



MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Dünyada ve Türkiye’de Kurşun

Hazırlayan

Betül GENÇBAY
Jeoloji Mühendisi

Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı

2023

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
1.1. Genel Özellikler.....	1
1.2. Kurşunun Tarihçesi	3
1.3. Kurşun Madeninin Kullanım Alanları	4
2. KURŞUN YATAKLARININ OLUŞUMU	11
2.1. Hidrotermal Yataklar	12
2.2. Hidrotermal Sedimanter Yataklar.....	12
2.3. Volkano-Sedimanter Yataklar	12
2.4. Sedimanter Yataklar	13
2.5. Lateral-Segregasyon Yataklar	13
2.6. Strata-Bound Yataklar	13
2.7. Karstik Yataklar.....	14
2.8. Volkanojenik Masif Sülfid Yataklar	14
3. KURŞUNUN REZERV ve KAYNAK DURUMU	16
3.1. Dünya Rezervleri ve Kaynakları	16
3.2. Türkiye Rezervleri ve Kaynakları	18
4. KURŞUNUN ÜRETİM DURUMU	21
4.1. Dünyada Üretim Miktarı	21
4.2. Türkiye’de Kurşun Üretim Miktarı	25
4.3. Dünyada Üretim Yapan Şirketler	25
4.4. Türkiye’de Üretim Yapan Şirketler.....	29
4.5. Uluslararası Birlikler (Kuruluşlar)	31
5. KURŞUNUN ÜRETİM YÖNTEMLERİ	33
5.1. Üretim Süreci.....	33
5.1.1. Cevher madenciliği ve cevherin konsantre edilmesi	33
5.1.2. Flotasyon.....	33
5.1.3. Filtreleme	34
5.1.4. Cevherin kavrulması	34
5.1.5. Rafine etme	34
5.1.6. Maliyetlendirme.....	35
5.1.7. Yan ürünler/Atık.....	36
5.1.8. İkincil kurşun üretimi.....	36
5.2. Kurşun ve Alaşımları.....	37

5.2.1 Antimuanlı kurşun	38
5.2.2. Rulman alaşımları	38
5.2.3. Kurşun-kalay	39
5.2.4. Kurşun-gümüş.....	39
5.3. Kimyasal Bileşikler	39
5.3.1. Oksitler.....	39
5.3.2. Tetraetil kurşun	40
5.3.3. Silikatlar	40
5.3.4. Karbonatlar	40
5.3.5. Kromatlar	41
5.3.6. Diğer bileşikler	41
6. KURŞUN TİCARETİ	44
6.1. Pazar/Piyasa ve Fiyat Durumu	44
6.2. Dünyada İthalat ve İhracat.....	46
6.3. Türkiye’de İthalat ve İhracat	49
6.3.1. İthalat	49
6.3.2. İhracat	52
7. KURŞUNUN ÇEVRE VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ	54
7.1. Maruz Kalma Kaynakları ve Yolları	54
7.2. Çocuklarda Sağlık Etkileri	56
7.3. Çevresel Etkiler	57
7.4. Önlemler	58
8. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER.....	60
KAYNAKLAR.....	64

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Ülkelerin Kurşun Rezerv Miktarları [13].	17
Tablo 2. MTA Genel Müdürlüğü Kurşun, Kurşun-Çinko Buluculuk Sahaları [18].	20
Tablo 3. Ülkelerin 2021 ve 2022 Yılları Kurşun Üretim Miktarları [13].	24
Tablo 4. Ülkemizde Konsantre Kurşun Üretimi Yapan Şirketler ve Üretim Miktarları (2022) [31].	29
Tablo 5. Kurşun Metal Fiyatları (2023) [48].	46
Tablo 6. Yıllara Göre Türkiye'nin Kurşun İthalat Miktarları ve Değerleri [50].	50
Tablo 7. 2022 Yılında Kurşun Cevheri İthal Ettiğimiz Ülkeler, Miktarları ve Değer Bilgileri [50].	50
Tablo 8. Yıllara Göre Türkiye'nin Rafine Kurşun Metali İthalat Miktarları ve Değerleri [50].	51
Tablo 9. 2022 Yılında Rafine Kurşun Metali İthal Ettiğimiz Ülkeler, Miktarları ve Değer Bilgileri [50].	51
Tablo 10. Yıllara Göre Kurşun Cevheri İhracat Miktarları ve Değerleri [50].	52
Tablo 11. 2022 Yılında Kurşun Cevheri İhraç Ettiğimiz Ülkeler, Miktarları ve Değer Bilgileri [50].	52
Tablo 12. Yıllara Göre Rafine Kurşun Metali İhracat Miktarları ve Değerleri [50].	53
Tablo 13. 2022 Yılında Rafine Kurşun Metali İhraç Edilen Ülkeler, Miktarları ve Değer Bilgileri [50].	53

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Galen (PbS) minerali [3].	2
Şekil 2. Serüzit (PbCO ₃) minerali [4].	3
Şekil 3. Radyoaktif bir numuneyi (Cs-137) korumak için kullanılan kurşun tuğlalar [7].	8
Şekil 4. Yıllara göre küresel kurşun rezerv miktarları [15].	17
Şekil 5. Türkiye kurşun yataklarının dağılımı [16].	18
Şekil 6. Yıllara göre Dünya çapında kurşun madeni üretim hacmi [20].	22
Şekil 7. Dünyada kurşun madeni üretimi yapan ülkeler [22].	24
Şekil 8. Dünyanın en büyük gümüş ve ayrıca kurşun üreticilerinden olan Queensland'in (Avustralya) kuzeybatısında bulunan Cannington madeni [28].	27
Şekil 9. Yüksek Fırın'da, üretim aşamaları görseli [39].	35
Şekil 10. 2022 yılında 100.000 tondan fazla rafine kurşun üreten ülkeler [44].	42
Şekil 11. Yıllara göre Dünya rafine kurşun metal üretimi [44].	42
Şekil 12. Dünyanın en çok rafine kurşun metali kullanan ülkeleri (2022) [44].	43
Şekil 13. Sektörlere göre rafine metal kurşun kullanımı (2022) [44].	44
Şekil 14. Yıllara göre Dünyada rafine kurşun metali ithalatı ve ihracatı [44].	47
Şekil 15. 2022 yılında en fazla rafine kurşun metali ithalatı yapan 5 ülke [44].	48
Şekil 16. 2022 yılında en fazla rafine kurşun metali ihracatı yapan 5 ülke [44].	49

1. GİRİŞ

Toplumların refah seviyesi ile madencilik arasında çok yakın bir ilişki mevcuttur. Madencilik faaliyetleri sanayi, enerji ve tarım sektörlerinin en temelini oluşturmaktadır. Kurşun, keşfedilen en eski metallere biri olup, kurşun madenciliği ve metalurjisi dünya çapında önemli bir sanayi koludur. Kurşun madeni ile ilgili olarak hazırlanan bu kitapta, madenin oluşumu özellikleri kullanım alanları fiyatı, Dünya ve Türkiye'deki rezerv ve üretim bilgileri ulaşılabılır en güncel bilgilerle yansıtılmaya çalışılmıştır. Kurşun madeni ile ilgili olarak genel anlamda bir bakış açısı ve pratik bilgiler oluşturulması amaçlanmıştır.

1.1. Genel Özellikler

“Kurşun” kelimesi, Latince kökenli bir kelimedenden Türkçe'ye geçmiştir. Kurşunun simgesi, Latince “sıvı gümüş” veya “kurşun” anlamındaki “plumbum” kelimesinden alınmıştır. İngilizcesi, Anglosakson kökenli “metal” kelimesinden gelen “lead”dir.

Yeryüzünde rastlanan elementler arasında 34.sırayı alan kurşunun, atom kütlesi 207,2 u ve atom numarası 82'dir. Doğada özgün kristal yapısına ender rastlanan kurşun kübik sistemde kristalleşir. Gri renkli olup, metalik parlaklığa sahiptir. Ergime noktası düşük (327°C), kaynama noktası (1 atmosferde) 1525°C dir. Korozyona karşı dayanıklı, kolayca şekillendirilebilen, yüksek özgül ağırlığı (11,4 t/m³) ile kurşun, değişik alaşımlar olarak kullanılabilme özelliğine sahiptir. Düşük bir çekme mukavemetine (1 t/in²) sahip olması nedeniyle gerilmenin önemli olduğu hallerde kullanım sahası sınırlıdır. Adi metaller arasında korozyona en dayanıklı olması yanında yassılaşıma ve tel çekme özelliğine de sahip bir metaldir. Doğada, kütle numaraları 208, 206, 207 ve 204 olmak üzere 4 kararlı izotopu vardır. Kurşunun son katmanında 4 açık elektron olmasına rağmen, genellikle bileşiklerinde +4 yerine +2 değerlik alır. Çünkü kalan son 2 elektron kolayca iyonize olabilir. Nitrattan ve klorattan farklı olarak kurşun (II) tuzları suda çok daha az çözünür.

Kurşunun kararlı bileşiklerinde (kurşun, tetra-etil (tetraethyl lead) veya tetrametil kurşun (tetramethyl lead gibi) direkt olarak bir karbon atomuna bağlanmıştır. Bu bileşikler kaynama noktaları, sırasıyla 110°C ve 200°C olan renksiz sıvılardır.

Kurşun, Goldschmidt jeokimyasal sınıflandırması dahilinde bir kalkofil olarak sınıflandırılır ve genellikle kükürt ile birlikte bulunur. Nadiren doğal, metalik formunda oluşur. Pek çok kurşun minerali nispeten hafiftir. Yer kabuğunda en bol bulunan 38. elementtir. Yer kabuğunda bulunma sıklığı 12,5 g/t'dur. Kurşunun en çok rastlanılan cevherleri, sülfür minerali galen (PbS) ve onun oksitlenmiş ürünleri olan serüzit (PbCO₃) ve anglezittir (PbSO₄). Bu mineraller arasında en önemli olanı galendir. Genel olarak sfalerit

(ZnS), gümüş ve pirit (FeS_2) ile birleşik halde bulunur. Kurşun, PbO , Pb_2O_3 , PbO_4 , PbO_2 ve Pb_2O olmak üzere 5 tipte oksitli bileşik oluşturur. En dayanıklısı PbO 'dur.

Ana kurşun içeren mineral, çoğunlukla çinko cevherlerinde bulunan galendir (PbS). Diğer kurşun minerallerinin çoğu bir şekilde galenle ilişkilidir; bulanjerit (boulangerite), $\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$, galen'den türetilen karışık bir sülfittir; anglesit, PbSO_4 , galen oksidasyonunun bir ürünüdür ve serüzit veya beyaz kurşun cevheri, PbCO_3 , galenin ayrışma ürünüdür. Arsenik, kalay, antimon, gümüş, altın, bakır ve bizmut, kurşun minerallerinde yaygın olarak bulunan safsızlıklardır.

Doğada izlenen başlıca kurşun minerallerine ait genel özellikler aşağıda özetlenmektedir;

Galen (PbS): % 86,6 Pb ve % 13,4 S içerir. Az miktarda demir, çinko, antimuan, selenyum, gümüş ve altın içerebilir. Gümüş içeriği genellikle % 0,01-2,0 arasında değişir. Bu nedenle simli kurşun adını alır. Sertliği 2,3 mohs; özgül ağırlığı $7,4-7,6 \text{ gr/cm}^3$ ve gümüş grisi rengindedir. Kübik sistemde kristalleşen galen, üfleç alevinde kolayca erir.

Serüzit (PbCO_3): Serüzit, galen filonlarının üzerinde bazen kristaller, bazen de yoğun ve stalaktit şekilli kütleler halinde bulunur. Tek veya gruplar halinde kristalleri izlenen serüzit, rombik kristal yapısındadır. Gevrek yapılıdır; sertliği 3-3,5 mohs ve özgül ağırlığı $6,5 \text{ gr/cm}^3$ tür. Sarı, gri, esmer ve beyaz renklerde olan mineralin saf olanı beyaz renklidir [1,2].



Şekil 1. Galen (PbS) minerali [3].



Şekil 2. Seruzit ($PbCO_3$) minerali [4].

1.2. Kurşunun Tarihçesi

Kurşun, kullanılan en eski metallere aittir. Çok eskiden beri bilinen dokuz metalden biridir. Simyacılar, “en eski metal” olarak görmüşler ve kurşunun altın olabileceğine inanmışlardır. Bu sebeple Satürn gezegeni ile kurşunu özdeşleştirmişler; hatta kurşun için Satürn’ün simgesini kullanmışlardır. Bazı arkeolojik araştırmalarda Eski Mısır’a ait kurşundan yapılmış borular ve kurşun lehimlere rastlanmıştır. Bilinen en eski dökme kurşun boncuklar, Anadolu’daki Çatalhöyük bölgesinde bulunmuştur ve buluntuların yaklaşık MÖ 6500 tarihine dayandığı saptanmıştır. Ancak metalin daha önce de biliniyor olabilme ihtimali bulunmaktadır. Antik ergitme, açık ocaklarda ve fırınlarda bir sürü kurşun cevheri ve odun kömürü kullanılarak yapılmıştır.

Çanakkale’deki Abidos antik kentinde MÖ 3000’li yıllara ait bazı kurşun figürler bulunmuştur. Balıkesir’in Balya ilçesinde bulunan Karaaydın madeni, ilk üretim yapılan kurşun madeni olarak bilinir. Finikelilerin, Kıbrıs, Akdeniz’in en büyük ikinci adası Sardunya ve İspanya’da kurşun madenleri işlettiğine dair bazı kanıtlar bulunmaktadır. 6. yüzyılda Atina çevresinde bulunan kurşun madeni, bölgenin önemli bir gelir kaynağı

olmuştur. Romalılar, su borularını ve tencerelerini, yiyecek kaplarını kurşundan yapmış ayrıca Roma imparatorunun resmî ambleminde, hamamlarda kullanılan kurşun borular resmedilmiştir. Romalılar döneminde kurşun ile kalay aynı metal olarak bilinmekte olup gerçek kurşun, “siyah kurşun”; kalay ise “beyaz kurşun” olarak adlandırılmıştır. Osmanlı’da yapı taşlarının bağlantı aparatları kurşundan yapılmıştır. Kurşunun dökümü ve şekillendirilmesi kolay olduğundan, Antik Yunan ve Antik Roma’da taş binalarda harç ve yapı malzemesi olarak da kullanılmıştır.

Georgius Agricola (1494-1555), 16. yüzyılın ilk yarısında Avrupa’da geçerli olan kurşun eritme yöntemlerinin ve tesislerinin ayrıntılarını madencilik ve metalurji üzerine yazdığı “De Re Metallica” adlı incelemesinin IX. kitabında sunmuştur. Yöntemler, ilkel açık ocak düzenlemelerinden, sürekli çalışabilen yüksek fırınlara kadar uzanmaktadır [5,6].

1.3. Kurşun Madenin Kullanım Alanları

Kurşun yoğun, yumuşak, düşük erime noktasına sahip bir metaldir. Pillerin önemli bir bileşenidir ve dünyadaki kurşun üretiminin yaklaşık %75-80’i pil endüstrisi tarafından tüketilmektedir. Kurşun, altın dışındaki en yoğun metaldir ve bu özelliği onu ses bariyerlerinde ve X-ışınlarına karşı bir kalkan olarak etkili kılar. Kurşun, su ile korozyona karşı dirençlidir, bu nedenle sıhhi tesisat endüstrisinde uzun süredir kullanılmaktadır. Boyalara da katılarak uzun ömürlü bir çatı kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Kurşun ayrıca cam ve emayede yaygın olarak kullanılır. Televizyon resim tüplerinde ve bilgisayar video ekran terminallerinde, kurşun radyasyonu engellemeye yardımcı olur ve yaygın ampullerin dış kısmı olmasa da iç kısmı kurşunlu camdan yapılır. Kurşun ayrıca kristal cam eşyaların dayanıklılığını ve parlaklığını artırır. Kurşun mil yatağı ve lehim yapmak için kullanılır ve kauçuk üretiminde ve petrol arıtmada önemli bir yere sahiptir. Yeraltı haberleşme kablolarının kurşunla izolasyonu diğer önemli tüketim alanıdır. Korozyonu önleyen kurşun oksit boyalar, kabloların kaplanmasında, kurşunun tetraetil ve tetrametil formlarında benzin içinde oktan ayarlayıcı bileşikler olarak ve mühimmat imalinde önemli kullanım alanlarına sahiptir.

Kurşun üretimi en az sekiz bin yıl öncesine dayanmaktadır. Kurşun MÖ 5000 gibi erken bir tarihte Mısır’da Firavunlar zamanında çanak çömlek sırlarında ve lehim olarak kullanılmıştır. Ayrıca süs eşyalarında kullanımı olmuştur. Eski Mısır, Yunanistan ve Roma’da da beyaz renkli bir kurşun boya kullanılmıştır. Antik Roma, geniş su kanalları için

kurşun borular kullanmıştır. Kurşunun toksik etkilerinden bazıları, Roma dönemi kadar erken bir tarihte de not edilmiştir. 15. ve 16. yüzyıllarda kurşun katedrallerin çatı kaplama malzemesi olarak ve aynı zamanda pencerelerdeki vitraylarda renkli camların farklı panellerini bir arada tutmak için de kullanılmıştır. İlk kurşun pil, onu 1859'da icat eden Fransız fizikçi Gaston Plante'ye atfedilmektedir.

Akü imalatı

Kurşun aküleri yalnız otomobillerde değil, ışıklandırma, haberleşme sistemlerinde ve elektrik enerjisi depo edilecek birçok endüstriyel ve askeri sistemlerde kullanılmaktadır. Kurşun-asit akülerinin plakaları kurşun alaşımından dökülmüş levhalardır. Bu alaşım; % 6-12 antimuan ve az miktarda arsenik, kalay ve diğer elementleri içermektedir. Antimuan levhaya sertlik vererek aşınmaya karşı direnci arttırır. Kalay eriyiğin düzgün kalıp haline gelmesini sağlar.

Piller

Kurşun iyi elektriksel iletkenliğe ve korozyona karşı dirence sahiptir. Kurşunun başlıca kullanımı; arabalar, tekerlekli sandalyeler, forkliftler, bagaj yükleyiciler, golf arabaları ve denizaltılarda güç depolamayı sağlayan kurşun asit akülerdir. Piller, elektrik kesintilerinde yedek kaynağa ihtiyaç duyan hastanelerde ve iletişim merkezlerinde, güneş ve rüzgar enerjisi sistemlerinde (enerjiyi depolamak için) önemlidir. Nükleer olmayan denizaltılar, ekstra güç ve onları dik tutan balast için bir dizi kurşun-asit bataryaya güvenmektedir. Bu piller, ortalama bir evin bir yılda kullandığı kadar enerjiyi beş saatte sağlar.

Tetraetil kurşun ($Pb(C_2H_5)_4$)

Hidrokarbon yakıtları hava ile karıştırıldığı zaman elektrik kıvılcımı olmaksızın uygun ısı ve basınçta tutuşur. Bu olay dizel motorların çalışma esasını oluşturur. Hava-benzin karışımında istenen yanma, otomobil silindiri içinde karışımın tutuşmasıyla başlar. Bununla beraber, eğer yakıtın yanması buna bağlı diğer faktörlere göre düzenlenmemişse meydana gelen ısı ve basınç şiddetli patlamaya neden olur. Bu olaya knock (vurma), bunu azaltmak için kullanılan bileşimlere ise antiknock (antinok) denir. Tetraetil veya (tetrametil) kurşun bu bileşimin aktif maddesini oluşturur. Süper benzin, bir galonda (3,6 litre) 2-4 ml; normal benzin ise 0,5-1,5 ml tetraetil kurşun içerir.

Litarj (kurşun oksit)

Akülerin pozitif ve negatif levhalarının yapımından başka, seramik, kurşun kromat, vernik, böcek ilacı üretiminde, lastik imalatında ve petrol rafinerisinde kullanım alanları vardır. Ayrıca altın cevherlerinin "Fire Assay" yöntemiyle analizlerinde eritme amaçlı kullanılan ana kimyasaldır. Yüksek kaliteli kristal cam eşyalar, vitray pencere 'çerçevesi', renkli lensler, çanak çömlek sırları, köprüler ve diğer açıkta kalan çelik yapılar üzerinde 'kırmızı kurşun (II) oksit (PbO)' astar olarak kullanılmaktadır.

Cam, sır ve cila

Kırmızı kurşun, beyaz kurşun, litarj ve kurşun silikatlar cam, sır ve cilada kullanılırlar. Kurşunlu cam yüksek bir kırılma indisine sahip olmakla birlikte ısı iletkenliği ve kimyasal stabilitesi kurşunsuz cama göre daha azdır. Cama parlaklık ve rezonans verir. İyi kalite kristal % 30 litarj içerebilir. Cam ve cilada kullanılan kurşun, rengin bozulmaması için yüksek saflıkta olmalıdır.

Ses ve titreşim yalıtımı

Kurşunun yoğunluğu ve yumuşaklığı aynı zamanda onu mükemmel bir ses emici yapar, bu nedenle ses yalıtımı sağlamak için kontrplak, alüminyum veya çelik gibi yapı malzemeleri üzerine ince kurşun levhalar lamine edilir. Titreşim sorunlarını azaltmak için tüm binalar kurşun bloklardan veya tuğlalardan inşa edilebilir.

Kablolar

Kurşunun sünekliği ve korozyona karşı direnci, özellikle deniz altında onu elektrik kablolarının etrafında mükemmel bir koruyucu kılıf haline getirir. Telefon ve telgraf haberleşmelerinde, elektrik iletici ve dağıtıcı kablolarda kurşun kaplaması olarak kullanılır. Koruyucu kurşun kılıfın başlıca özelliği; nem ve tahrip edici diğer etkenlere karşı dayanıklı olmasıdır. Bu özelliğiyle yeraltı kablolarının yapımında kullanılır. Bazı hallerde sertlik kazandırmak için antimuan (%1), kalsiyum (%0,04) ve arsenik (%0,1-0,2) ilave edilir.

Kalafat kurşunu

Aşındırıcı etkenlere karşı direnci, esnekliği, düşük erime noktası ile kurşun su borularının eklem yerlerinde kullanılır. Kalafat kurşunu % 99,73 saf kurşun ile % 0,08'den az olmak üzere arsenik, antimuan, kalay, bakır, çinko, demir ve gümüş içermektedir. Bizmut

içeriği maksimum % 0,25 olmalıdır. Genel bir koşul olarak boru kalafatlanmasında boru çapının her bir inç için yaklaşık 1 pound (0,454 kg) kurşun gerekmektedir.

Kurşun yünü

Erimiş kurşunun elekten geçirilmesiyle kurşun iplikleri elde edilir. Bu iplikçikler petrol kuyularının musluklarında sızıntıyı önlemek için kullanılır.

Kimyasal endüstri

Kurşunun korozyon direnci, onu aşındırıcı kimyasalları depolamak ve taşımak için kapları ve boruları sırlamak için ideal hale getirir.

Milyatağı alaşımları

Makinenin hareketli ve sabit bölümleri arasında bağlantı sağlayan ve hareketli bölüme destek olarak kullanılan bu malzemeler kurşun, kalay ve bakır esaslı alaşımlardır.

Ergiyen alaşımlar

Çapa kalıbı, mıknaş, zımba, gaz silindirlerini kompreslemek için tıpa ve ateşe dayanıklı kap yapımı ve benzeri alanlarda kullanılır.

Kurşun yaprak

Kalınlığı 0,01 mm kadardır. Bazı tipleri elektrik kondansatörlerde kullanılır. Neme dayanıklılığı ve radyasyona karşı direnci nedeniyle tıpta paketlemede, fotofilm yapımında, dişçilikte ve radyografi endüstrisinde kullanılmaktadır. Ayrıca askeri alanda malzemelerin ışık ve nemden korunmasında, iyi kaliteli çayların paketlenmesinde kullanılır.

Balast

Yüksek özgül ağırlığı, döküm kolaylığı ve düşük maliyeti ile balast malzemesi olarak kullanımı yaygındır. Bir buhar lokomotifinin tekerleklerinin her bir çifti için bir ton kadar kurşun kullanılır. Makine balansları, otomobil tekerleklerinin balansları, uçaksavar topları, gemi omurgası yapımında ve uçak pervanelerinde kullanılmaktadır.

