



OSTİM TEKNİK
ÜNİVERSİTESİ
A N K A R A



ÖZBEKİSTAN BAKIR SEKTÖRÜ RAPORU

OHANGARON TECH
ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ

2023

UZBEKISTAN COPPER
SECTOR REPORT AND
OHANGARON TECH
ORGANIZED
INDUSTRIAL ZONE

O'ZBEKISTON MIS
SEKTORI HISOBOTI VA
OHANGARON
TEKNOLOGIYA TASHKIL
ETILADIGAN SANOAT



OSTİM TEKNİK
ÜNİVERSİTESİ
A N K A R A



ÖZBEKİSTAN
BAKIR SEKTÖRÜ
RAPORU

OHANGARON TECH
ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ

2023

UZBEKISTAN COPPER
SECTOR REPORT AND
OHANGARON TECH
ORGANIZED
INDUSTRIAL ZONE

O'ZBEKISTON MIS
SEKTORI HISOBOTI VA
OHANGARON
TEKNOLOGIYA TASHKIL
ETILADIGAN SANOAT



**ÖZBEKİSTAN BAKIR SEKTÖRÜ ve
OHANGARON TECH
ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ
2023**

**COPPER REPORT OF UZBEKISTAN
O'ZBEKİSTON MİS HİSOBOTİ**



2023, ANKARA

Editör

Prof. Dr. Mehmet Deniz Turan

Öğr. Gör. B. Gökhan Topal

Yayın Kurulu

Prof. Dr. Murat Yülek

Prof. Dr. Ünsal Sığrı

Prof. Dr. Serdar Müldür

Prof. Dr. Mehmet Deniz Turan

Doç. Dr. Sabri Öz

Dr. Okan Öner Ekiz

Dr. Akın Odabaşı

Öğr. Gör. B. Gökhan Topal

Araştırmacılar

Alpaslan Girayalp - Maden Mühendisi

Adem Arıcı - Yüksek Mimar

Volkan Han - İnşaat Mühendisi

Süleyman Turgut - İş Geliştirme Uzmanı

Afet Çağay - Proje Uzmanı

Saim Karabulut - Proje Uzmanı

Nida Nisanur Gözetlik - Y. Metalurji ve Malzeme Mühendisi

2023, ANKARA

İÇİNDEKİLER

I. BAKIR MADENCİLİĞİ VE MADEN İŞLETME SÜREÇLERİ	12
1.1 Özbekistan'ın Bakır Sektöründeki Yeri ve Önemi	15
1.2 Özbekistan Bakır Madeninde Üretim Miktarı	17
1.3 Dünya Bakır Metal Rezervleri	17
1.4. Bakır Madenindeki Makine Parkı	18
1.5. Bakır Madenindeki Madencilik Ekipmanları	18
1.6. Yeni Rezerv Arayışları ve Projelendirme Süreçlerinin Tanımlanması Hakkında Bilgiler	19
1.7. Bakır Madeninde İşletme Koşulları	21
II. BAKIR METALURJİSİ VE ALTERNATİF YÖNTEMLER	22
2.1. Mevcut Şartlar, Dünyada Yapılan Çalışmalar ve Öneriler	23
2.2. Mevcut Üretim Yöntemi	23
2.3 Öneriler	33
III. BAKIRDAN ELDE EDİLECEK ALTERNATİF VE İLERİ TEKNOLOJİK ÜRÜNLER	36
3.1 Katot Bakırın Kullanım Alanları	37
3.2 Bakırın Yeşil Ekonomideki Rolü	38
3.3 Özbekistan'ın 2022-2026 Kalkınma Stratejisi'nde Ekonomik Kalkınma Önceliği	38
3.4 Özbekistan'ın Bakır Endüstrisi: Mevcut Durum ve Perspektifler	38
3.5 Özbekistan'ın Bakır Endüstrisinde Rekabet Gücü: Seçilen Ülkelerle Karşılaştırmalı Analiz	38
3.6 Özbekistan'ın Sürdürülebilir Altyapı Yatırımları	38
3.7 Özbekistan'da Ekonomi, Yatırım ve İklim Değişikliği Durumu	39
3.8 Ekonomi ve Demografi	40
3.9 Ticaret	40
3.10 Bakırın Geleceğine Yönelik Beklentiler	41
3.11 Bakırın Pil Teknolojisinde Bakırın Kullanımı	41
3.12 Elektrik Motorlarında Bakırın Kullanımı	41
3.13 Bakırın Endüstrilere Etkisi	42
3.14 NASA, 3D Baskıyla İlk Tam Ölçekli Bakır Roket Motor Parçasını Üretiyor	43
3.15. Özbekistan'ın Teknoloji Bağımlılığının Belirlenmesi, Bakırdan Alternatif Malzemelerin Üretiminde Teknoloji Transferinin Gerekliliği ve Koşulları	44

3.16 Sıfır Atık Politikasıyla Üretim Yönetimi Oluşturulması	44
3.17 Özbekistan'da Atık Yönetim Sistemi: Yabancı Yatırımcılar ve Mevcut Reformlar İçin Çerçeve	44
3.18 Yetkili Kamu Otoriteleri	44
3.19. Atık Yönetimi Stratejisinin Uygulanması	45
3.20 Yatırımcılar için Tercihler ve Teşvikler	47
3.21 Tarife Düzenlemeleri	47
3.22 Atık Yönetiminde Kamu-Özel İş Birliği	47
3.23 Tıbbi Ürünlerin İmhası	47
3.24. Sonuç	48
3.25. Bakır Madeni Ticaret Verileri	48
3.26 Dünya İhracatı (Rekabet Eden Ülkeler)	52
3.27 Bakır ve Bakırdan Mamül Eşyalar Sınıfında Potansiyel Pazara Sahip Ülkeler	52
3.28 Özbekistan Bakır Üretimi	53
3.30 Geri Dönüşüm	54
3.29 Bakır Madeni Fiyatı	54

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1.1. Bakırın Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri [1]	13
Tablo 1.2. Bakırın Kullanım Alanları [1]	13
Tablo 1.3. Özbekistan'ın dünyaya ihracatında önde gelen ürünler [9]	16
Tablo 1.4. Özbekistan'ın dünyadan ithalatında önde gelen ürünler [9]	16
Tablo 1.5. Beş Büyük Madenin Yaklaşık Üretim Miktarı	17
Tablo 2.1. Anot çamuru genel kimyasal ve mineralojik analizi	32
Tablo 3.1. Eti Bakır A.Ş. Samsun İzabe Tesisi Analiz Değerleri [81]	37
Tablo 3.2. Katot Bakır Boyutları [82]	37
Tablo 3.3. 74.03 GTIP'ye göre en çok ithalat yapan ülkeler (ABD doları bazında)	48
Tablo 3.4. 74.03 GTIP US\$ Bazında Önde Gelen İthalat Yapan Ülkeler	49
Tablo 3.5. Özbekistan Ticaret Göstergeleri	51
Tablo 3.6'da, söz konusu üründe 2020-2021 yılları arasında %41 büyümeye olduğu görülmektedir.	52
Tablo 3.6. 74.03 GTIP ABD Doları Bazında Önde Gelen İhracatçı (Rakip) Ülkeler	52

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Bakır Rezervlerinin Ülkelere Göre Dağılımı	14
Şekil 1.2. Bakırın Yaşam Döngüsü [6]	14
Şekil 1.3. Özbekistan'ın İhracatında Ülkeler [9]	15
Şekil 1.4. Özbekistan'ın İhracatındaki Payı (2021) [10]	16
Şekil 1.5.2021 Yılında Özbekistan'ın En büyük Beş Yer Üstü Madeni	17
Şekil 1.6 Projenin Aşamaları	18
Şekil 1.7.Özbekistan Konumu	20
Şekil 2.1. Katot Bakır Üretim Yöntemleri	24
Şekil 2.2. Pirometalurjik bakır üretim genel akım şeması	25
Şekil 3.1. Özbekistan Ekonomisine İlişkin Temel Göstergeler	39
Şekil 3.2. 2017 Yılında Özbekistan Ticareti	40
Şekil 3.3. NASA'nın İlk Tam Ölçekli Bakır roket Parçası [85]	44
Şekil 3.4. Ülkelerin 74.03 GTIP Miktar/Ton Bazında Yaptığı Satın Alma Oranları	49
Şekil 3.5. 74.03 GTIP ÖZBEKİSTAN'a göre 2021'de İthalat, Dış Ticaret Dengesi, Birim İthalat Fiyatları, Ortalama Gümrük Vergisi, Mesafe Ve Pazar Yoğunlaşması	50
Şekil 3.6. 74.03 GTIP Kodu Ürün Grubu Hedef Pazarlarının Boşluk Oranları	53
Şekil 3.7. Bakır Üretimi	53
Şekil 3.8. Özbekistan Bakır Madeni Fiyatı	54

1. BÖLÜM

BAKIR MADENCİLİĞİ VE MADEN İŞLETME SÜREÇLERİ



Bakırın insanlık tarihinde kullanılması çok eski çağlara dayanmaktadır. İnsanlar, bakırı günlük yaşamlarında ve silahlanmada kullanmıştır. Dolayısıyla uygarlıklar ilerledikçe bakıra olan ihtiyacın daha da arttığı gözlemlenmektedir. Bakır metali, sahip olduğu özelliklerden dolayı en önemli demir dışı metallerden biridir. Bakır cevherine sahip olma, bu cevherin ekonomik bir şekilde işletilmesi, yan ürün elde edilmesi, artıkların değerlendirilmesi ve ileri teknoloji ürünlerine çevrilmesi ülkelerin gelecek vizyonu açısından çok önemli bir yer tutmaktadır. Bakırın en önemli özellikleri arasında yüksek elektrik ve ısı iletkenliği, dövülebilme özelliği ve antikorozif özellikleri sayılabilmektedir.

Bakırın günümüzde tüketimi 12 milyon tonun üzerine çıkmış ve en çok kullanılan ikinci metal konumuna gelmiştir. Bakır kullanımında meydana gelen bu talep artışı endüstrideki gelişmelerle doğru orantılı olarak ilerlemektedir. Ayrıca alaşımları çok çeşitli olup endüstrilerde değişik amaçlarla kullanılabilmektedir [1].

Bakır ve bakır alaşımları, çok yönlü mühendislik malzemeleridir. Korozyon direnci, iletkenlik, süneklik ve işlenebilirlik gibi çeşitli fiziksel özelliklerin asil kombinasyonu rahatlıkla sağlanabilmektedir. Hatta bu kombinasyonlar; bileşimin değiştirilmesi ve farklı üretim teknikleriyle daha da geliştirilebilmektedir [2]. Bakır, gümüş dışında en yüksek ısı ve elektriksel iletkenliği olan saf metaldir [3].

Tablo 1.1. Bakırın Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri [1]

Simgesi	Cu
Sertliği	2,5 – 3
Yoğunluğu	8,93 gr/cm ³
Ergime Noktası	1083 °C
Kaynama Noktası	2300 °C
Ergime Isısı	43 kcal
Elektrik İletme Özelliği	%99,95

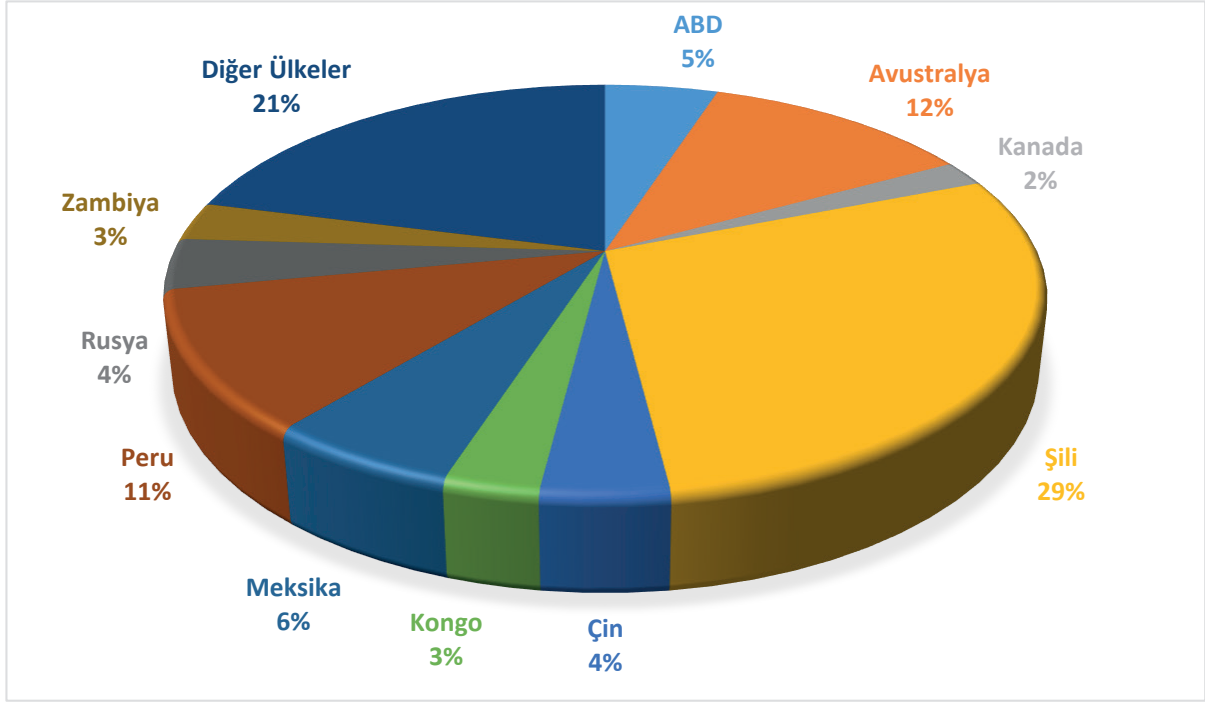
Tablo 1.2. Bakırın Kullanım Alanları [1]

Elektrik ve elektronik sanayi	%50
İnşaat sanayi	%17
Ulaşım sanayi	%11
Endüstriyel ekipmanlarda	%14
Askeri ve diğer sanayii kolları	%8

Metal sektörüne ilişkin öngörülere göre, bakır dünyanın yeni petrolüdür ve karbon ayak izini azaltmak bakır olmadan imkân dâhilinde değildir. Yenilenebilir enerji kullanımının artması, özellikle de güneş enerjisi kullanımının sürekli olarak arttığı günümüzde, güneş panelleri üretiminde ve ayrıca geleceğin teknolojisi olan elektrikli motorların üretiminde çok önemli bir yeri olan bakıra yönelik talep artışının önümüzdeki yıllarda daha fazla olacağı öngörülmektedir.

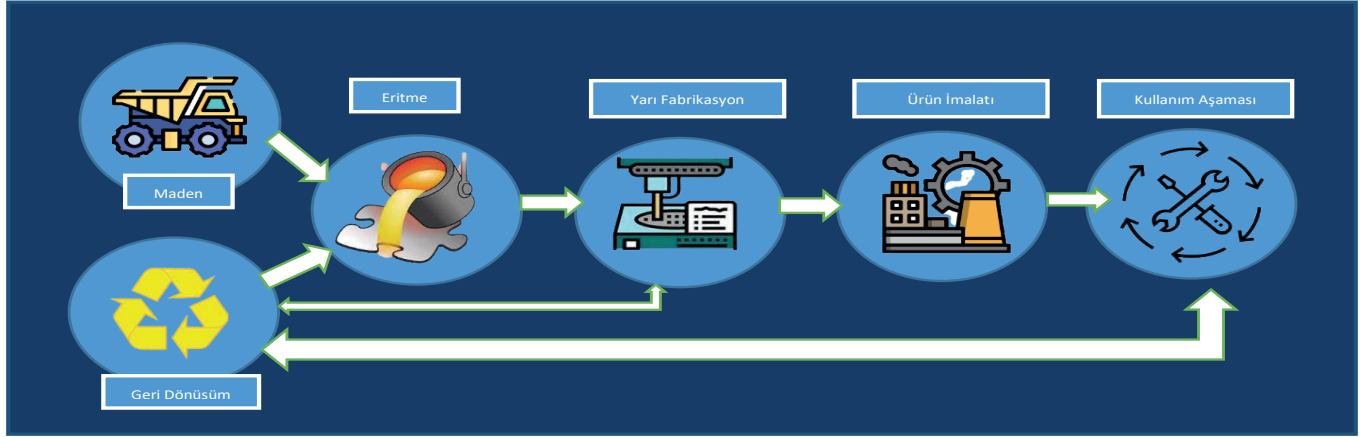
Dünya bakır rezervlerinin %90'ının yeri bilinmektedir. Bu rezervlerine bakıldığında ise en zengin yatakların Şili, Peru, Avustralya, Rusya Federasyonu ve Meksika'da bulunduğu görülmektedir. Dünya bakır yatakları; genellikle Kuzey Amerika, Katanga, Rodezya, Şili, İspanya ve Ural Dağları'nda bulunur. Bakır cevherleri, oksit (cuprit, Cu₂O), sülfür (kalkosit, Cu₂S) ve karbonatlı (malakit, Cu₂CO₃ (OH)₂) olmak üzere üçe ayrılır. Bakır minerallerinin en fazla bulunduğu ülkeler Amerika Birleşik Devletleri (Kaya Dağları ve Büyük Havza'da), Şili, Peru (Andlar'da), Afrika (Kongo ve Zambiya'da), Kanada (Kuzey Michigan'da), Alaska, Çin, Rusya ve Avustralya'dır.

Şekil 1.1. Bakır Rezervlerinin Ülkelere Göre Dağılımı



Dünya bakır üretimine bakıldığında yılda 12 milyon tonluk bir üretimin yapıldığı görülür ki kullanılabilir Dünya rezervleri toplamının 300 milyon ton olduğu göz önüne alınırsa, söz konusu rezervlerin kullanım oranının artmadığı durumda 25 yıllık üretim için yeterli olduğu söylenebilir. Öte yandan nihai ürün haline getirilmiş bakır mamullerinin yılda yaklaşık 2 milyon tonu geri dönüştürülerek tekrardan tedarik zincirine dâhil olmaktadır. USGS'ye göre Amerika'da bakır hurdanın geri dönüşümü, bakır ihtiyacının %38'ini, dünya genelinde ise %16'sını karşılamaktadır [5].

Şekil 1.2. Bakırın Yaşam Döngüsü [6]



Şekil 1.2'de görüldüğü üzere ham cevherden yola çıkarak üretilen uç ürün bakır, ekonomik ömrünü tamamladıktan sonra neredeyse sahip olduğu özellikleri hiç kaybetmeden tekrar üretim döngüsüne dahil edilebilmektedir. Bu durum bakır metalinin toplam kullanım ömrünün oldukça uzun olduğunu göstermektedir.

Bakır sanayi, 3 sektörden oluşmaktadır. Bu sektörler;

- Bakır cevheri üreten madenci,
- Cevheri işleyen ve saflaştıran rafine bakır üretici,
- Rafine bakır kullanarak son ürünü üreten mamul üretici şeklinde sıralanmaktadır.

Bakır üretim miktarı 2017 yılında 20,1 milyon ton, 2019 yılında 20,9 milyon ton, 2021 yılında 21,3 milyon ton olmuştur ve 2023 yılında ise 23,9 milyon ton olması tahmin edilmektedir.

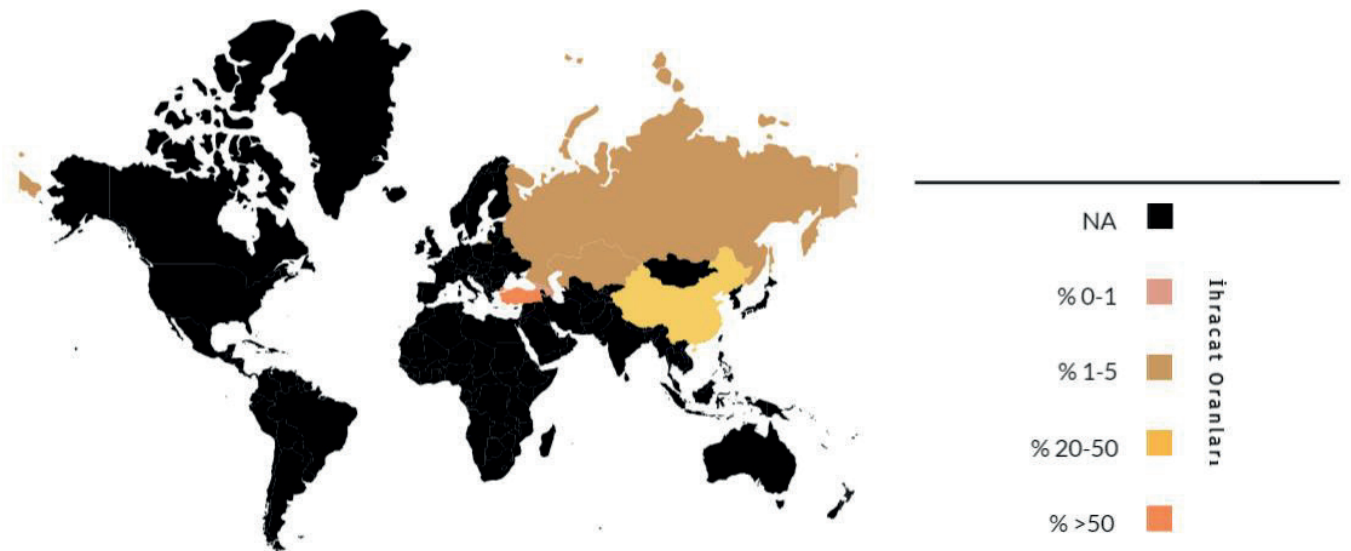
Bakır hammadde fiyatları 2019 yılında 6010 USD/ton iken 2023 yılında 8200 USD/ton olması tahmin edilmektedir.

1.1 Özbekistan'ın Bakır Sektöründeki Yeri ve Önemi

Özbekistan toprakları madenler açısından oldukça zengin bir ülkedir. Ülkede 100'den fazla yeraltı maden çeşidi bulunmaktadır. Bunların başında; altın, bakır, gümüş, kurşun, çinko, uranyum ve benzeri yeraltı kaynakları gelmektedir. Özbekistan volfram, doğal gaz ve diğer yeraltı hammadde kaynakları bakımından önemli bir zenginliğe sahiptir. Günümüz şartlarında Özbekistan kendi cevherlerini çıkartan, zenginleştiren ve metalürjik olarak işleten bir ülke konumundadır. Toplam bakır rezervleri 1,3 milyon ton olarak hesaplanan Özbekistan, bu alanda dünyada onuncu sırada gelmektedir. Ülkede 40 yıl daha işletilebileceği öngörülen bakır, aynı zamanda ülkenin önemli ihracat kalemleri arasında yer almaktadır. Almalyk bölgesinde bulunan bakır üretim ve işleme kompleksi Özbekistan'ın ana bakır işleme tesisidir. [4] Özbekistan, 2021 yılında 148,5 ton bakır üretimi gerçekleştirmiştir. 2029 yılına kadar tesisin Yoshlik-1 yatağının geliştirilmesiyle birlikte bakır üretiminin 400 bin tona çıkarılması hedeflenmektedir. Bu durumda, elde edilen gelir 7-8 milyar dolara ulaşacaktır [8].

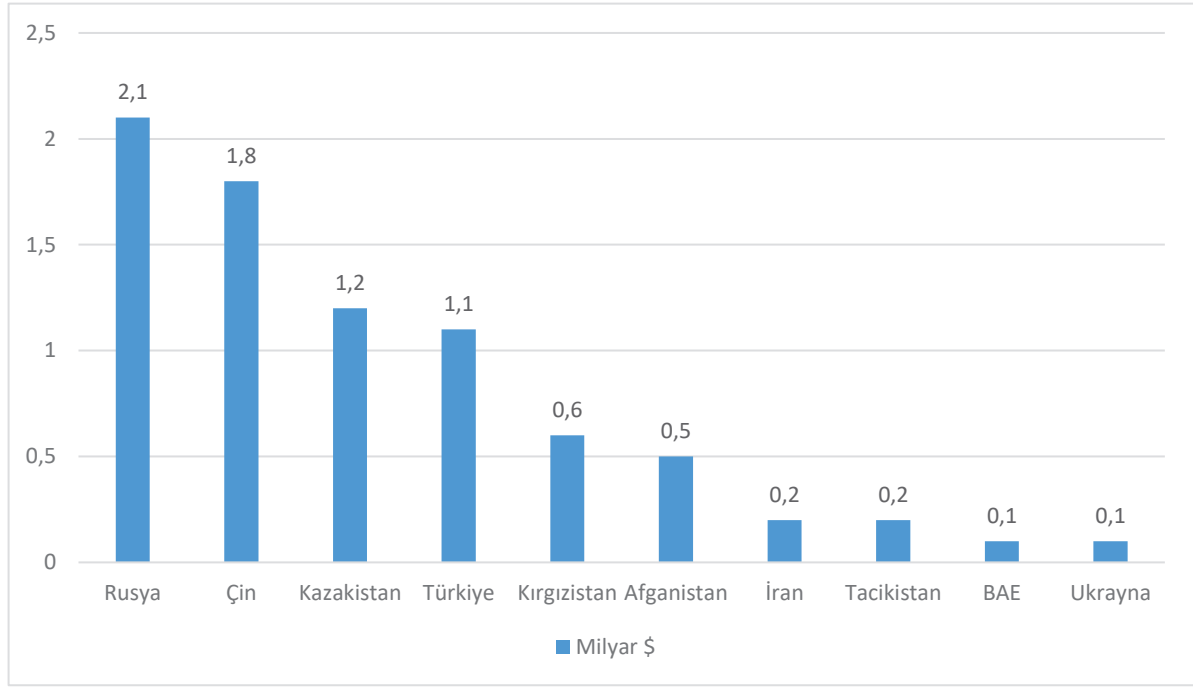
Şirket bünyesinde rafine bakır, altın, gümüş, çinko, molibden, kurşun konsantresi ve diğer bazı yan ürünler üretilmektedir. Bu tesiste 4 adet maden, 2 adet konsantratör, 2 ergitme tesisi ve buna bağlı sülfürik asit tesisi bulunmaktadır. Tesis yaklaşık 25 000 kişiye istihdam alanı oluşturmaktadır. Çinko tesisi sülfürik asit tesisi ile entegre edilmiş olup çinko konsantresi yurtdışından temin edilmektedir. Yeni yatırımlarla bakır üretim kapasitesinin artırılması ve yeni sülfürik asit tesisi kurularak üretim miktarının artırılması planlanmaktadır [7]. Özbekistan'ın ihracat bilgilerini içeren çeşitli veriler aşağıda paylaşılmıştır.

Şekil 1.3. Özbekistan'ın İhracatında Ülkeler [9]



Görüldüğü gibi Özbekistan'ın Türkiye ile ticaret hacmi oldukça iyi seviyededir (%6 civarında) ve büyük oranda bakır ihracatı üzerine kurulmuştur. Yeni yatırımlarla birlikte gerçekleşecek kapasite artırımını ile yeni pazarlar açılacak ve mevcut ticaret hacminde artışlar olacaktır.

Şekil 1.4. Özbekistan'ın İhracatındaki Payı (2021) [10]



Şekil 1.4'te ayrıca Özbekistan'ın 2021 yılında gerçekleştirdiği bakır ve bakırdan elde edilen ürünlerin ihracatının ülkelere göre paylarına yer verilmiştir. Bu kapsamda Rusya ve Türkiye'nin ihracat içerisindeki payının büyüklüğü ve ihracat yapılan coğrafyaların yeri daha açık şekilde görülmektedir.

Tablo 1.3. Özbekistan'ın dünyaya ihracatında önde gelen ürünler [9]

Ürün Tanımı	İhracat Tutarı
Petrol gazları ve diğer gazlı hidrokarbonlar	2,3 milyar \$
Pamuk ipliği (diliş ipliği hariç) (ağırlık itibariyle pamuk oranı $\geq$ %85 ve perakende olarak satılacak hale getirilmiş)	0,9 milyar \$
Rafine edilmiş bakır ve bakır alaşımları(ham)	0,6 milyar \$
Etilen polimerleri (ilk şekillerde)	0,4 milyar \$
Pamuk (karde edilmemiş veya penyelenmemiş)	0,3 milyar \$

Tablo 1.4. Özbekistan'ın dünyadan ithalatında önde gelen ürünler [9]

Ürün Tanımı	İthalat Tutarı
Karayolları taşıtları için aksam, parça ve aksesuarlar	0,8 milyar \$
Tedavide veya korunmada kullanılmak üzere hazırlanmış ilaçlar (dozlandırılmış)	0,8 milyar \$
Petrol yağları ve bitümenli minerallerden elde edilen yağlar	0,6 milyar \$
Toprak, taş, metal cevheri vb. ayıklama, eleme, tasnif, ayırma, yıkama, kırma, öğütme, yoğurma, kalıplama vb. makinaları	0,5 milyar \$
Binek otomobilleri ve esas itibariyle insan taşımak üzere imal edilmiş diğer motorlu taşıtlar (yarış arabaları dahil)	0,4 milyar \$

1.2 Özbekistan Bakır Madeninde Üretim Miktarı

Taşkent'teki Kalmakir Madeni, Özbekistan'daki en büyük açık ocak madeni olup, 2021 yılında yaklaşık olarak yıllık 28,45 milyon metrik ton (mmtpa) cevher üretimi (Run-of-Mine - ROM) gerçekleştirmiştir ve başlıca olarak 220,21 bin ton bakır üretimi yapmıştır. Kalmakir Madeni, Almalyk Madencilik-Metalurji Kompleksi A.Ş.'ye aittir. Navoiy Viloyati'nde bulunan Muruntau Madeni ise yaklaşık olarak 14,72 mmtpa ROM üretimine sahip olup ve 2021 yılında başlıca olarak 1.929,42 bin ons bakır üretimi gerçekleştirmiştir. Muruntau Madeni, Navoi Madencilik ve Metalurji Kombinati'ne aittir ve 2033 yılına kadar faaliyet göstermesi planlanmaktadır.

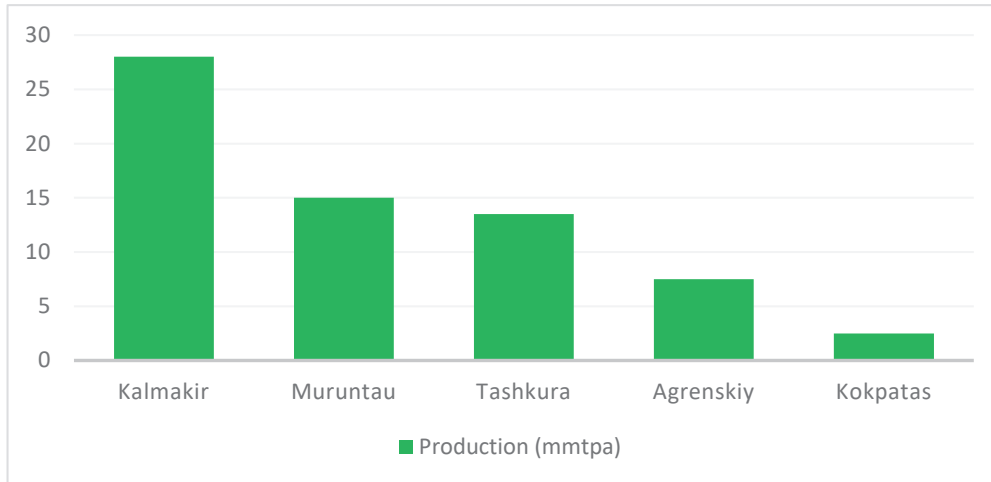
Navoiy Viloyati'ndeki Tashkura Madeni üçüncü en büyük maden, Toshkent Viloyati'ndeki Angrenskiy Kömür Madeni dördüncü en büyük maden ve Navoiy Viloyati'ndeki Kokpatas Madeni beşinci en büyük madendir. 2021 yılında sırasıyla yaklaşık 13,8 mmtpa, 7,32 mmtpa ve 2,57 mmtpa ROM üretimine sahiptir. Tashkura Madeni, Navoi Madencilik ve Metalurji Kombinati'ne, Angrenskiy Kömür Madeni, Uzbekkömür A.Ş.'ye ve Kokpatas Madeni, Navoi Madencilik ve Metalurji Kombinati'ne aittir.

Kalmakir Madeni, Muruntau Madeni, Tashkura Madeni, Angrenskiy Kömür Madeni ve Kokpatas Madeni gibi beş büyük açık ocak madeni, 2021 yılında toplamda yaklaşık olarak 66,86 mmtpa ROM üretimi gerçekleştirmiştir.

Tablo 1.5. Beş Büyük Madenin Yaklaşık Üretim Miktarı

Maden Adı	Üretim (mmtpa)
Kalmakir	28.45
Muruntau	14.72
Tashkura	13.8
Angrenskiy	7.32
Kokpatas	2.57

Şekil 1.5.2021 Yılında Özbekistan'ın En büyük Beş Yer Üstü Madeni



1.3 Dünya Bakır Metal Rezervleri

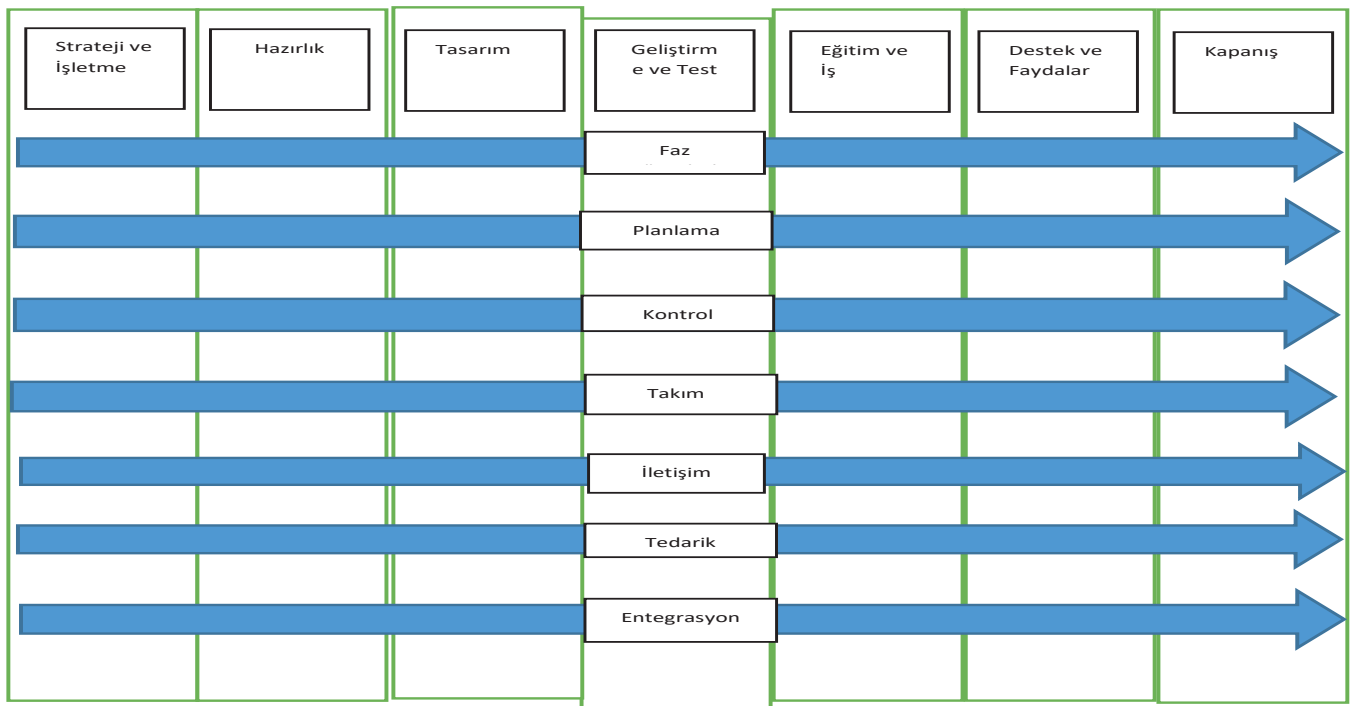
1958 yılında 137 milyon metrik ton (mt) olan rezervler, 1967 yılında 253 milyon mt'ye, 1969 yılında 280 milyon mt'ye, 1970 yılında 304 milyon mt'ye ve 1971 yılında 360 milyon mt'ye ulaşmıştır. 2020 yılı itibarıyla 200 milyon metrik ton (MT) bakır rezervine sahip olan Şili, dünyanın en büyük bakır rezervine sahiptir.

