çinko ve Kurşun Üretimi Aşamaları .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.1.1. Yüksek Fırın Prosesi .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1.2. Dünya’da Kurşun ve Çinko Rezervleri.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1.3. Türkiye’de Kurşun ve Çinko Rezervleri.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1.4. Çinko ve Kurşunun Kullanıldığı Sektörler.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1.5. Çinko ve Kurşun Ekonomisi.....</b>	<b>18</b>

## 2. BÖLÜM

### ÇİNKO-KURŞUN ÜRETİMİ, ÇEVRESEL FAKTÖRLER İLE EKONOMİK BOYUTLARI

2.1. Çinko – Kurşun Üretim Tesisleri ve Tehlikeli Atıkları .....	22
2.2. Çinko – Kurşun Üretiminde Elektrikli Ark Ocakları .....	23
2.2.1. Elektrikli Ark Ocağı Kaynaklı Baca Gazı Tozları Çevreye Zararları .....	25
2.2.2. Elektrik Ark Ocağı Baca Gazı Tozunu Azaltma Yöntemleri.....	25
2.2.2.1. Briketleme Yöntemi .....	26
2.2.2.2. Hurda Kontrolü.....	26
2.3. Elektrikli Ark Ocağı Baca Gazı Tozu Geri Kazanım Yöntemleri .....	27
2.3.1. Waelz Fırını Prosesi .....	28
2.3.2. Ztt Ferrolıme Prosesi .....	31
2.3.3. Laclade Steel Prosesi .....	32
2.3.4. Amonyakla Liç Prosesi .....	32
2.3.5. Kostik Soda Liç Prosesi .....	33
2.3.6. Sülfürik Asit Liç Prosesi.....	33
2.3.7. Demir Nitrat Liç Prosesi.....	34

## 3. BÖLÜM

### ÇİNKOM A.Ş. ÖRNEĞİ

3.1. Baca Gazından Çinko Geri Kazanımı ve Uygulaması ÇİNKOM A.Ş Örneği...36	
3.1.1. Ülke Ekonomisine ve Çevreye Katkıları .....	38
3.1.2. Waelz Prosesi ve Üniteleri .....	39
3.1.2.1. Hammadde Stoklama – Yükleme Ünitesi.....	40
3.1.2.2. Peletleme Ünitesi.....	40
3.1.2.3. Waelz Besleme Ünitesi .....	40
3.1.2.4. Waelz .Fırını .....	42
3.1.2.5. Radyasyon Soğutucular .....	44
3.1.2.6. Jet-Plus Filtreler .....	44
3.1.2.7. Yıkama Ünitesi.....	44
3.1.2.8. Waelz Prosesinden Çıkanların Özellikleri, Prosesin Verimi.....	45
3.1.3. Teksif Prosesi.....	46

3.1.3.1. Teksif Fırını Besleme Ünitesi.....	47
3.1.3.2. Teksif Fırınları.....	47
3.1.3.3. Radyasyon Soğutucular .....	47
3.1.3.4. Jet-Plus Filtreler .....	48
3.1.3.5. Bilyalı Değirmen Öğütme Ünitesi .....	48
3.1.4. Leach Prosesi.....	49
3.1.4.1. Leach İşleminin Yapılışı.....	49
3.1.4.2. Leach Ünitesinin Kapasitesi.....	50
3.1.4.3. Arıtma Tesisi .....	50
3.1.5. Elektroliz Ünitesi .....	52
3.1.5.1. Eritme-Döküm Ünitesi.....	52
3.1.6. Döner Filtre Keki Geri Kazanım Projesi.....	53
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	54
KAYNAKÇA.....	58
ÖZGEÇMİŞ .....	61

## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

ABD:	Amerika Birleşik Devletleri
AŞ:	Anonim Şirket
Au:	Altın
C:	Derece
Cl:	Klor
Co:	Kobalt
Cu:	Bakır
ÇED:	Çevresel Etki Değerlendirme
DFK:	Döner Filtre Keki
DPT:	Devlet Planlama Teşkilatı
EAF:	Elektrikli Ark Fırını
EAO:	Elektrikli Ark Ocakları
Fe:	Demir
g:	Gram
Gj:	Gigajoule
Kcal:	Kilokalori
Kg:	Kilogram
Kw:	Kilowatt
m:	Metre
m <sup>2</sup> :	Metrekare
m <sup>3</sup> :	Metreküp
mm:	Milimetre
Mo:	Molibden
MTA:	Maden Tetkik Arama Enstitüsü
Ni:	Nikel
PM:	Partikül Madde
POP:	Kalıcı Organik Kirletici
SMD:	İnce Öğütme Değirmenleri
SX:	Solvent Ekstraksiyonu
Zn:	Çinko

## TABLolar LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
Tablo 1. Çinko ve Kurşunun Fiziksel Özellikleri.....	5
Tablo 2. Dünya Kurşun Çinko Rezervleri.....	16
Tablo 3.Yıllar İtibariyle Toplam Çinko Cevheri.....	17
Tablo 4. Cevherin Tipik Analizi.....	41
Tablo 5. Baca Gazı Filtre Tozunun Tipik Analizi.....	41
Tablo 6. Kok Tozunun Tipik Analizi.....	42
Tablo 7. Kireç Taşının Tipik Analizi.....	42
Tablo 8. Waeltz Oksitin Tipik Analizi.....	46
Tablo 9. Cürufun Tipik Analizi.....	46
Tablo 10. Waelz Prosesinde Kullanılan Hammaddelerin ve Oluşan Ürün Miktarı.....	46
Tablo 11. Çinko Klinkerin Tipik Analizi.....	48
Tablo 12. Teksif Prosesinde Kullanılan Hammaddelerin ve Oluşan Ürün Miktarları....	48
Tablo 13. Leach Teorisi Çıkan Solüsyonun Tipik Analizi.....	51-52

## GİRİŞ

Türkiye; dünyanın en önemli demir-çelik üreticilerinden biri olarak görülmektedir. Türkiye'nin bu alandaki büyümesini arttırarak ilerlemesi istenilmektedir. Fakat bu üretim yapılırken çevresel faktörlerinde göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Türkiye'de demir-çelik sektörünün yeri büyüktür. Bunun yanında Türkiye büyük bir atık üreticisi olma yolunda ilerlemektedir. Bu nedenle bu atıkların değerlendirilmesi için birçok çalışma yapılmaktadır. Geçmiş yıllarda cürufların içerisinde baca külleri bırakılarak çevreye gelişi güzel şekilde bırakılmış atıklar büyük tehlikeler yaratmışlardır. Son yıllarda bu uygulamalardan vazgeçilmiş fakat eskiden oluşmuş cüruf dağlarına henüz bir çözüm bulunamamıştır.

Türkiye'de demir-çelik sektörü birçok sanayi koluna hammadde sağlaması açısından ülke ekonomisi ve sanayileşmede öncü sektörler arasında bulunmaktadır. Türk demir-çelik sektörü 26 milyon tonluk yıllık üretim ile gelişmekte olan ülkeler arasında üst sıralarda yer almaktadır. Aynı zamanda üretim faaliyetleri sonucunda yüksek miktarlarda cüruf oluşması sebebiyle Türkiye en büyük atık üreticisi sektörler arasındadır.

2009 yılı verilerine göre demir çelik sektöründe 15 milyon 679 bin 456 ton hurda metal üretimde hammadde olarak kullanılmıştır. Demir ve çelik endüstrisinden kaynaklanan atıklar, 2008 yılında Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin Ek-4 listesinde; 10 02 koduyla, "Isıl İşlemlerden Kaynaklanan Atıklar" olarak belirtilen 10 nolu başlık altında yer almaktadır. Türkiye'de demir-çelik endüstrisinde, 2009 yılı sonu itibarıyla 24 adet tesis faaliyet göstermektedir. Bu faaliyetler sonucu oluşan cüruf miktarı yaklaşık olarak yıllık 5 milyon ton olarak ifade edilmektedir. Söz konusu atıkların yaklaşık yüzde 87'si tesislerde bekletilmektedir. Yüzde 12'si düzenli depolanmakta, sadece yüzde 1'i ise geri kazanılmaktadır.

Gereken depolama alanlarının büyüklüğü nedeniyle ortaya çıkan maliyetler, depolama seçeneğini ekonomik olmaktan çıkarmaktadır. Halen, Kocaeli'de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan lisanslı olarak faaliyet gösteren 1 cüruf düzenli depolama tesisi, İzmir'de ise cürufların geri kazanımı sonucu agrega, parke taşı, büz boru üretimi faaliyeti gösteren, yine bakanlık lisanslı 1 geri kazanım tesisi bulunmaktadır.

Dünyada cürufların değerlendirilmesi amacıyla yapılan birçok bilimsel araştırma mevcut. Bu araştırmalara göre cüruflar; inşaat sektöründe, demiryolu balastı, beton agregası, çimento sanayi, briket ve tuğla yapımı, cüruf yünü, prefabrik eleman ve blok yapımı, dolgu malzemesi, yol-temel ve alt temel malzemesi olarak geniş bir alanda kullanılabilir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, demir-çelik cüruflarının içindeki değerli metallerin geri kazanımının mümkün olması nedeniyle, sözkonusu atıkların düzenli depolanması yerine geri kazanım alternatifini öncelikli yöntem olarak değerlendirmektedir.

Bu kapsamda, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından, demir-çelik üretim faaliyetleri sonucu açığa çıkan cürufların yönetimine ilişkin olarak bir eylem planı hazırlanmıştır. 2012 yılında söz konusu plan çerçevesinde, cüruf atıklarının potansiyel bir hammadde kaynağı olarak değerlendirilerek, katma değeri yüksek ürünlerin elde edilmesinde kullanılmasına yönelik alternatiflerin araştırılması ayrıca cürufun değişik amaçlar doğrultusunda kullanılabilirliğiyle ilgili sektör temsilcisi kurum ve kuruluşlarla toplantılar yapılması planlanıyor. Bu arada Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, demir-çelik sektöründen çıkan atıkların daha etkin biçimde yönetilmesini sağlamak amacıyla TOBB Türkiye Demir ve Demir Dışı Metaller Meclisi ve Demir Çelik Üreticileri Derneği (DÇÜD) ile koordineli çalışmalar yürütmektedir.

Bu çalışmamızda ile baca tozlarının geri kazanımı sağlanarak, bu tozlardan çinko elde edilmesinin uygulanabilirliği ve Kayseri Çinkom A.Ş. Örneği incelenmektedir.



# 1. BÖLÜM

## ÇİNKO VE KURŞUN SANAYİ

### 1.1. Çinko ve Kurşun Üretimi

“Çinko (Zn) periyodik cetvelin 2B grubuna dahil mavimsi beyaz renkte, metal elementtir. Aktif bir element olduğundan doğada serbest halde bulunmamaktadır. Kuru havadan etkilenmemektedir. Nemli havada iyice oksitlenmesine engel olan ince koruyucu bir bikarbonat tabakasıyla örtülmektedir. Kızıl derecede yeşil bir alevle yanarak çinko oksit vermektedir. İndirgendir ve sıcakta su buharını ayrıştırmaktadır. Kurşun; periyodik çizelgenin IV A grubunda yer alan, mavimsi beyaz renkte yumuşak, dövülerek kolayca şekil alabilen bir element olarak tanımlanmaktadır” (Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, 2011: 23).

Çinkonun tarihi, bulunması ve tanınması 5000 yıl öncesinden başlayarak günümüze kadar gelmektedir. Erken dönemlerde çinko pirinç alaşımı, bakır ve çinko kombinasyonu olarak bilinmekteydi. Yüzyıllar sonra çinko bugün ki kullanım yöntemlerine yakın şekilde Hindistan da keşfedilmiştir. Çinko metal üretimi eski Hindistan'da çok yaygın idi. On üçüncü yüzyılın sonunda, çinko üretimi Hindistan'dan Çin'e taşınmıştır. İlerleyen zamanda Çinli madenciler çinkonun kullanım alanlarını ve çinko üretimi geliştirmiştir. Avrupalı bilim adamları ise diğer bilinen metallere farklı özelliklere sahip olan çinkodan 16. yüzyılda haberdar olmuştur (Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, 2011: 24).

18.yüzyılın ortasında ise çinkoyu diğer metallere ayıklamak için bir yöntem ihtiyacı duyulması ve yapılan araştırmalar çinko teknolojisini Çin'den İngiltere'ye transfer edilmesine yol açmıştır. Bu üretim yönteminin getirilmesinden bir kaç yıl sonra, çinko üretimine sülfat cevherlerinden de başlanmıştır. 1798'de, çinko dahil çeşitli kaynaklardan elde edilen atıklar elde işlenmeye başlamıştır (Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, 2011: 25).

İlk ticari elektroliz işlemi ise 1910'lu yıllarda A.B.D.'de gerçekleştirilmiştir. Bu çinko sektörü için önemli bir gelişmeydi. Bu gelişmeden sonra hızla çinko ve kurşun sanayide bir alanda kullanılmaya başlamıştır (Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, 2011: 24).

Çinko, atom numarası 30 ve atom ağırlığı 65.38 olan bir metaldir. Beş kararlı izotopu olan çinko, periyodik tablonun II B grubunda bulunur. Saf çinkonun 25°C'deki yoğunluğu 7.31 g/cm<sup>3</sup> dür. Buharlaştırma ısısı 426 kcal/kg olup, erime sıcaklığı 906-907°C'dir.

“Çinko maviyi andıran beyaz renkte parlak bir metal olmakla beraber nemli havada parlaklığını yitirmektedir. Dış yüzeyinde oluşan tabaka ile havadan daha fazla etkilenmez. Oda sıcaklığında kırılğan olan çinko, 200 °C'nin üzerindeki sıcaklıkta toz haline getirilebilmektedir. Safsızlıklar çinkonun mekanik özelliklerine çok etkilemektedir. % 0.12 kadar demir, levha ve tel halinde çekilmesini zorlaştırmaktadır. Mohs cetvelinde sertliği 2.5'dir. Çinko içerisinde yabancı maddelerin çinkonun çözünmesini kolaylaştırmaları, çinkonun bu maddelerle bir galvano pili teşkil etmesine dayanmaktadır. Çinko pasifleşerek havadan etkilenmese de elektropozitif yük almaya çok yakın olduğundan seyreltik asitlerde çok kolay hidrojen açığa çıkararak çözünmektedir” (Luna vd, 2007, s.41).

Çinko, saf suda hiç çözünmediği halde, kuvvetli bazlarda sulu amonyak ve amonyum klorür içerisinde kolaylıkla çözünmektedir. Karbondioksit, çinkoyu oksidine yükseltmektedir. Çinko pek çok iyon için aktif bir indirgeyicidir. İndirgeme gücüne bir örnek olarak nitrik asitle etkileşimi verilebilmektedir. Bu durumda sadece çinko nitrat yerine, azot oksitler ve azot gazı yan ürün olarak oluşmaktadır. Sıcak alkali çözeltilerde çinko, çinkatları oluşturarak çözünmektedir.

Kurşun ise atom numarası 82, atom ağırlığı 207.19 olup periyodik tablonun IV. grubunda bulunmaktadır. Kurşun; bariz bir mavilik arz eden gümüş görünüşünde parlak bir metaldir. Rutubetli havada taze kesilmiş yüzeyi, bazik bir karbonatın teşekkülü sebebiyle donuklaşır ve bu sebepten dolayı gri görünür. Yoğunluğu en yüksek olan metallere biri olup, 16 °C'deki yoğunluğu 11.34 g/cm<sup>3</sup>'dür. Yumuşak, kolaylıkla dövülebilen, kesilebilen ve tel haline getirilebilen bir metaldir.

Kurşun, bulunduğu grubun karakteristik oksidasyon sayıları olan +2 ve +4 oksidasyon sayılarının her ikisine de sahip olabilmektedir. +2 oksidasyon

basamağındaki bileşikler daha ziyade bazik karakterlidir. +4 oksidasyon basamağındaki bileşikler ise asidiktir. Metalik kurşun erime sıcaklığının üstünde, fakat 545 °C'nin altında ısıtıldığı takdirde litarj olarak bilinen Pb3O4 bileşimini, sıcaklık 545 °C'nin üzerine çıkarılacak olursa kurşun monoksiti (PbO) meydana getirmektedir. Kurşun kükürt, flor ve klorla doğrudan doğruya birleşerek kurşun (II) bileşiklerini meydana getirmektedir. Kurşun, aktivite sırasında hidrojenin üstünde bulunmasına rağmen, seyreltik asitlerde, çok yavaş bir şekilde hidrojen açığa çıkarmaktadır. Nitrik asitte ise çok çabuk okside olmaktadır. Sodyum hidroksit ve diğer bazik çözeltilerden hidrojeni açığa çıkarır ve kendisinde plumbat bileşiğine dönüşmektedir. Çinko ve kurşunun önemli bazı fiziksel özellikleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Çinko ve Kurşunun Fiziksel Özellikleri

Fiziksel Özellik	Pb	Zn
Erime Sıcaklığı, °C	327.43	419.5
Kaynama Noktası, °C	1740	904
Spesifik Gravitesi	11.344 (20 °C)	7.133 (25 °C)
Isı Kapasitesi, cal/g °C	20° C'de 0.0306 500 25-420 °C katı 5.35+2.4010 "3 T °C'de 0.0370 420-907 °C sıvı 7.5	
Erime Gizli Isısı, cal/g	5.86	30.0
Buharlaşma Gizli Isısı, cal/g	203	420.62

Kaynak: Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2014, s.37

### 1.1.1. Çinko ve Kurşunun Üretim Aşamaları

Çinkonun metalurjik üretim metotları kullanılan cevherin türüne ve tenörüne bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Bütün metalurjik işlemlerde kullanılan çinko cevherini basitçe madenden çıkan çinko cevherleri ve metalurjik işlem için kayda değer oranda bünyesinde çinko bulduran ikincil kaynaklar olarak sınıflandırılabilir.

“Ticari değere sahip çinko içeren cevherler esasen sülfür (örneğin sfalerit, ZnS) formunda bulunmaktadır. Çinko oksit, silikat ve karbonat bunların diğer elementlerle

kompleks kombinasyonlarının olduğu oksitli bazı cevherler, minör kaynaklar olarak ortaya çıkmaktadır. Büyük miktarlarda kurşun, kadmiyum ve demir, daha az miktarlarda bakır, gümüş, altın, arsenik ve en az olarak da antimon, kalay, indiyum, germanyum ve galyum çinko cevherlerinde bulunan genel safsızlıklardır. Ekstraktif metalurjik operasyonların esas gayesi çinkoyu bu safsızlıklardan ayırmaktır. Prosesin diğer bir önemi, bu safsızlıkların çinko ekstraksiyonu sırasında yan ürün olarak kazanılmasıdır” (Kirk-Othmer,1971, s.55; McGraw-Hill,1987, s.98).

Madenden çıkan ve sülfürleri şeklinde bulunan çinko cevheri öncelikle temel cevher hazırlama işlemlerine tabi tutulmaktadır. Bu anlamda cevher öncelikle kırma, öğütme ve filtrasyon gibi bir dizi işlemde geçirilerek gang minerallerinden ayrılıp çinko konsantresi elde edilmektedir. Daha sonra bu konsantre bir metalurjik işlemle metale indirgenmektedir. Son olarak metal ileri derecede rafine edilerek ticari olarak kullanılabilen alaşımları elde edilebilmektedir.

“Çinko sülfür cevherleri genellikle maden bölgesinde zenginleştirilmektedir. Öncelikli olarak cevher kırılmakta ve minerallerin gang mineralinden ayrılmasının temini için serbestleşebilmeleri için öğütülmektedir. Çinko cevherlerinin kırma aşamasında genellikle standart tip çeneli, döner ve konik kırıcılar kullanılmaktadır. Daha sonra yapılan öğütme işlemi ise çinko ve gang mineralinin tane serbestleşme boyutunun çok küçük olmasından dolayı çoğunlukla bilyalı değirmenlerde yapılmakta ve kırılmış cevher -325 mesh'e kadar indirilmektedir. Bu tane boyutu aynı zamanda daha sonra uygulanacak olan köpük flotasyonun uygulanabilmesi için de gerekli tane boyutudur” (Kirk-Othmer, 1971, s.87). “Çinko cevheri flotasyonla zenginleştirildiği zaman, % 50 'in üzerinde çinko ve %2.5'in altında kurşun tenörlü konsantreler elde edilebilmektedir” (Cankut, 1972, s.58).

Çinko metalürjisinde yer alan izabe işlemi, sülfürlü minerallerden bakır üretiminde uygulanan izabeden oldukça farklıdır. Buradaki temel gaye sülfür halindeki çinkoyu oksidine dönüştürdükten sonra indirgeme işlemine tabi tutarak metalik çinkonun eldesidir. Bu nedenle sülfürlü cevherlerden üretim sırasında, indirgeme işleminden önce okside dönüştürmek amacıyla bazı hazırlık işlemleri uygulanmaktadır. Bu işlemlerin başında kavurma operasyonları gelmektedir.