Radyasyon kalkanı

Kurşunun tehlikeli radyasyonun özellikle de gama ışınlarının etkisini azaltma özelliği vardır. Gama ve nötron ışınları iyonize özellikleri dolayısıyla canlı dokuları bozarlar. Kurşun bu ışınları absorbe eder; kirlenmeden ve radyoaktif hale gelmeden devamlı

kullanılabilir. Radyasyon zırlaması için kullanılan kurşun levha ve kurşun tuğlalar, standart kurşun saflık değerlerine göre daha yüksek saflıkta olması gerekmektedir. Kadmiyum veya parafin, su gibi hidrojenli maddeler nötronlara karşı koruyucu olarak kullanılırlar. Fakat nötronlar absorbe edildiği zaman gama ışınları yaydığından bu ışınların kurşun kalkan ile durdurulması gerekmektedir. X-ışını, radyoterapi tedavisi ve nükleer ekipman çevresinde “radyasyon kalkanı” olarak kullanılır. Radyasyonu emmek için bilgisayar ekranlarında ve TV tüplerinde de bulunur.



Şekil 3. Radyoaktif bir numuneyi (Cs-137) korumak için kullanılan kurşun tuğlalar [7].

Titreşim önleyici

Tren yolları gibi titreşim kaynakları yakınındaki yapılarda sütun kaideleri altında kurşun ve asbest bloklar yer almaktadır. Çeşitli duyarlı aletler kurşun bloklar üzerinde monte edilir veya kurşun kılıflarla kaplanarak titreşimlerden korunur. Gemilerdeki boru sistemlerinin montajları esnasında makine titreşimini önlemek için borular kurşun kayışlarla yalıtılır.

İşlenebilir pirinç

Pirinç ortalama %61,5 Cu, %3 Pb ve %35,5 Zn içerir. Pirinçlerin işlenebilirlik özelliğini arttırmak için genellikle % 0,25-6 arasında kurşun ilave edilir. Kesici aletlerde kurşunlu malzemelerden yapılmaktadır. Alüminyum ve çeliğin işlenebilirlik özelliğini arttırmak için de kurşun ilave edilmektedir. Kurşunlu kalay bronzu (%88 Cu, %6 Sn, %1,5 Pb, %4,5 Zn) sübap, destek parçaları, dirsek yapımında; kurşunlu nikel pirinç (%57 Cu, %2 Sn, %9 Pb, %20 Zn, %12 Ni-alman gümüşü) döküm alaşımında kullanılmaktadır. Kurşun bronzlar mil yataklarında kullanılmakta olup, Pb oranı %30'un üzerindedir. Kurşunlu kırmızı ve sarı pirinçler, boru takımları, madeni eşyalar ve karbüratörlerde kullanılırlar.

Yarı iletken kurşun

Termoelektrik kurşun tellürid (PbTe) nükleer reaksiyon ısısından doğrudan doğruya elektrik elde etmekte kullanılır. ABD'de Nike-Cojun roketlerinin uçuşu esnasında atmosfer tabakasındaki su buharı hakkında bilgi edinmek için kurşun sülfid kullanılmıştır. Kurşun sülfidün elektrik çıktısı atmosferdeki su buharına uygun olarak değişim göstermektedir

Konut

Kurşun kaplamalar (çatıların duvarlarla veya bacalarla buluştuğu yerlerde) sızıntıları durdurur; rüzgarın yükselmesine karşı direnç gösterir ve aşınmaz.

Lehimler

Kurşunun düşük erime noktası onu mükemmel bir lehim malzemesi yapar ve genellikle kalayla alaşımlanır. Ancak kurşunun toksisitesi nedeniyle bu kullanım azalmaktadır. Genel olarak lehim, %30-40 Pb, %60-70 Sn içerir. Plastiklik aralığı (plastic range) esas alınan lehimlerde kalay %40'ın altında, kurşun %60'ın üzerindedir. Erime noktası ise 1830 °C'dir.

Kurşun boyalar

- Beyaz kurşun (Üstübeç): Kaba formülü $2PbCO_3.Pb(OH)_2$ dir. Bazik kurşun karbonat veya beyaz kurşun uzun yıllardır kullanılan beyaz bir boyadır. Ayrıca çömlek sırrı, cila ve camcı macunu yapımında kullanılır.

- Kırmızı kurşun (Sülüğen): Boya endüstrisinde önemli yer tutar. Demir köprüler, çelik yapılar, gemi tekneleri, su ve yakıt tanklarında aşınma ve pasa engel olmak üzere kullanılan standart bir boya cinsidir. Boya filminin direncini arttırarak esneklik kazandırır.

- Oranj mineral: Parlak kırmızı bir kayaç olup renk vermede ve baskı mürekkebi yapımında kullanılır. Kimyasal bileşimi ve yapımı kırmızı kurşuna benzer.

- Kurşun kromat ($PbCrO_4$): Parlak sarı bir kayaç olup kurşun asetat (veya nitrat) çözeltisine potasyum veya sodyum bikromat ilavesiyle çökelek oluşturulur. Eğer çözelti bikromat ilave edilmeden önce sodyum hidroksitle tamponlanırsa sarı-portakal çökelek oluşur.

- Bazik kurşun kromat: Amerikan kırmızısı, Çin kızılı veya krom kırmızısı gibi isimler alır ve beyaz kurşundan yapılır. Krom yeşili, sarı kurşun kromat ve Prusya veya Çin mavisinin karışımıdır.

- Bazik kurşun silikat: Kurşun oksit ve silisin kompleks bir tuzunu oluşturan boya litarj, silis ve sülfürik asitle yapılır.

- Bazik kurşun sülfat: Bazik kurşun karbonatla aynı özelliklere sahip beyaz, opak bir boyadır. Galen konsantrelerinin yakılması veya püskürtülen kurşunun sıcak havada sülfür dioksitle muamelesi ile elde edilir. Bazı plastikleri stabilize edici olarak kullanılır.

- Mavi kurşun: Bazik kurşun sülfatla az miktarlarda kurşun sülfid, çinko oksit ve karbon içeren mavimsi gri renge sahiptir. Pas önleyici olarak kullanılır.

Diğer

Mühimmat, seramik, PVC ürünlerinde UV bariyeri ve sanayi tarafından kükürt gazı emisyonlarını en aza indirmek için kullanımı bulunmaktadır [1], [8,9].

2. KURŞUN YATAKLARININ OLUŞUMU

Kurşun cevheri yatakları tipik olarak mineral bakımından zengin sıvıların, ana kayalarla etkileşimini içeren çeşitli jeolojik süreçler yoluyla oluşmaktadır. Kurşun cevheri yataklarının jeolojisi ve oluşumu, yatağın türüne ve kendine özgü jeolojik ortamına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Kurşun ile çinko minerallerinin kimyasal yakınlıkları, hemen her zaman birlikte bulunmalarını sağlamaktadır. Kurşun yataklarının oluşabildiği bütün ortamlarda çinko yatakları da gelişebilmektedir. Bu nedenle literatürde bu iki metal zenginleşmeleri kurşun (Pb)-çinko (Zn) yatakları olarak anılmaktadır.

Her element yer kabuğunda belirli bir oranda bulunur. Bu orana “konsantrasyon klarkı” adı verilir. Klark konsantrasyonu 13 ppm (bazı kaynaklarda 17) olan kurşunun konsantrasyonu ultrabazik kayalardan granitoidlere doğru artmaktadır. Kurşun ultramafik kayalarda 1 ppm, mafik kayalarda 4 ppm, granitik kayalarda 18 ppm ve kireçtaşlarında 5 ppm, kumtaşlarında 10 ppm, şeyllerde 125 ppm ve topraklarda 17 ppm ortalama değerler vermektedir.

Kurşun erken magmatik evrede kayaç yapıcı minerallerin bünyesine ppm mertebesinde ve kimyasal benzerliği bulunan elementlerle yer değiştirerek girmektedir. Kurşun daha çok K-feldispat ve mikaların içinde yığılmaktadır. Erken magmatik evre yataklarında kurşun galenit olarak ve süksesyona son ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. Kurşun pegmatitik evrede kurşun süksesyona son ürünü galenit şeklinde oluşabilmektedir.

600 °C sıcaklıklı magmatik çözeltilerde metaller kolaylıkla çözünmekte ve taşınabilmektedir. Bu tip çözeltilerde 0,1 ppm Pb bulunabilmektedir. Ph değerleri 1-2 olan magmatik çözeltiler içinden geçtikleri kayaçların bünyesindeki kurşunu da çözerek konsantrasyonunu yükseltmektedir. Dolayısıyla kurşun metali süksesyona son evresinde galenit olarak parajeneze tali olarak girebilmektedir.

Magmatik çözeltilerin, pH, sıcaklık ve gaz basınçları gibi parametrelerinin değişmesi sonucu 10 ile 10.000 kat daha kurşun konsantrasyonu oluşarak maden yataklanması gerçekleşmektedir. Dolayısıyla kurşunun esas hipojen yatak oluşum evresi hidrotermal çözeltilerle ilişkili olmaktadır.

Sedimanter, volkano-sedimanter, karstik, hidrotermal-sedimanter ve yanal göç (lateral segregasyon) süreçleri ile kurşun yatakları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca magmatik kayalarla görünür bir ilişkisi olmayan, karbonatlı kayaçların içinde strata-bound veya stratiform

tipinde gözlenen, düşük oluşum sıcaklığına sahip kurşun yatakları da “Mississippi Vadisi Tipi Yataklar” ve “Alpin Tipi (Pb-Zn) Yatakları” olarak adlandırılmaktadır.

2.1. Hidrotermal Yataklar

Asidik bileşimli sokulum kayaçlarından doğrudan beslenen veya bunların etrafında dolaşarak ısınan yeraltı suları, litostatik basınç ve uçucu bileşenlerin etkisiyle yüzeye doğru yükselirler. pH değeri 3- 4 olan bu çözeltiler yan kayaç reaksiyonları ile Pb bakımından daha da zenginleşebilmektedirler. Bu çözeltiler, özellikle karbonatlı kayaçlarla karşılaştıkları zaman, bunların kolay erime, boşluk oluşturma, asitliliği düşürme, çözeltileri belirli kanallarda toplama gibi etkileriyle, daha çok yeraltı suyu ile karışım alanlarında mineral çökelimini sağlamaktadırlar. 600 °C ile 100 °C arasındaki bütün sıcaklıklarda magmatik çözeltilerden çinko yatağı oluşması mümkündür. Yataklarda süksiyon genelde piritle başlar, orta evrelerde sfalerit, son evrelerde de galenit oluşmaktadır. Gang mineralleri olarak kuvars, kalsit, dolomit, siderit ve barit olağandır. Hipotermal evre için Handeresi (Kalkım-Çanakkale), mezotermal evre için Bolcardağı (Ulukışla-Niğde), epitermal evre için Göktepe (Ermenek-Karaman) yatakları örnek olarak verilebilir.

2.2. Hidrotermal Sedimanter Yataklar

Yapı, doku, mineral parajenezi ve cevher konumu bakımından volkano-sedimanter yataklara benzerler. Ancak yan kayaç olarak volkanitler bulunmaz. Oluşumları sedimantasyon sırasında ortama katılan magmatik veya diğer sıcak çözeltilerle ilişkilidir. Hipojen-sinjenetik karakterli ve stratiform tipinde yataklardır. Parajenezlerinde galenit ve sfaleritin yanı sıra pirit ve kalkopirit olağandır. Sedimanter yapı ve dokulara hemen her zaman rastlanır. Cevher çökeli mi indirgen ortam şartlarında gerçekleştiğinden yan kayaçları genellikle siyah renkli, bitümlü ince detritik sedimanlar veya kireçtaşlarıdır.

2.3. Volkano-Sedimanter Yataklar

Asidik karakterli volkanizmalara bağlı olarak ve genellikle geç evrelerde oluşurlar. Doğu Karadeniz masif sülfid yataklarında olduğu gibi bakır ile aynı volkanizmaya bağlı olarak ve bunların çevresinde “kurşun-çinko yatakları” şeklinde ortaya çıkmaktadırlar. Kurşun-çinko içeren cevherler hipojendir ve yan kayaçlarıyla eş oluşumludurlar (sinjenetik). Volkanik malzemenin, çözeltiler ve gazlarla sedimantasyon ortamına taşınması ile içeriğindeki kurşun, değişen ortam şartlarında deniz suyunda doygunluk düzeyine ulaşarak çökelmeye başlamaktadır. Volkanizmanın etkisiyle ortam genellikle indirgen özellik kazandığından kurşun galenit olarak çökelmektedir. Parajenezde hemen her zaman pirit ve kalkopirit,

vurtsit (wurtzite), barit vardır. Gang mineralleri genellikle kalsit, kuvars ve dolomittir. Volkano-sedimater ve sedimater kayaçlarla aralanmalı olarak bulunurlar. Tipik sedimater yapı ve doku özellikleri sunarlar. “Meggen (Almanya) baritli kurşun-çinko yatakları” tipik örneğidir.

2.4. Sedimater Yataklar

Atmosferik şartlarda kurşun az hareketli metaller grubuna girer. Daha yaşlı Pb cevherleşmelerinin veya yüksek konsantrasyonlarda kurşun bulunduran kayaçların yüzey alterasyonu sırasında ortama kükürt katılmasıyla oluşan sülfirik asidin ve organik asitlerin etkisiyle çözümlere bir miktar Pb katılmaktadır. Sedimentasyon havzalarına kadar ulaşan bu çözümler değişen ortam şartlarında, özellikle indirgen ortamlarda sülfid, oksitleyici ortamlarda da karbonat veya oksit bileşikleri halinde çökerek Pb-Zn yataklarının oluşumunu sağlamaktadır. Bu yataklar stratiform, süperjen ve sinjenetiktir.

2.5. Lateral-Segregasyon Yataklar

Derine gömülen ince detritik sedimanlar artan litostatik basıncın etkisiyle metamorfizma olmaksızın bünye sularını kaybederler. Bu suların yanal hareketi ile kayaçların içindeki düşük konsantrasyonlarda bulunan diğer metallerle birlikte bir miktar kurşun da çözünerek taşınır. Çözümlerin özellikle karbonatlı kayaçlarla karşılaştıkları yerlerde gerek karbonatlı kayaçların çözünme, boşluk oluşturma, asitliliği düşürme gibi etkileri, gerekse bu kayaçların içindeki karbonik asitli sularla karışmanın etkisi ile cevher doygunluk düzeyine ulaşarak çökmeye başlar ve böylece yanal göç yatakları oluşur. Daha çok diskordans yüzeylerinde ve ince detritiklerle komşu karbonatlı kayaç kontaklarında, “damar veya boşluk dolgusu şekilli yataklar” olarak gözlenirler.

2.6. Strata-Bound Yataklar

Genellikle karbonatlı kayaçların içinde ve belirli seviyelere bağlı olarak dağılım gösteren, damar veya boşluk dolgusu şeklinde bulunan yataklardır. Oluşumları 70-200 °C arası sıcaklıktaki çözümlerle gerçekleşmektedir. Bu çözümler, gömülü plüton kaynaklı hipojen-hidrotermal çözümler, lateral segregasyona bağlı formasyon suları, derin dolaşımli tuzlu sular, metamorfik sular veya bunlardan birkaç tanesinin karışımı şeklinde olabilmektedir. Bu yataklar, “Mississippi Vadisi Tipi Yataklar” ve Alpin Tipi (Pb-Zn) Yatakları” olarak ikiye ayrılmaktadır.

2.7. Karstik Yataklar

Karbonatlı kayaçların geniş yayılım gösterdiği kesimlerde yüzey suları ile çözülmüş veya tane halinde taşınan çinko ve kurşun bileşikleri, karbonatlı kayaçların içindeki karstik boşluklarda tane veya kimyasal olarak çökelerek ikincil kurşun çinko zenginleşmelerinin ortaya çıkmasını sağlamaktadırlar. Bu tip yataklarda, böbreğimsi veya konsantrik sarılımlar, kabuk yapıları, sarkıt-dikit gibi tipik karstik yapı ve doku özellikleri gelişmektedir. Bu yatakların ana mineralleri simitsonit olup her zaman anglezit, seruzit, hematit, demir oksitler ve kil mineralleri ile birlikte bulunmaktadır ve mineral çökelimi Eh, pH, sıcaklık ve CO₂ kısmi basıncının etkisi altında gelişme göstermektedir. Tipik örneği Aladağlar'da (Yahyalı-Kayseri) bulunmaktadır [10].

2.8. Volkanojenik Masif Sülfid Yataklar

Volkanizmayla ilişkili masif sülfid yataklar bilinen adıyla “Volkanojenik Masif Sülfid (VMS) Yatakları” dünya çapında ve jeolojik zaman sütunu boyunca, önemli bir bileşen olarak denizaltı volkanik kayalarının bulunduğu hemen hemen her tektonik alanda meydana gelir. VMS yatakları ana bakır (Cu) ve çinko (Zn) kaynaklarıdır ve önemli miktarlarda altın (Au), gümüş (Ag), kurşun (Pb), selenyum (Se), kadmiyum (Cd), bismut (Bi), kalay (Sn) ve bunların yanı sıra az miktarda diğer metalleri içermektedir.

VMS yatakları, volkanik stratigrafiye veya tabakalanmaya paralel mercekle benzeri veya yassı kütleler şeklinde meydana gelen büyük miktarlardaki sülfid minerallerinin (%60'tan fazla sülfid mineralleri) birikimlerinden oluşmaktadır. Bunların altında genellikle damar ve şerit sülfid mineralizasyonu ve hidrotermal alterasyondan oluşan bir taban duvarı bulunmaktadır. Herhangi bir kaya türünde meydana gelebilirler ancak baskın çoğunluk volkanik kayalar ve ince taneli, kil açısından zengin çökeltilerdir. Yataklar her yerde bulunan demir sülfitten (pirit, pirotit) ve başlıca ekonomik mineraller olarak kalkopirit, sfalerit ve galenden oluşmaktadır. Barit ve çörtlü silika yaygın gang mineralleridir.

Jeolojik ortamlarına ve mineralojilerine göre sınıflandırılan çeşitli VMS (volkanojenik masif sülfid) yatak türleri vardır;

Bimodal VMS Yatakları: Bu yataklar, hem mafik hem de felsik kayaların varlığıyla karakterize edilen volkanik ortamlarda oluşur. Mafik kayaçlar genellikle bazaltik, felsik kayaçlar ise genellikle riyolitik veya dasitiktir.

Felsik VMS Yatakları: Bu yataklar, riyolit ve dasit gibi felsik kayaların hakim olduğu volkanik ortamlarda oluşmaktadır.

Mafik VMS Yatakları: Bu yataklar bazalt gibi mafik kayaların hakim olduğu volkanik ortamlarda oluşmaktadır.

Sedimanter Eksalatif (SEDEX) VMS Yatakları: Bu yataklar tortul havzalarda oluşmaktadır. Bileşimlerinde daha fazla Pb, Zn, Ag mineralleri vardır. Ayrıca SEDEX tipi yatakların volkanizmaya ilişkisi yok denecek kadar azdır. Bu tip yataklara sedimanter kayaçların eşlik ettiği masif sülfid yatakları da denilebilir. Bu tip yatakların en karakteristik örneği British Kolombiya'daki Sullivan Pb-Zn yatağıdır. SEDEX yatağında cevher oluşumları çoğunlukla uyumlu ve bantlı yapıda olup, ana bileşeni pirittir, buna değişen oranlarda Cu, Pb, Zn, Au, Ag ile barit eşlik etmektedir.

Kıbrıs Tipi VMS Yatakları: Bu yataklar, adını Kıbrıs'ta bulunan, denizaltı volkanik ortamlarında oluşan ve ofiyolitlerle (okyanus kabuğunun bölümleri) ilişkili olan masif sülfid yataklarından almıştır.

Kuroko Tipi VMS Yatakları: Bu yataklar, adını Japonya'nın Kuroko madeninde bulunan, denizaltı volkanik ortamlarında oluşan ve yüksek çinko, kurşun ve bakır içeriğiyle karakterize edilen masif sülfid yataklarından almıştır.

Algoma Tipi VMS Yatakları: Bu yataklar, adını Kanada'nın Algoma bölgesindeki, denizaltı volkanik ortamlarında oluşan ve yüksek bakır içeriğiyle karakterize edilen masif sülfid yataklarından almıştır.

Beşi (Besshi) tipi masif sülfid yataklar: Ada yayı oluşumunda, ana kalk-alkalin evrenin başlangıcı ile ilişkilidirler. Yataklar çoğunlukla derin deniz fasiyesinde oluşmuş karbonatlı çamur taşları veya kuvarsitlerle beraber, nötrden bazıya kadar değişen volkanik kayaçlarla beraber bulunmaktadırlar. Kalın grovak seviyeleri ile karakterize olurlar. Yatakların en karakteristik örneği, Japonya'da bulunan Besshi Cu-Zn yatağıdır [11,12].

3. KURŞUNUN REZERV ve KAYNAK DURUMU

3.1. Dünya Rezervleri ve Kaynakları

Dünyadaki tanımlanmış kurşun madeni kaynaklarının toplamı 2 milyar ton'un üzerindedir. Dünyanın önde gelen kaynakları şu bölgelerde dağılım göstermektedir: Sibirya bölgesi Rusya, Çin'in orta ve batı bölgeleri, Avustralya'da Queensland, Yeni Güney Galler, Missouri'nin güneydoğu bölgesi, ABD'deki Mississippi Nehri vadisi bölgesi, Meksika'da Zacatecas ve San Luis Potosi, Peru'da Cerro de Pasco ve Morococha. Son yıllarda Avustralya, Çin, İrlanda, Meksika, Peru, Portekiz, Rusya ve Amerika Birleşik Devletleri'nde (Alaska) çinko, gümüş veya bakır yataklarıyla ilişkili önemli kurşun kaynakları tespit edilmiştir [13].

Dünya çapında bol miktarda bulunan kurşun cevheri esas olarak çinko, gümüş ve bazen de bakırın yan ürünü olarak çıkarılmaktadır. Ayrıca çeşitli uranyum ve toryum madenlerinde de az miktarda tespit edilmiştir. 2022 yılında toplam küresel kurşun rezervi 85 milyon ton olmuştur. Kurşun rezervleri en yüksek olan ülkeler; Avustralya (%40), Çin (%15), Rusya (%10), Amerika Birleşik Devletleri (%5,6), Peru (%8,4) ve Meksika (%6) dır. Bu altı ülkenin kurşun rezervleri dünyadaki toplam rezervlerin %85'ini kapsamaktadır.

Dünyanın en büyük kurşun rezervine sahip olan Avustralya'nın 2022 yılı rezervi 37 milyon tona ulaşmıştır. Dünyanın en büyük ikinci kurşun rezervine sahip ülkesi Çin'dir. 2022 yılında dünya çapında lider kurşun üreticisi ülke olmuştur. Geçmiş MÖ 7000-6500 yıllarına kadar uzanan kurşun madeninin insanlar tarafından kullanımı, son yıllarda azalmıştır çünkü uzun süreli maruz kalınması sağlık üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Bu endişelere rağmen hala değerli bir emtia olarak kabul edilmektedir. Elektrik enerjisinin yük dengelemesi için kullanılan büyük akümülatörlerde ve elektrikli araçlarda kurşunun kullanımının gelecekte daha da artması beklenmektedir. Elektrikli bisikletlerin özellikle Çin'de artan popülaritesi, dünya kurşun üretiminin yaklaşık %8'inden fazlasını tüketmesine neden olmuştur. Araba akülerinde, pigmentlerde, kaldırma ağırlıklarında ve mühimmatta yaygın olarak kullanılmaya devam etmektedir. Şekil 4'te kurşun rezervinin dünya çapındaki dağılımı yıllara göre belirtilmektedir [14].



Şekil 4. Yıllara göre küresel kurşun rezerv miktarları [15].

Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS), şirket ve hükümet raporlarından elde edilen yeni bilgilere dayanarak ‘Mineral Commodity Summaries 2023’ verilerinde ülkelere göre kurşun rezerv miktarlarını aşağıdaki gibi yayınlamıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Ülkelerin Kurşun Rezerv Miktarları [13].

ÜLKELER	REZERV MİKTARI (BİN TON)
Amerika Birleşik Devletleri	4.600
Avustralya	37.000
Bolivya	1.600
Çin	12.000
Hindistan	2.500
İran	2.000
Meksika	5.600
Peru	5.300
Rusya	6.000
İsveç	1.700
Türkiye	860
Diğer Ülkeler	5.900
Dünya Toplam*	85.000

* yuvarlatılmış

3.2. Türkiye Rezervleri ve Kaynakları

Anadolu'da kurşun ve çinko madenciliği MÖ 400 yıllarında başlamıştır. Önce Yunanlılar, Romalılar, daha sonra Bizanslılar, Selçuklular ve Osmanlılar bu madenleri zaman zaman işletmişlerdir. Bu dönemde yataklardan kurşun ve gümüş üretimi gerçekleştirilmiştir. Bolkardağ, Akdağmadeni, Gümüşhacıköy, Gümüşhane, Balya ve Anamur'da eski çağlara ait cüruflar bulunmaktadır. Türkiye'de ilk kurşun madeni üretimi Balıkesir'de Balya-Karaaydın madeninde gerçekleştirilmiştir.

