



MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Dünyada ve Türkiye’de Çinko

Hazırlayan

İbrahim DİNLEN
Maden Mühendisi

Fizibilite Etütleri Dairesi Başkanlığı

2023

İçindekiler

1. GİRİŞ	1
1.1. Çinkonun Genel Özellikleri	2
1.1.1. Çinko Mineralleri.....	2
1.2. Çinkonun Tarihçesi.....	4
1.3. Çinkonun Kullanım Alanları.....	5
1.3.1. Çinkonun çelik kaplama metali olarak kullanımı (galvanizleme)	7
1.3.2. Sıcak daldırma galvanizme yöntemi	7
1.3.3. Elektro galvaniz kaplama yöntemi.....	8
1.3.4. Çinkonun döküm alaşımı (zamak) olarak kullanımı.....	9
1.3.5. Çinkonun bakırlı alaşımlarda (pirinç, tunç, alpaka) kullanımı	10
1.3.6. Çinkonun bileşikler (çinko oksit, çinko sülfat, çinko klorür) halinde kullanımı .	11
1.3.7. Çinkonun bataryalarda kullanımı.....	13
1.3.8. Çinkonun Levha Olarak Yapılarda Kullanımı.....	14
1.3.9. Çinko kaplanmış metal çatı kiremitleri.....	14
1.3.10. Çinkonun insan ve canlıların sağlığı için kullanımı	14
2. ÇİNKO YATAKLARININ OLUŞUMU	15
2.1. Masif Sülfid Çinko Yatakları (VMS)	15
2.2. Sedimanter-Eksalatif (SEDEX) Tipi Çinko Yatakları.....	16
2.3. Mississippi-Vadi Tipi Çinko Yatakları (MVT)	17
2.4. İntrüzyona Bağlı Çinko Yatakları (CRD, Skarn, Manto, Damar)	17
2.5. Karbonat Ornatımlı Çinko Yatakları (Carbonate Replacement Deposits)(CRD)...	18
2.6. Süperjen Tip Oksitli Çinko Yatakları (SNSZ) (Supergene Nonsulphide Zinc Deposits)	19
3. REZERV VE KAYNAK DURUMU	21
3.1. Dünya Rezervleri ve Kaynakları.....	21
3.2. Türkiye Rezervleri ve Kaynakları.....	22
3.2.1. Kuzey Anadolu bakır- kurşun- çinko kuşağı	22
3.2.2. Güneydoğu Anadolu ofiyolit kuşağı.....	23
3.2.3. Kuzeybatı Anadolu kurşun - çinko kuşağı.....	23
3.2.4. Güney Anadolu karbonatlı kurşun - çinko kuşağı	23
4. ÜRETİM DURUMU	25
4.1. Dünyada Üretim Miktarı.....	25
4.2. Türkiye’de Üretim Miktarı	28
4.3. Ülkemizde Demir-Çelik Baca Tozlarından Çinko Oksit (Waelz Oksit) Üretimi ...	29

4.4. Dünyada Üretim Yapan Şirketler.....	30
4.5. Türkiye’de Üretim Yapan Şirketler	32
4.6. Uluslararası Birlikler (Kuruluşlar).....	34
5. ÜRETİM YÖNTEMLERİ	35
5.1. Çinko Zenginleştirme.....	35
5.2. Kavurma ve Sinterleme.....	36
5.3. Hidrometalurjik Süreç.....	36
6. ÇİNKO TİCARETİ	37
6.1. Pazar/ Piyasa ve Fiyat Durumu.....	38
6.2. Dünya İthalat ve İhracat.....	38
6.2.1. İthalat	38
6.2.2. İhracat	39
6.3. Türkiye’de İthalat ve İhracat.....	41
6.3.1. İthalat	41
6.3.2. İhracat	43
7. ÇİNKONUN ÇEVRE VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ.....	46
7.1. İnsan Sağlığına Etkileri.....	47
8. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	51

Tablolar Dizini

Tablo 1. Çinko Mineralleri [4]	2
Tablo 2. Çinko Elementinin Özellikleri [6]	4
Tablo 3. Büyüklüklerine Göre Çinko Yatakları Sınıflandırması [13].....	15
Tablo 4. Dünya Çinko Rezervleri [12].....	21
Tablo 5. Türkiye Çinko İşletme Ruhsatları Dağılımı [15]	24
Tablo 6. Yıllara Göre Dünya Çinko Cevheri Üretimi [12]	25
Tablo 7. Dünya Çinko Üretiminin Ülkelere Göre Dağılımı [12]	26
Tablo 8. Türkiye'nin Yıllara Göre Çinko Cevheri Üretimi [16].....	28
Tablo 9. Dünyada Çinko Cevheri Üretimi Yapan İlk On Firma 2022 [17]	30
Tablo 10. Çinko Metali Üreten Başlıca Firmalar [18]	31
Tablo 11. Türkiye Çinko Cevheri Üretici Firmaları [19].....	32
Tablo 12. Dünya Çinko Cevheri İthalatçı Ülkeleri ve İthalat Tutarları [22].....	39
Tablo 13. Dünya Çinko Cevheri İhracatçı Ülkeleri ve İhracat Tutarları [22].....	40
Tablo 14. Türkiye Çinko Cevheri İthalat Miktarı ve Değeri, 2022 [16]	41
Tablo 15. Türkiye Çinko İthalatının 2021 Yılına Göre Değişimi [16].....	41
Tablo 16. Maden İhracatımızda İlk On Maden ve Çinko [16].....	43
Tablo 17. Çinko Cevheri İhracatımızın Ülkelere Göre Miktarları ve Değerleri [16].....	44
Tablo 18. Türkiye Çinko Cevheri İhracatının 2021 Yılına Göre Değişimi [16].....	45

Şekiller Dizini

Şekil 1. Çinkonun Periyodik Tablo Özellikleri [3]	1
Şekil 2. Sfalerit [4]	3
Şekil 3. Simitsonit [4]	3
Şekil 4. Franklinit [4]	3
Şekil 5. Külçe Çinko [8].....	5
Şekil 6. Çinko Kullanım Alanları [7]	6
Şekil 7. Çinko Kaplamalı Sac Kullanımı [9].....	7
Şekil 8. Çinko Külü [10]	12
Şekil 9. Çinko Oksit [10].....	12
Şekil 10. Çinkonun Bataryalarda Kullanımı [11].....	13
Şekil 11. Türkiye'deki Çinko-Kurşun Yatakları [4]	20
Şekil 12. Dünya Çinko Rezerv Dağılımı [12]	22
Şekil 13. Çinko Cevheri Üretimi Yapan Ülkeler Dağılımı [3].....	25
Şekil 14. Dünya Çinko Üretimini Ülkelere Göre Yüzdesel Dağılımı [12]	27
Şekil 15. Türkiye'nin Çinko Cevheri Üretim Dağılımı [16].....	28
Şekil 16. Dünyada Çinko Cevheri Üretimi Yapan İlk On Firmanın Üretim Dağılımı 2022 [17]	30
Şekil 17. Çinko Metali Üreten Başlıca Firmaların Üretim Dağılımı [18].....	31
Şekil 18. Çinko Metali Üreten Ülkeler Dağılımı [3].....	31
Şekil 19. Proje Bazlı Teşvik Alan Firmalar [7].....	33
Şekil 20. Dünya Çinko Cevheri İthalatçı Ülkeler Dağılımı [3].....	39
Şekil 21. Dünya Çinko Cevheri İhracatçı Ülkeler Dağılımı [3].....	40
Şekil 22. Türkiye Çinko İthalatı Miktersal Dağılımı [16].....	42
Şekil 23. Türkiye Çinko İthalatı Değersel Dağılımı [16].....	42
Şekil 24. Maden İhracatımızdaki Madenlerin ve Çinkonun Değersel Dağılımı [16].....	44
Şekil 25. Çinko Cevheri İhracatımızın Miktersal Ülke Payları [16]	45
Şekil 26. Çinko Cevheri İhracatımızın Değersel Ülke Payları [16]	45

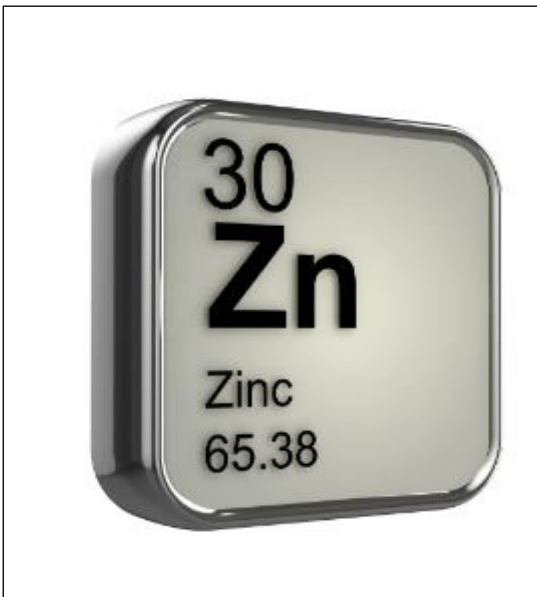
1. GİRİŞ

Bu yayımla, Kurumumuzun 2013 yılında yapmış olduğu “Dünyada ve Türkiye’de Kurşun Çinko” adlı çalışmanın çinko kısmı revize edilmiştir. Sanayide önemli yeri olan çinkonun; ülkemizde ve dünyada üretimine, potansiyeline ilişkin son veriler derlenip genel bir bakış açısı oluşturulması amaçlanmıştır.

Çinko yer kabuğunda en çok bulunan 23. element olmasına karşın demir, alüminyum ve bakırdan sonra en çok tüketilen dördüncü metaldir. Metal ürünlerden lastik üretimine, pigment hammaddesinden galvanizlemeye kadar birçok çeşitli kullanım alanları bulunan çinko; daha çok (%75) metalik formda kullanılmaktadır.

Çinko, atom ağırlığı 65.38 g/mol. ve atom numarası 30 olan gümüş renkli bir metaldir. Düşük kaynama sıcaklığı (906°C) dikkat çekicidir. Bu değer özellikle pirometalurjik metal üretiminde çok belirleyici bir etmendir. Dökülmüş halde sert ve kırılımandır. 120°C’de şekillendirilebilir. Elektrokimyasal potansiyel dizisinde demirden daha negatif değerdedir. Böylece çinko anot olarak katodik korozyon korumada önemli bir kullanım alanına sahiptir.

Çinkonun en önemli kullanım alanı demir ve çelik ürünlerinin korozyona karşı direncini arttıran galvanizlemedir. Galvanizleme işleminin yanı sıra çinko, döküm sanayinde, pirinç ve bronz gibi alaşımların üretiminde, lastik imalatında, pil endüstrisinde, ilaç sanayinde, tarım sektöründe ve pigment üretiminde kullanılmaktadır [1], [2]. Çinkonun periyodik tablo özellikleri Şekil 1 de verilmiştir.



Şekil 1. Çinkonun Periyodik Tablo Özellikleri [3].

1.1. Çinkonun Genel Özellikleri

Çinko yer kabuğunda en çok bulunan 23. element olmasına karşın demir, alüminyum ve bakırdan sonra en çok tüketilen dördüncü metaldir. En yaygın olarak bulunan çinko minerali, şu anda işletilen çinko yataklarının hemen hemen hepsinde bulunan çinkoblend olarak da bilinen sfalerittir (ZnS). Genellikle galen, kalkopirit, pirit, kuvars, kalsit, fluorit ve barit ile birlikte bulunmaktadır.

1.1.1. Çinko Mineralleri

Çinko mineralleri aşağıdaki Tablo 1.de verilmiştir.

Tablo 1. Çinko Mineralleri [4].

Çinko Mineralleri
Sfalerit (ZnS)
Zinc-Teallite ((Pb, Zn)SnS ₂)
Goslarit (ZnSO ₄ .7H ₂ O)
Zinc-Melanterit ((Fe, Zn)SO ₄ .7H ₂ O)
Simitsonit (ZnCO ₃)
Hidrozinkit (ZnCO ₃ .3Zn(OH) ₂)
Zinkokalsit ((Ca, Zn)CO ₃)
Vilemit (Zn ₂ SiO ₄ .2ZnO.SiO ₂)
Zinkit (ZnO)
Automolit (ZnO.Al ₂ O ₃)
Hetaerolit (ZnO.Mn ₂ O ₃)
Kreittonit ((Zn.Fe) Al ₂ O ₃)
Dysluit (Zn Al ₂ O ₄)
Franklinit ((Zn, Fe, Mn).(Fe, Mn ₂)O ₄)
Hopeit (Zn ₃ P ₂ O ₈ .4H ₂ O)
Tarbuttitt ((Zn ₃ (PO ₄) ₂ .Zn(OH) ₂)

Çinko mineralleri içerisinde önemli olanlar; sfalerit, simitsonit, zinkit, franklinittir. Ekonomik olarak işletilen yataklarda en fazla sfalerit bulunmaktadır. Çinko genellikle bakır, çinko, gümüş, altın ve demir mineralleri ile birlikte bulunur. Belli başlı çinko mineralleri Şekil 4 de verilmiştir [4].



Şekil 2. Sfalorit [4].



Şekil 3. Simitsonit [4].



Şekil 4. Franklinit [4].

Çinko elementinin özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Çinko Elementinin Özellikleri [6].

Temel Özellikleri	
Simgesi	Zn
Atom numarası	30
Element serisi	Geçiş metalleri
Grup, periyot, blok	12, 4, d
Görünüş	Mavimsi açık gri
Elektron dizilimi	Ar 3d ¹⁰ 4s ²
Enerji seviyesi başına elektronlar	2, 8, 18, 2
Fiziksel Özellikleri	
Maddenin hâli	Katı
Yoğunluk	7,14 g/cm ³
Sıvı hâldeki yoğunluğu	6,57 g/cm ³
Ergime noktası	692,68 °C
Kaynama noktası	907 °C
Ergime ısısı	7,32 kJ/mol
Buharlaşma ısısı	123,60 kJ/mol
Isı kapasitesi	25,39 J/(mol·K)

Atom Özellikleri	
Atom ağırlığı	65,39 g/mol
Atom yarıçapı	135 pm
Kristal yapısı	hegzagonal
Yükseltgenme	(2+) Amfoter oksit
Elektronegatifliği	1,65 Pauling ölçeği
İyonlaşma enerjisi	906,4 kJ/mol
Kovalent yarıçapı	131 pm
Diğer Özellikleri	
Elektrik direnci	59 nΩ·m (20°C'de)
Isıl iletkenlik	116 W/(m·K)
Isıl genleşme	30,2 μm/(m·K) (25°C'de)
Ses hızı	3850 m/s (20°C'de)
Mohs sertliği	2,5
Brinell sertliği	412 MPa

1.2. Çinkonun Tarihçesi

Yapılan arkeolojik çalışmalarda çinkonun ilk olarak MÖ 2000 yıllarında Çinliler ve Romalılar tarafından alaşım malzemesi olarak pirinç yapımında kullanıldığı bilinmektedir. Bilinen en eski çinko arkeolojik kalıntısı, Romanya Transilvanya’da Doroseh şehrindeki prehistorik Dacian yerleşim merkezinde bulunmuştur. Hindistan’da ise MS 1000-1300 yıllarında çinkonun metal olarak kullanıldığı ve 14. yüzyılda ticari amaçla izabesinin yapıldığı bilinmektedir.

Çinko kelimesinin ilk kez kullanımı 1500’lerde görülmüştür. Kelimenin kökeni belli olmamasına rağmen, büyük olasılıkla Almanca “zinke” kelimesinden veya diğer bir olasılıkla Farsça taş anlamına gelen “seng” kelimesinden geldiği düşünülmektedir.

Çinko metali hakkında ilk bilimsel çalışmalar Paracelsus (1490-1541) tarafından yapılmıştır. Avrupa’da ise 17. ve 18. yüzyılda kullanıldığı görülmektedir. İlk kitlesel çinko üretim tarihi ile ilgili kaynaklarda 1720 yılında İngiltere’de, 1798 yılında Almanya’da ve 1840 yılında

Amerika’da çinko üretiminin yapıldığı belirtilmektedir. Zengin çinko rezervlerine sahip olan ABD, 1907’ye kadar en büyük üretici konumundaki Almanya’dan birinciliği almıştır. [4]

1.3. Çinkonun Kullanım Alanları

Günümüzde çinko; çelik, alüminyum ve bakırdan sonra dünyada miktar olarak yıllık tüketimi en fazla olan metaldir. Kimyasal yönden aktif olması ve diğer metallerle kolayca alaşım yapılabilmesi nedeniyle çinko endüstrisinde, ana maddesi çinko olan alaşımların ve bileşiklerin üretiminde kullanılmaktadır. Kuvvetli elektropozitif özelliğinden dolayı diğer metallerin özellikle demir çelik ürünlerinin aşınmaya karşı korunmasında kullanılmaktadır.

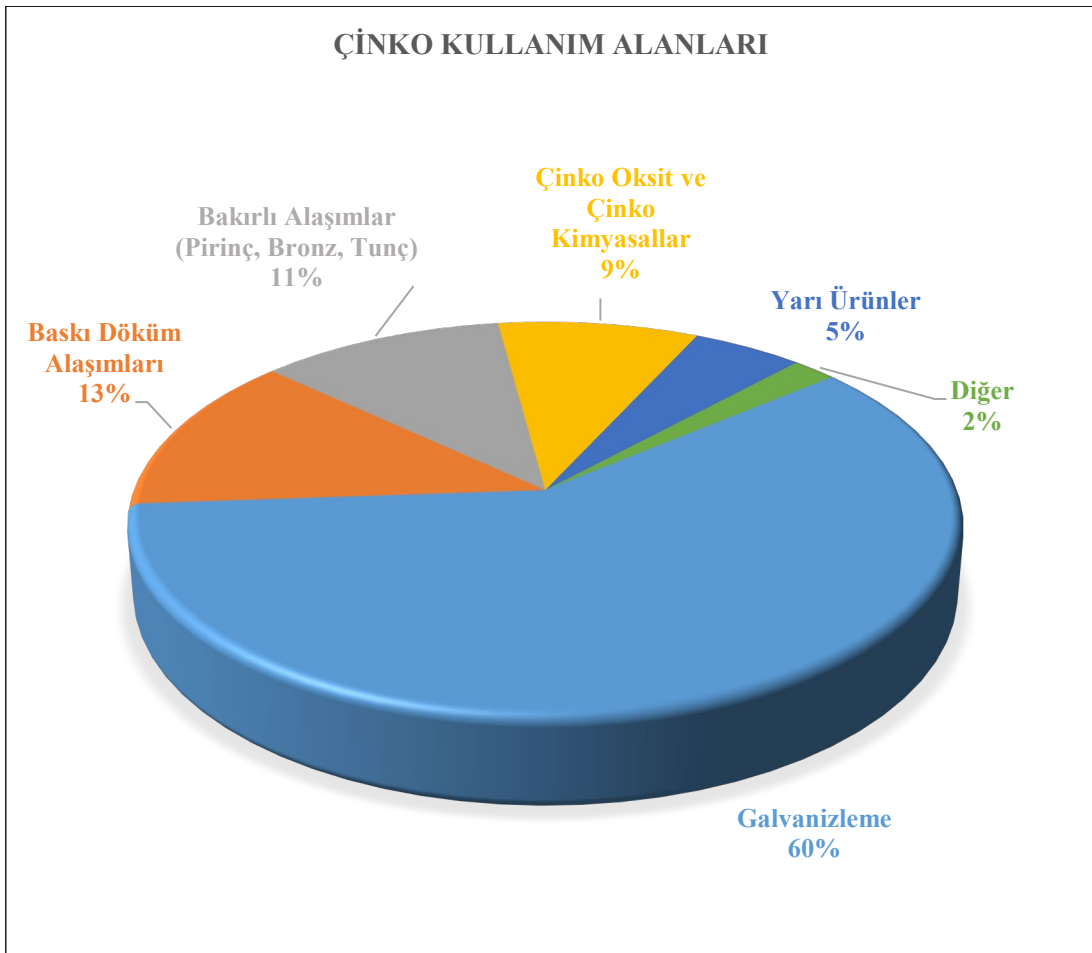
Günümüzde çinko metali birincil ve ikincil çinko olarak iki cinsten üretilmektedir. Birincil çinkonun kaynağı cevherdir. İkincil çinkonun kaynağını ise galvaniz drosu, baskı döküm artıkları, köpük veya çinko külü, çinko oksit tozu, kimyasal artıklar, alaşım tozları, klişe artıkları, çinko kırıntıları ve diğer hurda çinko malzeme artıkları oluşturmaktadır. Külçe çinko görseli Şekil 5 te verilmiştir[7].