1.4. Bakır Madenindeki Makine Parkı

Almalyk Madencilik ve Metalurji Kompleksi'nin üçüncü bakır işleme tesisi için 2021 yılının Temmuz ayında temel atılmıştır. Yapılacak yeni fabrikanın proje maliyeti 2 milyar Amerikan dolarına denk gelmektedir. Yoşlik I yatağında yer alacak olan fabrikanın inşası, bu kompleksi madencilik ve metalurji sektöründe dünyanın en büyük endüstriyel komplekslerinden biri haline getirecektir. Kompleksin üretim kapasitesi mevcut 2 milyar 500 milyon Amerikan dolarından yaklaşık olarak 8 milyar Amerikan dolarına yükselecektir. İlk aşamada fabrika, yıllık 60 milyon ton cevher işleme kapasitesine sahip olacaktır. İkinci aşamada ise yıllık 160 milyon ton işleme kapasitesine sahip olacaktır.

Bu iki aşamanın uygulanmasıyla, kompleks 2028 yılına kadar yılda 400 bin ton bakır, 50 ton altın ve 270 ton gümüş üretebilecektir. Almalyk Madencilik ve Metalurji Kompleksi, 1949 yılında kurulmuş olup Özbekistan'ın en büyük endüstriyel komplekslerinden biridir. Şu anda kompleks, 40 bin kişiye istihdam sağlamakta ve kuruluşundan bu yana 6 milyon ton bakır, 3 bin 500 ton gümüş ve 850 kilogram altın üretmiştir.

Şekil 1.6 Projenin Aşamaları



1.5. Bakır Madenindeki Madencilik Ekipmanları

Yüksek elektriksel ve termal iletkenlik özellikleri, bakırı enerji santralleri ve iletken malzemeler için vazgeçilmez bir girdi yapmaktadır. Bakır, paslanmaz özelliği nedeniyle soğuk hava makineleri ve ekipmanları, araçlar ve dış kaplamalarda geniş kullanım alanlarına sahiptir. Özellikle, bu yıl aşağıdaki hazırlıklar için görevlendirildiler:

- Yabancı danışmanlık firmalarının katılımıyla 2022-2026 yılları arasında yeni tür madencilik ve metalurji makineleri ve ekipmanlarının üretim geliştirme programı
- Kimyasal ürünlerin üretimini genişletmek için KPI'ların bir seti
- Küme faaliyetlerini yürütmek için önde gelen yabancı üreticileri ve potansiyel yatırımcıları çekmek için bir sistem ve yatırım projeleri listesi
- Yabancı danışmanlık firmaları ve uzmanların katılımıyla kümenin kurulması ve geliştirilmesine ilişkin bir taslak kavram

- Bakır ve diğer nadir metallerin jeolojik keşfi için hedef program
- Uluslararası standartlara uygun olarak ulusal çevresel gereksinimlerin standartlaştırılmasının uygulanma planı ve uluslararası çevresel gereksinimlerin uygulanması için bir program
- Madencilik ve metalurji endüstrisinde faaliyet gösteren büyük şirketlerin çevreye salınımı azaltma programı ve diğer temel endüstriler
- Madencilik şirketleri Almalyk MMC ve Navoi MMC tarafından su kaynaklarının akılcı kullanımına yönelik bir program
- Madencilik ve metalurji endüstrisinin ekonomisini incelemek için bir merkez kurulmasına ilişkin öneriler
- Ulusal rekabetçilik programının uygulanmasına ilişkin öneriler
- Önde gelen yabancı ülkelerin deneyimleri doğrultusunda düzenleyici ortamın iyileştirilmesine yönelik bir program.
- Özbekistan Hükümeti, yabancı danışmanlık firmaları ve uzmanlarla sözleşme müzakerelerine girecektir. Yukarıdaki önlemlerin geliştirilme maliyeti, Almalyk MMC, Navoi MMC ve diğer şirketler tarafından karşılanacaktır.
- Kümenin kurulması, aynı zamanda elektrik üretimi ve taşımacılığı (yenilenebilir enerji kaynakları dahil), su, ulaşım ve hizmetler için altyapının inşası, ayrıca kümede faaliyet gösteren şirketler tarafından dijitalleştirme ve telekomünikasyon teknolojilerinin uygulanmasını kapsayacaktır.

1.6. Yeni Rezerv Arayışları ve Projelendirme Süreçlerinin Tanımlanması Hakkında Bilgiler

Yoşlık I yatağında yer alacak olan fabrikanın inşası, bu kompleksi madencilik ve metalurji sektöründe dünyanın en büyük endüstriyel komplekslerinden biri haline getirecektir. Kompleksin üretim kapasitesi, mevcut 2 milyar 500 milyon dolarlık seviyeden yaklaşık 8 milyar dolarlık bir seviyeye yükselecektir.

İlk aşamada fabrika, yıllık 60 milyon tonluk bir cevher işleme kapasitesine sahip olacaktır. İkinci aşamada ise yıllık 160 milyon tonluk bir işleme kapasitesine sahip olacaktır.

Bu iki aşamanın uygulanmasıyla kompleks, 2028 yılına kadar yılda 400 bin ton bakır, 50 ton altın ve 270 ton gümüş üretebilecektir.

Almalyk Madencilik ve Metalurji Kompleksi, 1949 yılında kurulmuş olup Özbekistan'ın en büyük endüstriyel komplekslerinden biridir. Şu anda komplekste 40 bin kişi istihdam edilmekte olup kuruluşundan bu yana 6 milyon tondan fazla bakır, 3 bin 500 ton gümüş ve 850 kilogram altın üretilmiştir.

Burada metal temelli ithalat ürünlerinin yaklaşık maliyeti 1,3 milyar USD olarak görülüyor. Özellikle 0.5 Milyar USD nin içinde ayıklama-zenginleştirme makinalarının da olduğu görülmektedir. Bakır üretiminde de bu makinaların kullanıldığı ve Özbekistan da demir çelik endüstrisinin yüksek kapasiteli çalıştığı bilindiğine göre bu oluşumların entegrasyonu neticesinde kendi zenginleştirme makinalarını kendi üretebilir.

SWOT Analizi



Şekil 1.7' de görüldüğü üzere Özbekistan'ın konumu itibari ile denize-okyanusa oldukça uzaktır. Büyük tonajlarda malzeme nakliyatında deniz yolunun en ekonomik taşıma yöntemi olduğu bilinmektedir. Günümüzde taşıma maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı Özbekistan'da üretilecek malzemenin taşıma bedelini amorti etmesi ve kâr marjını artırması için katma değeri yüksek ürünler olması bir zorunluluktur. Bakır için bu daha sonraki başlıklarda inceleneceği üzere yüksek teknoloji malzemelerin üretimi anlamına gelmektedir. Birim ton başına taşıma maliyetlerinin düşürülmesi için katma değeri yüksek uç ürünlerin satışı şeklinde planlanacak bir stratejik yaklaşım Özbekistan'ın gelecek vizyonu açısından da oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.

Şekil 1.7.Özbekistan Konumu



1.7. Bakır Madeninde İşletme Koşulları

Son Cumhurbaşkanlığı Kararnamesine göre, küme aşağıdaki faaliyetlere odaklanacaktır:

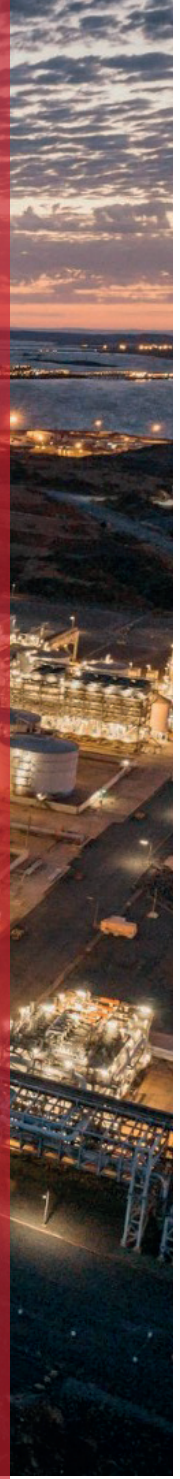
- Bakır, demir dışı metaller, nadir topraklar ve nadir metaller için jeolojik araştırmaların genişletilmesi
- Bilim ve üretim arasındaki etkileşim sisteminin uygulanması
- Yeni tür madencilik ve metalürji makineleri ve ekipmanlarının geliştirilmesi
- Personelin eğitim, yeniden eğitim ve ileri eğitim sisteminin iyileştirilmesi
- Madencilik ve metalürji endüstrisi için gerekli altyapının kurulması
- Düzenleyici ortamın iyileştirilmesi.

Kararnameyi uygulamak için ilgili bakanlıklar ve kurumlar, yatırım projeleri hazırlamaya, özel sanayi bölgeleri oluşturma önerilerine ve yabancı üreticileri ve potansiyel yatırımcıları çekme sistemine odaklanacaktır. Özellikle bu yıl aşağıdakilerin hazırlanması görevlendirildi:

- 2022-2026 yılları arasında yabancı danışmanlık firmalarının da dahil olduğu yeni tür madencilik ve metalürji makineleri ve ekipmanlarının ürün geliştirme programı
- Kimyasal ürünlerin üretiminin genişletilmesine yönelik KPI'lar
- Kümenin faaliyetlerini yürütmek için önde gelen yabancı üreticileri ve potansiyel yatırımcıları çekme sistemi, ayrıca yatırım projeleri listesi
- Yabancı danışmanlık firmaları ve uzmanların katılımıyla küme kurma ve geliştirme konsept taslağı
- Bakır ve diğer nadir metallerin jeolojik araştırmaları için hedef program
- Uluslararası standartlarla uyumlu ulusal çevre gereksinimlerinin standartlaştırılması için uygulama planı, ayrıca uluslararası çevre gereksinimlerinin uygulanmasının takvimi
- Madencilik ve metalürji endüstrisi ve diğer temel endüstrilerde faaliyet gösteren büyük şirketlerin çevreye salınan emisyonlarını azaltmaya yönelik bir program
- Almalyk MMC ve Navoi MMC gibi madencilik şirketlerinin su kaynaklarının akılcı kullanımına ilişkin program
- Madencilik ve metalürji endüstrisinin ekonomisi üzerine Çalışma Merkezi'nin kurulması için öneriler
- Ulusal rekabetçilik programının uygulanmasına ilişkin öneriler.

2. BÖLÜM

BAKIR METALURJİSİ ve ALTERNATİF YÖNTEMLER



2.1. Mevcut Şartlar, Dünyada Yapılan Çalışmalar ve Öneriler

Bakır üretim metotları, hammadde olarak kullanılan cevherin özelliklerine bağlı olarak değişir. Genellikle sülfürlü bakır cevherleri için pirometalurjik yöntemler, oksitli bakır cevherleri içinde yaş işlemlerin bileşiminden oluşan hidrometalurjik yöntemler kullanılır. Bazen bu iki yöntemi kapsayan bileşik yöntemler de uygulanabilir [11].

Özbekistan'da bulunan bakır rezervlerinin 24.000.000 ton olduğu bilinmektedir. Buna karşın değerli metallerin ortalama tenör değerleri % 0.39 Cu, % 0.0023 Mo, 0.37 g/t Au ve 2.2 g/t Ag dir. Bu verilere göre anlaşıyor ki ortalama metal tenörleri düşük fakat rezerv miktarı fazladır. Mühendislik bilimleri açısından bakıldığında bu şartlarda ancak yüksek üretim kapasitesinde üretim yapılırsa proses ekonomik olur.

Bakır cevheri rezervi temel mineral dağılım türleri açısından bakıldığında kalkopirit (CuFeS_2), kalkozit (Cu_2S), digenite (Cu_9S_5), kovelit (CuS), kuprit (Cu_2O), tenorit (CuO) ve azurit/malahit $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ - $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ den oluştuğu görülmektedir. Bakır rezervini oluşturan minerallerin çoğunlukla sülfürlü bakır olduğu ancak oksitli ve karbonatlı yapıların varlığının da olduğu görülmektedir.

2.2. Mevcut Üretim Yöntemi

Bakır madenciliği açık ve kapalı madencilik yöntemleriyle yapılır. Dünya genelinde bakır üretimi; sülfürlü ve oksitli bakır cevherlerinin madencilik yöntemleriyle çıkarılması, zenginleştirilmesi ve blister ve rafine bakıra dönüştürülmesi şeklinde gerçekleştirilir.

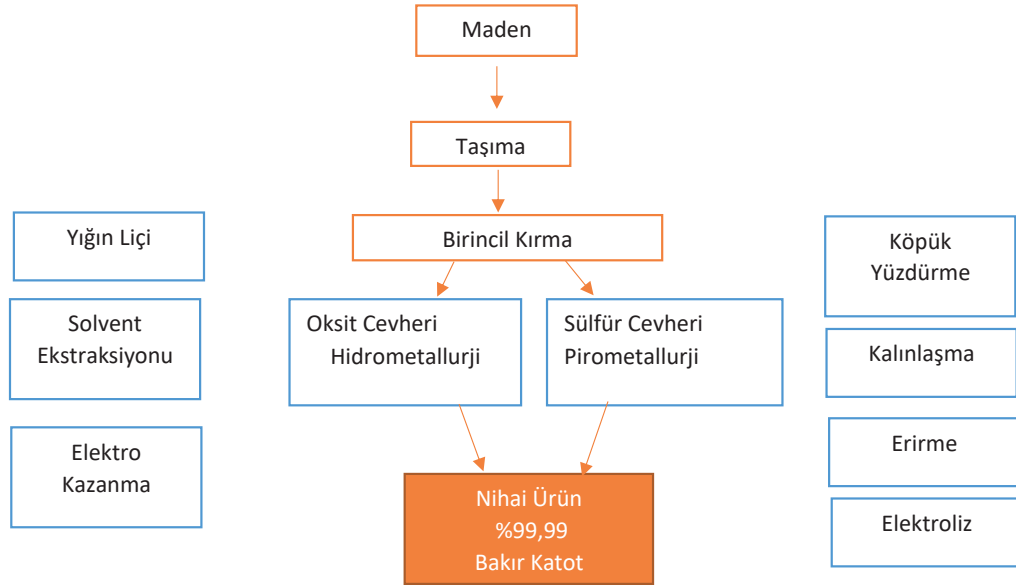
Değerli birliği %0,5 Cu'dan yüksek olan sülfür cevherleri flotasyon yöntemiyle zenginleştirilir. Bu süreçlerde, cevherdeki bakır genellikle %80'in üzerinde metal verimlilikleriyle zenginleştirilir ve %15-25 Cu içeren bakır konsantreleri elde edilir. Ardından, bu konsantrelerden geleneksel ergitme yöntemleriyle (%99 Cu içeren) blister bakır üretilir ve daha sonra blister bakıra rafinasyon işlemleri uygulanarak elektrolitik bakır elde edilir. Dünya bakır üretiminin büyük çoğunluğu bu yöntemle gerçekleştirilir. Uygulamada, ekonomik olarak genel geçerli alt sınır olarak kabul edilebilecek değerler, min. %0,5 Cu, min. %1,0 Cu'dur (bu değer, derinlik arttıkça ve zorluk derecesi arttıkça artar, mineral yatağının yapısına göre bireysel fizibilite çalışmaları yapılmalıdır). Sülfür bakır cevherlerinde cevher yatağı açık madencilik için uygunsu; altın ve molibden gibi ek değer ifade eden yan ürünler varsa, cevher tenörü %0,3 Cu olan durumlarda bile büyük ölçekli işletmelerde cevher üretimi ekonomik hale getirir.

Bakır madenciliği genellikle açık ocak madenciliği kullanılarak gerçekleştirilir. Bu yöntemde, zamanla yer altına doğru adımlı basamaklar kazılır. Cevheri çıkarmak için, sert kaya içine delikler açmak için delme makineleri kullanılır ve deliklere patlayıcılar yerleştirilerek kaya patlatılır ve parçalanır. Ortaya çıkan kayalar ardından taşınmaya hazır hale gelir; özel taşıma kamyonları, konveyörler, trenler ve servis araçları, cevherin patlama yerinden işleme teslimat noktasına taşınmasında kullanılabilir. Tonlarca cevherin taşınması için gereken ekipmanların boyutu devasa büyüklüktedir. Çoğu cevher daha sonra ocağa çok yakın veya bazen içinde bulunan bir primer kırıcıdan geçirilir. Bu primer kırıcı, cevherin boyutunu kaya bloklarından golf topu büyüklüğünde taşlara kadar küçültür.

Mevcut bakır rezervlerinin ortalama bakır tenörlerinin düşük olması itibari ile nihai ürüne kadar olacak üretim yöntemi şu şekilde sıralanabilir:

- Bakır cevheri açık ocak işletme yöntemi ile bulunduğu yerden alınır.
- Birincil ve ikincil kırma işleminden geçirilir.
- Bilyeli değirmende öğütme işlemi yapılarak tane boyutu 100 mikron altına indirilir.
- Diferansiyel flotasyon yöntemi ile değerli bakır mineralleri yüzdürülerek zenginleştirilir, tenörü arttırılır. [Diferansiyel flotasyon: Yüzme kabiliyeti yüksek olan minerallerden birinin yüzdürülmesi demektir. Sülfürlü bakır cevherlerinde genelde yan kayaç yine sülfürlü yapıda olan pirit (FeS_2) minerali olduğu bilinmektedir].
- Flotasyondan alınan bakır konsantresi izabe tesisine gönderilerek yüksek sıcaklıkta ve cüruf yapıcı (flux) katkı maddeleri ilavesi ile muamele edilir. Özbekistan'da (muhtemelen) elektrik enerjisi ile çalışan izabe fırınları (Örneğin Muff (Muffle) fırını) ile muamele edilmektedir. Elde edilen ürün Bakır Matı olarak adlandırılır.
- Elde edilen mat, safsızlıklardan arındırılması için konverter fırına gönderilir. Konverter fırında saf oksijen üflenerek bakır, bakır oksit haline getirilirken diğer safsızlıklarda oksitleri halinde bakır ergiyiğinden uzaklaştırılır. Elde edilen ürüne Blister Bakır adı verilir.
- Blister bakır külçeleri anot kalıplara dökülür ve anot bakır levhalar hazırlanır.

Şekil 2.1. Katot Bakır Üretim Yöntemleri



• Anot bakır levhaları elektro kazanım hücrelerinde katot plakaların karşısına konulur ve sisteme elektrik verilerek potansiyel fark oluşturulur. Anottan çözünen bakır iyonik olarak katota doğru sülfürik asit çözeltisi içerisinde göç eder ve katota geldiğinde indirgenerek metalik bakır elde edilir.

• Anottan az miktardaki safsızlıklarda uzaklaşır. Bunların çoğu anot dibine çeşitli kimyasal ilaveleri ile çöktürülür ki buna Anot Çamuru denilir. Özellikle cevherden itibaren bakır ile gelen bu safsızlıklar Au ve Ag gibi değerli metalleri içermesinden dolayı anot çamuru oldukça değerlidir.

• Son ürün olan katodik bakır % 99.99 Cu içermekte olup daha sonra tüketim mamulleri üretimine (elektrik teli, bakır boru, vb.) gönderilir.

Bakırın pirometalurjik üretim yöntemi için bilinen genel akım şeması Şekil 2.1’de hidrometalurjik ve pirometalurjik yöntem görülmektedir. Buna göre flotasyon ile bakır tenörü % 10-20 Cu yükseltilmiş konsantre izabe neticesinde % 98 Cu saflığına çıkmakta, blister bakır ise % 98.5-99.0 Cu içermektedir. Elektro kazanım sonucu elde edilen katodik bakır ise yüksek elektrik iletkenliğine sahip olması için % 99.99 Cu saflığında elde edilmektedir.

Bilister bakır esasen, oksijen, kükürt, antimon, arsenik, demir, çinko, kurşun, nikel, selenyum, tellür, bizmut, altın ve gümüş safsızlıklarını da içerir. Bu safsızlıkların giderilmesi için bilister bakır, önce ısı ile saflaştırma işlemine tabi tutulur. Ham bakır yatay bir eksen etrafında dönebilen silindirik fırınlara yüklenir ve sürekli olarak karıştırılarak içinden hava akımı geçirilir. Kükürt, demir ve çinko gibi kolay oksitlenen safsızlıklar cüruf fazına geçer. Isıl işlem ile uzaklaştırılamayan safsızlıklar elektroliz işlemi ile uzaklaştırılır.

Bu yöntemle, arsenik, bizmut, tellür, selenyum, kurşun ve nikel tamamen uzaklaştırıldığı gibi altın ve gümüş yan ürün olarak elde edilirler. Elektroliz işlemi seri veya paralel bağlanmış elektroliz tanklarında yapılır. Elektroliz işleminde katotları saf bakırdan yapılmış levhalar oluştururken, anotları ise bilister bakır oluşturur. Elektrolit sıvısı olarak sülfürik asit ile asitlendirilmiş bakır (II) sülfat çözeltisi kullanılır. Çözeltinin elektrik akımına karşı direncini azaltarak verimi artırmak amacı ile elektrolit 50–60 °C’ye kadar ısıtılır. Elektrolit içine tutkal gibi koloidal maddeler katılarak toplanacak bakırın düzgün ve yoğun olması sağlanır. Elektroliz işlemi, katodun metrekaresi başına 250 amper akım yoğunluğunda ve 0,25–0,30 V potansiyel ile gerçekleştirilir. Böylece %99,99 saf bakır elde edilebilir [13].

Almalyk tesisi için talep edilen bilgilerden sınırlı geri dönüş alınmış olup, bu veriler aşağıda belirtilmiştir.

• Cürufaların değerlendirilmesinde şu anda, bir molibden ara ürün külü üretiliyor.

- Özbekistan Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı Kararnamesine göre 26 Mayıs 2020 tarihli PP-4731 sayılı “JSC Almalyk MMC yataklarına dayalı olarak değerli metallerin üretimini genişletmek için ek önlemler hakkında”, projenin uygulanmasının II. metalürjik kompleks için:

Aşama I 2021'de 2025 yıllık üretimi 290 bin ton katod bakıra çıkaran metalürjik kompleks tesislerinin tasarımı, temini ve inşası,

Aşama II - 2025 - 2028'de, yıllık üretimi 400 bin ton katod bakıra çıkaran metalürji kompleksi tesislerinin tasarımı, temini ve inşası.

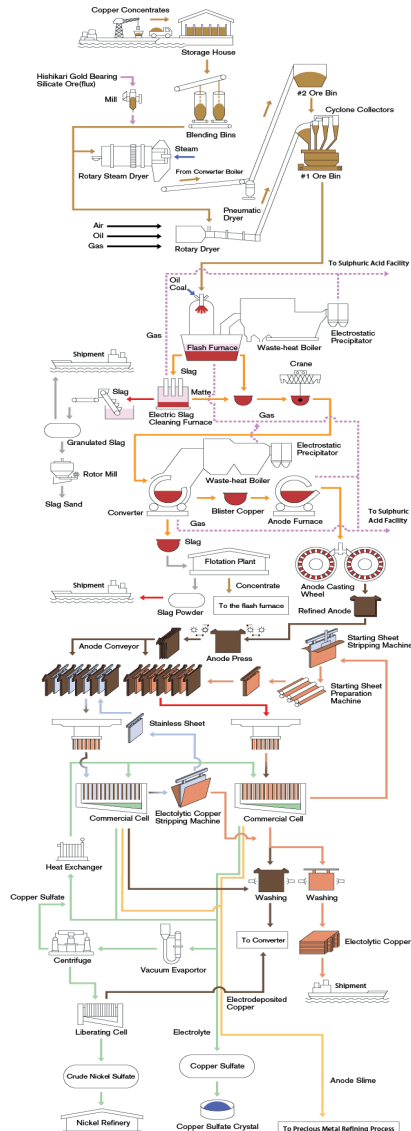
- Cürufaların değerlendirilmesinde şu anda, bir molibden ara ürün külü üretiliyor.

- Ve nadir metallerin (CPRM) üretimi için amonyum perhenat. Molibden orta halli cüruf orta halli bir üründür ve molibden ürünleri (tozlar, sert alaşımlar, çubuklar) elde etmek için nadir metaller ve sert alaşımların üretimi için STK'ya gönderiliyor. Amonyum perhenat, GOST 31411 sınıfları AP-00, AP-0, AP-1 gerekliliklerine uygun olarak beyaz kristal toz formunda üretilir ve plastik torbalarda paketlenir ve ihraç edilir.

- Bakır cevherinin flotasyonla zenginleştirilmesinden sonra atıklarında, hem AGMK araştırma laboratuvarı hem de Rusya'daki araştırma enstitüleri vb.

- AGMK, Yenilikçi Teknolojilerin Geliştirilmesi ve Uygulanması için bir Teknoloji Merkezine ve Nadir Metaller ve Sert Alaşımların Üretimi için bir Araştırma ve Üretim Derneğine sahiptir. Ayrıca Özbekistan, Rusya, Almanya ve Kore'nin önde gelen üniversiteleri ile işbirliği sağlamıştır.

Şekil 2.2. Pirometalürjik bakır üretim genel akım şeması



Pirometalürjik bakır üretimi sırasında bazı artık ve atıklar oluşmaktadır. Bunlar arasında bakır zenginliği açısından ilk akla gelen izabe fırın cürufu ve konverter fırın cüruflarıdır. Bu cürufalar gelen cevher konsantresinin tenörüne, işletme performansına ve üretim şartlarına bağlı olarak toplam %3-8 Cu içeriğine sahip olmaktadır. Bu cüruf karışımı daha sonra soğutulur, kırılır, öğütülür, flotasyon tesisinde tenörü yükseltildikten sonra tekrar izabe fırınına beslenmektedir. Bu işlem cüruf karışımlarından bakırın geri kazanılması için geçerli bir yol olmakla birlikte aslında fırın taze konsantre besleme kapasitesini düşürmektedir. Bu sebeple son yıllarda yapılan birçok çalışma, meydana gelen bu cüruflarda bulunan değerli metallerin alternatif yöntemlerle geri kazanılması üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Dünyanın önde gelen bakır üreten ülkelerinden Şili'deki Atacama çölünden ülkenin ortalarına kadar yayılan yedi adet bakır izabe tesisi 2002 yılı için 1.500.000 metrik ton bakır üretimiyle beraber ortaya çıkan devasa cüruf/atıkları nedeniyle çevresel olarak da kötü bir üne sahiptirler [14]. Bu atıklar nedeniyle Şili'de ve dünya çapında üretilen bakır pirometalürjik cürufaların karakterizasyonları yapılarak, farklı bileşikleri geri kazanmak ve madencilik çevresinde yeni faaliyetler oluşturmanın önemli olacağı düşünülmüştür.

Bakır ve çinkoyu ayırmak için siyanür içermeyen bir yöntem geliştirildiği bildirilmektedir. As, Sb, Pb, Bi, Cu, S, vb. içeren bir metalik faz elde etmek için kullanılmıştır. Sonrasında bakır ve değerli metallerin ayrıştırılması için ilave saflaştırma işlemleri gerekmektedir. Mintek şirketinin izabe cüruflarından kobalt, nikel ve bakırın geri kazanılması için izabe tesisi ile paralel çalışan bir elektrik fırını kullanarak bir yöntem geliştirdiği bildirilmiştir. Zambiya'da reverber fırınlarından kaynaklanan büyük miktardaki cüruf (%1-3 kobalt ve %1.5 bakır içermektedir) bakır-nikel izabe tesisindeki elektrikli fırın kullanılarak metalik kobalt ve bakır içeren faz elde edilmek üzere işlenmektedir. Dünya üzerinde Zimbabwe, Türkiye, Japonya gibi çok farklı ülkelerde benzer geri kazanım çalışmaları yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir.

Traulsen v.d. (1982) çalışmalarında bakır endüstrisinde güç ve enerji gereksinimlerinden ve birim maliyetlerden bahsederek artık bakır izabesinde reverber fırınlarının yerini flaş izabenin aldığını bildirmektedirler. Flaş ergitme oksijen zenginleştirme ile çalışıldığında ekonomik olduğu belirtilerek özellikle yüksek kapasiteli ergitme işlemi yapılmasının yöntemin ekonomik boyuttaki avantajı olarak sunulmaktadır. O yıllarda Inco'nun oksijen flaşlı ergitme fırınına artan ilgi ile geniş bir yelpazeyi kapsayan fırınların tasarlanması da mümkün olmuştur. Bu fırınlarda 3.000 t/gün kapasitelere ulaşmak mümkün görünmekteydi. Bundan dolayı Amerika'da Asarco'nun Hayden ve Chino Mines Şirketinin Hurley izabe tesisi iyileştirme çalışmaları kapsamında Inco'yu seçmişlerdir. İzabe yönteminin seçimi nihai olarak belirli saha koşullarına bağlı olmasına rağmen modern flaş izabe, Noranda ve oksijen kullanan sürekli ergitme yöntemleri geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında ön plana çıkmaktadırlar [15].

Araştırmacılar 30 adet izabe tesisini çoklu kriterler ile karşılaştırarak izabe tesislerinin temiz üretim ve teknik verimliliklerini değerlendirmişlerdir (Nikolic v.d. 2019). Modern bakır üretimi konsepti, büyük miktarlarda atık yan ürünlerin üretimini önlemeyi amaçlayan teknolojinin seçilmesini ve kullanılmasını içerir. Çevre üzerindeki olumsuz etkiyi azaltma eğilimlerinde teknolojik süreçlerin verimliliğinin artırılması da önemlidir. Nikolic ve çalışma arkadaşlarının amacı bakır ekstraksiyonu için en uygun teknolojik süreci seçmek için çok kriterli bir model geliştirmektir. Bu amaca ulaşmak için dünyada çeşitli pirometalurjik proses teknolojileri kullanan otuz bakır izabe tesisinin analizi yapılmıştır. Model, uygulanan teknolojilerin teknolojik, ekonomik ve çevresel parametrelerini sistematik olarak analiz ederek çalışan bakır izabe tesislerinin performansının sıralanması temelinde geliştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu analiz sonucunda birinci sırada yer alan bakır izabe tesisi Noranda Inc. (Altonorte, Şili), sülfütlü bakır ve diğer konsantreler ve malzemelerin otojen sürekli ergitilmesi ile bilinmektedir. Bu izabe tesisinde kullanılan teknik Noranda'dır ve en son otojenik eritme süreçlerini içermektedir. Bu teknoloji, oldukça pahalı üretim maliyetleri ve katı çevre standartlarına uygunluk ile karakterize edilir ve dünyada sülfürlü bakır konsantrelerinin otojenik ergitilmesi için önde gelen teknolojiler arasında yer alır. Bunun tersine, bakır izabe tesisi Pasar (Filipinler), aşağıdaki zayıf teknik özellikleri nedeniyle son sıradadır: astarın kısa ömrü ve sık sık değiştirilmesi (bir yıldan kısa); mattaki bakır içeriği düşük (%55) iken, bakırdaki Fe içeriği oldukça yüksektir (%24 civarında), bu da bakır içeriği (%1,5) nedeniyle üretilen cürufun ek işlenmesini gerektirmektedir. Bu izabe tesisi, elektrotlu Flaş fırın kullanır. Bu tür teknolojik sürece göre onuncu sırada yer alan Hibi Kyodo Smelting Co. Ltd'de de uygulanmaktadır. Buradan, aynı teknolojik işlemin iki veya daha fazla bakır izabe tesisinde uygulanmasının farklı sonuçlar verebileceği sonucuna varılabilir. Nitekim Noranda yöntemi, hem birinci hem de 26. sırada yer alan bakır izabe tesislerinde uygulanmaktadır. Tesisin verimliliğini ve temiz üretim süreçlerini sadece üretim yöntemi farklılığına bağlanamayacağı ortaya çıkmaktadır [16].

Devia v.d. (2019) Şili'deki bakır izabe tesislerinin geçmişini ve bugününü yaşanan teknolojik gelişmeler açısından incelemişlerdir. Sülfütlü bakır cevherlerinin pirometalurjik işlenmesinden dolayı Şili dünyanın en büyük bakır üreticisi haline gelmiştir. Şili izabe tesislerinde, Peirce-Smith'in ve daha sonra Hoboken konvertörlerin kullanılmasından günümüze gelinceye dek, bu reaktörlerde, üretkenliklerini artırmak için bakır konsantresi besleme ve yoğun oksijen zenginleştirme kullanımı dahil olmak üzere bazı değişiklikler yapılmıştır. Bu modifikasyonlar ile konsantreleri eritmek için yeni Teniente teknolojisinin bir parçası haline gelmiştir. Tüm bu yenilikler, cüruf ve gaz işleme gibi diğer süreçleri de etkilemiştir. Şili'de tarihsel olarak bakır elde etme işlemlerinde reverber fırın-Peirce Smith çifti bu operasyonlarda en başından itibaren kurulmuştur ve sektörde iyi bir standart üretim sağlanmıştır. Ancak, önce enerji ve daha sonra çevresel etki kritik hale geldiğinden, bazı süreçlerin çalışmaya devam etmesi uygun görülmemiştir. Enerji ve çevresel olarak verimsiz olan reverber fırınların durumu ortada olduğundan Şili izabe tesisleri üretkenliği yüksek tutacak daha verimli alternatifler aramaya başlamışlardır. Caletone izabesinde, 1970'lerde, konsantreleri doğrudan Peirce-Smith konvertörüne, başlangıçta doğrudan banyoya, ancak daha sonra enjeksiyona geçerek beslemeye çalışan bazı testler yapılmıştır. Böylece ortaya çıkan El Teniente konvertörü, o zamanlar dünya çapında Şili'nin konsantreleri eritme teknolojisi olarak biliniyordu. Reaktör daha sonra diğer Şili izabe tesislerine kuruldu ve ayrıca bazıları yurt dışına satıldı. Ancak, zayıf ticarileştirme stratejisi, teknolojiyi uluslararası pazarların dışında bırakmıştır [17].

Bakır üretiminde geleneksel arıtma, ortak aşamalardan oluşur:

(I) Ateşle arıtma yoluyla pirometalürjik arıtma

(II) Elektrolitik arıtma

(III) Katotların eritilmesi ve alaşımlı şekillerin dökümü.