Türkiye kurşun-çinko yatakları tektonik ünite ve oluşum şekillerine göre kabaca beş gruba ayrılabilirler;

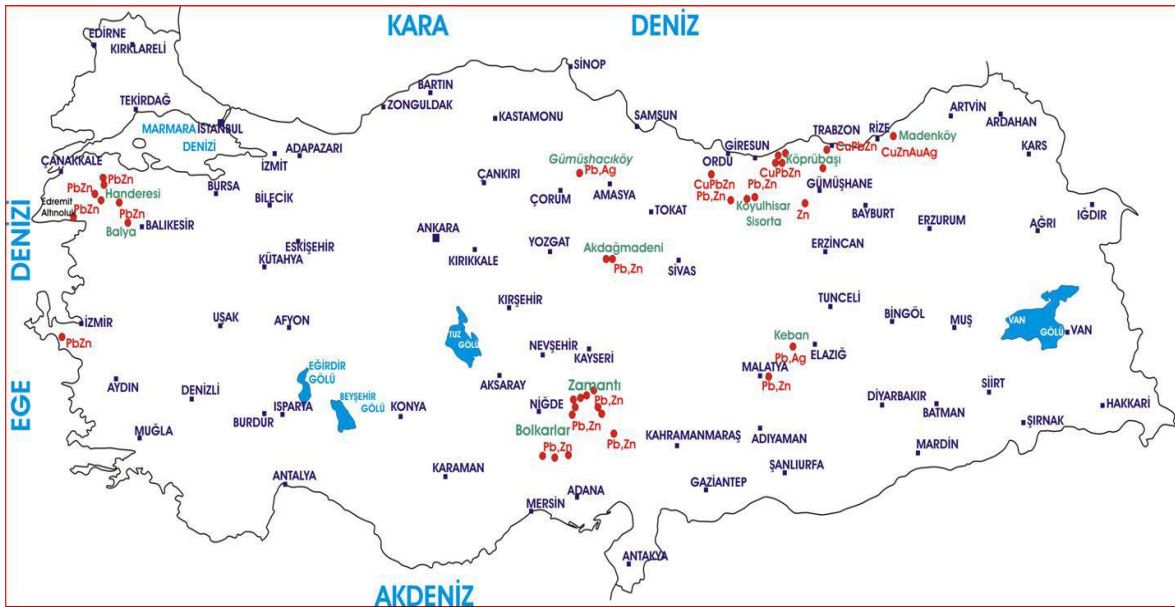
Kuzeybatı Anadolu kontakt-metazomatik ve hidrotermal yatakları,

Menderes masifi stratiform yatakları ve masifin çevresindeki sokulumlara bağlı hidrotermal yataklar,

Doğu Karadeniz Bölgesi masif sülfid yataklarına bağlı hidrotermal yataklar,

Toros Kuşağında yer alan strata-bound – damar tipi yataklar,

İç Anadolu metamorfik masiflerindeki kontakt-metazomatik yataklar [10].



Şekil 5. Türkiye kurşun yataklarının dağılımı [16].

-Biga Yarımadası Kurşun-Çinko Yatakları

Yörede köken olarak volkanik kayalarla ilişkili birçok yatak ve zuhur bulunmaktadır. Genellikle dasitik subvolkanik kayalardan kaynaklanan hidrotermal çözeltiler sonucunda oluşmuşlardır. Başlıca cevherleşmeleri Handeresi ve Bağırkaç (Kalkım-Balıkesir), Arapuçuran (Yenice-Çanakkale) ve Balya (Çanakkale) bölgelerinde yer almaktadır.

-İzmir Yöresi Kurşun-Çinko Yatakları

Cevherleşme menderes masifinin örtü metamorfitlelerinin içerisinde yer almaktadır. Yatakların çevresinde klorit şistler, mika-kuvars şistler ve kalk şistler yüzeylemektedir. Grafit bulundurmalarından dolayı siyah renk almışlardır. Cevherleşme stratiform tiptedir. Yan kayaçlarla aralanmalı ve uyumludur. Cevher mineralleri galenit ve sfalerite pirit, kalkopirit, limonit ve rutil eşlik etmektedir.

-Simav (Kütahya) Kurşun-Çinko Yatakları

Simav ilçesinin Karakoca Köyü yakınında bulunan kurşun-çinko yataklarının çevresinde gnays, granit ve albit tonalit türü kayaçlar yüzeylemektedir. Gnayslarla granitler geçişlidir. Cevherleşme albit-tonalitlere bağlı olup ve damar şeklindedir. Granit sınırlarında damarlar sıklaşmaktadır. Parajenezde sfalerit, galenit, pirit, kalkopirit ve hematit bulunmaktadır. Ana gang minerali kuvarstır.

-Doğu Karadeniz Kurşun Çinko Yatakları

Yöredeki Kurşun-Çinko cevherleşmeleri volkano-sedimanter bakır yataklarını içinde bulduran masif sülfid cevherleşmelerinin devamı şeklinde bakır yatakları ile aynı kökenli ve geçişli olarak bulunmaktadır. En önemli yataklar, Tirebolu (Giresun), Köprübaşı (Harşit-Giresun), Harköy (Giresun), Lahanos (Espiy-Giresun), Bulancak (Giresun) ve Sisorta (Sivas) bölgelerinde yer almaktadır.

-Bolkardağı Kurşun Çinko Yatakları

Yataklar Ulukışla(Niğde)'nin yaklaşık 20 km güneybatısında yer almaktadır. Strata-bound karakterli olup, karbonatlı kayaçlar içerisinde bulunmaktadır. Ana mineralizasyonda dört evreli oluşum ayırt edilebilmektedir. Birinci evre kataklastik piritlerle, ikinci evre kalkopirit ayrılımlı sfaleritlerle, üçüncü evre pirit ve açık renkli sfaleritlerle ve dördüncü evre galenit ve baritlerle karakterize edilmektedir.

-Aladağ (Yahyalı-Kayseri) Kurşun Çinko Yatakları

Aladağ yöresi karbonatlı çinko-kurşun yataklarının muhtemel birincil kökeni hidrotermaldir. Ancak yörede birincil cevherleşmeler sınırlı ve düşük tenörlüdür. Esas yataklar karbonatlı kayaçların karstik boşluklarında ikincil olarak zenginleşmiş karbonatlı cevherleşmeler şeklindedir.

-Horzum (Kozan-Adana) Kurşun Çinko Yatakları

Yöredeki kurşun-çinko yatakları Alt-Orta Kambriyen yaşlı karbonatlı kayaçlarla bağlantılı strata-bound, damar tipi cevherleşmeler şeklindedir. Ana cevher mineralleri sfalerit, galenit ve piritir [10].

Türkiye'nin rezerv bakımından birinci derecede önemli kurşun-çinko yatakları Karadeniz Bölgesi'nde bulunmaktadır. Sülfürlü cevherlerin çinko ve bakırca zengin kısmı Doğu Karadeniz, kurşunca zengin kısmı ise Batı Anadolu bölgesinde yer almaktadır. Sülfürlü yatakların ortalama metal içerikleri %6,24 Zn, %1,66 Pb ve %3 Cu dolayındadır. Türkiye rezervlerinin miktar olarak %95'inden fazlası sülfürlü cevherleşmelere aittir.

Ülkemizdeki çinko-kurşun yataklarının en önemli özelliği, Çayeli dışında küçük rezervler kategorisinde olmalarıdır. Çayeli ayrı tutulduğunda, oluşum başına düşen ortalama metal içeriği sülfürlü cevherlerde 56 bin ton Zn, 43 bin ton Pb, 5 bin ton Cu dolayındadır. Oksitli cevherler, Kayseri-Niğde-Adana üçgeninde, Zamantı provensi olarak adlandırılan Orta Toroslar'da yer almaktadırlar. Ayrıca Malatya, Konya ve Anamur'da tali zuhurlara rastlanılmaktadır. Bölgedeki otuza yakın cevher oluşumunun ortalama rezervi 25-35 bin ton mertebesinde [17].

ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu verilerine istinaden Tablo 1'de ülkemizin toplam kurşun rezervi 860.000 ton olarak belirtilmiştir. 03.10.2023 tarihi itibarıyla MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan araştırmalar sonucunda varlığı ortaya konan ve buluculuk hakkı elde edilmiş olan sahalardaki kurşun rezerv bilgileri aşağıda belirtilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. MTA Genel Müdürlüğü Kurşun, Kurşun-Çinko Buluculuk Sahaları [18].

İLİ-İLÇESİ	MADEN CİNSİ	REZERV (ton) (Tüvenan)	TENÖR/ KALİTE	METAL MİKTARI (ton)
Malatya-Yeşilyurt	Kurşun	153.462	2,965 %	4.550,15
Diyarbakır-Dicle	Çinko+Kurşun	12.000	5 %	600
Giresun-Şebinkarahisar	Kurşun	1.293.650	3,94 %	50.969,81
Çanakkale-Yenice	Kurşun	40.310	2,95 %	1.189,15
Artvin-Merkez	Kurşun	1.392.580	0,35 %	4.874,03
Ordu-Gölköy	Kurşun	116.172	16.935 ppm	1.967,37
Sivas-Divriği	Kurşun	450.732	0,8 %	3.605,86
Çanakkale-Gökçeada	Kurşun	3.431.999	5.136 ppm	17.626,75
Kahramanmaraş-Afşin	Kurşun	43.365.045	3.459 ppm	149.999,69
Manisa-Soma	Kurşun	143.296.341	3.671,73 ppm	526.145,47
Elazığ-Keban	Kurşun	6.251.872	3.980 ppm	24.882,45
İzmir-Bergama	Kurşun	5.261.128	5.145,42 ppm	27.070,71
Trabzon-Vakfikebir	Kurşun	1.529.688	5.046 ppm	7.718,81
Rize-İkizdere	Kurşun	254.469	5.509,08 ppm	1.401,89
Erzurum-İspir	Kurşun	2.691.950	5.535,93 ppm	14.902,45
Erzurum-Olur	Kurşun	104.000	10.404 ppm	1.082,02
Artvin-Merkez	Kurşun	5.288.204	7.066,32 ppm	37.368,14

4. KURŞUNUN ÜRETİM DURUMU

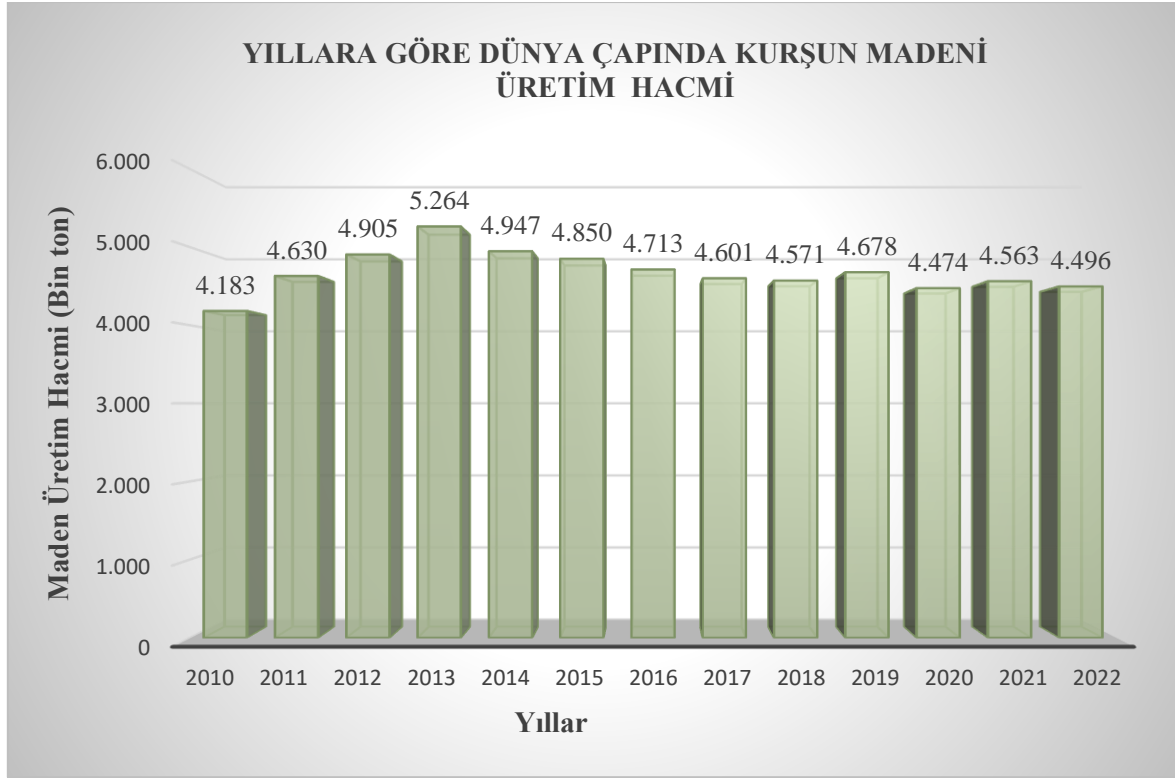
4.1. Dünyada Üretim Miktarı

Kurşunun kolay işlenebilen bir metal olması ve ergime derecesinin düşüklüğü (327,5°C) nedeniyle yaygın kullanım alanları vardır. Avustralya 2021 yılı itibarıyla yaklaşık 37 milyon ton ile dünyanın en büyük kurşun rezervine sahip olmasına rağmen dünya çapında en yüksek kurşun madeni üretimi Çin tarafından gerçekleştirilmiştir. Kurşun birçok alanda kullanılmaktadır. Ancak toksisitesi nedeniyle sağlık sorunları oluşturduğundan son zamanlarda kullanımı azalmıştır. Malzeme olarak plastiklerin kullanılması, kablo kaplamalarında ve kutularda kurşun kullanımını azaltmıştır. Ancak kurşunun günümüzde hala piller, mermiler, boyalar, alaşımlar ve daha fazlası gibi birçok önemli kullanım alanı bulunmaktadır ve sağlık üzerindeki potansiyel etkilerine rağmen kurşun değerli bir ürün olmaya devam etmektedir.

Glencore, Doe Run ve Hindustan Zinc dünyanın önde gelen kurşun üreticisi şirketlerindedir. İsviçreli madencilik devi Glencore'un kurşun üretimi 2020 ve 2021 yıllarında 2019 yılına kıyasla kademeli olarak azalmıştır. Ancak birçok madencilik şirketinde, COVID-19 salgınının madencilik faaliyetleri üzerindeki etkisi nedeniyle 2020 yılında üretim hacimlerinde düşüş görülmüştür.

Diğer metaller gibi kurşun da geri dönüştürülebilmektedir. Hurdadan geri dönüştürülen ikincil kurşun, yeni kurşun cevherlerinin çıkartılması ihtiyacını azaltmakla beraber aynı zamanda kurşunun sağlık açısından olumsuz etkilere neden olma olasılığını da azaltmaktadır. 2021 yılında Amerika Birleşik Devletleri, hurdadan geri dönüştürülmüş 990.000 ton ikincil kurşun üretmiş olup bu miktar, o yıl ABD madenlerinde üretilen kurşunun üç katından fazlasını oluşturmuştur [19]. Şekil 6'da 2010 yılından 2022 yılına kadar dünyada üretilen kurşun madeni miktarları belirtilmiştir.

Dünya çapında kurşun madeni üretimi 2022 yılında yaklaşık 4,5 milyon ton olmuştur. GlobalData'nın verilerine göre 2023-2026 döneminde %1'in altında bir Bileşik Büyüme Oranına ulaşılması beklenmektedir. Bu süreçte üretimin Çin, Hindistan, Meksika, ABD ve Güney Afrika'daki düşük üretim nedeniyle sabit kalması düşünülmektedir. Ancak, istikrarlı yeni araç üretimi, yedek pil kullanımı ve elektrikli araçlarda kurşun pillerin etkin kullanımıyla desteklenen küresel kurşun talebinin orta vadede artması beklenmektedir.



Şekil 6. Yıllara göre Dünya çapında kurşun madeni üretim hacmi [20].

Kurşun cevherinin büyük bir kısmını Çin üretmektedir. Ancak ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS) verileri, Avustralya, ABD, Meksika, Peru ve Hindistan gibi ülkelerin de kayda değer miktarlarda madencilik yaptığını göstermektedir. Buna göre 2022 yılında en çok kurşun madeni üreten ülkeler ve miktar bilgileri aşağıdaki gibi gerçekleşmiştir.

1. Çin

Maden üretimi: 2 milyon ton

Çin, 2021 yılındaki 1,96 milyon ton üretimine göre hafif bir artışla geçen yıl 2 milyon ton kurşun üretmiştir. Bu küçük orandaki artış, depolardaki kurşun fazlalığına rağmen gerçekleşmiştir. Ülke, yüksek enerji maliyetleri ve operasyonel aksaklıklar nedeniyle aksayan batılı tedarik zincirlerini beslediği için 2022 yılında kurşun ithalatçısı konumundan net ihracatçı konumuna geçmiştir.

2. Avustralya

Maden üretimi: 440.000 ton

Listede ikinci sırada yer alan, 2022 yılı kurşun üretimi 440.000 ton olan Avustralya'nın, 2021 yılındaki 485.000 ton olan üretimine göre bir düşüş yaşadığı görülmektedir.

Dünyanın önde gelen kurşun ihracatçısı olan Avustralya'da üretilen kurşun cevherinin, kurşun konsantresinin ve rafine kurşunun büyük bir kısmı Birleşik Krallık, Güney Kore, Japonya, Tayvan, Endonezya, Hindistan ve Malezya'ya gönderilmektedir.

3. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

Maden üretimi: 280.000 ton

ABD'de kurşun üretimi 2022 yılında düşerek 280.000 ton olmuştur. United States Geological Survey (USGS)'e göre yerli maden üretimi ve ikincil kurşun üretimi 2022 yılında bir önceki yıla göre sırasıyla yüzde 5 ve yüzde 3 oranında azalmıştır.

Ülkenin Missouri eyaletinde beş kurşun madeni bulunmaktadır. Ayrıca Alaska'daki iki çinko madeninde ve Idaho eyaletindeki iki gümüş madeninde yan ürün olarak kurşun üretilmektedir.

4. Meksika

Maden üretimi: 270.000 ton

Meksika'da kurşun üretimi, ülkenin 2021 yılındaki 272.000 ton üretiminden biraz düşüşle 2022 yılında 270.000 ton olarak gerçekleşmiştir. Newmont şirketi, yalnızca Penasquito madeninde 70.000 tonun üzerinde üretim gerçekleştirerek geçen yıl ülkenin en büyük kurşun üreticisi olmuştur.

5. Peru

Maden üretimi: 250.000 ton

Peru, 2021 yılında 264.000 ton kurşun üretmiş olup, 2022 yılında 250.000 ton ile üretimde düşüş yaşamıştır.

6. Hindistan

Maden üretimi: 240.000 ton

Altıncı en büyük kurşun üreticisi Hindistan'dır. Kurşun üretimi 2021 yılında 215.000 ton iken 2022 yılında 240.000 tona çıkmıştır. Ülkenin en büyük kurşun madenleri arasında tümü Vedanta'ya ait olan Sindesar Khurd, Rampura Agucha ve Zawar madenleri bulunmaktadır

7. Rusya

Maden üretimi: 200.000 ton

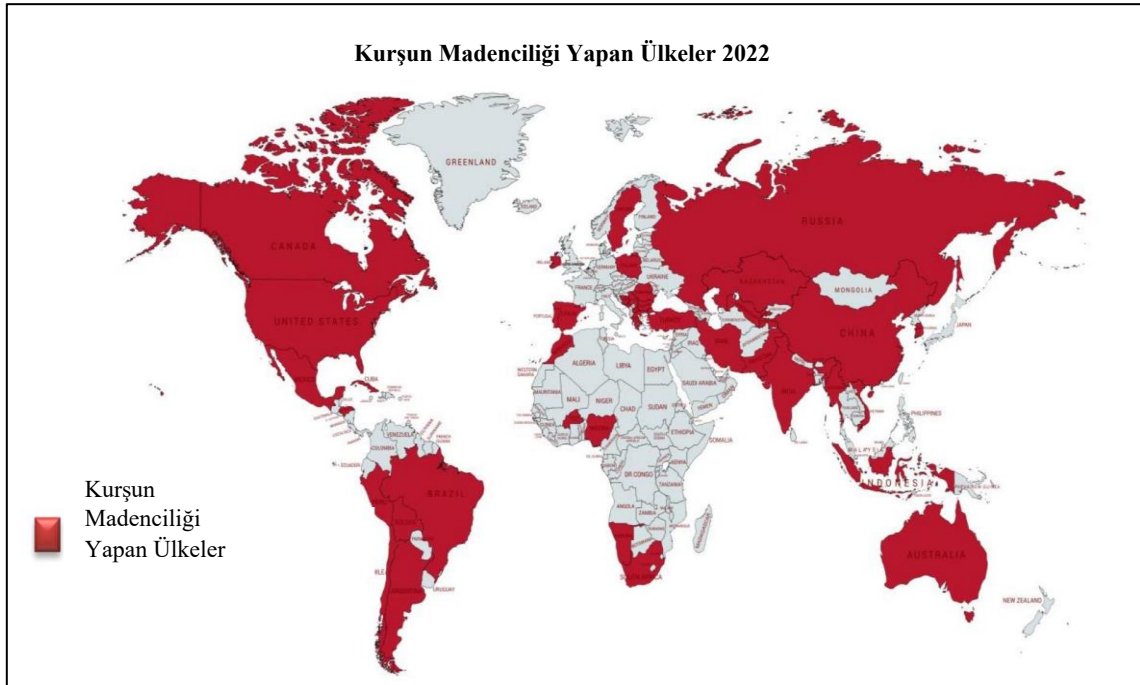
Rusya'nın kurşun üretimi 2021 ve 2022 yıllarında değişmeden 200.000 tonda kalmıştır. Ülkenin en büyük kurşun madenleri arasında devlete ait Uchalinsk madeninin yanı sıra Ural Madencilik ve Metalurji'ye ait Volkovskoye madeni yer almaktadır [21].

ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu'nun Survey (USGS) verileri doğrultusunda aşağıda tabloda ülkelere göre 2021 ve 2022 yıllarına ait kurşun üretim miktarları belirtilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Ülkelerin 2021 ve 2022 Yılları Kurşun Üretim Miktarları [13].

ÜLKELER	ÜRETİM MİKTARI (BİN TON)	
	2021 YILI	2022 YILI
ABD	294	280
Avustralya	485	440
Bolivya	93	90
Çin	1.960	2.000
Hindistan	215	240
İran	°50	50
Meksika	272	270
Peru	264	250
Rusya	ˆ200	200
İsveç	65	65
Tacikistan	°56	55
Türkiye	°75	75
Diğer Ülkeler	510	510
Dünya Toplam*	4.550	4.500

* yuvarlatılmış, ˆ tahmini



Şekil 7. Dünyada kurşun madeni üretimi yapan ülkeler [22].

Uluslararası Kurşun ve Çinko Çalışma Grubu (ILZSG) verilerine göre, 1990 yılından bu yana 5 kıtada kurşun cevheri çıkaran 40'tan fazla ülke bulunmaktadır. 2022 yılında 41

ülkede kurşun cevheri üretimi gerçekleşmiştir. Dünyada 2022 yılında toplamda yaklaşık 4,5 milyon ton olarak gerçekleşen konsantre kurşun üretiminin kıtalara göre üretim miktarları şu şekilde belirlenmiştir;

-Amerika kıtasında üretim 1-1,2 milyon ton arasında sabit kalmıştır.

-Asya kıtasında üretim hızlı bir büyüme göstererek 2022 yılında 2,51 milyon ton'a ulaşmıştır.

-Avrupa kıtasında üretim, 2022 yılında 1990 yıllarındaki seviyeye geri dönerek yaklaşık 0,46 milyon ton seviyesinde olmuştur.

-Afrika kıtasında üretim yaklaşık 0,1 milyon ton'a düşmüştür.

-Okyanusya'da¹ üretim 0,45-0,7 milyon ton arasında gerçekleşmiştir.