Şekil 5. Külçe Çinko [8].

Galvanizleme, baskı döküm alaşımları, pirinç ve bronz alaşımları, çinko oksit ve haddelenmiş çinko alaşımları, üretilen çinko metalinin ana ürün olarak tüketildiği belli başlı beş alandır. Galvaniz sanayii çinkonun miktar olarak en çok kullanıldığı alandır. İkinci olarak da baskı döküm alaşımlarının imalinde kullanılmaktadır.

Çinkonun, galvanizleme yoluyla çeliği korozyona karşı korumadaki etkinliği iyi bilinmektedir; ayrıca karmaşık bileşenleri basınçlı dökümle şekillendirme yeteneği, çinkoyu çok sayıda endüstri ve ev ürününde vazgeçilmez kılmaktadır. Ayrıca pirinç ve inşaat endüstrileri ile kimyasallar alanında da önemli pazarlara sahiptir ve temel bir besin elementini oluşturur. Çinkonun ana son kullanım alanları Şekil 6’da gösterilmektedir [7].



Şekil 6. Çinko Kullanım Alanları [7].

Çinko, üretim yöntemlerine ve kullanım alanlarına göre aşağıdaki alt gruplara ayrılmaktadır:

1. Çinko Metal
2. Çinko Yassı Ürünler
 - 2.1. Pil Yassı Pulu
 - 2.2. İnşaat Levhası
 - 2.3. Diğer Yassı Ürünler
3. Zamak Alaşımları
4. Pirinç Alaşımları
5. Yatak Alaşımları
6. Diğer Uzun Ürünler
7. Çinko Oksit
8. Diğer Çinko Bileşikleri

1.3.1. Çinkonun çelik kaplama metali olarak kullanımı (galvanizleme)

Bugün dünyada çinkonun beşte üçü çeliği paslanmaya karşı korumak için galvanizleme (İtalyan kimyager mucit Luigi Galvani'ye ithafen) adı verilen bir yöntem kullanılarak yapılan kaplamada kullanılır. Korumasız bırakıldığında çelik neredeyse her ortamda paslanır. Korozyonun yol açtığı hasarın maliyeti, dünya ekonomisi açısından tahmini olarak yılda 2,2 trilyon dolar seviyesindedir ve telafisi zaman alır. Erimiş çinko banyosu içine daldırılan çelik ürünler arasında çelik kirişler, çatı ve cephe elemanları, direkler, teller, çiviler, ev aletleri ve araba gövdeleri sayılabilir [7].



Şekil 7. Çinko Kaplamalı Sac Kullanımı [9].

1.3.2. Sıcak daldırma galvanizme yöntemi

İsmi mucidi olan Luigi Galvani'den gelen galvanizleme tekniği, çeliğin 450 – 455 derecede erimiş çinkonun içine daldırılarak kaplanması işlemine verilen addır. Genellikle kullanılan sıcak daldırma yöntemine bağlı olarak anlatmak gerekirse; çinko, demirle kuvvetli bir şekilde bağlar oluşturarak üç fazlı bir tabaka meydana getirir ve bu ürünün dayanıklılığına dayanıklılık kattığı gibi ürünün oksijenle temasını da engelleyerek pek çok açıdan faydalı olur.

Bu işlem, demir ve çelik ürünlerinde tercih edilen daha ekonomik, daha uzun ömürlü ve kaliteli bir kaplama yöntemidir. Sıcak daldırma yönteminde galvanizle kaplanan malzemelerin ömrünün ortalama olarak 30 yıl arttığı bilinmektedir. Yüzey kaplama yöntemlerinde diğer yöntemlere kıyasla en çok kullanılan yöntemin sıcak daldırma galvanizleme yöntemi olduğunu ve sonrasında da hiçbir bakım gerektirmediğini belirtmemiz gerekiyor [7].

Sıcak daldırma galvanizle kaplama yönteminin en büyük engellerinden bir tanesi malzemelerin kaynak yapılamaz bir durumda olmasıdır. Parçaların teker teker galvanizlenmesi ve demonte şekilde bu işleme tabi tutulması gerekmektedir [7].

Galvanize edilen maddeler, başlıca tabaka, şerit boru, tüp, tel, tel halat, yapısal şekiller ve çok sayıda madeni eşyalardır. Galvanize edilen maddeler en fazla yapım işlerinde, otomobil endüstrisinde, tarımda ve tarım eşyalarının yapımında kullanılmaktadır. Galvanize demir ve çelik ürünlerinin özel olarak kullanıldığı binlerce uygulama alanı bulunmaktadır. Bunlar arasında tavan ve duvar kaplamaları, tel ve tel ürünleri, su tankları, boru, kova ve tenekeler, çivi, vida sürgü, menteşe, vs. sayılabilir.

1.3.3. Elektro galvaniz kaplama yöntemi

Bu yöntem, elektrot dolu bir kazanın içine iki adet anot ve katot elektrotu daldırılmasıyla gerçekleştirilir. Anot elektrotuna çinko bağlanırken, katot elektrotuna kaplanacak malzeme bağlanır. Bu noktada çeşitli makine ve araçlar yardımıyla elektrik verilir, anottan kopartılan elektronun katottaki malzemeye bağlanması sağlanır. Bunu takiben yapılan pasivasyon işlemi ile yeni kaplamanın kalıcı olması sağlanır. Unutulmamalıdır ki elektro galvaniz kaplama yöntemi malzemenin özelliklerini değiştirmemektedir. Sıcak daldırma galvanizle kaplama işlemi içerisinde kaplamanın kalkma riski varken, bu yöntemde böyle bir risk kesinlikle bulunmamaktadır. Elektro galvanizde işlem saf çinko ile gerçekleştirilir.

1.3.3.1. Bariyer koruması

Çinko kaplamalar, nemin çeliğe temas etmesini önleyen sürekli, geçirimsiz bir metal bariyer sağlar. Direkt nem teması olmadan korozyon olmaz. Bununla birlikte, çinkonun, açık hava uygulamalarında su ve atmosferik kirleticiler varlığında, çok daha yavaş bozunmasına rağmen yavaş yavaş aşındığı için bariyer ömrü kaplama kalınlığı ile orantılıdır. Dupleks sistem olarak bilinen çinko kaplama üzerindeki boya uygulaması bariyer kaplamanın ömrünü uzatabilir.

1.3.3.2. Katodik koruma

Diğer bir olağanüstü koruma mekanizması, çinkonun çeliği galvanik olarak koruyabilmesi açısından dikkat çekici bir özelliktir. Çinko, demir-çeliğin atmosferik hava, su veya toz nedeniyle aşınmasını önlemek için, korozyona dirençli olan koruyucu oksit, karbonat veya diğer çinko ürünlerini oluşturmak üzere demir ile reaksiyona girerek yapar. Kaplama çizilse bile çinko, bileşik oluşturmaya devam eder ve demir ile reaksiyona girer. Çinko, kendini kurban edici metaldir. Çinko bakımından zengin boyalar dâhil olmak üzere çinko içeren tüm metalik kaplamalar bu yararlı özelliğe sahiptir [7].

1.3.4. Çinkonun döküm alaşımı (zamak) olarak kullanımı

Saf çinko metalinin üstün korozyon direnci özelliğine rağmen, düşük mekanik özelliğe sahip olması hammadde olarak kullanımını sınırlandırmaktadır. Demir ile teması halinde reaksiyona girip demiri çözen bu metalin kullanım alanlarını arttırmak için alüminyum ve magnezyum, gerekli görüldüğü durumlarda da bakır elementi ilave edilerek endüstride sıkça kullanılan Zamak alaşımları elde edilmektedir.

Zamak alaşımları ilk defa 1929 yılında New Jersey Zinc Co. tarafından çinko metaline %4 oranında alüminyum ve farklı miktarlarda bakır metalinin ilave edilmesi sonucunda üretilmiştir. **ZAMAK** alaşımı ismini; **Z**ink (çinko), **A**luminium (Alüminyum), **M**agnesium (Magnezyum) ve **K**upfer (Bakır) metallerinin Almanca baş harflerinden almaktadır.

Bu alaşım grubu, son derece sağlam olup kopmaya, esnemeye, kırılmaya dayanıklı bir alaşımdır. Seri üretime uygunluğu, düşük boyutsal toleransı, yüksek korozyon direnci, düşük döküm sıcaklıklarında sergilediği yüksek metalik akışkanlığı, sağladığı uzun kalıp ömrü ve nihai ürün eldesinde gösterdiği üstün şekil alabilme özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir. Başta otomotiv, yapı sektörleri olmak üzere spor aletleri, oyuncaklar, hırdavat, dekoratif parçalar, beyaz eşya parçaları, ara bağlantı elemanları gibi farklı amaçlı malzemelerin üretiminde ham madde olarak kullanılmaktadır.

Zamak içeriğine katılan alaşım elementlerinden en önemlisi alüminyumdur. %4 oranında ilave edilen alüminyum elementi ile malzemenin mukavemeti ve eriyik metalin akışkanlığı artmaktadır. Bakır elementinin sertliği ve akışkanlığı artırıcı özelliğine rağmen, nihai üründe boyutsal kararsızlığa sebep olmasından dolayı kullanım miktarı sınırlıdır. Magnezyum elementi ise karışım içerisinde bulunan safsızlıklarla yaptığı reaksiyonların sağladığı faydalar nedeniyle alaşıma eklenmektedir.

Çinko döküm alaşımının iki temel ailesi vardır. Geleneksel alaşımlar; ZA-2, ZA-3, ZA-5 ve ZA-7'dir. Zamak 3 (ZA-3); genelde çinko dökümde ilk tercih edilen alaşım türüdür. Optimum fiziksel ve mekanik özellikleri, yüksek hassasiyette dökülebilirlik özelliği, uzun dönem sergilediği boyutsal kararlılığı Zamak 3 (ZA-3) alaşımının tercih edilmesinin temel sebeplerini oluşturmaktadır. Zamak 2 (ZA-2) alaşımının Zamak 3 (ZA-3) alaşımından farkı içeriğinde %3'lük bakır yer almaktadır. ZAMAK ailesine en yeni eklenen çeşitler, yüksek miktarlarda alüminyum içeren HF alaşımları ZA-8, ZA-12 ve ZA-27'dir. ZA-HF alaşımları daha yüksek akışkanlık ve aşınmaya karşı direnç özelliği sunar. Dünyanın pek çok ülkesinde üretilir. Türkiye'de pek çok üreticisi vardır. Hindistan ve Çin'de çok fazla üretilir ve satılır [7].

1.3.5. Çinkonun bakırlı alaşımlarda (pirinç, tunç, alpaka) kullanımı

Çinko alaşımları döküm alaşımları (Die Casting Alloys - Zamak) ve yoğrulabilir/işlenebilir alaşımlar (Wrought Alloys-Pirinç (Brass)) olarak temelde iki ana başlık altında incelenirler.

Pirinç, esas olarak bakır ve çinkodan yapılan bir metal-metal alaşımdır. Türkçe'ye Farsça "birinç" sözcüğünden uyarlanmıştır. Elektriksel ve mekanik özelliklere sahip farklı pirinç alaşımları yaratmak için bakır ve çinko oranları değişebilir. İki bileşenin atomları birbiriyle aynı kristal yapı içerisinde yer alır. Tunç/bronz ise bir bakır ve kalay alaşımdır. Hem bronz hem de pirinç, arsenik, kurşun, fosfor, alüminyum, manganez ve silikon gibi bir dizi diğer bazı elementlerin küçük oranlarını da içerebilir.

Bakır-çinko alaşımlarının Çin'de M.Ö. 5. binyıldan itibaren, Ege, Ön Asya ve Gürcistan'da M.Ö. 3 bin yıldan itibaren; Batı Hindistan ve Orta Asya'da ise M. Ö. 2 bin yıldan itibaren bulunduğu kazılarda tespit edilmiştir. Bu antik dönem "pirinç" nesnelerin bileşimleri oldukça değişkendir, çoğu obje ağırlık itibarıyla %5 ila %15 arasında çinko içeriğine sahiptir, bu oranlar günümüzde üretilen pirinçlere göre daha düşüktür. Bunlar redoks koşullarında çinko açısından zengin bakır cevherlerinin ergitilmesiyle üretilen "doğal alaşımlar" olabilir. Birçok pirinç objenin bronz objelere benzer kalay içerikleri vardır, renk itibarıyla bakır ve bronz objelerle karıştırılır. Pirinç %12'den fazla çinko muhtevasına sahip olduğunda kendine özgü bir sarı altın rengini alır.

Günümüzde pirinç dekoratif ve işlevsel ürünler yapmak için kullanılır. Parlak altın benzeri görünümünden dolayı dekorasyonda, kapı kollarında, bağlantı parçalarında, vida bağlantılarında, kilitlerde, dişlilerde, rulmanlarda, mermi kovanlarında, vanaların imalatında, fermuarların yapımında, sıhhi tesisat gibi yüksek işlenebilirlik ile dayanıklılık kombinasyonunun arzu edildiği alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek işlenebilirlik, korozyona karşı direnç ve akustik özelliklerin bir araya gelmesi nedeniyle pirinç, müzik aletlerinin yapımında da tercih edilen bir alaşımdır. Standart pirinç %65 Cu ve %35 Zn içerir.

Başlıca pirinç çeşitleri:

- **Alfa pirinç**, %65'ten fazla bakır, %35'ten az çinko içerir. Alfa pirinç dövülebilir, soğuk işlenebilir ve preslenebilir. Yüksek bakır oranlarıyla bu tür pirinçlerin rengi diğerlerine göre daha fazla altın rengin- dedir.
- **Alfa beta pirinç**, %55–65 bakır, %35–45 çinko içerir. Dupleks pirinç olarak da adlandırılan alfa beta pirinçler genellikle sıcak işlenir. Çinko oranı daha yüksek olan bu pirinçler Alfa pirinçlerden daha parlaktır.

- **Beta pirinç** %50–55 bakır, %45–50 çinko içerir. Beta pirinçler sadece sıcak işlenebilir ve daha sert ve güçlü döküm için uygundur [7].
- **Gama pirinç**, %33–39 bakır, %61–67 çinko içerir. Ayrıca Ag-Zn ve Au-Zn Gama pirinçleri (Ag %30– 50, Au %41) de vardır.
- **Beyaz pirinç**, %50'den az bakır, %50'den fazla çinko içerir. Bunlar genel kullanım için çok kırılımandır. Terim, nikel-gümüş alaşımlarını, Cu-Zn-Sn alaşımlarını ve bakır katkılı çinko döküm alaşımlarını çağrıştırır, daha çok gümüş görünümündedir. Alman Gümüşü, Nikel Gümüşü, Nikel Pirinç veya Alpaka adlarıyla da anılır; genelde %60 bakır, %20 nikel ve %20 çinko içeren bir alaşımdır. Gümüş rengi görünümü nedeniyle Nikel gümüşü olarak adlandırılır, ancak kaplama yapılmadığı sürece elementer gümüş içermez. “Alman gümüşü” terimi, 19. yüzyıl Alman metal işçilerinin, paktong (cupronickel) olarak bilinen Çin alaşımını taklit etmeleri ile ortaya çıkmıştır. Günümüzde üretilen tüm nikel gümüşler önemli miktarda çinko içerir ve pirincin alt kümesi olarak kabul edilir.

Tunç (Bronz) yapımında çinko bazen “İz Element” olarak kullanılmaktadır. Tunç alaşımları genelde yaklaşık dokuz birim bakıra bir birim kalay katılarak elde edilir. Bronz, bakırdan daha serttir, daha kolay ergir, kalıba daha kolay dökülür.

Mekanik özelliklerine ve kullanıldıkları yere göre çeşitlere ayrılır. Yüzde 88 oranında bakır, %10 kalay ve %2 çinko karıştırılarak yapılan tunçlar gemilerdeki makine parçalarında, silah namlusu ve makina yataklarının imalinde kullanılır. Bu karışımdaki tunç, deniz suyundan etkilenmez. Heykel yapımında ve süs işlerinde kullanılan tunçların bileşimlerine dökümü kolaylaştırmak için çinko katılır. Madeni paraların birçoğu tunçtan yapılır; genellikle yüzde 2,5 oranında çinko içerir.

1.3.6. Çinkonun bileşikler (çinko oksit, çinko sülfat, çinko klorür) halinde kullanımı

Ticari öneme sahip başlıca çinko kimyasalları; çinko oksit (pazarın %62'si), çinko sülfat (%33'ü) ve çinko klorür (%5'i)'dür, başlıca pazar segmentleri ise kauçuk (lastik), tarım ve seramiktir. Çinko kimyasalları (çinko tozu dâhil) toplam çinko tüketiminin yaklaşık %10'unu oluşturur ve modern toplumda bir dizi kritik rol oynar.