Dünyanın rafine bakır üretiminin yaklaşık yüzde 80'i geleneksel elektro arıtma yöntemi ile elde edilirken, geri kalan %20'si yüksek dereceli elektro kazanım katot olarak SX-EW aracılığıyla geri kazanıldığını Moskalyk v.d. (2003) bildirmektedirler [18]. Son yirmi yıl boyunca bakır endüstrisi, kompakt ve verimli çözücü ekstraksiyon-elektro kazanma tesislerinde olağanüstü bir büyümeye tanık oldu. EW operasyonlarında elektrolitik geri kazanım tipik olarak, asidik elektrolitin bir bileşeni olarak çözelti içinde bakır içeren bir sülfat ortamı kullanılarak gerçekleştirilir, ardından kalıcı kurşun veya kurşun alaşımı anotlara ve paslanmaz çelik boşluklara uygun akım ve voltaj uygulanır, böylece tam birikinti sıyrılması kolaylaşır. Electro kazanım katotları artık "A" Sınıfı bakır kalitesine ulaşmaktadır ve bu nedenle sürekli döküm çubuk şeklinde tüketilebilir. Filmaşın, tel ve kablo sektöründeki ticari uygulamalar için çeşitli ölçülerde tavlânır ve soğuk çekilir. Gelecekteki bir teknolojik zorluğun, bakırın doğrudan beyaz metal fazından elektrikle kazanılması için bir prosesin oluşturulması şeklinde olacağı bildirilmektedir. Geleneksel bakır elektrolizinde 0,25 ila 0,3 V arasında değişen hücre voltajı ve akım yoğunluğu iki önemli parametredir. Geleneksel uygulamada elektro arıtmadaki akım yoğunluğu 180 ila 280 A/m² aralığındadır. Birkaç işletmede, 290 ila 380 A/m² arasında değişen periyodik ters akım kullanıldığı rapor edilmiştir. Genel bir kural olarak, akım verimliliği düşerken daha yüksek akım yoğunluğu ile bakır çıkışı artar. Elektro-kazanma için voltajın yaklaşık iki volt olması ve tipik olarak bakır için yaklaşık 2000 kWh/ton güç gerektirmesi, elektro arıtma güç tüketiminin ise yaklaşık 350 kWh/ton ile çok daha düşük olması dikkat çekicidir. Cürufardan değerli metaller pirometalürjik, hidrometalürjik ve piro-hidrometalürjik yöntemleriyle kazanılabilmektedir. Bu kapsamda yapılan araştırmalarda genellikle uygulanan yöntemler kendi karakterine özgü ekonomik koşullarında çözüm sunmaktadır. Konverterlerde cürufa geçen bakır, flash fırındakine nazaran daha fazladır [19]. Bakır ergitme cürufundan bakırın geri kazanılmasında hidroklorik asit ile birlikte isopropil alkolün kullanılması neticesinde alkol varlığının gerekli enerji değerini düşürdüğü ve yaklaşık % 84 Cu ekstrakte edildiği belirtilmektedir [20]. Benzer bir çalışma cüruftan bakırın geri kazanılması amacıyla amonyakın kullanıldığı ve 16 kJ/mol aktivasyon enerjisi hesaplandığı belirtilmektedir [21]. Hidrometalürjik yöntemlerle bakır cüruflarından metal kazanımı üzerine yapılan çalışmalar genel olarak flotasyon yöntemi ve liç yöntemlerini kapsamaktadır.

Bu amaçla araştırılan liç vasıtaları arasında H₂SO₄, amonyak, demir (III) klorür, amonyum persülfat, oksijen, hidrojen peroksit, ozon, ve siyanür gibi maddeler sayılabilir. Bunun yanında sülfatlayıcı kavurma, biyoliç, atmosferik ve yüksek oksidatif basınç liçi gibi çeşitli yöntemlerde yer almaktadır [22]. Bakır konverter ve flaş fırını cüruf karışımından, mikrodalga fırında değerli metallerin ekstraksiyonu için yapılan bir çalışmada, metal ekstraksiyonu üzerine, liç süresi, sıvı-katı oranı, hidrojen peroksit ve asedik asit konsantrasyonu gibi çeşitli parametrelerin etkisi araştırılmıştır. Optimum liç koşullarında %95 Cu, %1.6 Fe ve %30 Zn ekstrakte edildiği rapor edilmiştir [23]. Bakır üretim cüruflarından, atmosferik şartlarda hidrometalürjik yöntemlerle değerli metalleri kazanmak amacıyla yapılan bir çalışmada, liç reaktanı olarak hidrojen peroksit ve sülfürik asit kullanıldığı belirtilmektedir. Güçlü bir oksitleyici reaktan olan hidrojen peroksitin hem bakır sülfürlü yapının oksidasyonu hem de yapıda fayalit fazında bulunan demirin uygun şartlarda (70 °C ve pH 2.5) FeOOH şeklinde çöktürülmesi amacıyla kullanıldığı vurgulanmaktadır. Optimum liç şartlarında bakır, çinko ve kobalt kazanımının %80 üzerinde olduğu ve bunları selektif olarak ayırmak amacıyla da solvent ekstraksiyon yöntemlerinin kullanıldığı rapor edilmiştir [24]. Hidrometalürjik yeni bir metod öne sürülerek, atmosferik basınçta bakır üretim cüruflarından kobalt, çinko ve bakır gibi temel metalleri selektif olarak ekstraksiyonunu geliştirmek amacıyla bir çalışma yapıldığı belirtilmektedir. Deneysel çalışmalarda oksitleyici liç reaktanı sodyum klorit (NaClO₃) ve sülfürik asit (H₂SO₄) kullanıldığı belirtilmektedir. Bunun yanında kalsiyum hidroksit (Ca(OH)₂) gibi bir bileşiğin filtrasyondan önce demir ve silika çökelmesini sağlamak amacıyla nötralizasyon için kullanıldığı vurgulanmaktadır. Deneysel sonuçlara göre herhangi bir kavurma adımı olmaksızın cüruftan söz konusu metallerin liç işlemiyle neredeyse tamamının ekstrakte edildiği rapor edilmiştir [25]. Bakır izabe cüruflarının NH₄OH çözeltisi ortamında liç kinetiğinin incelendiği bir çalışmada, optimum liç koşullarını ve reaksiyon kinetiğini belirlemek için çeşitli parametrelerde deneysel çalışmalar yapıldığı belirtilmektedir. Sıcaklık, karıştırma hızı ve pülp yoğunluğu gibi parametrelerin ise kazanım üzerine oldukça etkin olduğu ve optimum şartlarda bakır ekstraksiyonunun %65 dolaylarında kaldığı rapor edilmiştir. Cürufun çözünme kinetiğini tanımlamak

için ise karışık kinetiğe sahip daralan kabuk modelinin kullanıldığı ve çözünme prosesinin aktivasyon enerjisinin 16.2 kJ/mol olarak tespit edildiği belirtilmektedir.

Reverber fırın cüruflarından, sülfatlayıcı kavurma-su liçi ile demir ve bakır ekstraksiyonun araştırıldığı belirtilmektedir. Bu amaç için iki adımlı ekstraksiyon prosedürünün takip edildiği, ilk adımda 150-800 °C arasındaki sıcaklıklarda cürufların H₂SO₄ mevcudiyetinde kavrulduğu, ikinci adımda ise elde edilen kalsinenin doğrudan su ile liç işlemine tabi tutulduğu bildirilmiştir. Düşük kavurma sıcaklıklarında (250 °C) elde edilen kalsinenin su liçinde bakır ve demir ekstraksiyon değerlerinin sırasıyla %94 ve %55 dolaylarında olduğu rapor edilmiştir. Belirlenen optimum şartlarda demirin çeşitli proseslerle çöktürülüp elde edilen çözeltinin ise solvent aşamasından sonra elektro kazanım yöntemi ile bakırın saf halde elde edildiği bildirilmiştir [26]. Bakır izabe cüruflarının hidroklorik asit (1M HCl) ve hidrojen peroksit (0.5-3 M H₂O₂) varlığında liçinin incelendiği bir çalışmada bakır ekstraksiyon veriminin araştırıldığı belirtilmiştir. Elde edilen verilere göre güçlü bir oksidant özelliğine sahip hidrojen peroksitin kullanıldığı deney şartlarında, kullanılmadığı duruma göre bakır ekstraksiyonunun yaklaşık iki kat daha fazla olduğu rapor edilmiştir [27]. Sülfürik asit varlığında, oksijen basınç liçi ile bakır izabe cüruflarından bakır ekstraksiyon kinetiğinin çalışıldığı belirtilmektedir. Bu kapsamda araştırmacılar tarafından bakır çözünmesi üzerine çeşitli faktörlerin etkisi, selektif liç davranışı ve oksijen-basınç sisteminin çözünme üzerine kinetik davranışı açıklanmaya çalışılmıştır. Farklı liç aşamalarında farklı kinetik modellerin elde edildiği ve bakırın liç oranının başlıca ilk ve son aşamada sırasıyla kimyasal reaksiyon ve difüzyon kontrollü olduğu belirtilmiştir. Optimum liç şartlarında bakır ve demirin ekstraksiyon verimlerinin sırasıyla %97.2 ve %0.58 olduğu bildirilmiştir [28]. Başka bir çalışmada flotasyon ile zenginleştirilmiş cürufun karbonlu materyal ve alkali klorürler varlığında segregasyon kavurması ve su ile liçinin sonrası bakırın %80 oranında ekstrakte edilebildiği belirtilmektedir [29].

Bir çalışmada primer konverter cürufunun ve sekonder cürufun siyanürle liçi sonucu bakırın yaklaşık %95 oranında ekstrakte edilebildiği belirtilmektedir [30]. Küre konverter cürufu üzerine yapılan başka bir çalışmada ise Cu'nın %75 oranında ekstrakte edilebildiği belirtilmektedir [31]. Cüruflardan metallerin geri kazanılması amacıyla araştırılan yöntemlerden biri de sülfatlaştırmacı kavurmadır. Bir çalışmada konverter cürufu, amonyum sülfat ve sülfürik asitle sülfatlaştırmacı kavurma sonrası su liçine tabi tutulduğu ve amonyum sülfatla bakır, nikel ve kobaltın %80'den fazlasının kazanıldığı belirtilmektedir. Sülfürik asitle bu metallerin %90-100 oranında kazanılabildiği ve çözeltiye geçen demirin ekstraksiyon veriminin de %60-80 civarında olduğu vurgulanmaktadır. Sülfürik asitle kavurma sonrası bir üst sıcaklıkta ikinci bir kavurmayla demir ekstraksiyonunun %3'e kadar düşürülebildiği belirtilmektedir [32]. Asetik asit gibi zayıf asitlerinde konverter cürufundan metallerin kazanılması amacıyla kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalardan birinde asetik asitle konverter cürufunun basınç altında liçi ile bakırın %55 oranında ekstrakte edilebildiği belirtilmektedir. Aynı çalışmada konverter cürufunun indirgeyici bir kavurmayı takiben asetik asitle liçi sonrası bakırın %97, nikelinde %20 oranında ekstraksiyonunun mümkün olduğu belirtilmektedir [33]. Bruckard v.d. (2011) yaptıkları derleme çalışmasında, bakır sülfid minerallerinin flotasyon performansı üzerine öğütme yönteminin ve öğütme ortamının üzerine bildirilen etkilerini konu edinmişlerdir. Hazırlanan palpin kimyasal ortamı, cevher bileşimi, öğütme ortamının özellikleri ve türü, kullanılan boyut küçültme yöntemi, ön şartlandırma aşamaları flotasyon ve öğütme (ve şartlandırma) sırasındaki reaktif etkileşimleri sonraki flotasyon sürecini etkileyebilmektedir. Yapılan çalışmada bahsi geçen bu faktörler, bakır sülfid minerallerinin yüzdürülmesi ile ilgili olarak gözden geçirilmiş ve tartışılmıştır [34].

Bakır sülfür mineralleri ve çelik öğütme ortamları arasındaki galvanik etkileşimler palpdaki demir seviyelerini arttırmakta, bulamaçtaki çözünmüş oksijen konsantrasyonunu düşürmekte ve sonuçta demir hidroksitlerin oluşumu söz konusudur. Bu değişiklikler bakır flotasyonu için zararlı olabilir. Graham ve Heathcote (1982) demirin etkisini laboratuvar flotasyon hücrelerinin etkinliğini azaltan ve işletme koşullarını daha iyi simüle etmek için kağıt hamurundaki çözünmüş oksijen seviyelerini düşürmek için metalik demir ekledikleri çalışmalarında görmüşlerdir. Krom alaşımlı bilyelerin hamurda hidroksit oluşumunu sınırlayarak bazı sistemlerde flotasyon performansı üzerinde olumlu etkileri olabileceği gösterilmiştir. Ayrıca cevherin mineralojisine bağlı olarak sülfid mineralleri arasında galvanik etkileşimler oluşabilmekte ve flotasyonda ayırma verimini etkileyebilmektedir [35].

Çeşitli laboratuvar ve tesis çalışmalarında, aynı öğütme boyutunda çelik çubuk ve bilyeli değirmenler kullanan geleneksel öğütme ile karşılaştırıldığında tamamen otojen öğütmeyi takiben yüzdürme yoluyla bakır geri kazanımında gelişmeler kaydedildiği gösterilmiştir. Birkaç çalışmada, kuru öğütmeden sonra (ıslak öğütmeye göre) bakır minerallerinin daha iyi yüzdürülmesinin sağlanabileceğini göstermektedir, ancak bu çalışmaların çoğunda toplayıcısız yüzdürme kullanılmıştır. Gonçalves v.d. (2003) kalkosit, bornit ve dijenit gibi ikincil minerallerde bulunan bakırın flotasyonunda öğütme ortamının etkisini incelemişler ve bakırın bu minerallerden serbest bırakılması için çok ince öğütme gerektirdiğini tespit etmişlerdir [36].

Bu mineraller, alkali pH aralığında ve hafif oksitleyici koşullar altında hızlı oksidasyona maruz kalabileceğinden oksidasyon ürünleri, yüzey özelliklerini, yüzdürme davranışını değiştirerek mineraller üzerine adsorbe olabilir ve ayrıca mineraller ile flotasyon işlemindeki toplayıcı arasındaki etkileşim mekanizmalarını önemli ölçüde değiştirebilir. Bu gerçekler flotasyon işleminin performansını olumsuz etkiler ve reaktif tüketimini, gerekli flotasyon hücre hacmini ve genel işlem maliyetlerini artırır. Yapılan deneylerde öğütme süresi, kullanılacak malzemenin %90'nının 150 µm olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu çalışmada en yüksek düzeyde bakır geri kazanımı ve en hızlı yüzdürme kinetiği sağlayan koşulların, kauçuk astarlı çelik değirmen ve paslanmaz çelik bilyaların kullanıldığı ortam olduğu bildirilmiştir.

Feng v.d. (2022) yayınladıkları derleme çalışmasında, malakit, azurit, krizokol, kuprit gibi bakır oksit minerallerinin zenginleştirilmesi için en yaygın kullanılan yöntemin flotasyon olduğundan hareketle; bakır oksit minerallerinin yüzdürme yöntemleri ve reaktiflerle etkileşim mekanizması ayrıntılı olarak bu çalışmada incelenmiştir [37]. Yüzdürme yöntemleri arasında doğrudan yüzdürme (toplayıcı olarak şelatlayıcı reaktifler veya bir yağ asidi kullanılarak), sülfidizasyon yüzdürme (toplayıcı olarak ksantat kullanılarak) ve aktivasyon yüzdürme (şelatlayıcı reaktifler, amonyum/amin tuzları, metal iyonları ve aktivasyon için oksidan kullanılarak) yer almaktadır. Bakır oksit minerallerinin verimli yüzdürülmesini gerçekleştirmenin etkili bir yolunun, toplayıcının mineral yüzeyi ile etkileşimini artırmak için bakır oksit minerallerinin yüzeyindeki aktif bölgeleri arttırmak olduğu bildirilmektedir. Bunu sağlamak için Pb^{2+} ve Cu^{2+} gibi spesifik metal iyonlarının adsorpsiyonu sağlanarak aktif bölgelerin sayısını artırabilir. Özel şelatlama reaktifleri, amonyum/amin tuzları, metal iyonları ve ön oksidasyon, mineral yüzeyindeki aktif bölgelerin sayısını artırabilir ve takip eden işlemlerde sülfid iyonu ve toplayıcı adsorpsiyonunu artırabilir. Bu nedenle, bakır oksit minerallerinin sülfidizasyonu, bakır oksit minerallerinin verimli hidrofofik yüzdürülmesini sağlamak için özel aktivatörler eklenerek arttırılabileceği bildirilmektedir. Bununla birlikte derleme çalışmasında, bakır oksit minerallerinin verimli bir şekilde geri kazanılması konusunda ileri araştırmalar için çeşitli bakış açıları da önerilmiştir.

Jeldres v.d. (2019) bakır cevherlerinin flotasyon işleminde kil cevherlerinin etkisi üzerine yapmış oldukları derleme çalışmasında, kil mevcudiyetinin, bakır cevherlerinin flotasyon sürecinde düşük geri kazanımlara yol açtığını, bunun da konsantre derecelerinin düşmesine yansıyacağını belirtmişlerdir [38]. Bugüne kadar bildirilen ana çalışmalar sistematik hale getirilmiş ve bu belgede beş başlıkta sınıflandırılmıştır:

- I) killi hamurların reolojisi; ,
- II) killeri dağıtmak için özel reaktifler;
- III) tuzlu ortamda killer ve değerli mineraller arasındaki etkileşimler;
- IV) mekanik sürüklenme ve
- v) kil kaplama üzerinde bakır oksidasyonu.

Halihazırda killi mineral hamurların işlenmesini iyileştirmek için kullanılan stratejiler, optimum operasyonel sonuçları elde etmek için yetersiz kalmıştır. Bu derlemede, nanopartiküllerin kullanımını dikkate alan araştırma olanakları, organik polimer bazlı reaktifler, deniz suyu kullanan teknolojiler araştırılmıştır.

Bazı araştırmacıların flotasyon aşamasındaki atıklardan bazılarının ise reverber ocağı cürufundan flotasyon işlemi ile bakır kazanma yönünde çalışmalar yaptıkları literatürde görülmektedir. Bunlardan Antonijević v.d. (2008) flotasyon atıklarının ortalama olarak yaklaşık %0,2 bakır içermesinden yola çıkarak, bir oksitleyicinin varlığında ve yokluğunda sülfürik asit ile liçini incelemişlerdir [39]. Burada temel amaçlarının liç çözeltisinin pH değeri, karıştırma hızı, hamur yoğunluğu, parçacık boyutu, demir iyonlarının konsantrasyonu, liç için sıcaklık ve süre gibi çeşitli faktörlerden etkilenen bakır ve demirin liç kinetiklerini belirlemek olduğu görülmektedir. Elde edilen ortalama bakır ve demir geri kazanımı sırasıyla %60 ila %70 ve %2 ila %3 olmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, eski flotasyon atık havuzunun bakırın çıkarılması için önemli bir ikincil hammadde kaynağı olduğunu ve arazi ıslahından ziyade değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Sarrafi v.d. (2004) flotasyon yöntemini kullanılarak reverber fırın cürufundan bakırın geri kazanımını incelemişlerdir [40]. Partikül boyutu, pH, toplayıcı ve katkı maddelerinin miktarı ve türü, flotasyon süresi gibi etkili faktörler incelenmiştir. Optimize edilmiş koşullarda hava soğutmalı bir cüruf için, tek aşamalı flotasyonda bakırın %72'si geri kazanılmış ve %12,6'lık bir bakır konsantresi elde edilmiştir. En iyi geri kazanım verimi toplayıcı olarak 30 g/t R407 kullanıldığında elde edilmiştir. Geri kazanımın erimiş cürufun soğuma hızından da etkilendiği ve cüruf yavaş soğutulduğunda %84'e kadar çıktığı görülmüştür.

Bakır cürufundan değerli metallerin ve atık ısının geri kazanılmasındaki gelişmeler hakkında kapsamlı bilgi veren Zuo v.d.'nin (2022) hazırlamış olduğu derleme makale bu konuda başvuru kaynağı olmaya adaydır. Cu'nun ergitilmesi sırasında oluşan bakır cürufu Fe, Cu, Co, Al, Si, Ni, Cr ve Ca gibi oksitli bileşikler içermektedir [37]. Bakır cürufu bazı bakır cevherlerinden daha fazla Cu ve Fe gibi değerli metaller içermektedir. Bakır cürufunun bu değerli metallerden dolayı çimento katkı malzemesi olarak değil, birincil olarak metal kazanımında kullanılması gerekmektedir. Bu geri kazanım konusu son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Fakat bu konunun gelişimini engelleyen bazı sınırlayıcılar vardır. Bu sınırlayıcılar; geri kazanım işlemlerinin büyük miktarlarda enerji tüketmesi ve düşük geri kazanım oranıdır. Ayrıca işlemler sırasında elde edilen bakır cürufunun sıcaklığının 1300 oC'den yüksek olması burada potansiyel bir enerji kazanımının varlığını göstermektedir. İndirgeme yöntemi ile metal kazanım çalışmalarının çoğu Çin üniversitelerinde gerçekleştirilmiştir (ağırlıklı olarak Kunming University). Bu çalışmalarda indirgeyici olarak kömür, antrasit, grafit, bioçar, biyokütle, plastik kömürü, Al, CO-CH₄-Ar, CO-H₂, H₂ ve biyo yağ kullanıldığı görülmektedir. İndirgeme oranı olarak Fe'de % 95.56, Cu'da % 98.9, Ni'de % 87.15, Pb'da % 88.41'e ulaşılmıştır. Flotasyon işleminde kerosen Shellsol D70 kullanıldığında % 80 Cu, % 90 Co ve % 90 Zn elde edilmiştir. Yaş ayırma yöntemi kullanıldığında Cu'nun geri kazanım yüzdesi kullanılan liç yöntemine göre % 90-95 arasında değişmektedir. En yüksek geri kazanım mikro dalgada H₂O₂ ve CH₃COOH kullanıldığında elde edilmiştir [41].

JSC "Almalyk MMC" Bakır Konsantre Tesisinin Atıklarının İşlenmesi İçin Malzeme Bileşimi ve Teknolojinin Geliştirilmesi isimli bildiriye hazırlayan Bekpulatov v.d. (2022) porfiri bakır cevherlerinin zenginleştirilmesinden elde edilen piritli atıkların öğütülmesinin, bakır ve demir konsantresi (yanında altın ve gümüş) elde etmek için flotasyon işleminin yapılmasının JSC "Almalyk MMC" koşullarında ekonomik olarak kabul edilebilir olduğunu göstermişlerdir [42].

Benzer olarak üretim sırasında ve cevher zenginleştirme süreçlerinden değerli metal içeren tailing oluşmaktadır. Literatürde bunlarla ilgili yapılan çalışmalara da rastlanmaktadır.

Bakır flotasyon tailinginden bakırın asit liçi ile geri kazanılmasının araştırıldığı bir çalışmada, ortalama % 0,2 Cu içeren tailing den bakır ekstraksiyonu için bir oksidant varlığında sülfürik asit ile liç edildiği belirtilmektedir. Çeşitli parametrelerin etkisinin incelendiği bu çalışmada bakırın % 60-70'nin, demirin ise %2-3'nin çözeltiye alındığı bildirilmektedir. Tailingin yığın liçinin çalışıldığı bir başka çalışmada ise yığın liçi şartları optimize edilmiş ve en etkin faktörlerin operasyon dizaynı ve liç süresi olduğu belirtilmektedir [43].

Conesa v.d., (2006), İspanya'da bulunan üç farklı madene ait tailing üzerinde kirlilik potansiyeli ve yığınların stabilizasyonu üzerine çalışıldığı belirtilmektedir. Ayrıca oluşan tailingın pH'sına bağlı olarak çevresel açıdan risk taşıdığı belirtilmektedir [44]. Ni-Cu sülfür içeren tailingden değerli metallerin geri kazanılmasına yönelik yapılan bir başka çalışmada, nitrik-sülfürik asit karışımı kullanılarak atmosfer basıncı ve oda sıcaklığında nikel, bakır ve kobaltın sırasıyla % 91.5, % 85 ve % 54.6'sının geri kazanıldığı belirtilmektedir. Ayrıca çözeltiye geçen demirin de sodyum jarosit yöntemi ile çöktürüldüğü belirtilmektedir [45]. Tailing'de bulunan bakırın liç edilebilirlik şartlarının partikül boyutuyla incelendiği bir çalışmada farklı tane boyutunda deneyler yapıldığı görülmektedir. En küçük tane boyutunda zayıf asit ile yapılan liç işleminde bakırın % 50-60'nın çözeltiye alındığı, buna karşın büyük tane boyutunda yapılan liç işlemi sonunda bakırın ancak % 32'sinin liç edilebildiği belirtilmektedir [46]. Flotasyon tailing atığından bakırın geri kazanılmasının incelendiği bir çalışmada bazik bir ortam oluşturmak üzere demirin çözeltiye geçmemesi amacıyla farklı amonyum tuzlarının kullanıldığı belirtilmektedir. Buna göre elde edilen verilerde bakır ekstraksiyon miktarının kullanılan amonyum tuzlarına göre verimliliği şu şekilde sıralanmaktadır: (NH₄)₂CO₃ (73%) > (NH₄)₂S₂O₈ (69%) > NH₄OH (64%) > NH₄Cl (42%) > NH₄NO₃ (40%) [46]. Asetik asit ve hidrojen peroksit varlığında yapılan liç işleminde ultrasonik ses dalgalarının etkisi incelenmiş, ses dalgalarının partikül yüzeyinde kavitasyona sebep olarak yüzey alanını arttırarak ekstraksiyon verimi üzerinde pozitif bir etkisi olduğu belirtilmektedir [47].

Bakır endüstrisi atıklarının işlenmesinde yeni ufuklar isimli makalesinde Vokhidov (2022) JSC Almalyk MMC atıklarını incelemiş ve madencilik faaliyetleri sonucunda oluşan atık kütesinin içerdiği değerli metal miktarının üretim için büyük önem taşıdığını tespit etmiştir [49]. Asil ve nadir metallerin verimli bir şekilde ayrılmasının modern hidrometalurjik ve pirometalurjik teknolojilerin kullanılmasına bağlamıştır. Çalışmada platinoidlerin seçici ekstraksiyonuna yönelik yöntemlerin etkinliği belirlenerek çözünme yöntemlerine, platin metallerinin indirgenmesine ve çeşitli safsızlıklardan arındırılmaları sağlanmıştır. Araştırma sonuçlarının analizine dayanarak, hidrometalurjik ve pirometalurjik yöntemler kullanarak her metal için ayrı ayrı uygun seçici yöntemler ile bakır endüstriyel atıklarından (altın saflaştırmada kullanılan elektroliz aşaması) platin, paladyum ve rodyum çıkarmak için en uygun teknolojiyi ve karmaşık yöntemler önerilmiştir. Paladyum, platin ve rodyumun sırasıyla formik, sitrik ve nitrik asitlerle işlenerek saflaştırılması için hidrometalurjik yöntemler geliştirilmiştir. Sonuç olarak, platin grubu metallerin endüstriyel atıklardan kompleks ekstraksiyonu imkanı sağlanmıştır. Bu durumda, tüm platinoidlerin ekstraksiyonu %80'in üzerindedir. Platin tozu % 99,98 saflıkta, palladyum

tozu ise % 99,94 saflıkta elde edilmiştir.

Bakır anot atığını işlemek için kullanılan flotasyon işleminden her yıl yaklaşık 1400 ton flotasyon atığı üretildiğini bildiren Zha v.d. (2019) bu atıklardaki değerli metalleri seçici bir şekilde ayırmak için bir vakum damıtma üç aşamalı yoğunlaştırma işlemi önermişlerdir [50]. 1273 K, 120 dakika ve 0,1–5 Pa koşullarında laboratuvar ölçekli gerçekleştirilen deneyler sonrasında değerli metallerden gümüş (%95,4) ve altın (%96,9) geri kazanılmıştır. Ana metallerden kurşun (%99,7), antimon (%95,8) ve bizmut (%99,8) çıkarılmış ve esas olarak ilk uçucu fazda konsantre edilmiştir. Nadir metaller selenyum (%90,9) ve tellür (%92,2) ise ikinci uçucu fazda zenginleştirilmiştir. Bu çalışmalarda atık oluşmadığı bildirilmektedir. Bu yöntemin, flotasyon atıklarının işlenmesi için yeni bir teknolojiyi temsil ettiği ifade edilmektedir.

Kullanılmış lityum iyon pilleri bakır cürufuyla birlikte eriterek değerli metallerin geri kazanımı konusunu araştıran Qu v.d.'nin (2023) bulguları oldukça ilgi çekicidir [51]. Kullanılmış lityum iyon piller ve bakır cürufunu birlikte eriterek hem değerli metallerin geri kazanımını hem de elde edilen ürünün tekrar kullanımı hakkında yeni bir yaklaşım öne sürmüşlerdir. Kullanılmış lityum-iyon pillerin verimli ve düşük maliyetli geri dönüşümünün sağlanması, temiz enerji endüstrisinin ve enerji metal kaynaklarının sürdürülebilir gelişimi için büyük önem taşımaktadır. Gerçekleştirilen çalışmada, flaks olarak bakır cürufu, klor sağlayıcı olarak CaCl_2 ve indirgeyici olarak kullanılan lityum iyon pillerdeki anot grafit ve alüminyum folyo kullanarak kullanılan lityum iyon pillerden ve bakır cürufundan değerli metallerin eş zamanlı olarak geri kazanılması için bir ortak eritme işlemi geliştirilmiştir. Kullanılmış lityum iyon pillerden Co, Cu, Ni ve Fe ve bakır cürufları alaşımlar halinde geri kazanılmıştır. Lityum ise ortak eritme işlemi sırasında klorlama reaksiyonu yoluyla cüruftan gaz fazına aktarılmıştır. Optimize edilmiş koşullar altında, Co, Cu, Ni ve Fe'nin geri kazanımlarının sırasıyla %99.13, %98.04, %99.30 ve %97.98 ve lityum buharlaşma oranının ise %97.86 olduğu bildirilmiştir. Ayrıca ergitilmiş ürünlerden katma değeri yüksek ürünlerin hazırlanmasına yönelik bir strateji de sağlanmıştır. Lityum içeren tozun, Li_2CO_3 içeren pillerin hazırlanmasında kullanılabileceği ve smelting cürufunun ise cam seramik hazırlamak için kullanılabileceğinden bahsedilmektedir. Önerilen birlikte eritme prosesi ile hem değerli metallerin geri kazanımı sağlanmış hem de geleneksel süreçteki lityum geri kazanımındaki güçlüklerin çözülmüş olduğu aktarılmaktadır.

Diğer taraftan artan çevresel duyarlılıktan ve sağladığı çeşitli avantajlardan dolayı sülfürlü bakır cevherlerinden pirometalurjik üretim yöntemi yerine hidrometalurjik üretim yöntemlerinin dünyada bilim insanları tarafından yoğun şekilde çalışıldığı görülmektedir.

Bakır konsantresinden metallerine ekstraksiyonunun peroksit ve asetik asit varlığında incelendiği bir çalışmada RSM ile sonuçların optimize edildiği % 80'den fazla Cu ekstrakte edildiği ve % 94 model uyumu gösterdiği belirtilmektedir [41]. Yine optimizasyon yapılan benzer bir çalışmada ise otoklavda hidrojen peroksit ve sülfürik asit varlığında yapılan işlemde % 76 Cu ve % 9 Fe'nin çözeltiye geçtiği belirtilmektedir [52].

Asitlendirilmiş ferrik klorür ve ferrik sülfat ortamında kalkopirit çözünmesinin araştırıldığı bir çalışmada; optimum liç koşullarını belirlemek için çeşitli parametrelerde deneysel çalışmalar yapıldığı belirtilmektedir. Optimum şartlarda yapılan çalışmalarda; ortamda kullanılan FeSO_4 konsantrasyonu (0.2 M), sülfürik asit konsantrasyonu (0.3 M) ya da FeCl_3 konsantrasyonu (0.2 M) ve HCl konsantrasyonu (0.3 M), partikül boyutu ($-14 \mu\text{m}$) ve liç sıcaklığında (90°C) bakırın % 90'ı çözeltiye geçtiği belirtilmektedir [53]. Kalkopirit konsantresi, asitlendirilmiş demir (III) klorür çözeltisi ile liç deneyleri yapılarak bakır ekstraksiyon veriminin araştırıldığı ve kalkopiritin optimum çözünme kinetiği için belirlenen parametrelerde liç deneylerinin yapıldığı çalışmada; liç sıcaklığı ($25-106^\circ\text{C}$), hidroklorik asit konsantrasyonu ($10-30 \text{ g/l}$), ferrik iyon konsantrasyonu ($75-200 \text{ g/l}$), katı-sıvı oranı ($1/5-1/40$), karıştırma hızı (400 rpm) olarak liç deneylerinin yapıldığı belirtilmektedir. Ayrıca mekanik aktivasyon sonucunda bakır ekstraksiyonundan çok demirin ekstrakte edildiği, mikro dalga liç deneylerinde ise mikro dalga temas süresi arttıkça bakır ve demir ekstraksiyonunun az miktarda arttığı belirtilmektedir. Optimum şartlarda yapılan liç deneylerinde; bakırın % 98.6'si ve demirin % 57 ekstrakte edildiği ve sıcaklığın artmasıyla birlikte liç veriminin arttığı belirtilmektedir. Asitlendirilmiş ferrik iyon çözeltisinde bakırın çözünmesi için aktivasyon enerjisinin 49.63 kJ/mol olarak hesaplandığı ve küçülen çekirdek model kontrollü olduğu belirtilmiştir [54]. Hâlihazırda kalkopiritten bakır üretimi yapan çeşitli hidrometalurjik prosesler mevcuttur. Bu proseslerde, genellikle uygulanan liç işlemleri kuvvetli yükseltgenler varlığında gerçekleştirilir. Ticari olarak uygulama imkânı bulmuş ve patent almış hidrometalurjik üretim yöntemlerinin başında Sheritt-Cominco, Cymet, Cyprus, Clear, Arbiter ve HydroCopper prosesleri sayılabilir. Sheritt-Cominco prosesinde kalkopiritin kompakt yapısının bozulması için önce bir kavurma ve hidrojenle indirgeme işlemi uygulanır. Bu işlem sonunda elde edilen ve esasen bornitten (Cu_5FeS_4) ibaret ürün, sülfürik asitle basınç liçine tabi tutulur. Cymet prosesinde yükseltgen olarak demir (III) klorür, Cyprus ve Clear prosesinde demir (III) klorürün yanında bakır (II) klorür kullanılır. Arbiter prosesi ise esasen basınç altında gerçekleştirilen bir yükseltgen amonyak liçi prosesidir [55]. HydroCopper prosesi ise daha yeni bir proses olup tuz çözeltisinin elektroliziyle elde edilen klorürün yükseltgeme reaktifi olarak, hidrojenin ise bakırın

metalik hale indirgenmesi için kullanıldığı bir yöntem olduğu belirtilmektedir [56]. Kalkopiritten hidrometalurjik olarak bakır üretimi için araştırılan yöntemler birkaç kategoriye ayrılarak incelenebilir. Bunlar, kalkopiritin direkt olarak liçini kapsayan yöntemler, kavurma gibi bir ön işlemi takiben elde edilen ürünün liçini kapsayan kombine yöntemler ve son zamanlarda üzerinde çok durulan bakteriyolojik liç yöntemleridir. Kalkopiritten bu yöntemler ile bakırın kazanımı için birçok çalışma yapılmış olup, bu çalışmalarda çeşitli liç materyallerin ve yöntemlerinin kullanılabilme imkânları araştırılmıştır. Bu amaçla kalkopiritten bakırın liçi için temel reaktifler olarak, sülfürik asit, nitrik asit, hidroklorik asit, amonyak gibi liç reaktanlarının kullanılabilmesi yönünde çalışmalar yapılmıştır [57-62]. Ayrıca bakır ekstraksiyon veriminin artırılması için, asidik liç proseslerinde, demir (III) klorür, demir (III) sülfat, bakır (II) klorür, sodyum klorür, mangan dioksit ve halojenürler gibi reaktiflerin; bazik amonyak liçi proseslerinde ise tiyosülfatın ve amonyum sülfatın kullanılabilme imkânları araştırılmıştır [59, 61-67].