4.2. Türkiye'de Kurşun Üretim Miktarı

Türkiye'de ilk kurşun madeni üretimi Balıkesir'de Balya-Karaaydın madeninde yapılmıştır. Bu yataklardaki en yüksek üretim seviyeleri 19 yy. sonları ile 20 yy. başlarında gerçekleşmiştir. Bu işletmelerin çoğu 1918-1922 yılları arasında kapanmıştır.

Günümüze baktığımızda 2022 yılında ülkemiz dünyanın en büyük onuncu kurşun üreticisi olmuş ve küresel üretimin %1,6'sını gerçekleştirmiştir. Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü verilerine göre 2023 yılının Ekim ayı itibariyle ülkemizde ruhsat hukuku kapsamında yürüyen işletme izinli 111 adet kurşun işletme ruhsatı, bu ruhsatlardan 2022 yılı içerisinde kurşun üretimi yapmış olan 50 adet işletme ruhsatı bulunmaktadır. Kurşun üretimi yapan ruhsat sahiplerinden toplamda tüvenan olarak yaklaşık 779.450 ton kurşun ve kurşun-çinko üretimi ile yaklaşık 92.182 ton konsantre kurşun üretimi gerçekleşmiştir [23].

4.3. Dünyada Üretim Yapan Şirketler

Kurşun madenciliği üretimiyle ilişkili kilit ülkeler arasında Avustralya, Çin, Peru, Meksika, ABD, Rusya ve Hindistan yer almaktadır. Küresel üretimde ABD, %7'lik paya sahip olup ülkenin önde gelen kurşun üreticileri Teck Resources ve Hecla Mining'dir. 2020-2021 döneminde Teck Resources'ın üretimi %0,1 oranında düşerken Hecla Mining'in üretimi ise %28 oranında artmıştır. Bununla birlikte kurşun madenciliği pazarındaki önde gelen üreticilerden bazıları Glencore Madencilik Ltd., Vedanta Resources Ltd, South32 Ltd, Industrias Penoles SAB de CV ve Boliden AB'dir.

¹ Okyanusya, Büyük Okyanus'a dağılmış adaları kapsayan ülkelerden ve Avustralya'dan oluşan coğrafi bölgedir.

Glencore Madencilik Ltd.: 1970'lerde ticaret amaçlı kurulan şirket, yaklaşık 140.000 çalışanı, yüklenicisi ve doğal kaynaklara yönelik hem yerleşik hem de gelişmekte olan bölgelerdeki 35'ten fazla ülkede büyük bir emtia üreticisi ve pazarlamacısı haline gelmiştir. Bakır, kobalt, çinko, kurşun, nikel ve ferroalyajlar gibi çok çeşitli metal ve minerallerin üreticisi ve pazarlayıcısı konumunda olan Glencore çinko ve kurşunun birincil üretiminde, pazarlanmasında ve geri dönüşümünde de faaliyet göstermektedir. Avustralya, Güney Amerika, Kazakistan ve Kanada'da çinko ve kurşun cevheri üretilip işlenmektedir. Avustralya, Kanada, İspanya, İtalya, Almanya, İngiltere ve Kazakistan'daki işleme tesislerinde çinko ve kurşun cevheri eritilip rafine edilmektedir. Çinko ve kurşunun geri dönüşümü Avrupa ve Kuzey Amerika'da gerçekleştirilmektedir [24].

Vedanta Resources Ltd: Alüminyum, çinko-kurşun-gümüş, petrol ve gaz, demir cevheri, çelik, bakır, enerji, ferro alaşımlar, nikel, yarı iletken ve cam alanlarında faaliyet gösteren, Hindistan, Güney Afrika, Namibya ve Liberya'da bulunan dünyanın önde gelen tabii kaynaklar çalışma gruplarından birisidir. Vedanta Zinc dünyanın en büyük entegre çinko-kurşun maden üreticisi olup Hindistan Zinc Ltd (HZL)'in %64,9 hissesine sahiptir. Hindistan Zinc, 5 çinko-kurşun madeni, 1 kaya-fosfat madeni, 4 hidrometalurjik çinko izabe tesisi, 2 kurşun izabe tesisi, 1 metalurjik çinko-kurşun izabe tesisi ve Kuzeybatı Hindistan'da sülfürik asit üretim tesisi ve kapalı enerji santralleri ile sürdürülebilir bir yeraltı madenciliği işletmesi kurmuştur. Vedanta Zinc International (VZI)'in diğer operasyon firmaları Namibya'daki Skorpion Çinko madeni ve rafinerisi, İrlanda'daki Lisheen madeni ve Güney Afrika'daki Black Mountain Mining Ltd. (BMM)'den oluşmaktadır. BMM, Deeps ve Swartberg olmak üzere iki yeraltı kuyusu ve bir işleme tesisinden oluşmaktadır. Deeps maden kuyusunda, yan ürün olarak gümüşle birlikte bakır, kurşun ve çinko; Swartberg kuyusunda öncelikle bakır ve kurşun, yan ürün olarak da gümüş üretilmektedir [25].

South32 Ltd: South32, merkezi Perth, Batı Avustralya'da bulunan bir madencilik ve metal şirkettir. Şirket, boksit, alümina, alüminyum, metalurjik kömür, manganez, nikel, bakır, molibden, altın, gümüş, kurşun ve çinko üreticisidir. South32'nin Avustralya, Güney Afrika, Mozambik, Kolombiya ve Amerika Birleşik Devletleri'nde işletmeleri bulunmaktadır. Ayrıca Brezilya'da entegre bir alüminyum işletmesine ve Şili'de bir bakır ve molibden madenine yatırımları bulunmaktadır. Avustralya Queensland'deki Cannington maden işletmesi büyüyerek dünyanın en büyük ve en düşük maliyetli kurşun üreticisi haline gelmiş olup dünyadaki kurşunun %7'sini üretmektedir. Cannington kurşun madeni, Townsville Limanı'ndaki yer altı sert kaya madeni ve yer üstü maden işleme tesisi, karayolundan

demiryoluna transfer tesisi, konsantre taşıma ve gemi yükleme tesisinden oluşmaktadır. Gümüş, kurşun ve çinko, öğütme sıralı yüzdürme ve liç teknikleri kullanılarak, yüksek gümüş içeriğine sahip yüksek kaliteli, pazarlanabilir kurşun ve çinko konsantreleri içeren cevherden çıkarılmaktadır. Yatak ilk olarak yaklaşık 30 yıl önce bölgede yapılan hava araştırmasında bir anormallik olarak keşfedilmiş olup, madendeki üretim 20 yılı aşkın süredir devam etmektedir [26,27].

GlobalData'ya göre dünya çapında 332'den fazla kurşun madeni faaliyet göstermektedir. Bu analiz firmasının madencilik veri tabanına göre, 2022 yılında dünya genelindeki üretime göre en büyük on kurşun madeni aşağıdaki gibidir;

1. Castellanos Projesi

Castellanos Projesi, Küba'nın Pinar del Rio şehrinde bulunan bir yerüstü madenidir. GeoMinera SA'ya ait olan sıfırdan yapılan maden, 2022 yılında tahminen 124,63 bin ton kurşun üretmiş olup 2039 yılına kadar faaliyet gösterecektir.

2. Cannington Madeni

Avustralya'nın Queensland şehrinde bulunan Cannington Gümüş ve Kurşun Madeni, South32 şirketine aittir. Yeraltı madeni 2022 yılında tahminen 120,6 bin ton kurşun üretmiştir. Maden 2031 yılına kadar faaliyet gösterecektir.



Şekil 8. Dünyanın en büyük gümüş ve ayrıca kurşun üreticilerinden olan Queensland'in (Avustralya) kuzeybatısında bulunan Cannington madeni [28].

3. İsa Dağı (Mount Isa Ltd.) Çinko Madeni

İsa Dağı (Mount Isa Ltd.) Çinko Madeni, Avustralya'nın Queensland şehrinde bulunan bir yer üstü ve yer altı madenidir. Glencore Madencilik Ltd.'ye ait olan sıfırdan yapılan maden, 2022 yılında tahminen 120 bin ton kurşun üretmiştir. Madenin 2036 yılına kadar faaliyet göstermesi planlanmaktadır.

4. Fankou Madeni

Shenzhen Zhongjin Lingnan Nonfemet Co. Ltd'ye ait olan Fankou Madeni, Çin'in Guangdong şehrinde bulunan bir yer altı madenidir. 2022 yılında tahmini olarak 92,46 bin ton kurşun üretmiştir. Madenin beklenen kapanma tarihi 2033 yılıdır.

5. Red Dog Madeni

Red Dog Madeni, Amerika Birleşik Devletleri'nin Alaska eyaletinde bulunan bir yer üstü madenidir. Teck Resources şirketine ait olan madende 2022 yılında tahmini 85 bin ton kurşun üretilmiştir. Madenin 2031 yılına kadar faaliyet göstermesi beklenmektedir.

6. Penasquito Madeni

Penasquito Madeni, Meksika'nın Zacatecas şehrinde bulunan bir yer üstü madenidir. Newmont şirketine ait olan sıfırdan yapılan maden, 2022 yılında tahminen 71,67 bin ton kurşun üretmiştir. Madenin 2032 yılına kadar faaliyet göstermesi beklenmektedir.

7. Uchalinsk Madeni

Rusya da bulunan Uchalinsk Madeni, Ural Madencilik ve Metalurji Şirketi (UMMC)'ne aittir. Yer üstü ve yer altı madeni 2022 yılında tahminen 66 bin ton kurşun üretmiştir.

8. Mehdiabad Projesi

Mehdiabad Projesi, İran'ın Yezd şehrinde bulunan bir yerüstü madenidir. KDD Group'a ait olan ve sıfırdan yapılan maden, 2022 yılında tahminen 62 bin ton kurşun üretmiştir.

9. San Cristobal Madeni

Sumitomo şirketine ait olan San Cristobal Madeni, Bolivya'nın Potosi kentinde bulunan bir yer üstü madenidir. Sıfırdan açılan maden 2022 yılında tahminen 58 bin ton kurşun üretmiştir.

10. McArthur Nehri Madeni (Çinko)

McArthur Nehri Madeni (Çinko), Avustralya'nın kuzey bölgesinde bulunan bir yer üstü madenidir. Glencore Madencilik Ltd. şirketine ait olan sıfırdan yapılan maden 2022 yılında tahminen 56 bin ton kurşun üretmiştir. Madenin 2050 yılına kadar faaliyet göstermesi beklenmektedir [29,30].

4.4. Türkiye’de Üretim Yapan Şirketler

Ülkemizde 2022 yılında konsantre kurşun üretimi gerçekleştiren şirketler aşağıda tabloda belirtilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Ülkemizde Konsantre Kurşun Üretimi Yapan Şirketler ve Üretim Miktarları (2022) [31].

ŞİRKETLER	ÜRETİM MİKTARI (TON)
ESAN ECZACIBAŞI ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	70.610
NESKO MADEN TİCARET VE SANAYİ ANONİM ŞİRKETİ	7.035
GÜMÜŞTAŞ MADENCİLİK VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	6.465
OREKS MADENCİLİK LİMİTED ŞİRKETİ	6.112
RASİH VE İHSAN MADEN LİMİTED ŞİRKETİ	1.146
ESEN MADENCİLİK SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	319
ÇANAKKALE MADENCİLİK SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	264
MEYRA MÜHENDİSLİK PROJE VE MADENCİLİK SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	230

Esan Eczacıbaşı Endüstriyel Hammaddeler Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi;

Eczacıbaşı Topluluğu’nun doğal kaynaklar şirketi olan Esan, seramik sektörünün yüksek kalite hammadde ihtiyacını karşılamak için 1978 yılında kurulmuştur. Kuruluşundan bugüne Türkiye’nin önde gelen endüstriyel mineral ve metalik maden üreticilerinden ve ihracatçılarından birisi olmuştur. 1979 yılında Türkiye’deki ilk kil zenginleştirme tesisini kurduktan sonra 1985 yılında da Türkiye’nin ilk feldspat flotasyon tesisinin kuruluşuna imza atmıştır. 2009 yılına kadar camdan teknolojiye modern yaşamın vazgeçilmezi birçok ürünün kaynağı olan feldspat, kuvars, kil, bentonit ve kaolen başta olmak üzere endüstriyel hammaddelerin üretimini gerçekleştiren Esan, Balıkesir Balya’da kurşun ve çinko madeninin açılması ile metalik maden sektörüyle üretim faaliyetlerine devam etmiştir. 2009 yılında açılan Balıkesir Balya tesisinin derinliği 836 metre, tünel uzunluğu 92 km olup Türkiye’nin en derin kurşun ve çinko madeni özelliğindedir. 2021 yılında, Türkiye'nin kurşun ihracatının yüzde 52'sini ve çinko ihracatının yüzde 9'unu tek başına karşılayan

Balya kurşun ve çinko madeni, Esan'ı Türkiye'nin kurşun ihracatında ön saflara taşımış ve önde gelen kurşun çinko ihracatçıları arasında konumlandırmıştır [32].

Nesko Maden Ticaret Ve Sanayi Anonim Şirketi;

Nesko Maden, 1987 yılından bu yana demir dışı madencilikte bakır, çinko ve kurşun üretimine devam etmektedir. Son yıllarda bir dünya şirketi olma hedefini ise İran'da, hissedarı olduğu Ber - Öner Tehran Şirketi'nin çinko-kurşun üretim çalışmaları ile sürdürmektedir. Nesko Madencilik A.Ş Haziran 2008 yılında Yıldızlar SSS Holding bünyesine katılmıştır. Çanakkale/Yenice, Balıkesir/İvrindi, Ordu/Kabadüz, Giresun/Şebinkarahisar, Yozgat/Akdağ madeni işletmelerinde yılda toplam 100.000 ton/yıl kurşun, çinko ve bakır konsantresi üretimi yapılmakta olup üretimin tamamı ihraç edilmektedir [33].

Gümüştaş Madencilik Ve Ticaret Anonim Şirketi;

1982 yılında kurulan Gümüştaş Madencilik üretim ve ihracat payıyla bugün Türkiye'de özel sektör madenciliğinin öncüleri arasında bulunmaktadır. Türkiye'nin önemli baz metal ve değerli metal üreticisi olup Gümüşhane'deki kurşun - çinko yeraltı maden ve flotasyon tesisine ek olarak, 2007 yılında ülkemizin önemli maden sahalarından biri olan Niğde Bolkar altın - gümüş madenini bünyesine katmıştır. Sonrasında Niğde Tepeköy'de altın - gümüş zenginleştirme tesisi kurarak madencilik faaliyet alanını genişletmiştir. 2011 yılında Niğde Bolkar altın - gümüş maden sahasına komşu olan Ekin Madencilik'e ait polimetallik yeraltı maden işletmesine %50 ortak olarak madencilik faaliyetlerini büyütüştür. Niğde Bolkar'da yeraltı sülfür projesini de hayata geçiren Gümüştaş, Gümüşhane Kırkpavli ve Artvin Yusufeli'nde de arama faaliyetlerini sürdürmektedir. Ayrıca ülkemizin farklı bölgelerinde bulunan potansiyel sahalarda da arama çalışmalarına devam etmektedir. Gümüştaş'ın Gümüşhane'de 2.400 ton/gün cevher işleme kapasiteli kurşun, çinko, bakır flotasyon tesisi bulunmaktadır. Ayrıca Niğde Tepeköy'de 400 ton/gün cevher işleme kapasiteli kurşun, çinko, pirit flotasyon tesisi ve 400 ton/gün cevher işleme kapasiteli altın, gümüş zenginleştirme tesisi mevcuttur. Niğde Bolkar'da 2023 yılında devreye alınacak 840.000 ton/yıl cevher işleme kapasiteli yeni bir flotasyon tesisi yatırım kararı alan Gümüştaş; bu tesisi besleyecek 1 milyon ton tüvenan cevher üretimini derin yeraltı madenciliğiyle Bolkar Sülfür zonundan yapmayı hedeflemektedir. Ağırlıklı olarak kalkınmada öncelikli bölgelere yatırım yapan Gümüştaş, bu bölgelerde 1000 den fazla madenciye istihdam sağlamaktadır.

2020 yılında Türkiye’de maden ihracatı yapan şirketler sıralamasında 16. olan Gümüştaş, Doğu Karadeniz İhracatçılar Birliği’nde 3. ve Gümüşhane’de ilk sırada yer almaktadır [34].

Oreks Madencilik Limited Şirketi;

1966 yılında kurulan şirket çinko, kurşun maden ve konsantresi ayrıca mermer üretimi ile faaliyetlerine devam etmektedir [35].

Rasih Ve İhsan Maden Limited Şirketi;

1967 yılında şirket tarafından işletilen tesisler, 2008 yılında Yıldızlar SSS Holding bünyesine katılmıştır. Yozgat Karapir bölgesindeki Bayramali ve Kıraçbey ocaklarından elde edilen tüvenan cevher Akdağmadeni ilçesindeki flotasyon tesisinde zenginleştirilerek kurşun ve çinko konsantresi elde edilmektedir [36].

4.5. Uluslararası Birlikler (Kuruluşlar)

Uluslararası alanda, Türkiye’nin de üyesi bulunan “Uluslararası Kurşun Çinko Çalışma Grubu (International Lead and Zinc Study Group (ILZSG))”, kurşun-çinkonun uluslararası ticaretine ilişkin düzenli olarak hükümetler arası istişare fırsatları sağlamak, kurşun-çinkonun arz talep durumu ve olası gelişimi hakkında sürekli bilgi sağlamak ve kurşun-çinko piyasasının dünya genelindeki durumu hakkında özel çalışmalar yapmak, dünya ticaretinin olağan gelişiminde çözülmesi muhtemel olmayan herhangi bir sorun veya zorluğun olası çözümlerini değerlendirmek amaçları doğrultusunda Birleşmiş Milletler tarafından 1959 yılında kurulmuştur. Uluslararası Kurşun Çinko Çalışma Grubu, en köklü uluslararası emtia kuruluşlarından birisidir ve bu nedenle Uluslararası Nikel Çalışma Grubu ve Uluslararası Bakır Çalışma Grubu gibi diğer kuruluşlar için de rol model olmuştur. ILZSG'nin ana rolü kurşun ve çinko için küresel pazarlarda şeffaflığı teşvik etmektir. Bu, yüksek kaliteli istatistiklerin aylık olarak yayınlanması, derinlemesine pazar araştırmaları ve özel olarak hedefe yönelik ekonomik çalışmalar aracılığıyla arz ve talep gelişmeleri hakkında piyasaya sürekli bilgi akışı sağlanarak gerçekleştirilir. Grup ayrıca küresel kurşun ve çinko piyasalarındaki endişe verici konuları tartışmak üzere endüstriyi ve hükümetleri bir araya getiren özel konferanslar düzenlemektedir. Grubun daimi gözlemci kuruluşları aşağıda belirtilmiştir:

Resmi

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD)

Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD)

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP)

Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü (UNIDO)

Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası (IBRD),

Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ).

Resmi Olmayan

Avrupa Demir Dışı Metaller Sanayicileri Birliği (EUROMETAUX)

Avrupa Otomotiv ve Endüstriyel Pil Üreticileri Birliği (EUROBAT)

Uluslararası Pil Konseyi (BCI)

Avrupa Genel Galvanizciler Birliği (EGGA)

Uluslararası Madencilik ve Metal Konseyi (ICMM)

Uluslararası Çinko Birliği (IZA)

Uluslararası Kurşun Derneği (ILA)

Gruba üyelik, kendileri esas olarak kurşun ve/veya çinko üretimi, tüketimi veya ticaretiyle ilgilenen Birleşmiş Milletlere veya uzman kuruluşlara veya Dünya Ticaret Örgütü'ne üye ülkelere açıktır. Grubun şu anda 27 üye ülkesi olup bu ülkeler dünya kurşun ve çinko üretiminin ve kullanımının %85'inden fazlasını gerçekleştirmektedir [37].

Uluslararası Kurşun Derneği (International Lead Association (ILA)), dünya çapında kurşun üreticilerini temsil eden ve kurşun için sürdürülebilir bir gelecek yaratmak için çalışan bir birliktir. İşletmelerin rekabet edebileceği ve gelişebileceği koşulları yaratmak ve sürdürmek için kurşunun güvenli üretimini, kullanımını ve geri dönüşümünü teşvik ederek ve savunarak üyelerinin ihtiyaçlarına hizmet etmek görevleri arasındadır. ILA'nın kar amacı gütmeyen ticari birlik olarak statüsü, üyeleri için sektörün karşı karşıya olduğu zorlukların üstesinden gelebilecek güvenilir bir savunucu rolü oluşturmaktadır. ILA ekibi, kurşunun güvenli ve emniyetli üretimini teşvik etmek için üyelerle ve diğer kuruluşlarla yakın işbirliği içinde çalışan, tam zamanlı uzmanlardan ve danışmanlardan oluşmaktadır. ILA'nın üyeleri, madencilik sektöründe, izabe, rafinasyon ve geri dönüşüm süreçlerinden kurşun üretmektedir. Pillerden radyasyon kalkanına kadar çok çeşitli önemli ürünlerde kurşunun güvenli ve sorumlu kullanımını teşvik etmek ve desteklemek için şirketlerle, düzenleyicilerle, politika yapıcılar ve diğer paydaşlarla yakın işbirliği içinde çalışmaktadır. ILA, yeni nesil gelişmiş kurşun akülere, yeni araştırma ve geliştirmelere öncülük eden, rekabet öncesi bir inovasyon grubu olan "Pil Yenilikleri Konsorsiyumu'nu" desteklemektedir [38].

5. KURŞUNUN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Kurşun ve çinko cevherleri çoğunlukla bir arada bulunur. Kurşun cevherini çıkaran ve işleyen çok sayıda ülke vardır. Dolayısıyla kurşun birincil üretim açısından en yaygın metaller arasında yer almaktadır. Kurşun madenciliğinin çoğu yüksek mekanize yer altı yöntemleriyle yapılmaktadır; ancak bazı maden yatakları açık ocak madenciliği kapsamında çalışılmaktadır. Rafine veya metalik kurşun üretimi iki türde yapılmaktadır. Birincisi doğrudan cevher konsantresinden kaynaklanan birincil üretim, ikincisi geri dönüştürülmüş veya geri kazanılmış kurşunu ifade eden ikincil üretimdir.

Genellikle kurşun üretimi üç mineralden gerçekleşmektedir. En yaygın olanı galendir. Saf galen formu yalnızca kurşun ve kükürt içerir fakat içinde gümüş, bakır, çinko, kadmiyum ve antimuanın yanı sıra arsenik de dahil olmak üzere diğer metallerin izlerini de barındırmaktadır. Kurşun üretimi için ticari olarak çıkarılan diğer iki mineral serüzit ve anglezittir. Çıkarılan kurşunun %95'inden fazlası bu üç mineralin birinden elde edilir. Ancak bu cevherlerin çoğu yataklarda tek başına bulunmaz; pirit, markazit ve çinko gibi diğer minerallerle karışık halde bulunur. Bu nedenle, genellikle çinko veya gümüş olmak üzere diğer metal madenciliğinin yan ürünü olarak çok fazla kurşun cevheri elde edilir. Yıllık olarak kullanılan kurşunun yalnızca yarısı madencilikten elde edilmektedir. Diğer yarısı da, çoğunlukla otomobil akülerinin geri dönüşümü yoluyla, geri kazanılmaktadır.

5.1. Üretim Süreci

5.1.1. Cevher madenciliği ve cevherin konsantre edilmesi

Kurşun içeren cevheri elde etmenin ilk adımı onu genellikle yeraltı madenciliği veya açık ocak madenciliği ile çıkarmaktır. Cevher madenden çıkarıldıktan kırıcılarda kırılarak değirmene beslenir. Cevher değirmende öğütülerek çapı 0,1 milimetre veya daha küçük parçacıklar halinde bırakılır. Burada amaç kurşun taneciklerini serbest hale getirerek gang minerallerinden daha kolay ayrılmasını sağlamaktır.