Çinko oksit (ZnO) reçetesiz satılabilen bazı merhemlerin bileşiminde bulunur ve ince bir tabaka halinde uygulandığında cildin su kaybetmesini önler. Yazın güneş, kışın da soğuk yanıklarına karşı koruyucudur. Bebeklerin bez bağlanan bölgelerinde çok az miktarda kullanılarak ciltte meydana gelebilecek kızarıklıklar önlenir. Yaşa bağlı göz hastalıklarının tedavisinde kullanılır. Ayrıca boyaya korozyondan koruma özelliği kazandırır, çürüme önleyici

kimyasal olarak işlev görür, anti mikrobiyal özelliklere sahiptir. Çinko oksit, çinko külünden elde edilmektedir. Çinko külü ve çinko oksit görselleri Şekil 8 ve 9 da verilmiştir [7].



Şekil 8. Çinko Külü [10].



Şekil 9. Çinko Oksit [10].

Çinko klorür ($ZnCl_2$), deodorantlarda ve ahşap koruyucu olarak kullanılır.

Çinko sülfür (ZnS), enerji verildikten sonra görünür ışığı yayma özelliğine sahiptir ve ışıldayan saat kadranlarından karanlıkta parlayan oyuncaklara kadar her yerde kullanılır. Çinkonun fosforesans özelliği, karanlıkta parlayan pigment olarak saatlerin akrep ve

yelkovanlarında, X-ışınında ve TV ekranlarında, flüoresans lambalarda ve ışık yayan diyotlarda önemli bir kullanım alanı bulmuştur.

Çinko sülfat ($ZnSO_4$), hayvan yemlerinde, gübrelerde, diş macunlarında ve tarımsal sprelerde çinko sağlamak için kullanılır. Çinko sülfat, birçok çinko bileşiği gibi çatılarda yosun oluşumunu kontrol etmek için de kullanılabilir. Meyve ve sebzelerin görünümünü güzelleştirir. Ayrıca meyve ağaçlarında meyvenin tutunumunu sağlar.

Çinko metil ($Zn(CH_3)_2$), pek çok organik maddenin sentezinde kullanılır.

Çinko borat ($2ZnO.3B_2O_3.3,5H_2O$) plastik ve selüloz elyafı, kâğıt, kauçuk ve tekstillerde alev geciktirici ve duman bastırma maddesi olarak kullanılan düşük toksisiteli, beyaz kristalli, inorganik bir bileşiktir. Plastik, kauçuk, boya ve diğer ürünlerde yaygın olarak kullanılan oldukça etkili bir alev geciktiricidir. Eti Maden tarafından Türkiye’de üretilmektedir.

1.3.7. Çinkonun bataryalarda kullanımı

Çinkonun, 100 yıldan uzun bir süredir pillerde iyi bir elektron oluşturma işlevi olduğu bilinmektedir. Çinko-karbon piller uzun yıllardır kullanılan birincil akü tipidir ve el feneri, oyuncak, dijital işletme cihazı ve elektronik gibi uygulamalarda, fazla güce ihtiyaç duymayan cihazlarda özellikle tercih edilir. Çinko, aynı zamanda pillerin dış muhafazası olarak da kullanılır. Çinko klorür piller çinko-karbon hücrelerinin geliştirilmiş bir sürümüdür, daha uzun ömürlü ve daha kararlı bir voltaj çıkışı vardır. Diğer metallerle alaşımlandığında, çinko iyi bir elektrik iletkeni haline gelir. Çinko-bromür ve çinko-nikel güç hücreleri en yeni pil türleri arasındadır. Çinkonun bataryalarda kullanım görseli Şekil 10 da verilmiştir.



Şekil 10. Çinkonun Bataryalarda Kullanımı [11].

1.3.8. Çinkonun Levha Olarak Yapılarda Kullanımı

Haddelenmiş çinko, tabaka, şerit, levha, çubuk ve tel olarak, farklı alaşımlarda son kullanım yerindeki gereksinimlere uygun olarak üretilmektedir. İlk üretim evresi, elektroliz sürecinde katot halinde elde edilmiş olan ergimiş saf çinko metale kontrollü miktarlarda bakır ve titanyum ilave edilmesidir. Rulo halindeki çinko levha ardışık olarak haddeleme merdanelerinden geçirilir, bu da kalınlıkların istenen seviyeye indirilmesini sağlar, levhalar daha sonra istenen boylara kesilir ve sarılır.

Cephe kaplama, çatı kiremitleri, oluklar ve saçak uygulamaları için çinko metal plakalar bina inşaatlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Son 40 yılda, çatı kaplama malzemeleri çinko tüketim alanının yüzde 7 ila 10'unu oluşturmaktadır. Düzgün kurulduğunda, bir çinko çatı veya cephe kaplama sistemi 100 yıla kadar dayanabilmektedir. Çinko kullanımının yaygın olduğu Avrupa'da çatılar, oluklar ve korkulukların nesiller boyu süregeldiği bilinmektedir. Yararlı ömürlerinin ardından bu ürünler sökülüp önemli oranda yeniden tasarlanarak kullanılabilir.

1.3.9. Çinko kaplanmış metal çatı kiremitleri

Metrekare ağırlığı 7 kg olan dünyadaki en hafif çatı örtülerinden biridir. Çinko kaplama, korozyona karşı çok uzun yıllar dayanıklılık, üzerindeki doğal taş kaplama ilerleyen yıllarda renk solmasına karşı uzun ömürlü olmasını sağlar, ayrıca yağmur sesini absorbe eder. Metal levhalar, %55 Al-Zn (alüminyum-çinko) sıcak daldırma galvaniz yöntemi ile kaplanmış çelik plakalardan elde edilir. Çinko-alüminyum kaplı çelik plakaların her iki yüzeyi de 2 mikron kalınlığında şeffaf akrilik reçine ile kaplanarak korozyona karşı güçlendirilir. Üst yüzeyine özel hazırlanmış akrilik esaslı reçine kaplaması yapılır ve bu reçinenin üzerine de renklendirilmiş doğal taş kaplaması yapılır; son kat olarak da doğal taş kaplamasının üzerine toz birikmesini engelleyen, yosunlaşma ve mantar oluşumunu önleyen şeffaf saf akrilik kaplama yapılır [7].

1.3.10. Çinkonun insan ve canlıların sağlığı için kullanımı

Tüm canlıların büyüme ve hayatta kalmak için çinkoya ihtiyacı vardır, ancak dünyanın birçok bölgesinde çinko eksikliği tespit edilmiştir. Çinko sülfat, Zinkit (ZnO) ve diğer çinko formları diyet takviyeleri ve diğer tıbbi tedavilerde yaygın olarak kullanılır. Meyveler, fındık, et, istiridye ve diğer kabuklu deniz ürünleri iyi birer çinko kaynağıdır. Çinko yeni hücrelerin üretilmesini, kemiklerin ve ana organların büyümesini ve gelişimini aktive eder; hafıza, duyuşal mesajlaşma ve bilişim gibi beyin fonksiyonlarını etkinleştirmek için asgari dozda çinko gereklidir. Tüm mikro besinler gibi çinko, bağışıklık sistemimiz üzerinde de güçlü etkiye

sahiptir. Hastalıkların önlenmesine ve enfeksiyonlarla savaşa katkıda bulunur. Günümüzde birçok Sivil Toplum Kuruluşu (STK) gıda takviyelerinde kullanılan çinkonun faydalarını vurgulamaya başlamıştır. Çinko, günlük kullanılan pek çok vitamin ve mineral ilaçlarının bileşenidir. Cildin ve kasların erken yaşlanmasını önleyen anti-oksidan özellikler taşır [7].

2. ÇİNKO YATAKLARININ OLUŞUMU

Dünyada çinko yatakları çok değişken miktarlara sahip rezervler halinde bulunmaktadır. Birkaç yüz ton rezervi olan yataklar bulunduğu gibi birkaç yüz bin ton rezervli yataklar da mevcuttur. Dünyanın en zengin ve en büyük çinko yatakları Avustralya, Çin, Peru, Meksika, Kazakistan ve Hindistan'da yer almaktadır [12].

Tablo 3. Büyüklüklerine Göre Çinko Yatakları Sınıflandırması [13].

Yatak Büyüklüğü	Rezerv (ton) - (Metalik Çinko)
Küçük yataklar	50-60.000
Orta büyüklükteki yataklar	500.000
Büyük yataklar	1.000.000
Çok büyük yataklar	> 1.000.0000

Genel olarak çinko yataklarını beş ana grupta tanımlanmak mümkündür. Bunlar:

- 1) Masif Sülfid Çinko Yatakları (VMS)
- 2) Sedimanter-Eksalatif (SEDEX) Tipi Çinko Yatakları
- 3) Mississippi-Vadi Tipi Çinko Yatakları (MVT)
- 4) İntrüzyona Bağlı Çinko Yatakları (CRD, Skarn, Manto, Damar)
 - Karbonat Ornatımlı Çinko Yatakları (Carbonate Replacement Deposits)(CRD)
- 5) Superjen Tip Oksitli Çinko Yatakları (SNSZ) (Supergene Nonsulphide Zinc Deposits)
 - Direkt Ornatım Yatakları
 - Karbonat Ornatım Yatakları
 - Kalıntı ve Karst Dolgu Tortuları [7]

2.1. Masif Sülfid Çinko Yatakları (VMS)

Bu tip mineral yatakları volkanojenik, volkanik bağlantılı veya volkanik yan kayaçlı masif sülfid yatakları olarak tanımlanır ve VMS veya VHMS tipi yataklar olarak kısaltılır. VMS yatakları, masif ve yarı-masif sülfitlerin sinjenetik olarak katmanlanarak biriktiği stratiform yataklardır. “Sinjenetik” terimi, komşu kayaçlar ile volkano-tortul bir dizinin bir parçası olarak

aynı zamanda oluştuğu anlamına gelir. VMS çökelleri, okyanusların dibinde, epizodik riftleşme alanlarında, sıcak sıvıların, yani hidrotermal akışkanların okyanus tabanına boşalmasıyla oluşur. Yeterli miktarda cevher içeren bir yatağın oluşması için hidrotermal sıvıların üretilmesi, ısı kaynağı, akışkanların geçeceği kanal ve metal kaynağı gereklidir.

VMS yatakları iki temel parçadan oluşur. Bunlardan biri, genellikle sülfid minerallerinin >%60'ını içeren masif sülfid mercedir. Diğeri ise kordon veya stok bölgesi olarak adlandırılan düzensiz damar tipi sülfid mineralizasyonudur. VMS yataklarının cevher mineralojisi genellikle çok basittir. Baskın mineraller pirit, pirotin, kalkopirit, galen ve sfalerittir.

Dünyada birkaç yıl öncesinde yaklaşık 800 VMS yatağı tanımlanmış olup, büyüklükleri 200 bin ton cevher içeren küçük yataklardan dev yataklara kadar değişmektedir. En büyük VMS yataklarından biri, İspanya'daki Neves Corvo'dur. Bu yatak tek başına tahminen 62,6 milyon ton Zn + Cu + Pb rezervi içerir.

VMS yatakları genellikle kamp şeklinde kümelenmelerde meydana gelir. Bu nedenle, bir yatağın bulunması, diğer benzer veya daha büyük olan VMS yataklarının yakın çevrede bulunma ihtimalinin yüksek olması anlamına gelir. Bu yataklarda bakır, kurşun ve çinko değişik oranlarda ve genellikle 0,5- 1 milyon ton metal rezerv içeren düzenli masif kütleler halinde bulunur. En tipik örnekleri Japonya'da görülür ve burada Kuroko tipi yataklar olarak adlandırılır.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde sahile yakın birçok masif bakır-kurşun-çinko yatağı vardır. Türkiye'deki toplam sülfürlü çinko konsantre üretiminin üçte birinden fazlası tek başına Rize-Çayeli işletmesinde yapılmaktadır [7].

2.2. Sedimanter-Eksalatif (SEDEX) Tipi Çinko Yatakları

SEDEX yataklarının temel özelliği lamine, stratiform cevherleşme içeren Zn-Pb-Ag yatakları şeklinde meydana gelmeleridir. Şeyl, karbonat veya organik açıdan zengin kırıntılı kayalarla (silttaş ve daha az sıklıkta kumtaş ve konglomera bakımından zengin) birlikte bulunabilirler. Mekânsal ve/veya jenetik olarak ilişkili magmatik kayalara genellikle rastlanmaz veya hacimsel olarak önemsiz kabul edilir. İntra ve/veya epikratonik rift ve pasif sınır ortamlarında oluşurlar. Yataklarının mineralojisi genellikle basittir ve sülfidler, karbonatlar, barit ve kuvars içerirler. En yaygın sülfür minerali pirit, pirotin çok yaygın değildir. Ana cevher mineralleri her zaman sfalerit ve galendir. Çökeltme doğrultu atımlı fayların bitişiğindeki sığ deniz havzalarında meydana gelir. Bu yapılar, bölgesel karbonat veya

şeyl sızdırmazlığını kesen, geçirgen kırıntılı tortul kayaçlar içindeki hidrotermal rezervuarlardan metal taşıyıcı akışkanlardan etkilenir.

SEDEX akışkanları ağırlıkça %2-20 NaCl eşdeğerli ve nispeten yüksek sıcaklıklardaki (100 > 350 °C) tuzlu sulardır. SEDEX tipi yataklar, Pb ve Zn rezervlerinin %50'sini ve bu metallerin küresel üretiminin yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır. Dünyada bilinen yüksek tenörlü ve tonajlı 120'den fazla SEDEX yatağı bulunmaktadır ve bunların 45'inde 20 milyon tondan fazla Pb + Zn içeren jeolojik kaynak bulunmaktadır. Büyük SEDEX yatakları 8 milyon tondan fazla Pb + Zn metal içerir. Metal kaliteleri oldukça değişken olup, ortalama ağırlık olarak %3 Pb , %7 Zn ve 63 g/t Ag'dir. SEDEX tipi yataklarda Zn / (Zn + Pb) oranı ortalama olarak 0,7 civarındadır, bu da Zn'nin Pb'den daha bol olduğu anlamına gelmektedir. Türkiye'de SEDEX tipi Çinko yatağı henüz tespit edilmemiştir [7].

2.3. Mississippi-Vadi Tipi Çinko Yatakları (MVT)

MVT yataklarının en önemli özelliği epigenetiktir olmaları ve volkanik aktiviteyle ilişkili olmamalarıdır. Çoğunlukla kumtaşı nadiren dolomit ve kireçtaşı ile birlikte bulunurlar. Baskın mineraller sfalerit, galen, pirit, markasit, dolomit ve kalsittir; barit genelde yoktur, florit nadirdir. Havzaların veya ön kuşakların kenarlarındaki platform karbonat dizilerinde katmanlar halinde meydana gelirler. Genellikle büyük bölgelerde meydana gelirler. Cevher getiren sıvılar ağırlıkça %10 ila %30 oranında tuz içeren bazik kaynaklardır. Metaller ve kükürt için civarda yer kabuğu kaynağı olmalıdır. Cevherleşme sıcaklıkları tipik olarak 75°C ila yaklaşık 200°C'dir. En önemli cevher kontrol mekanizmaları faylar, çözünme, çöküş breşleri ve litolojik geçişlerdir. Sülfürler ince taneli, kristallidir ve yaygın halde bulunurlar; esas olarak karbonat kayaçlarının ornatılması sonucunda ve daha az ölçüde açık alan dolgusu olarak ortaya çıkar. Alterasyon çoğunlukla dolomitleşme, komşu kayaçların erimesi ve breşleşme sonucunda oluşur.

MVT yatakları küresel Pb + Zn kaynaklarının yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır. Aynı şekilde, hem kurşun hem de çinkonun küresel üretiminin yaklaşık %25'i MVT yataklarından kaynaklanır [7].

2.4. İntrüzyona Bağlı Çinko Yatakları (CRD, Skarn, Manto, Damar)

Volkanik intrüzyona bağlı çinko yataklarının şekilleri genellikle mineralizasyon akışkanlarının yerleştiği kayaçlarda meydana gelen faylar ile sık sık kontrol edilir, bu da dikey eğimli yataklar içerisinde “bacalar” ve “mantolar” şeklinde yataklanmalara neden olur. Baca şeklindeki yataklar genellikle çıkış kaynağına daha yakında oluşurken, manto tipi yataklar

genellikle daha uzakta meydana gelir, genellikle gözenekli bir oluşum halinde görülür ve sıkı bir stratigrafik kontrol ile tanımlanabilir.

Bu tip yataklara Kuzeybatı Anadolu Bölgesi'nde ayrıca Doğu Karadeniz Bölgesi'nin iç kısımlarında, Gümüşhane, Şebinkarahisar ve Koyulhisar yakınlarında rastlanılmaktadır. Bu tip birçok kurşun-çinko yatağı Balya'da olduğu gibi uzun yıllardır işletilmektedir. Bu yataklar tipik olarak, magmatik-hidrotermal sistemlerle bağlantılı olarak karbonat kayaçları yakınında bulunur, ana cevher damarı çinkodan daha fazla kurşun içerir ve gümüş ile ilişkilidir. Orta Anadolu Bölgesi'nde de Akdağmadeni, Keban, Keskin yakınlarında ve Bolkardağı'nda birçok orta ve küçük boyutlu intrüzyona bağlı kurşun-çinko yatağı bulunmaktadır. Skarn tipi yataklar karbonatlı kayaçlarla intrüsyonlu kayaçların direkt temas halinde reaksiyona girdiği alanlarda gözlenmektedir.

2.5. Karbonat Ornatımlı Çinko Yatakları (Carbonate Replacement Deposits)(CRD)

CRD yataklarında mineralizasyon, makaslama ve fay düzlemleri boyunca karbonat ornatımı ile oluşur. Mineralli akışkanlar, geniş bindirme ve makaslama düzlemleri boyunca göç eder ve kesişen yapılarda öbekler yapar. İri taneli kırıklı kayalar kimyasal değişime daha yatkındır ve bu kayaçların gözlendiği lokasyonlar genellikle zayıf zon olarak tanımlanır. Bu zayıf alanlar, mineralli yapısal unsurların kesişim lineasyonları boyunca nispeten büyük, yüksek tenörlü yataklar oluşur.

Karbonat ornatımlı yataklar, cevher bloğunu oluşturan metalik mineraller içeren hidrotermal akışkanların sedimanter kayaçları ornatmasıyla oluşur. Bu hidrotermal akışkanlar genellikle volkanik intrüzyona bağlıdır. Mineraloji intrüzyonlu kayaca olan uzaklık ile değişmektedir. İntrüzyonlu kayaçlara yakın alanlarda bakır-altın zonu görülürken, daha uzak alanlarda kurşun-gümüş zonu ve bunu takip eden çinko-manganez zonu görülmektedir.

Genel olarak CRD yataklar ana kayadan daha gençtir ve oluşum sıcaklığı 150°C - 350°C arasında değişmektedir. Bu yatakların düşük sıcaklıkta (100 - 150°C) ve pasif tektonik sınırlar boyunca meydana gelen Mississippi tipi yataklardan keskin bir şekilde ayrılmaktadır.