Bakır cevheri ve konsantresinden değerli metallerin hidrometalurjik yöntemlerle geri kazanılmasında alternatif bir oksidant olan amonyum persülfatın kullanıldığı çalışmalarda özellikle seçimli ekstraksiyon yapıldığı ve amonyum persülfatın bozulması neticesinde doğum halinde bir oksijen oluştuğu, bu oksijenin yükseltgen bir ortam oluşturmak için yeterli bir potansiyele sahip olduğu belirtilmektedir [68-75].

Kalkopiritin hidrojen peroksit varlığında bir şelatlama ajanı ile (titripleks III) ekstraksiyonun incelendiği bir çalışmada optimum şartlarda % 93 Cu kazanıldığı belirtilmektedir [76]. Tarafımızdan yapılan bir başka çalışmada ise demir üretimi sırasında oluşan tufalin oksidant olarak kullanılması ile bakır konsantresi ve bakır cürufundan değerli metallerin geri kazanılmasında çok iyi sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre 120 dk'da, 105 °C sıcaklıkta, 1/25 katı-sıvı oranında ve 400 devir/dk karıştırma hızında bakırın % 95.04'nün ekstrakte edildiği belirtilmektedir [77]. Bakır konsantresinin basınç altında liçinin incelendiği bir başka çalışmada oksalik asit ve hidrojen peroksitin birlikte kullanıldığı belirtilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre düşük sıcaklıklarda demirin % 91'i ve bakırın % 1.73'ü çözeltiye alınırken, yüksek sıcaklıklarda ekstraksiyon şartları tam tersine dönmekte ve 170 °C sıcaklıkta bakırın % 89'u ve demirin ise % 2'si çözeltiye alındığı belirtilmektedir [78]. Kalkopirit konsantresinden bakırın ekstraksiyonu sırasında karşılaşılan en büyük problemin çözeltiye geçen demir olduğu bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada bu problemin ortadan kaldırılması için öncelikle oksalik asitle muamele edilerek bünyedeki demirin büyük oranda uzaklaştırıldığı böylece bakırın katıda zenginleştiği belirtilmektedir. Ters liç adı verilen bu yöntemle bakırın katıda yoğunlaşmasından dolayı alternatif bir zenginleştirme türü olarak görüleceği, ayrıca HCl ile seçimli bir liç ile bakırın geri kazanılabileceği belirtilmektedir [47, 79]. Ayrıca bakır üretimi sırasında baca tozundan demir dışı metaller ve renyumun geri kazanılması üzerine çalışmalara da rastlanmaktadır [80].

Tablo 2.1. Anot çamuru genel kimyasal ve mineralojik analizi

Element	Tenör (%)	Bileşik
Cu	23,10	**CuO, Cu ₂ O, CuS, CuSe ₂
Pb	20,51	**PbSO ₄
Sn	15,42	**SnO ₂
Ba	5,87	**BaSO ₄
S	4,11	
Ni	0,82	**NiO
Sb	0,24	**SbAsO ₄
Sr	0,14	
Zn	0,13	***ZnO
Bi	0,11	***Bi ₂ O ₃ / BiAsO ₄
Ag*	2204,2	***Ag ₂ SO ₄ , Ag ₂ Se, Ag ₂ Te, CuAgSe, AgCl, (Ag/Au)Te ₂ , Ag ₂ S, Ag ₂ O
Se*	413	***Ag ₂ Se, Cu ₂ Se, CuAgSe, Se
Te*	83	***Ag ₂ Te, Cu ₂ Te, (Ag/Au)Te ₂ , Te
Au*	21,9	***Au, (Ag/Au)Te ₂
* Anot çamuru bünyesindeki miktarları ppm seviyesindedir.		
** XRD analizi ile tespit edilen yapılar		
*** Anot çamuru bu bünyesindeki muhtemel fazlar		

Bakır üretimi sırasında elektro kazanım sürecinde meydana gelen anot çamuru çok değerli metaller içermektedir. Bakır cevheri ile birlikte elektroliz aşamasına kadar zenginleşerek gelen değerli metaller, elektroliz esnasında anot dibine çökmektedir. Anot çamuru genel kimyasal ve mineralojik analizi aşağıdaki tabloda görülmektedir. [Not: Bu içerikler ve bileşenler cevherin türüne göre değişiklik gösterir]. Anot çamurundan değerli metallerin geri kazanılması mutlaka düşünülmelidir.

2.3 ÖNERİLER

Bakır üretim yöntemleri ve stratejik planlama açısından çeşitli konularda öneriler aşağıda verilmiştir. Bu öneriler neden-sonuç şeklinde ilişkilendirilmiş olup, bilimsel çalışmalara uygun olarak öngörülmüştür.

1- Özbekistan'ın bulunduğu coğrafik konumu itibari ile deniz taşımacılığına olan uzaklığından dolayı katma değeri yüksek ürünlerin üretilmesi ve pazarlanması bir zorunluluktur. Almalyk bakır tesisi açısından bakıldığında bu ürünlerin; halihazırda üretimi devam eden katodik bakır ve tesisten elde edilecek yan ürünlerin pazarlanması şeklinde planlanması uygun olacaktır. Tesisten elde edilecek yan ürünlerin ve ileri teknoloji ürünlerin üretilmesi yolunun mevcut tesisten elde edilecek atık-artıkların işlenmesinden geçtiği unutulmamalıdır.

2- Almalyk bakır tesisinde halihazırda yapılan çoklu metal üretim süreci ve ana cevher hammaddesinin tenörünün düşük olduğu düşünüldüğünde ekonomik bir üretim yapmanın yolunun yüksek üretim kapasitesinde çalışmak olduğu unutulmamalıdır. Zaten yeni bir kapasite artırıma gidilmesi kararlaştırılmış olması çok isabetli bir karar olup, yeni yatırımlar ile birlikte farklı ürün portföylerine ulaşılması önerilmektedir.

3- Yapılan bilimsel çalışmalardan anlaşıyor ki bakır üretim tesisinde meydana gelen çeşitli a(r)tıklardan değerli metallerin geri kazanılması için en uygun yöntemin hidrometalurjik tekniklerin uygulandığı-uygulanacağı yatırımların olduğudur. Çünkü hidrometalurji yöntemleri, düşük ilk yatırım maliyeti, seçimli metal ekstraksiyonun mümkün olması, yüksek safiyette metal veya metal tuzları üretilme olanağına sahip olması, daha çevreci bir yöntem olması itibari ile bazı avantajlara sahiptir. Almalyk tesisinden çıkan atık-artıklardan çıkan değerli metal miktarının az olması yine düşük kapasiteli metal üretim yöntemine en uygun yöntemin hidrometalurjik üretim yöntemi ile üretilmesi gerektiğini ön plana çıkarmaktadır. Buna göre ilk yapılması gerek adımın mevcut atık ve artıkların tamamının hem kimyasal hem mineralojik açıdan etüt edilmesi, miktar ve metal içerik tonajlarının ortaya konularak raporlanması tavsiye edilmektedir. İzabe tesisinden alınacak gazlardan elde edilecek sülfürik asit ise yine kendi tesis bünyesinde kurulacak hidrometalurji tesislerinde kullanılabilir.

4- Almalyk bakır tesisinde yan ürün olarak üretilmesi önerilen metaller ve bunların kaynakları şu şekilde sıralanabilir;

4 (a) - Bakır cevheri tenörünün düşük olması itibari ile bir dizi kırma-öğütme işleminden sonra flotasyon ile zenginleştirme yapılmaktadır. Buradan elde edilen atık ve cüruf zenginleştirme için yapılan flotasyon işleminden elde edilen atığın (Tailing) birleştirilerek değerli metaller açısından işlenmesi düşünülebilir. Elde edilecek bu atığın demir içeriğinin yüksek olmasında dolayı üretim yönteminde demirin oksijenle çöktürüldüğü basınçlı liç sistemleri önerilmektedir. Nihai ürün olarak gelen cevherin içeriğine de bağlı olarak Au, Ag, Cu, Zn, Co ve Cd elde edilebilir. Diğer taraftan bakır cevherinin kimyasal ve metalurjik analizleri çok iyi yapılması ve üretim planlanmasının buna göre yapılması gerekmektedir. Örneğin bakır cevherinde bakırın hem süflürlü hem de oksitli mineral yapıları varsa flotasyon sırasında süflürlü yapı yüzdürülerek zenginleştirilir, oksitli yapı ise liç edilerek doğrudan ekstrakte edilebilir. Buna bağlı olarak saf altın mevcutsa pH ayarlayıcı olarak kalker yerine soda kullanılması tercih edilebilir.

4 (b) - Fırınlardan baca tozlarında çok değerli metaller zenginleşmektedir. Baca tozundan elde edilecek ürünler; katot bakır, katot çinko, Bi₂O₃, PbSO₄ ve Ag olabilir. İki aşamalı bir liç işlemi uygulanabilir. Burada birinci liç işlemi ile birlikte Cu, Zn ve Fe nin %90'dan fazlası çözeltiye alınabilir. Solvent ekstraksiyonu ve sıyırma işlemi sonucunda Cu selektif kazanılır. Bakiyede Pb, Ag, Bi ve Au zenginleşir. 2.liç işlemi ile Pb ve Ag nin % 85 den fazlası çözeltiye alınabilir.

4(c) - Çok ürünlü üretim stratejisinde bağımlı ve bağımsız her bir tesisin yüksek verimle çalışması proses ekonomisi açısından mecburidir. Bu nedenle bahsi geçen atık ve/veya artıklardan değerli metallerin geri kazanılması aşamasında öncelikle miktar, tenör, kimyasal ve mineralojik yapısı iyi etüt edilmelidir.

5- Özbekistan şu an itibari ile elektrik enerjisi bakımından zengin bir ülke konumunda olup, bakır üretiminde de elektrik

enerjisinden oldukça fazla miktarda yararlanmaktadır (Edinilen bilgilere göre elektrikli fırınlar izabede kullanılmaktadır). Ancak bütün dünyada ciddi bir enerji dar boğazı olduğu düşünülürse ve Özbekistan'ın gelecekte benzer bir dar boğaza girmesinin önüne geçmek için yeni kapasite artırımı yatırımlarını bir fırsat bilip, yeni yatırımların alternatif enerji sistemlerinin kullanılması üzerine kurgulanması orta ve uzun vadede stratejik olarak planlanması faydalı olacaktır. Diğer taraftan (edinilen bilgilere göre) izabe için kullanılan diğer bir fırının reverber fırını olduğu belirtilmektedir. Şu an itibari ile geleneksel reverber fırınlarının bakır üretim teknolojisinde artık kullanılmadığı bunun yerine püskürtmeli flash fırınların kullanımının daha yaygın olduğu bilinmelidir. Reverber fırınlarının sahip olduğu bazı dezavantajlardan (düşük termik randıman, dolaylı ısı iletimi vs) dolayı tüm dünyada bakır izabesinde kullanılmasından vazgeçilmektedir.

6- Tüm dünyada (başta Çin olmak üzere) nadir toprak elementleri üretimi veya temin edilmesi politikası güdülmektedir. Bundan dolayı bakır cevheri, baca tozu, cürufur ve cevher zenginleştirme atıklarının çok iyi etüt edilmesi ve mevcut nadir toprak elementi potansiyelinin belirlenmesi gerekmektedir. Yapılacak ekonomik analizler sonucu bu potansiyele sahip yığınlardan nadir toprak elementi üretimi için yeni yatırım modelleri düşünülmelidir. Elde edilecek nadir toprak elementleri, çok kolay dış pazarda yüksek değerlerde satılabileceği gibi, Özbekistan'ın gelişim süreci içerisinde şekillenecek yeni üretim alanları (pil teknolojisi, manyetizma, uzay teknolojisi için seramik teknolojisi, alaşımlar, savunma sanayii, süper iletken vs) için kendi hammaddesini kendi üretmiş olacaktır [Nadir toprak elementlerini oluşturan elementlerde kendi içlerinde ağır (Y, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb ve Lu) ve hafif (Sc, La, Ce, Pr, Nd, Pm ve Sm) nadir toprak elementleri olarak gruplandırılır. Örneğin Scandium metal-yüksek saflıkta fiyatı son 10 yılda 4000-20000 USD/kg arasında dalgalanmıştır. Osmium'un 2023 fiyatı 1960 USD/g]. Bu maddede tavsiye edilen üretim tavsiyesi bakır metalurjisi tesisi bünyesinde eğer nadir toprak elementlerine ulaşamıyorsa başka metal-maden tesisleri ve yatırım kalemleri içerisinde de düşünülebilir.

7- Bakır üretimi sırasında oluşan anot çamurun çok değerli miktarda metal içermesinden dolayı mutlak surette değerlendirilmesi gerekmektedir. Bunun için en uygun yöntemin yine hidrometalurji yöntemleri olduğu tavsiye edilir.

8- Bakırın, diğer değerli metallerin ve varsa nadir toprak elementlerin üretilmesi, ileri teknoloji malzeme üretiminde kullanılması amacıyla planlama yapılması, etüt yapılması ve projelendirilmesi. Ayrıca tesiste kullanılan izabe fırınları ve diğer yan tesis argümanlarının verimlilik değerlerini ortaya koymak için bir çalışma yapılması önerilmektedir. Yeni yapılacak kapasite artırımı modelinin mevcut argümanların sahip olduğu dezavantajlardan arındırılmış olması büyük fayda sağlayacaktır.

9- Yapılan tüm tavsiyelerin bilimsel çalışmalar yapılarak Almalıyık özelinde araştırılması gerekir. Bunun için mutlaka üniversitelerden destek alınması tavsiye edilir. Eş zamanlı olarak tesis bünyesinde Ar-Ge tesisine ek olarak Ür-Ge yapılanması kurulması bu kültürün yerleşmesi, bunlar için yeni birimlerin oluşturularak faaliyete geçirilmesi tavsiye edilmektedir. Mevcut tesis şartlarındaki eksikliklerin en iyi işletme tarafından bilindiği unutulmamalıdır. Bu eksiklikler ve yapılması gerekenler bir planlama dahilinde çalışılıp, araştırma neticelerine göre karar verip hayata geçirilmesi en uygun yöntem olacaktır. Bu Ar-Ge merkezinin araştırma kapasitesinin büyüklüğüne bağlı olarak ülkede pek çok sektörün araştırma ve geliştirme ihtiyacına cevap verecek pozisyona getirilebilir.



3.BÖLÜM

BAKIRDAN ELDE EDİLECEK
ALTERNATİF VE İLERİ
TEKNOLOJİK ÜRÜNLER

Katot bakır; birçok sanayi metalinin ham maddesi olarak kullanılan yüksek saflık oranına sahip endüstriyel bir metaldir [81].

Tablo 3.1. Eti Bakır A.Ş. Samsun İzabe Tesisi Analiz Değerleri [81]

Katot Bakır Kimyasal Analiz Değerleri													
Cu %	Se ppm	Te ppm	Bi ppm	Sb ppm	As ppm	Pb ppm	S ppm	Ni ppm	Fe ppm	Si ppm	Zn g/ton	Co ppm	Ag g/ton
+99,99	<2,0	<2,0	<2,0	<4,0	<2,0	<0,2	<10,00	<1,0	<2,0	<2,0	<1,0	<1,0	<10,0

Tablo 3.2. Katot Bakır Boyutları [82]

Katot Bakırın Boyutları (~)			
Uzunluk	Genişlik	Kalınlık	Ağırlık
960 mm	960 mm	8-12 mm	80-100 kg

Bakır, çeşitli pirometalurjik, hidrometalurjik ve elektrometalurjik üretim yöntemleriyle bakır cevherlerinden saf olarak üretilmektedir. Üretilen bakırın saflaştırılması ise elektrometalurjik yöntemlerle ASTM B115, EN 1978 ve GOST 546 standartlarına göre gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemle üretilen bakıra katot bakır denilir.

- Pirometalurjik metotlar, sülfürlü, oksitli ve nabit bakır cevherlerine uygulanır.
- Hidrometalurjik yöntemler ise düşük tenörlü ve oksitli bakır cevherlerine uygulanır.
- Elektrometalurjik yöntemler ise diğer iki yöntemlerin son kademesi olarak uygulanır. Dolayısıyla pirometalurji yöntemlerle elde edilen saf olmayan bakır, elektrolitik arıtmaya tabi tutularak saf katot bakıra çevrilir. Ya da hidrometalurjik yollarla sulu çözeltiye alınan saf olmayan bakır, elektro kazanım yoluyla katotta saf olarak toplanabilmektedir. Rafine edilmemiş bakır cevheri, çözelti içindeki katot bakıra çökeltilir ve işlem sonucunda, yüksek saflıkta, düşük oksijen içeriğine sahip, pürüzsüz ve homojen bir bakır ürünü elde edilir.

Bakırın Elektrolizi

Elektrik akımıyla bir sıvı içinde çözünmüş kimyasal bileşiklerin ayrıştırılması işlemine elektroliz denir. Bakır saflaştırmak için, saf olmayan bakır metali bir elektrolitik hücrede anot haline getirilir. Katot olarak ise önceden saflaştırılmış ince bir bakır levha kullanılır. Bu sistem elektrolitik sıvının içine daldırılır. Bu elektrolitik sıvının içeriği bakır sülfat ve sülfürik asit çözeltisidir. Akım geçtiğinde, pozitif yüklü bakır iyonları anottan sıvının içine çekilir. Sonrasında negatif katoda doğru çekilerek burada pozitif yüklerini kaybederek nötr atomlar gibi sıkıca yapışırlar. Temel mantıkta saf olmayan bakır anot çözülür ve katot üzerinde daha kalın bir kaplama olarak saf bakır oluşur [83].

3.1 Katot Bakırın Kullanım Alanları

Bronz, pirinç ve alaşımlı çelik gibi alaşımların üretiminde kullanılmasıyla birlikte tel, kablo ve trafo endüstrilerinin yanında da kullanılmaktadır.

Yüksek saflıktaki katot bakır; yüksek hassasiyet gerektiren elektrik devrelerinin üretiminde yaygın olarak kullanılır. Yenilenebilir enerji sektöründe de kullanılan katot bakır; spesifik olarak güneş panellerinin üretiminde kullanılır. Bu şekilde güneş panellerinin enerji verimliliği artırılır. İletkenlik özelliği de yüksek olan katot bakırın kayıpları minimize edilmiş olur. Uluslararası Enerji Ajansının verilerine göre, elektrikli bir aracın üretimi için ihtiyaç duyulan maden miktarı benzinli araca göre 5 kat, rüzgar türbini için ihtiyaç duyulan maden miktarı doğal gazla dayalı elektrik santrallerine göre ise 8 kat fazladır ve bu madenler arasında bakır en öne çıkan madendir. Yüksek sıcaklıkta yüksek performansla çalışan sıvı roket motorunun yanma odalarında, bir dizi entegre soğutma kanalı mevcuttur. Bu soğutma kanalında bakır bir alaşım, astar kullanılarak imal edilir.

Katot bakır, geri dönüştürülebilir bir malzemedir. Çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayacak molan katotun geri dönüşümü; atık miktarının azaltılmasına, kaynakların korunmasına ve enerjinin tasarrufuna yardımcı olur.

3.2 Bakırın Yeşil Ekonomideki Rolü

Yeni petrol olarak adlandırılan bakırın, yeşil enerji dönüşümünün küresel bakır piyasasının gelecekteki büyümesinde temel belirleyici olması beklenmektedir. Yeşil enerji dönüşümünün hızlanmasıyla birlikte bakıra olan talebin de artması beklenmektedir. Talep artışının ana sebepleri ise bakırın; elastikiyet ve iletkenlik özelliğinin yanı sıra düşük reaktivite özelliğidir.

EV'ler, piller, güneş panelleri, rüzgar tribünleri gibi enerji geçişinin kritik derecede önemli olduğu teknolojilerde geleneksel fosil yakıt bazlara göre çok daha fazla bakır gereklidir. Geleneksel arabalara göre EV'lerde bakır kullanımı 4 kat daha fazladır. Yenilenebilir enerji sistemleri ise geleneksel enerji sistemlerine göre 12 kata kadar daha fazla bakır gerektirebilmektedir. 28 Ocak 2021'de General Motors'un, 2040 yılına kadar tamamen karbon nötr hale gelme hedefiyle ilerleyerek yalnızca 2035'ten sonra EV üreteceğini açıklamıştır.

Temiz enerji dönüşümü hasebiyle bakır talebinin 2030 yılında %600 artışla 5,4 milyon tona yükselmesi öngörülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları ve elektrikli araçlar teknolojilerinin büyüme hızıyla doğru orantılı olarak bakır talebinin %900 artışla 8,7 milyon tona ulaşması beklenmektedir [84]. Yeşil mutabakatın büyük ölçekli ve hızlı büyümesiyle birlikte yenilenebilir enerjiye ve elektrifikasyona geçiş hızlandıkça daha da fazla bakır talebinin artması öngörülmektedir.

3.3 Özbekistan'ın 2022-2026 Kalkınma Stratejisi'nde Ekonomik Kalkınma Önceliği

Özbekistan, sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı sağlamak için 2026 yılına kadar Cumhuriyet'in ihracatını 30 milyar dolar seviyesine çıkarmayı planlamaktadır. Bu nedenle, özel sektörün ihracattaki payını %60'a çıkarmak bir önceliktir. Bu doğrultuda, ihracat yapan işletmelere yönelik organizasyonel ve finansal destek sağlama sistemini iyileştirerek, ülkenin mevcut ihracat yapan işletme sayısını 6.500'den 15.000'e çıkarmayı hedeflemektedir. Mal ihracatının yapıldığı ülke sayısını 115'ten 150'ye çıkarmak da beklenmektedir.

3.4 Özbekistan'ın Bakır Endüstrisi: Mevcut Durum ve Perspektifler

Son yıllarda, Özbekistan'da bakır çıkarımına ve onu kullanarak ürünlerin üretimine artan bir ilgi gösterilmektedir. Bakır madenciliği endüstrisi ve ilgili sektörler, ekonominin potansiyel itici güçleri olarak görülmektedir. Bu mineral kaynaklardan biri, tahmini 45 milyon ton rezerve sahip olan bakırdır.

3.5 Özbekistan'ın Bakır Endüstrisinde Rekabet Gücü: Seçilen Ülkelerle Karşılaştırmalı Analiz

Bakır endüstrisi, Özbekistan ekonomisinin önemli bir parçasıdır. Bakır endüstrisi, istihdam ve ihracat açısından önemlidir. Günümüzde bakır, Özbekistan'da önemli bir ihracat ürünüdür. Son 15 yılda Özbekistan'ın bakır ihracatı 78 milyondan 78.586 milyona kadar altı katından fazla artmıştır. Bakır ihracatı, Özbekistan'ın toplam mal ihracatının %6.7'sini oluşturmuştur. Bu çalışmanın amacı, Özbek bakır endüstrisinin rekabet gücünü belirlemektir. Bu çalışma, Balassa'nın Ortaya Çıkan Karşılaştırmalı Avantaj indeksi ve Lafay'in indeksi kullanıldı. Çalışma, 2001-2017 dönemi için Uluslararası Ticaret Merkezi'nin istatistiksel verilerini kullandı. Çalışma, Özbekistan'ın bakır endüstrisinde güvenilir ve rekabetçi bir güce sahip olduğunu ortaya koymuştur.

3.6 Özbekistan'ın Sürdürülebilir Altyapı Yatırımları

Bu bölüm, Özbekistan'da sürdürülebilir altyapı planlamasını tanımlamakta ve büyük ölçekli altyapı projelerine yönelik yatırımlardaki mevcut eğilimleri sunmaktadır. Özbekistan'ın enerji, ulaşım, sanayi ve su sektörlerindeki altyapı planlarını, iklim değişikliği üzerine Paris Anlaşması ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) kapsamındaki uluslararası taahhütleriyle karşılaştırmaktadır. Bu bölüm ayrıca iklim değişikliği azaltma ve uyumla ilgili olan iklim değişikliğiyle ilgili stratejik belgeleri, uzun vadeli ekonomik kalkınma, sektörel kalkınma ve çevre stratejilerini araştırmaktadır. Belirtilen hedeflerle gözlemlenen yatırım akışları arasındaki uyumsuzlukları belirlemekte ve sürdürülebilir altyapı için stratejik planlamayı iyileştirmek için öneriler sunmaktadır. Özbekistan, orta gelir düzeyinde bir ülke olup Orta Asya'daki en kalabalık ülkedir. Ekonomisi hâla altın ihracatı, yakıtlar ve pamuğa ağırlıklı olarak bağımlıdır. Özbekistan'ın başlıca ticaret ortakları, altın ihracatı için bir pazar olarak özellikle İsviçre; ithalatın başlangıç ülkesi ve ikinci ihraç hedefi olan Çin Halk Cumhuriyeti; ve Rusya Federasyonu'dur. Hükümet tarihsel olarak korumacı bir ticaret politikası izlemiş olsa da, 2017'den bu yana ticarete daha fazla açıklık, ekonomik reform ajandasının en önemli unsurlarından biri haline gelmiştir.

Ekonomik çeşitlendirme ve yüksek teknoloji endüstrilerine doğru değer zincirinde yükselme aynı zamanda ülkenin başlıca önceliklerinden biridir.

Hükümet, hem yerli hem de yabancı yatırımcılar için yatırım iklimini iyileştirmeyi hedefleyen bir dizi önemli reforma girişmiştir. 2019 yılında ülke, 190 ülke arasında 74. sırada yer almakta olup 2017'ye göre 14 basamak yükselerek 2018 yılında en çok ilerleme kaydeden 10 ülke arasındadır. Yabancı yatırımcılar için ayrımcı önlemlere yol açan genel ekonomide SOE'lerin hakimiyetiyle ilgili bazı zorluklar devam etmektedir. Rusya Federasyonu, Özbekistan'a yapılan doğrudan yabancı yatırımların (%55'ini oluşturarak) en önemli yatırımcı olarak kalırken, Çin (%15) ikinci sırada yer almaktadır. Özbekistan'ın FDI'nın neredeyse %50'si kömür, petrol ve doğal gaz endüstrilerine yatırılmaktadır.

Özbekistan'ın küresel sera gazı emisyonlarına katkısı sınırlı olmasına rağmen (%0.33), fosil yakıtlara dayalı enerji karışımı (doğal gaz tarafından domine edilen), yaşlanan enerji altyapısı, yüksek enerji sübvansiyonları ve enerji yoğunluğu yüksek bir endüstri sektörü (örneğin çimento) nedeniyle dünyanın en yüksek emisyon yoğunluğuna sahip ekonomilerinden biridir. Özbekistan, iklim değişikliğinin etkilerine karşı özellikle savunmasızdır: başkent Taşkent ve Fergana Vadisi, yıllık ortalama sıcaklıklarının ön-endüstriyel seviyelere göre 1.8°C ve 1.6°C üzerinde olduğu, küresel ortalama sıcaklık artışından çok daha yüksektir. Bu, ülkedeki suyun en büyük kullanıcısı olan tarım sektörü için büyük bir endişe kaynağıdır.

Özbekistan'ın coğrafi konumu, Çin ile Avrupa arasındaki transit rotanın ana düğümlerinden biri olması için mükemmel bir aday olmasına rağmen, mevcut ağ performansını sürdürebilmek için bölgedeki en ciddi altyapı yatırım açıklıklarından biriyle karşı karşıyadır. Geniş bir yol ve demiryolu ağına sahip olmasına rağmen, lojistik darboğazlar, düşük verimlilik ve düşük hizmet kalitesi nedeniyle ülkenin bağlantılılığını artırmaya yönelik önemli bir engel olarak kalmaktadır. Enerji sektöründe, Özbekistan'ın mevcut üretim kapasitesinin neredeyse %40'ı hizmet ömrünü tamamlamış durumda olup sık sık elektrik kesintilerine neden olmaktadır. Enerji karışımını çeşitlendirmek için yenilenebilir enerji geliştirme ulusal bir öncelik olmasına rağmen, mevcut projelerin analizi, planlanan ve inşa halindeki güç üretimi projelerinin yaklaşık %60'ının doğal gazda kaldığını göstermektedir.

Son kurumsal reformlar, altyapı ve çevre ile ilgili bakanlar arasında koordinasyonu iyileştirmek için güçlü bir kurumsal çerçeve oluşturmuştur. Özbekistan Cumhuriyeti'nin Beş Öncelikli Yönelim için Eylem Stratejisi gibi stratejik belgeler, önümüzdeki beş yıl için Özbekistan'ın kalkınmasına yönelik net bir vizyon ortaya koymaktadır ve ulaşım, enerji ve sanayi gibi belirli sektörel planları içermektedir. Mevcut yatırım planlarını uzun vadeli kalkınma ve çevresel zorluklarla uyumlu hale getirmek, Özbekistan'ın geleceğe yönelik daha da ileriye dönük planlarını belirlemek için uzun vadeli bir ekonomik genel kalkınma stratejisi benimsemesini gerektirecektir.

3.7 Özbekistan'da Ekonomi, Yatırım ve İklim Değişikliği Durumu

Şekil 3.1. Özbekistan Ekonomisine İlişkin Temel Göstergeler

Nüfus (2018)	32,955.400
Şehirleşme Oranı (2018)	%50,5
Yıllık Nüfus Artışı (2018)	%1.7
Yüzey Alanı	447.400 km ²
GSYİH (USD, cari fiyat, 2017)	50.500 milyon
Kişi Başına GSYİH (USD, cari fiyat 2018)	1532
Reel GSYİH Büyümesi (yıllık değişim, 2018)	%5.1
Enflasyon (ortalama tüketici fiyatı, yıllık değişim)	n.d.
Mal ve Hizmet İhracatı (GSYİH 2018)	%29.1
Mal ve Hizmet İthalatı (GSYİH 2018)	%38.7
DYY, Net Girişler (GSYİH 2018'in)	%1.2
GSYİH'nin genel devlet net kiralaması /borçlanması (2018)	%0.9
İşsizlik (toplam iş gücünün yüzdesi, 2016)	%5.2.
Havaleler (GSYİH %'si 2016)	%3.0
Kamu sektöründe şeffaflık hesap verebilirlik ve yolsuzluk değerlendirmesi	2

3.8 Ekonomi ve Demografi

Özbekistan, Orta Asya'nın en kalabalık ülkesi olan ve düşük-orta gelirli bir ülkedir. 32 milyonluk bir nüfusa sahiptir ve bu nüfusun %51'i kentsel alanlarda yaşamaktadır. Sovyetler Birliği'nin dağılmasıyla diğer Orta Asya ekonomilerine kıyasla GDP'si büyük ölçüde düşmedi ve 1999 yılında bağımsızlık öncesi kişi başına düşen GDP seviyesine ulaşan ilk Orta Asya ülkesi oldu. Hizmet sektörü, Özbekistan ekonomisinin en büyük payını oluştururken (%39.9), sanayi (%29.5) ve tarım (%17.3) da önemini korumaktadır. Tarım, GDP'deki payı açısından bölgedeki en büyük ikinci ülke olan Tacikistan'dan sonra bölgede önemli bir sektördür [107].

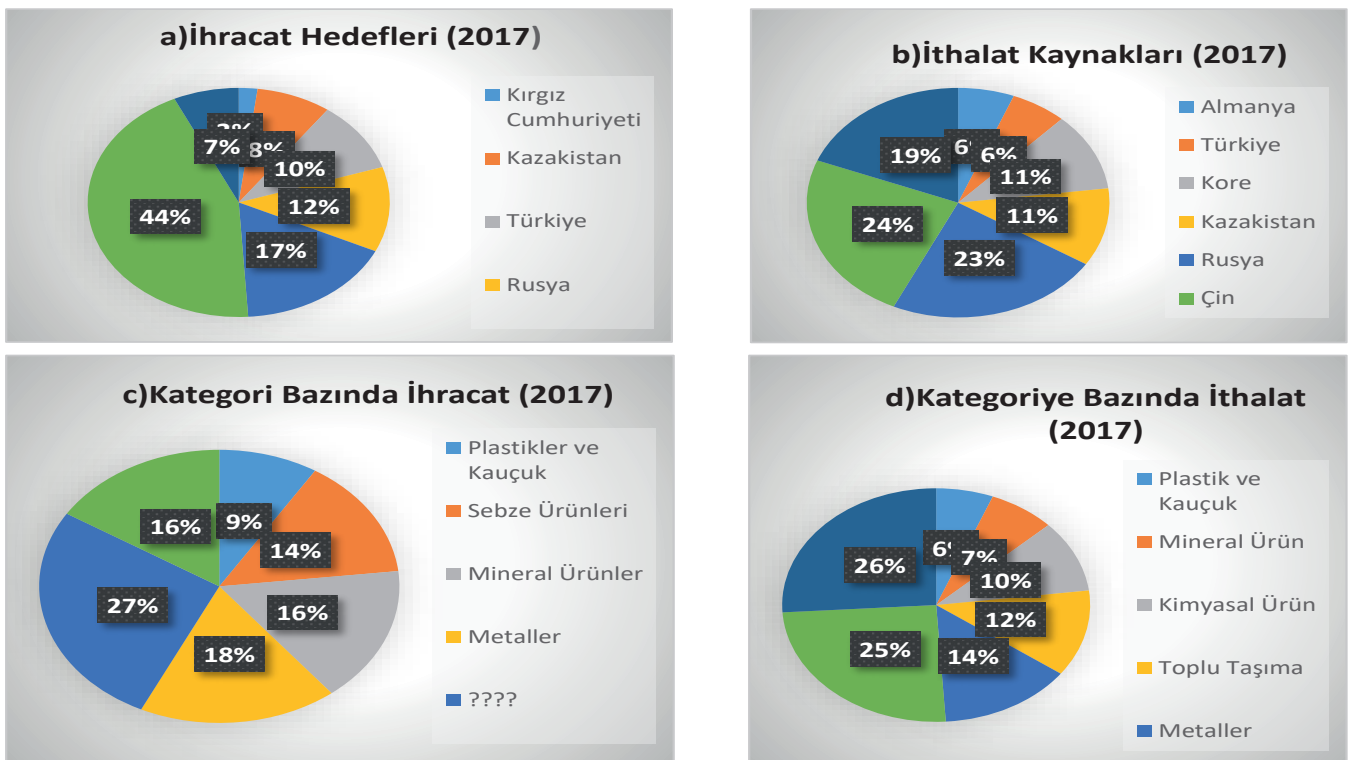
3.9 Ticaret

Hükümet geleneksel olarak korumacı bir ticaret politikası izlemiş, endüstrilerin ithal ikamesine ve gıda ve diğer ürünlerin ihracatının sınırlandırılmasına odaklanarak iç piyasada arzlarının sağlanmasını sağlamıştır [109]. Ülkenin altyapı sektörünün tüm önemli endüstrileri devlete ait veya devlet kontrolündedir (Uluslararası Ticaret İdaresi, 2019[4]). Ancak, 2017 yılından bu yana, ticarete daha büyük bir açıklık ekonomik reform gündeminin en önemli direklerinden biri haline gelmiş, bu kapsamda Dünya Ticaret Örgütü'ne (DTÖ) katılıma yönelik yeniden bir taahhütte bulunulmuştur. Özbekistan şu anda DTÖ gözlemci üyesidir (Dünya Ticaret Örgütü, 2019[5]). Daha fazla ticaret açılımı ve DTÖ üyeliği, Özbekistan'ın uluslararası standartlara ulaşmasına ve ihracat piyasalarına erişimini sürdürmesine yardımcı olacaktır [108]. Ülke, Avrasya Ekonomik Birliği üyesi değildir, ancak zaman zaman bağları güçlendirme konusunda ilgi göstermiştir.