Çinko metali elde etmek için çinko konsantresinin kavurma ile oksidasyon işlemi kısmi veya tek kademeli kavurma yapmak suretiyle yürütülmektedir. Bu

işlemlerin temel gayesi sülfürlü çinko cevherinin aşağıdaki temel reaksiyon gereği oksidine dönüştürülmesidir.

“Kavurma operasyonu ile kükürdün sistemden tamamen uzaklaştırılması istenmektedir. Zira kavurmadan sonra geriye kalacak herhangi bir miktardaki kükürt, kendi ağırlığının iki misli kadar çinko bağlamaktadır. Bu da takip eden izabe işlemlerinde çinko kaybına neden olacaktır. Gerek kısmi gerekse tek kademeli kavurma tatbik edildiğinde, kullanılan fırın genellikle üst üste konulmuş çok hazneli tiptedir. Çok katlı fırının yanında flaş kavurma cihazları ve akışkan yataklı kavurucular kullanılmaktadır. Çok katlı fırınlarda kavurma üst üste dizili katlardan cevherin dökülmesiyle gerçekleştirilmektedir. Bu cihazlarda besleme üstten yapılırken alttan yükselen kavurma gazlarıyla temas eden cevherler oksit halinde yanmaktadır. Flaş kavurucular ise ara katları çıkartılmış, yanma bölgesinin geniş tutulduğu ve beslemenin süspansiyon halinde beslendiği kavurucular olarak düşünülebilmektedir. Akışkan yataklı kavurucular basınçlı yanma havasıyla beslemenin akışkanlaştırılarak kavruğu sistemlerdir” (Glasser, 1997, s.78).

Kısmi kavurmayla malzemedeki kükürt oranı % 8-12'ye indirilmektedir. Bu işlem için gerekli sıcaklık 700-800 °C'dir. Tek kademeli kavurmada ise daha yüksek sıcaklığa ihtiyaç duyulmaktadır ve gerekli ısı bir ateşleme kutusundan temin edilmektedir. Tek basamaklı kavurmada işlem 1000 °C'de gerçekleştirilmektedir. Bu arada bazı yan reaksiyonların meydana gelmesi mümkündür. Bunlardan en önemlisi çinko oksit ile demir oksidin reaksiyonu sonucu çinko ferritin oluşumudur. Ayrıca bir miktar çinkonun sülfatasyonunda mümkündür.

“Çinko metalürjisinde kullanılan yöntemlerden biride sinterlemedir. Sinterleme iç yanmalardan ötürü meydana gelen oksidasyon etkisinin kütle tarafından emilen havanın yardımıyla cevher tabakasına dağılmasını sağlayan bir kavurma metodu olarak tarif edilebilmektedir” (Major ve Fitchko, 1992, s.25).

Cevher, işlem esnasında kısmen ergitilerek ince ve düzenli bir pasta haline getirilir. Gözenekli yapının temini için kalsineye mazot veya kok karıştırılmaktadır. Sinterleme ve hazneli fırında yapılan kavurma arasındaki fark, şarjın cevher taneciklerinin karıştırılmasını önleyerek ince bir tabaka halinde işleme tabi tutulmasından ve elde edilen ürünün ince, gözenekli ve hücreli bir kütle olmasından ileri gelmektedir. Bu işlemler Dwight-Loyd cihazı olarak bilinen sinterleme cihazlarında

gerçekleştirilmektedir. Sinterlenmiş ürün, artık indirgenme işlemine hazır hale gelmiştir. Okside edilmiş çinkonun indirgenmesi, yatay retort, dikey retort, elektrotermik yöntem veya yüksek fırın proseslerinden herhangi biriyle gerçekleştirilebilmektedir. Aynı zamanda oksitli cevherlerden Waelz prosesi yöntemiyle elde edilen zenginleştirilmiş oksidik ürün veya ikincil kaynaklardan elde edilen oksidik ürün de bu yöntemlerden herhangi biriyle değerlendirilebilmektedir. Bu bölümde bu yöntemlere kısaca değinilecektir.

“Yatay retort işlemi ise bilinen en eski çinko izabe metodu olup, indirgeme işlemi retort olarak bilinen ateşe dayanıklı, kile kok veya silisyum karbür katılmasıyla elde edilen yatay kaplarda gerçekleştirilmektedir. Bu retortlar gazla veya kömürle ısıtılan bir alev fırını içerisine yatay olarak yerleştirilmektedir” (Güneş, 2006, s.12).

Çinko metalürjisinde kullanılan retort fırınları sürekli olarak 800 ile 1500 °C arasında değişen yüksek sıcaklıklara maruz kalmaktadır. Fırının bu sıcaklığa devamlı surette dayanabilmesi için, fırın astarlarının yüksek kaliteli refrakter malzemeden imal edilmiş olması gerekmektedir. Refrakterlerin maruz kaldığı en ağır şartlardan biri de, yüksek sıcaklık altında ağır yük ile eritme ısısının bir araya gelmesidir. Bu şartlara maruz kalan fırın bölgelerinde silika tuğla kullanılmaktadır. Yatay retort fırınının şarjını, sinterlenmiş konsantre ile karışım halindeki kömürden oluşan besleme teşkil etmektedir. Karbon, çinko oksidin oksijeniyle birleşerek metalik çinkoyu açığa çıkarmaktadır. Açığa çıkan çinko retortun soğuk olan kondansatör kısmında toplanmaktadır. Fırın sıcaklığı 1400 °C 'ye kadar yükseltilmektedir. Karbonun çinko oksidi indirgeme işlemi 1200 °C'e ulaşmadan başlamaz. Kondansatör sıcaklığının çok iyi ayarlanması gerekmektedir. Zira, sıcaklık çok düşük olduğu takdirde çinko buharı kondansatörden yoğunlaşmadan geçmektedir. Bu işlemler sonunda kondansatörde yoğunlaşan çinko genellikle üç, kısmen de daha az retort kırılmasını sağlamak için beş periyotta alınmaktadır. Bu boşaltma sırasında ilkinde çinko miktarının %40'ı, ikincisinde %50'si ve sonuncu boşaltmada ise %10'u alınmaktadır. Saflaştırılmış metal, kalıplara dökülmektedir.

Dikey retort işlemi, prensip olarak yatay retort işleminden çok farklı olmayıp kullanılan sistem dikey bir fırın içerisine yerleştirilmiş retorttan ibarettir. Sinterlenmiş cevher kömürle karıştırılarak melas gibi bağlayıcılar yardımıyla briketlenir ve önce bir koklaştırma işlemine tabi tutulmaktadır. Retortlardan gelen sıcak redükleme gazları

koklaştırma işlemleri için gerekli sıcaklığı elde etmek için kullanılmaktadır. Sıcak briketler, dolu olan düşey retortun üstünden yüklenmektedir ve artık, devamlı olarak tabandan dışarı alınmaktadır. Yatay retort işleminde gerçekleşen reaksiyonlara benzer reaksiyonlarla indirgenme sağlanmaktadır ve çinko buharı retortun üst kısmındaki kondansatörlerde yoğunlaşmaktadır.

Dikey retort işleminin yatay retort işlemine göre çeşitli avantajları vardır. Bunlar, daha az işçilik gerektirmesi, zamandan tasarruf sağlaması, ısı veriminin yüksek oluşu ve metal veriminin yüksek oluşudur.

Elektrotermik proste ise kullanılan fırın aslında dikey bir retort fırınıdır. Elektrotermik fırınlar, 2.5 m çapında 11.5 ile 12 m yüksekliğinde silindirik şekle sahip rezistanslı fırınlardır. Sinterlenmiş konsantre ve kok karışımı fırının tepesinden sürekli olarak beslenir oluşturan malzemeler iyi bir şekilde karıştırılmalı ve prosesin yan ürünü olan karbon monoksit ile ısıtılmış bir diğer fırında önceden ısıtılmalıdır. Zira, ısıtma işleminin amacı daha sonra gelecek olan redükleme işlemini kötü yönde etkileyen kömürdeki rutubeti ve uçucu maddeleri gidermek içindir. Fırında gerekli olan ısı beslenen şarja uygulanan elektrik akımıyla sağlanır. Şarj bir direnç gibi davranarak sıcaklığın yükselmesi gerçekleşmektedir. Bunun için on altı adet büyük çaplı grafit elektrot kullanılmaktadır. Bu elektrotların sekizi tepeye sekizi de tabana yakındır. Fırında ısı, elektrotlar arasında meydana gelen arklardan dolayı ve dolaysız bir şekilde yayılmak suretiyle şarja intikal etmektedir. Bu prosesde fırın sıcaklığı 1200 °C'ye çıkarılmaktadır. Fırında indirgeme işlemi gerçekleşirken, artıklar sürekli olarak fırın tabanından alınmaktadır. Çinko buharı ve gazdan oluşan karışım, ısıyı düşürmek amacıyla su ile soğutulan bir banyodan geçirilmektedir ve metalik halde kondense edilmektedir. Alternatif olarak çinko buharı çinko okside dönüştürülebilmektedir ve torbalı fitrelerde toplanarak kauçuk ve boya endüstrisinin kullanımına arz edilebilmektedir.

#### **1.1.1.1. Yüksek Fırın Prosesi**

“Çinko üretiminde kullanılan yüksek fırının dizaynı, kurşun izabesinde kullanılan proses den alınmıştır. Yirminci yüzyılın en önemli metalurjik gelişmelerinden sayılan bu sistemde PbO üretiminde yüksek fırın prosesinin hayata geçirilmesi dikey retort fırınında gerekli ısının dolaylı olması ve işlemin yüksek balmım

masrafları gerektirmesinin yanında sermaye ve işletme masraflarının nispeten düşük olduğu büyük bir ünitenin kurulması ihtiyacından doğmuştur” (Tulgar, 1987, s.118).

“Fırın alt bölgesinde hava tüyerleri bulunup, gerekli ısı besleme karışımının karbon içeriğinin yanmasıyla sağlanmaktadır. Fırının tepesinde sinterlenmiş kurşun, çinko konsantresi ve cüruf yapıcı flaks malzeme beslenmektedir. Safsızlıklar cürufa alınırken, kazanılabilir çinko külçesi ve bakır içeren mat, bu kademede cüruftan ayrılmaktadır. Karbon monoksit içeren çinko buharı, erimiş kurşun kütlesi içerisine püskürtülür ve çinko ani bir soğumaya maruz bırakılmaktadır. Çinko, kurşundan daha az yoğun olduğu için erimiş metal banyosunun üstünde toplanmaktadır. Daha sonra çeşitli yöntemlerle çinko banyodan ayrılmaktadır. Bu proses de cüruf genellikle % 2-3 çinko ve % 0.5 kurşun içermektedir. Çeşitli karbon indirgeme proseslerinde elde edilen çinkonun saflığı önemli ölçüde izabe hazırlama basamakları sırasında uygulanan işlemlere bağlıdır. Elde edilen ürünün saflığına bağlı olarak farklı amaçlar için kullanımı da mümkün olabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı yüksek safiyette çinko elde etmek için mutlaka bir rafinasyon prosesinin uygulanması gerekmektedir. Düşük safiyetteki çinko metalinin saflaştırılması için en uygun yöntem bir geri devirli rafinasyon kolonunda gerçekleştirilen fraksiyonlu destilasyondur. Zira metalik çinkoda safsızlık olarak bulunması muhtemel olan bakır, kurşun ve demir gibi metallerin kaynama sıcaklıklarının çinkoya göre farklı olmasından faydalanılmaktadır” (Lagrega vd, 2001, s.45).

Tipik bir rafinasyon sistemi iki kurşun ayırma kolonunu takiben bir kadmiyum ayırma kolonundan ibaret üç kolonlu bir birimdir. Kurşun kolonu, kurşunun yanında demir ve kaynama noktası yüksek diğer safsızlıkların konsantrasyonunu temin ederken çinko ve kadmiyum gibi düşük kaynama noktasına sahip metallerin buharlaşarak kadmiyum kolonuna geçmesini sağlamaktadır. Kadmiyum metali de bu kolonda buharlaşır ve kolonun tepesinde kondanse edilerek elde edilmektedir. Bu sırada yaklaşık % 99.995 saflıktaki çinko metali kolonun altından elde edilmiş olmaktadır. Kolonlar, üst üste yerleştirilmiş ve özel bir biçime sahip tablalardan ibarettir. Kolonlar, silisyum karbür tuğlalarla imal edilmiş olup tablalar da refrakter bir malzemedendir yapılmıştır. Buharlaşma için gerekli olan ısı, kolonun alt tarafından sisteme dahil edilmektedir.

Çinko, cevherde mevcut mineral önceden flotasyon yolu ile konsantre edilmedikçe retort usulü tatbikiyle sülfür cevherinden verimli bir şekilde elde edilemez.



Düşük tenörlü yataklardan elde edilen kalamın  $[Zn(OH)_2 \cdot SiO_3]$ , villemite ( $ZnSiC_2$ ), zinkit ( $ZnO$ ) v.s. gibi oksitlenmiş çinko cevherinin flotasyon ile ekonomik bir şekilde konsantre edilmeleri üzerinde çalışılmaktan günümüze kadar kaçınılmıştır.

Oksitlenmiş çinko ve elektroliz artıklarına ilaveten, kurşun izabesinden elde edilen çinkolu cüruflar, çinko izabesinden gelen retort artıkları ve baca tozları gibi büyük miktarlardaki izabehane yan ürünlerinin de, çinkonun kazanımı için işleme tabi tutulmaları gerekmektedir.

Bu cevher ve artıklara tatbik edilecek en ekonomik usulün fırın metotları olduğu tespit edilmiştir. Böyle bir işlem sonucu çinko, gaz faza geçirilerek oksit halinde elde edilmektedir. Gaz faza geçirme işlemi için fırın metotları kullanılmaktadır ve en yaygın olarak kullanılan yöntem Waelz Prosesidir. Bu proses, esasen bir çinko oksit üretim prosesi olarak bilinmektedir ve proses büyük çaplı ve uzun döner bir fırında beslemenin pirometalurjik olarak işlendiği bir sistemden ibarettir. Fırının beslemedeki, çinko, kadmiyum, antimon, arsenik, kalay ve bizmutu gaz faza geçirme etkinliği oldukça yüksektir. Bu nedenlerden ötürü, çeşitli oksitlenmiş ve sülfürlü çinko cevherleri, fiziksel zenginleştirme soması elde edilen artıklar, flotasyon artıkları, çinko içeren demir cevherleri, elektrolitik çinko liç artıkları, çinko retort artıkları, kurşun üretim artıkları, kalay cevherleri ve cürufları, arsenikli ve antimonlu altın cevherleri Waelz fırınında başarıyla işlenebilmektedir.

“Çinko içeren cevherlerin ve artıkların değerlendirilmesinde uygulanan diğer bir yöntem hidrometalurjik üretim yöntemidir. Hidrometalurjik yöntemle esasen pirometalurjik olarak işlenmesi ekonomik olmayan oksidik yapıları cevherler ve konsantreler ile çeşitli metalurjik proseslerden elde edilen kayda değer oranda çinko içeren artıklar işlenmektedir. Özellikle oksitli ve karbonatlı cevherlerden Waelz yöntemiyle elde edilen kalsineler hidrometalurjik olarak işlenebilmektedir. Bazı durumlarda sülfürlü cevherlerin bir kavurma işlemi takiben hidrometalurjik olarak işlenmesi de mümkündür” (Kocaer ve Başkaya, 2003, s.24).

Hidrometalurjik çinko üretiminde uygulanan işlem esasen seyreltik sülfürik asit çözeltisiyle gerçekleştirilen bir liç işlemi soması elde edilen çözeltiden çinkonun elektroliz yöntemi ile yüksek safiyette çinko metali halinde kazanılmasıdır.

Şüphesiz liç sırasında kullanılan kalsinenin özelliklerine bağlı olarak liç çözeltisine başta demir, kobalt, nikel, kadmiyum, kurşun olmak üzere safsızlık oluşturan

metallerin geçmesi söz konusudur. Bu safsızlıklar daha soma uygulanacak olan elektroliz işleminde probleme neden olduğundan uygulanan arıtım prosesleriyle giderilirler. Bunun için genellikle demirin giderilmesi amacıyla liç işleminin, kademeli ve artan pH'daki çözeltilerle gerçekleştirilerek, bu metallerin hidrolize uğraması temin edilmektedir. Diğer metallerin ise genellikle sementasyon teknikleriyle çöktürülmesi yoluna gidilmektedir. Bu amaçla sementasyon vasıtası olarak çinko metali kullanılmaktadır. Böylece liç çözeltisinin arıtımı sırasında çinko konsantrasyonu da bir miktar artmış olmaktadır.

“Son olarak arıtılmış çinko sülfat çözeltisi elektroliz işlemine tabi tutulmaktadır. Elektroliz için kullanılan hücreler, genel olarak kurşun astarlı hücrelerdir. Elektroliz işleminde çinkonun kazanılma verimini etkileyen faktörlerden bazıları, çözeltinin saflığı, birikme süresi, çinkonun aside olan oranı ve çözelti sıcaklığıdır. Çözelti sıcaklığının kontrolü önemli bir fonksiyondur. Zira, çözeltide bulunan safsızlıkların akım verimine olan etkisi, sıcaklığın yükselmesiyle doğru orantılıdır” (Katsioti vd, 2008, s.68).

Kurşunun metalurjik üretim prosesleri esasen pirometalurjik yöntemleri kapsamaktadır. Ticari öneme sahip olan en önemli kurşun mineralleri galen (PbS), serüzit (PbCaCO<sub>3</sub>) ve anglezittir (PbSO<sub>4</sub>). Kurşun cevherleri genellikle çinko cevherleriyle birlikte bulunurlar ve galen genellikle önemli oranlarda gümüş ve altın içermektedir. Bu nedenlerden ötürü kurşunun metalürjisi oldukça fazla sayıda saflaştırma ve ayırma proseslerini içeren karmaşık bir yapıya sahiptir. Kullanılan cevherin veya hammaddenin özelliklerine bağlı olarak bu proseslerin sayısı artabilmektedir.

Kurşunun pirometalurjik üretimi diğer pek çok metal üretim prosesinde olduğu gibi esasen üç ana kademede incelenebilmektedir. Bunlar cevherin konsantre edilmesi, izabe ve rafınasyon kademeleridir.

Kurşun üretiminde ilk kademe olan konsantrasyonun gayesi cevherin kurşun içeriğinin arttırılmasıdır. Bu işlem çinko ve demir minerallerinden kurşunun ayrılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Ham cevher öncelikle kırılır ve bir kuru öğütme işlemiyle tane boyutu -325 mesh'e indirilmektedir. Bu fraksiyonda kurşun cevheri daha soma köpük flotasyonu işlemine tabi tutulmaktadır.

“Flotasyon prosesi sırasında, çinko mineralleri, demir bileşikleri ve toprak bileşenleri bastırılmaktadır ve bunlar daha sonra ileri bir ayırma işlemiyle kazanılmaktadır. Kurşunun flotasyonu esnasında kullanılan kimyasallar, sodyum karbonat, kireç, bakır sülfat, çam yağı, ksantatlar ve sodyum siyanür olarak sıralanabilmektedir. Bunlar, flotasyon işlemine tabi tutulacak her ton kurşun cevheri için 0.025 ile 2.5 kg arasında tüketilmektedir” (McGravv-Hill, 1987, s.1158).

“İzabeden önce, kurşun konsantresi genellikle yüksek tenörlü ham cevherle veya kireç taşı ve baca tozları gibi devrettirilen ara ürünlerle belli oranlarda karıştırılmaktadır. Bu materyaller, homojen ve iyi boyutlandırılmış bir izabe beslemesi oluşturulmak üzere peletlenmektedir. Daha soma besleme, kükürdün önemli bir kısmını gidermek üzere bir sinterleme işlemine tabi tutularak nisbeten daha büyük aglomeratlar haline getirilmektedir” (McGraw-Hill, 1987, s.1159).

“Sinterleme işlemi çinko metalurjisindeki benzer şekilde gerçekleştirilmektedir. Sülfürlü cevherde kükürdün giderilmesi amacıyla yapılan sinterleme de, meydana gelen yüksek sıcaklık, cevheri mat haline dönüştürmekte ve kavurma işleminin verimli bir şekilde ilerlemesine engel olmaktadır. Bu sorunu gidermek amacıyla iki kademeli sinterleme prosesi uygulanabilmektedir. Öncelikle cevher düşük sıcaklıkta sinter makinesinden düşük bir hızla geçirilerek kükürtte bir ön azaltma yapılmaktadır. Malzemenin ikinci geçirilişinde ise ortamda yeterli oranda kükürt olduğundan yanma sağlanır ve cevher yüksek fırına beslemek için hazır hale getirilmiş olmaktadır” (Tulgar, 1987, s.69).