Karbonat ornatımlı yataklar sıklıkla faylar tarafından kontrol edilmektedir. Akışkanlar dikey (baca) ve yatay (manto) yönlü cevher yataklanmalarını meydana getirmektedir. Dikey olanlar doğrudan intrüzyonlu kayaçlara yakın oluşumlardan gelerek kırıkların oluşturduğu boşluk alanlarına cevherli akışkanları doldurarak "manto"ları oluşturmaktadır. Bu tip yatakların cevher ile yan kayaç kontağı oldukça keskin olduğu için jeokimyasal yöntemlerle aranması oldukça zordur. Ülkemizde Orta ve Güneydoğu Toroslar'daki çinko yataklarında tespit edilen bulgulara

bakıldığında tipik CRD yatak tipine uygun oldukları, ancak halen üretimlerin bu tip yatakların oksidasyona maruz kalmış üst seviyelerinde yapıldığı düşünülmektedir. Bazı sahalar içerisinde herhangi bir volkanik intrüf henüz haritalanmamıştır. Ancak muhtemelen volkanik bloğun ve skarn yatağının daha derinlerde olduğu tahmin edilmektedir [7].

2.6. Süperjen Tip Oksitli Çinko Yatakları (SNSZ) (Supergene Nonsulphide Zinc Deposits)

SNSZ çökeltileri, önceden hipojenik olarak var olmuş, Zn bakımından zengin, hem volkanik hem de tortul kayalar içerisindeki hipojen sülfür yataklarının yeryüzüne yakın kısımlarının oksidasyonu ile oluşur. Açık işletmeciliğe uygun konumları, kükürt mineralini ve genellikle zararlı safsızlıkları (örneğin As, Cd) barındırmamaları ve önemli oranlarda yüksek kalitedeki çinko içerikleri (tipik olarak %10-15 Zn, bazen >%25 Zn) nedeniyle hedef maden sahaları arasında gelmektedir. SNSZ çökeltileri, meteorik su ile oksidasyon, birincil sülfürlerin çözünmesi, Zn'nin asidik çözeltide (hem dikey hem de yanal olarak) taşınması ve ikincil, sülfür içermeyen çinko cevheri olarak yeniden çökmesi yoluyla oluşurlar. Bununla birlikte çoğunlukla neredeyse tüm parametrelerin yüksek değişkenlik göstermesi nedeniyle süreç çok daha karmaşıktır. Mevsimsel yağışlı bir iklimde, iklimsel açıdan en önemli kontrollerden birisi, hipojen sülfür cevherlerinin erozyona uğrayarak yok olmasıdır. Yeryüzü su tablasının üzerine çıkan sülfürlerin topografyanın engebeli yapısı içindeki konumu, yoğun oksidasyon ve bazı metallerin serbestleşmesi için ön koşuldur. SNSZ yataklarının en önemli özelliği, büyük oranda süperjen Zn cevher kütleleriyle sonuçlanan diğer metallerin çözünmesi faaliyetidir. Bu durum Fe ve Mn'nin oksitleyici koşullar altında farklı çözünürlükler göstermesinden kaynaklanmaktadır ve oluşan çözeltiler genellikle Fe-Mn gossan şapkalarında birikmektedirler. Cu, Pb ve Zn arasındaki süperjen baz metal çözünürlüğü ise daha farklı, daha kontrollü koşullar altında gerçekleşir.

SNSZ tortullarına ait iki ana kayaç türü karbonat ve silikat kayalarındır. SNSZ tortullarının cevher mineralojisini, eski ile ilişkili olan simitsonit-hidrozinkit-hemimorfit mineralleri ile kontrol ederler. Oluştuktan sonra SNSZ, oksitlenmiş meteorik sularla kimyasal bozunmaya karşı dayanıklı hale gelir, ancak mekanik erozyona karşı savunmasızdır. SNSZ cevherlerinin korunması reaktif olmayan sediman örtüsü altında mümkündür. SNSZ yatakları için 3 farklı tip tespit edilmiştir [7].

- **Direkt ornatım yatakları;** esas olarak, Zn bakımından zengin gossanlardır. Mineralojileri (ve sonuçta metal eldesi) oldukça karmaşıktır, burada simitsonit ve hidrozinkit, sfaleritin yerini alır.

3. REZERV VE KAYNAK DURUMU

Büyük yataklar Avustralya, Çin, Peru, Meksika, Kazakistan ve Hindistan'da yer almaktadır. Dünyadaki çinko kaynaklarının 2,8 milyar ton olduğu tahmin edilmektedir. Bilinen rezervler ise 210 milyon ton civarındadır (Bolivya hariç). Dünyanın dört bir yanındaki toplam kaynak ve rezervler öngörülebilir gelecek için talebi karşılamaya yeterlidir.

3.1. Dünya Rezervleri ve Kaynakları

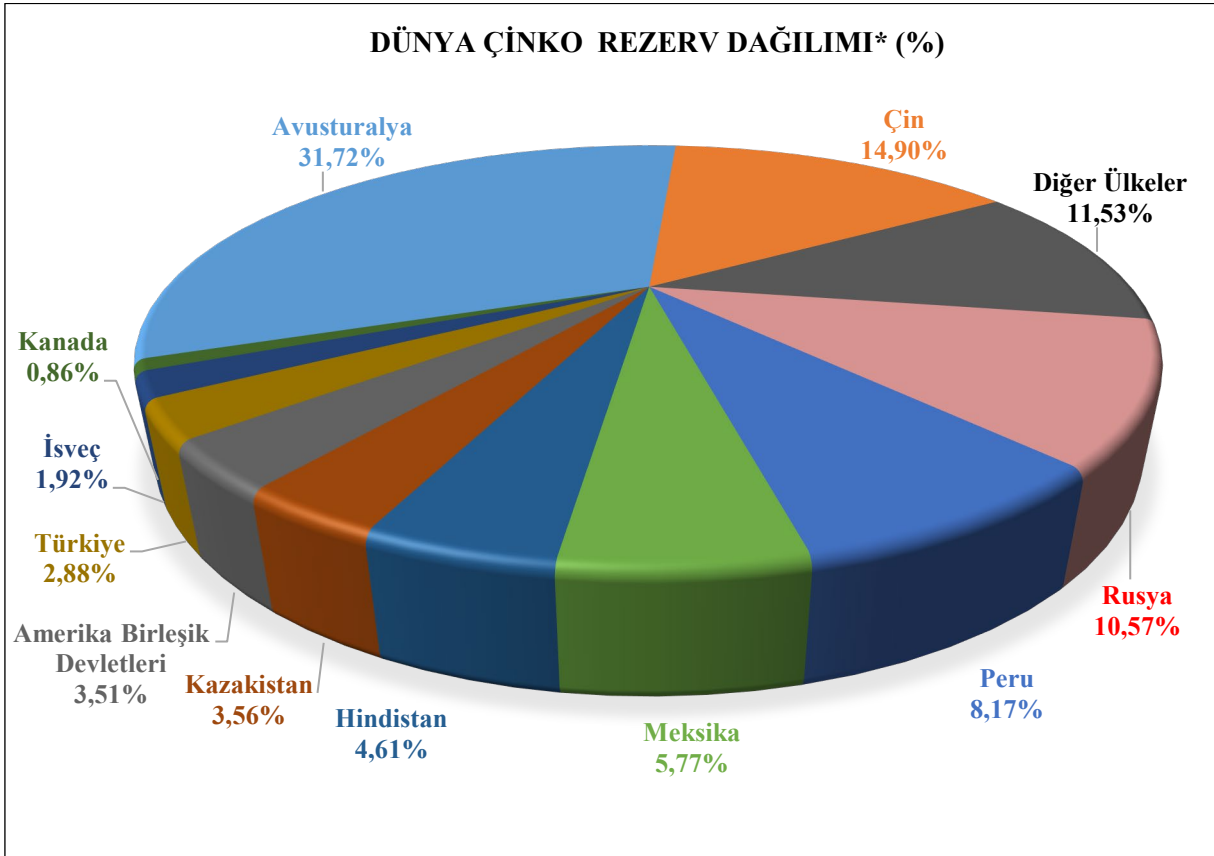
Dünya çinko rezervleri dağılımı aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre 66 milyon ton ile en fazla rezerve sahip ülke Avustralya'dır. Bunu sırasıyla Çin ve Rusya izlemektedir. Bu üç ülkenin çinko rezerv miktarı toplam dünya rezervinin %57 sini oluşturmaktadır. Ülkemiz ise yaklaşık 6 milyon ton çinko rezervi ile 9.sırada yer almaktadır. Dünya çinko rezervleri Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Dünya Çinko Rezervleri [12].

Ülkeler	Rezerv* (ton)
Amerika Birleşik Devletleri	7.300.000
Avustralya	66.000.000
Bolivya	Veri Yok
Çin	31.000.000
Hindistan	9.600.000
İsveç	4.000.000
Kanada	1.800.000
Kazakistan	7.400.000
Meksika	12.000.000
Peru	17.000.000
Rusya	22.000.000
Türkiye	6.000.000
Diğer Ülkeler	24.000.000
Dünya Toplamı	210.000.000

* Rakamlar yuvarlatılmıştır.

Dünya çinko rezervlerinin yüzdesel dağılımı Şekil 12 de verilmiştir.



*Bolivya hariç değerlendirilmiştir.

Şekil 12. Dünya Çinko Rezerv Dağılımı [12].

3.2. Türkiye Rezervleri ve Kaynakları

Türkiye kurşun-çinko yatakları 4 ana guruba ayrılmaktadır. Çinko-kurşun cevher ve konsantreleri Türkiye’de oksitli ve sülfürlü halde bulunmaktadır. Toplam çinko rezervinin sahip olduğu 5.471.338 ton metalik miktarın 1.305.688 tonu görünür, 2.927.095 tonu mümkün rezerv ve 1.238.555 tonu muhtemel rezervedir. Bu rakamın son yıllarda yapılan arama çalışmalarıyla yaklaşık 6 milyon tona yükseldiği tahmin edilmektedir [14].

3.2.1. Kuzey Anadolu bakır- kurşun- çinko kuşağı

Kuzey Anadolu kesiminde bakır-kurşun-çinko cevherleşmesi Doğu Karadeniz Bölümünde yoğunlaşmıştır. Bu kuşak Doğu Karadeniz’den batıya uzanmakta Trakya’dan Bulgaristan’a doğru devam etmektedir. Kuşağın doğu kesiminde Üst Kretase yaşlı Kruko tipi bakır- kurşun-çinko cevherleşmeleri bulunmaktadır. Kırklareli’nde ise porfiri Cu oluşumları gözlenmektedir.

Mineralleşmeler masif sülfid, saçılmış stockwork şeklinde olup ana cevher mineralleri kalkopirit, sfalerit, galenit ve pirittir. Kastamonu-Küre’de masif sülfid yatağında bulunan cevher

mineralleri kalkopirit, sfalerit, pirotin ve manyetit olup, kloritleşme, killeşme, serizitleşme ve silisleşme cevherleşmeye eşlik etmektedir. Kırklareli-Dereköy’de ise cevherleşme kalkopirit, molibdenit şeklindedir. Artvin-Murgul, Trabzon-Sürmene, Rize-Çayeli, Kırklareli-Dereköy, Giresun-Lahanos, Sivas-Koyulhisar, Giresun-Şebinkarahisar cevherleşmeleri bu kuşak içerisinde yer almaktadır.

3.2.2. Güneydoğu Anadolu ofiyolit kuşağı

Kıbrıs ofiyolitlerinin devamı olan bu istifte sülfür mineralleşmelerinde pirit, kalkopirit ve az miktarda sfalerit bulunmaktadır (Elazığ-Maden ve Siirt-Madenköy).

3.2.3. Kuzeybatı Anadolu kurşun - çinko kuşağı

Kuzeybatı Anadolu kurşun-çinko cevherleşmesi Üst Kretase Paleosen yaşlıdır. Cevherleşmeler Permian kireçtaşları, Alt Triyas meta arkozları, meta diyabaz, meta gabro ve şistleri içindeki kırıklarda oluşmuştur. Cevher mineralleri galen, sfalerit, pirit ve az miktarda kalkopirittir. (Kastamonu-Küre-Bakibaba ve Aşıköy, Balıkesir-Edremit-Altınoluk, Çanakkale-Yenice-Arapuçan, Balıkesir-Dursunbey, Balıkesir-Balya)

3.2.4. Güney Anadolu karbonatlı kurşun - çinko kuşağı

Toroslar boyunca uzanan bu kuşakta mineralleşmeler Orta Kambriyen’den Jura’ya kadar değişim gösteren karbonatlar içerisinde görülmektedir. Cevher mineralleri simitsonit, serüzit ve anglesittir.

Kurşun-Çinko yataklarında en önemli faktörlerden biri Pb+Zn içeriğidir. 2000’li yılların başında %2-4 Pb içerikli sahalar fakir, %4-12 Pb içerikli sahalar orta, %12 Pb’den yüksek metal içerikli sahalar zengin olarak tanımlanmaktaydı. Son yıllarda fiyatlardaki artışlar bu tanımları değiştirmiştir. Türkiye’deki çinko-kurşun yatakları aşağıdaki gibidir [12].

1. Biga Yarımadası Çinko Kurşun Yatakları
2. Bayındır Yöresi Çinko Kurşun Yatakları
3. Simav Yöresi Çinko Kurşun Yatakları
4. Doğu Karadeniz Çinko Kurşun Yatakları
5. Bolkardağı Çinko Kurşun Yatakları
6. Horzum (Kozan-Adana) Çinko Kurşun Yatakları
7. Aladağ (Yahyalı-Kayseri) Çinko Kurşun Yatakları

Ülkemizde 2021 Şubat itibarıyla 143 adet çinko (kurşun + bakır + altın + gümüş) işletme ruhsatı bulunmaktadır. Ruhsatların il bazında dağılımı; Adana 8, Adıyaman 2, Amasya 2, Ankara 1, Artvin 4, Balıkesir 9, Bingöl 3, Bitlis 2, Bursa 1, Çanakkale 18, Diyarbakır 4, Elazığ

1, Erzurum 1, Giresun 9, Gümüşhane 9, Hakkâri 7, İzmir 2, Kayseri 20, Konya 2, Kütahya 2, Malatya 4, Manisa 1, Mersin 2, Niğde 11, Ordu 6, Rize 1, Sivas 3, Trabzon 2, Tunceli 1 ve Yozgat 5 şeklindedir [15].

Tablo 5. Türkiye Çinko İşletme Ruhsatları Dağılımı [15].

İli	Ruhsat Sayısı	İli	Ruhsat Sayısı
Adana	8	Hakkâri	7
Adıyaman	2	İzmir	2
Amasya	2	Kayseri	20
Ankara	1	Konya	2
Artvin	4	Kütahya	2
Balıkesir	9	Malatya	4
Bingöl	3	Manisa	1
Bitlis	2	Mersin	2
Bursa	1	Niğde	11
Çanakkale	18	Ordu	6
Diyarbakır	4	Rize	1
Elazığ	1	Sivas	3
Erzurum	1	Trabzon	2
Giresun	9	Tunceli	1
Gümüşhane	9	Yozgat	5
Genel Toplam	143		

4. ÜRETİM DURUMU

4.1. Dünyada Üretim Miktarı

Dünya çinko cevheri üretimi miktarlarının yıllara göre dağılımı aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre 2022 yılında dünyada 13 milyon ton çinko cevheri üretimi gerçekleşmiştir.

Tablo 6. Yıllara Göre Dünya Çinko Cevheri Üretimi [12].

Çinko (Zn içeriği)	ÜRETİM (ton)					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	12.500.000	12.500.000	13.000.000	12.000.000	12.700.000	13.000.000

Dünyada çinko cevheri üretimi/çinko madenciliği birçok ülke tarafından yapılmaktadır. Kuzey ve Güney Amerika ülkeleri, Asya'nın büyük bir kısmı ile ülkemizde de çinko madenciliği yapılmaktadır. Dünyada çinko cevheri üretimi yapan ülkeler aşağıdaki şekilde yer almaktadır [12].



* Çinko madenciliği yapan ülkeler kırmızı renkle belirtilmiştir.

Şekil 13. Çinko Cevheri Üretimi Yapan Ülkeler Dağılımı [3].

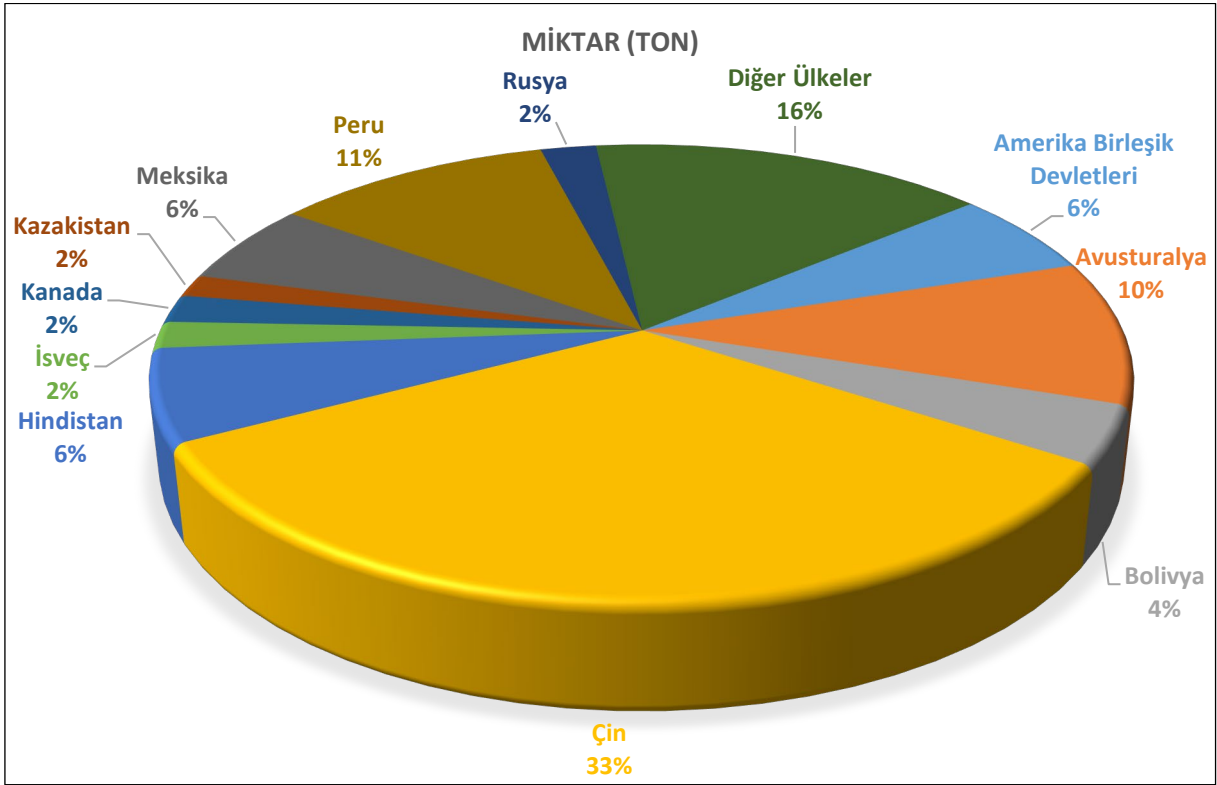
Dünyada çinko cevheri üretiminin ülkelere göre dağılımı aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre, 2022 yılında en fazla çinko cevheri üretimini 4.2 milyon ton ile Çin yapmıştır. Bunu sırasıyla, Peru (1.4 milyon ton), Avustralya (1.3 milyon ton) ve Hindistan (830 bin ton) izlemektedir. Bu dört ülkenin çinko cevheri üretimi, dünya çinko cevheri üretiminin %60'ını oluşturmaktadır. Ülkemizin de içinde yer aldığı diğer ülkelerin toplam üretim miktarı ise 2 milyon ton olmuştur. Çinko üretim sıralaması önceki yıllarda da hemen hemen aynı şekilde gerçekleşmiştir [12]. Dünya çinko üretiminin ülkelere göre dağılımı Tablo 7 de verilmiştir.