Özbekistan'ın ihracatının çoğunluğu ham kaynaklar veya temel imalat ürünleridir. Altın, değer bazında Özbekistan'ın ihracatının %44'ünü oluştururken, değerli metallerin tamamı %45'lik bir paya sahiptir (Şekil 9.1(c)'ye bakınız). Özbekistan'ın diğer büyük ihracat sektörleri tekstil (öncelikle pamuk - pamuk ipliği ihracatın %7.1'ini ve ham pamuk %2.2'sini oluşturur), diğer metaller (saflaştırılmış bakır %3.7, ham çinko %2.2, bakır tel %2.5) ve mineral ürünler (petrol gazı %8.3) şeklindedir. Özbekistan'ın ithalatı ise öncelikle bitmiş ürünlerdir, özellikle makineler (%25) ve ulaştırma (%12), ayrıca metaller (%12) (Şekil 3.2.'ye bakınız).

Ülke başlıca İsviçre (değer bazında ihracatın %44'ünü oluşturan en büyük ihracat hedefi, çünkü İsviçre dünya altın üretiminin %70'ini rafine eder. Çin Halk Cumhuriyeti (ilk ithalat kaynağı ve ikinci ihracat hedefi) ve Rusya Federasyonu (ikinci ithalat kaynağı ve üçüncü ihracat hedefi) ile ticaret yapmaktadır (Şekil 3.2.(a) ve (b)'ye bakınız). Kazakistan ve Türkiye de ihracatın büyük paylarına sahiptir (sırasıyla %8.2 ve %9.7) ve ithalatın (%11 ve %6) bir kısmını oluşturur.

Şekil 3.2. 2017 Yılında Özbekistan Ticareti



3.10 Bakırın Geleceğine Yönelik Beklentiler

Mevcut resesyoner ortamın ötesine bakıldığında, bazı makroekonomik trendler uzun vadede bakıra olumlu etki edebilir. Gerçekten de, bu trendler bakır yatırımcıları için bir miktar umut verici olmalıdır. Örneğin, yaklaşan resesyonun bakır talebine getireceği sınırlamalara rağmen, bu resesyonun küresel toparlanması gelecekte bakır üzerinde olumlu bir etkiye sahip olacaktır. Ekonomiler büyümeye dönüşürken, ekonomik faaliyetler de artacaktır. Buna bağlı olarak, bakır gibi emtialar, şirketler ve üreticiler yeni projelere girerek ve hammadde talebini artırarak destek bulma eğilimindedir. Sıfır emisyon hedefine geçiş de bakır üzerinde olumlu bir etki yapacaktır, çünkü bu metal elektrik iletiminde uzmandır. Elektrikli araçların ve temiz enerji sistemlerinin üretiminde önemli bir element olarak, uzmanlar dünyanın sıfır emisyon hedefine başarılı bir şekilde geçebilmesi için önümüzdeki 20 yılda geçmiş 13 yıldan daha fazla bakır kullanması gerekeceğini öne sürmektedir. Bu şaşırtıcı değildir; elektrikli araçlar, benzinli veya dizel araçlara kıyasla iki buçuk kat daha fazla bakır gerektirirken, yenilenebilir enerji üretimi, fosil yakıt kaynaklı enerjiden beş kat daha fazla bakır gerektirir. Bu bağlamda, bakır gelecek on yıllarda desteklenecektir. Bununla birlikte, küresel sıfır emisyon geçişi yatırımcıların daha sürdürülebilir uygulamalara odaklanmasını gerektirecektir. Elbette, küresel karbon azaltma çabası son on yılda önemli ölçüde hızlanmış ve birçok yatırımcının stratejilerini gözden geçirmelerini teşvik etmiştir. Bu nedenle, mevcut ekonomik iklimden bağımsız olarak, yenilenebilir enerji üretiminin, depolamanın ve iletiminin yatırımlarında artan bir yoğunlaşma gözlenmektedir ve bu durum bakırı destekleyecektir. Birçok insan için, bu emtiaya yatırım yapmak sıfır emisyon geçişine maruz kalmak için ucuz bir yoldur. Bu anlamda, yatırımcılar sürdürülebilirliğe doğru geçişte merkezi bir rol oynayacaklardır. GameStop kısa sıkışmasını akılda tutarak, perakende ve amaç odaklı yatırımcıların piyasalar üzerindeki etkisini görmüş bulunmaktayız ve bu trend daha da belirgin hale gelecektir. Dolayısıyla, şirketlere, üretim süreçlerine ve piyasalara baskı uygulayarak, hükümetlerin emisyonları azaltma konusundaki artan taahhütleriyle birlikte, yatırımcılar "yeşil devrim"in katalizörleri olabilirler. Biz HYCM olarak bunun farkındayız. Bu nedenle, yatırımcılarımızın bu geçişi hızlandıracak bakır ve Tesla gibi birçok stok ve emtiaya erişimi bulunmaktadır. Bununla birlikte, Tesla hakkında, şirketin pazar payıyla ilgili bazı endişeler bulunmaktadır. Örneğin, 2021'in üçüncü çeyreğinde Tesla, ABD'deki elektrikli araç satışlarının %75'ini oluşturdu. Bir yıl sonra, şirket satışların yalnızca %64'ünü oluşturdu ve birçok kişi CEO Elon Musk'ın Twitter'daki satın alma işleminin Tesla'nın markasına zarar verdiğini iddia etmektedir.

3.11 Bakırın Pil Teknolojisinde Bakırın Kullanımı

Pil teknolojisinde genellikle lityum iyon pillerinde bakır anotları kullanılır. Bakırın yüksek elektrik iletkenliği, yüksek yoğunluğu ve düşük maliyeti, lityum iyon pillerinde kullanım için cazip kılar. Pil teknolojisinde bakırın kullanımı birçok sektörü etkileyecektir. Bakırın en çok etkileneceği sektörlerden biri otomotiv sektörüdür. Elektrikli araçların yaygınlaşması ve karbon ayak izlerini azaltma çabalarıyla, elektrikli araçlar her geçen gün daha popüler hale gelmektedir.

Otomotiv sektöründe, sıfır emisyon hedeflerine ulaşmak için geleneksel içten yanmalı motorlu araçlardan düşük emisyonlu araçlar veya sıfır emisyonlu araçlara geçiş gerekmektedir. Sıfır emisyonlu araçların ana teknolojileri pil elektrikli araçlar (BEV'ler) ve hidrojenle çalışan yakıt hücreli elektrikli araçlardır (FCEV'ler). Düşük emisyonlu araçlar genellikle fişe takılabilen hibrit araçlar da dahil olmak üzere içten yanmalı motor ve bir pilin birleşimiyle çalışır. Birçok otomobil üreticisi 2035'e kadar tamamen elektrikli araçlara geçme niyetini açıklamıştır ve bazı durumlarda 2030'a kadar bu hedefi belirlemektedir. Metod Zaman Ölçümü (MTM) senaryosuna göre, küresel hafif araç filosunun 2030'lara kadar büyümeye devam etmesi ve ardından otonom araçların, paylaşımlı taşımacılığın ve toplu taşımacılığın gelişimi için yeniden destekle birlikte daralmaya başlaması beklenmektedir. Diğer senaryolarda ise küresel filo 2050'den sonra genişlemeye devam etmektedir, bu da bakır talebini daha da artıracaktır. MTM senaryosuna göre, hibrit araçlar ve BEV'ler 2040'tan itibaren küresel araç filosunun çoğunluğunu oluşturacaktır. FCEV'lerin hafif araç pazarında sadece küçük bir paya sahip olması beklenirken, ağır araç pazarında daha yüksek bir penetrasyona sahip olması beklenmektedir.

3.12 Elektrik Motorlarında Bakırın Kullanımı

Elektrik motorları, bakırın yaygın olarak kullanıldığı bir alandır. Bakırın yüksek iletkenliği ve dayanıklılığı, motorların daha verimli bir şekilde çalışmasını sağlar.

Elektrik motorları, çeşitli yollarla daha verimli hâle getirilebilir. Bunların bazıları, motorun tasarımında ve bileşenlerin

hassas inşasında yapılan ince iyileştirmelerdir. Ancak, motorlarda daha fazla bakır kullanmak büyük bir etkiye sahiptir. Bakırın yüksek iletkenliği, bileşenlerin daha küçük ve birbirlerine daha yakın bir şekilde yapılabilmesini sağlar. İndüksiyon motorları geniş çapta kullanılır. Bakır döküm rotorlar kullanılarak verimlilikleri artırılabilir - yine çünkü bakırda akımlar çok kolay bir şekilde akar. Elektrik motorları genellikle enerjiyi yüklerine aktarma konusunda %85 ila %95 verimlidir. Ancak, %85 ile %95 arasındaki fark çok büyüktür. 11kW motorun çalışma maliyetlerini 10 yıl boyunca 2.200 sterlin azaltmak ve yaklaşık 25 ton CO2 salınımını azaltmak için sağlanan enerjinin %5'inin tasarruf edilmesi gerekmektedir.

3.13 Bakırın Endüstrilere Etkisi

• Bakır ve Nanoteknoloji

Bakır, nanoteknolojide önemli bir role sahiptir. Nano boyutlu bakır partikülleri antibakteriyel ve termal yalıtım gibi özelliklere sahiptir. Sağlık sektöründe, antimikrobiyal özellikleri nedeniyle bakır yara iyileştirme malzemelerinde kullanılmaktadır. Savunma endüstrisinde ise yüksek dayanıklılığından dolayı zırh malzemeleri ve diğer askeri ekipmanların üretiminde kullanılmaktadır. Bakır alaşımları ayrıca roket motorlarının yapımında kullanılır. Özbekistan, bakırın nanoteknoloji ve savunma endüstrisinde kullanımı için potansiyel bir pazar olabilir.

Şirketler, üniversiteler ve devlet laboratuvarları, nanopartikül ve nano yapıların oluşturulması, özelliklerinin karakterize edilmesi ve yeni uygulamalarının keşfedilmesi konusunda yoğun çalışmalar yapmaktadır. Nanoteknoloji ile ilgili alınan patent sayısı hızla artmaktadır - 1997'de 370'ten 2002'de 2.650'ye kadar - 2002'de verilen tüm patentlerin sadece %2'si nanoteknolojiyle ilgili olsa da, bu oran 1997'deki %0.3'ten çok daha yüksekti. Başvuruların yaklaşık %90'ı özel şirketlerden gelirken, üniversiteler yaklaşık %7'sini, hükümet kurumları ve işbirlikçi araştırma merkezleri ise yaklaşık %3'ünü oluşturdu.

Bu alandaki uzmanlara göre, nanoteknoloji bir on yıl içinde küresel ekonomi üzerinde 1 trilyon dolardan fazla bir etkiye sahip olacak. Ticarileşmesi zaman zaman uzak gibi görünse de, nanoteknolojinin imalat, sağlık hizmetleri, enerji, tarım, iletişim, ulaşım ve elektronik gibi birçok pratik endüstri üzerinde büyük etkileri olması beklenmektedir. Örneğin, nanoteknoloji, korozyona dayanıklı boya, sıvı geçirmez kot pantolonlar ve diş fırçalamayı ve diş ipi kullanmayı gerektirmeyen süper bir ağız gargarası gibi sıradan ürünlerin üretimini mümkün kılması beklenmektedir. Ayrıca, tamamen yeni endüstrilerin doğmasına neden olması beklenmektedir.

• Sağlık Sektörü ve Bakır

Avustralya'daki RMIT Üniversitesi'nde bir bilim ekibi, yüzeyinde bakterileri normal bakırdan 100 kat daha hızlı öldürebilen bir bakır alaşımı geliştirdi. Araştırmacılar, bakır ve mangan atomlarını kullanarak malzemeyi oluşturdu ve daha sonra malzeme oluştuktan sonra manganı çıkardı, bu da büyük bir yüzey alanına sahip tarak benzeri bir bakır yapı oluşturdu. Bu gelişme, sağlık tesislerinde ilaçlara dirençli bakterilerle mücadeleye yardımcı olabilir ve anti-mikrobiyal kapı kolları ve el rayları, yüz maskeleri, solunum cihazları ve havalandırma sistemlerinde kullanışlı olabilir. Bakır doğal olarak antibakteriyeldir ve bakır iyonları maruz kalan bakteri hücrelerinde toksik etkilere neden olur. Bu doğal fenomen yararlı olsa da, yüzeydeki bakterileri öldürmek için bazen biraz yavaş olabilir. Yoğun olarak temas edilen nesneler, örneğin yoğun bir hastane koridorundaki kapı kolları için bu, bakterilerin bir kişiden diğerine transferini önlemek için yeterince hızlı olmayabilir. Bakır alaşımını oluşturmak için araştırmacılar, bir bakır kalıp döküm süreci kullandı ve alaşım içine hem manganı hem de bakırı dahil etti. Ancak, ucuz bir kimyasal işlem olan dealloying, manganı çıkarmalarına yardımcı oldu ve gözenekli bir bakır yapı bıraktı. Yüzey alanı, değiştirilmemiş bakıra kıyasla dramatik bir şekilde arttığı gibi, malzeme hidrofilitiktir ve yüzey suyundaki bakterileri içine çeker ve onlar için ekstra stres oluşturur. Çalışmaya dahil olan diğer bir araştırmacı olan Jackson Leigh Smith, "Bakırımız, tarak benzeri mikro ölçekli boşluklardan oluşuyor ve o tarak yapısının her dişi içinde çok daha küçük nanoskala boşluklar bulunuyor; büyük bir etkin yüzey alanına sahip" dedi. "Bu desen ayrıca yüzeyi süper hidrofilik, yani suyu seven hale getirir, bu nedenle su damlacıkları yerine su düz bir film halinde üzerinde durur. Hidrofilik etki, bakteri hücrelerinin yüzey nano yapısı tarafından gerilmeleriyle şekillerini korumakta zorlandığı anlamına gelirken, gözenekli desen bakır iyonlarının daha hızlı salınmasına izin verir. Bu birleşik etkiler, bakteri hücrelerinin yapısal bozulmasına neden olarak, zehirli bakır iyonlarına karşı daha savunmasız hale gelmelerini sağlar ve aynı zamanda bakteri hücrelerinin içine bakır iyonlarının alınmasını kolaylaştırır. İşte bu etkilerin kombinasyonu, bakterilerin büyük ölçüde hızlandırılmış bir şekilde yok edilmesine neden oluyor."

Araştırmacılar, bakır alaşımının, havalandırma sistemleri, kapı kolları ve hatta yüz maskeleri de dahil olmak üzere çeşitli sağlık hizmeti ortamlarında ve cihazlarda çok kullanışlı bir antimikrobiyal yüzey olabileceğini umuyor.

Yeni malzemenin geliştiricilerinden biri olan Ma Qian, bir basın açıklamasında, "Standart bir bakır yüzey, dört saat içinde altın stafilokok bakterisinin yaklaşık %97'sini öldürür" dedi. "İnanılmaz bir şekilde, özel olarak tasarladığımız bakır yüzeyine altın stafilokok bakterisini yerleştirdiğimizde, hücrelerin %99.99'unu sadece iki dakikada yok etti. Yani sadece daha etkili değil, aynı zamanda 120 kat daha hızlı. Bu kadar yaygın bir malzeme için bakır yapımız son derece etkili olduğunu gösterdi."

Dünyanın en gelişmiş roket motorları bakır ve bakır alaşımlarına bağlıdır. Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) için inşa edilen dört uzay mekiği içinde her biri üç güçlü motor kullanılır.

"NASA'nın uzay uçuşlarında bakır ve bakır alaşımları önemli bir rol oynar," diyor Alabama'nın Huntsville şehrindeki George C. Marshall Uzay Uçuş Merkezi'nde proje mühendisi olan R. Jeffrey Ding. "Uçuş sırasında, uzay mekiğinin ana motorları muazzam bir ısı üretir. Bu ısyı dağıtmak, motorların bütünlüğünü korumak için esastır. Bu gereksinim için bakır en arzu edilen metallerden biridir," diyor Ding.

3.14 NASA, 3D Baskıyla İlk Tam Ölçekli Bakır Roket Motor Parçasını Üretiyor

Bakır denildiğinde aklınıza cebinizdeki kuruş gelebilir, ancak NASA mühendisleri, tam ölçekli bir bakır roket motor parçasını 3D baskıyla üreterek vergi mükelleflerine milyonlarca kuruş tasarruf etmeye çalışıyor. "Katmanlı imalatla ilk tam ölçekli, bakır roket parçasını üretmek, havacılık alanında 3D baskının bir kilometre taşıdır," diyor NASA Genel Merkezi'nde Uzay Teknolojisi Misyon Direktörlüğü'nde görevli Steve Jurczyk. "Katmanlı imalat, Mars'a doğru olan yolculuğumuza devam etmemize ve hatta Kızıl Gezegen'de yaşayan kaşifleri sürdürmemize yardımcı olmak için benimsediğimiz birçok teknolojiden biridir." Roketleri hareket ettiren itme sağlayan karmaşık parçalar bir araya getirilerek oluşturulur ve farklı malzemelerden yapılmıştır. Katmanlı imalat, uzay roketlerinde kullanılan bakır halkayı, süper soğuk iticilerin karıştırıldığı ve roketleri uzaya göndermek için gereken aşırı sıcaklıklara ısıtıldığı roket yanma odalarında bulunan bir parça gibi, zaman ve maliyet açısından azaltma potansiyeline sahiptir. Kağıt kenarı inceliğindeki bakır halka duvarının iç kısmında sıcaklıklar 5.000 Fahrenheit dereceye kadar yükselir ve bu sıcaklıkla erimesini önlemek için duvarın diğer tarafında 100 derecenin üzerinde mutlak sıfırın altında soğutulan gazların dolaşmasını sağlamamız gerekmektedir," diyor bakır roket motoru halkasının üretildiği Alabama'nın Huntsville şehrindeki Marshall Uzay Uçuş Merkezi'nin Mühendislik Direktörlüğü'nün direktörü olan Chris Singer. "Gazın dolaşması için yanma odası halkası iç ve dış halka duvarları arasına inşa edilen 200'den fazla karmaşık kanal içerir. Bu küçük geçişleri karmaşık iç geometrilerle yapmak, katmanlı imalat ekibimizi zorladı." Marshall'ın Malzeme ve İşleme Laboratuvarı'ndaki bir seçici lazer eritme makinesi, 10 gün 18 saatte halkayı oluşturmak için 8.255 katman bakır tozunu birleştirdi. Halkayı yapmadan önce, malzeme mühendisleri diğer birkaç test parçası üretti, malzemeyi karakterize etti ve bakırla katmanlı imalat için bir süreç oluşturdu.

Biliyor Muydunuz ?

Bakırın %70'i enerji verimliliğinden faydalanan elektrik uygulamalarında kullanılır. İletken uygulamalarda kullanılan bir ton bakırın ömrü boyunca, enerji tüketiminin azalmasından dolayı kullanıcılara 16.000 sterlin ile 1,6 milyon dolar arasında tasarruf sağlar.

Bakır, ısyı çok iyi iletebilen bir malzemedir," diyor Marshall'daki üretimi yöneten malzeme mühendisi Zach Jones. "Bu nedenle bakır, bir motor yanma odasını kaplamak ve diğer parçalar için ideal bir malzemedir, ancak bu özellik, lazerin bakır tozunu sürekli olarak eritmesini zorlaştırır." Katmanlı imalatla yapılan bakır roket parçalarının sayısı sınırlı olduğundan, NASA, hem aşırı sıcaklık hem de soğuklara dayanması gereken ve bir kurşun kalem izi kadar ince bir iç duvarın dışında karmaşık soğutma kanalları bulunan bir roket bileşenini 3D baskıyla üreterek yeni teknolojik alanlara öncülük ediyor. Parça, Cleveland, Ohio'daki NASA Glenn Araştırma Merkezi'nde malzeme bilimcileri tarafından oluşturulan GRCO-84 adlı bir bakır alaşımı ile yapılmış olup, kapsamlı malzeme karakterizasyonu, 3D baskı işlem parametrelerini doğrulamaya ve yapım kalitesini sağlamaya yardımcı oldu. Glenn, gelecekteki 3D baskılı roket motoru tasarımlarını yönlendirmek için kullanılacak geniş bir mekanik özellikler veritabanı geliştirecektir. ABD endüstriyel rekabet gücünü artırmak için veriler, Marshall tarafından yönetilen NASA'nın Malzeme ve İşleme Bilgi Sistemi (MAPTIS) aracılığıyla Amerikan üreticilere sunulacaktır.

"Amacımız, roket motoru parçalarını 10 kat daha hızlı üretmek ve maliyeti %50'den fazla azaltmaktır," diyor projenin lideri olan Marshall'daki itki mühendisi Chris Protz. "Tek bir parça üretmek ve test etmekle uğraşmıyoruz. İleri tasarımlara sahip motor parçalarını üretmek için endüstrinin benimseyebileceği tekrarlanabilir bir süreç geliştiriyoruz. Nihai hedef, roket motorlarının herkes için daha uygun maliyetli hale gelmesidir."

Şekil 3.3. NASA'nın İlk Tam Ölçekli Bakır roket Parçası [85]



3.15. Özbekistan'ın Teknoloji Bağımlılığının Belirlenmesi, Bakırdan Alternatif Malzemelerin Üretiminde Teknoloji Transferinin Gerekliliği ve Koşulları

Bakırdan alternatif malzemelerin üretimi genellikle daha hafif ve/veya daha dayanıklı malzemelerin üretilmesini hedeflerken bakırın elektriksel ve termal iletkenliğini korumayı amaçlar. Özbekistan'ın bu alandaki yabancı bağımlılığı, ülke tarafından üretilen bakırın kalitesi ve miktarına bağlıdır. Özbekistan dünya genelinde bakır üretiminde önemli bir konuma sahip olmasına rağmen, alternatif malzemelerin üretiminde kullanılabilecek teknolojik altyapıya sahip olmayabilir. Bu nedenle, teknoloji transferi ve yabancı yatırımlarla üretim altyapısının geliştirilmesi gerekebilir.

3.16 Sıfır Atık Politikasıyla Üretim Yönetimi Oluşturulması

Bakır atıklarının geri dönüşümü yoluyla yarıiletken üretimi, sıfır atık politikasının uygulanmasına katkıda bulunabilir. Bu süreçte, Özbekistan'ın geri dönüştürülebilir bakır atıklarının toplanması, ayrıştırılması ve işlenmesi için uygun bir altyapıya sahip olması gerekmektedir. Bu atıkların geri dönüşümü, yarıiletken üretimi için gereken yüksek saflıkta bakır malzeme sağlayabilir ve aynı zamanda çevresel kirliliği azaltabilir. Sıfır atık politikasının oluşturulması, atık yönetimine daha sürdürülebilir bir yaklaşım benimsemeyi ve mümkün olduğunca atığı en aza indirmeyi amaçlar. Bu politika, Özbekistan'daki bakır üretim ve kullanım süreçlerine de uygulanabilir.

3.17 Özbekistan'da Atık Yönetim Sistemi: Yabancı Yatırımcılar ve Mevcut Reformlar İçin Çerçeve

Özbekistan Cumhuriyeti, çevresel sorunları, özellikle atık yönetimini çözme konusunda önemli çabalar harcamakta ve bu alandaki yasalarını reforma tabi tutmaktadır. Nisan 2019'da Özbekistan Cumhurbaşkanı, "2019-2028 Dönemi İçin Katı Atık Yönetimi Stratejisi"ni benimsemiştir. Bu strateji, atıkların tedavisi için etkili bir sistem oluşturmayı amaçlamaktadır. Reform, atık üreten tüm şirketleri, yaşam bilimleri sektöründe faaliyet gösterenleri de içeren, etkileyecektir. Bu yeni uzun vadeli strateji, atık yönetimi alanında çeşitli projeleri hayata geçirmek için potansiyel yatırımcılara büyük fırsatlar sunmaktadır.

3.18 Yetkili Kamu Otoriteleri

Özbekistan Cumhuriyeti Bakanlar Kurulu, atık yönetimi için Devlet programlarını onaylamak ve sektörel prosedürler belirlemek üzere en üst yetkili organdır. Atık yönetimini düzenlemekle özel olarak görevlendirilmiş dört ulusal yetkili

kurum şunlardır:

Özbekistan Cumhuriyeti Çevre Ve Çevre Koruma Devlet Komitesi (Otoritesi)

- Çevre mevzuatına uyum sağlama;
- Atık depolama standartlarının belirlenmesi ve atık tesisleri için gerekliliklerin belirlenmesi;
- Atık depolama alanlarının belirlenmesi.

Özbekistan Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı

- Belirlenen hijyen standartlarına uyumun izlenmesi;
- Atık yönetimi operatörlerinin talebi üzerine hijyen standartlarının değerlendirilmesi ve uygun izinlerin verilmesi;
- Atıktan üretilen ürünler için hijyen standartlarının belirlenmesi ve hijyen sertifikası verilmesi.

“Kommunchizmat” Devlet Ajansı

- Uluslararası finansal ve ekonomik kuruluşları içeren yatırım projelerinin geliştirilmesi, örneğin Asya Kalkınma Bankası;
- Konut inşaatı ve belediye hizmetleri alanında yabancı devlet finansal kuruluşlarının çalışmalarına katılım.

Özbekistan Cumhuriyeti İş Sağlığı Devlet Komitesi (Otoritesi)

- Madencilik ve imalat sektörlerinin atık depolama ve bertarafı üzerinde kontrol ve denetim;
- Radyoaktif atıkların radyasyon güvenliğinin kontrolü.

Taşkent'in başkenti olarak atık taşıma ve bertarafı ile çöp konteynerlerinin veya toplama noktalarının işletmesi, devlet kurumu “Makhsustrans” tarafından yürütülmektedir. Özbekistan'ın Karakalpakistan özerk cumhuriyeti ve diğer bölgelerinde atık bertarafı ve arıtmasıyla ilgilenen devlet kurumu “Tozakhudud” sorumludur. 1 Ağustos 2018'den itibaren özel şirketlere de Taşkent ve bölgelerinde atık bertarafı hizmetleri sunma izni verilmiştir. Devlet sözleşmeleri elektronik bir ihale sistemine göre verilmektedir.

3.19. Atık Yönetimi Stratejisinin Uygulanması

Stratejinin uygulanması iki aşamaya ayrılmıştır:

Birinci Aşama (2019-2021)

Bu aşama, atık yönetimi sektöründe yasal çerçevenin ve ekonomik düzenlemenin reformunu içermektedir. Ayrıca, Özbek halkının atık yönetimi konusunda ödeme disiplini güçlendirmeyi ve atık yönetimi alanında halka yönelik bir bilgi sistemi geliştirme metodolojileri ve bilgi desteği sağlamayı amaçlamaktadır.

Bugüne kadar stratejinin uygulanması için birkaç düzenleme kabul edilmiştir. Bunlar, katı atık depolama alanlarının planlanması ve işletilmesine ilişkin talimatlar ve atık taşıma kurallarıdır. Ancak, stratejinin ilk aşamasının bugüne kadar yetersiz olarak değerlendirildiği, önce bireysel uzmanlar tarafından ve daha sonra hükümet tarafından belirtilmiştir.

Özbekistan hala yılda 7 milyondan fazla atık üretmektedir. Bunun sadece %19'u işlenmektedir. Atık yönetimi hizmetleri henüz Özbekistan'ın tüm şehirlerinde mevcut değildir. Ek olarak, ülkenin ekonomisi genel olarak büyüdükçe atık hacmi de artmaktadır. Bu nedenle, Samarkand gibi büyük şehirlerde ve ülkenin diğer bölgelerinde inşaat atığı ve imalat endüstrileri için özel depolama alanları oluşturulması planlanmaktadır. Ayrıca, toplamda 221 çöplük (evsel atık), hijyen ve çevre standartlarını karşılamak üzere düzenlenecektir. Burada, Alman şirketleri için Özbek hükümetine ve şirketlere planlanan önlemlerin uygulanması konusunda danışmanlık yapma konusunda iyi fırsatlar ortaya çıkmaktadır.

İkinci Aşama (2022-2028)

İkinci aşamada, atık ayrıştırma alanında atık altyapısını geliştirmek için yabancı yatırımların çekilmesi planlanmaktadır. Yatırım aynı zamanda ara depolama ve atık işleme tesislerinin inşası, entegre atık yönetiminin iyileştirilmesi ve katı şehir atık işleme tesislerinin geliştirilmesine yönlendirilecektir.

Aşağıdaki hedeflerin gerçekleştirilmesi planlanmaktadır:

- Belediye ve evsel katı atığın ülke genelinde %100'ünün toplanması;
- Mevcut belediye katı atığının en az %60'ının işlenmesi (örneğin, atık ayrıştırma);
- Belirli tipteki belediye katı atıklarının işleme tabi tutulma oranının %25'e kadar artırılması (Bakır, araba lastiği, piller, atık yağlar, ambalaj atığı vb.);
- Çöplere atılan belediye katı atık hacminin %60'a kadar azaltılması;
- Çöplüklerin yasal gerekliliklere uygun olması ve özellikle çöplüklerde tam toprak remediasyonunun sağlanması;
- Atık tesislerinde alternatif enerji kaynaklarının kullanımının %35'e kadar artırılması;
- Çöplüklerin denetimi (yeraltı su durumu ve hava kalitesi kontrolü)

Altyapıyı iyileştirmek amacıyla hükümet, organik, geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülemez belediye katı atığının toplanmasını ve bertarafını optimize etmeyi planlamaktadır. Ayrıca, belediye katı atığı olan uzak bölgeler için özel sıkıştırma üniteleri (atık sıkıştırıcılar) ile donatılmış aktarma istasyonları inşa etmek planlanmaktadır. Ek olarak, 57 özel devlet atık yönetimi şirketi için yeni araç filolarının ve Cumhuriyet genelinde atık yönetimi şirketlerinin özel araçlarının teknik bakımı için 13 bölgesel hizmet merkezinin kurulması planlanmaktadır. Örneğin, Alman şirketleri için özel teknolojiyle araç donatma alanında Özbek pazarına başarılı bir giriş yapma fırsatları ortaya çıkabilir.

2022-2025 yılları arasında katı atık hacmini azaltmak için evsel atık sistemine ek olarak beş farklı şekilde işaretlenmiş atık konteynerine dayanan ayrı bir atık toplama sistemi de uygulanması planlanmaktadır:

- Geri dönüştürülebilir atık
- Organik atık
- Geri dönüştürülemeyen atık
- Zararlı atık
- Cam

Buna ek olarak, tüketici ambalajları için bir depozito-iade sisteminin uygulanması için hazırlıklar zaten başlamıştır. Bu sisteme geçişin avantajlarından biri, katı atığın toplanması, depolanması, sınıflandırılması, taşınması ve bertarafıyla ilişkili daha düşük maliyetlerdir. Ayrıca, kaliteli hammadde satışından elde edilen gelirleri artıracak ve atık toplama ve bertaraf hizmetlerinin maliyetini azaltacaktır.

Sırderya, Jizzach ve Chorezm gibi bölgelerde su ve yeraltı su rezervlerine yakın konumlanmış çöplükler kapatılacaktır. 2028 yılı sonuna kadar toplam 1108.6 hektarlık alana sahip 167 çöplük kapatılacak ve rekültivasyon çalışmaları yapılacaktır. Mevcut 167 çöplüğün yerine toplamda 693.3 hektarlık alana sahip 54 modernize edilmiş çöplük inşa edilecek ve 80 hektarlık alana sahip 5 yeni çöplük açılacaktır.

3.20 Yatırımcılar için Tercihler ve Teşvikler

Yatırımların desteklenmesi için özel sektör kuruluşlarına tercihler ve teşvikler sağlanması en önemli faktörlerden biridir. Özellikle 5 Nisan 2005 tarihli UP-3594 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ve 30 Aralık 2019 tarihli Özbekistan Cumhuriyeti Vergi Kanunu temel alınarak, yabancı doğrudan özel yatırımların hacmine bağlı olarak 1 Ekim 2020 tarihinden itibaren mülkiyet vergisi, servet vergisi ve su kaynakları kullanımına ilişkin vergiden muafiyet şeklinde vergi avantajları sağlanması planlanmaktadır. süresince geçerlidir.

Yukarıda belirtilen sürenin sona ermesinden bir yıl sonra atık işleme hizmeti sunan bir şirket iş faaliyetlerine son verirse, yabancı yatırımcıya verilen teşvikleri geri ödemesi gerekmektedir.

Belirli şehirlerde (örneğin Andican, Nukus, Gülistan, Buhara, Semerkant) katı atık toplama, taşıma, kullanma, işleme ve bertarafı için inşaat sahalarında faaliyet gösteren işletmeler ilave tercihlerden faydalanabilir. Devlet tarafından onaylanmış listede yer alan özel amaçlı araçları (örneğin atık toplama araçları, dökme kamyonlar ve diğer ekipmanlar) ithal eden şirketler, 1 Ocak 2022 tarihine kadar ithalat vergisinden muaf olacaklardır. Atık işleme için kullanılan tesisler veya tesislerin parçaları da 1 Ocak 2022 tarihine kadar gümrük vergisinden muaf olacaktır. Detaylar özel düzenlemelerle düzenlenmektedir.

3.21 Tarife Düzenlemeleri

Strateji ayrıca belediye katı atık bertaraf hizmetleri için ücretlerin düzenlenmesi ile ilgili zorluklara da dikkat çekmektedir. Şu anda ücretler sadece atık toplama ve bertaraf hizmetleri için alınmaktadır. Atık sınıflandırma, bertaraf ve çöplüğe gönderme maliyetleri için resmi tarifeler henüz uygulanmamaktadır. Özbek hükümeti, gelecekte bu alanları da düzenlemek için çaba sarf etmektedir.

3.22 Atık Yönetiminde Kamu-Özel İş Birliği

18 Mayıs 2018 tarihli PP-3730 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi gereğince 1 Ağustos 2018 tarihinden itibaren çöplük alanlarının PPP (Kamu-Özel İşbirliği) sözleşmesi temelinde şirketlere tahsis edilmesi mümkün olmuştur. Çöplük alanları, "E-IJROAUKSION" adlı çevrimiçi platform aracılığıyla elektronik ihalelerle tahsis edilmektedir.

Özel sektör kuruluşları ve başvuru sahipleri için aşağıdaki gereklilikler geçerlidir:

- Kurumsal kimlik olarak devlet kaydı sertifikasına sahip olmaları gerekmektedir.
- Tahsis edilen alanda tüm atıkları toplayabilecek teknik açıdan sağlam atık toplama araçları yeterli sayıda bulunmalıdır. İhale belgelerinde belirtilen bilgiler belirleyicidir.
- Transport hizmeti sağlama için geçerli bir lisansa ve başvuruda belirtilen her araç için bir lisans kartına sahip olmaları gerekmektedir.
- Başvuru yapıldığı sırada başvuru sahibi için iflas davası süreci devam etmemelidir.
- İflas süreci olmamalıdır.