“Kavurma sırasında kurşun sülfatın oluşumu istenmez. Çünkü izabe sırasında kurşun sülfat karbonla tekrar kurşun sülfür oluşturmak üzere indirgenmektedir. Kükürdün bakıra olan afinitesinin, demire karşı olan afinitesinden daha yüksek olması sebebiyle, demir sülfür kükürtle beraber bakıra geçerek mat'ı oluşturmaktadır. Şarjdaki kükürt miktarı düşük olduğu takdirde mevcut bakır, kurşun ile bir araya gelmektedir” (Tulgar, 1987, s.70). Kavurmada oluşan kurşun oksidin indirgenmesi, kokun yanması sonucu oluşan karbon monoksit tarafından gerçekleştirilir.

Kurşun için diğer bir üretim şekli de alev fırınlarında veya reverberlerde gerçekleştirilen yöntemdir. Bu yöntemde de kavurmadan gelen kısmen okside olmuş ve sülfatlaşmış üründen aşağıdaki reaksiyonlar gereği metalik kurşun elde edilmektedir.

Bu reaksiyonların yanında yine kurşun oksidin indirgen atmosfer etkisiyle metalik kurşuna dönüşmesi söz konusudur.

Yukarıda bahsedildiği şekilde elde edilen kurşun külçesi, cevherde bulunan gümüş, altın, bakır, bizmut, antimon, kalay ve arsenik yanında bazı diğer minör elementleri içermektedir. Bu arada oluşan cüruflar esasen çinko, demir, silika ve diğer gang materyallerini içermektedir. Oluşan baca tozlarında ise önemli oranlarda kurşun ve çinko yanında kadmiyum ve indiyum gibi metaller de bulunmaktadır.

“Safsızlıkları içeren kurşun külçesi, yaklaşık 350 °C 'ye soğutulduğunda dros adı verilen bir kabuk teşekkül etmektedir. Bu dros kurşun yanında önemli oranda bakır içermektedir. Düşük sıcaklıkta bakırın kurşundaki çözünürlüğünün düşük olması sebebiyle, bakırın önemli bir kısmı segregasyona uğramaktadır. Yüksek bakır içeriğine sahip olan dros ayrılarak alınmaktadır ve bakırın kalanı ise banyoya kükürt ilave edilerek uzaklaştırılmaktadır. Bu basamakta kurşunun bakır içeriği % 0.01'e kadar düşürülmektedir. Eğer önemli oranlarda kalay mevcut ise, kurşun külçesi hava gönderilerek tekrar 600 °C 'ye kadar ısıtılır ve kalay içeren ikinci bir dros elde edilerek uzaklaştırılmaktadır. Daha soma kurşun külçesi rafineriye gönderilmektedir” (McGraw-Hill, 1987, s.1160).

Yüksek fırından gelen cüruf, genellikle çinkoyu buharlaştırarak kurşunun geri bırakılması yoluyla işlenmektedir. Bu işlemde arta kalan cüruf atılmaktadır. Sinterleme tesisinden ve yüksek fırından gelen baca tozları torbalı filtrelerde veya çöktürücülerde toplanır ve yüksek fırına şarjla birlikte verilmek üzere geri devrettirilmektedir.

Önemli oranlarda gümüş, altın ve diğer metalleri içeren bakırı alınmış kurşun külçesi, iki önemli prosesden biri kullanılarak tekrar rafine edilmektedir. Bu yöntemlerden en yaygın olanı pirometalurjik teknikleri içermektedir. Diğer yöntem ise elektrolitik saflaştırma tekniğidir. Elektrolitik yöntem esasen külçenin bizmut içeriği yüksek olduğunda kullanılmaktadır.

“Pirometalurjik yöntemde ilk adım, arsenik, antimon ve kalayın uzaklaştırılması için uygulanan yumuşatma işlemidir. Bu işlem küçük bir reverber fırınında hava üflenerek 700-750 °C sıcaklığa ısıtmak suretiyle söz konusu elementlerin oksidasyonu sağlanarak gerçekleştirilmektedir. Elde edilen antimon ve kurşun içeriği yüksek cüruf daha sonra kokla indirgenerek antimon-kurşun alaşımı elde edilir ve bu haliyle satılabilmektedir. Bu safsızlıkların uzaklaştırılması için uygulanan diğer yaygın metot

Harris Prosesidir. Bu yöntemde, sıvı kurşun külçesi kostik soda ve sodyum nitrat içerisine püskürtülmektedir. Bu şekilde arsenik, antimon ve kalay yükseltgenerek sodyum tuzlarını oluşturmaktadır. Bunlar banyodan sıyrılarak alınmaktadır. Bu üç element yaş kimyasal yöntemlerle bu bileşiklerden kazanılabilmektedir” (Karahan vd, 2009, s.42).

Bu noktadan sonra uygulanan rafınasyon prosesi gümüş ve altının ayrıldığı Parks çinko-gümüş giderme prosesidir. Bu metot, kurşunun aşırı çinko ile doyurulması neticesinde değerli metallerin çözünürlüğünün azalması prensibine dayanmaktadır. Çinko ile intermetalik bileşikler oluşur ve bunlar katı bir kabuk veya dros şeklinde yüzeyde yüzerler ve kolayca uzaklaştırılırlar. Benzer işlemin iki veya üç tekrarından sonra, altın ve gümüş önemli ölçüde uzaklaşmış olmaktadır. Gümüşü giderilmiş kurşun esasen kurşun ve çinkonun ötektik karışımıdır ve çinko genellikle vakum destilasyonu ile ayrılmaktadır. Bunun için karışım vakum altında 600 °C 'ye ısıtılarak çinko buharlaştırılmaktadır. Bazı tesislerde çinko giderme işlemi metalden klor gazı geçirilerek çinko klorür oluşturmak suretiyle gerçekleştirilmektedir. Elde edilen artık esasen safsızlık içeren bir gümüş-altın alaşımıdır.

Yüksek miktarlarda bizmut içeren kurşun, bazı amaçlar için uygun değildir ve bizmut içeriği % 0.1 'in üzerinde olduğunda giderme ekonomik bir işlem olarak görülmektedir. Bizmut Betterton-Kroll prosesi olarak bilinen ve esasen erimiş metal kütlelerinin kalsiyum ve magnezyum ile muamelesinden oluşan bir prosesle giderilebilmektedir. Kalsiyum ve magnezyum, bizmut ile birleşir ve dros olarak ana kütleden ayrılabilir. Ayrıca bizmut içeriğinin % 0.001'in altına düşürülmesini temin eden sodyum ile çöktürme prosesi de mevcuttur. Bunların dışında elektrolitik yöntemle de bizmutun giderilmesi mümkün olmakla beraber, bu yöntem ancak bizmut içeriğinin % 0.5'in üzerinde olması durumunda ekonomiktir. Bu şekilde uygulanan rafınasyon işlemleriyle % 99.99 saflıkta kurşunun elde edilmesi mümkündür.

### **1.1.2. Dünya’da Kurşun ve Çinko Rezervleri**

Günümüzde 300 milyon ton metal çinko civarındadır. Son yıllarda 109 milyon ton civarında yeni rezervler bulunmuştur. Ayrıca, bu yıllarda 68.7 milyon ton üretim yapılmıştır. Dünya’da bilinen çinko kaynakları 1.8 milyar ton civarındadır. Ekonomik olmayan kaynaklarda dikkate alındığında çinko ve kurşun miktarı 4.4 milyar tona kadar çıkmaktadır.

Tablo 2. Dünya Kurşun- Çinko Rezervleri

Ülkeler	Rezervler (Milyon Ton)	Rezerv Oranı (%)
Afrika Kıtası	9	6.2
G. Afrika	3	2.1
Zaire	5	3.4
Diğer	1	0.6
Asya Kıtası	31	21.4
Çin	5	3.4
Hindistan	7	4.8
İran	2	1.4
Japonya	4	2.8
Kazakistan	7	4.8
Kuzey Kore	4	2.8
Diğer	2	1.4
Avrupa Kıtası	35	24.1
İrlanda	5	3.4
Polonya	3	2.1
Rusya	3	2.1
İspanya	5	3.4
Türkiye	5	3.4
Diğer	14	9.6
Kuzey Amerika	37	25.5
Kanada	21	14.5
ABD	16	11.0
Orta ve Güney Amerika	16	11.0
Brezilya	2	1.4
Meksika	6	4.1
Peru	7	4.8
Diğer	1	0.7
Avustralya	17	11.7
Toplam	145	100.0
Gelişmiş Ülkeler	87	60.0
Gelişmekte Olan Ülkeler	33	22.8
Merkezi Planlamalı Ülkeler	25	17.2

Kaynak: Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2014, s.55

### 1.1.3. Türkiye’de Kurşun ve Çinko Rezervleri

Ülkemizde bilinen çinko ve kurşun yataklarının % 90'nın etüdleri MTA Genel Müdürlüğüne yapılmaktadır. MTA aramaları tamamen sondaj yöntemi yapılmıştır,.Ancak bulgular yeraltı madencilik çalışmaları ile desteklenmiştir. Oksitli cevherlerde ise, 1968-1972 döneminde DPT tarafından Metag-Stolberg’e yaptırılan arama çalışmaları, sonraki yıllarda kısıtlı olarak Çinkur ve diğer ruhsat sahipleri tarafından da sürdürülmüştür. Bu kesimde aramalar daha çok yeraltı imalatları ile yapılmakta ve yıllık ortalama 4 bin-5 bin metre galeri, fere ve kuyu açılmaktadır.

Tablo 3. Yıllar İtibariyle Toplam Çinko Cevheri

Yıllar	Sülfürlü Kurşun-Çinko Cevher (ton)-	Çinko Ağırlıklı Cevher (ton)	Toplam (ton)
2009	345 000	---	345 000
2010	397 000	---	397 000
2011	262 000	---	262 000
2012	225 000	---	225 000
2013	143 777	111 095	254 872
2014	162 620	94 125	256 745
2015	375 280	186 775	562 055

Kaynak: Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2014, s.38

### 1.1.4. Çinko ve Kurşunun Kullanıldığı Sektörler

Çinko, günümüzde demir, alüminyum ve bakırdan sonra metal ürünleri içinde kullanım yoğunluğu bakımından dördüncü sıradadır. Çinkonun en önemli kullanımı, alaşımlarının üretimi ve diğer metaller üstünde koruyucu kaplama olarak kullanılmasıdır.

Çinko galvanizi, demir veya çelik levha banyosunda erimiş çinko içine daldırılarak veya erimiş çinko püskürtülerek sağlanmaktadır. Galvaniz banyosunda

küçük miktarlardaki diğer mineraller eklenerek tabakaların kalitesi ve aşınım mukavemeti artırılmış olmaktadır.

“Çinkonun diğer önemli kullanımı pirinç alaşımı dökümleridir. Levha ve şerit halindeki çinko, kuru piller, çinko bileşiklerinin üretimi ve kimyasal işlemler için redüksiyonda kullanılır. Çinkonun diğer kullanım alanları, kiremit yapımı, lithografik levhalar, tapalar, parça çubuklar ve tel kaplamaların imali olarak sayılabilmektedir. Bunun yanı sıra, tıpta metabolik çalışmalarda kullanılmaktadır. Ayrıca çinko kaplamalı alaşımlar aşınma oranını azaltmaktadır” (Hamilton ve Sammes, 1998, s.38).

Kurşun ise yumuşaklığı, erime sıcaklığının düşüklüğü ve kimyasal maddelerden az etkilenmesi sebebiyle, çeşitli ve geniş bir kullanım alanına sahiptir. Kurşun genellikle diğer metalik elementlerle birlikte kullanılmaktadır. Alaşım oluşturmak için genellikle antimon ve kalay kullanılmaktadır. Kablo koruyucu alaşımlarında, elektrikle ilgili elemanları ve telefon kablolarını nemden korumak için kullanılmaktadır.

Kurşun özellikle otomotiv sanayinde akülerin imalinde % 6 antimon katkısıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Asitli akülerde elektrik enerjisinin depolandığı hücrelerde kurşun levhalar kullanılmaktadır.

Kurşunun petrol endüstrisinde kullanımı, zehirli etkisi nedeniyle gün geçtikçe azalmaktadır. Halen bu sektörde üretim yapan tesislerin % 20 ‘si kurşun kullanmaktadır.

#### **1.1.5. Çinko ve Kurşun Ekonomisi**

“Sektörde, Tekno-Uşak Maden A.Ş., Demir Export, Etaş A.Ş., azalan cevher rezervleri ve yüksek konsantre maliyetleri nedenleri ile faaliyetlerine son vermişlerdir. 1993 yılından sonra selektif konsantre üretimine yönelik çalışan Çanakkale Madencilik, Adana Madencilik, Barit Türk A.Ş. (Aralık 1999 itibarıyla geçici olarak üretimi durduruldu), Rasih İhsan Madencilik A.Ş., ve Ber-Oner tesisleri düşük kapasite ile de olsa sektörde faaliyetlerini sürdürmektedirler. Cevher zenginleştirme tesislerimizin tamamına yakını halen Dünya'da en yaygın ve gelişmiş yöntem olan flotasyon ile zenginleştirmeye göre dizayn edilmişlerdir. Ancak, bu tesislerin bir çoğunda teknolojik problemlerin yanında cevher mineralojisine ilişkin de sorunlar olduğundan, daha değerli olan seçimli (selektif) ürünler yerine daha kolay elde edilebilen toplu (bulk) konsantre üretimine yönelmişlerdir. Ayrıca bu tesislerde metal kurtarma verimleri (%60-90)



arasında değişmekte olup, bu değerler, % 85-95 olan AB ülkeleri ortalamasına göre oldukça düşüktür” (Acar, 2011).

“1996 yılı sonu itibariyle, elde edilen kurşun, kurşun-çinko konsantreleri geçici ihracat yoluyla yurt dışına gönderilerek değerlendirilmektedir. Çinkur bünyesinde oksitli çinko cevherlerinin üretimi sırasında metal kurşun üretimi için kurulmuş üniteler, tesisin başlangıcından itibaren çalıştırılmamıştır. Bugün tesiste 30 000 ton/yıl miktarlarındaki kurşun liç kekleri % 45.4 Pb içeriği ile açık stok alanında stoklanmaktadır” (Acar, 2011).

Türkiye’de kurşun ve çinko açığı, 18-20 bin ton/yıl civarlarındadır. Bu açığın kapatılması ise ithalatla karşılanmaktadır. Ülkemizde geçici ve kesin ihracat Hollanda İtalya Almanya Belçika ve Bulgaristan'a yapılmaktadır.

“Türkiye’de kurşun ve çinko madenciliği M.Ö. 400 yıllarında başlamıştır. Önce Yunanlılar, Romalılar daha sonra Bizanslılar, Selçuklular bu madenleri zaman zaman işletmişler ve yalnız kurşun ile gümüş üretimi yapmışlardır. Bu nedenle curuflarda çinko yüzdesi kurşuna oranla daha yüksek bulunmaktadır. Bolkaradağ, Akdağ madeni, Gümüşköy, Balya ve Anamur’da eski çağlara ait curuflar bulunmaktadır. Eskiden beri, zaman zaman işletilen bu yataklardan en yüksek üretim 19. yy. sonrası ile 20. yy. başlarında Fransız, İtalyan ve Yunan imtiyazı altında yapılmıştır. Balya simli kurşun madeni bunun tipik bir örneğidir. Bu işletmelerin çoğu 1918- 1933 yılları arasında kapanmıştır. 1935 yılında Maden Tetkik Arama (MTA) Enstitüsü’nün kurulması ile kurşun-çinko aramalarının daha bilimsel olarak yapılmasına başlanmıştır. Etibank’ın aynı zamanda devreye girmesi, Türkiye’de metalik madenlerin işletilmesi için atılmış önemli bir girişimdir. 1952 yılında Etibank Keban Konsantre Tesisleri Türkiye’de ilk yerli konsantrasyon tesisi olarak faaliyete geçmiştir. 1960 yılından sonra özel sektör tarafından küçük kapasiteli konsantrasyon ve kalsinasyon tesisleri kurulmuş ve ürünleri genellikle dışsatıma yönelik olmuştur” (Acar, 2011).

“Maden Dairesince kamu ve özel kuruluşlara verilen “Arama Ruhsatı” sayısı 2000’nin üzerindedir. Bu arama ruhsatlarının en yoğun olduğu bölgeler Doğu Karadeniz, İç ve Batı Anadolu’dur. Ülkemizde sedimanter, volkanik ve metamorfik birimler içinde her yerde mostra, zuhur ve yatak olarak kurşun ve çinkoya rastlanmaktadır. Bunun belli başlı üç önemli olay ile yakından ilgisi bulunmaktadır. Bunlardan birincisi; Doğu Alplerin Macaristan-Romanya-Yugoslavya ve Bulgaristan

üzerinden Sinop dolaylarından Türkiye'ye giren ve Doğu Karadeniz sahili boyunca uzanarak, Kafkaslar üzerinden İran'a geçen Volcano-sedimanter formasyonların oluşturduğu ve üzerinde bir çok bakır yatağının da yer aldığı, damar veya kuroko tipi sayısız sülfürlü yatak ve zuhurlarını içermesi, ikincisi; Yunanistan'ı boyuna katederek güneybatıdan Türkiye'ye giren Toroslar kuşağı üzerinde yer alan Misisipi vadisi tipi Pb-Zn yatakları ile kıyaslanabilecek karbonatlı ve sülfürlü yine sayısız fakat küçük rezervli zuhur ve yataklar, üçüncüsü ise; özellikle kuzeybatı Anadolu'da karbonatlı sedimanlar arasına sokulum yaparak skarlara bağlı, değişik boyutlarda bir çok yatak ve zuhurların oluşmasına neden olan Alpin intrüziyonlarının bulunmasıdır" (Acar, 2011).

Bu bağlamda Türkiye Cu-Pb-Zn yatakları:

A) Kuzey Türkiye bakır, kurşun, çinko kuşağı,

B) Güneydoğu Türkiye ofiyolit kuşağı,

C) Kuzeybatı Türkiye kurşun-çinko kuşağı,

D) Güney Türkiye karbonat tipi çinko-kurşun kuşağı, olmak üzere 4 metalojeni kuşağında yer almaktadır.

"Türkiye'nin kuzey kesiminde bakır, kurşun çinko mineralleşmeleri Doğu Karadeniz yöresinde bulunmaktadır. Bu metalojeni kuşağı Doğu Karadeniz yöresinden batıya uzanmakta, Karadeniz'in içinden geçerek Trakya kesimine, oradan da kuzeye doğru Bulgaristan, Sırbistan ve Romanya'ya devam etmektedir. Doğu kesimde Üst Kratese yaşlı kalk-alkalen volkanizmayla ilişkili Kruko tipi bakır, kurşun çinko mineralleşmeleri bulunmaktadır. Katmansız volkanik buğu tipi bir çökeltim söz konusudur. Kırklareli-Demirköy porfirik Cu yatakları ise porfir türü yataklara örnek tipik bir oluşumdur. Kalk-alkalen volkanizmanın asit, bazik ardalanması şeklinde 4 aşamada geliştiği bilinmektedir. Sülfür mineralleşmeleri alt bazik serinin üzerinde bulunan dasitler içinde bulunmaktadır. Mineralleşmeler masif sülfür, saçılmış stockwork şekilde olup başlıca cevher mineralleri pirit, kalkopirit, sfalerit ve galendir" (Acar, 2011).

"Türkiye kurşun-çinko oluşumlarının şu anda gerek Kamu gerekse özel kuruluşlara ait bölümünün toplam rezervi metal çinko olarak 5,149,600 ton olup bunun 1,258,228 tonluk bölümü görünür, 1,232,390 tonluk bölümü muhtemel ve 2,658,982 tonluk bölümü ise mümkün rezervdir. Şu anda herhangi bir kurum tarafından

işletilmeyen oluşumların toplam rezervi ise 321,738 ton metal ınko olup bunun 47,460 tonu görünür rezervdir. Maden Tetkik Arama Enstitüsü tarafından saptanan Türkiye işletilen ve işletilmeyen Zn oluşumları incelendiğinde. bu türdeki yatakların toplam miktarı 70 milyon ton (% 2.9 Zn içerikli) civarında bulunmaktadır. ınko rezervlerindeki en önemli yeri % 35 lik pay ile Rize Çayeli-Madenköy almaktadır” (Acar, 2011).