Tablo 7. Dünya Çinko Üretiminin Ülkelere Göre Dağılımı [12].

Ülkeler	Çinko İçeriği (ton)	
	2021*	2022*
Amerika Birleşik Devletleri	704.000	770.000
Avustralya	1.320.000	1.300.000
Bolivya	500.000	520.000
Çin	4.100.000	4.200.000
Hindistan	777.000	830.000
İsveç	234.000	240.000
Kanada	310.000	250.000
Kazakistan	194.000	200.000
Meksika	724.000	740.000
Peru	1.530.000	1.400.000
Rusya	280.000	280.000
Diğer Ülkeler	1.960.000	2.000.000
Dünya Toplamı	12.700.000	13.000.000

* Rakamlar yuvarlatılmıştır.

Dünyada çinko cevheri üretiminin ülkelere göre yüzdesel dağılımı Şekil 14’de verilmiştir.



Şekil 14. Dünya Çinko Üretiminin Ülkelere Göre Yüzdesel Dağılımı [12].

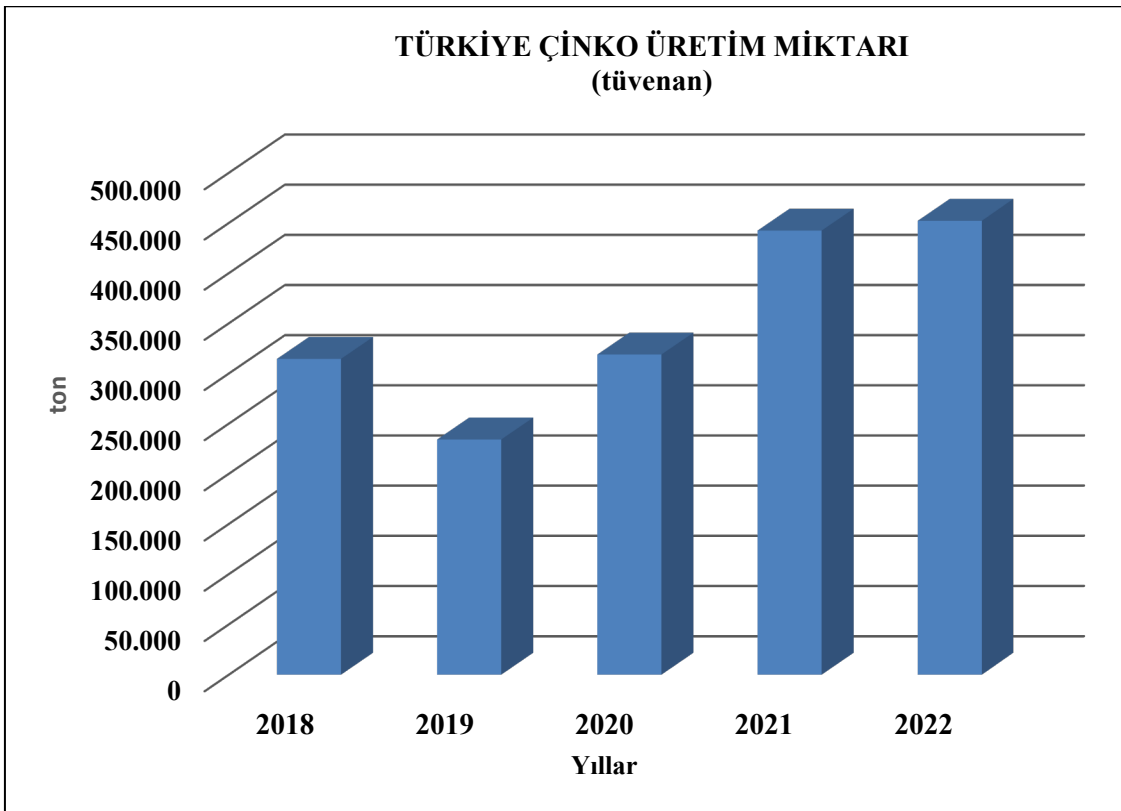
Madenlerde üretilen çinko cevherinin ortalama tenörü sülfürlü cevherlerde, açık işletmelerde %4 Zn, yeraltı işletmelerinde %6 Zn civarındadır. Oksitli tip cevher ocaklarında ise ortalama tenör %10-32 Zn aralığındadır [7].

4.2. Türkiye’de Üretim Miktarı

Türkiye’de Niğde-Adana-Kayseri Bölgesinde 200 bin ton, Hakkari-Diyarbakır Bölgesinde 100 bin ton olmak üzere toplam yılda ortalama %12-32 Zn tenörlü yaklaşık 300 bin ton karbonatlı çinko cevheri üretilmektedir. Ülkemizin %50 çinko içeren sülfürlü çinko cevheri üretimi toplamda yaklaşık 150 bin ton civarındadır ve üretimin tamamı yurt dışına satılmaktadır. Ülkemizin yıllara göre çinko üretim miktarları aşağıdaki Tablo 8 ve Şekil 15’de verilmiştir.

Tablo 8. Türkiye'nin Yıllara Göre Çinko Cevheri Üretimi [16].

YILLAR	ÜRETİM MİKTARI (ton)
2018	314.529
2019	234.189
2020	318.882
2021	442.421
2022	452.192



Şekil 15. Türkiye'nin Çinko Cevheri Üretim Dağılımı [16].

4.3. Ülkemizde Demir-Çelik Baca Tozlarından Çinko Oksit (Waelz Oksit) Üretimi

Günümüzde dünyada ve Türkiye’de çelik üretimi çoğunlukla iki farklı prosese dayanır. Bu prosesler demir cevherinin Yüksek Fırınlarda ergitilmesi veya hurdaların Elektrikli Ark Ocağında (EAO) ergitilmesidir.

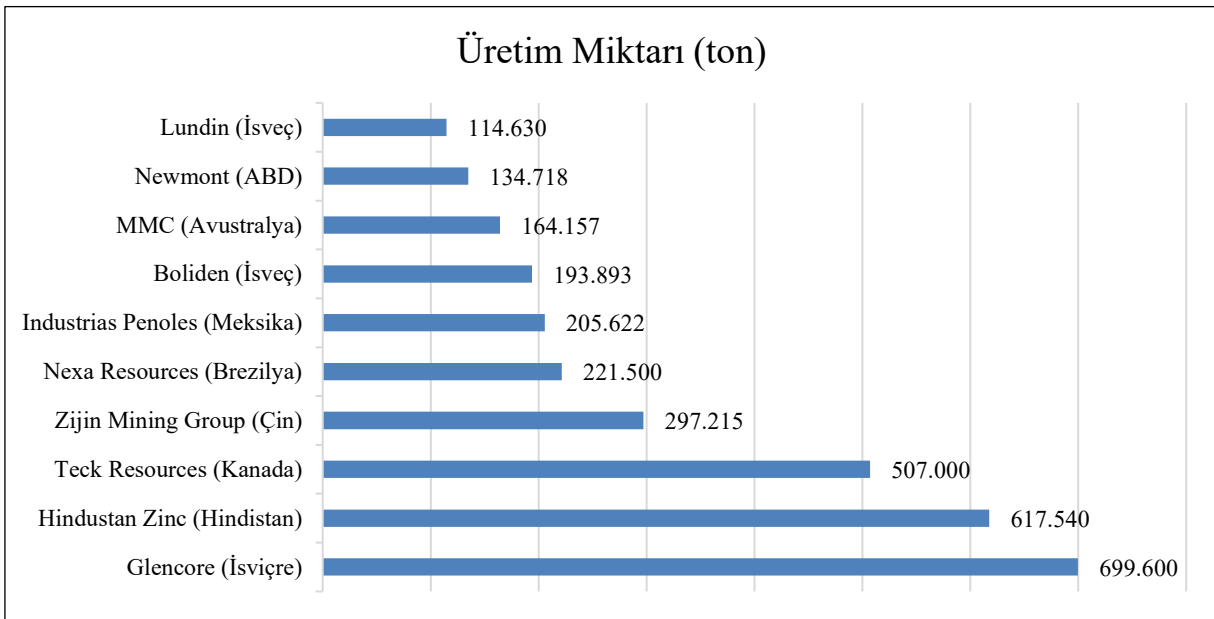
Ülkemizde çelik üretimi dörtte üç oranında EAO’da gerçekleştirilmektedir. EAO’da çelik üretimi esnasında galvaniz kaplı hurda, çinko ile birlikte Pb, Cd, Ni ve Cr bakımından zengin baca tozlarının oluşmasına neden olmaktadır. Türkiye’deki 30’a yakın EAO’dan 1 ton çelik üretiminde, günlük ortalama 15-25 kg (%30-35 Zn, %4-6 Pb tenörlü) olmak üzere, yılda 400-500 bin ton mertebesinde baca külü çıkar ve filtrelerde tutulur. Çıkan bu çinko bakımından zengin baca tozlarının bertaraf edilip değerlendirilmesi için Kayseri’de (Çinkom), İskenderun’da (Befesa SilvermIndustrias), İzmir-Aliğa’da (Turkmex-Çinkom ile Meksikalı Zinc Nacionales S.A (ZINSA) Ortaklığı) ve Karabük’te (Marzinc A.Ş) -Türkiye’nin önde gelen 5 çelik üreticisi Çolakoğlu Metalurji A.Ş., Diler Demir Çelik End. ve Tic. A.Ş., İçdaş Çelik Enerji Tersane ve Ulaşım Sanayi A.Ş, Kaptan Demir Çelik Endüstri ve Tic. A.Ş. ve Kroman Çelik San. A.Ş. ortaklığı) olmak üzere 4 ayrı tesis faaliyet halindedir. Bu fabrikalarda Waelz prosesi ile yılda toplam 100-125 bin ton Waelz oksit (% 60-65 Çinko-% 7-8 Kurşun) üretilip ihraç edilmektedir [7].

4.4. Dünyada Üretim Yapan Şirketler

Üretim miktarları; ekonomik ve siyasi gelişmeler, arz/talep durumu, iklim şartları gibi durumlara göre değişim gösterse de dünya çinko cevheri üretiminde sıralamada ilk onda yer alan firmalar çoğunlukla aynı firmalardır. Bahsedilen durumlara göre sıralamaları değişmektedir. 2022 yılı verilerine göre dünya çinko cevheri üretimi yapan ilk on firma aşağıdaki Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Dünyada Çinko Cevheri Üretimi Yapan İlk On Firma 2022 [17].

Firma/Ülke	Üretim Miktarı (ton)
Glencore (İsviçre)	699.600
Hindustan Zinc (Hindistan)	617.540
Teck Resources (Kanada)	507.000
Zijin Mining Group (Çin)	297.215
Nexa Resources (Brezilya)	221.500
Industrias Penoles (Meksika)	205.622
Boliden (İsveç)	193.893
MMC (Avustralya)	164.157
Newmont (ABD)	134.718
Lundin (İsveç)	114.630

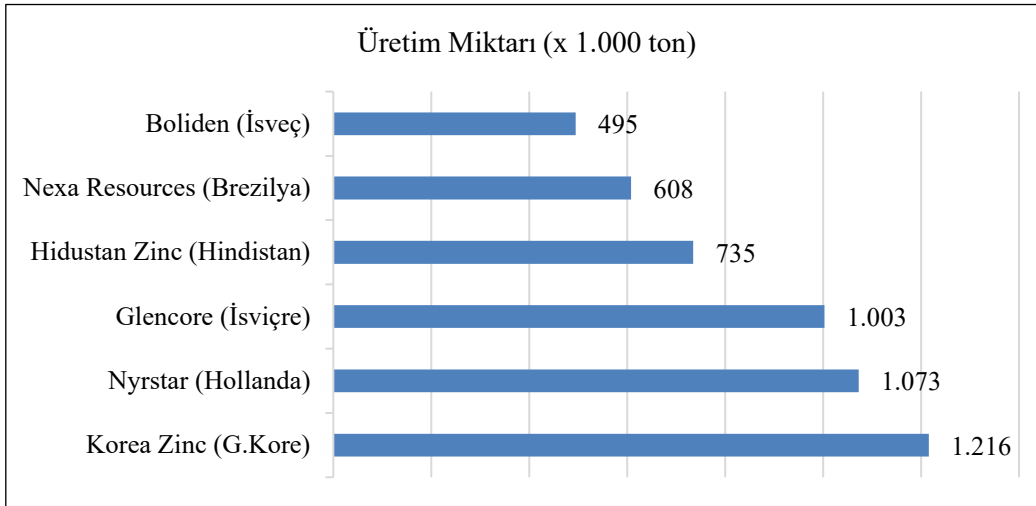


Şekil 16. Dünyada Çinko Cevheri Üretimi Yapan İlk On Firmanın Üretim Dağılımı 2022 [17].

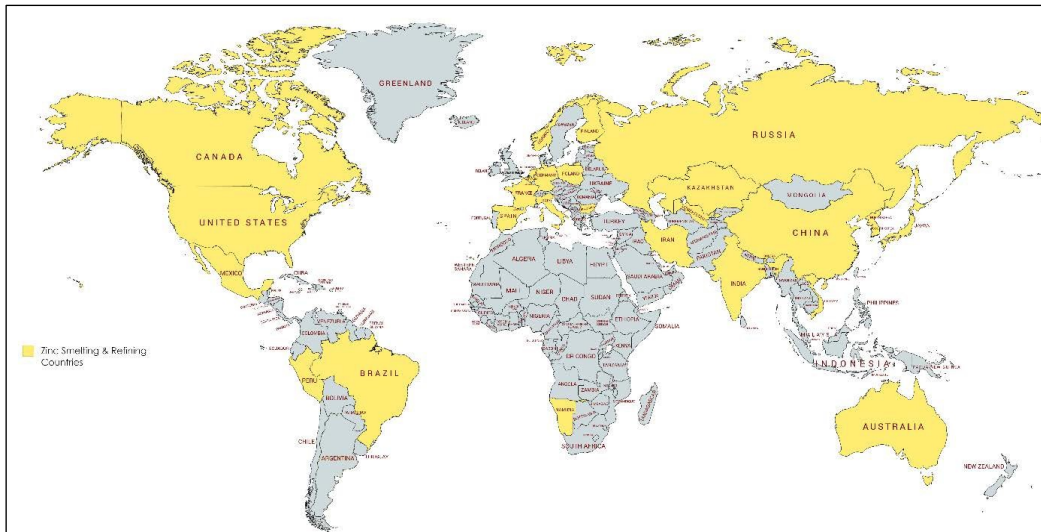
Dünyada çinko metali üreten başlıca firmalar ve 2022 yılı üretimleri Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Çinko Metali Üreten Başlıca Firmalar [18].

Firma/Ülke	Üretim Miktarı (x 1.000 ton)
Korea Zinc (G.Kore)	1.216
Nyrstar (Hollanda)	1.073
Glencore (İsviçre)	1.003
Hidustan Zinc (Hindistan)	735
Nexa Resources (Brezilya)	608
Boliden (İsveç)	495



Şekil 17. Çinko Metali Üreten Başlıca Firmaların Üretim Dağılımı [18].



* Çinko metali üreten ülkeler sarı renkle belirtilmiştir.

Şekil 18. Çinko Metali Üreten Ülkeler Dağılımı [3].

4.5. Türkiye’de Üretim Yapan Şirketler

Ülkemizdeki başlıca çinko cevheri üreticisi 16 firma, Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Türkiye Çinko Cevheri Üretici Firmaları [19].

Türkiye Çinko Cevheri Üretici Firmaları	
Firma	Üretim Yeri/Yerleri
Çayeli Bakır	Rize
Esan	Balya
Akmetal	Kozan
Pasinex	
Dedeman	Yahyalı ve Balya
CVK	Yenice
Eti Gümüş	Akdağmadeni, Şebinkarahisar ve Tavşanlı
Nesko	
Gümüştaş	Gümüşhane
Esen	Ulukışla
Aksu	Dursunbey
Oreks	Yenice/Aladağ
Meskan	Hakkâri-Çukurca, Şırnak-Uludere Diyarbakır-Dicle ve Bingöl-Genç
Seyitoğlu	
Karakaya	
Çağlar	

Devletimiz, 2018 yılında “Proje Bazlı Teşvik Sistemini” başlatmıştır. Söz konusu destek sistemi ile Kalkınma Planları ve yıllık programlarda öngörülen hedefler doğrultusunda, asgari 100 milyon USD tutarındaki, ülkemizin mevcut veya gelecekte ortaya çıkabilecek ihtiyaçlarını karşılayacak, arz güvenliğini sağlayacak, dışa bağımlılığı azaltacak, teknolojik dönüşümünü sağlayacak, yenilikçi, Ar-Ge yoğun ve katma değeri yüksek yatırımlar proje bazlı olarak desteklenmektedir. Ülkemiz, yalnızca çinko cevheri üretmektedir. Herhangi bir çinko izabe tesisi olmadığı için ihtiyacı olan metalik çinkoyu ithal etmektedir. Bu konudaki büyük bir eksikliği gidermek için 2 adet çinko metal izabe tesisi yatırımı için harekete geçilmiş ve aşağıda belirtilen firmalar teşvik belgesi almaya hak kazanmışlardır [7].

Firma Adı	Yatırım Konusu	Yatırım Yeri	Tutar (Milyon TL)	İlave İstihdam	Dolaylı İstihdam	Sektör
İpek Mobilya	Çinko külçe	Kayseri	1.101	1.020	4.590	Entegre Metal Üretimi
Yıldız Metalurji	Çinko üretimi	Kırıkkale	4.440	1.480	6.660	Entegre Metal Üretimi

Şekil 19. Proje Bazlı Teşvik Alan Firmalar [7].