PP-3730 sayılı Yönetmelik gereğince, PPP sözleşmeleri en az beş yıllık bir süre için yapılmalıdır. Ancak, Kamu-Özel İş birliği Kanunu'na göre, bu tür sözleşmelerin süresi genel kurala aykırı olarak 49 yılı aşabilir.

3.23 Tıbbi Ürünlerin İmhası

Özbekistan'da, tıbbi atıkların bertarafı finansman eksikliği nedeniyle büyük bir sorundur. Hükümet şimdiye kadar bu sorunu görmezden gelmişken, Covid-19 salgını sırasında çok daha ciddi hale gelmiştir. Tıbbi atıklar, bağlayıcı olan özel "Cumhuriyet sağlık kurumlarında atık toplama, depolama ve bertarafı için Hijyen düzenlemeleri ve standartları"na

tabidir. Bu kurallara göre, tüm tıbbi atıklar A, B, V, G ve D olmak üzere 5 sınıfa ayrılır. A sınıfı tehlikeli olmayan tıbbi atıkları içerir ve toplama ve bertarafı belediye katı atıklarıyla aynı şekilde yapılır. B sınıfı, potansiyel olarak tehdit oluşturabilen tehlikeli (potansiyel olarak bulaşıcı) atıkları içerir ve imha edilmelidir.

Özbekistan'da bazı şirketler, B sınıfı atıkların yakma yoluyla bertarafıyla ilgilenmektedir, ancak bu atıkların sadece %21'ini kapsayabilmektedir. 2020 yılında bu şirketler, Covid-19 virüsünün yayılması ve büyük miktarda tıbbi atık nedeniyle zamanında atığın uzaklaştırılmasını sağlayamamıştır, çünkü yakma kapasiteleri yetersizdir. Yakma yerine olası alternatifler şu anda araştırılmaktadır. V sınıfı tıbbi atıklar, tehlikeli enfeksiyon taşıyıcılarıyla temas etmiş materyalleri içerir. Bunlar "otoklav" adı verilen cihazlarda sterilize edilir ve özel laboratuvarlar aracılığıyla bertaraf edilir. 2018 yılında sterilizasyon ve bertaraf işleri, kamu-özel ortaklıkları (PPP) aracılığıyla özel sektör kuruluşlarına devredildi. İlk olarak acil sağlık sisteminde (acil tıp, klinikler vb.) pilot projeler başlatılmalıdır. Daha sonra bölgelerde projeler uygulanmaya başlanır. G sınıfı örneğin süresi geçmiş ilaçları içerirken, D sınıfı radyoaktif atıkları içerir. G ve D sınıfı atıklar, özel lisanslı şirketler tarafından yönetilmektedir.

Özbekistan tarafından benimsenen stratejinin güçlü halk desteği olduğu sonucuna varılabilir. Bu, reform çabalarına daha da ivme kazandırılmalıdır. Özbekistan atık yönetimi sektöründeki reformlar, önemli yatırım ihtiyacı yaratmakta ve teknik bilgi transferi için iyi bir platform sunmaktadır. Atık yönetimi stratejisinin hırslı hedeflerine ulaşmak için yatırımların hızla yapılması gerekmektedir. Özellikle yaşam bilimleri endüstrisinden potansiyel yatırımcılar, özel amaçlı araçları veya özel makineleri Özbekistan'a tedarik etme ve atık yönetimi alanında Özbek ortaklara bilgi ve deneyimlerini sunma konusunda iyi fırsatlara sahiptir. Yeni alanlar oluşturma, mevcut alanların yeniden tasarımı ve özellikle atık ayrıştırma ve işleme konularında Özbekistan'a destek sağlayabilirler.

3.24. Sonuç

Özbekistan tarafından benimsenen stratejinin güçlü halk desteği olduğu sonucuna varılabilir. Bu, reform çabalarına daha da ivme kazandırılmalıdır. Özbekistan atık yönetimi sektöründeki reformlar, önemli yatırım ihtiyacı yaratmakta ve teknik bilgi transferi için iyi bir platform sunmaktadır. Atık yönetimi stratejisinin hırslı hedeflerine ulaşmak için yatırımların hızla yapılması gerekmektedir. Özellikle yaşam bilimleri endüstrisinden potansiyel yatırımcılar, özel amaçlı araçları veya özel makineleri Özbekistan'a tedarik etme ve atık yönetimi alanında Özbek ortaklara bilgi ve deneyimlerini sunma konusunda iyi fırsatlara sahiptir. Yeni alanlar oluşturma, mevcut alanların yeniden tasarımı ve özellikle atık ayrıştırma ve işleme konularında Özbekistan'a destek sağlayabilirler.

3.25. Bakır Madeni Ticaret Verileri

Son 5 yılda ürünü en çok ithal eden ülkeler;

Bu bölümde, söz konusu ürün için son 5 yılın ithalat rakamlarına dayanarak dünyanın önde gelen alıcı ülkeleri incelendi.

Tablo 3.3. 74.03 GTIP'ye göre en çok ithalat yapan ülkeler (ABD doları bazında)

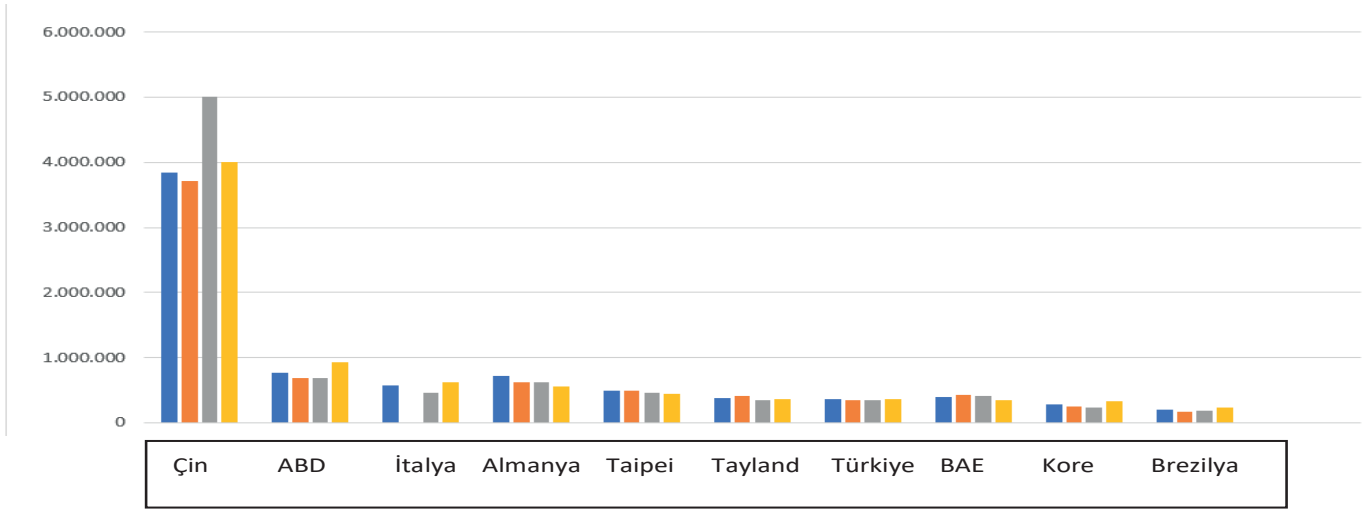
İthalatçılar	2018 İthalat Değeri	2019 İthalat Değeri	2020 İthalat Değeri	2021 İthalat Değeri	2021 Yılı Artış Oranı
Dünya	67.133.660	59.733.834	65.543.638	93.380.729	%42
Çin	25.637.757	22.472.769	30.601.055	36.073.461	%18
ABD	5.075.135	4.128.246	4.233.882	8.679.097	%105
İtalya	3.803.395	3.423.086	2.839.084	5.650.588	%99
Almanya	4.709.074	3.736.179	3.886.969	5.178.211	%33
Taipei, Çin	3.244.178	2.953.173	2.784.381	4.092.746	%47
Tayland	2.567.682	2.541.173	2.111.007	3.465.314	%64
Türkiye	2.454.167	2.149.490	2.194.639	3.391.348	%55
Birleşik Arap Emirlikleri	2.571.792	2.605.925	2.404.701	3.185.527	%32
Kore Cumhuriyeti	1.893.252	1.510.167	1.455.697	3.054.674	%110
Malezya	2.061.306	1.890.243	928.426	2.293.605	%1479

Yukarıdaki Tablo 3.3'te, son 4 yıla ait dünya dış ticaretini ve önemli alıcı ülkeleri ABD doları bazında göstermektedir. Tablodan görüleceği gibi, söz konusu ürünün dünyadaki önde gelen ithalatçıları Çin, Amerika, İtalya, Almanya ve Taipei'dir.

2021 yılında, 93 milyar 380 milyon 729 bin dolarlık bir dış ticaret ve %42'lik bir artış görülmektedir. Bu rakamın 36 milyar dolarlık kısmı Çin pazarına satılmıştır. Amerika ikinci sırada 8 milyon dolarla yer alırken, İtalya üçüncü sırada 5 milyar dolarla yer almaktadır. ABD'nin 2021 ile 2020 arasında %105'lik bir artış sağladığı görülmektedir. Öte yandan Suudi Arabistan'da %1'lik bir azalma yaşanmıştır.

- Amerika ise ikinci en büyük ithalatçıdır.,
- Çin birinci hedef pazarıdır.

Şekil 3.4. Ülkelerin 74.03 GTIP Miktar/Ton Bazında Yaptığı Satın Alma Oranları



Çin, söz konusu ürün için 2021 yılında 4 milyar dolarlık bir satın alma yapmıştır.

Amerika ise 929 milyon dolarlık bir satın alma gerçekleştirmiştir.

İtalya ise 614 milyon dolarlık bir satın alma yapmıştır.

Tablo 3.4. 74.03 GTIP US\$ Bazında Önde Gelen İthalat Yapan Ülkeler

İthalatçılar	2018 (ABD \$)	2019 (ABD \$)	2020 (ABD \$)	2021 (ABD \$)	2022 (ABD \$)
Amerika Birleşik Devletleri	6.667	6.090	6.107	9.334	9.195
Almanya	6.629	6.029	6.212	9.176	8.945
türkiye	6.669	6.085	6.216	9.280	8.834
Tayland	6.860	6.250	6.137	9.443	9.313
Kore Cumhuriyeti	6.628	6.083	6.109	9.309	9.029
Malezya	6.779	6.324	6.409	9.686	8.890
Brezilya	6.637	6.064	6.271	9.134	8.678
Fransa	6.405	5.962	6.191	9.271	9.070
ispanya	6.417	5.852			9.050
Yunanistan	6.530	6.080	6.079	9.205	8.841
Kanada	6.527	6.136	6.327	9.303	9.091
Güney Afrika Birleşik Krallık	6.748	6.185	6.197	9.359	9.465
Sırbistan	6.583	6.221		9.044	9.030
Sırbistan	6.625	6.199	6.340	10.025	8.317
Japonya	7.159	6.274	6.121	9.091	9.315
İsviçre	7.207	6.791	6.704	8.973	10.120
Çek Cumhuriyeti	4.477	4.125	3.792	4.972	5.180
Portekiz	6.339	5.687	5.321		7.824
Litvanya		5.271	4.340	6.081	5.748
Arjantin	6.823	6.557	6.422	8.245	8.376

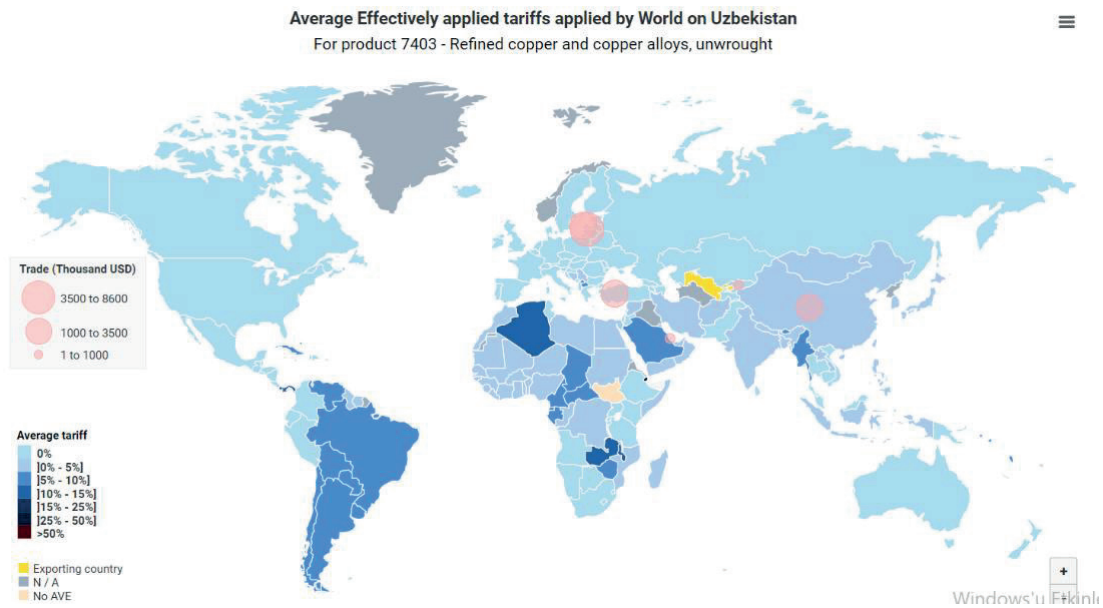
Yukarıdaki tablo, ürün için önde gelen ithalat yapan ülkelerdeki alıcıların ödediği US\$/Miktar fiyatlarını göstermektedir. Ürünün ortalama fiyatı US\$ 6,500-9,500 aralığındadır. İsviçre'de bu bandın dışına çıkan fiyatlar nadiren görülür. İsviçre'nin ton başına ürün için daha fazla ödeme yapması dikkat çekicidir. Bunun birçok farklı nedeni olabilir. İsviçre daha kaliteli ürünleri tercih etmiş olabilir veya dış ticarete yaygın olan bazı ülke istatistikleri yeniden ihraç edilen veya ithal edilen ürünleri içerebilir. Bu ve birçok farklı nedeni dikkate alarak, İsviçre pazarı daha dikkatli bir şekilde incelenmelidir.

Ürün için İsviçre'nin giderek daha fazla ödeme yaptığı görülmektedir. Miktar bazında Sırbistan tarafından ödenen rakamlar analiz edildiğinde; ithal ettikleri tedarikçi ülkelerden elde edilen verilerin yansıdığı görülmektedir. (Yeşil renk = Yansıtılmış Veri)

Yansıtılmış Veri: Seçilen ülke ile ticaret yapan ülkelere alınan yansıtılmış ticaret verileri ve eksiklik içeren tahmini ticaret istatistikleri.

Tablo 3.4.'te aynı zamanda ihracata başlayacak olan şirketlerin pazarda fiyat açısından nasıl rekabet edebileceği konusunda bilgi sağlamaktadır. Fiyatın artması veya azalması, pazardaki rekabetin bir göstergesi olabilir. Ürünün talebinde artış ve azalış yaşanması, pazarda daha kaliteli ürünlerin yer aldığını göstermektedir. Bu ürünlerin pazardaki rekabetçilikleri üzerinde gümrük vergisi oranlarının uygulanması da oldukça etkilidir. Gümrük vergisinin temel amacı, maliyetleri artırarak ithalatın cazibesini azaltmak ve bu şekilde yerli ürünleri kullanımını yönlendirmek ve yerli üretimi artırmaktır. Özellikle farklı ihracatçı ülkelere farklı gümrük vergileri uygulandığı unutulmamalıdır. Ülkemiz, uluslararası ticarete FTA (Serbest Ticaret Anlaşmaları) ağı kurma eğilimi ve Gümrük Birliği çerçevesinde Avrupa Birliği'nin anlaşma sağladığı ülkelerle karşılıklı fayda temelinde benzer anlaşmalar yapmaktadır. Bu sayede ihracat faaliyetlerinde hedef ülkeler belirlenmektedir.

Şekil 3.5. 74.03 GTIP ÖZBEKİSTAN'a göre 2021'de İthalat, Dış Ticaret Dengesi, Birim İthalat Fiyatları, Ortalama Gümrük Vergisi, Mesafe Ve Pazar Yoğunlaşması



Tablo 3.5. Özbekistan Ticaret Göstergeleri

İthalatçılar	Dışa Aktarılan Değer 2021 (ABD Doları)	Ticaret Dengesi	2021 Yılında İhraç Edilen Miktar	Birim Değeri	2007-2021 Yılları Arasında Partner Ülkelerdeki Toplam İthalat artışı	Ortak ülkeler ile Tedarik Pazarları Arasındaki Ortalama Mesafe(km)	Ortak Ülkelerin Tedarik Eden Tüm Ülkelerin Yoğunlaşması	Özbekistan'ın Karşılaştığı Ortalama Tarife (%)
Dünya	737.973	737.914	84.852	8.697	9			
Türkiye	502.190	502.190	56.992	8.812	6	2.647	0,14	0
Çin	223.582	223.557	25.398	8.803	14	8.936	0,09	2
Litvanya	8.691	8.691	1.760	4.938	62	2.340	0,26	0
Letonya	3.380	3.380	682	4.956	7	1.704	0,2	0
Katar	130	130	20	6.500	-56	3.193	0,63	5
İtalya		-1			7	3.36	0,07	0
Belarus		-1			13	1.025	0,97	0
Rusya Federasyonu		-32			27	1.820	0,32	0
ABD					9	6.599	0,47	0
Almanya					3	1.564	0,13	0
Taipei, Çin					1	8.770	0,23	0
Tayland					6	5.651	0,12	45.048
Birleşik Arap Emirlikleri					11	5.195	0,41	1
Kore Cumhuriyeti					6	14.195	0,37	5
Malezya					-7	3.941	0,25	0
Brezilya					12	3.159	0,73	6
Vietnam					8	5.290	0,15	0
Fransa					5	5.919	0,24	0
Meksika					14	4.019	0,46	0
Hindistan					45	5.810	0,82	5
Hollanda					12	4.199	0,48	0

Tablo 3.5.'in ilk sütununda yer alan "2021 İthalat Değeri" başlığı, Türkiye'nin ilgili ülkeye olan toplam ihracat tutarını 1.000 ABD Doları cinsinden gösterir.

Ticaret Dengesi

Bu başlık, ürün kalemi kapsamında iki ülke arasındaki ticaret dengesini (ihracat-ithalat) gösterir. Bu sütun, bir ülkenin net ihracatçı mı yoksa net ithalatçı mı olduğunu ortaya koyar.

Birim Fiyat

Tablodaki toplam ihracat değeri, ihracat miktarına bölünür. Bu sütun, ilgili ülkeye yapılan ihracatın yaklaşık ortalama birim maliyeti hakkında bir fikir verir ve söz konusu ürün grubunda ihraç edilen çeşitli ürünler arasındaki kalite, nitelik ve fiyat farklarını yansıtmaz.

İhracatçı ile mesafe

Bu gösterge, ithalat yapan ülkeler ile tedarikçi ülkeler arasındaki ortalama mesafeyi gösterir. Değerlendirmede, mal maliyetinin yanı sıra taşıma maliyeti ve transit süre gibi faktörleri de dikkate alan ithalatçının ürünü ne kadar satın aldığını gösteren önemli bir göstergedir.

Pazar konsantrasyonu

Bu gösterge, pazardaki tüm tedarikçi ülkeleri dünya genelindeki pazar payına bölerek elde edilir. Bu göstergenin amacı, pazardaki tedarikçi ülkelerin yoğunluğunu ölçmek ve pazarın bir tekeli (monopol), rekabetçi bir yapı (oligopol) veya tam rekabetçi bir yapı olup olmadığını belirlemektir.

Değerlendirme için aşağıdaki ölçek kullanılmaktadır:

Değer < 0.10: Mükemmel Rekabet

0.10 < Değer < 0.18: Rekabet

Değer 0.18: Oligopol

Formüle göre, Türkiye mükemmel rekabet örneği olarak değerlendirilebilir ve 0.17'lik bir yakınsama gösterir. Tapei ise 0.23'lük bir yakınsama ile oligopol bir pazar örneği olarak verilebilir.

Gümrük Vergisi; bu, ilgili ülkede ihracatçının karşılaştığı gerçek gümrük vergisi oranıdır. Veriler, ITC Market Access Map uygulamasından elde edilmektedir. Bu uygulamadan yararlanarak ihracatçılar, ticaret engelleri açısından rakiplerine göre hangi ithalatçı ülkelerde avantajlı konumda olduklarını öğrenebilirler.

Dünya genelinde ülkemize uygulanan gümrük vergisi oranları incelendiğinde, Tapei'nin %45 ve Kore'nin %44 gümrük vergisi uyguladığı görülmektedir. Bunun dışında diğer ülkeler tarafından herhangi bir gümrük vergisi uygulanmadığı görülmektedir.

3.26 Dünya İhracatı (Rekabet Eden Ülkeler)

İhracat yapan şirketin öğrenmek isteyeceği bir diğer faktör ise küresel rekabetin hangi önemli ülkelerden kaynaklandığını öğrenmektir.

Tablo 3.6. 74.03 GTIP ABD Doları Bazında Önde Gelen İhracatçı (Rakip) Ülkeler

İhracatçılar	2018 Yılında İhraç Edilen Değer	2019 Yılında İhraç Edilen Değer	2020 Yılında İhraç Edilen Değer	2021 Yılında İhraç Edilen Değer	2022 Yılında İhraç Edilen Değer
Dünya	66.186.499	59.766.286	64.456.648	90.664.081	
Şili	15.813.733	13.277.306	13.516.454	20.175.397	18.298.895
Kongo	6.955.011	7.336.064	8.673.448	13.179.870	
Japonya	4.093.928	3.336.948	4.691.834	5.679.568	5.823.657
Rusya Federasyonu	4.127.637	4.137.272	4.644.429	3.847.909	
Kazakistan	2.429.708	2.506.140	2.720.390	3.260.870	
Avustralya	2.463.476	2.703.877	2.384.775	3.251.671	3.408.991
Kore Cumhuriyeti	1.606.025	1.642.853	1.736.185	3.199.664	2.598.747
Polonya	1.382.280	1.758.781	1.830.953	2.776.737	
Çin	1.880.051	1.932.891	1.293.210	2.457.519	
Peru	1.843.683	1.570.388	1.787.143	2.291.754	
Filipinler	1.141.384	1.255.951	1.554.339	2.232.262	
Zambiya	2.205.400	1.132.076	1.475.259	2.167.302	
Belçika	1.158.320	1.234.550	1.107.483	2.041.949	
Almanya	1.065.690	1.170.559	1.317.872	1.942.833	1.927.015
Endonezya	1.016.189	1.084.326	1.257.646	1.867.289	
ABD	1.538.679	1.133.791	935.295	1.794.542	865.381
Bulgaristan	1.258.367	996.585	1.182.652	1.736.702	
İran	403.568	826.254	730.090	1.601.382	
Kanada	1.238.369	904.405	1.031.834	1.436.982	1.208.144
İspanya	1.125.869	874.756	1.030.570	1.356.331	932.063

Tablo 3.6'da, söz konusu üründe 2020-2021 yılları arasında %41 büyüme olduğu görülmektedir.

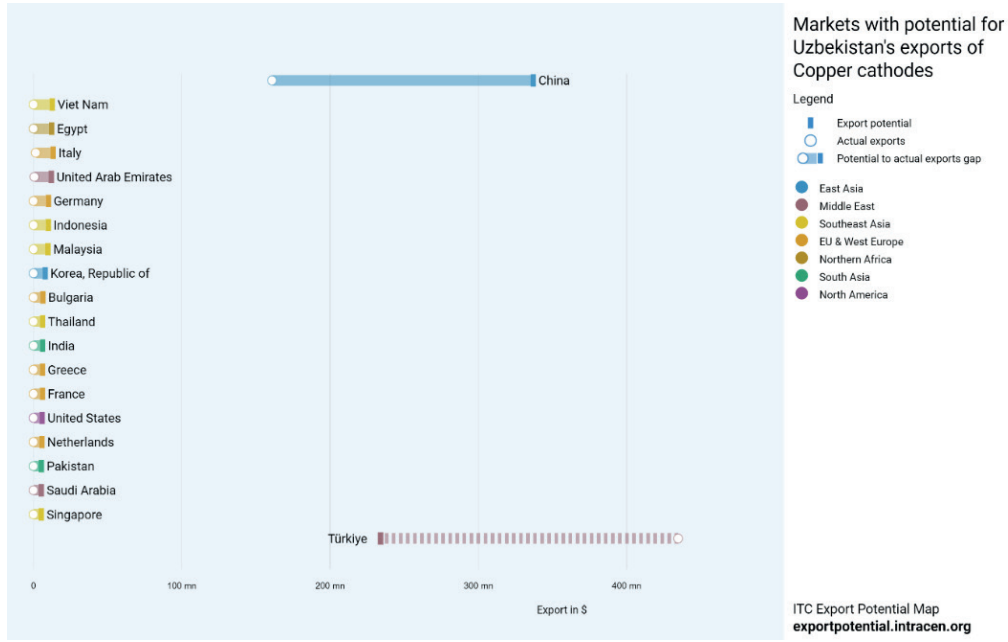
Tablo, ihracat büyüklüğüne göre ilk 20 ülkeyi göstermektedir. Söz konusu ürün grubunda ihracat rakamları dikkate alındığında, Şili'nin 2021 yılında toplamda 18 milyar 298 milyon 895 bin dolarlık ve %49'luk bir artışla en yüksek ihracatı gerçekleştirdiği görülmektedir.

3.27 Bakır ve Bakırdan Mamül Eşyalar Sınıfında Potansiyel Pazara Sahip Ülkeler

İhracat Potansiyel Haritası; Uluslararası Ticaret Merkezi (ITC) tarafından geliştirilen bir haritadır. Türkçe tanımı İhracat Potansiyel Haritası olan bu harita, 226 ülke ve bölge ile 4.376 ürün için kullanılmamış ihracat potansiyeline sahip ürünleri, pazarları ve tedarikçileri, ayrıca ihracat çeşitlendirme fırsatlarını belirler.

Bu kaynak verileri; ilgili ülkelerin son 5 yıllık ortalama ithalatını ve son dönemde yapılan satın almaları karşılaştırarak elde edilir. Ayrıca, bu pazarlara ihracat yapan ülkelerin son 1 yıllık ihracat rakamları da hesaplamalara dahil edilir [86]. 74.03 GTIP kodu ürün grubu hedef pazarlarının boşluk oranları aşağıda verilmiştir.

Şekil 3.6. 74.03 GTIP Kodu Ürün Grubu Hedef Pazarlarının Boşluk Oranları



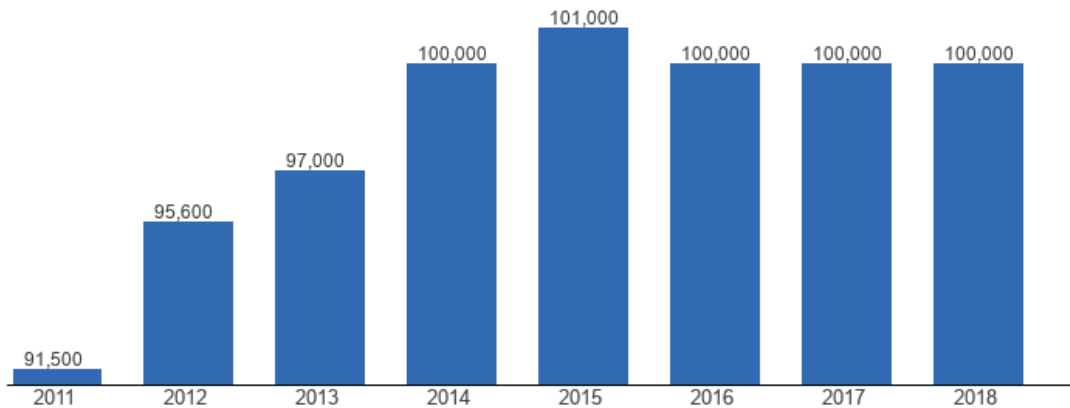
Özbekistan için ihracat potansiyel haritasına göre potansiyel pazarlar incelendiğinde;

- Çin'de 333 milyon dolarlık potansiyel bir pazar,
- İtalya'da 9 milyon dolarlık potansiyel bir pazar,
- Vietnam'da 8,5 milyon dolarlık potansiyel bir pazar,
- Mısır'da 8,1 milyon dolarlık potansiyel bir pazar,
- Birleşik Arap Emirlikleri'nde 7,9 milyon dolarlık potansiyel bir pazar bulunmaktadır.
- Türkiye ise bakır ihtiyaçlarıyla doymuş bir pazardır.

3.28 Özbekistan Bakır Üretimi

Bu gösterge için, 2001'den 2018'e kadar Özbekistan için veriler sağlıyoruz. Bu dönemde Özbekistan için ortalama değer 94.061 metrik ton olup, en düşük değer 2001'de 78.000 metrik ton ve en yüksek değer 2015'te 101.000 metrik ton olarak kaydedilmiştir. En son değer ise 2018'de 100.000 metrik tondur. Karşılaştırma yapmak için, 2018'de 53 ülke için dünya ortalaması 381.635 metrik tondur.

Şekil 3.7. Bakır Üretimi



3.29 Bakır Madeni Fiyatı

Şekil 3.8. Özbekistan Bakır Madeni Fiyatı



3.30 Geri Dönüşüm

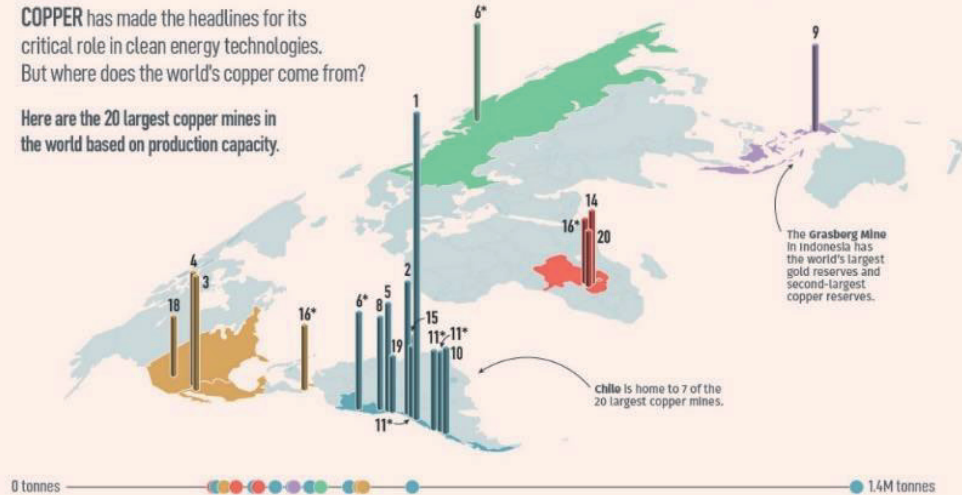
Dünya çapında, hurda metallerin ve alaşımların dönüştürülerek rafine edildiği tahmin edilen 150.000 ton bakır geri dönüşümü yapılmıştır, bu da tüketimin yaklaşık %9'una denk gelmektedir. Satın alınan hurdanın üretim süreçlerinden elde edilen tahmini bakır miktarı ise 720.000 tondur. Hurdanın sağladığı bakır, ABD'nin bakır tedarikinin yaklaşık %38'ini oluşturmaktadır. Ülkemizde ise yaklaşık olarak yılda 40.000 ton bakır hurdanın dönüşümüyle elde edilmektedir.



THE TOP 20 COPPER MINES BY CAPACITY

COPPER has made the headlines for its critical role in clean energy technologies. But where does the world's copper come from?

Here are the 20 largest copper mines in the world based on production capacity.



Annual copper production capacity (tonnes per annum)

1 CHILE
ESCONDIDA
1,400,000 tpa

LARGEST OWNER: **BHP**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **7.0%**

Capacity as percentage of 2020 global production (20M tonnes)

2 CHILE
COLLAHUASI
610,000 tpa

LARGEST OWNERS: **GLENCORE / AngloAmerican**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **3.1%**

3 MEXICO
BUENAVISTA DEL COBRE
525,000 tpa

OWNER: **Grupo México**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.6%**

4 U.S.
MORENCI
520,000 tpa

LARGEST OWNER: **Freeport-McMoRan**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.6%**

5 PERU
CERRO VERDE II
500,000 tpa

LARGEST OWNER: **Freeport-McMoRan**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.5%**

6* PERU
ANTAMINA
450,000 tpa

LARGEST OWNERS: **BHP / GLENCORE**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.3%**

6* RUSSIA
POLAR DIVISION
450,000 tpa

OWNER: **NORINICKEL**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.3%**

8 PERU
LAS BAMBAS
430,000 tpa

LARGEST OWNER: **MMG**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.2%**

9 INDONESIA
GRASBERG
400,000 tpa

OWNER: **PT Freeport Indonesia**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.0%**

10 CHILE
EL TENIENTE
399,000 tpa

OWNER: **Codelco**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.0%**

11* CHILE
CHUQUICAMATA
370,000 tpa

OWNER: **Codelco**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.9%**

11* CHILE
LOS BRONCES
370,000 tpa

LARGEST OWNER: **AngloAmerican**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.9%**

11* CHILE
LOS PELAMBRES
370,000 tpa

LARGEST OWNER: **Antofagasta**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.9%**

14 ZAMBIA
KANSANSI
340,000 tpa

LARGEST OWNER: **Kansanshi Copper**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.7%**

15 CHILE
RADOMIRO TOMIC
330,000 tpa

OWNER: **Codelco**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.7%**

16* CONGO
KAMOTO
300,000 tpa

LARGEST OWNER: **Katanga**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.5%**

16* PANAMA
COBRE PANAMA
300,000 tpa

LARGEST OWNER: **Kansanshi**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.5%**

18 U.S.
BINGHAM CANYON
280,000 tpa

OWNER: **Kennecott**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.4%**

19 PERU
TOQUEPALA
265,000 tpa

OWNER: **Antofagasta**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.3%**

20 ZAMBIA
SENTINEL
260,000 tpa

OWNER: **Kansanshi Copper**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.3%**

*Represents mines that are tied

Source: The World Copper Factbook 2020

ELEMENTS

elements.visualcapitalist.com

The Earth's natural resources power our everyday lives. VC Elements breaks down the building blocks of the universe.

We live in a material world.