## 2. BÖLÜM

### ÇİNKO – KURŞUN ÜRETİMİ, ÇEVRESEL FAKTÖRLER İLE EKONOMİK BOYUTLARI

#### 2.1. Çinko - Kurşun Üretim Tesisleri ve Tehlikeli Atıkları

Çinko ve Kurşun Sanayide kullanılan en önemli metallere birisidir. Akü, benzin, matbaa, otomotiv, galvaniz, mühimmat, boru, alaşım, lehim, boya, ilaç yapımı ve kimya sanayi kollarında, radyasyon ve X-ışınlarından korunmada çinko ve kurşun kullanılmaktadır. Son yıllarda kurşun kullanımında sınırlamalar getirilmiş bunun nedeni Çevre kirliliği etkisi olmuştur. Hurda üretiminin de artması ile görünür metal kurşun rezervinin dünyada 100 milyon ton, Türkiye’de 0.8 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. En büyük kurşun rezervine sahip ülkeler Kazakistan, Çin, Kanada, Avustralya ve ABD’dir. Kurşun maden üretimi dünyada 3 milyon ton, hurdalarla birlikte toplam üretim 6 milyon ton civarındadır.

Türkiye’nin Çinko ve kurşun tüketimi yılda 35 bin ton civarlarındadır. Buna karşılık yaklaşık 10 bin ton hurda metalden, 6-7 bin ton da yurtdışına gönderilen cevherlerden elde edilmektedir. 15-20 bin çinko ve kurşun açığı da ithalat yoluyla karşılanmaktadır.

Alüminyum ve bakırdan sonra sanayide en çok kullanılan metallere biriside demirdir. Demir ve çeliğin direncinin artırılmasında, döküm sanayinde kullanılan özel alaşımlara sahip pirinçlerin yapımında, lastik ve pil yapımında ayrıca çatı kaplama malzemeleri yapımında çinko kullanılmaktadır. Görünür metal çinko rezervi dünyada yaklaşık 200 milyon ton civarlarındadır. Türkiye’de 2.3 milyon ton civarında rezerv bulunmakta olup ABD, Çin, Avustralya, Kanada, çinko rezervine sahip ülkelerdir. Dünyada çinko cevher üretimi 8 milyon ton, hurda çinko üretimi 0.5 milyon ton civarındadır.

Türkiye’nin çinko metal tüketimi yılda 60 bin ton dolayındadır. Bunun 10 bin tonu geçici ihraç yoluyla yurtdışına gönderilen cevherlerden geri dönen metalle, bir bölümü hurdadan kazanılmakta, geri kalan 20-30 bin tonu ithalatla karşılanmaktadır.

Ar-Ge çalışmaları teşvik edilmeli çinko-kurşun yatakları içerisinde bulunan gümüş ve altın gibi değerli metallerin kazanılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Çinko ve kurşun üretiminde tehlikeli atıklar ortaya çıkabilmektedir.

## **2.2. Çinko – Kurşun Üretiminde Elektrikli Ark Ocakları**

“Elektrikli ark ocakları, fırın gövdesi ve elektrodlerden ibarettir. Fırın gövdesi ise hazne ve kapak olmak üzere iki kısımdan yapılmıştır. Kapak kendi düzlemi üzerinde ve bir eksen etrafında dönerek fırının şarj durumuna gelmesini sağlar. Fırının haznesi döküm alma deliği istikametine 45, cüruf ağzı istikametine doğru 18 olmak üzere iki tarafa doğru eğilebilmesini sağlayan bir donanımla teçhiz edilmiştir. Çelik üretiminde kullanılan elektrikli ark fırınları direkt ark oluşturan 3 elektrodlu, genellikle dairesel kesitlidir. Dış cidarları birbirine perçinlenmiş çelik plakalardan ibarettir. Fırının iç kısmı hem çalışma sıcaklığına dayanıklı hem de fırında işlenen malzemeye uygun bir astarla döşenmiştir. En alt tabanda bir sıra şamot tuğlası, ondan sonra üç sıra magnezit tuğlası örülüdür. Orta kısımdan yanlara doğru basamak şeklinde üç sıra magnezit tuğlası kapı ve delik hizasından üç sıra aşağıdan başlayarak yukarıya kadar krom-magnezit tuğlaları ile örülüdür. Taban ise yanmış veya öğütülmüş magnezit ile kaplıdır. Kapak ise genelde aleve dayanıklı şamot tuğla ile örülüdür” (Tunç, 1991, s:36). Elektrikli ark ocaklarında çelik üretimi esnasında hurda malzemedan başka elektrik enerjisi, refrakter, elektrod gibi üç ana tüketim kalemi bulunmaktadır.

“Elektrikli ark ocaklarında sünger demir veya hurdadan başlayarak yapılan çelik üretiminde enerji tüketimi, ergitilecek çeliğin cinsi, birleşimi, fırın yapısı ve özellikleri, devamlı ve kesikli çalışma şekli, hammaddelerin kimyasal ve fiziksel özellikleri, işletmecilik koşulları, elektrik ve ısı kayıpları gibi hususların değişimine bağlıdır” (Plockinger and Etterich, 1979, s.97).

“Hurda metallerin ergitilmesi sürecinde önemli kalem olan refrakter ve elektrodların belirli zamanlarda tükenmesi nedeniyle, çalışma koşullarının sürekli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Kavurma, ergitme tasfiye ve ısıl işlemler genellikle yüksek sıcaklıklarda yapılmaktadır. Bu durumda çalışma sıcaklığında şekil ve mukavemetini koruyabilen dirençli astar malzeme olan refrakter malzemelere ihtiyaç vardır. Refrakter malzemeler, yüksek sıcaklık ve kalış sürelerine göre genel olarak ark fırınlarında ton çelik başına 5 ila 15 kg arası tüketim olmaktadır. Diğer bir kalem olan elektrodlar ise, grafit veya amorf karbon olmak üzere iki çeşittir. Ark fırınlarındaki

ergitme sürecini sağlayan elektrodların tüketimi, elektrod uçlarından yüzeylerin oksidasyonu yoluyla ve mekanik kırılmalar sebebiyle olmaktadır. Yaklaşık olarak 1 ton çelik üretimi için 5-7 kg'lık elektrod tüketimi olmaktadır” (Tunç, 1992, s.87). Ayrıca fırında oluşturulan ark için gerekli enerji, transformatör ile sağlanmaktadır.

“Elektrikli ark ocağı, hurda metallere kütle çelik üretiminin yanı sıra, özel ve alaşımlı çelik üretimi için de önemli bir prosestir. İlk aşamada hurda metal, elektrik ark ocağına üstten vinçle boşaltılır, ardından ocağın kapağı örtülür. Bu kapak ark ocağına indirilen üç tane elektrod taşır. Elektrodlardan geçen elektrik bir ark oluşturur ve açığa çıkan ısı hurdayı eritir. Bu işlemde kullanılan elektrik miktarı, 100.000 kişilik bir şehrin ihtiyacını karşılayacak kadar fazladır. Eritme prosesinde diğer metal alaşımlar gerekli kimyasal kompozisyonu sağlamak için ilave edilir. Çeliği saf hale getirmek için ayrıca oksijen de üflenir. Kimyasal kompozisyonun kontrolü için örnekler alındıktan sonra ark ocağı yana yatırılıp erimiş çeliğin üzerinde yüzen cüruf dökülür. Hemen sonra ark ocağı diğer yana yatırılıp erimiş çelik bir potaya aktarılır. Modern ark ocağı her erimede 300 ton kadar hurda işleyebilir. Ark ocağı ile çelik üretimi aynı zamanda ekonomiktir. Üretilen her ton çelik 7,4 GJ enerji tüketir, bu da diğer üretim metodunun tüketimi olan 32,4 GJ'e göre hayli düşük kalır” (Tam Çelik Ltd.Şti., 2016, s.14).

“Sanayileşme süreci içerisinde bulunan ülkemizde demir çelik sektörünün önemi kendiliğinden ortaya çıkmıştır. Bu sektör içerisinde elektrikli ark ocaklarının payı da gün geçtikçe artmaktadır. Dünya ham çelik üretiminde halen % 70'lik üretim payı olan entegre demir çelik tesislerinde, birkaç gelişmekte olan ülke hariç, yıllar itibariyle sayı ve kapasite indirimine gidilmiştir. Ark ocaklı tesislerin sayı ve kapasitesi ise artmıştır. Günümüzde hurdadan başlayarak son ürüne kadar giden ve “Mini Steel” olarak adlandırılan bu tesislerin 1 milyon ton/yıl kapasiteli olanları dahi bulunmaktadır. Dünya çelik üretiminin %70'i entegre tesislerde ve sadece %30'u elektrik ark ocağı ile işletilen tesislerde gerçekleşmektedir” (Şimşek, 2001, s.158).

“Demir çelik hurdası, elektrikli ark ocaklarında pek çok kez üretimde kullanılan en temiz hammaddelerdendir. Elektrik ark ocaklarının yanı sıra entegre tesisler ve indüksiyon ocaklarında da girdi olarak bir miktar hurda kullanılmaktadır. Ancak entegre tesisler daha çok kendi üretim artığı olan hurda demiri, indüksiyon ocakları ise bileşimini bildikleri, kendi ürettikleri mamullerin hurdalarını kullanmaktadırlar. Teknolojik şartların gelişimi paralelinde çelik üretiminde, hurda kullanımı yoğun

elektrikli ark ocaklarının payı artmaktadır. Elektrik ark ocaklı üretimdeki büyümenin nedeni bu tür tesislerde yassı ürünler piyasasına girişi olanaklı kılan teknolojik gelişmelerdir. Elektrik ark ocakları yassı ürün üreten entegre tesislere kıyasla daha düşük sermaye maliyeti ve daha küçük tesis boyutları sayesinde piyasada avantajlı konuma sahip olmaktadır. Bu tesislerin ekonomik avantajları, yeterli hammadde bulunması halinde çoğu uzun ürün içinde tercih edilmesini sağlamaktadır” (Mumcu, 2003). Elektrikli ark ocaklı sistemler geliştikçe hurdaya olan talep artmaktadır. Elektrik ark ocaklı bir tesiste çelik üretiminin en büyük maliyet unsuru da hurdadır.

### **2.2.1. Elektrikli Ark Ocağı Kaynaklı Baca Gazı Tozları Çevreye Zararları**

“Elektrikli ark ocağı baca tozu, hurda çeliğin elektrikli ark ocaklarında 1700 C eritilmesi sırasında oluşmaktadır. Eritme işlemi sırasında galvaniz hurda içerisinde bulunan çinko da dahil olmak üzere bazı elementler, demir ve diğer metal parçacıkları, baca gazı çıkışı ile gaz halinde sistemi terk ederken baca gazına karışmakta ve hava enjeksiyonu ile metaller oksitlenerek çökelmekte, sonuçta elektrikli ark ocağı tozu oluşturmaktadır. Oluşan elektrik ark ocağı tozu, baca gazı torba filtre sistemi ile toplanabilmektedir. Elektrik ark ocağı ile üretim yapılan fabrikaların çelikhaneleri PM, ağır metal, POP (Kalıcı Organik Kirletici); haddehaneleri ise PM, NO<sub>x</sub> kirliliklerine neden olmaktadır” (Barka, 2009, s.87).

### **2.2.2. Elektrik Ark Ocağı Baca Gazı Tozunu Azaltma Yöntemleri**

Çinko-kurşun içeren malzemelerin ergitilmesi, modern çinko-kurşun üretiminde önemli bir rolü bulunan elektrik ark ocaklarında yapılmaktadır. Temel girdi olarak kullanılan çinko-kurşun cevheri elektrikli ark ocaklı tesislerde ergitilmesi sırasında baca tozu oluşmaktadır. Eritme işlemi sırasında çinko da dahil olmak üzere bazı elementler, demir ve diğer metal parçacıkları, baca gazı çıkışı ile gaz halinde sistemi terk ederken baca gazına karışmakta ve hava enjeksiyonu ile metaller oksitlenerek çökelmekte, sonuçta elektrikli ark ocağı tozu oluşmaktadır. Oluşan elektrikli ark ocağı tozu, baca gazı torba filtre sistemi ile toplanabilmektedir. Elektrikli ark ocağı ile üretim yapılan fabrikaların çelikhaneleri PM (Partikül Madde), ağır metal, POP (Kalıcı Organik Kirletici); haddehaneleri ise PM, NO<sub>x</sub> kirliliklerine neden olmaktadır.

Elektrikli ark ocaklarından elde edilen baca tozları mikronize boyutta olup; hacimce %80’i 2 mikronmetre altı partiküllerden meydana gelmektedir. Baca tozunun

büyük bir kısmı metal oksitlerden meydana gelmektedir. Partiküller esas olarak demir oksitler, çinko oksit ve zinkit minerolojik formunda olup; az miktarda kurşun oksit, alkali klorürler ve üçlü bileşikler de yapıda yer almaktadır. Böyle bir kompleks minerolojik yapının temel nedeni; kullanılan veçere bağlı olarak baca tozu içerisinde büyük oranda değişkenlik arz eden Fe, Zn, Pb ve Cl miktarlarıdır.

Zn-Pb cevherinin direkt ergitilmesi işleminin yapıldığı elektrikli ark ocaklarından kaynaklanan baca gazı tozları için kullanılabilir mevcut en iyi teknikler, briketleme, hurda kontrolü olarak belirlenmiştir. Bu yöntemler ile atık miktarının düşürülmesi, atık bertaraf masraflarının azaltılması sağlanacaktır.

#### **2.2.2.1. Briketleme Yöntemi**

Baca tozlarının miktarının azaltılması ve baca tozunun zenginleştirilmesi için farklı bir yöntem olarak ark ocaklarına geri besleme yapılmaktadır. Sürekli geri beslenmesiyle birlikte geri dönüşüm tozu azalmakta, baca tozunu içerisindeki çinko içeriği artmakta ve diğer yandan da demir tozu içeren kısım ark ocağına geri beslenmektedir. Bu işlem sonucunda aynı zamanda elektrik tüketimini arttırmaktadır. Teknik olarak ark ocağına verilen tozlar, çelik üretim faaliyetlerine bağlı olarak toplam toz verimi ile sınırlıdır. Ark ocağına toz ekleme şekilleri ocağın çalışma performansını düşürmektedir. Performansı arttırmak için bazı işlemler yapılmaktadır. Tozda hacimsel küçültme işlemi, yani briketleme gibi uygulanabilirliği iyi olan yöntemle sağlanmaktadır ve böylece ocaktaki toz miktarı düşmektedir.

#### **2.2.2.2. Hurda Kontrolü**

Hammadde kontrolü ve kirleticilerden arındırılmış uygun hurda harmanları ile emisyon değerleri önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Elektrikli ark ocaklarında baca gazı arıtımından gelen ince tozda, yüksek miktarda çinko ve kurşun olabilmektedir. Bu ağır metallerin kaynağı genellikle elektrikli ark ocaklarında şarj edilen hurdalardır. Bazı durumlarda hurda ile giren kurşun ve özellikle çinkonun kontrolü mümkündür. Hurda şarj oranları ve kalite açısından malzemeler değiştirilerek çinko miktarları hedeflenen %1 seviyesinin altına düşürülmektedir.



### 2.3. Elektrikli Ark Ocağı Baca Gazı Tozu Geri Kazanım Yöntemleri

Çoğu metalürjik proses sonucu atık malzemeler ortaya çıkarmaktadır. Bunların geri değerlendirilmesi yakın zamana kadar ekonomik bulunmamakta veya mümkün olmamaktaydı. Bu atıklar çevresel bakış açısından değerlendirildiğinde çok tehlikeli atıklar olarak değerlendirilmektedir. Fakat içerdikleri değerli mineraller açısından bakıldığında, bu metallerin geri kazanımı için bir kaynak oluşturdukları görülmektedir. Bazı durumlarda atık tozlar, (çinko, altın, bakır, kurşun, kadmiyum ve arsenik) içermektedir. Bu da çevre için kabul edilemez, bir durum olarak ortaya çıkartmaktadır.

Çinkonun atıklardan tekrar geri kazanılması yaygınlaşmaktadır. Bu atıkların geri kazanılması, çevresel açıdan büyük avantajlar sağlamanın yanında günümüzde doğal kaynakların tükenmesine de engel olması geri kazanıma olan ilginin artmasına neden olmuştur. Ayrıca bu atıkların geri kazanılması ile büyük ekonomik katkılar da sağlanabilmektedir. Çinko-Kurşun cevherinin baca gazı tozunun geri kazanımı için de pirometalurjik ve hidrometalurjik yöntemler kullanılmaktadır.

Bu yöntemler, birden fazla kademededen oluşmaktadır. Bunlar; Waelz Fırını Prosesi, ZTT Ferrolime Prosesi, ve Laclade Steel Prosesi'dir. Hidrometalurjik yöntemlerde ise, yüksek tenörlü cevherlerin tükenmesiyle birlikte atıklardan, metal geri kazanımı metalurji endüstrisinde gittikçe önem kazanmıştır. EAO tozlarından çevresel olarak kabul edilebilir şartlarda metal kazanımı için denenen bazı metodlar vardır. Bunlar;

- Waelz Fırını Prosesi
- Ztt Ferrolime Prosesi
- Laclade Steel Prosesi
- Amonyak Liç Prosesi
- Kostik Soda Liç Prosesi
- Sülfürik Asit Liç Prosesi
- Demir Nitrat Liç Prosesi'dir.

### 2.3.1. Waelz Fırını Prosesi

Waelz Fırını Prosesi ile 1925 yılından bu yana ticari olarak üretim yapılmaktadır. Proses temelde düşük çinko içeren cevherlere ve çinko bağlı yan ürünlere uygulanan bir zenginleştirme işlemidir.

Avrupa Birliği ülkelerinde çelik endüstrisi, yıllık 700.000. ton çinko ve kurşun baca tozu üretmektedir. Çinko-kurşun tozları, Waelz Fırını Prosesi ile geri kazanılabilmekte ve bu proses tozları, saf olmayan bir çinko oksite çevirmektedir. Bu oksitler Waelz oksitleri olarak adlandırılır ve metalurji tesislerinde tekrar bir prosese tabi tutulurlar, bu işlemler sırasında ayrıca cüruf da oluşmaktadır.

“Avrupa Birliğinde çinko-kurşun tozlarının geri kazanımı senede 500.000 ton Waelz cürufu üretmektedir. Bu cüruf temel olarak bir demir cürufudur, bunu tekrar kullanmak için örneğin, agrega veya dolgu malzemesi olarak sivil mühendislikte, doğal maddelerin toplu veya kısmi olarak yerine kullanmada karakterizasyonunu ve uzun süreli davranışını incelemek için önemli araştırmalar yapılmıştır” (Radu vd., 1999, s.879).

“Çinko cevherlerinden çinko oksit konsantresi elde etmek amacıyla 1909 yılında alınan bir patente dayalı olarak; Alman Krupp firması tarafından 1925 yılında geliştirilmiştir. Prosesin esasını, içi refrakter malzeme ile kaplı bir döner fırın oluşturmaktadır. Proses çinko cevherlerinin işlenmesi yanında son 20 ila 25 yıldan beri demir çelik sektörü baca tozlarından çinko oksit konsantresi üretiminde de kullanılmaktadır. Döner fırına temel hammadde olan baca tozları yanında, antrasit ve kireçten meydana gelen karışım, fırın besleme ucundan içeri şarj edilmektedir” (ÇED Raporu, 2010, s.55).

Waelz Fırını Prosesi'nde yer alan işlemler aşağıda sunulmuştur.

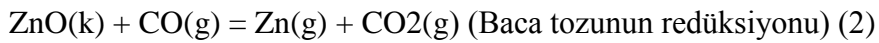
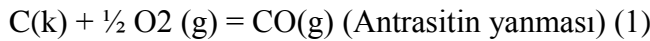
- Baca Tozu Peletleme ve Pelet Depolama
- Waelz Döner Fırını
- Cüruf Soğutma/Scrubber ve Tersiyer Ünitesi
- Şartlandırma Odası
- Isı Değiştirici
- Ürün ve Adsorbsiyon Filtreleri

## -Nihai Yakma (Termal Temizleme) Ünitesi

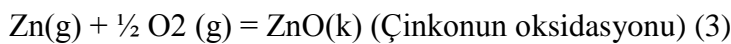
“İlk aşama olarak demir çelik fabrikalarından silobaslar yardımıyla baca gazı tozları taşınmaktadır. Silobaslardan üretim silolarına aktarılan baca tozları, döner fırına beslemeden önce, proses açısından belirli bir yüzey alanına getirilmesi ve fırın içerisindeki tozumayı azaltmak için % 8’e kadar su ilavesiyle peletleme işlemine tabi tutulmaktadır. Peletleme işlemi, peletleme makinasında yapılmakta olup; ortam filtresi ile kapalı ortam içerisindeki olası tozuma önlenmektedir. Ortam filtrelerinde toplanan tozlar, kapalı helezon konveyör vasıtasıyla peletleme sistemine geri beslenmektedir. Peletleme işlemi sonucunda baca tozları, 3 ila 8 mm çaplı topaklar haline getirilmektedir. Düzenli çalışma koşullarında peletler, antrasit bunkerinden gelen antrasit ile belirli oranda harmanlanıp, galeri tipi kapalı konveyör sistemi ile döner fırına beslenmektedir” (ÇED Raporu, 2010, s.56-58).