Yıldızlar SSS Holding Kırıkkale’de yapacağı 1 milyar dolar yatırımla 150 bin ton elektrolitik külçe metal çinko elde etmeyi hedeflemektedir. Ayrıca, Kayseri-Çinkom firması da 250 milyon dolar yatırımla yılda 120 bin ton elektrolitik külçe metal çinko elde etmeyi planlamaktadır [7].

Türkiye’nin yıllık çinko ithalatının yaklaşık yüzde 40’ını karşılayacak olan hâlihazırda tek çinko metal külçe üretim tesisi (Lineer Metal A.Ş.) 4 Aralık 2021 yılında Siirt’te kurulmuştur.

Tesis, ilk fazda yıllık 30 bin ton toplamda ise 90 bin ton külçe çinko üretimi yapmak üzere 145 dönüm arazi üzerine inşa edilmiştir. Hakkâri ve Siirt’te 1.900 direkt, 1.100 dolaylı olmak üzere toplamda 3.000 istihdam sağlayacak projenin toplam yatırım büyüklüğü 102 milyon USD tutarındadır. Tam kapasitede çalışan tesis yıllık 216 milyon dolarlık çinko ithalatının önüne geçilerek ülkemizin metalik çinkoda yurtdışına bağımlılığını kısmen azaltacaktır [20].

Çinko bakımından zengin baca tozlarının bertaraf edilip değerlendirilmesi için Kayseri’de İskenderun’da, İzmir-Aliğa’da ve Karabük’te bulunan 4 ayrı tesisten Waelz prosesi ile yılda toplam 100-125 bin ton Waelz oksit (% 60-65 Çinko-% 7-8 Kurşun) üretilip ihraç edilmektedir [7].

4.6. Uluslararası Birlikler (Kuruluşlar)

Çinko sektöründe ILZGS (Uluslararası Kurşun-Çinko Çalışma Grubu) ve buna bağlı olan ILZRO (Uluslararası Çinko-Kurşun Araştırma Organizasyonu) ile EZI (Avrupa Çinko Enstitüsü) tarafından çalışmalar yürütülmektedir [21].

5. ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Dünya’da mevcut çinko ocaklarının neredeyse tamamı yeraltı işletmesi olarak çalışmaktadır. Buna neden olarak mevcut çinko yataklarının açık işletmeye elverişli derinliklerde olmayışı gösterilmektedir. Yeraltı maden işletmeciliği; maden yatağının şekli, boyutu ile cevher ve yan kayanın jeomekanik özelliklerine bağlı olarak değişik yöntemlerle yapılmaktadır. Çinko madenciliğinde ise genellikle damar tipi ve masif cevherlerde yatay dilimli dolgulu ayak (cut and fill) ve ambarlama (caving) yöntemleri; -tabakalı ve yatay damarlarda ise- oda topuk (room and pillar) yöntemleri uygulanmaktadır. Ara kat kazı ve ara kat göçertme yöntemleri de kullanılan yaygın yöntemlerdir. Son yıllarda değişik bir yatay dilimli dolgulu kazı yöntemi (Bench stoping) yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Gelişen teknolojiye bağlı olarak özellikle kazı ve yükleme-taşımada elde edilen büyük aşamalar sonucunda maden üretim kapasiteleri 7.000-10.000 ton/gün seviyesine çıkmıştır. Yeraltı maden işletmelerinde LHD ve kamyonların ve Jumbo denilen büyük delicilerin kullanılması olağan hale gelmiştir. Ayrıca otomasyon sonucunda oldukça pahalıya temin edilen işçilik giderleri düşürülmüş ve üretim randımanları artırılmıştır. Uzaktan kumandalı bu araçların kullanılması ile tehlikeli bölgelerde bile üretim yapılmakta ve işletme kayıpları minimuma indirilmektedir [21].

Maden üretimindeki maliyet girdileri ve üretim randımanları uygulanan farklı işletme yöntemlerine göre değişiklik göstermektedir.

Yeraltı işletmelerinde gelişen teknoloji ile birlikte lastik tekerlekli yükleyiciler, kamyonlar ve jumbo elektrikli deliciler kullanılmaktadır. Ayrıca otomasyon kullanımı sonucunda üretim randımanı artmıştır [4].

5.1. Çinko Zenginleştirme

Çinko madenleri yeraltı ve açık işletme yöntemiyle üretilir, bazı ocaklar ise her ikisinin birleşimidir. Doğrudan izabede kullanılması için yeterince zengin olmayan cevherlerin konsantratörlerde zenginleştirilmesi gerekir. Esas olarak, % 3-10 Zn içeren çinko cevheri konsantre edilmeden önce diğer minerallerden serbestleşmesi için en uygun ayrımı sağlamak üzere öğütülür. Tipik olarak çinko konsantresi %50-55 oranında çinko içerir. Çinko konsantrasyonu genellikle nakliye maliyetlerini mümkün olduğu kadar düşük tutmak için maden sahasında yapılır.

5.2. Kavurma ve Sinterleme

Günümüzde Dünyada çinkonun %80'den fazlası çinkoblend-sfalerit (ZnS)'ten elde edilmektedir. Çinko konsantresi sülfürün yanı sıra farklı miktarlardaki demir, kurşun, gümüş ve diğer elementleri içerir. Çinko konsantresi kavurma veya sinterleme yapılarak kükürttten uzaklaştırılır. Konsantre 900°C'den daha yüksek bir sıcaklığa getirilir, burada çinko sülfür (ZnS), daha aktif olan çinko okside (ZnO) dönüşür. Aynı zamanda sülfür oksijen ile reaksiyona girerek kükürt dioksit (SO₂) ve bu bileşik de sulu fazlarda (H₂O) ile reaksiyona girerek önemli bir ticari yan ürün olan sülfürik aside (H₂SO₄) dönüşür. Daha sonra hidrometalurjik veya pirometalurjik teknikler kullanılarak metalik çinko kazanılır.

5.3. Hidrometalurjik Süreç

Bu aşamada çinko oksitini, diğer kalsine edilmiş malzemeden ayrılması gerekir. Bunu yapmak için sülfürik asit kullanılır. Çinko bileşiği çözünürken demir çökler, kurşun ve gümüş bileşiği çözünmez. Ancak bu çözeltide üretim işleminin sonunda yüksek saflıkta bir çinko ürünü elde etmek için uzaklaştırılması gereken safsızlıklar vardır. Bu işlem esas olarak çözeltiye çinko tozu eklenerek yapılır. Uzaklaştırılacak tüm elementler elektrokimyasal seride çinko altında kaldıkça semantasyon ile çökeltilebilir. Arıtılmış çözelti daha sonra kurşun alaşım anotları ve alüminyum katotlar arasında elektroliz edildiği bir elektrolitik işleme tabi tutulur. Bir elektrik akımı, anot ve katot arasında 3,3-3,5 voltluk elektriksel potansiyel bir fark uygulanarak elektrolit içinden sirküle edilir ve çinko, alüminyum katotlar üzerinde yüksek saflıkta birikir. Çökelen çinko kazınır, kurutulur, eritilir ve külçelere dökülür. Çinko külçelerinin Yüksek Sınıf (HG) %99,95 ve Özel Yüksek Kalite (SHG) %99,99 şeklinde farklı sınıfları olabilir. Bugün çinkonun %90'dan fazlası elektrolitik tesislerde hidrometalurjik olarak üretilmektedir [7].

6. ÇİNKO TİCARETİ

Uluslararası ticarete konu olan tüm mallar; malın bileşimindeki maddelere göre, kullanım alanı veya amacı ile imalat ve işleme derecesine göre Dünya Gümrük Örgütü tarafından Armonize Sistemde (Harmonized System) fasıllar halinde gruplandırılır. Armonize Sistemin, kullanıcı ülkelerin kendi ulusal ihtiyaçlarına göre alt açılımlar yapmasına imkân veren bir mimarisi vardır. Bir ürünün ülkemizin tarife sınıflandırmasındaki yerini belirleyen 12 basamaklı koduna Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu (GTİP) adı verilir. GTİP, Dünya gümrük örgütünden alınan bir koddur. Bu kodlar standart hale getirilmiş olan Armonize sistemden alınmaktadır. Bu kod sayesinde tüm dünyada bulunan ürünlerin sınıflandırılması kolay bir şekilde yapılmaktadır.

Ülkemiz 2608 GTIP kodu ile “çinko cevherleri ve zenginleştirilmiş çinko cevherleri”, 7901 ila 7907 GTIP kodlarıyla “çinko ve çinkodan eşya” ithal ve ihrac etmektedir.

Bu çalışmadaki çinko cevheri ile ilgili ithalat ve ihracat bilgileri, madenlerin GTİP numaralarına ait Türkiye İstatistik Kurumu verilerinden yararlanılarak Kurumumuzca her yıl hazırlanan “Madencilik Sektörüne Ait Temel Ekonomik Göstergeler” kitabından alınmıştır.

Dünya çinko cevheri ticaretinde de yine rezervi büyük olan ülkeler öne çıkmaktadır. Ancak Çin, iç talebi çok büyük olduğundan önemli rezervi ve üretim miktarına rağmen ihracatçı değil net ithalatçıdır. Ayrıca izabe tesisi olmayan ülkeler de ihracat noktasında öne çıkmaktadır. Türkiye’de bu ülkelerden birisidir ve cevher ihracatında 8. sıradadır.

Dünya cevher ithalatında ise büyük miktarlardaki talebiyle Çin, izabe tesisleriyle çinkoyu işleyerek satan G. Kore, Belçika, İspanya, Japonya gibi ülkeler öne çıkmaktadır. Türkiye dünya pazarına oranla önemsiz bir miktarla (%0,02) ithalatta 33. sırada yer almaktadır.

Çin devasa üretimine karşın iç talebinin büyüklüğü nedeniyle, ABD otomotiv ve inşaat sektörünün ihtiyaç duyduğu çinkoyu karşılamak için yüksek miktarda ithalat gerçekleştirmektedir. Türkiye ise rezerv miktarına ve cevher üretimine karşın çinko metali ithalatında 5.sıradadır. İthalat pazarı oldukça rekabetçidir. Türkiye, ithalat ve ihracat rakamlarına göre çinko pazarında net ithalatçıdır [15].

6.1. Pazar/ Piyasa ve Fiyat Durumu

Çinko tüketimi her yıl yaklaşık 16 milyon ton civarında gerçekleşmektedir. Bu miktarın 12 milyon tonu yeni cevher üretiminden, 1 milyon tonu hurda geri dönüşümü izabesinden, 3 milyon tonu ise izabe dışı geri dönüşümden elde edilir. Çinko pazarının ana tüketicisi ülke hangisidir? Çinko pazarı, esas olarak toplam tüketimindeki payı %50 civarına yükselmiş olan Çin Halk Cumhuriyeti'nin talebine bağımlıdır [7].

Hızla büyüyen BRIC ekonomileri, önümüzdeki yıllarda çinko talebini artıracaktır. Bazı tahminler önümüzdeki birkaç yılda birçok madende rezervin tükenmesi sonucunda meydana gelebilecek kapanmalar nedeniyle üretim kapasitesinin eksileceğini öngörmektedir. Günümüzde yeni madenlerin açılması için yatırımlara girişilmiş olsa da öngörülebilir bir gelecekte yeni ocakların üretime alınması gecikebilir. Çinko konsantresi piyasasında arz tarafının sıkışma riski vardır.

Maden üretiminde Glencore, Hindustan Zinc, Teck Resources, Boliden ve Sumitomo; metal üretiminde ise Korea Zinc, Nyrstar, Glencore, Hindustan Zinc ve Shaanxi çinko piyasasındaki ana oyuncular [15].

Küresel çinko piyasasında tüketim her yıl ortalama %2,6 artarken arz, talebe yetişememektedir. Pazarın yapısı rekabetçi-yoğun sayılabilecek bir yapıdadır. Pazar yapısı büyük risk arz etmese de pazar yelpazesini genişletmek riski azaltacaktır [15].

2000 yılında toplam çinko metal tüketiminde Çin'in payı %15,6 iken bu pay 2015 yılında %46,8'e yükselmiş, günümüzde ise % 60'ın üzerine çıkmıştır.

2021 yılının 4. Çeyreğinde 3.360 USD/ton olan çinko fiyatı, zamanla düşerek bu çalışmanın yapıldığı dönemde 2.450-2.535 USD/ton dan LME (Londra Metal Borsası)'de işlem görmüştür. Yaşanan COVID-19 salgını ve tedarik zinciri etkisinin azalmasıyla birlikte önümüzdeki yıllarda çinko fiyatının düşmesi beklenmektedir.

6.2. Dünya İthalat ve İhracat

Dünya çinko cevheri ve konsantresi dış ticaret (ithalat, ihracat) hacmi, 2022 yılı itibariyle yaklaşık 30 milyar dolar civarında gerçekleşmiştir.

6.2.1. İthalat

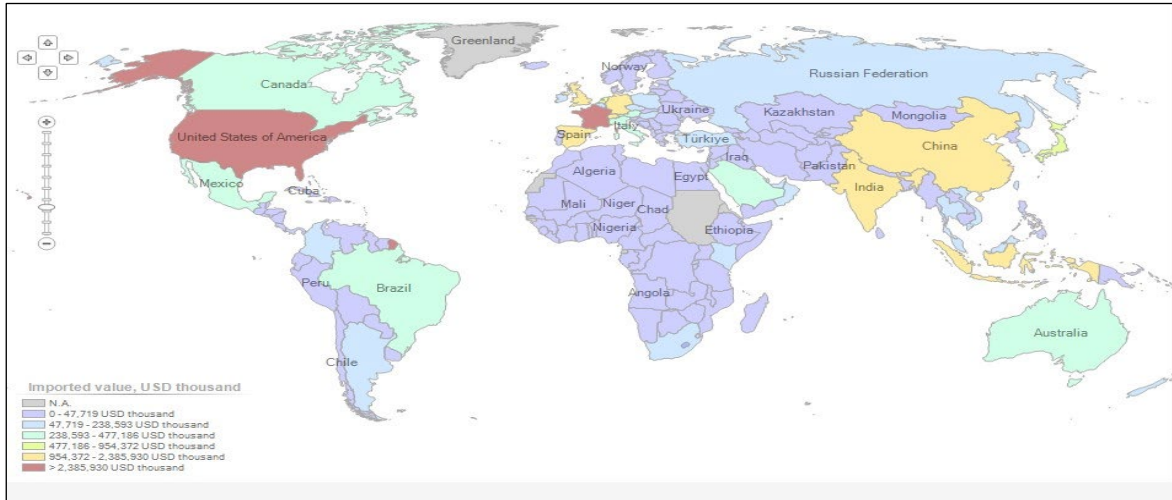
Çinko cevheri ve konsantresi ithalat hacmi 2022 yılında 15,9 milyar USD olarak gerçekleşmiştir. Çinko cevheri ve konsantresi ithalat yapan ilk on ülke ve ithalat miktarlarının yıllara göre dağılımı aşağıdaki Tablo 12'de verilmiştir. Buna göre en fazla ithalatı 4,7 milyar

USD ile Çin yapmış, bunu sırasıyla Güney Kore ve İspanya takip etmiştir. Ülkemiz 2022 yılında 9,98 milyon USD tutarında çinko cevheri ve konsantresi ithal etmiştir.

Tablo 12. Dünya Çinko Cevheri İthalatçı Ülkeleri ve İthalat Tutarları [22].

İthalatçı Ülkeler	İthalat Tutarı* 2019	İthalat Tutarı* 2020	İthalat Tutarı* 2021	İthalat Tutarı* 2022
Çin	2.501.019	2.589.091	3.952.421	4.771.861
Güney Kore	1.686.573	1.350.980	2.039.407	2.356.267
İspanya	999.484	638.895	1.107.667	1.348.835
Belçika	925.668	906.094	1.204.840	1.285.841
Kanada	832.960	740.775	1.035.834	1.268.292
Japonya	761.544	528.760	1.087.360	1.143.370
Finlandiya	499.491	411.928	700.839	744.772
Norveç	314.528	241.743	371.315	453.291
Hollanda	456.523	434.773	479.214	400.398
Almanya	273.383	196.866	359.772	344.733
Türkiye	802	871	2.698	9.985
Dünya Toplamı	10.874.248	9.395.198	14.221.410	15.923.868

* x 1.000 USD



Şekil 20. Dünya Çinko Cevheri İthalatçı Ülkeler Dağılımı [3].

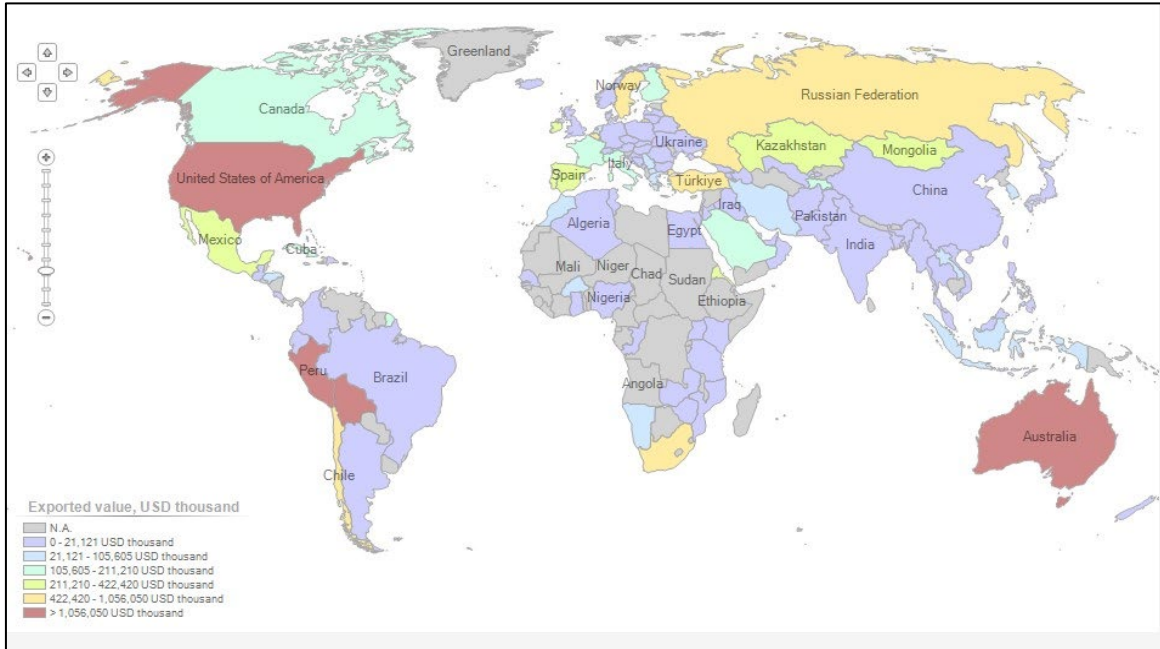
6.2.2. İhracat

Çinko cevheri ve konsantresi ihracat hacmi 2022 yılında 14.2 milyar USD olarak gerçekleşmiştir. Çinko cevheri ve konsantresi ihracatı yapan ilk on ülke ve ithalat miktarının yıllara göre dağılımını gösteren tablo aşağıda verilmiştir. Buna göre en fazla ihracatı 2,1 milyar USD ile Avustralya yapmış, bunu sırasıyla Bolivya ve Amerika Birleşik Devletleri izlemiştir. Ülkemiz 2022 yılında 546 milyon USD tutarında çinko cevheri ve konsantresi ihraç etmiştir. Dünya çinko cevheri ihracatçısı ülkeleri ve ihracat tutarları aşağıdaki Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13. Dünya Çinko Cevheri İhracatçı Ülkeleri ve İhracat Tutarları [22].