5.1.2. Flotasyon

Başlıca kurşun cevheri olan galen, kurşun sülfid olarak bilinir ve kükürt mineralinin önemli bir kısmını oluşturur. Flotasyon işlemi, değerli metali de içeren cevherin kükürt içeren kısımlarını toplar. İnce ince kırılan cevher önce suyla seyreltilir ve daha sonra “yüzdürme hücresi” adı verilen bir tanka dökülür. Öğütülmüş cevher ve su karışımına “bulamaç” denir. Daha sonra tanktaki bulamaca belirli bir oranda çam yağı veya benzeri bir kimyasal eklenir. Tank daha sonra karışımı şiddetle sallayarak çalkalar. Çam yağı sülfür

parçacıklarını çeker. Daha sonra karışımın içinden hava kabarcıkları geçirilir. Bu, sülfür parçacıklarının tankın üst kısmında yağlı bir köpük oluşturmasına neden olur. Gang adı verilen atık kaya dibe çöker. Alınan numuneler belirli aralıklarla analiz edilerek verim ve tenör kontrol edilir. Minerallerin konsantre olmasına yardımcı olmak için flotasyon hücresine başka kimyasallar da eklenir. Şap ve kireç metali toplar veya parçacıkları büyütür. Metal parçacıkların yüzeye çıkmasına yardımcı olmak için bulamaca ksantat da eklenir. Flotasyon işlemi sonunda kurşun cevherden ayrıştırılırken çinko, bakır gibi diğer mineraller de ayrıştırılmış olur.

5.1.3. Filtreleme

Cevher, flotasyon hücrelerinde konsantre edildikten sonra, suyun %90'a kadarını gideren bir filtreye akar. Bu noktadaki konsantre, çoğunlukla kükürt ve çinko olmak üzere büyük miktarlarda diğer yabancı maddelerle birlikte %40-80 oranında kurşun içerir. Bu aşamada izabe tesisine gönderilmeye hazırdır. Mineral içermeyen gang veya kaya, yüzdürme tankından dışarı pompalanarak çöktürme havuzlarında depolanır.

5.1.4. Cevherin kavrulması

Filtreden çıkan kurşun konsantresindeki kükürtün giderilmesi için tekrardan rafine edilmesi gerekir. Konsantre, sinter tesisi adı verilen tesise boşaltıldıktan sonra diğer kurşun içeren malzemelerle, kum ve kireç taşıyla karıştırılır. Daha sonra karışım hareketli bir ızgara üzerine yayılır. 1.400°C'ye (2.550°F) ısıtılan hava ızgaradan üflenir. Yakıt olarak kok eklenir ve cevher konsantresindeki kükürt yanarak kükürt dioksit gazına dönüşür. Bu kükürt dioksit, kurşun rafine etme işleminin önemli bir yan ürünüdür. Ayrı bir asit tesisinde yakalanıp birçok kullanım alanı olan sülfürik asite dönüştürülür. Cevher bu şekilde kavrulduktan sonra sinter adı verilen bir malzemeye dönüşür. Sinter çoğunlukla kurşun oksitten oluşur ancak aynı zamanda çinko, demir ve silikon oksitleri ile, bir miktar kireç ve kükürt de içerebilir. Sinter hareketli ızgaradan geçerken topraklara bölünür. Topaklar daha sonra yüksek fırına kok yakıtıyla birlikte dökülür. Fırının alt kısmından bir hava akımı gelerek koku yakar. Yanan kok, yaklaşık 2,200°F (1,200°C) sıcaklık ile karbon monoksit üretir. Karbon monoksit kurşun ve diğer metal oksitlerle reaksiyona girerek erimiş kurşun, metalik olmayan atık cüruf ve karbondioksit üretir. Daha sonra erimiş metal, cüruf kazanlarına veya kalıplara dökülür.

5.1.5. Rafine etme

kablo kılıfı ve mühimmatta yaygın olarak kullanılan kurşun, metalin gücünü artırmak amacıyla antimuanla alaşımlanır.

5.1.7. Yan ürünler/Atık

Kurşun rafinasyonu çeşitli yan ürünler üretir. Cevher yoğunlaştıkça gang veya atık kaya birikir. Minerallerin çoğu cevherden uzaklaştırılmıştır ve dolayısıyla bu atık, endüstri tarafından çevresel tehlike olarak değerlendirilmemektedir. Sülfürik asit, eritme işleminin ana yan ürünüdür. Cevherin sinter tesisinde kavrulması sırasında kükürt dioksit gazı açığa çıkar. Atmosferi korumak için keskin kokulu gaz ve duman yakalanır ve öncelikle tesisten çıkan hava temizlenir. Kükürt dioksit ayrı bir asit tesisinde toplanarak sülfürik asite dönüştürülür.

Hava kirliliği kurşunun işlenmesinden de kaynaklanabilir. İzabe tesisi kurşunun atmosfere salınmaması için dumanları filtrelemek ve vakumlamak için ayrı bir tesise ihtiyaç duyar. Bununla birlikte, kurşun parçacıkları yine de atmosfere ulaşabilmektedir. Eritme işlemiyle üretilen katı atık ürününün çoğu, cüruf adı verilen yoğun, camsı bir maddedir. Bu, çinko ve bakırın yanı sıra kurşun da içerir. Cüruf gangdan daha zehirlidir ve çevreye ve canlılara zarar vermemesi için güvenli bir şekilde saklanmalı ve izlenmelidir.

5.1.8. İkincil kurşun üretimi

Kurşunun ikincil üretimi, hurdadan elde edilen kurşundur. Temel olarak çeşitli endüstriyel işlemlerden neticesinde elde edilen, aynı zamanda eritilen önemli bir kurşun kaynağıdır. Toplam rafine kurşun üretiminin neredeyse yarısını oluşturan ikincil kurşun, kurşun pazarında önemli bir yer edinmiştir. İkincil kurşun üretiminin yaklaşık yüzde 85'i atılmış otomobil akülerinden yapılmaktadır. Ayrıca pil hurdası gibi atık malzemelerin geri dönüştürülmesiyle elde edilmektedir. Kullanılmış pillerin imhasını düzenleyen katı çevresel düzenlemelerin uygulanması, geri dönüşüme yönelik çabaların artmasına destek olacaktır. Hurdadan kurşunun geri dönüştürülmesi; hurdanın işlenmesini ve ayrılmasını, kurşun içeren fraksiyonların azaltılmasını, eritilmesini ve kurşun külçesinin ticari bir ürün halinde rafine edilmesini ve alaşımlanmasını içermektedir. Genellikle ikincil kurşun ve kurşun alaşımlarının işlenmesi yüksek fırınlarda gerçekleştirilmektedir.

Geri kazanılmış pillerden ve kablo kılıflarından elde edilen ikincil kurşun alaşımının büyük bir kısmı, küçük yüzdelerde antimuan ve diğer metalleri içermektedir. Antimuan içeren ikincil kurşun rafine edildikten sonra çoğunlukla pil üreticilerine yeniden

satılmaktadır. İkincil kurşun içeren kalay, çoğunlukla lehimlerin, yatak metallerinin ve diğer kurşun-kalay alaşımlarının üretiminde yeniden kullanılmaktadır.

Kalsiyum-kurşun alaşımları ayrıca geri dönüştürülmüş kurşundan da yapılabilir. Antimuan, oksijen enjeksiyonu ile çıkarılır, bakır ve diğer yabancı maddeler uzaklaştırıldıktan sonra erimiş kurşun, 50 kilogram (110 pound²) veya daha fazla ağırlığa sahip bloklar halinde dökülür. Erimiş kurşun ayrıca isteğe bağlı olarak kalay veya alüminyum ilavesiyle, kurşun-kalsiyum alaşımlarının üretimi için bir alaşım kazanına da pompalanabilmektedir.

5.2. Kurşun ve Alaşımları

Rafine kurşunun saflığı genellikle yüzde 99 ila 99,99 arasındadır, Bu seviyelerde kurşunun tenörleri çoğunlukla bizmut içeriklerine göre farklılık gösterir. Modern izabe ve rafinasyon teknikleri ile ham maddenin doğası ne olursa olsun bu yüksek saflık seviyelerine ulaşmak mümkündür.

Kurşunun çeşitli türlerini ve saflıklarını düzenleyen uluslararası standartlar bulunmamakla birlikte, her ülkenin kendisine özgü standartlar oluşturulmuştur. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde en az yüzde 99,94 saflığa kadar rafine edilmiş kurşun, aşındırıcı kurşun olarak adlandırılır. Bu isim, metalin herhangi bir özelliğinden değil, daha önce üretildiği işlemde gelmektedir. Aşındırıcı kurşundan sonra en sık kullanılan kalitede olan kimyasal kurşun, yüzde 0,04 ila 0,08 bakır içeriğine ve yüzde 0,002 ila 0,02 gümüş içeriğine kadar rafine edilir. Bu kalite, önemli ölçüde geliştirilmiş korozyon direncine ve mekanik dayanıma sahiptir ve bu nedenle kimya endüstrisinde, özellikle boru tesisatı ve astar malzemesi olarak oldukça tercih edilir. Düşük bakır içeriğine sahip, tamamen rafine edilmiş ve gümüşü alınmış kurşun; yüksek korozyon direncinin gerekli olmadığı yerlerde yaygın olarak kullanılır. Tamamen rafine edilmiş kurşuna bakır eklenerek elde edilen asit kurşun, öncelikle yüksek bizmut içeriği nedeniyle kimyasal kurşundan farklılık gösterir. Diğer iki kurşun türü, yaklaşık yüzde 0,15 arsenik, yüzde 0,10 kalay ve yüzde 0,10 bizmut içeren ve kablo kılıfında kullanılan arsenikli kurşun ile kurşun asitli pillerde ve döküm uygulamalarında kullanılan yüzde 0,03 ila 0,11 kalsiyum içeren kalsiyum kurşundur.

² Genellikle değerli madenlerin ölçülmesinde kuyumcu tartısı olarak kullanılmaktadır. İngiliz ölçü birimine göre 1 pound 0.45359237 kilogram olarak tanımlanmaktadır.

Saf kurşunun mekanik özellikleri nispeten zayıf olduğundan, özellikle mukavemeti veya sertliği arttırmak için diğer elementlerle alaşımlanır. Kurşun ve birçok alaşımının çoğu, hemen hemen tüm ticari işlemlerle kolaylıkla üretilebilmektedir. Preslenen ürünler arasında boru, çubuk, tel, şerit, eşyalar ve özel şekiller bulunur. Kalınlığı yaklaşık 10 mikrometre (0,0004 inç) kalınlığındaki folyodan 5 santimetre (2 inç) veya daha fazla kalınlığa sahip tabakalara kadar değişebilen haddelenmiş ürünler birçok uygulamada kullanılmaktadır. Bu uygulamalar, kimya endüstrisine yönelik korozyona dayanıklı ekipmanlar (özellikle sülfürik asidin işlenmesi için), çatı kaplama, kaplama, su geçirmez membranlar ve benzeri uygulamalar, x-ışını ve gama ışını korumasında ve bazen plastik bir kılıf içinde laminant olarak ses yalıtımında ve birçok bina ve makine uygulaması için titreşim sönümleyici pedler olarak kullanımlardır.

5.2.1 Antimuanlı kurşun

Kurşunla alaşımlanan en yaygın ve önemli metal antimuandır. Antimuan kurşun alaşımları genellikle yüzde 1 ila 6 oranında antimuan içermektedirler. Bu oran yüzde 25'e kadar da çıkabilmektedir. Diğer bileşenler genellikle kalay, demir, bakır, çinko, gümüş, arsenik veya eser miktarda nikeldir. Antimuanlı kurşun, sertliği ve mukavemeti arttırdığı için geleneksel olarak sadece sert kurşun olarak bilinmektedir.

Antimuanlı kurşun, yüksek sıcaklıklarda gücünü hızla kaybeder, bu nedenle genellikle sıcaklıkların 120°C'yi (250 °F) aşmadığı uygulamalarda kullanılmaktadır. Şimdiye kadar ki en önemli ticari uygulaması, kurşun-asit akümülatörlerdeki ızgaralar ve terminaller için dökme metaldir. "Bakım gerektirmeyen" otomotiv aküleri genellikle yüzde 1,5 ila 3 antimuanlı kurşun negatif plakalardan ve yüzde 0,04 ila 0,06 kalsiyum ve yaklaşık yüzde 0,1 kalay içeren pozitif plakalardan üretilmektedir. Diğer önemli kurşun-antimuan uygulamaları arasında boru ve levha, kablo kılıfı ve mühimmat yer almaktadır.

5.2.2. Rulman alaşımları

Beyaz metaller olarak da bilinen kurşun bazlı rulman alaşımları, genellikle mukavemeti arttırmak için geniş ölçüde değişken kalay veya bakır (veya her ikisi) ve arsenik ilavesi içeren antimuanlı kurşundur. Demiryolu vagonlarının kaymalı yataklarında yaygın olarak kullanılan bu alaşım tipi, %86 kurşun, %9 antimuan ve %5 kalay içermektedir. Kalsiyum ve sodyum gibi birçok kurşun ve alkali toprak metal alaşımı da taşıyıcı malzeme olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Kurşunlu bronzlar yüzde 4 ila 25 oranında kurşun artı bakır ve kalay ilaveleri içermektedir. Bazı bakır-kurşun içeren alaşımlar yüzde 40'a kadar kurşun

içermektedir. Tüm bu yatak alaşımları, yağlama arızası yatağın hasar görmesine neden olmayacak şekilde yeterince yumuşaktır.

5.2.3. Kurşun-kalay

Lehim olarak, ağırlıkça yüzde 98'e kadar kalay içeren kurşun-kalay alaşımları kullanılır. Bu alaşımların mukavemeti kalay içeriği arttıkça artarken, erime noktası yüzde 38 kurşun içeriğiyle minimum 183°C'ye (361°F) kadar düşer. Yarı kurşun-yarı kalay alaşımı en yaygın genel amaçlı lehimdir. Yaklaşık yüzde 5 ila 30 arasındaki önemli ölçüde daha düşük, kalay içerikleri, otomotiv endüstrisi tarafından radyatör kanallarının lehimlenmesinde ve diğer uygulamalarda kullanılmaktadır. Konserveler endüstrisinde yüzde 2 kadar daha düşük kalay içeriği kullanılmaktadır. Elektronik endüstrisi, ısıya duyarlı bileşenleri korumak için düşük erime noktalı lehimlere ihtiyaç duyar ve bu nedenle kalay içeriği genellikle yüzde 60 ila 65 civarındadır. Kurşun ve tipik olarak yüzde 10 ila 15 oranında kalaydan oluşan bir alaşım olan Terne metali, otomobil benzin depoları, paketleme, çatı kaplama ve kurşunun kullanıldığı diğer kullanımlar alanlarında yaygın kullanımı olan güçlü, korozyona dayanıklı bir ürün üretmek amacıyla çelik sacı kaplamak için kullanılmaktadır.

5.2.4. Kurşun-gümüş

Geleneksel kurşun-kalay lehimlerine göre daha yüksek sıcaklıklarda mukavemetlerini ve diğer özelliklerini koruyan lehim bağlantıları istendiğinde, erime noktaları yaklaşık 305 °C (580°F) olan kurşun-gümüş alaşımları kullanılır. Bu lehim alaşımlarının gümüş içeriği yüzde 1,5 ila 1,75 arasında değişmektedir; Taneler arası korozyonu önlemek için genellikle yaklaşık yüzde 1 seviyesinde kalay eklenir. Kurşun-antimuan alaşımlarına yüzde 1 gümüş eklenmesi, ızgara malzemesi olarak pillerdeki performanslarını artırmaktadır.

5.3. Kimyasal Bileşikler

Oksitler, karbonatlar, sülfatlar, kromatlar, silikatlar ve asetatlar dahil yüzlerce organik ve inorganik kurşun bileşiği vardır. Bunların çoğu yüksek saflıkta korozyona uğrayan kurşundan üretilmektedir.

5.3.1. Oksitler

Litarj veya kurşun monoksit (PbO), tüm metal bileşiklerin en önemlilerinden biridir. Ağırlıkça yaklaşık %93 kurşun ve %7 oksijen içeren bu metal, metalik kurşunun çeşitli işlemlerle oksidasyonu yoluyla üretilir ve bu işlemlerden her biri fiziksel özelliklerde belirgin bir değişime neden olur. Bu nedenle birçok parçacık boyutunda ve iki kristal formda

mevcuttur. Bazen kırmızı kurşun ve diğer katkı maddeleri ile harmanlanan litarjın en yoğun kullanım alanı, akümülatörler için macun malzemesi olarak kullanımınıdır. Çok yüksek saflıkta kireçtaşı, televizyon tüpleri ve bilgisayar video görüntüleme terminalleri de dahil olmak üzere cam üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır; burada kurşunun koruyucu gücü, zararlı radyasyonu engeller. Ayrıca ortak ampulün iç kısmı kurşunlu camdan yapılmıştır. Litarj, emaye üretiminde ve cam üretiminde erime sıcaklıklarını düşürmek için kullanılan eritken olarak cam ve porselen hamurlarının üretiminde kullanılır. Litarj'daki kurşun, ince kristal cam eşyalara daha fazla güç ve parlaklık kazandırır. Litarj, krom-sarı ve krom-yeşil pigmentlerin üretiminde anahtar bileşendir. Kauçuk üretiminde hızlandırıcı, sertleştirici ve kontrol bileşeni olarak ve petrol rafine etmede, petrolde bulunan bazı organik kükürt bileşiklerini parçalayıcı katalizör olarak hizmet eder.

5.3.2. Tetraetil kurşun

Genellikle TEL olarak adlandırılan tetraetil kurşun, $Pb(C_2H_5)_4$, benzinde vuruntu önleyici madde olarak kullanılması nedeniyle bir zamanlar kurşunun önemli bir endüstriyel bileşiği olmuştur. Ancak çevresel kısıtlamalar nedeniyle 1970'lerin ortasından bu yana kullanımı azalmıştır. Tetraetil kurşun, kurşununun eritilmesi ve katılaştırılıp öğütülen bir kurşun-sodyum alaşımı oluşturmak üzere sodyum ile karıştırılmasıyla üretilir. Bu alaşım tetraetil kurşun oluşturmak üzere etil klorür (C_2H_5Cl) ile reaksiyona sokulur.

5.3.3. Silikatlar

Kurşun silikatlar, seramik endüstrisindeki kimyasal bileşiklerin en çok yönlüsü olarak kabul edilmektedir. Ticari olarak; kurşun monosilikat, kurşun bisilikat ve tribazik kurşun silikat olmak üzere üç tipi mevcuttur. Silikatlar, sırlarda ince öğütülmüş formlarda yaygın olarak kullanılmakla birlikte seramiklerde, emayelerde ve cam hamurlarında granüler formda kullanımları da bulunmaktadır. Ayrıca kurşun silikatlardan dış cephe boya için beyaz pigmentler de üretilmektedir.

5.3.4. Karbonatlar

İlk beyaz boya pigmenti bazik karbonat beyaz kurşun, ' $(2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2)$ ' idi. Genellikle beyaz kurşun olarak bilinen bu kurşun, eski Mısırlılar, Yunanlılar ve Romalılar tarafından yaygın olarak kullanılmıştır. Bugün, az miktarda asetik asit içeren sulu kireç bulamacından kimyasal çökeltme dahil olmak üzere birkaç farklı yöntemle üretilmektedir. Beyaz kurşun, kurşun zehirlenmesine neden olmasından dolayı artık boyalarda pigment olarak kullanılmasa da, seramiklerde, azalan miktarlarda da olsa halen devam etmektedir.

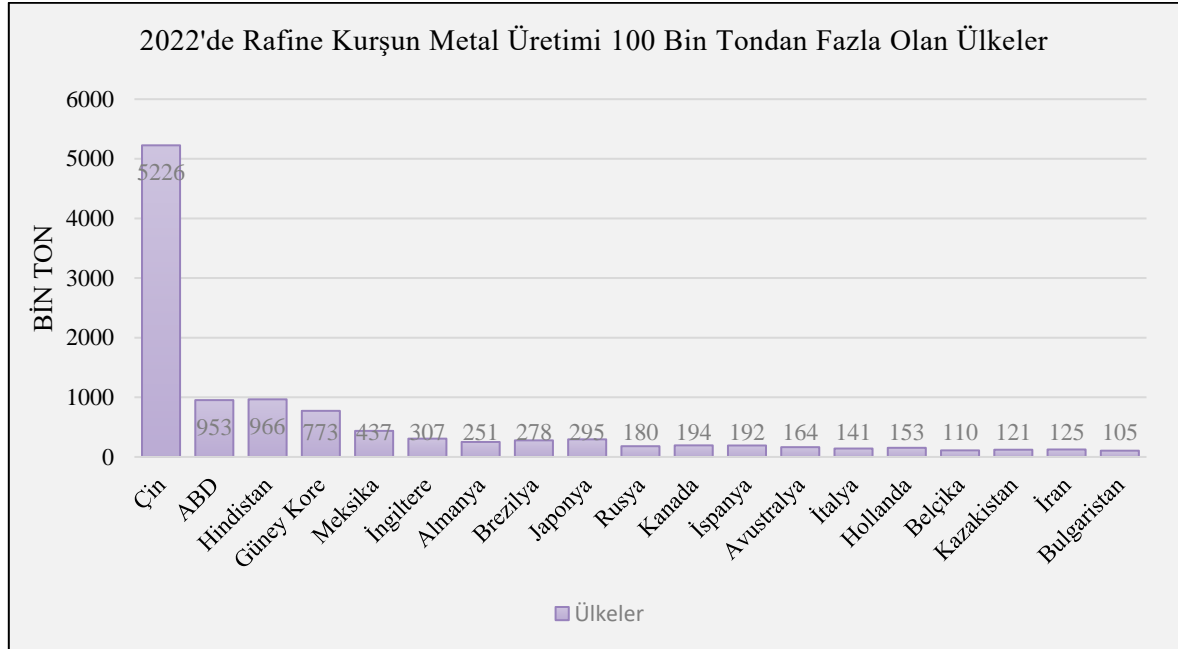
5.3.5. Kromatlar

Kurşun kromatlar (sarı, turuncu ve kırmızı) pigment olarak önemli bir uygulama alanına sahiptir. Standart kromat ($PbCrO_4$), potasyum veya sodyum bikromatın eklendiği kurşun asetat veya kurşun nitrat çözeltilerinin çökeltilmesiyle yapılır. Renk geçişleri, kullanılan kurşun kromat türlerinin yanı sıra üretim prosesinin değiştirilmesiyle de elde edilmektedir.

5.3.6. Diğer bileşikler

Vinil plastiklerde stabilizatör olarak bir dizi kurşun bileşiği kullanılır. Bu sayede plastiklerin, özellikle dış mekanlarda, ısı ve ışıktan kaynaklanan bozulmaya karşı direnç göstermesi sağlanır. Bu stabilizatörler belirli bazik sülfatları ve fosfitleri³, kompleks silikatları, salisilatlar ve bazik stearatlar gibi organik bileşikleri içermektedir [40-43].

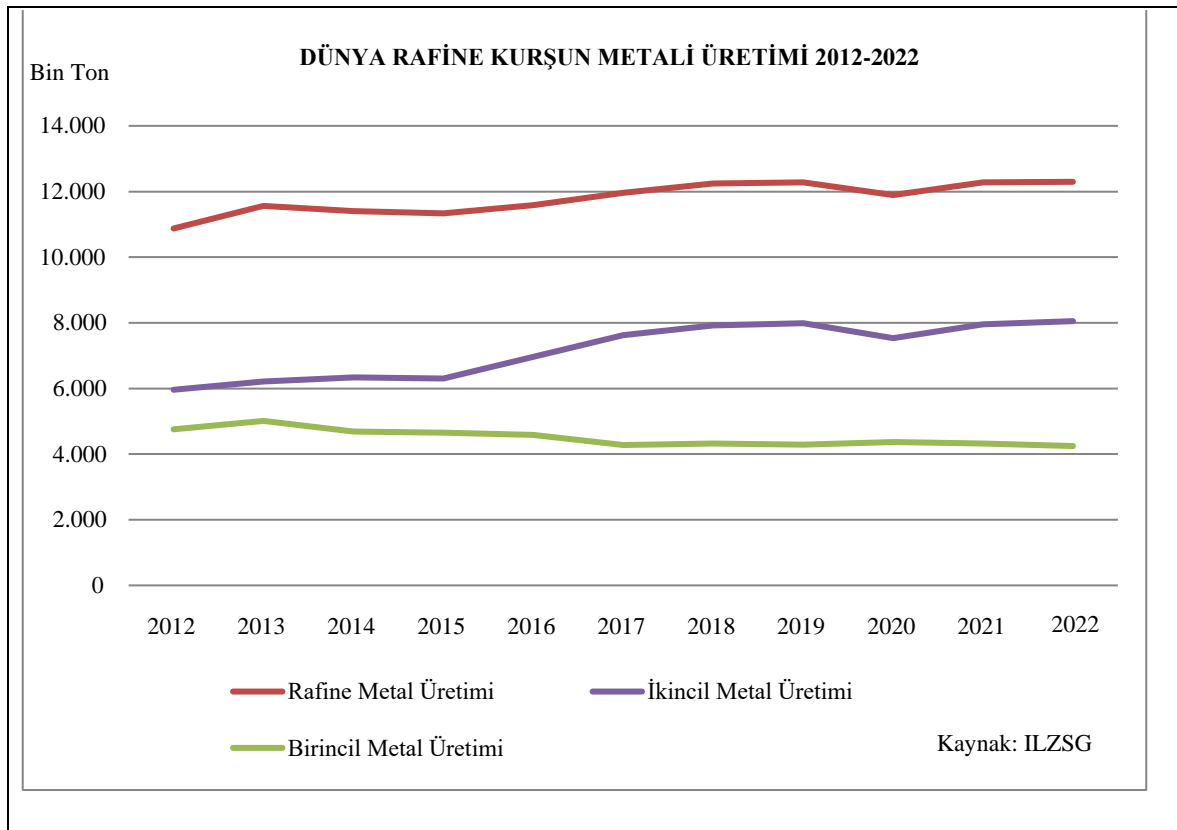
2022 yılında dünya çapında 80'den fazla ülkenin kurşun eritme ve/veya rafinasyon kapasitesine mevcut olduğu görülmektedir; küresel rafine kurşun üretimi ise 12 milyon tonu geçmiştir. Rafine kurşun metal üretimi, 2022 yılında 100.000 tonun üzerinde üretime sahip olan ve dünya üretiminin %89'una katkıda bulunan üretici ülkelerle birlikte oldukça yoğun bir endüstri alanı haline gelmiştir. Çin'in rafine kurşun üretimi 2022 yılında dünya üretiminin %42'sini oluşturmuştur. Aşağıda 2022 yılında rafine kurşun metal üretimi 100 bin tonun üzerinde olan ülkeler belirtilmiştir (Şekil 10).