Waelz döner fırını ısıtılma işlemi için, emisyon açısından çevre kirliliği oluşturmayan doğalgaz kullanılması düşünülmekte olup, ısı optimizasyonu için genellikle fırın içerisinde gerçekleşen ekzotermik reaksiyonlardan faydalanılmaktadır.

“Başlangıç itibariyle fırının cüruf çıkış tarafından doğalgazın ateşlenmesiyle hammadde şarjının yanından fırın ısıtılmaktadır. Fırın içerisinde sıcaklığın kademeli olarak artmasıyla, fırına beslenen baca tozunun ilk olarak nemi uzaklaşmaktadır. Sıcaklığın 900 ila 1100 C sıcaklık aralığına ulaşmasıyla, redüktif ortamda baca tozu içerisindeki çinko oksit redüklenmekte ve böylece çinko oluşmaktadır. Fırın içi ortam sıcaklığının çinkonun buharlaşma sıcaklığının üzerinde olması nedeniyle, çinko doğrudan buhar fazına geçmektedir. Bu aşamada aşağıdaki reaksiyonlar gerçekleşmektedir” (Bilgiç, 2011, s.23);



Buhar fazındaki çinko, fırın cüruf çıkış tarafından sisteme beslenen ikincil hava ile temas ettiğinde, aşağıdaki reaksiyon uyarınca tekrar oksitlenmektedir:



Oluşan çinko oksit konsantresi, fırın içerisindeki negatif basınç yoluyla (fırın hammadde besleme tarafından gaz çekişi nedeniyle) döner fırını terk ederek, ön soğutma yapılması amacıyla doğrudan şartlandırma odasına girmektedir. Baca tozu içerisindeki çinko oksitin ayrıştırılması için de, fırın sıcaklığının 1100 C’nin üzerinde

olması gerekmektedir. Bu tip yüksek sıcaklıklarda demirli inert cürufun yumuşayarak fırın refrakterlerine yapışmasının engellenmesi için, hammadde şarjına kireç ilave edilmektedir. Baca tozu içerisindeki mevcut kurşun oksit ve kadmiyum oksitte, aynen çinko oksitte olduğu gibi; aynı redüksiyon–oksidasyon süreçlerinden geçerek, yanma gazları içerisinde toz odasına girmekte ve filtrelerde toplanmaktadır. Filtrelerde toplanan nihai ürün satışa hazır hale getirilmektedir. Baca tozu içerisindeki çinko, kurşun ve kadmiyum oksitlerin redüksiyon oksidasyon prosesleriyle demirli bakiyeden ayrılmasının ana nedeni; bu üç maddenin de düşük buharlaşma sıcaklığına sahip metallerin oksitleri olmasıdır.

“Karbonmonoksit (CO) atmosferinde baca tozu içerisindeki çinko oksitin redüklenmesi, ZnO ikili faz denge diyagramına göre 950 C civarında başlamaktadır. Benzer şekilde Pb-O ikili toz diyagramı incelendiğinde ise, Kurşundioksit (PbO) için redüklenme sıcaklığı 350 C olup; metalik kurşunun buharlaşması ise 900 ila 1000 C aralığında gerçekleşmektedir. Baca tozu içerisindeki çinko oksit, kurşun oksit ve kadmiyum oksitin yanında; demir oksit de, CO ile reaksiyona girerek redüklenir ve metalik hale geçer. Demirin redüklenmesi, yaklaşık 730 C’de meydana gelmekte olup; katı metalik demir, fırına verilen hava ile tekrar oksitlenir ve katı olarak (demirin yüksek ergime sıcaklığı nedeniyle) cüruf ağzından döner fırını terk eder” (Ruetten, 2006, s.102).

“Döner fırın içerisinde gerçekleşen metalurjik işlemleri takiben proses gazı ile birlikte ortamdaki ayrılan çinko oksit, kurşun oksit, kadmiyum oksit ile metal klorürleri içeren çinko oksit konsantresi yanında; geri kalan demir oksitli bakiye fırın çıkış tarafındaki cüruf soğutma havuzuna boşaltılmaktadır. Fırından yaklaşık 1050 ila 1100 C’de çıkan katı demir oksitli madde, sürekli 25 C’de suyla beslenen cüruf havuzunda soğutulması sonrası kapalı konveyör sistemiyle sistemden alınmaktadır. Katı demir oksitten meydana gelen cüruf, üstü kapalı kamyon ile tesis içerisinde bir başka yan ürün elde etmek amacıyla Fastmet Prosesi yani yüksek metalizasyona uğramış direkt redüklenmiş sünger demir eldesi, işlemine tabi tutulmaktadır. Cüruf soğutma havuzunda gerçekleşen buharlaşma ile birlikte oluşan çürük buharın temizlenmesi amacıyla gaz yıkama (scrubber) ünitesi kullanılmaktadır. Oluşan çürük buhar, davlumbaz havalandırma sistemi ile scrubber ünitesine gönderilmekte ve temizlenen hava atmosfere verilmektedir. Diğer yandan, döner fırının çıkış bölgesinde cüruf çıkışıyla

birlikte meydana gelebilecek olası gaz çıkışları yine davlumbaz sistemi ile çekilmekte ve fırın boyunca uzanan paslanmaz çelik boru hattı ile birlikte şartlandırma odasına verilmektedir” (ÇED Raporu, 2010, s.60).

“Bu uygulama ile Waelz döner fırınından çıkan, içerisinde çinko oksit konsantresini taşıyan ve sıcaklığı yaklaşık 750 C olan yanma gazının, su spreyleme sistemiyle sıcaklığı düşürülmesi sağlanmakta (yaklaşık 350 C) ve aynı zamanda içerisindeki büyük boyutlu düzensiz toz içeriği ayrılmaktadır. İçi refrakter kaplı bu oda içerisine giren gazın soğutulması için sisteme su enjeksiyonu gerçekleştirilmektedir. Bu kademedeki gaz içerisindeki çinko oksit konsantreli iri taneli toz partiküller, refrakter kaplı oda içerisindeki ızgaralara çökmektedir. Burada toplanan kütle, döner fırın içerisine kireç besleyen kapalı Z-tipi elevatör sistemi ile yeniden beslenmektedir. Tersiyer hattından gelen gaz ve atmosferden sisteme sürekli beslenen hava ile şartlandırma odası içerisindeki proses gazı sıcaklığı düşürülmesi sağlanmakta ve gaz bir sonraki proses kademesi olan ısı değiştiriciye girmektedir” (ÇED Raporu, 2010, s.61).

Isı değiştiriciler ile proses gazının, ürün toplama ve gaz adsorbsiyon filtrelerine uygun sıcaklığa soğutulması gerçekleştirilmektedir. Endirekt tip soğutma yapılan ısı değiştiriciler, paralel hatlı olup soğutma tüplerinden oluşmaktadır. Isı değiştirici sistemi için gerekli soğutma havası ise fan vasıtasıyla sağlanmaktadır.

Proses gazı içerisinde toz halindeki çinko oksit konsantresinin toplanması, torbalı filtre ünitesinde gerçekleştirilmektedir. Filtre ünitesi altında bulunan ürün toplama bunkerlerine düşen çinko oksit konsantresi, ana ürün olarak gruplandırılmaktadır. Proses gazı içerisindeki çeşitli kimyasalların giderilmesi için de adsorbsiyon filtresine aktif karbon enjeksiyonu yapılmaktadır. Çok iyi bir adsorbant olduğu için benzer uygulamalarda yaygın olarak kullanılan aktif karbon ile proses gazı içerisindeki kirleticilerin giderilmesi sağlanmaktadır.

Waelz Fırını Prosesi sonrasında filtrelerde toplanan çinko oksit, geri kazanım ürünü olarak adlandırılmaktadır.

### **2.3.2. Ztt Ferrolıme Prosesi**

“Bu proste EAO baca tozları önce peletlenir ve ardından döner bir yatay fırında, içeriğindeki çinkoyu redüklemek amacıyla kok ve kömürle birlikte reaksiyona sokulur. Fırından çıkan duman ZnO, PbO, CdO içerir ve yakıcının ilerisinde tutulur. Bu

tozlar ZnO'in zenginleştirilmesi amacıyla yıkanır ve ZnO çinko üreticilerine satılırken elde edilen tuzlar da talaşlı imalat tezgahlarında kullanılan kaydırıcı sıvılara katkı maddesi olarak değerlendirilir" (Baytekin, 2000, s.72).

### **2.3.3. Laclade Steel Prosesi**

"Bu proste çinko ve kurşun tozları ve redükleyiciler kapalı olarak dizayn edilmiş olan elektrik fırınına direk şarj edilir. Fırında oksitlerin redüksiyon reaksiyonları meydana gelir ve gaz fazındaki Zn, Pb, çinko püskürtmeli kondensör benzeri bir gaz tutucuda metalik olarak elde edilir. Prosesin diğer ürünü olan demirce zengin cüruf ise zararsız atık halindedir" (Baytekin, 2000, s.73).

### **2.3.4. Amonyakla Liç Prosesi**

"Bu yöntemde amonyak, amonyum karbonat ve amonyum klorid ayırıcı olarak kullanılırlar. Çinko-kurşun tozlarının liç çözeltilerinden çinkonun kazanımında çözünen diğer elementler ve sonradan çöken demir nedeniyle zorluklar yaşanmaktadır. Çözeltiden nikel, kadmiyum, bakır gibi metallerin kazanılması için çöktürme yöntemleri uygulanır. Bakır ve nikel kullanılarak amonyaklı çözeltiden kazanılır. Kadmiyum ve çinko çözeltide kalır. Bunlar amonyak distilasyonu ile karbonatlar olarak kazanılır. Bakır, nikel ve çinkonun toplam kazanımı %95'ten fazladır" (Jha vd., 2000, s.87). Çinko-kurşun tozlarının kazanımı için amonyakla liç prosesleri içinde üç ayrı proses geliştirilmiştir. CHAPARRAL Prosesinde, çinko-kurşunun baca tozlarından Cliyonları yıkanarak uzaklaştırılır. Toz, asetik asitle çözeltiye alınarak serbest kireç, kalsiyum asetat olarak çözünür. Gypsum kalsiyum asetat çözeltilisinden sülfürik asit yardımıyla çöktürülür. Asetik asit çözünmesinden arta kalan artık amonyaklı amonyum karbonat çözeltisiyle liç yapılır. Bunun amacı çinko oksidi çözülebilir yapmaktır. Az miktardaki kadmiyum ve kurşun da çinko sementasyonu ile uzaklaştırılır. Çinko çözeltide hidroksit-karbonat karışımı olarak buhar sıyırmayla kazanılır. Bu proses çinkoyu ferritinden kazanamaz fakat atık güvenle kazanılabilir. CENİM-LNETİ Prosesinde, EAO tozları çinko oksidin su ile yıkanmasından sonra amonyum klorit ile liç uygulanır. Çinko ferrit artıkta kalır, çözeltilinin temizlenmesi sırasında bakır, kadmiyum ve kurşun çinko tozu ile kalsiyum ise kalsiyum sülfat halindeki sülfürik asitle temizlenir. Atıktaki Fe, As, Bi ve Sn yüksek pH nedeniyle (6-7) atılır. Çözeltideki çinko, dietilhekselfosforikasit (D2EHPA) ile amonyum klorit çözeltilisinden kazanılır. Çok az

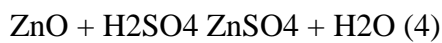
miktarda kazanılabilen kalsiyum, magnezyum ve manganez çinko klorür çözeltiyle yıkanarak giderilir. Çinko, harcanan elektrolitle sıyrılarak metal kazanımı için saf çözelti üretilir. EZİNEX Prosesinde, çinko-kurşun tozları amonyum klorit çözeltisinde liç edilerek çinko, kurşun, kadmiyum oksitler çözeltiye alınır ve katı-sıvı ayırımından sonra çinko tozu ile sementasyon yapılarak kurşun ve kadmiyum çözülden ayrılır. Ardından temiz çözülden elektrolitik olarak sıcak daldırma yöntemiyle galvanizleme yapılabilecek safiyette metalik çinko veya yüksek safiyette metalik çinko üretimi yapılır. Proseste atık olarak nitelendirilecek hiçbir yan ürün oluşmaz (Jha vd., 2000, s.125).

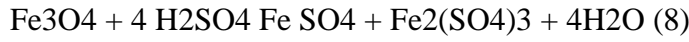
### 2.3.5. Kostik Soda Liç Prosesi

“Bu proseste çinko ve kurşun sodyum hidroksit içinde çözünmekte, Fe ise atıktta kalmakta ve çinko tozuyla çözelti temizlendikten sonra elektroliz yapılmaktadır. Bu proses çinkonun değişik okside olmuş cevherlerinde veya atık malzemelerin çözünmesinde kullanılmaktadır. 1984 yılında EAO tozlarından metal kazanımı için Cebedeau prosesi geliştirilmiştir. Bu proseste çinko ve kurşunu çözmek için 95°C’de konsantre sodyumhidroksit (NaOH) ile 1 veya 2 saat liç yapılmaktadır. Bu prosesle çok ince çinko tozu halindeki %20 çinkolu tozların kazanımında ekonomiktir. Fakat bu yöntemde katı sıvı ayırımında bir filtrasyon problemiyle karşılaşmıştır. Çözünmeyen ferrit halinde bulunan çinkoyu kazanmak için EAO tozları liçten önce redükleyici kavurmaya tabi tutulurlar. Fakat kurşun oksit kurşuna dönüştüğünden dolayı kurşun kazanımı düşük olur. Bunun önüne geçmek için yapılması gereken tam çinko ve kurşun kazanımı için orta dereceli redükleyici kavurma uygulanmasıdır” (Jha vd., 2000, s.126). Bu yöntemin en büyük dezavantajı kostik sodanın pahalı olması ve çinko ile birlikte kurşunu da çözmesidir.

### 2.3.6. Sülfürik Asit Liç Prosesi

Sülfürik asit çinkonun değişik atıklardan kazanılmasında kullanılmaktadır. Genellikle değişik türleri içeren çinko-kurşun tozları ile çalışılmaktadır. Bunlar sülfürik asitle 4’den 8’e kadar verilmiş olan reaksiyonlara göre davranır.





“Kalsiyum oksit veya karbonatlı bileşikler sülfürik asit ile konsantrasyona girerek asit tüketimini arttırlar. Oluşan kalsiyum sülfat sınırlı sayıda çözünebilir ve artıktaki kalır. ZnO.Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'ün çözünmesi yavaştır ve sıcaklığı arttırmak gerekmektedir. Bazen klorik iyon içeren çinko külü atıkları liçten önce kalsinasyona tabi tutulur ya da yıkanır” (Jha vd., 2000, s.127).

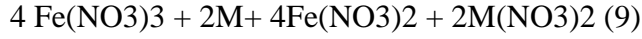
“İngiltere’de yapılan bir çalışmada % 36 çinko içeren çinko-kurşun tozlarının sülfürik asit liçi sonucunda pH’de %85 veya %90 kazanım; pH 3 veya 4’te (90°C’de) %80 kazanım sağlanmıştır. Burada karşılaşılan problem yüksek konsantrasyonlu demirden dolayı filtreleme problemidir. Hidrometalurjik prosesler boyunca istenmeyen ancak ana metalle birlikte çözünen metaller oluşmaktadır. Bunlar seçici çöktürme, sementasyon, solvent ekstraksiyonu, iyon değişimi veya elektroliz yöntemleri ile uzaklaştırılabilmektedir. Demir ise liç çözeltisinin pH’ı kontrol edilerek uzaklaştırılabilir. Sementasyon prosesinde bakır ve kadmiyum çözümlerden çinko metali kullanılarak alınmaktadır. Nikel veya kobaltın yüksek konsantrasyonlara sahip olması durumunda dimethylglyoxime veya alfanitrosobetanaftol gibi organikler kullanılabilir. Temizlenmiş çinko sülfat çözeltisinde hala klorid, Cu, Co, Ni, Fe gibi impüriteler bulunur. Bunlar akım veriminin düşmesine ve kurşun anodda korozyona neden olurlar. Sementasyonla temizlenen çözeltiden metal elektronik kazanımla ya da kristalizasyonla elde edilir. Atıklardan elde edilen sülfat liç çözümlerinin temizlenmesinde ayrıca solvent ekstraksiyonu (SX) teknikleri de kullanılır” (Jha vd., 2000, s.128).

### **2.3.7. Demir Nitrat Liç Prosesi**

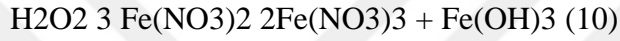
“Söz konusu yöntem ile elektrikli ark ocaklarının baca tozlarındaki çinko ve kurşun gibi değerli metallerin geri kazanılması sağlanmaktadır. Baca gazı tozları, makine parkında ilk besleyici ve taşıyıcı makine olarak kullanılan beşigerde (çelik palet) tartılarak ince öğütme değirmenlerine (SMD) alınmaktadır. Değirmene belirli miktarda su ilave edilerek baca tozu çamur kıvamına getirilmektedir. Değirmenden çıkan çamur, karıştırıcı yıkama tanklarına alınarak su ilave edilerek yıkanmaktadır. Bu süreçte 3 adet filtre pres kullanılmaktadır. Yeterince karıştırma sağlandıktan sonra karışım birinci filtre prese verilerek preslenmektedir. Filtre presin çıkacak filtre çözeltisi yer altı havuzuna alınarak buradan ters osmoz ünitesine gönderilmektedir. Ters



osmozdan çıkacak olan temiz su değirmen ve karıştırıcılı yıkama tankına geri gönderilmektedir” (E.T.İ. Gümüş A.Ş., 2016, s.11). Filtrasyondan çıkacak olan çamur ise yer altı havuzlarına alınarak belirli miktarda su ilave edilerek yoğunluğu ayarlanarak, Liç reaktörüne gönderilmektedir. Liç reaktöründeki reaksiyon ise;



Reaktive Demir III Nitrat kuru madde ilave edilerek karıştırılır. Reaksiyon bitiminde işlem görmüş çamur, ikinci filtre presten geçirilerek çamur ve metal iyonları içeren sıvı birbirinden ayrılacaktır. Filtreden çıkan katı atık seramik endüstrisinin hammaddesidir. Bu nedenle filtre kekleri, akredite laboratuvarlar ve/veya uluslararası kabul görmüş kuruluşlarca analiz ettirilerek seramik hammaddesi olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceğinin belirlenmesi gerekmektedir.



M= Zn, Pb vs. Çöktürme tankında reaksiyon bittikten sonra çözelti üçüncü filtreye gönderilmektedir. Filtreden çıkan katı çinko hidroksit ve kurşun hidroksit nihai ürün olarak elde edilmektedir. Üçüncü filtreden çıkan filtre çözültisi ise ters osmoz ünitesine gönderilmektedir. Ters osmoz ünitesinden çıkan temiz su; değirmen, karıştırıcılı yıkama tankına ve liç reaktörüne gönderilmektedir.

### 3. BÖLÜM

#### ÇINKOM A. Ş. ÖRNEĞİ

##### 3.1. Baca Gazından Çinko Geri Kazanımı ve Uygulanması Çinkom A.Ş. Örneği

Çinkom A.Ş. Zamantı bölgesindeki oksitli çinko kurşun cevherlerini değerlendirerek ülkenin çinko ve kurşun ihtiyacını karşılamak ve böylece ülke ekonomisine katkıda bulunmak amacıyla 1968 tarihinde Çinkur adı altında halka açık bir anonim şirket olarak kurularak 1976 tarihinde üretime başlamıştır.

Büyük hamlelerle sanayileşen memleketimizin temel madenlerinden olan demir, bakır, alüminyuma olduğu gibi çinko ve kurşuna da ihtiyacı pek çoktur. Tüketimi dünyada hızla artan çinko; başta galvaniz sanayi olmak üzere, otomobil sanayi, makine imalatı, inşaat sektörü, oto lastiği, boya sanayi gibi çeşitli sektörlerde kullanım alanına sahip bulunmaktadır. Tesisler Kayseri Adana Karayolu üzerinde Kayseri'ye 20 km mesafede 1800 dekarlık bir arazi üzerinde bulunmaktadır.