İhracatçı Ülkeler	İhracat Tutarı* 2019	İhracat Tutarı* 2020	İhracat Tutarı* 2021	İhracat Tutarı* 2022
Avustralya	1.761.226	1.368.085	1.897.005	2.112.099
Bolivya	1.336.580	817.046	1.380.953	1.818.115
ABD	1.365.372	867.367	1.520.320	1.600.845
Peru	1.604.585	991.669	1.648.696	1.537.499
İsveç	397.879	308.121	493.877	584.286
Türkiye	350.457	289.567	469.223	546.056
Belçika	751.449	649.445	629.461	546.139
Güney Afrika	179.998	205.124	462.417	531.806
Rusya	211.324	174.165	323.798	500.916
Şili	366.806	276.960	427.022	424.016
Dünya Toplamı	11.248.786	8.694.112	12.381.565	14.284.208

* x 1.000 USD



Şekil 21. Dünya Çinko Cevheri İhracatçı Ülkeler Dağılımı [3].

6.3. Türkiye’de İthalat ve İhracat

6.3.1. İthalat

Ülkemizin 2022 yılı itibariyle yapmış olduğu çinko cevheri ithalat miktarı ve değeri Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14. Türkiye Çinko Cevheri İthalat Miktarı ve Değeri, 2022 [16].

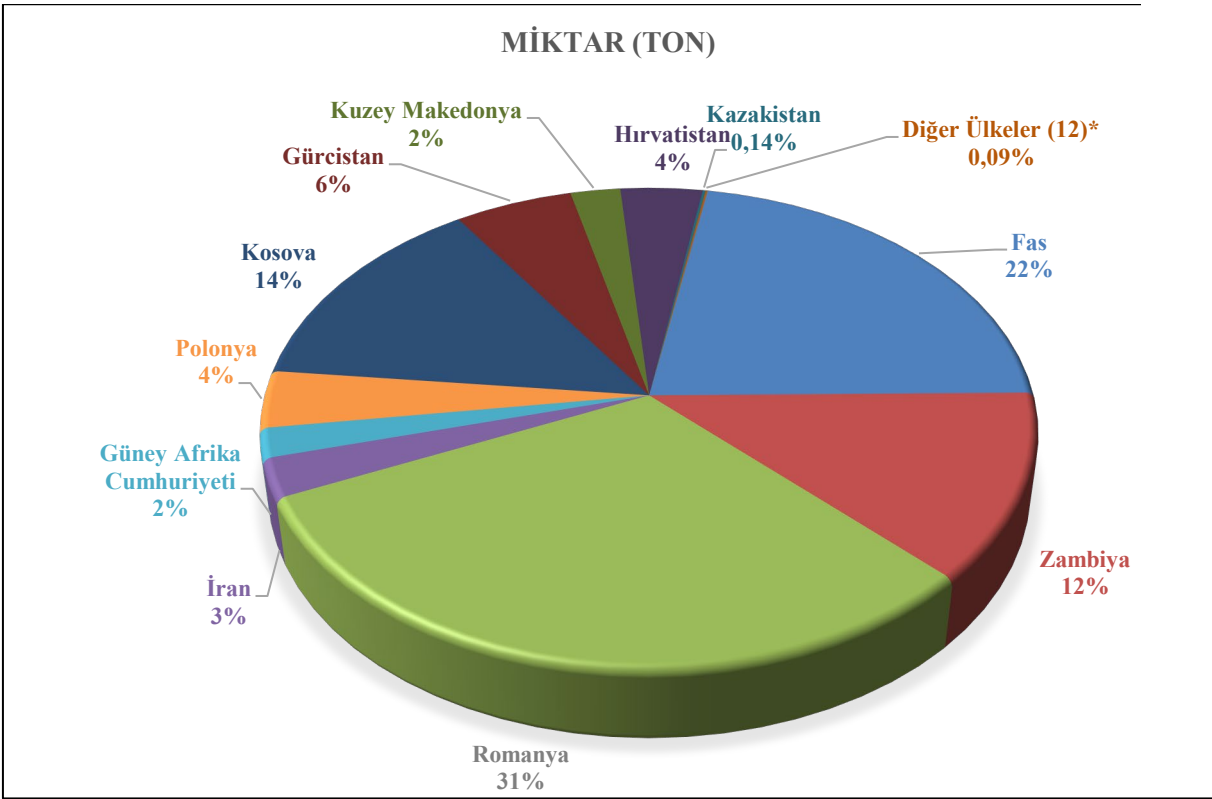
ÜLKELER		MİKTAR (TON)	DEĞER (USD)
1.	Fas	9.876.976	3.534.837
2.	Zambiya	5.632.373	1.910.781
3.	Romanya	13.845.917	1.200.498
4.	İran	1.164.800	1.119.314
5.	Güney Afrika Cumhuriyeti	883.013	653.269
6.	Polonya	1.718.048	597.539
7.	Kosova	6.258.743	525.872
8.	Gürcistan	2.520.659	233.602
9.	Kuzey Makedonya	1.065.760	99.238
10.	Hırvatistan	1.757.502	59.579
11.	Kazakistan	61.200	26.457
	Diğer Ülkeler (12)*	41.048	23.699
TOPLAM		44.826	9.984.685

* Ülkeler sayısındır.

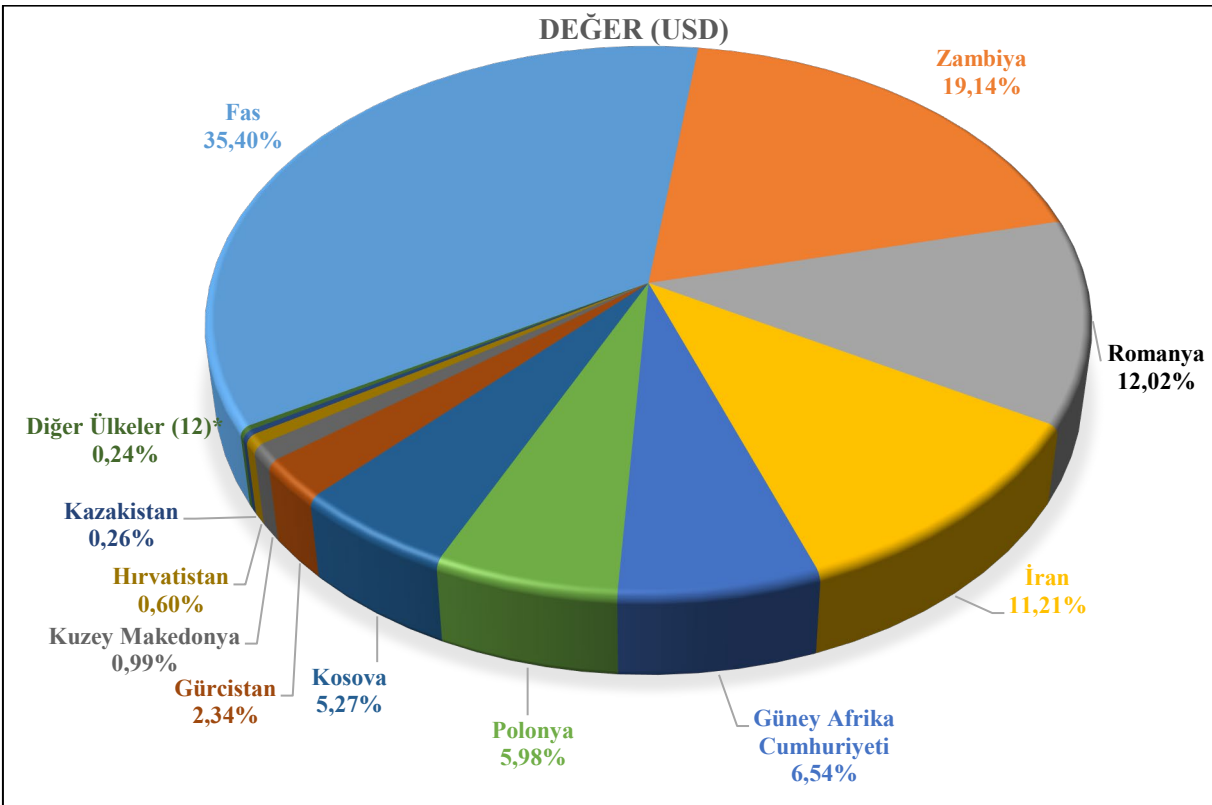
Türkiye çinko cevheri ithalatının bir önceki yıla göre değişim Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 15. Türkiye Çinko İthalatının 2021 Yılına Göre Değişimi [16].

İTHALAT (2022)		İTHALATIN 2021 YILINA GÖRE DEĞİŞİMİ	
MİKTAR (TON)	DEĞER (USD)	MİKTAR (%)	DEĞER (%)
44.826	9.984.685	216,31	269,95



Şekil 22. Türkiye Çinko İthalatı Miktarsal Dağılımı [16].



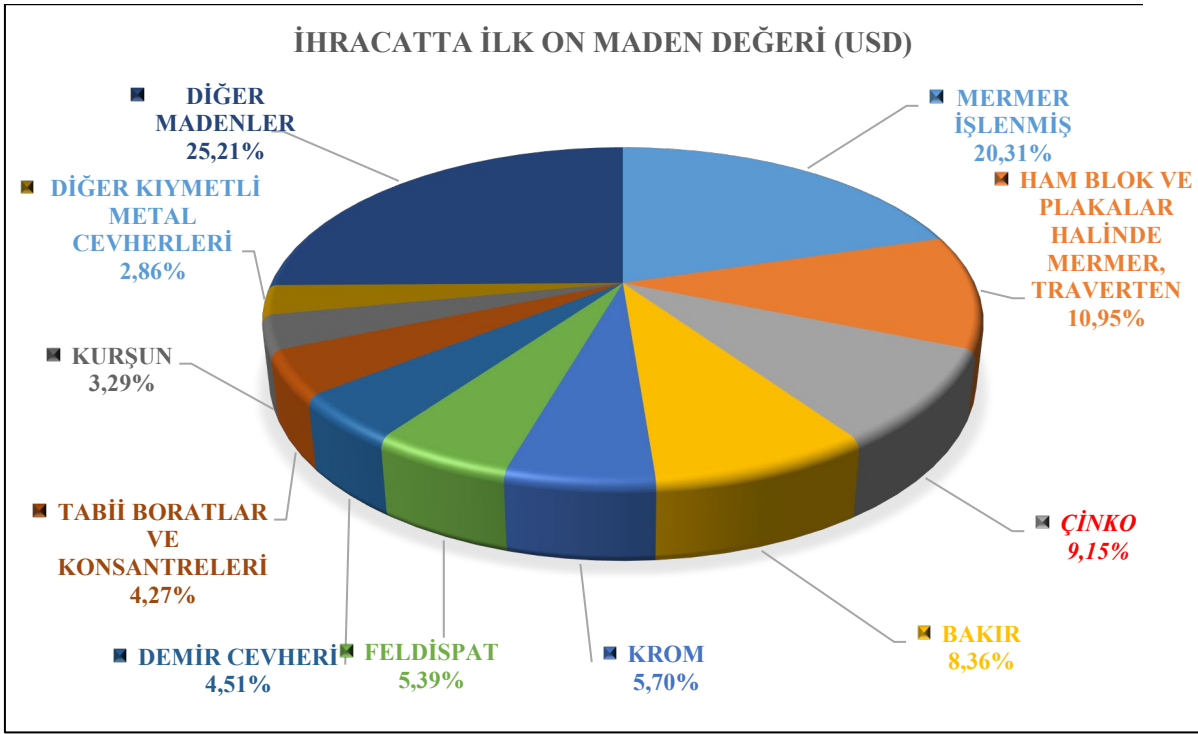
Şekil 23. Türkiye Çinko İthalatı Değersel Dağılımı [16].

6.3.2. İhracat

Çinko cevheri, 2022 yılında ülkemizin maden ihracatında yer alan ilk on maden arasında üçüncü sırada yer almaktadır. Maden ihracatımızda yer alan ilk on madeni gösteren tablo aşağıda yer almaktadır. Bu sıralama önceki yıllarda da aynı şekilde gerçekleşmiştir. Genel maden ihracatımız 2022 yılında 5,9 milyar dolar olmuştur. Bu yıl içerisinde yapılan 863.571 ton çinko cevheri ihracatı ile 546 milyon dolar üzerinde bir kazanç sağlanmıştır.

Tablo 16. Maden İhracatımızda İlk On Maden ve Çinko [16].

İHRACATTA İLK ON MADEN		
MADENLER	İHRACAT MİKTAR (TON)	İHRACAT DEĞER (USD)
1. MERMER İŞLENMİŞ	2.815.933	1.211.300.856
2. HAM BLOK VE PLAKALAR HALİNDE MERMER, TRAVERTEN	4.076.914	652.958.310
3. ÇİNKO	863.571	546.055.615
4. BAKIR	387.699	498.721.534
5. KROM	1.362.197	340.295.437
6. FELDİSPAT	7.458.402	321.671.346
7. DEMİR CEVHERİ	2.820.958	269.143.486
8. TABİİ BORATLAR VE KONSANTRELERİ	749.615	254.597.430
9. KURŞUN	130.876	196.156.050
10. DİĞER KIYMETLİ METAL CEVHERLERİ VE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ METAL CEVHERLERİ	59.466	170.414.903
DİĞER MADENLER	17.235.871	1.503.693.874
GENEL TOPLAM	37.961.502	5.965.008.841



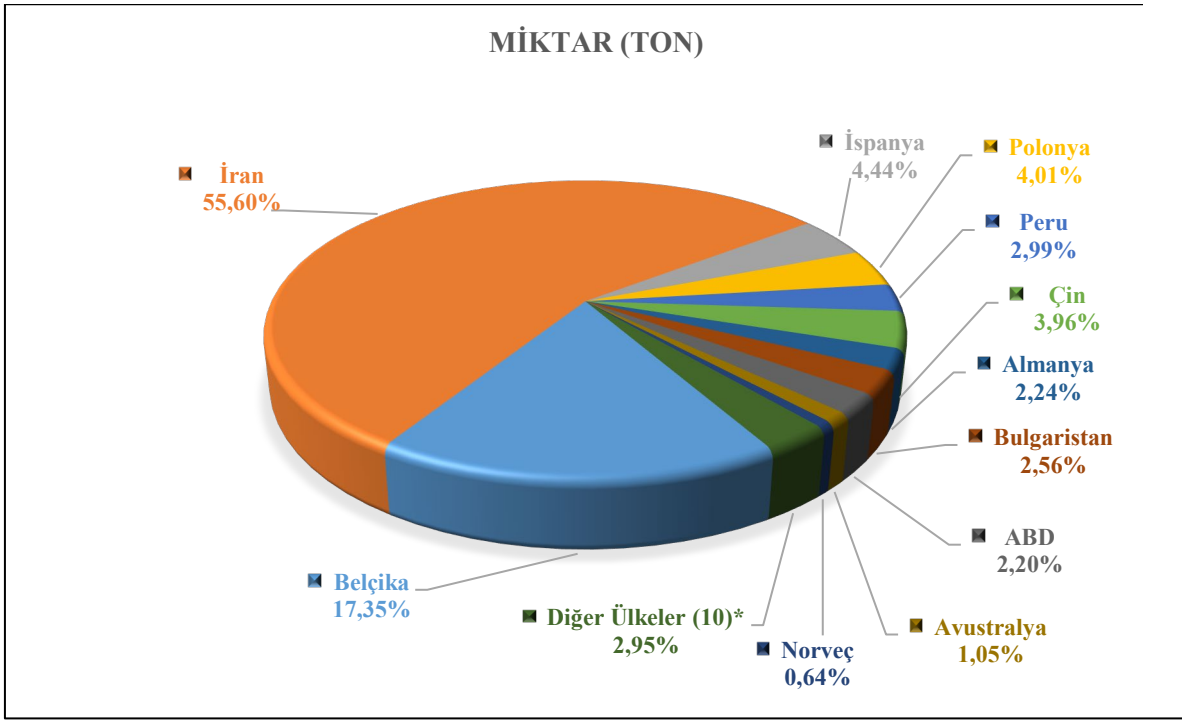
Şekil 24. Maden İhracatımızdaki Madenlerin ve Çinkonun Değersel Dağılımı [16].

2022 yılı itibariyle Ülkemizin diğer ülkelere göre çinko cevheri ihracat miktarları ve değerleri dağılımı aşağıdaki Tablo 17’de verilmiştir. Buna göre 863 bin ton olan ihracatımızın yaklaşık 270 bin tonu Avrupa ülkelerine yapılmaktadır.