³ İnorganik kimyada bir fosfit anyonu veya fosfit genellikle $[HPO_3]^{2-}$ anlamına gelir ancak $[H_2PO_3]^-$ içerir. Bu anyonlar fosfor asidinin eşlenik bazlarıdır.

Şekil 10. 2022 yılında 100.000 tondan fazla rafine kurşun üreten ülkeler [44].

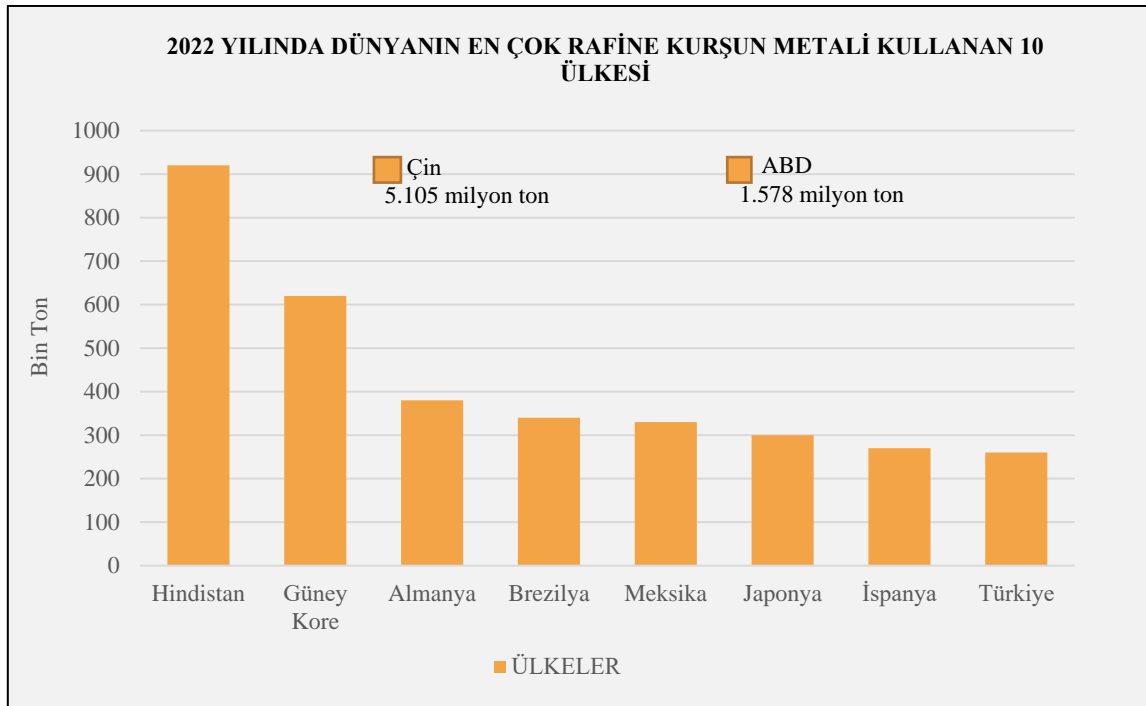
Uluslararası Kurşun ve Çinko Çalışma Grubu (ILZSG) verilerine göre dünyada toplam rafine kurşun metali üretiminin ikincil üretimden kaynaklanan payı, 2005 ile 2022 yılları arasında toplam rafine kurşun üretiminin %55 ila %65'i arasında gerçekleşmiştir. İkincil üretim oranı 2016 yılında %60 eşiğini aşmış olup 2022 yılında ise ikincil kurşun üretimi toplam rafine kurşun metali üretiminin %65'i civarında seyretmiştir. Bölgesel açıdan bakıldığında 2022 yılında ikincil rafine kurşun üretimi Amerika kıtasındaki toplam rafine metal üretiminin %92'sini oluşturmuştur. Avrupa'da ikincil rafine kurşun üretiminin oranı %83 olmuştur. Asya kıtasında ise ikincil rafine kurşun üretiminin oranı %55 olarak gerçekleşmiş ve Asya'da ikincil rafine kurşun üretiminde büyük bir büyüme potansiyeli olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 11. Yıllara göre Dünya rafine kurşun metal üretimi [44].

Dünya çapında rafine kurşun metal kullanım hacmi 2012 ve 2022 yılları arasında Avrupa ve Amerika'da istikrarlı seyretmiş olup büyüme, bu dönemde yaklaşık 1,2 milyon tonluk genel küresel artışla esas olarak Asya'da gerçekleşmiştir. Dünya rafine kurşun kullanımı son yıllarda 12 milyon ton seviyelerinde yatay bir seyir izlemiştir. 2020 yılında COVID-19

pandemisinden kısa süre etkilenmiş olsa da 2021'in ortasında toparlanmıştır. Dünya genelinde, alt ürün üretiminde malzeme olarak rafine kurşun metali kullanan 80'den fazla ülke ve bölge bulunmaktadır. Kurşun metalinin esas olarak kurşun asit pil üretiminde kullanılması nedeniyle dolaylı kurşun kullanımı dünyanın her köşesinde mevcuttur. Çin 2022 yılında 5 milyon tondan fazla rafine kurşun kullanmış olup bu miktar küresel talebin %42'sini oluşturmuştur. ABD yaklaşık 1,6 milyon ton rafine kurşun kullanmış olup bu oran küresel talebin %13'ünü oluşturmuştur.

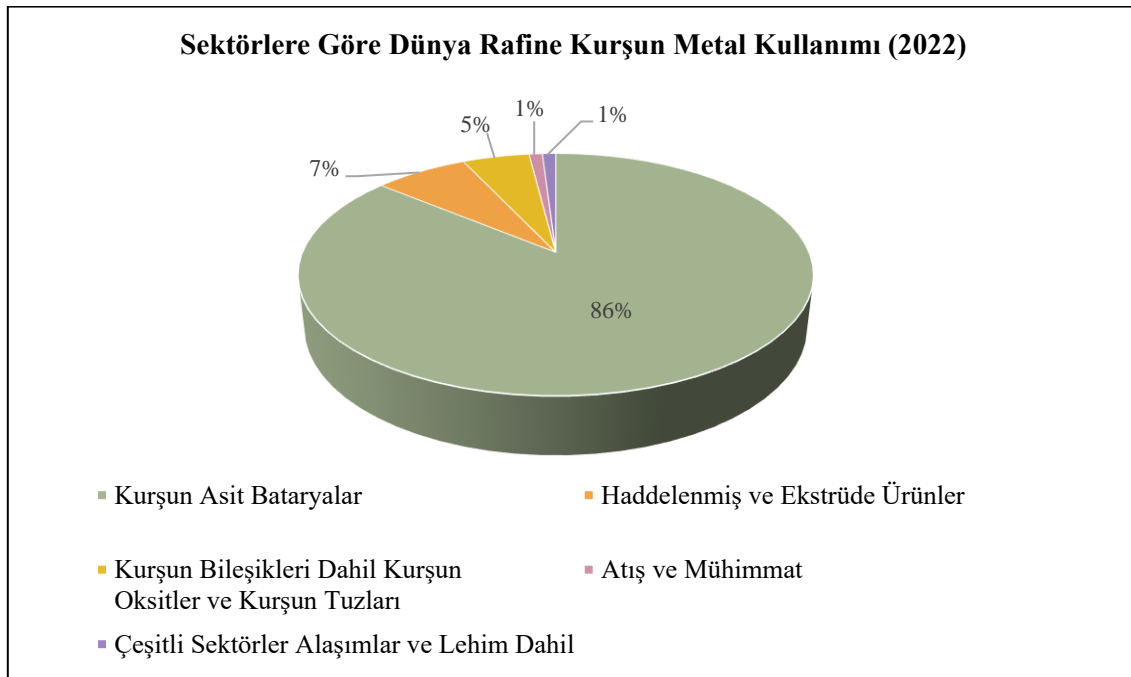


Şekil 12. Dünyanın en çok rafine kurşun metali kullanan ülkeleri (2022) [44].

6. KURŞUN TİCARETİ

6.1. Pazar/Piyasa ve Fiyat Durumu

Günümüzde otomobil endüstrisinin devam eden büyümesi ve uygun maliyetli ve verimli depolama araçları gerektirecek yenilenebilir enerji sektörünün potansiyel büyümesi sayesinde akü endüstrisi, dünya çapında en fazla kurşun kullanan endüstri haline gelmiştir. Diğer sektörlerdeki kurşun kullanımı, esas olarak çevreyle ilgili nedenlerden dolayı son 30 yılda azalma göstermektedir. Sektörlere göre dünya rafine metal kurşun kullanımı aşağıda belirtilmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. Sektörlere göre rafine metal kurşun kullanımı (2022) [44].

İçten yanmalı motora sahip tüm araçlarda standart SLI (Starting, Light and Ignition) piller bulunur. SLI pil, otomobillerde kullanılan, kurşun asitli ve şarj edilebilir tipte bir pildir. Otomobillere yönelik kurşun asit piller ortalama olarak birim başına 9-14 kg kurşun içerir. Alternatif pil kimyalarının devam eden gelişimi ve elektrikli araçların hızla benimsenmesiyle, geleneksel kurşun asit pil pazarının olumsuz etkilenmesi mümkündür. 2022 yılında SLI kurşun asit pillerin küresel piyasa değeri 24 milyar dolar olmuştur.

Şu anda endüstriyel akülerin yaklaşık %80'i kurşun-asit akülerdir. Enerji depolama kapasitesinin ölçeğine bağlı olarak kurşun içeriği değişmektedir. Endüstriyel kurşun asit piller, güç kaynağı, telekomünikasyon, yenilenebilir enerji depolama vb. alanlarında

kullanılmaktadır. Avicenne Enerji şirketi, 2022 yılı için 29 milyar ABD doları değerinde endüstriyel kurşun asit pil pazarı belirlemiştir.

Kurşun endüstrisindeki yeni gelişmeler, üretim sürecindeki iyileştirmelerden ziyade kurşunun kendisi için yeni kullanım alanları bulmayı hedeflemektedir. Çıkarılan ve geri dönüştürülen kurşunun büyük bir kısmı otomotiv endüstrisine akü olarak satıldığından, kurşun üreticileri otomotiv endüstrisine oldukça bağımlıdır. Ancak kurşun üreticileri, onlara daha fazla pazar istikrarı sağlayacak yeni kurşun uygulamaları ile ilgilenmektedir.

Kurşun için yeni bir uygulama, kurşun-fiberglas laminattır. Kurşun kaplama, alçı ve fiberglas arasına lamine edilerek gürültünün izole edilmesine yardımcı olan üstün bir kanal malzemesi oluşturulabilmektedir. Örneğin bu, bir klima ünitesinde kullanılırsa, makinenin gürültüsünü etkili bir şekilde azaltır. Kurşun için bir başka olası pazar da nükleer atıkların kontrol altına alınmasıdır. Radyoaktif maddelerin güvenli bir şekilde saklanması gerekliliği dünya çapında giderek artan bir endişe kaynağıdır. Kurşun endüstrisi, iç katmanlı kurşun veya kurşun ve plastik olan titanyumdan yapılmış kutuları araştırmaktadır ve bir inçlik kurşun katmanının, düzgün bir şekilde gömülmüş bir kabın yarılanma ömrüne 880 yıl ekleyebileceğini iddia etmektedir. Geleceğin arabalarını planlayan ABD ve diğer bazı ülkelerdeki araştırmacılar, elektrikli arabalara güç sağlamak için kurşun-asit akü teknolojisini geliştirmenin yollarını araştırmaktadırlar [45].

Analistler, kurşun metal fiyatlarının 2023'ün başından bu yana yaklaşık yüzde 10 düştüğünü ve bu yılın muhtemelen 2022 yılına benzer şekilde ton başına 2.000 dolar seyrinde gözleneceğini belirtmektedir. %10'luk bu düşüş, Uluslararası Kurşun ve Çinko Çalışma Grubu (ILZSG) tarafından derlenen ve 2022 yılında küresel rafine kurşun metal talebi arzının 99.000 tonu aştığını gösteren ön verilere rağmen gerçekleşmiştir. Fitch Ratings Grubu'nun bir birimi olan Fitch Solutions Ülke Riski Değerlendirme ve Endüstriyel Araştırmalar Danışmanlık Firması, kurşun metalindeki zayıf talep büyümesinin genel olarak 2023 yılındaki rafine kurşun fiyatlarındaki artışı sınırlayacağını söylemiştir. Kurşunun en az yüzde 80'i akü üretiminde kullanılırken, aynı zamanda aşındırıcı sıvıların depolandığı tankların astarlanmasında da kullanılmaktadır. Şangay Metal Pazarı (Shanghai Metals Market (SMM)) haberlerinde, salgının bitmesi ve kurşun cevheri içeren diğer madencilik projelerinin devreye alınmasıyla birlikte 2023 yılında kurşun konsantresi arzının artmasının beklendiğini bildirilmiştir. ILZSG tarafından dünya kurşun madeni üretiminin 2023'te yüzde 2,7 ve rafine kurşun üretiminin ise 2023'te yüzde 1,8 oranında artmasının beklendiği ifade

edilmiştir. Fitch Solutions, önümüzdeki yıllarda fiyatlarda kademeli bir yükseliş beklentisinde olduklarını belirtmiştir. Statista'nın tahminleri, 2024 yılı için ortalama kurşun fiyatlarının 2.008 \$, 2025 yılı için ise ortalama kurşun fiyatlarının biraz daha yükselerek 2.016 \$/ton olacağı yönünde olmuştur.

Ukrayna-Rusya savaşının neden olduğu dalgalanma ve belirsizlik nedeniyle birçok analist, yalnızca kısa vadeli fiyat tahminlerinde bulunmuş olup 2030 yılı için uzun vadeli öncü fiyat tahminleri vermekten kaçınmıştır [46,47].

Endüstriyel metal ticaretinin merkezi durumunda olan Londra Metal Borsasında peşin ödemeli aylık ortalama kurşun metali fiyatları aşağıda belirtildiği şekilde gerçekleşmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Kurşun Metal Fiyatları (2023) [48].

2023 YILI	ORTALAMA FİYAT (\$/TON)
OCAK	2.208,17
ŞUBAT	2.098,90
MART	2.114,78
NİSAN	2.149,14
MAYIS	2.087,50
HAZİRAN	2.118,36
TEMMUZ	2.106,88
AĞUSTOS	2.151,73
EYLÜL	2.252,86
EKİM	2.136,39

6.2. Dünyada İthalat ve İhracat

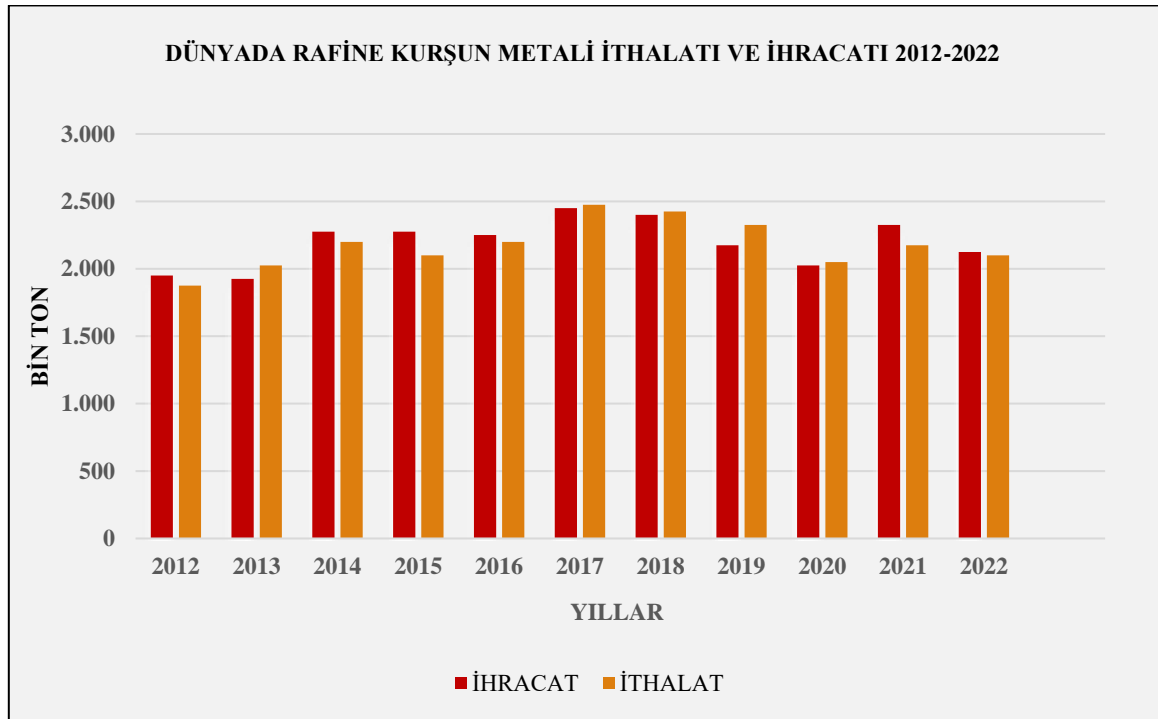
Asya ve Avrupa ülkeleri başlıca kurşun konsantresi ithalatçılarıdır. Asya ve Avrupa, 2022 yılında dünya kurşun konsantresi ithalat ticaret hacminin %95'inden fazlasını oluşturmuştur. Amerika, Avrupa ve Okyanusya'daki (Avustralya) ülkeler başlıca kurşun konsantresi ihracatçılarıdır. Avustralya'nın ihracat hacmi madenlerin kapanması nedeniyle 2016-2017 döneminde önemli ölçüde azalmış olup sonrasında toparlanmıştır.

Dünyada 10 yıllık süreçte genel hatları ile kurşun konsantresi ithalat durumuna baktığımız zaman Çin, 2012-2022 döneminde en büyük kurşun konsantresi ithalatçısı olmuştur. Ancak bu süre zarfında payı yaklaşık %15 oranında düşmüştür. Güney Kore'nin

ithalat hacmi bu süre zarfında payı %14'den %25'e çıkmıştır. Kanada'nın ithalatı 2012 yılında payı %5 iken 2022 yılında %3'e gerilemiştir. Kazakistan ise son dönemde %5'lik pay ile önemli bir ithalatçı ülke haline gelmiştir.

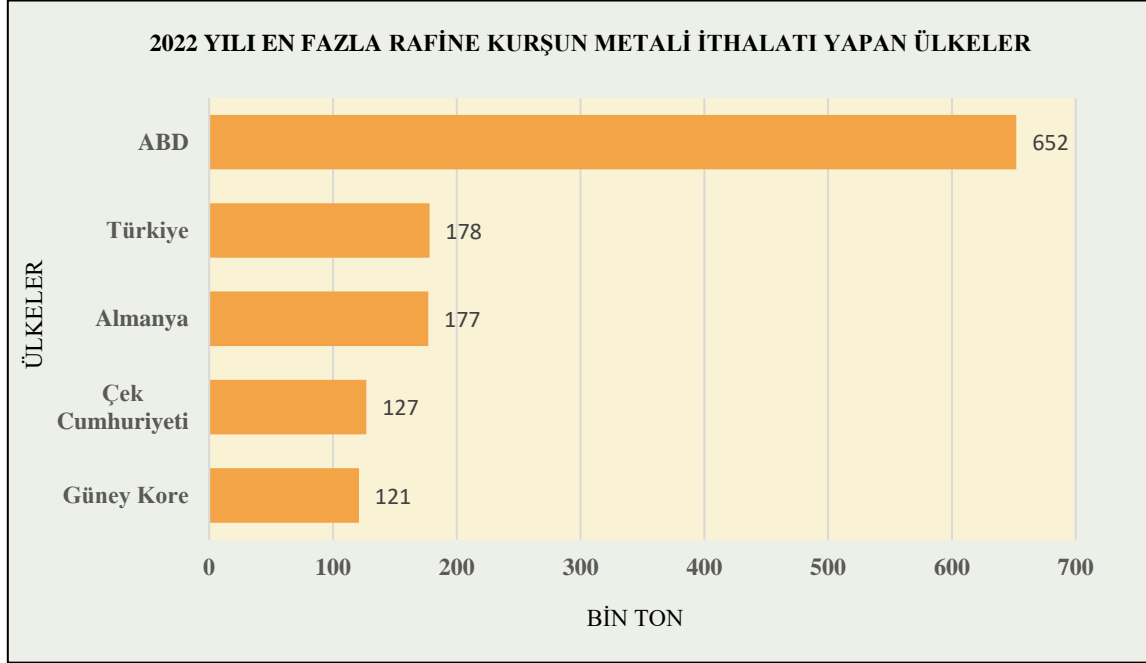
Dünyadaki kurşun konsantresi ihracat durumuna baktığımızda Amerika Birleşik Devletleri 2022 yılında yaklaşık 260 bin ton ile en büyük kurşun konsantresi ihracatçısı ülke konumuna gelmiştir. Peru yaklaşık 230 bin ton ile 2022 yılının ikinci büyük ihracatçısı olmuştur. Yaklaşık 205 bin ton ile üçüncü sırada kurşun konsantresi ihracatçısı olarak Meksika yer almıştır. Rusya, 230.000 ton kurşun konsantresi ihraç ederek 2021 yılının en büyük üçüncü ihracatçısı olmuştur. Ancak 2022 yılında Rusya için verilere ulaşılamadığından tahmini konsantre ihracat rakamı yaklaşık 180 bin olarak gerçekleşmiş ve dördüncü sırada yer almıştır [44].

Uluslararası Kurşun Çinko Çalışma Grubu (ILZSG) verilerine göre, Dünyada yılda 2 milyon tonun üzerinde rafine kurşun metal ticareti gerçekleşmektedir. Dünya çapında 2012 ve 2022 yılları arasında rafine kurşun metali ithalatı ve ihracatı aşağıda belirtildiği gibi gerçekleşmiştir (Şekil 14).