Kuruluş, 1996 yılında özelleştirme kapsamında Kayseri Maden Metal A.Ş. isimli sermaye yapısı itibarıyla %80'i İran Maden Bakanlığı'na ait bir şirkete satılarak el değiştirmiştir. Anılan şirket yaklaşık 1999 yılına kadar faaliyet göstermiş ve fabrika en son İpek Şirketler Grubu tarafından 2004 yılı sonlarında satın alınmıştır. İpek Grup tarafından satın alınan fabrikaya iyi bir bakım onarım ile, ülkede ki Ark Ocaklı Demir Çelik Tesisleri'nden çıkan ark ocakları baca gazı filtre tozlarının işlenebilmesi konuları Rus ve Fransız Profesörlere değerlendirilip bu maksatla tesiste gerekli tadilat ve yatırımlar yapılarak ve tehlikeli atık konumundaki anılan baca tozlarının alternatif hammadde olarak kullanılabilmesi yönünde Çevre ve Orman Bakanlığı'ndan İşletme Lisansı alınarak baca tozları alternatif hammadde olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ülkedeki demir çelik tesislerinden yılda yaklaşık olarak 450.000 ton baca tozu çıkmaktadır. Tesis bu baca tozlarının tamamını işleme kapasitesine sahiptir.

Dünya genelinde ekonomik faaliyetlerin artması ve ülke ekonomilerinin büyümesi sonucu konuta, otomobile ve beyaz eşya olmak üzere bir çok diğer demir çelik ürünleri talebinin her geçen gün artmaktadır. Buna bağlı olarak toplam çelik

üretimini de artırmaktadır. Türk demir çelik sektörü, 2011 ve 2012 yılları itibariye ham çelik üretimini artmıştır. Türkiye bu performansıya Dünya Ham Çelik Üretim sıralamasında ilk 10 ülke arasında yer almıştır.

Sektör, 2012 yılında 17,4 milyar dolarlık ihracat ve 24,2 milyar dolarlık ithalat gerçekleştirmiştir. Sektörün en önemli sorunlarından biri ağırlıklı olarak ithal girdiyle çalışması olup, Elektrik Ark Ocaklı (EAO) kuruluşlarda hammadde olarak kullanılan hurdanın % 70 civarındaki bölümü ithal edilmektedir. 2012 yılı itibariyle, 22,415 milyon tonluk hurda (9,4 milyar dolar); 7,8 milyon tonluk demir cevheri (1,149 milyar dolar) ve 4,6 milyon ton koklaşabilir taş kömürü (991 milyon dolar) ithal etmiştir.

Sektör, çelik ürünlerin kullanım alanının yaygınlaşması, her geçen gün tüketiminin artması, imalat sanayine ara mal üretilmesi ve ihracat potansiyeli gibi niteliklerinden dolayı ülke ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır. Hammadde ve enerji kullanımı ile atık üretimi yoğun bir sektör olan demir çelik sektöründe, sürdürülebilir çelik üretimi için, gerekli tüm önlemlerin alınarak, enerji tasarrufu çalışmalarının yapılması ve çevresel etkilerin asgariye indirilmesi büyük önem taşımaktadır. Mevcut durum itibariyle Türkiye, dünyadaki 66 çelik üreten ülke arasında 8. sırada, Avrupa'daki çelik üreticileri arasında ise Almanya'dan sonra 2. sırada yer almaktadır. Bu sıralamalar, Türkiye'nin demir çelik üretiminde belli bir seviyeye geldiğini göstermesi açısından büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde, ham çelik üretiminin yüzde 75' inin gerçekleştirildiği ve hurdanın yüzde 100'ünün geri dönüştürüldüğü elektrik ark ocaklı tesisleri işletmelerde en önemli emisyon kaynağı, çelikhane hurda şarjı, ergitme ve döküm alma sırasında çıkan toz emisyonu ve yakıttan kaynaklanmaktadır. Çıkan tozlar, kurulan torbalı toz tutma sistemleri ile tutulmaktadır. Değişik kapasitelerde kurulu bulunan toz tutma sistemleri, zamanla değişen kapasite ihtiyacını karşılamak üzere büyütülmekte veya yenisi ile değiştirilmektedir. Bacalarda tutulan tozlar ise, peletlenerek veya toz halinde, lisanslı geri kazanım firmalarına içinde bulunan çinkoyu geri kazanmak üzere verilmektedir.

Proje konusu tesisi bu kapsamda uzun yıllardır hizmet veren ilk kuruluş olup, tesisin mevcut halde kurulu ve işler olması, kapasite artırımı için yatırım bedelinin düşük olması gibi nedenlerden dolayı Ülke ve Bölge ekonomisi açısından proje konusu yatırım önem arz etmektedir. Ayrıca, yukarıda da bahsedildiği gibi demir-çelik sektöründeki artan girdiler ile oluşan atıklar artmaktadır. Bu kapsamda tesis gerek

demir-çelik sektörü için gerekse çevresel açıdan artan girdiler ile oluşan atıkları öncelikli olarak bertaraf, daha sonra ise ülke ekonomisi açısından bir kaynak haline getirecektir

1976 yılında Çinkur Çinko Kurşun Metal Sanayi A.Ş. adıyla hizmete başlayan kuruluş 1996 yılında özelleştirilerek İran menşeli bir firmaya satılmıştır. 1999 yılında borçlarını ödeyemediği için üretimi durdurulan kuruluş 2004 yılı Ekim ayında İpek Mobilya A.Ş. tarafından satın alınarak tekrar hizmete açılmıştır.

2006 yılında bu tesis hammadde olarak yıllık 100.000 ton cevher ve 100.000 ton Elektrikli Ark Fırını (EAF) baca gazı filtre tozunu işleyerek 70.000 ton/yıl çinko klinkeri üretiminin yapılması planlanmıştır. Bu üretilen yıllık 100.000 ton cevher işleme kapasitesinin 150.000 ton'a 100.000 ton Elektrikli Ark Fırını (EAF) baca gazı filtre tozu işleme kapasitesinin ise toplam 450.000 ton/yıl'a çıkarılması hedeflenmektedir. Ayrıca buna ek olarak 150.000 ton/yıl metal işleme (klinkerden külçe çinko elde etme) ve daha önceki üretimlerden de birikmiş olan yaklaşık 1.200.000 ton Döner Filtre Keklerinin 200.000 ton/yıl kapasite ile geri kazanılması planlanmıştır.

Bu kapsamda tesiste toplam 600.000 ton (450.000 ton baca gazı filtre tozu + 150.000 ton/yıl Cevher) hammadde kullanılarak 210.000 ton çinko klinkeri üretimi gerçekleştirilecektir. Gerçekleştirilecek 210.000 ton/yıl çinko klinkeri üretiminin bir kısmı tesiste saf çinko (metal üretimi) üretiminde kullanılacaktır. Kalan kısmı ise piyasaya çinko klinkeri olarak satışa sunulacaktır.

Çinko Klinkeri ve/veya Külçe çinko üretimi Waelz Prosesi, Teksif Prosesi, Leach Prosesi ve Elektroliz-Eritme Döküm Prosesi, Döner Filtre Keki Geri Kazanım Prosesi sonucu oluşmaktadır.

### **3.1.1. Ülke Ekonomisine ve Çevreye Katkıları**

Baca tozları tehlikeli atıklar kategorisine girmektedir. Bertaraf edilmeye başlanmadan önce yıllar boyunca ya vadilere dökülerek üstleri topraklarla kapatılmıştır ya da tehlikesiz atıklarla karıştırılarak tehlikesiz bir atık gibi şuan cüruf dağlarında hala bekletilmektedir. Demir-Çelik üretimi sonucu oluşan baca tozu miktarı yaklaşık olarak yıllık 450.000 ton olarak ifade edilmektedir.

Çinkom A.Ş üretim kapasitesi olarak yıllık 250.000 ton baca tozu bertaraf edebilmektedir. Bu işlem sonucunda yaklaşık olarak 60.000 ton çinko üretimi 185 personel sayısı ile yapılmaktadır. Bu işlemin maliyeti şirkete yıllık yaklaşık 100 milyon Türk Lirasıdır. Bu oluşturulan ürün Belçika, İsviçre, Çin ve Meksika gibi ülkeler ihraç edilmektedir. Çinko ihracatı gerçekleştirilerek, ülkemize yaklaşık 150 milyon Türk Lirası karşılığı döviz getirisi sağlanmaktadır. Bu sayede 250.000 Ton çevreye zararlı baca tozu geri dönüşümü yapılarak ülke ve dünya ekonomisine kazandırılmıştır.

Geriye kalan, 100.000 tonluk baca tozunu Türkiye'nin en büyük Marmara Bölgesindeki Demir-Çelik fabrikalarının bir araya gelerek kurmuş olduğu Marzinc firması Çinko Üretimi yaparak bertaraf etmektedir. Diğer geriye kalan 100.000 ton'luk baca tozu bertaraf edilememekteydi, Çinkom A.Ş dünyanın en büyük çinko üreticisi olan Zinc Nacional firması ile ortaklık kurarak, İzmir'in Aliğa bölgesine 100 milyon Amerikan Doları yatırım yaparak baca tozundan çinko elde edebilmek için % 50 ortaklıkla ikinci fabrikasını kurmuştur.

Bu sayede Türkiye'de bertaraf edilemeyen baca tozu kalmayacaktır. Söz konusu atıkları teknik olarak değerlendirme imkânlarının araştırılması ve Türkiye'nin çinko tüketimini karşılamak için Demir-Çelik endüstrisi baca tozlarının değerlendirilmesi ve hammaddeyi yurt ekonomisine kazandırması amaçlanmıştır. Çinkonun atıklardan tekrar geri kazanılması yaygınlaşmaktadır. Bu atıkların geri kazanılması, çevresel açıdan büyük avantajlar sağlamanın yanında günümüzde doğal kaynaklarının tükenmesine de engel olması geri kazanıma olan ilginin artmasına neden olmuştur. Ayrıca bu atıkların geri kazanılması ile büyük ekonomik katkılarda sağlanabilmektedir.

Çinkom A.Ş yapmış olduğu bu üretim sayesinde 2015 yılında 9 milyon 2014 yılında 15 milyon 2013 yılında 10 milyon vergi ödeyerek kayseri ilk 100 vergi rekortmenleri arasında ilk 10'na girmeyi her sene başarmıştır

### **3.1.2. Waelz Prosesi ve Üniteleri**

Waelz prosesinde, elektrik ark ocaklı demir-çelik endüstrisinden kaynaklı baca gazı filtre tozu ve/veya çinko cevheri hammadde olarak kullanılarak Waelz Oksitin elde edildiği prosestir. Prosesi hammadde stoklama-yükleme ünitesi, Peletleme Ünitesi ve Waelz fırınlarından oluşmaktadır.

### **3.1.2.1. Hammadde Stoklama-Yükleme Ünitesi**

Ünite işletmede 2.981 m<sup>2</sup> kapalı alan olarak yer almaktadır. Bu ünite, hammaddenin asıl kısmını oluşturan EAF baca gazı filtre tozu veya Cevher ile yardımcı madde olarak kullanılan kalker ve antrasit (veya kok) kapalı olarak depolandığı ve besleme silolarına yüklemenin yapıldığı kısımdır. Bu ünite EAF baca gazı filtre tozu veya cevher, kalker ve antrasit (veya kok) ile uygun oranlarda karıştırılmak üzere taşıyıcı kapalı konveyör bantlara yüklenerek besleme ünitesine gönderilmektedir.

#### **a) Baca Tozu ve Cevher Depolama**

Tesis için gerekli olan hammadde demir çelik endüstrilerinden kaynaklı baca gazı filtre tozu ve cevherdir. Baca gazı filtre tozu tehlikeli bir atık olduğundan tesise lisanslı tamamen kapalı sızdırmaz nakliye ekipmanları ile taşınacaktır. Tesise getirilen baca gazı filtre tozu tartım işleminden sonra analiz edilmek üzere kompozit numuneleri alınarak, tabanı sızdırmaz kapalı stok alanlarına depolanacaktır.

### **3.1.2.2. Peletleme Ünitesi**

Tesis bünyesinde iki adet peletleme ünitesi hizmet verecektir.

#### **a) Peletleme Ünitesi**

Peletleme ünitesi, toz halde işleme alınan hammaddenin 2 metre çapında, iç yüzeyi lastik bantlar ile kaplanmış ve yaklaşık 10 metre uzunluğundaki döner sistemde su ile birlikte hızla döndürülerek 2-3 cm çapında peletler haline getirildiği ünite dir. Peletleme ünitesinde hopere yüklenen EAF filtre gazı baca tozu veya işlem görmüş cevher kapalı bant sistemi ile peletleme işleminin gerçekleştirileceği kazana dökülmeyi sağlayan bunkere iletilir. Bunkerden peletlemenin yapılacağı kazana uygun miktarda su ile karıştırılarak çark edilerek ve içinde bulunan sıyrıcılar marifetiyle peletlenmiş vaziyette kazan altından yine bantlara dökülmek suretiyle peletleme gerçekleştirildiği ünite dir.

### **3.1.2.3. Waelz Besleme Ünitesi**

Bu ünite de siloların altında bulunan tartılı besleyiciler sayesinde malzemeler uygun oranda karıştırılarak fırınlara besleme yapıldığı ünite dir. Waelz besleme siloları işletmede 330 m<sup>2</sup> kapalı alanda yer almakta olup bu ünite de her bir fırın için 2'si 175 tonluk hammadde, 2'si 100 tonluk kalker, 2'si 80 tonluk antrasit (veya kok) ve 1

tanesinde 200 tonluk dönüş tozu silosu olmak üzere toplam 7 şer adet silo bulunmaktadır. Fırın kapasitesi ve hammadde özellikleri aşağıda verilmiştir.

**Fırın Kapasitesi (3 adet fırın için toplam)**

-1820 ton/gün baca gazı filtre tozu veya cevher

-620 ton/gün kok veya antrasit

-560 ton/gün kireç taşı

**Cevherin ve Baca Gazı Filtre Tozunun Özellikleri**

**Tablo 4. Cevherin Tipik Analizi**

<b>İçerik</b>	<b>İçerik Oranı (%)</b>
Zn	21,81
Pb	2,10
Fe	20,00
Cd	0,07
CaO	3,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,00
F	0,022
Cl	0,003
SiO <sub>2</sub>	13,00
MgO	0,60
Rutubet	10,00

Kaynak: Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2014, s.62

**Tablo 5. Baca Gazı Filtre Tozunun Tipik Analizi**

<b>İçerik</b>	<b>İçerik Oranı (%)</b>
Zn	21,81
Pb	2,10
Cd	20,00
Fe	0,07
SiO	3,00
CaO	6,00
F	0,022
Cl	0,003
Fc	13,00
Ag	0,60

Kaynak: Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2014, s.70

Tablo 6. Kok Tozunun Tipik Analizi

İçerik	İçerik Oranı (%)
Fiks Karbon	83,00-84,10
Uçucu Madde	0,90-1,25
Sülfür	10,80-10,90
Kül	14,50-15,00
Rutubet	4,00-6,00
Tane İriliği	-10 mm %15 maks ve -1 mm %20 maks

Kaynak: Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2014, s.71

Tablo 7. Kireç Taşının Tipik Analizi

İçerik	İçerik Oranı (%)
CaCO <sub>3</sub>	89,54
PbSiO <sub>2</sub>	3,51
MgO	2,64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,71
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,60
	+10 mm %2 (Yaklaşık)
Tane İriliği	-10 mm %98 (Yaklaşık)
	-3 mm %70 (Yaklaşık)

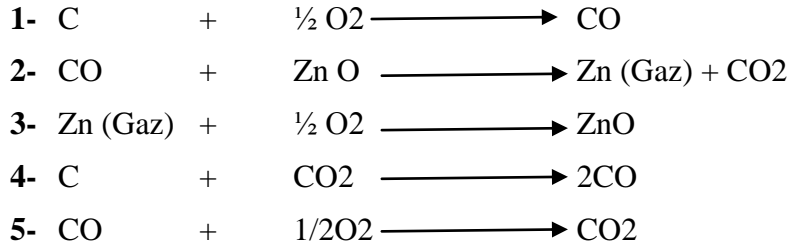
Kaynak: Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2014, s.73

#### 3.1.2.4. Waelz Fırın

Bu ünite 69 m boyunda ve 4,34 m iç çapında 2 adet waelz fırın yer almaktadır. Proje kapsamında aynı özellikte üçüncü bir fırın ilavesi yapılacaktır. Besleme ünitesinde hazırlanan karışım waelz fırınlarda yaklaşık 1300 C'de bir dizi kimyasal işleme tabi tutularak waelz oksit elde edilmektedir. Waelz fırınları hız ayarlı doğru akım motoru ile orta kısımlardan çevrilen fırınların dakikada bir devire kadar dönme hız ayarları yapılabilmektedir. Besleme materyali önce kok, sonra cevher+kok+kireçtaşı ve/veya baca tozu+kok+kireçtaşı beslenerek çalışmaya başlanılmaktadır. Fırının sıcak cidarları üzerinde döneren ilerleyen materyalin içindeki rutubet, kristal suyu, karbondioksit ve uçucu gazlar ayrılmaktadır. Çinko oksit redüklenerek çinko buharı haline gelmektedir. Gaz haline gelmiş olan çinko fırın boşluğunda tekrar oksitlenerek çinko oksit (toz) eksoz gazları ile radyasyon soğutuculara ve Jet-Plus filtreler gitmektedir. Redüksiyon bölgesinde buhar haline geçemeyen çinkonun büyük bir kısmı fırın çıkış bölgesinde tekrar redüklenerek cürufta çinko kalmaması sağlanmaktadır. Fırın redüksiyon bölgelerinde kısmen redüklenmiş demir ile demir oksitleri kireç ve silis ile birleşerek



ergime derecesi yüksek demir kalsiyum silikatları meydana getirerek kolay kırılır cüruf şeklinde fırını terk etmektedir. Waelz fırınında başlıca beş temel reaksiyon meydana gelmektedir.



Fırın içerisindeki bu reaksiyonlar, devamlı beslenen baca tozu veya cevher +kok karışımı sayesinde mümkün olmakta ve waelz işletmesinin fırın içinde üç değişik bölgede devamını sağlamaktadır.

#### a) Ön Isıtma Bölgesi

Waelz fırınlarının cevher girişinden itibaren ilk 23 metresini teşkil eden bu bölgede 750-950 0C sıcaklıktan dolayı rutubet, kristal su, karbondioksit ve uçucu gazlar ayrılmaktadır.

#### b) Redüksiyon Bölgesi

Cevher girişinden itibaren ikinci 23 metreyi teşkil eden fırının orta kısmında çinko oksit redüklenerek 1200-1300 C de çinko buhar haline gelir, gaz halindeki çinko yeniden oksitlenerek çinko oksit haline geçerek fırın boşluğuna yayılmaktadır. Daha sonra ekzoz gazları ile fırını terk ederek radyasyon soğutuculara ve Jet-Plus filtrele geçmektedir. Kurşun ve kadmiyum gibi düşük ısıda buharlaşan elementlerde bu şekilde redüklenerek eksoz gazlarına karışarak fırını terk etmektedirler. Radyasyon soğutucular ve filtreler de toplanmaktadır. Çinko, kurşun ve kadmiyum oksitlerin karışımıdır. ZnO+PbO+CdO'ya Waelz oksit ismi verilmektedir.

#### c) Cüruf Bölgesi

Son 23 metreyi oluşturan bu bölgede fırının cüruf teşekkül eden bölgesidir. Cevher veya Baca gazı filtre tozu ile birlikte verilmiş olan kokun (veya antrasit) büyük bir kısmı burada yanarak yaklaşık 900-10000 C ısı teşekkül etmektedir. Redüksiyon bölgesinde tamamen buharlaşamayan bir kısmı bu bölgede buharlaşarak cürufa fazla

miktarda çinko kaçması önlenmektedir. Redüksiyon bölgesinde kısmen redüklenmiş demir ile demir oksitleri kireç (CaO) ve Silis (SiO<sub>2</sub>) ile birleşerek ergime derecesi yüksek demir kalsiyum silikatları haline gelerek cüruf olarak fırını terk etmektedir. Fırından çıkan ve ızgaradan geçen cüruf parçalarının üzerine su püskürtülerek yaklaşık 800 C'ye kadar soğutulmaktadır. Kovalı konveyörler ile taşınarak cüruf silosuna boşaltılmaktadır. Waelz fırınlarında buharlaştıktan sonra tekrar oksitlenen metal buharları fırını terk ettikten sonra radyasyon soğutucular ve Jet-Plus Filtrelerde waelz oksit olarak tutulmaktadır.

### **3.1.2.5. Radyasyon Soğutucular**

Her biri birer waelz fırınına ait balon biçimli 6 adet gaz kanalları ve onların üst kısımlarından itibaren pantolon biçimli gaz bağlantı borularından meydana gelmiştir. Birinci ve ikinci gaz kanalları arası 700 mm çapında 14 adet, ikinci ile üçüncü-dördüncü gaz kanalları arası 400 mm çapında ve ilaveten 700 mm çapında iki adet pantolon biçimli boru şebekesi ile donatılmıştır.