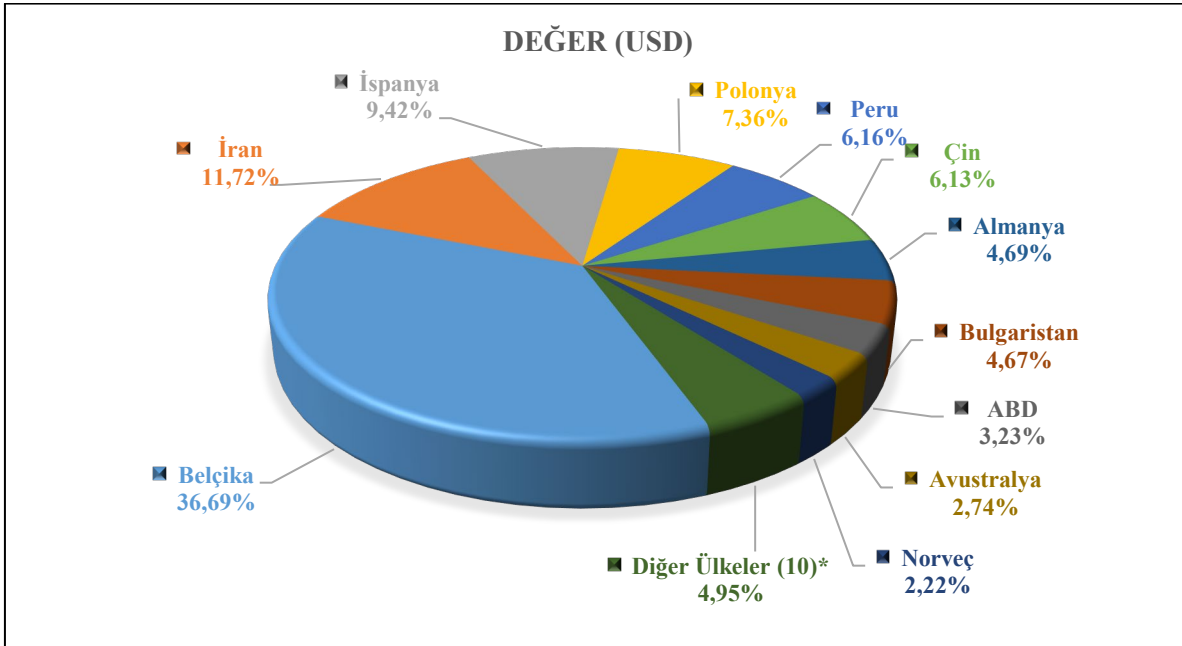
Tablo 17. Çinko Cevheri İhracatımızın Ülkelere Göre Miktarları ve Değerleri [16]

ÜLKELER		MİKTAR (TON)	DEĞER (USD)
1.	Belçika	149.855	200.338.625
2.	İran	480.170	64.005.547
3.	İspanya	38.341	51.414.716
4.	Polonya	34.617	40.205.684
5.	Peru	25.812	33.656.073
6.	Çin	34.204	33.497.561
7.	Almanya	19.365	25.629.179
8.	Bulgaristan	22.142	25.504.812
9.	ABD	19.010	17.651.911
10.	Avustralya	9.094	14.982.023
11.	Norveç	5.506	12.147.810
	Diğer Ülkeler (10)*	25.457	27.021.674
TOPLAM		863.571	546.055.615

* Ülkeler sayısıdır.



Şekil 25. Çinko Cevheri İhracatımızın Miktarasal Ülke Payları [16].



Şekil 26. Çinko Cevheri İhracatımızın Değersel Ülke Payları [16].

Tablo 18. Türkiye Çinko Cevheri İhracatının 2021 Yılına Göre Değişimi [16].

İHRACAT (2022)		İHRACATIN 2021 YILINA GÖRE DEĞİŞİMİ	
MİKTAR (TON)	DEĞER (USD)	MİKTAR (%)	DEĞER (%)
863.571	546.055.615	0,92	16,37

7. ÇİNKONUN ÇEVRE VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Madencilik faaliyetleri (açık ocak ve/veya yer altı işletmesi); hazırlık çalışması, planlama, arama, tasarım ve inşa/üretim aşamalarını kapsar. Yeraltında bulunan cevherin türüne göre belirli fiziksel, kimyasal ve ergitme işlemlerinden geçirilerek, ekonomik değeri bulunan ürüne dönüştürülmesini içeren bağımsız veya bütünleşmiş (cevher hazırlama/zenginleştirme, izabe tesisi vb.) tüm faaliyetleri içerir.

Tüm madencilik faaliyetlerinde olduğu gibi çinko cevherinin yeryüzüne çıkarılması aşamasında alıcı ortam olarak tabir edilen havaya (duman, toz, gürültü, titreşim), toprağa, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına (tehlikeli, endüstriyel ve evsel atıklar) olası çevresel etkileri mevcuttur.

Açık ocak veya yer altı işletmesi ile cevher hazırlama ve zenginleştirme tesislerinden kaynaklanabilecek olası çevresel etkiler, ana başlıklarıyla şöyle özetlenebilir.

- Hava kirliliği (gaz salınımı, toz, duman, vb.)
- Su kirliliği (yüzey ve yeraltı sularına etkiler)
- Toprak kirliliği ve erozyonu
- Katı ve sıvı atıkların (tehlikeli, endüstriyel ve evsel atıklar) oluşması ve bertarafı
- Patlatmalardan kaynaklanabilecek hava şokları ve sarsıntılar
- Trafik, gürültü ve titreşim
- Flora ve Faunanın bozulması ile ekosistemler üzerine etkiler
- Tarım ve orman alanlarının zarar görmesi
- Topografya üzerine etkileri
- Peyzaj sorunları

Yukarıda belirtilen etkilerin belirlenmesi, kontrol ve bertaraf edilmesi ile bu etkilerin en aza indirmek amacıyla dünya ülkeleri çeşitli kanun ve yönetmelikler çıkarmışlardır. Bu bağlamda; ülkemizdeki madencilik faaliyetleri (üretim ve zenginleştirme, *-arama faaliyetleri hariç-*); 2872 sayılı Çevre Kanunu ve bu Kanun çerçevesinde ilk olarak 07.02.1993 tarihinde yürürlüğe giren, 25.11.2014 tarih ve 29186 sayılı Resmi Gazete 'de güncellenerek yayımlanan "Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED)" Yönetmeliğine tabidir. Bu yönetmeliğe uygun olarak gerekli tüm izin, onay, lisans ve tedbirlerin alınması gereklidir. Bu yönetmeliğin gereklilikleri yerine getirilmeden madencilik faaliyetlerine izin verilmemektedir [23].

7.1. İnsan Sağlığına Etkileri

Tüm canlılara büyüme ve hayatta kalmak için çinko gereklidir. Çinko tüm canlı organizmaların biyolojik süreçlerinde kritik bir rol oynar; demirden sonra vücutta ikinci en bol bulunan metaldir.

Vücudumuzun sağlıklı işleyebilmesi için gerekli olan çinko pek çok faydaya sahiptir. Çinkonun bazı faydaları aşağıdaki gibidir;

- ✓ Bağışıklığı güçlendirir
- ✓ Cilt problemlerini önler
- ✓ Saç dökülmesine iyi gelir
- ✓ Kronik hastalıklara yakalanma riskini azaltır
- ✓ Yaraların iyileşmesini hızlandırır
- ✓ Protein sentezine katkıda bulunur
- ✓ Tırnakların korunmasına katkıda bulunur
- ✓ Yaşa bağlı gelişen Alzheimer gibi hastalıkların önlenmesinde etkilidir
- ✓ Görme kaybına neden olan sarı nokta hastalığını önleyici etkiye sahiptir
- ✓ Kronik yorgunluğu önler

İnsan vücudunda yaklaşık 2-3 gram kadar bulunan çinko, hayvansal ve bitkisel besin kaynağı içeren ürünlerde bulunmaktadır. Hindi, kırmızı et, tavuk, deniz ürünleri, badem, yer fıstığı, kabak çekirdeği, antep fıstığı, susam, ıspanak, roka, pazı, bamyası, bezelye, mantar, yumurta, patates, beyaz peynir, yoğurt çinko içeren besinlerdir. Çinko da günlük olarak alınması gereken minerallerden biridir. Ancak alınması gereken çinko miktarı yaş ve cinsiyete göre değişiklik göstermektedir.

Çinko, vücutta uzun süreli depolanması mümkün olan bir mineral değildir. Dolayısıyla çeşitli gıdalar veya takviyeler ile vücuda dışarıdan alınmalıdır. Çeşitli nedenlere bağlı olarak günlük çinko ihtiyacı yeterli miktarda karşılanmadığında, vücutta çinko eksikliği meydana gelmektedir. Çinko eksikliğinin en önemli nedeni yetersiz ve dengesiz beslenmedir. Özellikle de çinko yönünden en değerli besin gurubu olan hayvansal gıdaların tüketilmemesine bağlı olarak vegan ve vejetaryen bireyler çinko eksikliği açısından, riskli gruplar arasındadır. Bunun dışında emziren anneler ya da hamileler, ileri yaştaki bireyler ve çeşitli kronik hastalıklara sahip bireyler de riskli grupta yer almaktadır [24].

Çinko, insan sağlığı için gerekli olan eser elementtir. İnsanlar çok az çinko aldığıında iştahsızlık, tat ve koku alma duyusunda azalma, yaraların yavaş iyileşmesi ve ciltte yara oluşumları gibi semptomlar yaşayabilirler. Çinko eksikliği doğum kusurlarına bile neden olabilir. İnsan vücudu orantılı olarak yüksek çinko konsantrasyonlarını tolere edebilse de, çok fazla çinko yine de mide krampları, cilt tahrişleri, kusma, bulantı ve anemi gibi önemli sağlık sorunlarına neden olabilir. Çok yüksek çinko seviyeleri pankreasa zarar verebilir ve protein metabolizmasını bozabilir ve damar sertliğine neden olabilir. Çinko klorüre aşırı derecede maruz kalmak solunum bozukluklarına neden olabilir [4].

8. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Yapılan arkeolojik çalışmalarda çinkonun ilk olarak M.Ö. 2000 yıllarında Çinliler ve Romalılar tarafından alaşım malzemesi olarak pirinç yapımında kullanıldığı bilinmektedir.

Çinko yer kabuğunda en çok bulunan 23. element olmasına karşın demir, alüminyum ve bakırdan sonra en çok tüketilen dördüncü metaldir. Kullanım alanı yaygınlığından dolayı çinkoya olan talebin ileriki yıllarda giderek artacağı öngörülmektedir.

Metal ürünlerden lastik üretimine, pigment hammaddesinden galvanizlemeye kadar birçok çeşitli kullanım alanları bulunan çinko; daha çok (%75) metalik formda kullanılmaktadır.

Çinkonun en önemli kullanım alanı demir ve çelik ürünlerinin korozyona karşı direncini arttıran galvanizlemedir. Galvanizleme işleminin yanı sıra çinko, döküm sanayinde, pirinç ve bronz gibi alaşımların üretiminde, lastik imalatında, pil endüstrisinde, ilaç sanayinde, tarım sektöründe ve pigment üretiminde kullanılmaktadır.

Tüm canlılara büyüme ve hayatta kalmak için çinko gereklidir. Çinko tüm canlı organizmalarının biyolojik süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Demirden sonra vücuttaki ikinci en bol bulunan metaldir. Çinko oksit (ZnO) ve diğer formlarının sağlık sektöründe kullanımı giderek artmaktadır. Çok yüksek miktarda çinko alınması, pankreasa zarar verebilir ve protein metabolizmasını bozabilir ve damar sertliğine neden olabilir. Çinko klorüre (ZnCl₂) aşırı derecede maruz kalmak solunum bozukluklarına neden olabilir.

En yaygın olarak bulunan çinko minerali, şu anda işletilen çinko yataklarının hemen hemen hepsinde bulunan çinkoblend olarak da bilinen sfalerittir (ZnS). Genellikle galen, kalkopirit, pirit, kuvars, kalsit, fluorit ve barit ile birlikte bulunmaktadır.

Dünya çinko rezerv miktarı yaklaşık 210.000.000 tondur. Avustralya, 66 milyon ton ile en fazla rezerve sahip ülkedir. Bunu sırasıyla Çin ve Rusya izlemektedir. Bu üç ülkenin çinko rezerv miktarı toplam dünya rezervinin %57'sini oluşturmaktadır. Ülkemiz ise yaklaşık 6 milyon ton çinko rezervi ile 9.sırada yer almaktadır.

Dünya çinko rezervi miktarı uzun bir süre yetecek düzeydedir.

Türkiye, belli bölgelerde cevherleşmeler ve rezervler bulunmasına karşın büyük ölçekli bir rezerve sahip değildir. Ancak rezerv envanterinin mümkünse artırılması ve güncellenmesi gerekmektedir. Çinko madeni için artan talep düzeyinin karşılanması için yakın gelecekte daha derin sondajların yapılması gerekecektir.

Dünyada 2022 yılında 13 milyon ton çinko cevheri üretimi gerçekleştirilmiştir.

Dünya’da mevcut çinko ocaklarının neredeyse tamamı yeraltı işletmesi olarak çalışmaktadır. Buna neden olarak mevcut çinko yataklarının açık işletmeye elverişli derinliklerde olmayışı gösterilmektedir.

Ülkemizde 2022 yılında 452 bin ton çinko cevheri üretilmiştir. Üretim miktarımız önceki yıllara göre artış göstermektedir.

Çinko cevheri, 2022 yılında ülkemizin maden ihracatında yer alan ilk on maden arasında üçüncü sırada yer almaktadır. Türkiye 2022 yılında 863.571 ton çinko cevheri ihracat miktarı ile 546 milyon dolar üzerinde bir kazanç sağlanmıştır. Aynı yıl içinde 9,98 milyon dolar tutarında 44.826 ton çinko cevheri ithalatı yapılmıştır.

Ülkemizde çinko izabe tesislerinin bulunmaması dolayısıyla ihtiyacımız olan metalik çinko yurt dışından ithal edilmektedir. Çinko ihtiyacı noktasında dışa bağımlılığın en azından belli düzeylere getirilmesi için devlet teşvik sistemi kapsamında, Siirt ve Kayseri’de iki izabe tesisinin kurulması ile ilgili çalışmalara başlanılmıştır. Bu kapsamda, Türkiye’nin yıllık çinko ithalatının yaklaşık yüzde 40’ını karşılayacak olan hâlihazırda tek çinko metal külçe üretim tesisi (Lineer Metal A.Ş.) 4 Aralık 2021 yılında Siirt’te kurulmuş ve faaliyete geçmiştir.

Plastik, kauçuk, boya ve diğer ürünlerde yaygın olarak kullanılan oldukça etkili bir alev geciktirici olarak kullanılan çinko borat, Eti Maden tarafından Türkiye’de üretilmektedir.

Çinko bakımından zengin baca tozlarının bertaraf edilip değerlendirilmesi için Kayseri’de (Çinkom), İskenderun’da (Befesa Silvermet), İzmir-Aliağa’da (Turkmex-Çinkom ile Meksikalı Zinc Industrias Nacionales S.A. (ZINSA)) ve Karabük’te (Marzinc A.Ş.) Türkiye’nin önde gelen 5 çelik üreticisi firma; Çolakoğlu Metalurji A.Ş., Diler Demir Çelik End. ve Tic. A.Ş., İçdaş Çelik Enerji Tersane ve Ulaşım San. A.Ş., Kaptan Demir Çelik Endüstri ve Tic. A.Ş ve Kroman Çelik San. A.Ş. olmak üzere 4 ayrı tesis faaliyet halindedir. Bu fabrikalarda Waelz prosesi ile yılda toplam 100-125 bin ton Waelz oksit (% 60-65 Çinko, % 7-8 Kurşun) üretilip ihraç edilmektedir [7].

Tüm madencilik faaliyetlerinde olduğu gibi çinko cevherinin yeryüzüne çıkarılması aşamasında alıcı ortam olarak tabir edilen havaya (duman, toz, gürültü, titreşim), toprağa, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına (tehlikeli, endüstriyel ve evsel atıklar) olası çevresel etkileri mevcuttur. Çinko madencilik faaliyetleri, 25.11.2014 tarih ve 29186 sayılı Resmi Gazete ’de güncellenerek yayımlanan “Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED)” Yönetmeliğine tabidir. Bu yönetmeliğe uygun olarak gerekli tüm izin, onay, lisans ve tedbirlerin alınması gereklidir. Bu yönetmeliğin gereklilikleri yerine getirilmeden madencilik faaliyetlerine izin verilmemektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Metal Madenler Alt Komisyonu Kurşun Çinko Kadmiyum Çalışma Grubu Raporu, Ankara, DPT: 2682-ÖİK: 639, 2001.
- [2] <http://pixers.com.tr>, Erişim tarihi: Ağustos 2023.
- [3] The World Zinc Factbook, International Lead and Zinc Study Group (ILZS Study Group), 2020.
- [4] Bektimuroğlu, O. Dünyada ve Türkiye’de Kurşun Çinko Cevheri, MTA, Ankara, 2013.
- [5] <https://malzemebilimi.net/cinko-nedir-nerelerde-kullanilir-cinko-mineralleri-nelerdir.html>, Erişim Eylül 2023.
- [6] <https://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87inko>, Erişim Eylül 2023.
- [7] Yener, L. Çinko Madenciliğimizi Nasıl Bir Gelecek Bekliyor? Emtia Dünyası Sektörden Haberler Bülteni, https://www.tmdr.org.tr/modules/faq/datafiles/FILE_9E953D-A0506D-5FD56F-D818D1-795728-EE120F.pdf, Erişim tarihi: Eylül 2023.
- [8] <https://galvanizingasia.com/wp-content/uploads/2016/07/Zinc-in-the-Environment>, Erişim tarihi: Eylül 2023.
- [9] <https://www.zinc.org/automotive/> International Zinc Association, Erişim tarihi: Ekim 2023.
- [10] <https://www.ilzsg.org/what-is-zinc>, Erişim tarihi: Eylül 2023.
- [11] <https://www.zinc.org/energy-storage>, Erişim tarihi: Ağustos 2023.
- [12] Mineral Commodity Summaries 2023 U.S. Geological Survey (USGS), ABD, 2023.
- [13] Öztunalı Ö. , Maden Yatakları Oluşumları ve Değerlendirilmeleri, İstanbul, 1973.
- [14] Demir F. , Çinko Sülfür Cevherlerinin Oksidasyon ve Redüksiyon Koşullarına Mekanik Aktivasyonun Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nisan 2018.
- [15] Çinko Yataklarının Durumu, İşletmeciliği ve Geleceği, İstanbul Maden İhracatçıları Birliği (İMİB), 2020.
- [16] Gençbay B. , Dinlen İ., Madencilik Sektörüne Ait Temel Ekonomik Göstergeler 2022, MTA, Ankara, 2023.
- [17] statista.com/statistics/607182/refined-zinc-production-of-the-leading-zinc-producers, Erişim tarihi: Kasım 2023.

[18] [statista.com/statistics/607182/refined-zinc-production-of-the-leading-zinc-producers](https://www.statista.com/statistics/607182/refined-zinc-production-of-the-leading-zinc-producers), Erişim tarihi: Kasım 2023.

[19] Hakkâri İli İzabe Tesisi Kurşun Çinko Ön Fizibilite Raporu, Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı, Erişim tarihi: Ekim 2020.

[20] <https://www.lineermetal.com.tr/siirtcinko.php>, Erişim tarihi: Kasım 2023.

[21] <https://madenpark.com/cinko>, Erişim tarihi: Kasım 2023.

[22] <https://wits.worldbank.org/CountryProfile>, Erişim tarihi: Kasım 2023.

[23] Dinlen. İ., Dünyada ve Türkiye’de Demir, MTA, Ankara, 2022.

[24] <https://rumelihospital.com.tr/saglik-rehberi/beslenme-ve-diyet-saglik-rehberi/cinko-nedir>, Erişim tarihi: Kasım 2023.