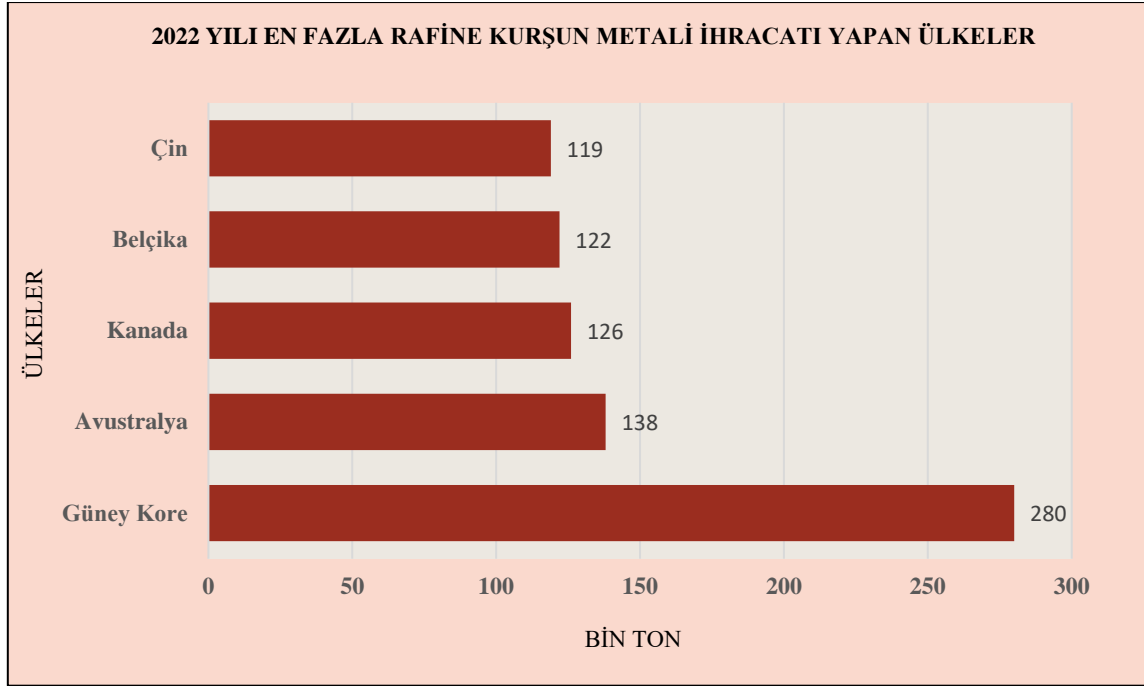
Şekil 14. Yıllara göre Dünyada rafine kurşun metali ithalatı ve ihracatı [44].

Amerika Birleşik Devletleri açık ara dünyanın en büyük rafine kurşun ithalatçısıdır. Uluslararası Kurşun Çinko Çalışma Grubu (ILZSG)'ye göre 2022 yılında en fazla rafine kurşun metali ithalatı yapan ülke bilgileri aşağıda belirtildiği gibidir (Şekil 15). ABD'nin ithalatı, 2022 yılı sıralamasında sonraki 4 ülkenin toplam hacmini aşmıştır. İlk 5 ithalatçı ülke, dünya toplam rafine kurşun ithalatının %58'ini oluşturmuştur.



Şekil 15. 2022 yılında en fazla rafine kurşun metali ithalatı yapan 5 ülke [44].

2022 yılında dünya çapında rafine kurşun metali ihracatına baktığımızda, Güney Kore Cumhuriyeti 2022 yılında en büyük rafine kurşun metal ihracatçısı olmuştur. Uluslararası Kurşun Çinko Çalışma Grubu (ILZSG) verilerine göre aşağıda en fazla rafine kurşun metali ihracatı yapan ülke bilgileri verilmiştir (Şekil 16). Buna göre, İlk 5 ihracatçı ülke, dünya toplam rafine kurşun ihracatının %41'ini oluşturmuştur.



Şekil 16. 2022 yılında en fazla rafine kurşun metali ihracatı yapan 5 ülke [44].

6.3. Türkiye’de İthalat ve İhracat

GobalData verilerine göre Türkiye, 2022 yılında dünyanın en büyük onuncu kurşun üreticisi olup, üretimini 2021 yılına göre %2,99 azalmıştır. Türkiye, küresel kurşun madeni üretiminin %2’sini gerçekleştirmektedir. Türkiye’den kurşun ihracatı 2022 yılında 2021 yılına göre %12,2 oranında azalırken, en yüksek pay ile ihracat Çin’e gerçekleştirilmiştir. Türkiye’nin kurşun ihracatının 2022 ile 2026 yılları arasında %1’lik bir Bileşik Büyüme Oranında (CAGR) büyümesi beklenmektedir [49].

Dış ticarete bağlı olan ürünün kontrol edilmesinde, gümrük vergilerinin belirlenmesinde, istatistik kontrollerinde, uluslararası ticarete istatistiklerin düzenlenmesinde Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu (GTİP) sistemi kullanılmaktadır. Kurşun madeni için belirlenmiş olan GTİP numarası 26. Fasıllık olan ‘Metal Cevherleri, Cüruf ve Kül’ başlığı dahilinde bulunan - Kurşun Cevherleri ve Zenginleştirilmiş Kurşun Cevherleri- adı ile 260700000000’dır. Bu GTİP kodu ile Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)’nden ‘Dış Ticaret’ veri tabanından ithalat ve ihracat rakamlarına ulaşabilmekteyiz.

6.3.1. İthalat

Ülkemizin kurşun madeni için 2022 yılı ithalat miktarı 1.814 ton, ithalat değeri 1.621.483 Amerikan Doları (USD) olmuştur. 2021 yılına göre kurşun madeni ithalatımız miktar bazında %208 oranında artmıştır. 06.11.2023 tarihinde TÜİK’den alınan veriler

doğrultusunda yıllara göre kurşun maden ithalat miktarları ve değerleri aşağıda belirtildiği gibidir (Tablo 6).

Tablo 6. Yıllara Göre Türkiye'nin Kurşun İthalat Miktarları ve Değerleri [50].

YILLAR	İTHALAT MİKTAR (TON)	İTHALAT DEĞER (USD)
2018	192	108.196
2019	2.380	875.963
2020	297	97.523
2021	589	440.582
2022	1.814	1.621.483

2022 yılında ülkemizin kurşun cevheri ve zenginleştirilmiş kurşun cevheri ithal ettiği ülkeler aşağıda belirtilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. 2022 Yılında Kurşun Cevheri İthal Ettiğimiz Ülkeler, Miktarları ve Değer Bilgileri [50].

ÜLKELER	İTHALAT MİKTAR (KG)	İTHALAT DEĞER (USD)
İran	1.779.865	1.591.157
Bulgaristan	22.588	23.477
Kuzey Kıbrıs Türk Cum.	11.120	3.550
Avustralya	84	2.105
ABD	4	539
Nijerya	100	521
Afganistan	184	95
Avusturya	15	17
Yunanistan	9	12
İspanya	16	10
Toplam	1.813.985	1.621.483

Rafine kurşun metali için, madencilğe dayalı ara uç ürün olarak, 780110000000 - Rafine edilmiş kurşun, 780191000011 - Külçe kurşun; ağırlık; % 0.02 veya daha fazla gümüş içeren, 780191000019 - Ağırlıkça antimuan oranı diğer elementlerden çok olan diğer kurşun, 780199100000 - İşlenmemiş kurşun; gümüş ağırlığı = >% 0, 02, rafine edilmeye mahsus olan (külçe), 780199900000 - İşlenmemiş diğer kurşun, 780411000000 - Kurşun sac, levha, yaprak ve şeritler (mesnetleri hariç kalınlık ≤ 0,2 mm), 780419000000 - Kurşun sac, levha,

yaprak ve şeritler (mesnetleri hariç kalınlık > 0,2 mm), 780420000000 - Kurşun tozları ve ince pullar, GTİP kodlarını kullandığımızda, rafine kurşun için 2022 yılı ithalat miktarı 176.192 ton, ithalat değeri 422.805.107 USD olmuştur. 07.11.2023 tarihinde TÜİK'den alınan veriler doğrultusunda yıllara göre rafine kurşun metali ithalat miktarları ve değerleri aşağıda belirtildiği gibidir (Tablo 8).

Tablo 8. Yıllara Göre Türkiye'nin Rafine Kurşun Metali İthalat Miktarları ve Değerleri [50].

YILLAR	İTHALAT MİKTAR (TON)	İTHALAT DEĞER (USD)
2018	128.816	320.248.090
2019	126.566	276.059.080
2020	130.553	263.497.815
2021	170.197	396.523.520
2022	176.192	422.805.107

2022 yılında ülkemizin rafine kurşun metali ithal ettiği ülkeler aşağıda belirtilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. 2022 Yılında Rafine Kurşun Metali İthal Ettiğimiz Ülkeler, Miktarları ve Değer Bilgileri [50].

ÜLKELER	İTHALAT MİKTAR (TON)	İTHALAT DEĞER (USD)
Bulgaristan	41.028	98.637.585
Kazakistan	26.724	66.701.601
Suudi Arabistan	24.456	59.495.443
Çin	15.010	37.477.831
Rusya Federasyonu	14.006	33.000.899
Irak	9.036	21.306.162
Gana	6.055	14.379.120
Azerbaycan	5.336	12.178.944
Gürcistan	3.902	8.378.189
İran	3.389	8.200.552
Diğer Ülkeler	27.249	63.048.781
Toplam	176.192	422.805.107

6.3.2. İhracat

Ülkemizin kurşun madeni için 2022 yılı ihracat miktarı 130.876 ton, ithalat değeri 196.156.050 Amerikan Doları (USD) olmuştur. 2021 yılına göre kurşun madeni ihracatımız miktar bazında %16,13 değer bazında %12,23 oranında azalmıştır. 06.11.2023 tarihinde TÜİK'den alınan veriler doğrultusunda yıllara göre kurşun cevheri ve zenginleştirilmiş kurşun cevheri ihracat miktarları ve değerleri aşağıda belirtildiği gibidir (Tablo 10).

Tablo 10. Yıllara Göre Kurşun Cevheri İhracat Miktarları ve Değerleri [50].

YILLAR	İHRACAT MİKTAR (TON)	İHRACAT DEĞER (USD)
2018	126.647	194.512.413
2019	119.125	148.341.339
2020	135.840	172.394.270
2021	156.050	223.499.378
2022	130.876	196.156.050

2022 yılında ülkemizin kurşun cevheri ve zenginleştirilmiş kurşun cevheri ihraç ettiği ülkeler aşağıda belirtilmiştir (Tablo 11).

Tablo 11. 2022 Yılında Kurşun Cevheri İhraç Ettiğimiz Ülkeler, Miktarları ve Değer Bilgileri [50].

ÜLKELER	İHRACAT MİKTAR (TON)	İHRACAT DEĞER (USD)
Çin	101.312	166.538.299
Güney Kore	5.290	8.924.432
İran	12.488	6.578.577
Almanya	3.363	4.324.037
Hollanda	1.550	3.267.536
Belçika	2.038	3.224.531
Bulgaristan	1.862	1.175.569
Yunanistan	1.298	777.901
Endonezya	952	432.464
Diğer Ülkeler	723	912.704
Toplam	130.876	196.156.050

Rafine kurşun metali için 2022 yılında ihracat miktarı 6.497 ton, ihracat değeri 16.799.102 USD olmuştur. 07.11.2023 tarihinde TÜİK'den alınan veriler doğrultusunda

yıllara göre rafine kurşun metali ihracat miktarları ve değerleri aşağıda belirtildiği gibidir (Tablo 12).

Tablo 12. Yıllara Göre Rafine Kurşun Metali İhracat Miktarları ve Değerleri [50].

YILLAR	İHRACAT MİKTAR (TON)	İHRACAT DEĞER (USD)
2018	2.160	5.347.233
2019	3.471	7.590.546
2020	4.914	9.654.286
2021	3.381	8.051.763
2022	6.497	16.799.102

2022 yılında ülkemizin rafine kurşun metali ihraç ettiği ülkeler aşağıda belirtilmiştir (Tablo 13).

Tablo 13. 2022 Yılında Rafine Kurşun Metali İhraç Edilen Ülkeler, Miktarları ve Değer Bilgileri [50].

ÜLKELER	İHRACAT MİKTAR (TON)	İTHALAT DEĞER (USD)
Bulgaristan	3.492	8.095.207
Bosna-Hersek	627	1.552.823
Kuzey Kıbrıs Türk Cum.	247	1.477.478
Almanya	548	1.256.405
İtalya	394	978.028
Belçika	157	699.672
Tayland	218	440.141
Polonya	89	293.064
Fransa	94	263.906
Suudi Arabistan	100	235.000
Diğer Ülkeler	531	1.507.378
Toplam	6.497	16.799.102

7. KURŞUNUN ÇEVRE VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Madencilik ve eritme önemli ekonomik faaliyetlerdir. Ancak madencilikle ilgili endüstriler aynı zamanda ağır metallere kaynaklanan çevre kirliliğinin en büyük kaynaklarından birisidir. Kirlilik, pek çok zararlı bileşen içeren birçok elementin, bileşenin ve atık ürünün doğal çevreye büyük miktarlarda atılmasını ifade eder ve bu durum ekosistem döngüsünü kesintiye uğratar veya bozar. Günümüzde en çok rapor edilen ve dikkate değer kirleticiler, çeşitli endüstriler ve kullanılmış piller tarafından salınan atık ürünler olan toksik metallere (kurşun, kadmiyum, cıva). Kurşun (Pb) en zehirli metallere olup, yer kabuğunun %0,002'sini oluşturmaktadır. Doğal olarak çok sınırlı miktarlarda bulunur ancak insan yapımı endüstriler, otomobiller, piller vb. nedeniyle kurşun kirliliği artmaktadır ve canlılar ile çevre olumsuz yönde etkilenmektedir. Çevre kirliliği ağırlıklı olarak kurşunun madencilik, izabe, imalat ve geri dönüşüm faaliyetlerinde ve geniş bir ürün yelpazesinde kullanımından kaynaklanmaktadır. Küresel kurşun tüketiminin büyük bir kısmı, motorlu taşıtlar için kurşun asitli akülerin imalatına yöneliktir. Bununla birlikte kurşun, pigmentler, boyalar, lehim, vitray, kurşun kristal cam eşyalar, mühimmat, seramik sırlar, mücevherler, oyuncaklar, sürme ve bazı geleneksel kozmetikler ve kullanılan bazı geleneksel ilaçlar gibi diğer birçok üründe de kullanılmaktadır. Hindistan, Meksika ve Vietnam gibi ülkelerde kurşun borulardan veya kurşun lehimle birleştirilen borulardan verilen içme suyu da kurşun içerebilmektedir.

7.1. Maruz Kalma Kaynakları ve Yolları

İnsanlar mesleki ve çevresel kaynaklar yoluyla kurşuna maruz kalabilirler. Örneğin, kurşun içeren malzemelerin yakılmasıyla oluşan kurşun parçacıklarının solunması, eritme, geri dönüşüm, kurşunlu boya ve kurşun içeren plastik kabloların soyulması ve kurşunlu uçak yakıtı kullanımı sırasında, kurşunla kirlenmiş toz, su (kurşunlu borulardan) ve yiyeceklerin (kurşunla kaplanmış veya kurşun lehimli kaplardan) yutulması, ayrıca üretim aşamasında çeşitli kaynaklardan zararlı maddeler bulaşan toksin barındıran besinlerdeki Pb tuzları/oksitleri kurşunun insanlara temasla ana geçiş yollarını oluşturmaktadır. Özellikle konserve gıdalar, kurşuna maruz kalınmasının ana nedenlerinden birisidir.

Küçük çocuklar kurşun zehirlenmesine karşı özellikle savunmasızdır çünkü yetişkinlere göre bünyelerine, belirli bir kaynaktan, 4-5 kat daha fazla kurşun alırlar. Dahası, çocukların doğuştan gelen merakları ve yaşlarına uygun el-ağız davranışları, onların kurşun içeren veya kurşun kaplı nesnelere, örneğin kirlenmiş toprak veya toz ve çürüyen kurşun içeren boyadan kaynaklanan pulları ağızlarına almalarına ve yutmalarına neden olur. Bu maruz kalma yolu,

duvarlardan, kapı çerçevelerinden ve mobilyalardan kurşunlu boyayı alıp yiyebilen, pika (gıda dışı maddeleri yemeye yönelik ısrarlı ve kompulsif istek) adı verilen psikolojik bozukluğu olan çocuklarda daha da artmaktadır. Pil geri dönüşümünden ve madencilikten kaynaklanan kurşunla kirlenmiş toprak ve toza maruz kalma, Nijerya, Senegal ve diğer ülkelerdeki küçük çocuklarda kitlesel kurşun zehirlenmesine ve çok sayıda ölüme neden olmuştur.

Pb hem organik hem de inorganik formlarda bulunur, her ikisi de eşit derecede toksiktir, ancak organik türleri bitki ve hayvanlar için son derece ölümcüldür. Kurşun metalinin inorganik formları ise çoğunlukla toprakta, toz parçacıklarında, eski boyalarda vb. bulunmaktadır. Tüm bu kirlilikler nedeniyle, maden endüstrilerinde çalışan işçiler ve endüstrilerin yakınında yaşayan insanlar, toz parçacıklarının düzenli olarak solunması nedeniyle uzun vadede çeşitli solunum yolu hastalıklarından muzdarip olabilmektedirler. Ayrıca, özellikle maden alanlarından, ağır metallere kaynaklanan toprak kirliliği konusu da endişe verici boyuttadır. Ayrıca maden sahalarından kaynaklanan ve tozlarla evlere ve sulara ulaşan bu ağır metaller de insanlar için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Tüm ağır metaller biyolojik olarak parçalanamayan doğalarından dolayı toksik olarak tanımlanmaktadır. İnsanlar bu metalle esas olarak solunum ve sindirim yoluyla temas ederler.

Kurşun vücuda girdikten sonra beyin, böbrekler, karaciğer ve kemikler gibi organlara dağılır. Vücut, zamanla biriktiği kurşunu dişlerde ve kemiklerde depolar. Kemikte depolanan kurşun, hamilelik sırasında kana karışabilir ve böylece büyüyen fetüsün ayrılmasına neden olabilir. Yetersiz beslenen çocuklar, kalsiyum veya demir gibi diğer besinlerin eksikliği durumunda vücutları daha fazla kurşun emdiği için kurşuna karşı daha duyarlıdır. Gelişmekte olan sinir sistemleriyle özellikle hassas bir dönem içerisinde olmaları nedeniyle en çok gençler yüksek risk altındadır. Vücuda girdiğinde yayılan kurşun toksisitesinin insanlarda görülen en yaygın semptomu karın ağrısıdır. Yaş, sigara ve alkol alımındaki belirgin artışlar kandaki kurşun seviyelerindeki artışı yönlendirmektedir. Bu ağır metal aynı zamanda fizyolojik fonksiyonları da bozar ve astım, akciğer kanseri, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) gibi birçok solunum yolu hastalıklarına neden olur. Sinir sistemi, böbrek ve kardiyovasküler sistem gibi bozukluklar gibi vücuttaki diğer sistemlerde de ortaya çıkar. Hamile kadınların yüksek düzeyde kurşuna maruz kalması düşüğe, ölü doğuma, erken doğuma ve düşük doğum ağırlığına neden olabilir. Bu ağır metalin aynı zamanda hücre zarı hasarına neden olduğu da tespit edilmiştir. Bazen bu ağır metal tetraetil kurşun gibi deriden

de geçebilmektedir. Bazı araştırmaları sonucunda çocuklarda toksik metal emilim oranının yetişkinlere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Vücudumuzda toksik metal birikimi anında etkisini göstermez, ancak düzenli maruz kalınması onu daha da tehlikeli hale getirir. Bazı araştırmalarda inorganik metalin emilmeyerek idrarla atılabildiği, ayrıca toksik metalin tırnaklar ve ter yoluyla da atılabileceği tespit edilmiştir. Astım hastası olan yaklaşık 5-14 yaş arası çocukların kanlarında kurşun seviyesinin daha yüksek olduğu, bunun da eozinofili⁴ oluşumuna (%67,7) yol açtığı ve toplam IgE⁵'de artışa neden olduğu bulunmuştur. Her gün toksik metale maruz kalınan endüstrilerde çalışan işçilerde astım ve solunum bozukluğu vakaları yüksek düzeyde olup sanayi işçilerinin idrarında kurşun konsantrasyonu da rapor edilmiştir.

7.2. Çocuklarda Sağlık Etkileri

Kurşuna maruz kalma çocukların sağlığı açısından ciddi sonuçları doğurabilir. Yüksek düzeyde kurşuna maruz kalma durumunda beyin ve merkezi sinir sistemi ciddi şekilde hasar görebilir ve komaya, kasılmalara ve hatta ölüme neden olabilir. Şiddetli kurşun zehirlenmesinden kurtulan çocuklarda kalıcı zihinsel engellilik ve davranış bozuklukları görülebilir. Belirgin semptomlara neden olmayan daha düşük maruz kalma seviyelerinde kurşunun, birden fazla vücut sisteminde geniş bir yelpazede hasar oluşturduğu artık bilinmektedir. Kurşun özellikle çocukların beyin gelişimini etkileyerek zeka katsayısının (IQ) azalmasına, dikkat süresinin azalmasına ve antisosyal davranışların artması gibi davranış değişikliklerine ve eğitim başarısının azalmasına neden olabilir. Kurşuna maruz kalma ayrıca anemiye, hipertansiyona, böbrek yetmezliğine, immünotoksisiteye ve üreme organlarında toksisiteye neden olur. Kurşunun nörolojik ve davranışsal etkilerinin geri döndürülemez olduğuna inanılmaktadır. Bilinen güvenli bir kan kurşun konsantrasyonu yoktur; 3,5 µg/dL (mikrogram/desilitre) kadar düşük kan kurşun konsantrasyonları bile çocuklarda zeka azalması, davranış güçlükleri ve öğrenme sorunlarıyla ilişkilendirilebilmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün kimyasalların halk sağlığına etkisi konusunda bilinenler ve bilinmeyenler hakkındaki 2021 yılı güncellemesine göre, 2019 yılında bilinen kimyasallara maruz kalma nedeniyle kaybedilen 2 milyon yaşamın neredeyse yarısının

⁴ Eozinofil (EOS), vücudun parazitik bir enfeksiyon, alerjik reaksiyon veya kanser gibi hastalıklarla savaşmasına yardımcı olarak kemik iliğinde üretilen bir tür beyaz kan hücresidir.

⁵ İmmünoglobulin E (IgE), yalnızca memelilerde bulunan bir antikor türüdür. IgE, özellikle bağışıklık sistemi hücrelerini aktive ederek ve alerji maddelerinin bu bağışıklık hücrelerine tanıtılmasında görev alarak alerjik hastalıkların ortaya çıkmasında önemli rol oynar.

kurşuna maruz kalma nedeniyle olduğu tahmin edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) kurşunu, çalışanların, çocukların ve üreme çağındaki kadınların sağlığını korumak için üye Devletler tarafından harekete geçilmesi gereken, halk sağlığı açısından önemli 10 kimyasaldan biri olarak tanımlamıştır. DSÖ, internet sitesi aracılığıyla politika yapıcılara yönelik bilgiler, teknik rehberlik, eğitim materyalleri ve savunuculuk materyalleri de dahil olmak üzere kurşunla ilgili bir dizi bilgi verici materyal ve dökümanı kullanıma sunmuştur. DSÖ, kurşun maruziyetinin klinik yönetimine ilişkin kılavuzlar geliştirmiştir ve kandaki kurşun konsantrasyonu $\geq 5 \mu\text{g/dL}$ olan bir kişi için kurşun maruziyet kaynağının belirlenmesini ve maruziyeti azaltmak ve sonlandırmak için uygun önlemlerin alınmasını tavsiye etmektedir.

Çoğu ülkede kurşunlu benzinin başarıyla aşamalı olarak kaldırılması, diğer kurşun kontrol önlemleriyle birlikte, birçok ülkede kandaki kurşun konsantrasyonlarında önemli bir düşüşle birlikte önemli halk sağlığı yararlarını doğurmuştur. Mart 2023 itibarıyla ülkelerin yalnızca %48'i kurşunlu boyaya yönelik yasal olarak bağlayıcı kontroller uygulamaya koymuştur. Ancak kurşunlu boyanın aşamalı olarak kullanımdan kaldırılması için daha fazlasının yapılması gerekmektedir. Kurşunlu boya birçok ülkede sürekli bir maruz kalma kaynağı olduğundan, DSÖ, tüm ülkeleri boyada kurşun kullanımını kontrol etmeye yönelik bağlayıcı yasalara sahip olmaya teşvik etme amacını taşıyan 'Kurşunlu Boyayı Ortadan Kaldırma' programı için Küresel İttifakı oluşturmak üzere Birleşmiş Milletler Çevre Programına katılmıştır. DSÖ şu anda, politikacılara, halk sağlığı yetkililerine ve sağlık profesyonellerine, çocukların ve yetişkinlerin sağlığını kurşuna maruz kalmaktan korumak için alabilecekleri önlemler konusunda kanıta dayalı rehberlik sağlayacak kurşun maruziyetinin önlenmesine ilişkin kılavuzlar hazırlamaktadır.