Radyasyon soğutucuları ana kanalları altındaki zincirli konveyörler yardımıyla kanallar içinde toplanan waelz oksit tozlarının dışarıya atılması temin edilir ve zincirli konveyörlerle teksif besleme silolarına verilmektedir. Eksoz fanının kapasitesi 202.000 m<sup>3</sup>/saat waelz jet-plus filtreler verilmesi arzu edilmeyen gazlar çıkış borusu üzerindeki kapaklar vasıtası ile açık havaya verilmektedir. Çıkan gazların sıcaklığı 1200 C dir.

### **3.1.2.6. Jet-Plus Filtreler**

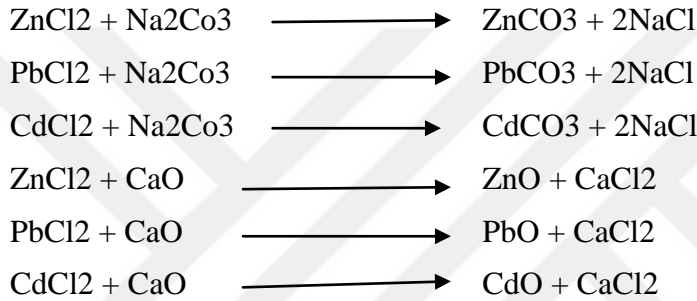
Filtreler 12 adet kamaradan oluşmaktadır. Her bir kamara 14 x16 adet valf ve her valf de 16 torba bulunmaktadır. Döner kanatlı besleyiciler altında zincirli konveyör vasıtası ile toplanan waelz oksit teksif besleme silolarına verilir. Waelz oksidin filtre siteminde tutulmasından arta kalan eksoz gazları filtreleri terk eder.

### **3.1.2.7. Yıkama Ünitesi**

Bu ünite waelz oksit içerisinde bulunan klorun giderilmesi sağlanmaktadır. Ünite 4 adet 100 m<sup>3</sup> tank kullanılacaktır. Birinci yıkama tankına waelz oksit, su, kireç veya soda ilave edilerek yıkama başlatılır. Bu işlem 4 tankta da devam eder ve buradan 535 m<sup>3</sup> lük tikner tankına pompa ile basılır oluşan atık su biriktirilerek çöktürme işlemi gerçekleştirilmektedir. İki aşamada gerçekleştirilen yıkama prosesinin ilk

adımında Soda ( $\text{NaCO}_3$ ) ve/veya kireç ( $\text{CaO}$ ) ile yıkama işlemi gerçekleştirilir. Bu aşama pH 9-10 arasında gerçekleşmekte olup buradaki amaç waelz oksit bünyesinde bulunan klorun sodyum klorür ( $\text{NaCl}$ ) ve/veya kalsiyum klorür ( $\text{CaCl}$ ) çözeltisi halinde suya geçmesini sağlamaktır.

Waelz fırında pişirilmiş olan EAF baca gazı filtre tozu bünyesinde,  $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{CdCl}_2$  bileşikleri şeklinde bulunan klor soda bünyesinde bulunan sodyum ( $\text{Na}$ ) ve/veya kireç bünyesinde kalsiyum ( $\text{Ca}$ ) ile reaksiyona girerek sodyum klorür çözeltisini oluşturur. Suda serbest kalan karbonat ile tepkimeye giren kurşun ( $\text{Pb}$ ), çinko ( $\text{Zn}$ ) ve kadmiyum ( $\text{Cd}$ ) katı halde dibe çöker. Soda ve/veya kireç ile yıkama işlemi sırasında gerçekleşen reaksiyonların basit gösterimi aşağıda verilmiştir.



İkinci yıkama işlemi ise sadece su ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ile yapılmakta olup bu işlemdeki amaç waelz oksit bünyesindeki kloru minimuma indirmektir. Yıkama işlemleri ardından oluşan ( $\text{NaCl}$  çözeltisi ve/veya  $\text{CaCl}_2$ ) 4. leach tankında çöktürme yöntemi ile arıtılır ve cüruf soğutma sistemine sevk edilir. Leach tankının dibinde biriken çöktürme çamuru fırınlara verilerek bertaraf edilir. Yıkama işlemine tabi tutulmadan önce %56 Zn, %10 Cl tenorunda olan waelz oksit, yıkama işlemi ardından %67 Zn, %0,65 Cl tenoruna ulaşmaktadır. Yıkama işlemine sokulan waelz oksit miktarının yaklaşık olarak %11'i Cl uzaklaştırılması ile kaybolur.

Yıkama işlemi yapıldıktan sonra pres filtrelerden çıkan % 18 ila % 20 rutubetli waelz oksit % 7 ile % 10 rutubete düşürmek için 20 ton/h kapasiteli kurutma fırınından geçirilir. Kurutma fırınından çıkan %63 ile % 67 arasında çinko ihtiva eden malzeme kapalı sistem bant ile teksif beslemeye gönderilir.

### 3.1.2.8. Waelz Prosesinden Çıkanların Özellikleri, Prosesin Verimi

Waelz Prosesinden Waelz Oksit ve waelz cürufu oluşacaktır. Oluşacak Waelz oksitin tipik analizi Tablo 2.5'de, Cürufun tiptik analizi ise Tablo 2.6'da verilmiştir.

Waelz prosesinin verimi yaklaşık %35-45 dir. Bu kapsamda prosese girecek ve proses sonucu oluşacak ürünün miktarları Tablo 2.7’de verilmiştir.

Tablo 8. Waelz Oksitin Tipik Analizi

İçerik	İçerik Oranı (%)
Zn	65,6
Pb	6,40
Cd	0,20
Gang Muhteviyatı	9,00

Kaynak: Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2014, s.75

Tablo 9. Cürufun Tipik Analizi

İçerik	İçerik Oranı (%)
Zn	3,50
Pb	0,30
Fe	26,20
CaO	14,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,90
SiO <sub>2</sub>	21,70
Cd	0,012
MgO	1,50
C	15,80

Kaynak: Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2014, s.76

Tablo 10. Waelz Prosesinde Kullanılan Hammaddelerin Ve Oluşan Ürünün Miktarı

Hammadde	Miktar	Ürün	Miktar
Baca Gazı Filtre Tozu	450.000	Waelz Oksit	230.000
Cevher	150.000	Cüruf	500.000
Kok tozu veya antrasit	224.000		
Kireç taşı	200.000		

Kaynak: Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2014, s.58

### 3.1.3. Teksif Prosesi

Bu ünite de 36 m boyunda 2,6 m iç çapında iki adet Teksif fırını ile yıkama ünitesinden çıkan yıkanmış waelz oksitin yoğunluğu ve tenoru arttırılmaktadır. Teksif fırınlarına giren 0,6 ton/m<sup>3</sup> yoğunluklu waelz oksit fırın içi sıcaklığı 1.200 0C ye ulaşan

teksif fırınlarında işleme tabi tutularak 2-2,4 ton/m<sup>3</sup> yoğunluğunda %69-73 Zn tenorlu klinker haline getirildiği procestir. Dört üniteden oluşmaktadır.

- Teksif Fırınları Besleme Ünitesi
- Teksif Fırınları
- Radyasyon Soğutucular
- Filtre Sistemi
- Bilyalı Değirmen Ünitesi

### **3.1.3.1. Teksif Fırınları Besleme Ünitesi**

Her bir hat için 450 m<sup>3</sup> hacminde iki adet besleme silosu, 350 m<sup>3</sup> hacminde bir adet dönüş tozu silosu ve iki adette 12 m<sup>3</sup> hacminde eritme döküm drosu biriktirme silosu bulunmaktadır. Silo tabanında basınçlı hava üfleyiciler ve tortu kaydırıcıları, siloların tıkamamasını sağlamaktadır. Silolarda biriken Waelz oksit zincirli konveyörler ile fırınlara beslenmektedir.

### **3.1.3.2. Teksif Fırınları**

Teksif fırınları 2,6 m çapında (iç) 36 m boyunda çelik bir boru şeklinde birbirine paralel iki hat halinde ikişer rulo grubu üzerinde %3,125 eğiminde monte edilir. Her bir fırının iç kısmı giriş ağzından itibaren 150 mm kalınlığında ateşe dayanıklı şanet tipi tuğlalar ile giriş ağzı ve çevresi kapatılır. Fırınlar hız ayarlı birer adet doğru akım motoru ile tahrik edilir. Teksif fırınlarının besleme yapılmadan önce fırın çıkış ağzındaki brülör yakılarak fırın işletme sıcaklığına getirilir. Sonra teksif besleme materyali ile beslenir. Sıcak fırın cidarlarında dönerek ilerleyen materyalin içindeki flor ve klor gibi elektroliz için zararlı uçucu gazlar ayrılır. Çinko oksit ise klinker haline dönüşerek soğutuculara geçer. Jet-plus filtrelerde tutulan filtre oksit tozları ise Pb/Cd tozu adı altında kapalı stoklanarak satışa sunulur. Soğutucularda soğuyan bilyalı değirmen besleme silolarına alınır.

### **3.1.3.3. Radyasyon Soğutucular**

Her bir fırın içerisinde birbirine paralel olarak simetrik iki adet soğutma sistemi vardır. Her sitemde balon biçimli, birbirine paralel 3 aks üzerine monte edilmiş 5 adet ana gaz kanalı grubu mevcuttur. Radyasyon soğutucuların ana kanalları altındaki

zincirli konveyörler kanalların içinde toplanan tozların, teksif besleme binasındaki dönüş tozu silosunun taşınmasını temin eder. Radyasyon soğutucusu kanalı ile filtreler arasında eksoz gazı fanı mevcuttur. Bu fan, fırın gazlarını devrede gerekli hızda akışını temin eden klape tertibatı ile donatılmış olan fanın kapasitesi 40.000 m<sup>3</sup>/h tir.

#### 3.1.3.4. Jet-Plus Filtreler

Filtreler 12 adet kamaradan oluşmaktadır. Her bir kamara 14 x16 adet valf ve her valf de 16 torba bulunmaktadır. Döner kanatlı besleyiciler altında zincirli konveyör vasıtası ile toplanan çinko klinkeri silolara verilir.

Teksif Prosesinden Çinko Klinkeri oluşmaktadır. Bu kısımda teorik yaklaşık %92'dir. Oluşacak Çinko klinkerinin ve cürufun tipik özellikleri Tablo 2.8.'de verilmiştir. Bu kapsamda prosese girecek ve proses sonucu oluşacak ürünün miktarları Tablo 2.9'da verilmiştir.

Tablo 11. Çinko Klinkerinin Tipik Analizi

İçerik	İçerik Oranı (%)
Zn	72,0
Cl	0,005
F	0,005

Kaynak: Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2014, s.78

Tablo 12. Teksif Prosesinde Kullanılan Hammaddelerin Ve Oluşan Ürünün Miktarları

Hammadde	Miktar	Ürün	Miktar
Waelz Oksit	230.000	Çinko Klinkeri	210.000
		Kurşun Konsantresi	20.00

Kaynak: Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2014, s.102

#### 3.1.3.5. Bilyalı Değirmen Öğütme Ünitesi

Toplam 25 ton/saat kapasitesine sahip iki adet değirmen kullanılacaktır. %90 oranında -200 meşe kadar öğütme yapılamaktadır. Her iki değirmende de öğütülerek pnomatik hat silolarında biriktirilen kalsini, leach kalsin silolarına basınçlı hava ile (pnomatik) taşınacaktır.

### **3.1.4. Leach Prosesi**

Proses gereği devamlı olarak çalışan 4 adet leach tankında belirli kısa aralıklar ile numune alınıp analiz edilerek leach işleminin istenilen koşullarda gerçekleştirilmesi sağlanır.

#### **3.1.4.1. Leach İşleminin Yapılışı**

Bilyalı değirmen ünitesinde -200 meşe kadar oğtlen klinker pnomatik nakliye sistemi ile her biri yaklaşık 4000 ton kalsin betondan yapılmış leach kalsin silolarına basılmaktadır. Kalsin silolarında çıkış şutunda her hangi bir tıkanmaya yol amamak için, küçük bir kompresörden temin edilen basınçlı hava üflenir. Kalsin silolarının altından konveyörle alınarak bantlı konveyöre verilir. Buradan da kovalı elavatr vasıtasıyla aynı anda 1 ve 2 no'lu leach tanklarına besleme yapabilen leach besleme silosuna taşınır. Tesiste, betondan yapılmış içi asite dayanıklı tuğla döşenmiş ve kurşunla kaplanmış üstten taşma ile bağlı 90 m<sup>3</sup> solüsyon alabilen 4 adet leach tankı mevcut olup, bu kapasite proje kapsamında yeterlidir. Tanklarda, reaksiyonun meydana geldiği 85-900 C ısıyı temin etmek amacı ile solüsyon içerisine buhar verilir. Her bir tankta reaksiyon sresinin 2 saat olarak ayarlanması için 45 m<sup>3</sup> /saat debi ile yaklaşık 160 gr/lt asit ihtiva eden kullanılmış asit pompalanır. Elektroliz nitesinde rejenere edilen bu asiti kullanırken depolama gerektiğinden, 90 m<sup>3</sup> 'lk bir leach asit tankı mevcuttur. Kullanılmış asitin, asit konsantrasyonu leach tankında yararlandıktan sonra, leach işleminin yapılabilmesi için maksimum 45 m<sup>3</sup> /saat debi ile 1 nolu tanka pompalanır. İkinci leach tankında Ph ayarlanması için kalsin ve kullanılmış asit veya kalsinden hangisinin kullanılması gerekiyor ise o malzemenin verilmesi temin edilerek PH ayarlaması yapılır.

Bir nolu tankta 85-900 C, 30-40 gr/lt asit konsantrasyonu sabit tutulmalıdır. Asit konsantrasyonu iki nolu tankta 10-20 gr/lt olması, 3 no'lu tankta PH 3,2-3,5 olması, 4 no'lu tankta ise PH 4,0 - 4,5 olması istenildiği için, 1 no'lu tankta yapılan kalsin ve asit beslemesi bu koşulları yerine getirecek miktarda olmalıdır. Bunun için her saat alınacak numunelerde, demir tayinleri yapılarak, yükseltgenme işleminin tamamlanması takip edilir. Nötr leach yapılmasındaki temel amaç 3 değerlikli demir bileşiklerinin 4,5 Ph da çökme özelliklerinden yararlanmak içindir. Nötr leach işlemi sonunda çözünmeyen maddeler ve demirin artırılması mümkün olmaktadır. keltide kalan kısma leach artığı yahut Döner filtre Keki (DFK) denilmektedir. Kurşun, demir, silis, kalsiyum leach

artığında kalmakta, çözünen çinko, kalisyum arıtma tesislerine verilmektedir. DFK ise proje kapsamında kurulacak Döner Filtre Keki Geri kazanım tesisine verilecektir.

### **3.1.4.2. Leach Ünitesinin Kapasitesi**

Tesiste üretilen klinkerin 70.000 ton'luk kısmı klinker olarak satılması planlanmaktadır. Geriye kalan 140.000 ton'luk kısmı ise Leach tesisinde işlem görerek külçe çinko üretiminde kullanılacaktır. Ancak bu miktarlar ihtiyaca göre değişiklik gösterebilecektir. Leach tesisinde 500 ton/gün %65-72 zn içeren kalsin kullanarak %92 Zn kurtarma randımanlı 3.552 m3 elektrolitik solüsyon üretebilecek kapasitededir. Yaklaşık 330 gün/yıl çalışma rejimi ile, yaklaşık 140.000 ton/yıl kalsin tüketilerek yaklaşık 52.000 ton döner filtre keki elde edildikten sonra, yaklaşık 150 gr/lit Zn içeren 515.790 m3 elektrolitik solüsyon üretilenektir. Bunun için betondan imal edilmiş ters akım prensibi ile çalışan her biri 535 m3 'lük 3 adet yoğunlama tankı (durultma-tikner) kullanılacaktır. Çökme ve durulama işleminin çabuklaşması için floklant denilen çöktürücü belirli oranda solüsyona ilave edilecektir. Tankların alt ve üst taşıntılarını spesifik gravitesini ölçülmek suretiyle, süzme işlemi yapılacak pulp'un zamanı tespit edilecektir. Buna göre sıra ile dizilmiş tikner tanklarının taşıntıları birbirlerinin üzerine yoğunluk belirli seviyeye geldiği zaman vakumlu süzücülerin diyafram pompaları ile pompalanmaktadır. Döner filtrelerde ayrılan kek vidalı konveyörler ile ve band'la döner Filtre Keki tesisine gönderilecektir. Süzme işleminden sonra arta kalan süzüntü geri besleme ile ilk tikner tankına geri gönderilmektedir. Durulmuş solüsyon üstten taşma ile diğer tikner tankına oradan da leach tesisinin arıtma ünitesine gönderilmektedir.

### **3.1.4.3. Arıtma Tesisi**

Liç mahsulü çinko sülfat solüsyonu liç işlemi esnasında sülfatlar haline geçen elementleri de ihtiva eder ki bu elektroliz için istenmeyen bir durumdur. Bu gayri safiyetlerin alınması için çinko sülfat solüsyonu arıtma işlemine tabi tutulur. Arıtma işlemi solüsyondaki gayri safiyetlerin sayı ve miktarlarına bağlı olarak birkaç kademede yapılabilir. Birinci kademede kobalt ve nikel arıtılmakta, ikinci kademede ise kadmiyum arıtılarak çinko sülfat solüsyonundan ayrılmaları sağlanmaktadır.

Arıtma ünitesi; 1 adet 175 m3 'lük ısıtma stoklama tankı, 4 adet 150 m3 'lük arıtma tankı, 2 adet 150 m3 ' lük kontrol tankı ve 400 m3 'lük 2 adet, 250 m3 'lük bir adet nötral solüsyon stoklama tankı ile 2 adet pres filtreden oluşmaktadır. Arıtma



işleminin yapılışı: arıtma işleminin sıcaklığı 60 0C den yukarı olması nedeniyle solüsyon daima sıcak kalabilmesi ve ısıtmak için zaman kaybına yol açmamak için tiknerlerde durulmuş olarak gelen solüsyon sıcak tutma tankına yollanır. Arıtma işlemi iki kademedен oluşmaktadır. Her bir kademe aynı işlemi gören sadece kapasite artırmak için ikişer tanktan oluşacaktır. Arıtma tankları betondan imal edilmiş olup, içi asite dayanıklı tuğla ile örülmüştür. Sızıntıyı önlemek için kurşun levha ile kaplanmıştır. 150 m3 solüsyon alabilecek kapasitedir. Arıtma dolum usulü ile çalışacaktır. Reaksiyon bittikten sonra pompa ile boşaltılarak yenisi ile doldurulacaktır. Liç mahsulü çinko sülfat solüsyonu liç işlemi esnasında sülfatlar haline geçen elementleri de ihtiva eder ki bu elektroliz için istenmeyen bir durumdur. Bu gayri safiyetlerin alınması için çinko sülfat solüsyonu arıtma işlemine tabi tutulur. Arıtma işlemi solüsyondaki gayri safiyetlerin sayı ve miktarlarına bağlı olarak birkaç kademe yapılabilir. Birinci kademe kobalt ve nikel arıtılmakta, ikinci kademe ise kadmiyum artırılarak çinko sülfat solüsyonundan ayrılmaları sağlanmaktadır. Arıtma ünitesi; 1 adet 175 m3 'lük ısıtma stoklama tankı, 4 adet 150 m3 'lük arıtma tankı, 2 adet 150 m3 ' lük kontrol tankı ve 400 m3 'lük 2 adet, 250 m3 'lük bir adet nötral solüsyon stoklama tankı ile 2 adet pres filtreden oluşmaktadır. Kadmiyum Ünitesi: Arıtma ünitesi keklerindeki kadmiyumu metalik kadmiyuma dönüştürerek ve çinkoyu çinko sülfat haline getirerek liç devresine döndürmek amacıyla kurulmuştur. Kadmiyum ünitesi; 7 adet 50 m3 'lük içi kurşun kaplı tank, karıştırıcılar, 2 adet pres filtreden müteşekkildir. Leach tesisinde elektroliz için hazırlanan solüsyonun tipik analizi Tablo 3.10'da verilmiştir

Tablo 13. Leach Tesisi Çıkış Solüsyonu Tipik Analizi

İçerik	İçerik oranı (gr/lit)
Zn	150-160
H2SO4	2-3
Co	0,10
Ni	0,10
Cu	0,10
Go	0,02
Sn	0,01
Tc	0,10
Ti	0,02
Tu	0,02
Fc	4,00
Cl	25,00
F	40,00

İçerik	İçerik oranı (gr/lt)
As+Sb	0,02
Mn	150-200

Kaynak: Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2014, s.103

Arıtma tesisi günde 10 dolun yapabilecek kapasitededir. Bu ünite de verim %60-70 oranındadır. Tesisten çıkan sular sistemde kapalı devre halinde kullanılmaktadır. Prosesten çıkan ve yaklaşık %30-40 oranında (52.000 ton/yıl) DFK ise DFK tesisine gönderilerek sistemde yeniden kullanılacaktır. Teksif fırın çıkışında yıllık yaklaşık 20.000 ton kurşun konsantresi oluşması beklenmektedir. Bu konsantre kapalı devre sistemde bigbag torbalarda ambalajlanmakta ve ilgili konuda faaliyet gösteren firmalara direk satılacaktır.