CONTENTS

I. COPPER MINING AND ORE PROCESSING	60
1.1. Position and Importance of Uzbekistan in the Copper Sector	63
1.2. Production Quantity in Uzbekistan Copper Mines	65
1.3. World Copper Metal Reserves	66
1.4. Machine Park in the Copper Mine	66
1.5. Mining Equipment in the Copper Mine	66
II. CURRENT CONDITIONS, GLOBAL RESEARCH, AND RECOMMENDATIONS IN COPPER METALLURGY	70
2.1. Current Conditions, Global Research, and Recommendations	71
2.2. Current Production Method	71
2.3. RECOMMENDATIONS	82
III. ALTERNATIVE AND ADVANCED TECHNOLOGY PRODUCTS DERIVED FROM COPPER	86
3.1. Applications of Cathode Copper	87
3.2. The Role of Copper in the Green Economy	88
3.3. Priority of Economic Development in Uzbekistan's 2022-2026 Development Strategy	88
3.4. Copper Industry in Uzbekistan: Current Situation and Perspectives	88
3.5. Competitiveness of Uzbekistan's Copper Industry: Comparative Analysis with Selected Countries	88
3.6. Sustainable Infrastructure Investments in Uzbekistan	89
3.7. Economy, Investment and Climate Change Situation in Uzbekistan	90

3.8. Economy and Demographics	90
3.9. Trade	90
3.10. Expectations for the Future of Copper	91
3.11. Use of Copper in Battery Technology	92
3.12. Use of Copper in Electric Motors	92
3.13. Impact of Copper on Industries	92
3.14. NASA 3D Prints First Full-Scale Copper Rocket Engine Part	93
3.15. Determining Uzbekistan's Technological Dependency, the Necessity and Conditions of Technology Transfer in the Production of Alternative Materials to Copper	95
3.17. Waste Management System in Uzbekistan: A Framework for Foreign Investors and Current Reforms	95
3.18. Authorized Public Authorities	95
3.20. Preferences and Incentives for Investors	97
3.21. Tariff Regulations	98
3.22. Public-Private Collaboration in Waste Management	98
3.23. The Disposal of Medical Waste	98
3.24. Conclusion	99
3.25. Copper Ore Trade Data	99
3.26. Global Exports (Competing Countries)	103
3.27. Countries with Potential Markets in Copper and Copper-Made Goods Class	103
3.28. Uzbekistan Copper Production	104
3.29. Copper Mine Price	105
3.30. User Recycle	105

LIST OF TABLES

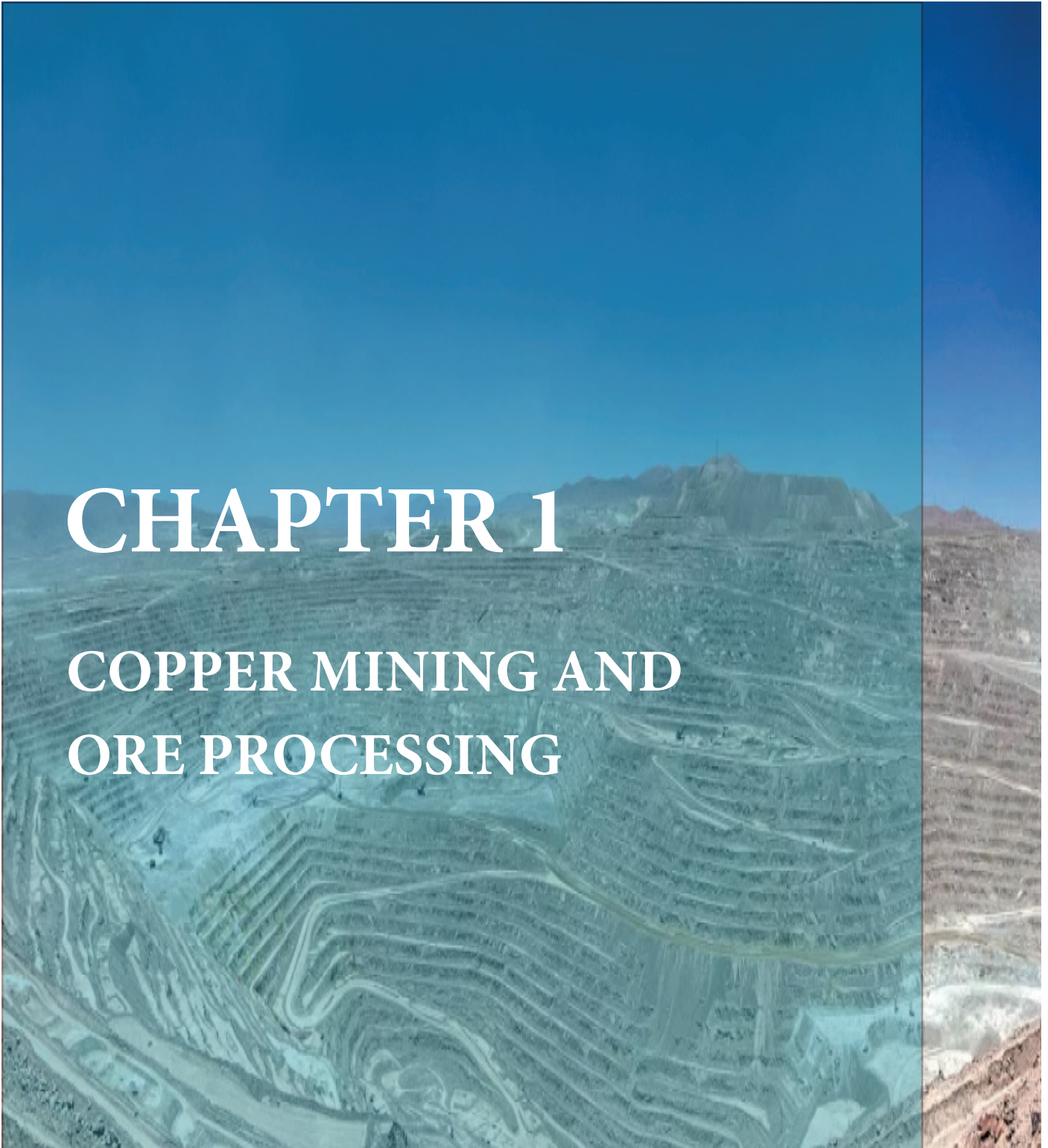
Table 1.1. Chemical and Physical Properties of Copper [1]	61
Table 1.2. Uses of Copper [1]	61
Table 1.3. Leading products in Uzbekistan's exports to the world [9]	64
Table 1.4. Leading products in Uzbekistan's import from the world [9]	64
Table 1.5. Approximate Production Amount of Five Major Mines	65
Table 2.1. General Chemical And Mineralogical Analysis Of Anode Sludge	82
Table 3.1. Eti Bakir A.S. Samsun Smelting Plant Analysis Values [81]	87
Table 3.2. Cathode Copper Dimensions [82]	87
Table 3.3. Top importing countries according to 74.03 GTIP (in US dollars)	99
Table 3.4. Leading Importing Countries on 74.03 GTIP US\$ Basis	100
Table 3.5. Uzbekistan Trade Indicators	102
Table 3.6. 74.03 GTIP Leading Exporting (Competitor) Countries on USD Basis	103

FIGURE LIST

Figure 1.1. Distribution of Copper Reserves by Country	62
Figure 1.2. Life Cycle of Copper [6]	62
Figure 1.3. Countries in Uzbekistan's Export [9]	63
Figure 1.4. Share of Uzbekistan's Exports (2021) [10]	64
Figure 1.5.2021 Biggest Five Surface Mines of Uzbekistan	65
Figure 1.6 Stages of the Project	66
Figure 1.7. Uzbekistan Location	68
Figure 2.1. Cathode Copper Production Methods	72
Figure 2.2. General flow chart of pyrometallurgical copper production [12]	73
Figure 3.1. Key Indicators for the Economy of Uzbekistan	90
Figure 3.2. Uzbekistan Trade in 2017	91
Figure 3.3. NASA's First Full-Scale Copper Rocket Part [85]	94
Figure 3.4. Rates of Purchases Made by Countries on the Basis of 74.03 GTIP Amount/Ton	100
Figure 3.5. Imports, Foreign Trade Balance, Unit Import Prices, Average Customs Duty, Distance and Market Concentration in 2021 According to 74.03 GTIP UZBEKISTAN	101
Figure 3.6. Vacancy Rates of 74.03 GTIP Code Product Group Target Markets	104
Figure 3.7. Copper Production	105
Figure 3.8. Uzbekistan Copper Mine Price	105

CHAPTER 1

COPPER MINING AND ORE PROCESSING



The use of copper in human history dates back to ancient times. People have used copper in their daily lives and for weaponry. Therefore, as civilizations advanced, the need for copper has increased. Copper is one of the most important non-ferrous metals due to its properties. Having copper ore, economically operating it, obtaining by-products, utilizing residues, and converting them into advanced technological products hold a significant place in the future vision of countries. Some of the key properties of copper include high electrical and thermal conductivity, malleability, and corrosion resistance.

The consumption of copper has exceeded 12 million tons in today's world, making it the second most widely used metal. This increase in demand for copper is directly proportional to advancements in the industry. Furthermore, copper alloys have a wide variety and can be used for various purposes in industries.

Copper and copper alloys are versatile engineering materials. The noble combination of various physical properties such as corrosion resistance, conductivity, ductility, and workability can be easily achieved. In fact, these combinations can be further enhanced by modifying the composition and using different production techniques. Copper is the pure metal with the highest thermal and electrical conductivity after silver.

Table 1.1. Chemical and Physical Properties of Copper [1]

Icon	Cu
Hardness	2,5 – 3
Density	8,93 gr/cm ³
Melting Point	1083 °C
Boiling point	2300 °C
Melting Heat	43 kcal
Electricity Transmission Feature	%99,95

Table 1.2. Uses of Copper [1]

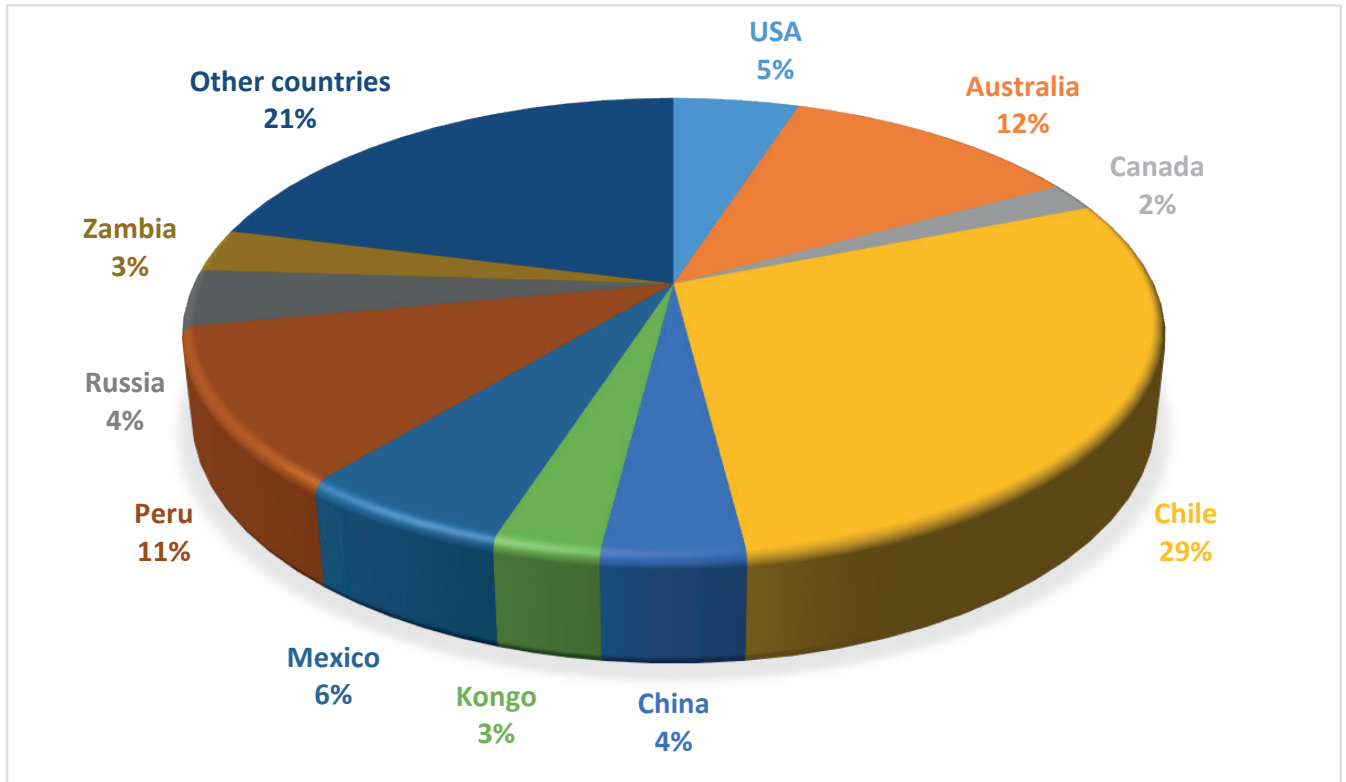
Electrical and electronics industry	%50
Construction industry	%17
Transportation industry	%11
In industrial equipment	%14
Military and other industrial branches	%8

According to predictions for the metal sector, copper is considered the new oil of the world, and reducing carbon footprint is not possible without copper. With the increasing use of renewable energy, especially the continuous growth of solar energy utilization, it is expected that the demand for copper, which plays a crucial role in the production of solar panels and future technology such as electric motors, will further increase in the coming years.

Around 90% of the world's copper reserves are known. When looking at these reserves, it is observed that the richest deposits are found in Chile, Peru, Australia, the Russian Federation, and Mexico. Copper deposits worldwide are typically found in North America, Katanga, Rhodesia, Chile, Spain, and the Ural Mountains. Copper ores are divided into three types: oxide (cuprite, Cu₂O), sulfide (chalcopyrite, Cu₂S), and carbonate (malachite, Cu₂CO₃(OH)₂).

The countries with the highest abundance of copper minerals are the United States (in the Rocky Mountains and the Great Basin), Chile, Peru (in the Andes), Africa (in the Congo and Zambia), Canada (in northern Michigan), Alaska, China, Russia, and Australia.

Figure 1.1. Distribution of Copper Reserves by Country



Looking at global copper production, it can be seen that around 12 million tons are produced annually. Considering that the total usable world reserves are about 300 million tons, it can be said that these reserves are sufficient for 25 years of production if the utilization rate does not increase. On the other hand, approximately 2 million tons of finished copper products are recycled each year and reintegrated into the supply chain. According to the US Geological Survey (USGS), copper scrap recycling in the United States accounts for 38% of copper demand, while globally it accounts for 16% [5].

Figure 1.2. Life Cycle of Copper [6]

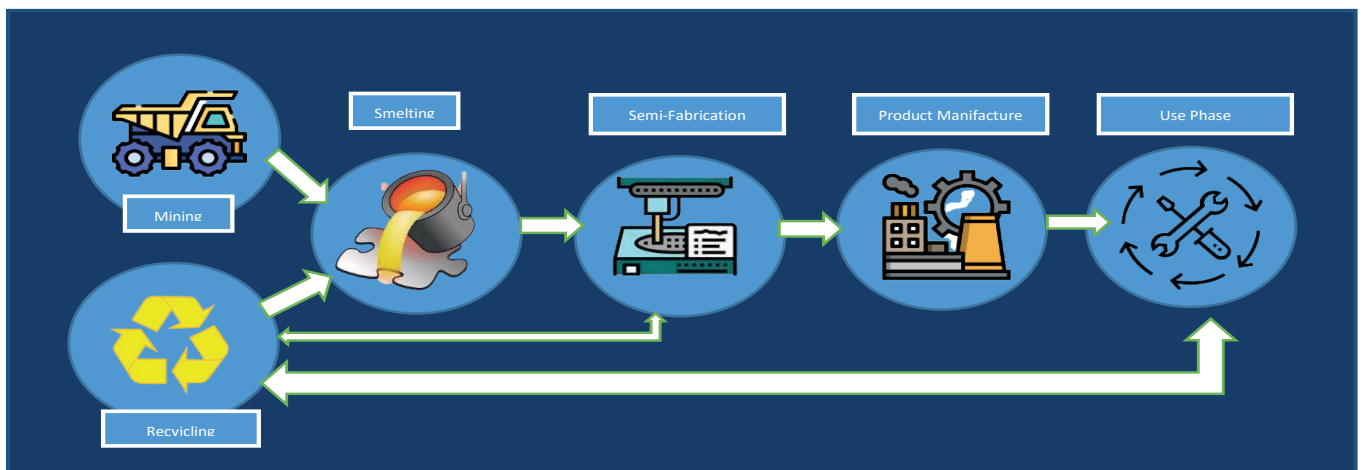


Figure 1.2 shows that after completing its economic life, finished copper, produced from raw ore, can be reintegrated into the production cycle almost without losing its properties. This indicates that the total service life of copper metal is quite long.

The copper industry is composed of three sectors:

- Mining companies that produce copper ore,
- Refineries that process and purify the ore into refined copper, and
- Manufacturers that utilize refined copper to produce finished products.

The production of copper was 20.1 million tons in 2017, 20.9 million tons in 2019, and 21.3 million tons in 2021, with an estimated production of 23.9 million tons in 2023.

The price of copper raw materials is predicted to increase from \$6,010 per ton in 2019 to \$8,200 per ton in 2023.

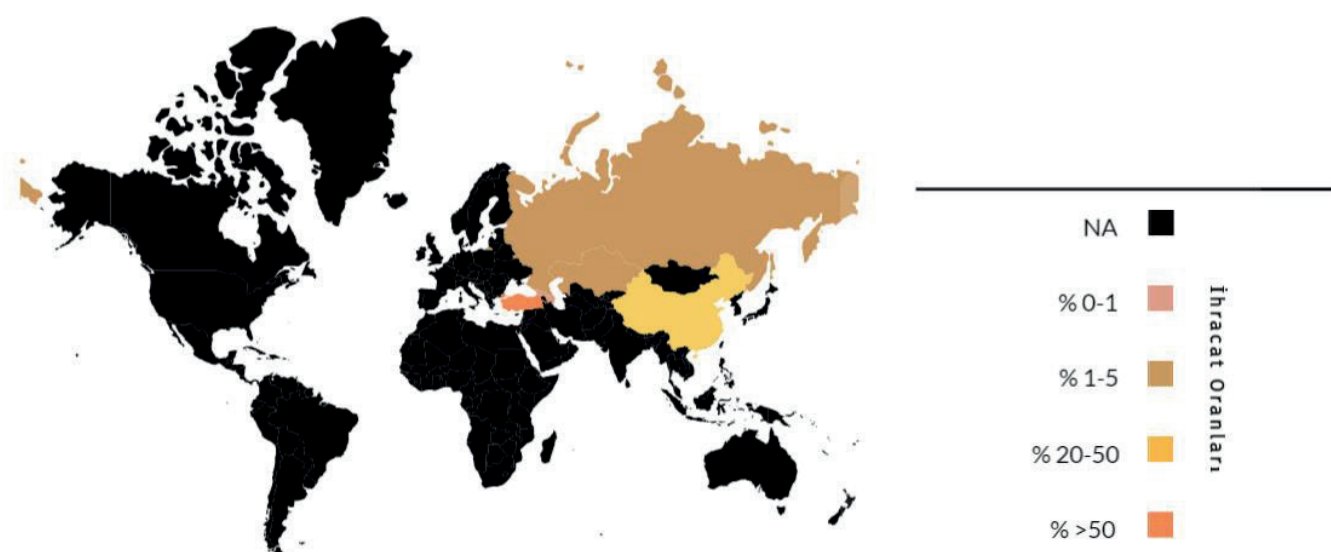
1.1. Position and Importance of Uzbekistan in the Copper Sector

Uzbekistan is a country rich in mineral resources. It has over 100 types of underground minerals, including gold, copper, silver, lead, zinc, uranium, and other underground resources. Uzbekistan possesses significant wealth in terms of tungsten, natural gas, and other underground raw materials. In today's conditions, Uzbekistan is a country that extracts, enriches, and processes its own ores. With estimated total copper reserves of 1.3 million tons, Uzbekistan ranks tenth in the world in this regard. Copper, which can be mined for another 40 years, is also among the country's major export items. The copper production and processing complex located in the Almalyk region is Uzbekistan's main copper processing facility. [4] In 2021, Uzbekistan achieved 148.5 tons of copper production. By 2029, with the development of the Yoshlik-1 deposit, the goal is to increase copper production to 400,000 tons. This would result in revenue reaching 7-8 billion dollars [8].

The company produces refined copper, gold, silver, zinc, molybdenum, lead concentrates, and other by-products. The facility consists of 4 mines, 2 concentrators, 2 smelters, and an associated sulfuric acid plant. The plant provides employment opportunities for approximately 25,000 people. The zinc plant is integrated with the sulfuric acid plant, and zinc concentrate is sourced from abroad. There are plans to increase the copper production capacity and expand the production quantity by establishing a new sulfuric acid plant through new investments [7].

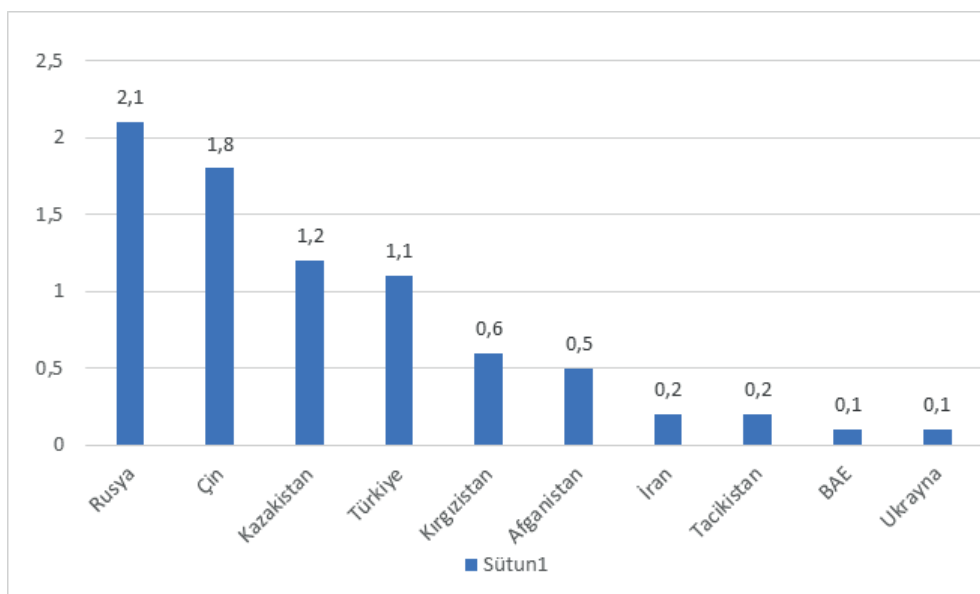
Various data on Uzbekistan's exports are as follows:

Figure 1.3. Countries in Uzbekistan's Export [9]



As seen, Uzbekistan has a strong trade volume with Turkey, reaching around 6%, and it is largely based on copper exports. With the capacity expansion resulting from new investments, new markets will be opened, and there will be increases in the existing trade volume.

Figure 1.4. Share of Uzbekistan's Exports (2021) [10]



In Figure 1.4, the share of Uzbekistan's copper and copper product exports to different countries in 2021 is shown. It provides a clearer view of the significant share of Russia and Turkey in the export market and the geographical distribution of the export destinations.

Table 1.3. Leading products in Uzbekistan's exports to the world [9]

Product Description	Export Amount
Petroleum gases and other gaseous hydrocarbons	2,3 billion \$
Cotton yarn (excluding slitting yarn) (cotton by weight $\geq 85\%$ and put up for retail sale)	0,9 billion \$
Refined copper and copper alloys (crude)	0,6 billion \$
Ethylene polymers (in primary forms)	0,4 billion \$
Cotton (not carded or combed)	0,3 billion \$

Table 1.4. Leading products in Uzbekistan's import from the world [9]

Product description	Import Amount
Import Amount	0,8 billion \$
Parts and accessories for highway vehicles	
Medicines prepared for treatment or prevention (dosed)	0,8 billion \$
Petroleum oils and oils obtained from bituminous minerals	0,6 billion \$
Soil, stone, metal ore, etc. sorting, screening, sorting, separating, washing, crushing, grinding, kneading, molding etc. machines	0,5 billion \$
Passenger cars and other motor vehicles (including racing cars) primarily designed for the transport of people	0,4 billion \$

1.2. Production Quantity in Uzbekistan Copper Mines

Kalmakyr Mine, located in Tashkent, is the largest open-pit mine in Uzbekistan. In 2021, it produced approximately 28.45 million metric tons per annum (mmta) of run-of-mine (ROM) ore, primarily yielding 220,210 tons of copper. Kalmakyr Mine is owned by Almalyk Mining and Metallurgical Complex JSC. Muruntau Mine, situated in Navoiy Viloyati, had a ROM production of approximately 14.72 mmta and produced mainly 1,929.42 thousand ounces of copper in 2021. Muruntau Mine is owned by Navoi Mining and Metallurgy Combine and is planned to operate until 2033.

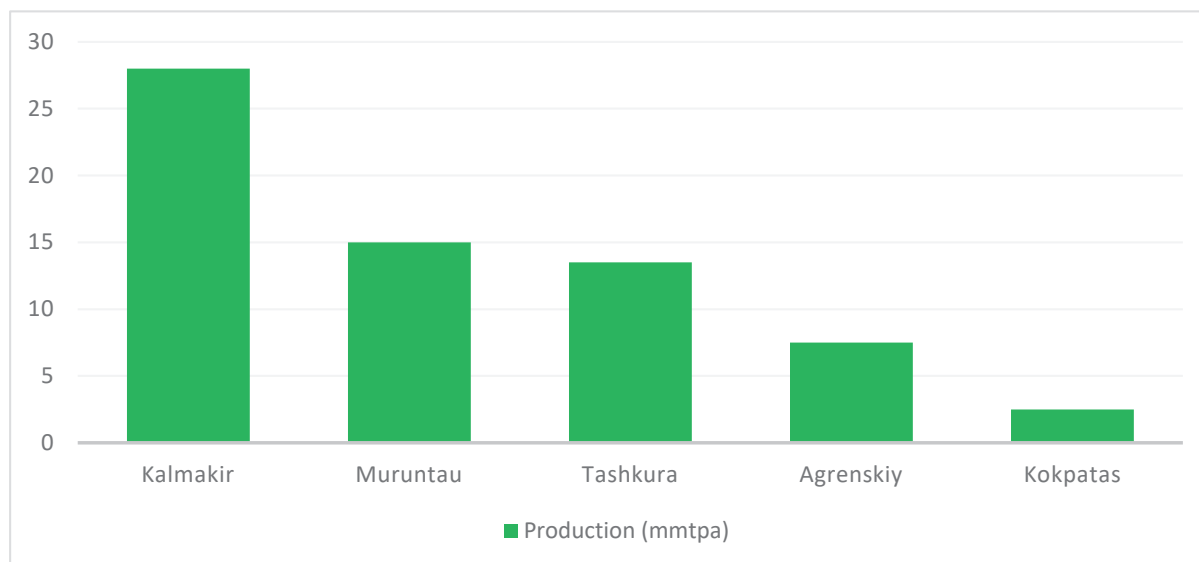
Tashkura Mine in Navoiy Viloyati is the third-largest mine, Angrenskiy Coal Mine in Tashkent Viloyati is the fourth-largest, and Kokpatas Mine in Navoiy Viloyati is the fifth-largest. In 2021, they had ROM production quantities of approximately 13.8 mmta, 7.32 mmta, and 2.57 mmta, respectively. Tashkura Mine belongs to Navoi Mining and Metallurgy Combine, Angrenskiy Coal Mine is owned by Uzbekcoal JSC, and Kokpatas Mine is owned by Navoi Mining and Metallurgy Combine.

The five major open-pit mines, including Kalmakyr Mine, Muruntau Mine, Tashkura Mine, Angrenskiy Coal Mine, and Kokpatas Mine, collectively achieved a total ROM production of approximately 66.86 mmta in 2021.

Table 1.5. Approximate Production Amount of Five Major Mines

Mine Name	Production (mmta)
Kalmakir	28.45
Muruntau	14.72
Tashkura	13.8
Angrenskiy	7.32
Kokpatas	2.57

Figure 1.5.2021 Biggest Five Surface Mines of Uzbekistan



1.3. World Copper Metal Reserves

The reserves of copper metal, which were 137 million metric tons (mt) in 1958, increased to 253 million mt in 1967, 280 million mt in 1969, 304 million mt in 1970, and reached 360 million mt in 1971. As of 2020, Chile holds the largest copper reserves in the world with 200 million metric tons (MT) of copper reserves.

1.4. Machine Park in the Copper Mine

The groundbreaking ceremony for the third copper processing plant of Almalyk Mining and Metallurgical Complex was held in July 2021. The construction of the new factory, located in the Yoshlik I deposit, will make this complex one of the world's largest industrial complexes in the mining and metallurgy sector. The project cost for the new factory amounts to 2 billion US dollars. The production capacity of the complex will increase from the current 2.5 billion US dollars to approximately 8 billion US dollars. In the initial phase, the factory will have an annual ore processing capacity of 60 million tons. In the second phase, it will have a processing capacity of 160 million tons per year.

With the implementation of these two phases, the complex will be able to produce 400,000 tons of copper, 50 tons of gold, and 270 tons of silver annually by 2028. Almalyk Mining and Metallurgical Complex, established in 1949, is one of the largest industrial complexes in Uzbekistan. Currently, the complex provides employment for 40,000 people and has produced 6 million tons of copper, 3,500 tons of silver, and 850 kilograms of gold since its establishment.

Figure 1.6 Stages of the Project



1.5. Mining Equipment in the Copper Mine

Copper is an essential input for power plants and conductive materials due to its high electrical and thermal conductivity properties. Copper has a wide range of applications in cold air machines and equipment, vehicles, and external coatings due to its stainless characteristics. Specifically, this year they were assigned for the following preparations:

- Development program for the production of new types of mining and metallurgical machinery and equipment between 2022-2026, with the participation of foreign consulting firms.
- Set of Key Performance Indicators (KPIs) to expand the production of chemical products.
- System and investment project list to attract leading foreign manufacturers and potential investors for cluster activities.
- Draft concept for the establishment and development of the cluster with the participation of foreign consulting firms and experts.
- Target program for the geological exploration of copper and other rare metals.
- Implementation plan for standardizing national environmental requirements in accordance with international standards and a program for the implementation of international environmental requirements.
- Emission reduction program and other key industries' environmental impact in mining and metallurgy companies such as Almalyk MMC and Navoi MMC.
- Program for the rational use of water resources by mining companies.
- Recommendations for the establishment of a center to study the economy of the mining and metallurgy industry.
- Recommendations for the implementation of the National Competitiveness Program.
- Program for improving the regulatory environment based on the experiences of leading foreign countries.
- Contract negotiations with foreign consulting firms and experts will be conducted by the Uzbekistan Government. The development costs of the above measures will be covered by Almalyk MMC, Navoi MMC, and other companies.
- The establishment of the cluster will also include the construction of infrastructure for electricity generation and transportation (including renewable energy sources), water, and services, as well as the implementation of digitization and telecommunication technologies by companies operating in the cluster.

SWOT Analysis

Strengths

- Copper deserves the title of "green metal" the most compared to other metals when considering its place in the ecosystem.
- Copper does not lose its essential properties during the recycling process.
- It can be considered environmentally friendly during the recycling process.
- Copper is used in almost all industries

Weaknesses

- Insufficient academic research will lead to the underutilization of the sector's potential.
- Modernization efforts are not at an adequate level.
- The manufacturing industry is mainly composed of small businesses.
- Exploration activities have not yet integrated with new technological developments.

Opportunities

- The global use of copper is increasing every day.
- With sufficient production, new markets can be created.
- Copper has a wide range of applications, and these areas are constantly expanding.
- Copper usage continues to increase as a substitute for other metals.
- Copper usage is increasing in high-tech products (e.g., semi-permeable copper chips).

Threats

- Current copper prices are at their highest levels.
- According to the predictions of the renowned investment bank Goldman Sachs, world copper prices are expected to have an upward trend in the 2020-2030 decade.
- Copper imports are increasing, especially for end-user products.
- Globally spreading protectionist trade policies also pose a threat to the sector.
- The high initial investment costs for entering the sector.

As seen in Figure 1.7, Uzbekistan is geographically distant from the sea or ocean. It is known that sea transportation is the most cost-effective method for transporting materials in large tonnages. In today's transportation industry, due to high costs, it is essential for the materials produced in Uzbekistan to have high value-added products that can offset the transportation costs and increase profit margins. As will be discussed later in the subsequent sections, this implies the production of high-tech materials for copper. A strategic approach planned as the sale of high-value end products to reduce transportation costs per unit ton can be considered crucial for Uzbekistan's future vision.

Figure 1.7. Uzbekistan Location



According to the recent Presidential Decree, the cluster will focus on the following activities in the copper mining sector:

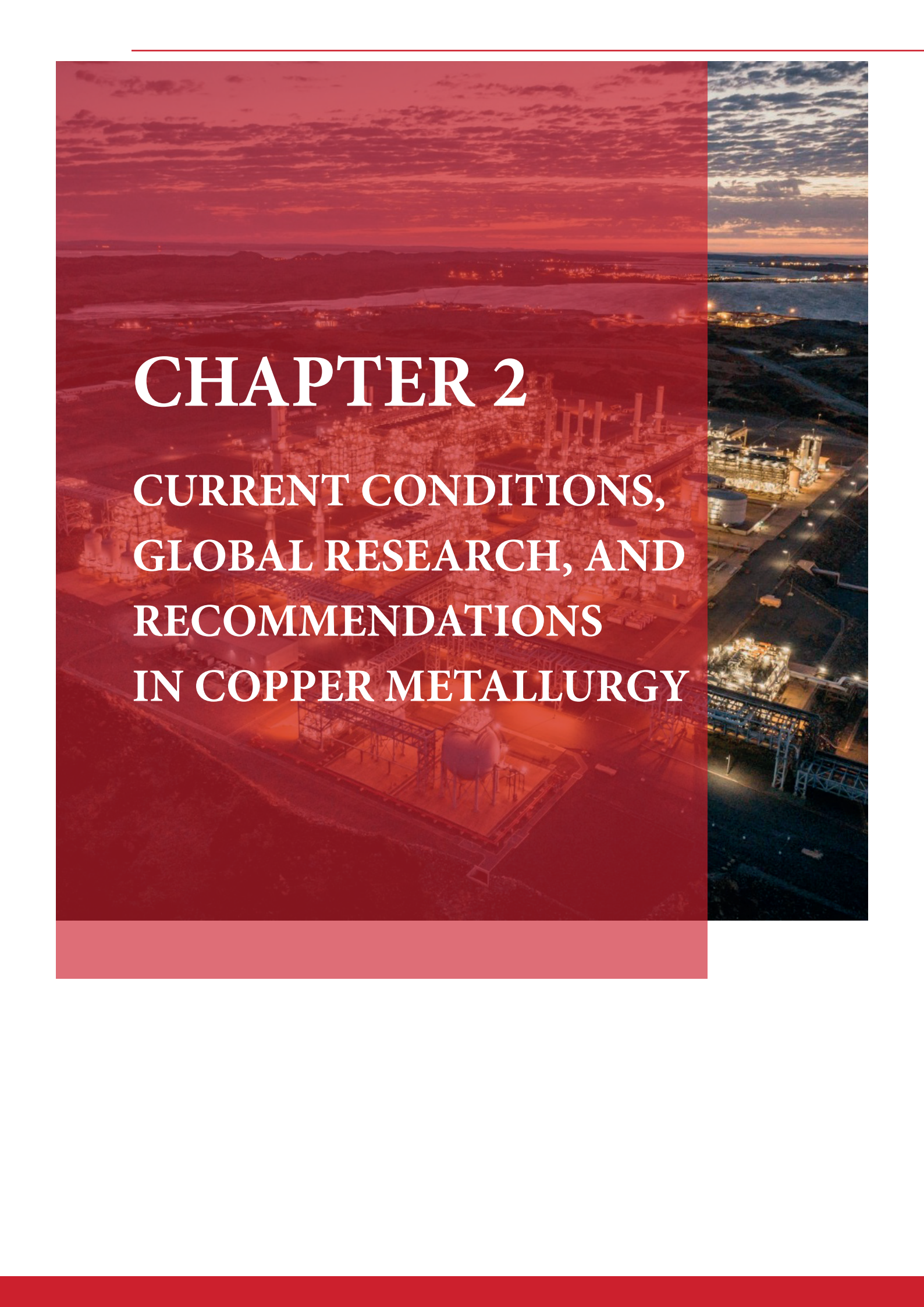
- Expanding geological surveys for copper, non-ferrous metals, rare earths, and rare metals.
- Implementing an interaction system between science and production.
- Developing new types of mining and metallurgical machinery and equipment.
- Improving the training, retraining, and advanced education system for personnel.
- Establishing the necessary infrastructure for the mining and metallurgical industry.
- Enhancing the regulatory environment.