7.3. Çevresel Etkiler

Temiz ve saf bir çevre, sağlıklı bir yaşam sürmek için son derece hayati önem taşırken, kirlenmiş ekosistem, zararlı kimyasallarla etkileşime girerek sağlık tehditlerine neden olmaktadır. Atmosferin kirlenmesi endüstriyel faaliyetler nedeniyle yoğunlaşmıştır. Çevresel Pb kirliliğinin nedenleri arasında madencilik, pil endüstrisi atıkları, metal kaplama, izabe tesisleri ve kullanılan tarımsal gübreler ve pestisitler yer almaktadır. Gübreler, gıdalarımızı doğrudan veya dolaylı olarak kirleten ağır metallerin ana nedenlerindedir. Uygun olmayan endüstriyel atıklar, kirlilik ve yakıtlarda kurşun tüketimi, aerosol kutuları, kanalizasyon atıkları, gazete, ilaç, gıda, soda ve kağıt hamuru koruyucu endüstrilerini içeren çok sayıda endüstri, bu toksik metallerin yüksek miktarlarını çevreye salmaktadır. Denize

ciddi miktarda kirletici salınımı, okyanus çevresindeki kıyı bölgelerinin çevresine yönelik büyük tehditlere yol açmaktadır. Kirleticiler aynı zamanda son derece zehirli ve biyolojik olarak parçalanamayan ağır metalleri içermektedirler ve kıyı bölgelerin yanı sıra deniz ekosistemine de büyük zarar vermektedirler.

Topraktaki Pb varlığı, çoğunlukla bitkiler tarafından absorbe edilir. Kurşunun topraktaki esnekliğini ve çözünürlüğünü, pH, mikrobiyal koşullar ve biyojeokimyasal faktörler belirlemektedir. Kurşunun çevrede izin verilebilirlik düzeyi $0,10-0,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sınırındadır. Kurşun, pH'ı < 6 olan asidik toprakta sulu Pb olarak bulunurken, pH > 7 olan alkali toprakta Pb, OH iyonlarıyla bir kompleks oluşturmaktadır. Bu toksik metallere, kirli havanın solunması ile ve emilme yoluyla toprakta bulunmaları nedeniyle hayvan ve insan dokularında rastlanabilmektedir.

7.4. Önlemler

Toksik metal konsantrasyonunun üstesinden gelmek ve azaltmak için teknolojik olarak gelişmiş fiziksel, biyolojik ve kimyasal yöntemler gibi çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Pb, endüstriyel alanlarda bulunan mikroplar tarafından kullanılan önemli bir mikro besindir. Endüstriyel alanlardaki mikropların topraktaki çeşitli ağır metal türleri ile doğal bir etkileşimi vardır. Biyo-hidrometalurji tekniği, Pb gibi metalleri geri kazanmak ve işlemek için mikroorganizmaları (çoğunlukla bakterileri) kullanan bir metodolojidir. Bu teknik, toksik ağır metal içeren sanayi atıklarının önce mikroplarla arıtılması veya geri dönüştürülmesi, ardından kendileri tarafından üretilen metabolitler olarak çevreye bırakılmasıdır. Bu yöntemin uygulanması çeşitli stratejilere ihtiyaç duymaktadır. Bunlardan en önemlisi belirli bir mikrop türünün seçimi olacaktır. Tüm mikrobiyal iyileştirme yöntemleri arasında bu metodoloji, Pb'nin biyolojik olarak iyileştirilmesi için anlamlı bir strateji olacaktır.

Bazı teknikler kirleticilerin iyi organize edilmiş bir şekilde uzaklaştırılması için sahaya özgü Pb iyileştirmesine odaklanır. Fiziksel metodolojiler çeşitli fiziksel yaklaşımlar Pb kirliliğine nüfuz eden çözümler sağlayabilir, örneğin kirleticilerin kaynağının yer değiştirmesi gibi. Bu yöntemde toksik metal kirleticilerinin konsantrasyonları bağlı olarak topraktan veya sudan arındırılması söz konusudur. Bu yaklaşım, yerel ölçekte belirli bir bölgede çok daha kullanışlıdır. Bu yöntemin karşılaştığı en büyük engel, geniş alanlar için uygun olmaması ve kirli toprağın veya suyun yüksek maliyetle, ancak yine de güvenli ve tehlikesiz bir şekilde, boşaltılmasıdır. Bu vitrifikasyon tekniğinde, yüksek düzeyde ağır metal kirleticiler içeren toprak yoğun ısıya maruz bırakılarak eritilir ve katılaştırılmış bir kütle

halinde Pb alımı sağlanır. Bu yöntem çok fazla masraf gerektirir ve geniş alanlar için uygun değildir, ancak bu yöntem toprağı tamamen temizlediğı ve metal için geri dönüşüm sağladığı için Pb kirliliğine uzun vadeli bir yaklaşımdır. Birçok araştırmacı ve bilim adamı, ağır metallere kirlenmiş birçok alanda vitrifikasyon gerçekleştirmiş ve bu yöntemi onaylamıştır. Elektrokinetik yöntem ise elektrik enerjisi kullanılarak ulaşılmaktadır. Bu yöntem çoğunlukla toprağı temizlemek ve topraktaki Pb kirliliğini azaltmak için elektroliz ve elektroforez benzeri teknikleri içerir. Bu teknikler, atık oluşturmayan ve yalnızca doymuş topraklara ve yeraltı sularına uygulanan temel tekniklerdendir. Elektrokinetik yaklaşım daha az zaman gerektirir ve nispeten daha az enerji kullanır ve güçlü, kalıcı bir çözüm veya onarım sağlar.

Biyolojik yaklaşımlar ağır metallere iyileştirilmesine yönelik ve oldukça çevre dostudur, kirlilik içermez ve toprak veya su üzerinde herhangi bir yan etkisi yoktur. Biyoremediasyon, kirlenmiş su veya toprağın mikroorganizmalarla arıtılması için en yaygın kullanılan yöntem türüdür. Bu amaçla öncelikle mikroorganizmalardan yararlanılır. Kurşunun biyoremediasyonu için *Rhodobacter sphaeroides* bakterisinin kurşunu daha az öldürücü formlara dönüştürebilecek gibi çeşitli türleri tanımlanmıştır. *Leclercia adecarboxylata*'nın kurşun absorbe etme kapasitesi bulunmaktadır. Buna karşılık *Kocuria flava*, metallere birbirine bağlanarak uzaklaştırılması yoluyla ağır metallere topraktan alınabilirliğini azaltmaktadır. *Metarhizium anisopliae* ve *Paecilomyces javanicus* gibi çeşitli mantar türleri de iyileştirme sürecine yardımcı olmaktadır. Biyoremediasyon, toksik metalik kirleticilerin arıtılmasında şiddetle tavsiye edilen bir yaklaşım olmasına rağmen, bu prosesin bazı dezavantajları da vardır; çünkü kullanılan organizmalar, kullanıldığı toksik metal için sınırlı kabule sahiptir. Bu amaçla yeni mikroorganizmalar tespit etmek için her zaman biyoteknolojik girişimler olmuş, kurşuna karşı stabiliteyi artıran çeşitli modern teknikler ve stratejiler de geliştirilmiştir.

Ekosistemimizde her şey çevre kirliliğı, gıda güvenliğı ve insan sağlığıyla bağlantılıdır. Besin zincirindeki kurşun toksisitesi, ağır metallere özel toksisitesi konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır. Küresel bazda halk sağlığına yönelik tehditlere karşı yeni stratejiler geliştirilmeli, yeni teknikler oluşturulmalıdır. İnsan ve çevre sağlığı açısından kurşun kirliliğini azaltmak için kurşun kullanımı azaltılmalı ve yeni ikameler geliştirilmelidir [51,52].

8. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Madencilik sektörü, başta sanayi olmak üzere, diğer sektörlerin (tarım, ulaşım, enerji vb.) faaliyetlerini sürdürebilmeleri için gerekli temel hammaddeleri ürettiğinden zincirin önemli bir halkasıdır. Ülkemizde ve Dünya çapında kurşun madenciliği ve metalurjisi önemli bir sanayi koludur. Değişik fiziksel ve kimyasal kombinasyonlarıyla kurşun, sanayide birçok alanda kullanılmaktadır. Yumuşak olması, işlenme kolaylığı, yüksek özgül ağırlığı, yüksek kaynama noktası, düşük erime noktası, aşınmaya karşı direnci, enerji absorpsiyonu ve kısa dalga ışınları geçirmeme özellikleri kurşun madenine birçok kullanım alanında üstünlük sağlamaktadır. Dünya kurşun üretiminde, primer kaynaklardan üretimin yanı sıra ikincil kaynaklar denilen eski hurda kaynaklardan da kurşun üretimi gerçekleştirilmektedir. Global çapta kurşun çoğunlukla geri dönüşümden elde edilmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS) tarafından sağlanan bilgiler, kurşun rezervlerinin 90 milyon ton, rezerv tabanının⁶ 170 milyon ton, toplam kaynakların ise yaklaşık 2 milyar ton olduğunu göstermektedir.

Dünya çapındaki kurşun arz ve talebinin mevcut seviyelerini ve 2024 görünümünü gözden geçirmek üzere İstatistik ve Tahmin Komitesinin toplantısını da içeren Uluslararası Kurşun Çinko Çalışma Grubu (ILZSG)'nun altmış sekizinci oturumundaki kurşun metalinin kullanım ile ilgili öngörüler, 2023 yılında rafine kurşun metale yönelik küresel talebin %1,1 artışla 12,80 milyona çıkmasının beklendiği ve 2024 yılında %2,2 artışla 13,08 milyon tona yükseleceği yönünde olmuştur. Avrupa kurşun talebinin 2022 yılında %3 oranında düşmesinin ardından 2023 yılında %3,7 oranında artması beklenmektedir.

Çin'de rafine kurşun metale yönelik talebin bu yıl %1,9 ve 2024 yılında ise %2,4 oranında artması beklenmektedir. Çin'in talep öngörülerini, 2023 yılının ilk yedi ayında kurşun-asit akü üretimindeki %13,4 artışla desteklenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde görünür kullanımın 2023 yılında %6,4 oranında ciddi bir düşüş göstermesi öngörülmektedir. Ancak 2024 yılında %3,1'lik kısmi bir iyileşme beklenmektedir.

Dünya kurşun maden arzının 2023 yılında %3,3 artarak 4,58 milyon tona, 2024 yılında ise %2,9 artarak 4,71 milyon tona çıkacağı tahmin edilmektedir. Çin'de üretimin 2023'te yüzde 1,2 ve 2024 yılında ise yüzde 1,5 artması beklenmektedir. Avustralya'da üretimin

⁶ Bir kaynağın mevcut madencilik ve üretim uygulamalarıyla ilgili belirli minimum kriterleri karşılayan kısmıdır.

beklenen önemli artıştan faydalanacağı öngörülürken Bolivya, Brezilya, Hindistan, Kazakistan ve ABD'de daha fazla artış beklenmektedir. Ancak İrlanda ve Portekiz'de üretimin daha düşük olması beklenmektedir.

Grup, dünya rafine kurşun arzının 2022 yılındaki %1,7'lik düşüşünün ardından 2023 yılında %2,7 artarak 12,84 milyon tona çıkmasını, 2024 yılında %2,3 artışla 13,14 milyon tona çıkmasını beklemektedir.

Dünya rafine kurşun metal dengesini değerlendiren ILZS Grubu, üye ülkelerden yakın zamanda aldığı tüm bilgileri dikkate alarak, küresel rafine kurşun metal arzının 2023 yılında talebi 35.000 ton aşacağını öngörürken 2024 yılında ise 52.000 tonluk daha büyük bir artışın beklendiğini ifade etmektedir.

Dünyadaki kurşun üretiminin yaklaşık %80'i pil endüstrisi tarafından tüketilmektedir. Lityum bazlı akü teknolojisi, hem nikel-metal hidrit (şarj edilebilir bir pil türü) hem de kurşun-asit akülerle karşılaştırıldığında yüksek güç ve enerji yoğunluğu nedeniyle hibrit ve elektrikli araçlarda tork desteği ve çekiş gücü için standart seçim haline gelmiştir. Lityum bazlı pillerin temel zayıflığı, genellikle kurşun asitten yaklaşık 2 ila 3 kat daha fazla olan yüksek maliyetleri, düşük sıcaklıklarda gücün azalması ve aşırı ısınma eğilimidir ki bu da aşırı koşullarda güvenliklerini sınırlandırır. Bu pillerde kullanılan bazı malzemelerin (özellikle kobalt ve lityum) tedarik zincirlerinin hala çözülmemiş zorluklarla karşı karşıya olması da bir dezavantaj olarak değerlendirilebilmektedir. Ek olarak, kullanılmış lityum iyon pillerin geri dönüştürülmesi karmaşık ve zor bir iş olduğundan, ürün ömrü döngüsellliği ve çevresel sürdürülebilirlik endişe kaynağı olmuştur. Tüm bunlar, lityum pil teknolojisinin mevcut durumda düşük oranda kalmasının ana nedenlerindedir. Bu durumun önümüzdeki on yıl boyunca da devam etmesi muhtemeldir. İçten yanmalı yakıt kullanan araçlarda çalıştırma, aydınlatma ve ateşleme (SLI) görevlerinin yanı sıra saf elektrikli araçlarda ve bazı hibritlerde yardımcı güvenlik ve konfor uygulamalarında kullanılan piller için kurşun asitli piller standart seçim olmaya devam etmektedir. Bunun ana nedenleri, 12V kurşun bazlı akü teknolojisinin kanıtlanmış olması, düşük maliyetli olması, az bulunan veya pahalı malzemelerin kullanımını gerektirmemesi, soğuk marş koşullarında iyi performans göstermesi ve geniş bir sıcaklık aralığında istikrarlı ve güvenli kalmasıdır. Ayrıca kurşun asitli aküler, çoğu ülkede faaliyet gösteren detaylı toplama ve geri dönüşüm ağları sayesinde kolayca geri dönüştürülebilmektedir.

Lityum piller, alıştırma, aydınlatma ve ateşleme (SLI) amaçlı için kullanılan tipik pillerden daha az miktarda kurşun içermektedir. Bu gerçek, hibrit ve elektrikli araçların artan yaygınlığıyla birleştiğinde, kurşun asit pil pazarı kurşun metalinin önemli bir tüketicisi olduğundan, bazı analistler tarafından kurşun sektörünün geleceğine yönelik bir tehdit olarak algılanmıştır. Ancak yenilenebilir enerji sektöründe ve elektrikli araçların şarj istasyonlarında, e-bisikletler, telekom yedekleme sistemleri ve enerji depolama sistemleri gibi diğer önemli kurşun tüketen endüstrilerin de kurşun talebini desteklemeye devam etmesi beklenmektedir. Bazı hibrit ve elektrikli araçların da belirli fonksiyonları için bir kurşun-asit ak içerdiği bilinmektedir. Lityum bazlı ak teknolojisi, hibrit ve elektrikli araçlarda standart seçim haline gelmiştir. Ancak bu araçların neredeyse tamamı ayrıca merkezi kilitleme, hava yastıkları, acil durum ışıkları ve cam kaldırıncılar gibi yardımcı özellikler için 12V kurşun-asit aküleri de içermektedir. Yeni araçlarda, otonom sürüş fonksiyonları da dahil olmak üzere, 12V'luk bir elektrik devresiyle çalışan karmaşık elektronik cihazlar daha fazla yer almaktadır. Kritik güvenlik işlevlerinde, hibrit ve elektrikli araçların yüksek voltaj devresini yedeklemek ve lityum pilin doluluk seviyesinin takibi için de 12V kurşun-asit pillere ihtiyaç duyulmaktadır. Kurşun asitli aküler, tüm önemli 12V gerekliliklerini karşılayabilen tek teknolojidir. Dolayısıyla kurşun, pil endüstrisinin ve otomotiv sektörünün önemli bir parçasıdır.

Kurşuna olan ihtiyaç dünya çapında devam ederken ülkemizde üretim rakamlarına baktığımızda, 2022 yılında kurşun cevheri (tüvenan ve konsantre) ihracatımız yaklaşık 130 bin ton civarı iken buna karşılık kurşun cevheri ithalatımız 1.800 ton civarıdır. Rafine kurşun metali ihracatımız 6.500 ton iken, ithalatımız 175 bin ton civarındadır. Ülkemiz kurşun cevheri üretiminde dünyada st sıralarda yer alırken ayrıca rafine kurşun metali kullanımında da dünyada ilk on ülke arasında bulunmamıza rağmen rafine kurşun metali üretimimiz oldukça sınırlı miktarda kalmıştır. Ülkemizde madencilikten elde edilen kurşun cevherinden metal kurşun üretimini gerçekleştirecek yeterli izabe tesisi bulunmamasından dolayı kurşun cevheri çoğunlukla yurt dışına ihraç edilmektedir. Bu nedenle kendi kurşun üretimimizi işleyerek tesisler kurmak bir zorunluluk haline gelmiştir. Konsantre kurşun cevheri ihraç etmek yerine kurşunun katma değerli ürünlere dönüştürülmesi gerekmektedir. Dünyada otomotiv sektöründeki olası trendler değerlendirildiğinde, kurşun, pil teknolojisinde vazgeçilmez olmaya devam etmektedir. Bu durumda ülkemizde araştırma geliştirme içeriği yüksek, kalitesi tescilli ürün retilimi yapan büyük ölçekli yatırımlar yapılmalıdır. Hammadde ihracatından çok ürün ihracatı konusunda projeler geliştirmeli ve

çalışmalar yapılmalıdır. Rafine kurşun metali ihtiyacının büyük bir kısmının geri dönüştürülmüş kurşundan karşılandığını bilmekteyiz. Dolayısıyla ülkemizde geri dönüşüm tesislerine yatırım yapılarak dögüsel ekonominin de desteklenmesi gerekmektedir. Ayrıca kurşun madeni ve rafine kurşun metali ile ilgili olarak yatırım yönünde projeler, çalışmalar ve geri dönüşümler gerçekleştirilirken toksik bir metal olan kurşunun çevreye ve insan sağlığına etkilerini en aza indirmek, kontrolünü sağlamak için teknolojik alternatiflerin en iyi şekilde değerlendirilmesi ayrıca olumsuz unsurları kontrol altına alan Dünya Sağlık Örgütü'nün rehber çalışmaları doğrultusunda özel yasal düzenlemeler yapılması gerekmektedir [53].

KAYNAKLAR

- [1] <https://www.mta.gov.tr/v3.0/metalik-madenler/kursun>, 27 Şubat 2023
- [2] <https://tr.wikipedia.org/wiki/Kurşun>, 22 Şubat 2023
- [3] <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=299578>, 22 Şubat 2023
- [4] Didier DESCOUENS -
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=13731579>, 22 Şubat 2023
- [5] <https://www.makaleler.com/kursun-nedir>, 23 Şubat 2023
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/Lead_smelting#Lead_exposure, 24 Şubat 2023
- [7] Changlc'e ait-Kendi Çalışması
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=599629>, 23 Şubat 2023
- [8] <http://www.madehow.com/Volume-2/Lead.html#ixzz7uV7PvBQ3>, 27 Şubat 2023
- [9] <https://www.ga.gov.au/education/classroom-resources/minerals-energy/australian-mineral-facts/lead>, 27 Şubat 2023
- [10] Temur, S. Metalik Maden Yatakları, Nobel Yayın Dağıtım, Yayın No:208, Ankara 2001, 25 Eylül 2023
- [11] http://earthsci.org/mineral/mindep/ma_sulp/ma_sulp.html#hometop, 25 Eylül 2023
- [12]
[https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/193742/mod_resource/content/1/13.VOLKAN OJEN%C4%B0K%20MAS%C4%B0F%20S%C3%9CLF%C4%B0T](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/193742/mod_resource/content/1/13.VOLKAN_OJEN%C4%B0K%20MAS%C4%B0F%20S%C3%9CLF%C4%B0T), 25 Eylül 2023
- [13] <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf>, 26 Eylül 2023
- [14] <https://www.ga.gov.au/scientific-topics/minerals/mineral-resources-and-advice/australian-resource-reviews/zinc-lead-silver>, 26 Eylül 2023
- [15] <https://www.statista.com/statistics/1156095/global-lead-reserves/>, 27 Eylül 2023
- [16] https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/turkiyede-madencilik/images/maden_yataklari/b_h/kur_cin.jpg, 27 Eylül 2023

- [17] <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Sekizinci-Bes-Yillik-Kalkinma-Plani-Madencilik-OIK-Raporu-MetalMadenlerAltKomisyon-Kursun-Cinko-Kadmiyum-Calisma-Grubu-Raporu.pdf>, 03 Ekim 2023
- [18] <https://www.mta.gov.tr/v3.0/daireler/fizibilite>, 03 Ekim 2023
- [19] <https://www.statista.com/topics/5177/lead/#topicOverview> 05 Ekim 2023
- [20] <https://www.statista.com/statistics/264871/production-of-lead-worldwide>, 05 Ekim 2023
- [21] <https://investingnews.com/daily/resource-investing/base-metals-investing/lead-investing/lead-producing-countries/>, 11 Ekim 2023
- [22] https://www.ilzsg.org/wp-content/uploads/SitePDFs/1_ILZSG%20World%20Lead%20Factbook%202023.pdf, 11 Ekim 2023
- [23] <https://www.mapeg.gov.tr>, 17 Ekim 2023
- [24] <https://www.glencore.com/what-we-do/metals-and-minerals>, Ekim 18, 2023
- [25] <https://www.vedantalimited.com/eng/businesses-zinc-lead-silver.php>, 18 Ekim 2023
- [26] <https://www.south32.net/what-we-do/our-commodities/lead>, 19 Ekim 2023
- [27] <https://en.wikipedia.org/wiki/South32>, 19 Ekim 2023
- [28] https://www.south32.net/images/default-source/photos/operations-and-projects/cannington.jpeg?sfvrsn=567003e3_1, 28 Ekim 2023
- [29] <https://www.mining-technology.com/marketdata/ten-largest-leads-mines/?cf-view>, 23 Ekim 2023
- [30] <https://www.mining-technology.com/data-insights/lead-in-the-us/?cf-view&cf-closed>, 23 Ekim 2023
- [31] <https://www.mapeg.gov.tr/>, 24 Ekim 2023
- [32] <https://www.esan.com.tr/>, 25 Ekim 2023
- [33] <https://www.nesko.com.tr/tarihce.php>, 25 Ekim 2023

- [34] <https://www.gumustasmaden.com.tr/tr/hakkimizda.html>, 25 Ekim 2023
- [35] <http://www.oreksmadencilik.com/>, Ekim 26, 2023
- [36] <http://www.yildizlarsssholding.com.tr/rasih-ve-ihsan-maden>, 26 Ekim 2023
- [37] <https://www.ilzsg.org/the-study-group/>, 30 Ekim 2023
- [38] <https://ila-lead.org/about/>, 31 Ekim 2023
- [39] <https://www.britannica.com/technology/lead-processing>, 1 Kasım 2023
- [40] tarihinde <https://www.britannica.com/technology/lead-processing/Refining>, 1 Kasım 2023
- [41] <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/leadmines#:~:text=The%20principal%20method%20of%20extracting,coke%20in%20a%20blast%20furnace>, 2 Kasım 2023
- [42] <http://www.madehow.com/Volume-2/Lead.html#ixzz8GV1qQgNH>, 2 Kasım 2023
- [43] <http://www.madehow.com/Volume-2/Lead.html>, 2 Kasım 2023
- [44] https://www.ilzsg.org/wpcontent/uploads/SitePDFs/1_%20ILZSG%20World%20Lead%20Factbook%202023.pdf, 3 Kasım 2023
- [45] <http://www.madehow.com/Volume-2/Lead.html>, 4 Kasım 2023
- [46] <https://www.thehindubusinessline.com/markets/commodities/lead-prices-likely-to-rule-at-levels-similar-to-2022/article66576925.ece>, 4 Kasım 2023
- [47] <https://capital.com/lead-price-forecast>, 4 Kasım 2023
- [48] <https://www.lme.com/Metals/Non-ferrous/LME-Lead#Averages>, 4 Kasım 2023
- [49] <https://www.mining-technology.com/data-insights/lead-in-turkey/?cf-view>, 5 Kasım 2023
- [50] <https://www.tuik.gov.tr/>, 6 Kasım 2023

[51] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590182623000048#bb9260> 8
Kasım 2023

[52] <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>, 8 Kasım
2023

[53] <https://www.ilzsg.org/>, 14 Kasım 2023