### 3.1.5. Elektroliz Ünitesi

Elektroliz ünitesinde her birinde 14 hücre bulunan 14 dizi mevcuttur. Hücreler, içleri kurşunla kaplı olup betondan imal edilmişlerdir, içlerine anot ve katotlar yerleştirilir. Anotlar kurşundan, katotlar alüminyumdan yapılmıştır. Her bir hücrede çalışma şartlarına bağlı olarak 28, 32, 36, 40, 44 katot ve bunlardan 1 fazla sayıda anot bulunmaktadır. Katotların üzerinde toplanan çinko 24 saatlik periyotlarda insan gücüyle sıyrılarak istiflenir ve Eritme Döküm Ünitesine sevk edilir. Bu işletmemiz, liç ünitesinden alınan arıtılmış çinko sülfat solüsyonunun doğru akım ile elektroliz edilerek iyonlarına ayrıldığı ( $Zn^{++}$ ,  $SO^{--}$  4) ve çinkonun üretildiği bölümdür, elektroliz için gerekli olan bu doğru akım, 25000 amper gücünde iki adet redresörle sağlanır. Elektroliz ünitesi, sıcak ve soğuk solüsyon tankları, sirkülasyon pompaları, soğutma kuleleri ve elektroliz dizi ve hücreleri ile solüsyon sirkülasyon kanallarından müteşekkildir.

#### 3.1.5.1. Eritme-Döküm Ünitesi

Elektroliz ünitesinden alınan katot çinkonun ergitilerek kalıplanıp piyasaya sunulduğu kısımdır. Katot çinko 800 KW'lık ajax endüksiyon fırınında ergitilir, otomatik döner döküm makinesinde 25 kg'lık ingotlar halinde dökülür ve 1'er tonluk paletler haline getirilerek piyasaya arz edilir. Eritme-Döküm ünitesi; 2 adet 800 KW'lık endüksiyon fırını, döner döküm makinesi ve emici fanlarla torbalı filtre sisteminden

müteşekkildir. Bu ünite 125 KW'lık endüksiyon fırını, delikli pota, torbalı filitre ve taşıyıcı konveyörlerden müteşekkildir.

### **3.1.6. Döner Filtre Keki Geri Kazanım Prosesi**

Liç ünitesinden kaynaklanan DFK lar Hoper'e boşaltılır. Bantlar yardımı ile Manyetik mıknatıs ile içindeki yabancı maddelerden alınarak döner eleğe gönderilir. Döner elekte su ile karıştırılan DFK % 1 kireç çözeltisi ile işlem görmek için

1. Tanka alınır. Burada yeterli miktarda karışım yapıldıktan sonra sıra ile
2. Karışım tankı ve
3. Karışım tankında karıştırıldıktan sonra Floklant (1,5 g/ton) ilave edileceği
4. Tanka gönderilir.

Burada çökeltile çözültü diyafram pompalar ile son karışım tankına alınarak homojenize edilir. Bu aşamadan sonra filtre Pres ile su oranı minimuma indirilen Zn-Pb konsantresi çinko klinkeri ve kurşun konsantresi elde etmek üzere Teksif Fırınına gönderilir. Tesiste DFK içerisinde Çinko % 11-12, kurşun ise % 20-22 arası gelmekte olup, tesiste bu oran % 13-14 ile Çinko, % 18-19,5 oranda çıkmaktadır. DFK tesisi için iki tesis içerisinde iki alternatifli yere kurulması planlanmıştır. Bunlardan biri tesisin batısında, diğeri ise tesisin doğusunda liç tesislerinin yanındadır. DFK işleme geri dönüşümü prosesinde geri kazanım verimliliği % 65 – 70 düzeyindedir. Buna bağlı olarak DFK tesisine giren leach tesisi atıklarının %30 – 35'lik kısmı cüruf olarak çıkacaktır. Bu cüruf da diğeri cüruflar gibi yol yapımı, beton katkısı gibi işlemlerde kullanılmak üzere sevk edilecektir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılmış olan bu tez çalışmasında, demir-çelik sektöründe ortaya çıkan baca gazı tozlarının oluşumu, nedenleri, yapısı ve Türkiye'deki miktarları incelenerek, bölgesel dağılımları ortaya konulmuş bu atıkların tehlikeli atık kapsamında değerlendirildiği geri kazanılması için yapılacak çalışmalar ortaya çıkarılmıştır.

Tehlikeli atık olarak ortaya konan baca tozlarının geri kazanılması için yapılabilecek çalışmalar ortaya konarak buradan çinko eldesi çalışmamızda belirlenmiştir. Bu sebeple hurda metallerin elektrikli ark ocaklarında ergitilmesi sonrasında ortaya çıkan tozun yapısında bulunan ve değişik sektörlerde önemli bir hammadde olan çinkonun geri kazanımı üzerinde durularak elde edilen çinko oksitini, tıp alanında, otomotiv alanında, tekstil sanayide üretimlerde kullanıldığı belirlenmiştir. Bu şekilde tehlikeli atık olarak sınıflandırılan baca gazı tozu, nihai ürüne dönüşmüş ve sanayi alanında kullanılması sağlanmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında yapılan araştırmalar sonucunda demir çelik sektöründe elektrikli ark ocaklarından kaynaklanan baca gazı tozlarının toplanması konusunda ülke genelinde henüz tam olarak ilerleme sağlanamadığı görülmektedir. Bünyesinde çelikhane ve elektrikli ark ocağı bulunduran küçük ve orta ölçekteki sanayiler, toz tutucu filtreye sahip, davlumbaz tipi havalandırma sistemi yaptırmamakta olup, baca gazı tozları atmosfere doğrudan verilmektedir. Bu gibi durumlar neticesinde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından ciddi idari yaptırımlar uygulanmaktadır. Ayrıca baca gazı tozu biriktirilmediği için içeriğindeki değerli maddeler geri kazanılamamakta ve ticari ürün olarak malzemelerin üretiminde kullanılamamaktadır.

Tez çalışmasında da bahsedilen geri kazanım faaliyetleri başta olmak üzere bunun gibi diğer benzer faaliyetlerin ülkemizde teşvik edilmesi ve desteklenmesi gerekmektedir. Ayrıca baca gazı tozunun oluşumunun azaltılması sağlanmalı; ancak verim alınmıyor ise tozun filtreler ile toplanması, uygun şekilde geçici depolanması ve sevkiyatı sağlanmalıdır. Oluştugu noktadan en son uzaklaştırıldığı noktaya kadar izlenmesi ve en uygun yönetim biçiminin belirlenmesi gerekmektedir. Uygun biçimde yönetim ve alınacak önlemler ile hem çevre kirliliğinin önüne geçilecek hem de ticari kazançlar sağlanabilecektir.

Demir, alüminyum ve bakırdan sonra sanayide en çok kullanılan metal çinkodur. Demir ve çeliğin korroziona karşı direncinin artırılmasında, döküm sanayiinde

kullanılan pirinç ve özel alaşımların yapımında, ayrıca çatı kaplama malzemeleri, lastik ve pil yapımında önemli miktarlarda çinko kullanılmaktadır.

Görünür metal çinko rezervi dünyada yaklaşık 200 milyon ton, Türkiye’de 2.3 milyon tondur. Avustralya, ABD, Kanada, Çin en çok çinko rezervine sahip ülkelerdir. Dünyada çinko cevher üretimi 8 milyon ton, hurda çinko üretimi 0.5 milyon ton civarındadır.

Türkiye’nin çinko metal tüketimi yılda 60 bin ton dolayındadır. Bunun 10 bin tonu geçici ihraç yoluyla yurtdışına gönderilen cevherlerden geri dönen metalle, bir bölümü hurdadan kazanılmakta, geri kalan 20-30 bin tonu ithalatla karşılanmaktadır.

Ar-Ge çalışmaları teşvik edilerek çinko-kurşun yatakları içerisinde yan ürün olarak bulunan gümüş ve altın gibi değerli metaller ile indiyum, galyum, talyum ve germanyum gibi ileri teknoloji hammaddelerinin kazanılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Çinkur, 1968 yılında karbonatlı maden cevherinin işlenerek metal çinkoya dönüştürülmesi amacıyla Kayseri’nin İncesu ilçesi yakınlarında kurulmuş, 1976’da da üretime geçmiştir. Yılda 30 bin tonluk üretim kapasitesi ile Türkiye’nin ham cevherden çinko metali üreten tek fabrikası olup, iç pazara satışın yanı sıra başta Avrupa olmak üzere pek çok ülkeye ihracat yapıyordu.

1 Haziran 1996 yılında Özelleştirme İdaresi tarafından İranlı İşadamlarının kurduğu Kayseri Maden Metal Ticaret A.Ş.’ye 14 milyon dolara satılan yılda 30 bin ton üretim kapasitesi ile ham cevherden çinko metali üreten Türkiye’nin tek fabrikası olan ÇİNKUR 3 yıl üretim yapma şartı sonrasında, hammadde yetersizliği ve borçlarından dolayı kapanıp, iflas etmiştir. 400’e yakın işçi işten çıkarılmıştır. 26 Kasım 1999 yılında üretimini durdurmuştur. İran kökenli şirket işçilerin alacağı dahil piyasaya 70 milyon dolar borç ve enkaz halinde bir fabrika bırakıp gitmiştir.

Çinkur Çinko Kurşun Metal Sanayi Fabrikası, İncesu İcra Dairesi tarafından 14. Kez satışa çıkarılmış ve 21 Kasım 2004 tarihinde İpek Mobilya tarafından satın alınmıştır. 1999 yılında kapatılan ve Çinkur 4 trilyon 605 milyon TL’ya İpek Mobilya A.Ş.’ye satılmıştır.

2005 yılında 1600 dolar olan 1 ton çinkonun fiyatı 2006 yılı sonunda 4600 dolara çıkmıştır. Artış, yılda 60 bin ton ithalat yapan Türkiye’ye büyük ölçüde

yansımıştır. Londra Metal Borsası fiyatlarına göre, 2000 yılında tonu 760 dolar olan çinko, 2005 sonunda 1600, 2006 yılı sonunda da 4600 dolara yükselerek dünyada fiyatı en çok artan metal olmuştur. 2006 yılında çinko fiyatları yüzde 187,5 artmıştır.

Çinko hammadde olarak en fazla bir çeşit saç olan galvaniz işlerinde kullanılmaktadır. Uluslar arası metal borsalarındaki bu yüksek artış, Türkiye'deki galvaniz üretim fiyatlarına da yansımıştır.

2006 yılı başında tonu 500-700 TL civarında olan fason galvaniz işleri 1000-1500 TL aralığına tırmanmıştır. Bu rakam şu an Avrupa'da yaklaşık 1000 Euro civarındadır.

Çinko fiyatlarındaki tırmanışın başlıca iki nedeni olduğu belirtilmektedir. En önemlisi dünya genelinde çinko yataklarına yönelik yeni yatırımlar yapılmaması, buna karşın 2001-2004 yılları arası 1 milyon ton seviyelerinde olan stokların 100 bin tona gerilemesi, ikinci önemli neden ise yüksek büyüme oranlarına sahip Çin ekonomisinden kaynaklanan yüksek çinko talebidir.

Uzmanlara göre demir ve çeliğin korozyona uğramasını sağlayan, ömrüne ömür katan galvaniz sektörü 2006'nın son aylarında tarihinin en yüksek fiyatına ulaşmıştır. Metal fiyatlarına bakıldığında, çinko fiyatları bir yıl içinde yaklaşık yüzde 187,5'lik bir artışla birinci olurken, çinkoyu fiyat artışında bakır ve alüminyum izlemiştir.

Türkiye'nin çinko rezervi yaklaşık 2.7 milyon ton düzeyindedir. Bu da dünya çinko rezervlerinin yüzde 2.1'ini karşılamaktadır. Rezerv miktarı, Türkiye'nin ihtiyacını karşılayabilecek bir miktar, ancak kaynakları değerlendirme sorunu yaşanmaktadır. Türkiye yılda yaklaşık 40 bin ton çinko üretme kapasitesine sahipken, yılda 60 bin tonluk ihtiyacını tamamen yurtdışından karşılamaktadır. Türkiye çinko ithalatını İtalya, Bulgaristan, Kazakistan, İspanya, Belçika, Hollanda ve BDT gibi ülkelerden karşılamaktadır. Cevher olarak da İran tek tedarikçi durumunda bulunmaktadır. Çinkur yılda 30 bin ton üretim kapasiteli, ham cevherden çinko üreten Türkiye'nin tek fabrikası konumundadır. 1999 yılında İranlı işadamlarının kurduğu bir şirkete satıldı. Özelleştirme İdaresi'nin tekrar geri aldığı Çinkur, daha sonra 2004 yılında İpek Mobilya'ya satılmıştır. Uluslararası Çinko Birliği'ne (IZA) ve uzmanlara göre, küçük galvaniz tesisler için 10 - 20 milyon dolar, orta büyüklükteki galvaniz tesisler için 30 - 50 milyon dolar, büyük çaptaki tesisler için 60 - 100 milyon dolar arası bir yatırım yapılması gerekmektedir. Yüksek yatırım ve işletme giderine sahip bu tesislerin gerek

Türkiye, gerekse dünyadaki sayıları sınırlıdır. Tez çalışmasında da bahsedilen geri kazanım faaliyetleri başta olmak üzere bunun gibi diğer benzer faaliyetlerin ülkemizde teşvik edilmesi ve desteklenmesi gerekmektedir.

Çinkom A.Ş üretim kapasitesi olarak yıllık 250.000 ton baca tozu bertaraf edebilmektedir. Bu işlem sonucunda yaklaşık olarak 60.000 ton çinko üretimi 185 personel sayısı ile yapılmaktadır. Bu işlemin maliyeti şirkete yıllık yaklaşık 100 milyon Türk Lirasıdır. Bu oluşturulan ürün Belçika, İsviçre, Çin ve Meksika gibi ülkeler ihraç edilmektedir. Çinko ihracatı gerçekleştirilerek, ülkemize yaklaşık 150 milyon Türk Lirası karşılığı döviz getirisi sağlanmaktadır. Bu sayede 250.000 Ton çevreye zararlı baca tozu geri dönüşümü yapılarak ülke ve dünya ekonomisine kazandırılmıştır.



## KAYNAKÇA

### KİTAPLAR

- Barka E., 2009. *Demir Çelik ve Gemi Söküm Tesislerinin Çevresel Etkileri*. TMMOB İzmir Kent Sempozyumu. İzmir.
- Baytekin Ö., 2007. Çinko İçeren Atıkların Değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Metalurji Fakültesi Bitirme Ödevi. İstanbul.
- Bilgiç, A. Vd., 2011. *European Security Practices Vis-A-Vis The Mediterranean Implications in Value Terms*, DIIS Working Paper.
- Cankut S., 1972. *Extractive Metallurgy*, İstanbul Technical University-Gümüşsuyu (in Turkish).
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010. Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Atık Yönetimi Daire Başkanlığı Dokümanları. Ankara.
- Karahan, Ö., ve diğ., 2009. Tehlikeli Atık Envanteri Oluşturulmasının Temel Esasları, *Türkiye'de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu*, 15-17 Haziran 2009, İstanbul.
- Kirk, R. E., Othmer, D. F., 1971. *Encyclopedia of Chemical Technology*, Interscience Publishers.
- LaGrega, M., D., ve diğ., 2001. *Hazardous Waste Management*, McGraw-Hill, Boston, 2. Baskı, 0070393656.
- Luna, Y., Querol, X., Antenucci, D., Jdid, E., Pereira, C., F., Vale, J., 2007. Immobilization of a Metallurgical Waste Using Fly Ash Based Geopolymers, *World of Coal Ash (WOCA)*, 7-10 Mayıs, Kentucky, USA.
- Major, D.W., Fitchko, J., 1992. *Hazardous Waste Treatment On Site And In-Situ*, Pudvan Publishing Co. Inc., 1. Baskı, 0-7506-0283.
- McGraw-Hill, 1987, *Encyclopedia of Science and Technology*, McGraw-Hill. Newyork.
- Mumcu Z., 2003. *Demir Çelik Hurda Raporu*. İstanbul Ticaret Odası Dış Ticaret Şubesi. İstanbul.
- Plockinger E. and Etterich O., 1979. *Electrostahler Zeugung*. Verlag Stahl Eisen m.b.H. Düsseldorf.
- Ruetten J., 2006. Application of The Waelz Technology on Resource Recycling of Steel Mill Dust.
- Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, 2001. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Metal Madenler Alt Komisyonu Kurşun-Çinko-Kadmiyum Çalışma Grubu Raporu.



Şimşek M., 2001. *Demir Çelik Sektörü*. Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Araştırma Genel Müdürlüğü. Ankara

Tam Çelik Ltd. Şti. Dokümanları. Kocaeli.

Tunç Z., 1991. *Elektrikli Ark Fırınları ve Elektrikli Ark Fırınlarda Çelik Yapımı*. İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya Metalurji Fakültesi Bitirme Ödevi. İstanbul

Tunç Z., 1992. *Çelik Döküm İzabe Grubu Eğitim Notları*, Karabük Demir Çelik Fabrikası. Karabük.

Tulgar, H.E, 1987. Demirden Gayrı Metaller Metalurjisi. İstanbul.

Türkiye İstatistik Enstitüsü, 2014. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)

## MAKALELER

Acar, E., 2011. Doğu Karadeniz Bölgesi Giresun İli Dahilindeki Bazı Bakır-Kurşun-Çinko Madenlerinin İz Elementler Yönünden Önemi, *MTA Dergi*, [www.mta.gov.tr](http://www.mta.gov.tr).

Bayraktar, İ., Altın, Y. 1996. Kompleks Bakır-Çinko-Kurşun Cevherlerinin Özellikleri, Ekonomik Değeri ve Zenginleştirilmesi, *Madencilik*, Mart, 11-25.

Glasser, F., P., 1997. Fundamental Aspects of Cement Solidification and Stabilization, *Journal of Hazardous Materials*, Vol.52, 151- 170.

Hamilton, I.W., Sammes N.,M., 1998. Encapsulation Of Steel Foundry Bag House Dusts İn Cement Mortar, *Cement and Concrete Research*, Vol.29, 5561.

Jha M. K. Kumar V. and Singh R. J., 2000. Review of Hydrometallurgical Recovery of Zinc from Industrial Wastes. *Resources Conservation and Recycling* 33: 1-22.

Katsioti, M., Katsiotis, N., Rouni, G., Bakirtzis, D., Loizidou M., 2008: The Effect Of Bentonite/Cement Mortar For The Stabilization/ Solidification Of Sewage Sludge Containing Heavy Metals, *Cement & Concrete Composites*, 30, 1013-1019.

Kocaer,F.,O., Başkaya, H., S., 2003. Metallerle Kirlenmiş Toprakların Temizlenmesinde Kullanılan Teknolojiler, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-MimarlıkFakültesi Dergisi*,, Cilt.8, Sayı.1.

Radu B., Haw-Ryong B., Jacques M., Hans V. D. S. and Pierre, M. Christian D., 2000. Assessment of Chemical Sensitivity of Waelz Slag. *Waste Management*. 20 , 2: 115-12

## **TEZLER**

Güneş, Y. 2006. Pestisit Zararlı Atıklarının Arıtılmasında İnhibisyon, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı : Murat SARGIN  
Uyruğu : T.C.  
Doğum Tarihi ve Yeri : 11.07.1985, Kırşehir  
Medeni Durumu : Evli  
Tel : 352 696 73 52  
Fax : 352 696 73 48  
GSM : 534 864 40 40  
Email : [mrt-srgn@hotmail.com](mailto:mrt-srgn@hotmail.com)  
Yazışma Adresi: Kara Mustafa Paşa Mah. Toki Küme evler B1-6 No:26 İncesu/Kayseri

### EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Anadolu Üniversitesi	2012
Lise	Mucur Çok Programlı Lisesi	2002

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2010-Halen	Çinkom Çinko Kurşun Metal ve Mad.San.Tic.A.Ş	Mali İşler Şefi

### YABANCI DİL

İngilizce