To implement the decree, relevant ministries and institutions will concentrate on preparing investment projects, proposing the creation of special industrial zones, and developing a system to attract foreign manufacturers and potential investors.

Specifically for this year, the following tasks have been assigned for preparation:

- Product development program for new types of mining and metallurgical machinery and equipment, including the involvement of foreign consulting firms, for the period between 2022 and 2026.
- Key Performance Indicators (KPIs) for expanding the production of chemical products.
- System for attracting leading foreign manufacturers and potential investors to carry out the cluster's activities, along with a list of investment projects.
- Conceptual draft for establishing and developing the cluster with the participation of foreign consulting firms and experts.
- Target program for geological surveys of copper and other rare metals.
- Implementation plan for standardizing national environmental requirements in compliance with international standards, including a timeline for implementing international environmental requirements.
- Program for reducing emissions into the environment by major companies operating in the mining, metallurgical, and other key industries.
- Program for the rational use of water resources by mining companies such as Almalyk MMC and Navoi MMC.
- Recommendations for the establishment of a Working Center on the economy of the mining and metallurgical industry.
- Proposals for the implementation of the National Competitiveness Program.

Note: The provided translation may contain some technical terms that could be subject to further review by a domain expert to ensure accuracy.



CHAPTER 2

CURRENT CONDITIONS, GLOBAL RESEARCH, AND RECOMMENDATIONS IN COPPER METALLURGY

2.1. Current Conditions, Global Research, and Recommendations

The methods of copper production vary depending on the characteristics of the raw material used as ore. Generally, pyrometallurgical methods are used for sulfide copper ores, while hydrometallurgical methods consisting of leaching processes are employed for oxide copper ores. Sometimes, combined methods incorporating both of these approaches can also be applied [11].

It is known that the copper reserves in Uzbekistan amount to 24,000,000 tons. However, the average tenor values of valuable metals are 0.39% Cu, 0.0023% Mo, 0.37 g/t Au, and 2.2 g/t Ag. Based on these data, it can be understood that the average metal tenor is low, but the reserve quantity is significant. From an engineering perspective, production under these conditions can only be economically viable with high production capacity.

In terms of the basic mineral distribution types in copper ore reserves, it can be observed that they consist of chalcopyrite (CuFeS_2), chalcocite (Cu_2S), digenite (Cu_9S_5), covellite (CuS), cuprite (Cu_2O), tenorite (CuO), and azurite/malachite $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ - $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$. It is evident that the majority of copper-bearing minerals in the reserve are sulfide copper, but the presence of oxide and carbonate structures is also observed.

2.2. Current Production Method

Copper mining is conducted using both open-pit and underground mining methods. Worldwide copper production involves the extraction and beneficiation of sulfide and oxide copper ores, followed by the conversion into blister and refined copper.

Sulfide ores with a copper grade higher than 0.5% Cu are enriched through flotation methods. In these processes, copper in the ore is typically enriched with metal recoveries of over 80%, resulting in copper concentrates containing 15-25% Cu. Subsequently, these concentrates are processed using conventional smelting methods to produce blister copper (containing about 99% Cu), which is further refined through electrolytic processes to obtain electrolytic copper. The majority of global copper production is carried out using this method. In practice, minimum economic threshold values that can be considered universally applicable are around 0.5% Cu and 1.0% Cu (these values increase with depth and increasing difficulty, and individual feasibility studies should be conducted based on the mineral deposit's characteristics). In the case of sulfide copper ores, if the ore deposit is suitable for open-pit mining and if there are valuable by-products such as gold and molybdenum, ore production becomes economically viable even at copper grades as low as 0.3% Cu in large-scale operations.

Copper mining is typically carried out using open-pit mining. In this method, step-by-step benches are excavated progressively deeper into the ground over time. Drilling machines are used to create holes in the hard rock to place explosives, which are then detonated to fragment and break the rock. The resulting broken rocks are then made ready for transportation; specialized haul trucks, conveyors, trains, and service vehicles can be used to transport the ore from the blasting site to the processing delivery point. The size of the equipment required for transporting tons of ore is enormous. Most ores are subsequently crushed near or sometimes within the mine using a primary crusher, which reduces the ore size from rock blocks to pebble-sized stones.

The production process for copper, considering the low average copper grades in the existing copper reserves, can be outlined as follows:

- Copper ore is extracted using open-pit mining methods.
- The ore undergoes primary and secondary crushing.
- Grinding is performed in a ball mill to reduce the particle size to below 100 microns.

- The copper concentrate obtained from flotation is sent to the smelting plant, where it is treated at high temperatures with the addition of fluxing agents. In Uzbekistan, electrically powered smelting furnaces (such as the Muffle furnace) are likely used for this process. The resulting product is called Copper Matte.
- The obtained matte is sent to a converter furnace for purification. In the converter furnace, pure oxygen is blown, converting the copper into copper oxide while removing other impurities in the form of oxides from the molten copper. The resulting product is called Blister Copper.
- Blister copper ingots are cast into anode molds, and anode copper plates are prepared.
- Anode copper plates are placed opposite cathode plates in electrorefining cells, and an electric current is applied to create a potential difference. Dissolved copper ions from the anode migrate toward the cathode through a sulfuric acid solution and are reduced to obtain metallic copper.
- Minor impurities from the anode are removed. Most of these impurities are deposited at the bottom of the anode, with the addition of various chemicals, forming what is known as Anode Slime. Anode slime is valuable, especially because it contains precious metals such as gold and silver, which come with the copper from the ore.
- The final product, cathodic copper, contains 99.99% Cu and is subsequently used in the production of consumer goods (such as electrical wires, copper pipes, etc.).

Figure 2.1. Cathode Copper Production Methods

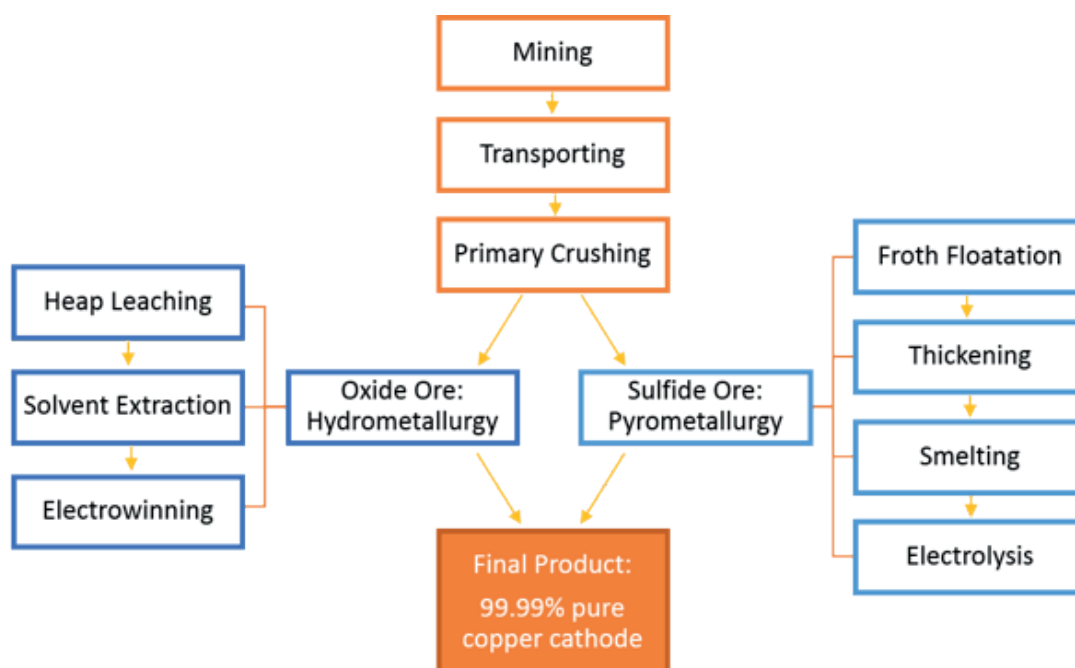
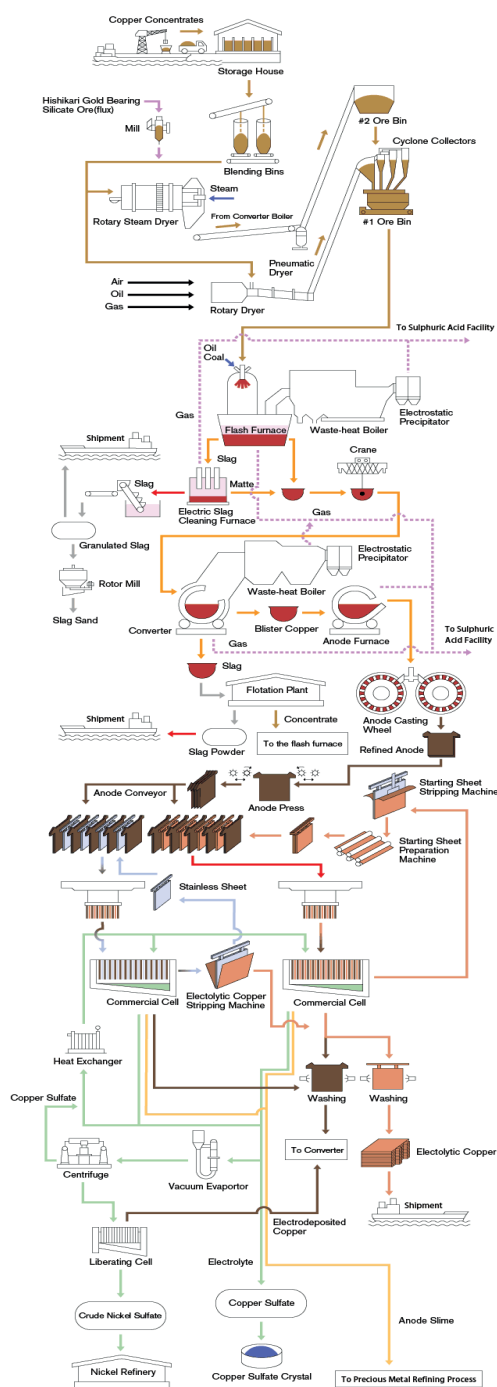


Figure 2.2. General flow chart of pyrometallurgical copper production [12]



For the pyrometallurgical production method of copper, the general flowchart is shown in Figure 2.1, depicting both the hydrometallurgical and pyrometallurgical methods. According to this, through flotation, the copper grade is increased to 10-20% Cu, and after the concentrate is smelted, it reaches a purity of 98% Cu. Blister copper typically contains 98.5-99.0% Cu. Cathodic copper obtained through electrorefining is produced with a purity of 99.99% Cu to ensure high electrical conductivity.

Blister copper primarily contains impurities such as oxygen, sulfur, antimony, arsenic, iron, zinc, lead, nickel, selenium, tellurium, bismuth, gold, and silver. To remove these impurities, blister copper is subjected to a purification process involving heat treatment. The raw copper is loaded into cylindrical furnaces that can rotate around a horizontal axis and continuously stirred while air is passed through. Impurities that are easily oxidized, such as sulfur, iron, and zinc, transfer to the slag phase. Impurities that cannot be removed through heat treatment are eliminated via electrolysis. Through this method, impurities such as arsenic, bismuth, tellurium, selenium, lead, and nickel are completely removed, and gold and silver are obtained as by-products. The electrolysis process is carried out in series or parallel-connected electrolytic tanks. The cathodes are made of pure copper plates, while the anodes consist of blister copper. The electrolyte solution used is copper (II) sulfate solution acidified with sulfuric acid. To reduce the resistance of the solution to electric current and increase efficiency, the electrolyte is heated up to 50-60°C. Colloidal substances, similar to adhesives, are added to the electrolyte to ensure the collection of copper in a uniform and dense manner. The electrolysis process is conducted at a current density of 250 amperes per square meter of cathode and a potential of 0.25-0.30 V. This allows for the production of 99.99% pure copper [13].

Limited information has been provided regarding the Almalyk facility, and the data received is as follows:

- According to the information obtained specifically for Almalyk, copper ores are enriched using the flotation method. After dewatering, the copper concentrate undergoes metallurgical processing. Three smelting units are used to melt copper: a reverberatory furnace, an oxygen-fired furnace, and a Vanyukov furnace.

- According to the Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated May 26, 2020, No. PP-4731, titled "Additional Measures to Expand the Production of Precious Metals Based on the Deposits of JSC Almalyk MMC," the implementation of the project for the 2nd metallurgical complex includes:

Stage I (2021-2025): Design, procurement, and construction of metallurgical complex facilities capable of producing 290,000 tons of cathode copper annually.

Stage II (2025-2028): Design, procurement, and construction of metallurgical complex facilities capable of producing 400,000 tons of cathode copper annually.

- Currently, in the utilization of slag, a molybdenum intermediate product ash is produced.

- Amonium perrhenate is used for the production of rare metals (CPRM). The molybdenum intermediate slag is sent to the STK (Scientific and Technical Complex) for the production of rare metals and hard alloys to obtain molybdenum products (powders, hard alloys, bars). Amonium perrhenate is produced in the form of white crystalline powder, complying with the requirements of GOST 31411 classes AP-00, AP-0, AP-1, and packaged in plastic bags for export.

- After the enrichment of copper ore through flotation, the wastes are analyzed by both the AGMK research laboratory and research institutes in Russia, among others.

- AGMK has a Technology Center for the Development and Implementation of Innovative Technologies and a Research and Production Association for the Production of Rare Metals and Hard Alloys. Collaborations have also been established with leading universities in Uzbekistan, Russia, Germany, and Korea.

Please note that the provided translation is a summary of the given information and may not capture all the nuances or technical details accurately.

During pyrometallurgical copper production, certain residues and by-products are generated. The most notable ones in terms of copper content are reverberatory furnace slag and converter furnace slags. These slags typically contain 3-8% Cu, depending on the ore concentrate grade, operational performance, and production conditions. The slag mixture is cooled, crushed, ground, and then fed back into the reverberatory furnace after flotation plant enrichment. While this process represents a valid route for copper recovery from the slags, it actually reduces the fresh concentrate feed capacity of the furnace. As a result, numerous recent studies have focused on the alternative recovery of valuable metals present in these slags.

In Chile, one of the world's leading copper-producing countries, the seven copper smelters extending from the Atacama Desert to the central region have gained a poor environmental reputation due to the enormous slag waste generated, along with a production of 1.5 million metric tons of copper in 2002 [14]. It is considered important to characterize copper pyrometallurgical slags produced in Chile and globally, with the aim of recovering different compounds and creating new activities in the mining sector. With the support of the Chilean government through the university-industry collaboration model, the recovery of the most abundant elements in the slag, including copper, molybdenum, valuable metals, silica, and iron, is proposed to produce commercial compounds, alloys, and various forms of iron oxide for the steel industry. Three possibilities are suggested for the pyrometallurgical process in the study: roasting of the slag, high-temperature fayalite oxidation, and direct reduction of iron oxides. Roasting is considered to obtain a leachable product for dissolving copper and valuable metals. At this temperature, copper sulfate and hematite can be formed. Prevention of copper oxide formation helps minimize copper ferrite. For fayalite oxidation, in addition to high temperatures, an oxygen potential of approximately 10⁻⁶ atm is required to enable the reaction. Direct reduction of the slag involves reducing iron oxides to metallic iron and subsequently obtaining an iron-copper alloy. This approach is still applied in copper smelters today, particularly in Russia, where the slags are processed in an electric furnace to recover around 98% of the copper and valuable metals in a metallic phase.

A cyanide-free method has reportedly been developed to separate copper and zinc and obtain a metallic phase containing As, Sb, Pb, Bi, Cu, S, and other elements.

Subsequent to that, additional purification processes are required to separate copper and valuable metals. It has been reported that Mintek developed a method using an electric furnace parallel to the smelting plant for the recovery of cobalt, nickel, and copper from smelter slags. In Zambia, large quantities of slag originating from reverberatory furnaces (containing approximately 1-3% cobalt and 1.5% copper) are processed using an electric furnace at a copper-nickel smelting plant to obtain a phase containing metallic cobalt and copper. Similar recovery efforts have been carried out and continue to be pursued in various countries worldwide, including Zimbabwe, Turkey, and Japan.

In the study by Traulsen et al. (1982), they mentioned the shift from reverberatory furnaces to flash smelting in the copper industry, citing power and energy requirements and unit costs. Flash smelting, particularly when operated with oxygen enrichment, was deemed economically advantageous, especially for high-capacity smelting processes. During that time, the increased interest in Inco's oxygen flash smelting furnace enabled the design of a wide range of furnaces. It appeared feasible to reach capacities of up to 3,000 tons per day in these furnaces. Consequently, Asarco's Hayden and Chino Mines selected Inco as part of the improvement works for their Hurley smelting plant in the United States. While the choice of smelting method ultimately depends on specific field conditions, modern flash smelting, Noranda, and oxygen-based continuous smelting methods stand out compared to traditional methods [15]. Researchers evaluated the clean production and technical efficiency of 30 smelter plants by comparing them using multiple criteria (Nikolic et al., 2019). The concept of modern copper production involves selecting and utilizing technology that aims to prevent the generation of large amounts of waste by-products. Increasing the efficiency of technological processes is also important in reducing the negative impact on the environment. Nikolic and colleagues aimed to develop a multi-criteria model to select the most suitable technological process for copper extraction. The analysis was conducted on thirty copper smelter plants worldwide that employ various pyrometallurgical process technologies. The model was developed based on the ranking of the performance of operating copper smelter plants by systematically analyzing the technological, economic, and environmental parameters of the applied technologies. Based on this analysis, the top-ranked copper smelter plant was Noranda Inc. (Altonorte, Chile), known for its autogenous continuous smelting of sulfide copper and other concentrates and materials. The technology used in this smelter plant is Noranda's, incorporating the latest autogenous smelting processes. This technology is characterized by high production costs and compliance with strict environmental standards, and it is among the leading technologies for autogenous smelting of sulfide copper concentrates worldwide. In contrast, the copper smelter plant Pasar (Philippines) ranked last due to its weak technical features: short lifespan and frequent replacement of the lining (less than a year), low copper content in matte (around 55%) while the iron content in copper is relatively high (around 24%), requiring additional processing of the produced slag due to its low copper content (1.5%). This smelter plant uses an electrothermal flash furnace. The same technological process is also applied in Hibi Kyodo Smelting Co. Ltd., which ranks tenth. Thus, it can be concluded that applying the same technological process in two or more copper smelter plants can yield different results. Indeed, the Noranda method is employed in both the top-ranked and 26th-ranked copper smelter plants. The efficiency and clean production processes of the plant cannot be solely attributed to the difference in production methods

Devia et al. (2019) examined the history and current state of copper smelter plants in Chile in terms of technological advancements. Due to the pyrometallurgical processing of sulfide copper ores, Chile has become the largest copper producer in the world. In Chilean smelter plants, various modifications have been made to reactors, including the Peirce-Smith and later the Hoboken converters, to increase their productivity. These modifications, including the use of copper concentrate feed and intense oxygen enrichment, have become part of the new Teniente technology for smelting concentrates. All these innovations have also affected other processes such as slag and gas treatment.

Historically in Chile, the reverberatory furnace-Peirce Smith converter pair has been established from the beginning of copper extraction operations, ensuring a good standard of production in the industry. However, as energy and environmental impacts became critical, it was deemed inappropriate for some processes to continue operating. Given the inefficient energy and environmental performance of reverberatory furnaces, Chilean smelter plants began searching for more efficient alternatives to maintain high productivity. In the Caletone smelter, some tests were conducted in the 1970s to directly feed concentrates into the Peirce-Smith converter, initially directly into the bath and later transitioning to injection. The resulting El Teniente converter was known as Chile's concentrate smelting technology worldwide at the time. The reactor was then installed in other smelter plants in Chile and some were also sold abroad. However, a weak commercialization strategy has kept the technology outside of international markets [17].

Copper production involves traditional refining processes consisting of the following stages:

(I) Pyrometallurgical refining through smelting

(II) Electrolytic refining

(III) Melting of cathodes and casting of alloyed forms.

According to Moskalyk et al. (2003), approximately 80% of the world's refined copper production is obtained through the traditional electrorefining method, while the remaining 20% is recovered as high-grade electrolytic copper cathodes through SX-EW (solvent extraction-electrowinning) process [18]. Over the past twenty years, the copper industry has witnessed remarkable growth in compact and efficient solvent extraction-electrowinning plants. In EW operations, electrolytic recovery is typically carried out using a solution containing copper in a sulfate environment as a component of acidic electrolyte. A suitable current and voltage are then applied to permanent lead or lead alloy anodes and stainless steel blanks, facilitating the complete stripping of the deposit. Electrorefined cathodes now achieve "A" grade copper quality and can be consumed in the form of continuous casting bars. They are annealed and cold-drawn in various dimensions for commercial applications in the wire and cable sector. The future technological challenge is reported to be the development of a process for direct electro-winning of copper from the white metal phase. In traditional copper electrolysis, cell voltage ranging from 0.25 to 0.3 V and current density are two significant parameters. The current density in electrorefining typically ranges from 180 to 280 A/m² in conventional practice. It has been reported that periodic reverse current ranging from 290 to 380 A/m² is used in several operations. As a general rule, while the current efficiency decreases, higher current density leads to increased copper output. For electrowinning, the voltage is approximately two volts, and it typically requires around 2000 kWh/ton of power for copper, whereas the power consumption in electrorefining is much lower, at approximately 350 kWh/ton.

In the extraction of valuable metals from slags, pyrometallurgical, hydrometallurgical, and pyro-hydrometallurgical methods can be employed. In research conducted within this scope, the applied methods generally offer solutions specific to their own economic conditions. The amount of copper passing into the slag in converters is higher compared to that in flash furnaces [19]. In the recovery of copper from copper smelting slag, it has been reported that the presence of isopropyl alcohol along with hydrochloric acid reduces the required energy value and approximately 84% Cu is extracted [20]. A similar study using ammonia for the purpose of recovering copper from the slag indicates an activation energy of 16 kJ/mol [21]. Studies on metal recovery from copper slags using hydrometallurgical methods generally encompass flotation and leaching techniques. Some of the investigated leaching agents include H₂SO₄, ammonia, iron(III) chloride, ammonium persulfate, oxygen, hydrogen peroxide, ozone, and cyanide. Additionally, various methods such as sulfation roasting, bioleaching, atmospheric leaching, and high-pressure oxidative leaching are involved [22]. In a study focusing on the extraction of valuable metals from a mixture of copper converter and flash furnace slag using a microwave furnace, the effects of various parameters such as leaching time, liquid-to-solid ratio, and concentrations of hydrogen peroxide and acetic acid on metal extraction were investigated. It was reported that under optimum leaching conditions, 95% Cu, 1.6% Fe, and 30% Zn were extracted [23]. In a study aiming to recover valuable metals from copper production slags using hydrometallurgical methods under atmospheric conditions, hydrogen peroxide and sulfuric acid were used as the leaching reagents. It is emphasized that hydrogen peroxide, being a strong oxidizing reagent, is used for the oxidation of both copper sulfide structure and iron present in the fayalite phase, which is precipitated as FeOOH under suitable conditions (70 °C and pH 2.5). It was reported that copper, zinc, and cobalt recoveries were above 80% under optimum leaching conditions, and solvent extraction methods were used for their selective separation [24]. In another study, a new hydrometallurgical method was proposed to selectively extract base metals such as cobalt, zinc, and copper from copper production slags under atmospheric pressure. Experimental studies indicated the use of sodium chlorite (NaClO₃) and sulfuric acid (H₂SO₄) as oxidizing leaching reagents. Additionally, a compound like calcium hydroxide (Ca(OH)₂) was used for neutralization before filtration to facilitate the precipitation of iron and silica, as emphasized [24].

According to experimental results, it has been reported that almost all of the mentioned metals can be extracted from the slag through leaching without any roasting step [25]. In a study investigating the leaching kinetics of copper matte slags in an NH₄OH solution, it is stated that experimental studies were conducted at various parameters to determine the optimum leaching conditions and reaction kinetics. Parameters such as temperature, stirring speed, and pulp density were found to have a significant effect on metal recovery, and under optimum conditions, copper extraction remained around 65%. The dissolution kinetics of the slag were described using a mixed shrinking core model, and the activation energy

of the leaching process was determined to be 16.2 kJ/mol. Reverberatory furnace slags were studied for iron and copper extraction using sulfate roasting-water leaching. A two-step extraction procedure was followed for this purpose, where the slags were roasted in the presence of H_2SO_4 at temperatures ranging from 150 to 800 °C in the first step, and the resulting calcine was directly subjected to water leaching in the second step. It was reported that at low roasting temperatures (250 °C), the copper and iron extraction values in water leaching were approximately 94% and 55%, respectively. Under the determined optimum conditions, iron was precipitated and the resulting solution was subjected to electrowinning to obtain copper in a pure form after the solvent stage [26]. In a study examining the leaching of copper matte slags in the presence of hydrochloric acid (1M HCl) and hydrogen peroxide (0.5-3 M H_2O_2), the copper extraction efficiency was investigated. The experimental results showed that under the conditions where hydrogen peroxide, which possesses strong oxidizing properties, was used, the copper extraction was approximately twice as high compared to the case where it was not used [27]. In the presence of sulfuric acid, the leaching kinetics of copper matte slags were studied using oxygen pressure leaching. In this context, the effects of various factors on copper dissolution, selective leaching behavior, and the kinetic behavior of the oxygen-pressure system on dissolution were attempted to be explained. Different kinetic models were obtained in different leaching stages, and it was stated that the leaching rate of copper was primarily controlled by chemical reaction and diffusion in the initial and final stages, respectively. Under optimum leaching conditions, the extraction efficiencies of copper and iron were reported to be 97.2% and 0.58%, respectively [28]. In another study, it was mentioned that segregation roasting of flotation-enriched slag in the presence of carbonaceous materials and alkali chlorides, followed by water leaching, allowed for the extraction of approximately 80% of copper [29]. In a study on primary converter slag and secondary slag, it was stated that copper could be extracted by approximately 95% through cyanide leaching [30]. Another study on flash converter slag indicated that around 75% of Cu could be extracted [31]. Sulfation roasting is another method investigated for the recovery of metals from slags. In a study, converter slag was subjected to sulfation roasting with ammonium sulfate and sulfuric acid, followed by water leaching, and it was stated that more than 80% of copper, nickel, and cobalt could be recovered with ammonium sulfate. It was emphasized that sulfuric acid enabled the recovery of these metals at a rate of 90-100% and that the extraction efficiency of iron leaching into the solution was approximately 60-80%. Furthermore, it was mentioned that the extraction of iron could be reduced to 3% through a second roasting step at a higher temperature after sulfation roasting with sulfuric acid [32].

There are studies on the use of weak acids such as acetic acid for the recovery of metals from converter slag. In one of these studies, it is stated that copper can be extracted by 55% through the leaching of converter slag under pressure with acetic acid. The same study also mentions that after a reducing roasting of the converter slag, the extraction of copper and nickel can reach 97% and 20% respectively through leaching with acetic acid [33].

Bruckard et al. (2011) conducted a compilation study focusing on the effects of grinding methods and grinding media on the flotation performance of copper sulfide minerals. The chemical environment of the pulp, ore composition, characteristics and type of grinding media, size reduction method used, preconditioning stages, and the reactive interactions during flotation and grinding (and conditioning) can influence the subsequent flotation process. In the study, these factors mentioned above were reviewed and discussed in relation to the floatability of copper sulfide minerals [34].

Galvanic interactions between copper sulfide minerals and steel grinding media increase the iron levels in the pulp, decrease the concentration of dissolved oxygen in the slurry, and ultimately lead to the formation of iron hydroxides. These changes can be detrimental to copper flotation. Graham and Heathcote (1982) observed the effects of iron by adding metallic iron to paper pulp in their studies, which reduced the efficiency of laboratory flotation cells and lowered the levels of dissolved oxygen to better simulate operating conditions. It has been shown that chrome alloy balls can limit hydroxide formation in the pulp, which can have positive effects on flotation performance in certain systems. Additionally, depending on the mineralogy of the ore, galvanic interactions can occur between sulfide minerals and affect the separation efficiency in flotation [35].

Various laboratory and plant studies have shown improvements in copper recovery through flotation following autogenous grinding compared to conventional grinding using steel rod and ball mills at the same grinding size. Several studies suggest that better flotation of copper minerals can be achieved after dry grinding (compared to wet grinding), but most of these studies used collectorless flotation.

Gonçalves et al. (2003) examined the effect of grinding media on the flotation of copper present in secondary minerals such as chalcocite, bornite, and chalcopyrite, and found that very fine grinding is required to liberate copper from these minerals [36]. These minerals can undergo rapid oxidation in an alkaline pH range and under mild oxidizing conditions, resulting in oxidation products that can adsorb onto mineral surfaces and alter their flotation behavior. Additionally, they can significantly change the interaction mechanisms between minerals and the collector in the flotation process. These factors negatively impact the performance of the flotation process and increase reagent consumption, required flotation cell volume, and overall process costs. In the experiments conducted, the grinding time was adjusted to ensure that 90%

of the material used was below 150 μm . The study reported that the conditions that provided the highest level of copper recovery and the fastest flotation kinetics were achieved when using a rubber-lined steel mill with stainless steel balls. In their review study, Feng et al. (2022) examined in detail the flotation methods and interaction mechanisms with reagents for the enrichment of copper oxide minerals such as malachite, azurite, chrysocolla, and cuprite [37]. Among the flotation methods, direct flotation (using chelating reagents or a fatty acid as a collector), sulfidization flotation (using xanthate as a collector), and activation flotation (using chelating reagents, ammonium/amine salts, metal ions, and oxidants for activation) are included. It is reported that an effective way to achieve efficient flotation of copper oxide minerals is to increase the active sites on the surface of the minerals to enhance the interaction between the collector and the mineral surface. This can be achieved by promoting the adsorption of specific metal ions such as Pb^{2+} and Cu^{2+} , thereby increasing the number of active sites. Special chelating reagents, ammonium/amine salts, metal ions, and pre-oxidation can increase the number of active sites on the mineral surface and enhance the adsorption of sulfide ions and collectors in subsequent processes. Therefore, it is reported that the sulfidization of copper oxide minerals can be enhanced by adding specific activators to achieve efficient hydrophobic flotation of copper oxide minerals. However, the review study also suggests various perspectives for further research on the efficient recovery of copper oxide minerals.

In their review study on the effect of clay minerals on the flotation process of copper ores, Jeldres et al. (2019) stated that the presence of clay leads to low copper recovery in the flotation process of copper ores, which in turn affects the concentrate grades [38].

The main studies reported so far have been systematically organized and classified into five categories in this document:

- i) Rheology of clay slurries;
- ii) Special reagents for clay dispersion;
- iii) Interactions between clays and valuable minerals in saline environments;
- iv) Mechanical entrainment; and
- v) Copper oxidation on clay coatings.

The strategies currently used to improve the processing of clay mineral slurries have proven to be inadequate in achieving optimal operational outcomes. This review explores research opportunities considering the use of nanoparticles, organic polymer-based reagents, and technologies utilizing seawater.

In the literature, some researchers have investigated the extraction of copper from flotation tailings and reverberatory furnace slag through flotation processes. Antonijević et al. (2008) examined the leaching of flotation tailings using sulfuric acid, considering the average copper content of approximately 0.2% in the tailings. They aimed to determine the leaching kinetics of copper and iron influenced by various factors such as pH value of the leach solution, agitation rate, slurry density, particle size, concentration of iron ions, leaching temperature, and duration. The average copper and iron recoveries obtained were approximately 60-70% and 2-3%, respectively. The results from this study indicate that old flotation tailings ponds can be an important secondary raw material source for copper extraction and should be evaluated rather than being treated as land reclamation. Sarrafi et al. (2004) investigated the recovery of copper from reverberatory furnace slag using the flotation method. They examined influential factors such as particle size, pH, quantity and type of collectors and modifiers, and flotation time. Under optimized conditions for an air-cooled slag, 72% of copper was recovered through single-stage flotation, resulting in a copper concentrate with a grade of 12.6%. The highest recovery efficiency was achieved when 30 g/t R407 was used as a collector. It was observed that the recovery was also influenced by the cooling rate of the molten slag, reaching up to 84% when the slag was slowly cooled.

The review article by Zuo et al. (2022) provides comprehensive information on the developments in recovering valuable metals and waste heat from copper slag, making it a valuable reference source on this topic. Copper slag, formed during copper smelting, contains oxide compounds such as Fe, Cu, Co, Al, Si, Ni, Cr, and Ca. Copper slag contains higher amounts of valuable metals like Cu and Fe compared to some copper ores. Instead of being used solely as a cement additive due to these valuable metals, copper slag should primarily be utilized for metal recovery. This topic of metal recovery has gained significant importance in recent years. However, there are certain limitations that hinder the development of this field, such as the high energy consumption and low recovery rates associated with the recovery processes. Additionally, the temperature of the obtained copper slag during the processes exceeding 1300°C indicates the potential for energy

recovery. Most of the metal recovery studies using the reduction method have been conducted in Chinese universities, primarily at Kunming University. These studies have employed various reducing agents such as coal, anthracite, graphite, biochar, biomass, plastic char, Al, CO-CH₄-Ar, CO-H₂, H₂, and bio-oil. The reduction rates achieved were 95.56% for Fe, 98.9% for Cu, 87.15% for Ni, and 88.41% for Pb. In the flotation process using kerosene Shellsol D70, copper recovery of 80%, cobalt recovery of 90%, and zinc recovery of 90% were obtained. When the wet separation method was employed, the copper recovery percentage varied between 90% and 95% depending on the leaching method used. The highest recovery was achieved when H₂O₂ and CH₃COOH were used in a microwave-assisted process [41].

The paper titled "Material Composition and Technology Development for Processing Waste from JSC 'Almalyk MMC' Copper Concentrate Plant" by Bekpulatov et al. (2022) demonstrates that grinding of pyritic waste obtained from porphyry copper ore beneficiation and subsequent flotation process to obtain copper and iron concentrates (along with gold and silver) is economically feasible under the conditions of JSC "Almalyk MMC" [42].

Similarly, during production and ore beneficiation processes, tailings containing valuable metals are generated. Studies related to these tailings can also be found in the literature.

In a study investigating the recovery of copper from copper flotation tailings through acid leaching, it is stated that the tailings containing an average of 0.2% Cu were leached with sulfuric acid in the presence of an oxidant for copper extraction. The study examined the effects of various parameters and reported that approximately 60-70% of copper and 2-3% of iron were dissolved in the leach solution. Another study focused on heap leaching of tailings, and it was mentioned that the conditions of heap leaching were optimized, with the most effective factors being the operational design and leaching time [43].

Conesa et al. (2006) conducted a study on the pollution potential and stabilization of tailings from three different mines in Spain. It was noted that the environmental risk associated with the tailings depended on their pH [44]. Another study focused on the recovery of valuable metals from Ni-Cu sulfide-containing tailings. It stated that a nitric-sulfuric acid mixture was used to recover nickel, copper, and cobalt, achieving recoveries of 91.5%, 85%, and 54.6%, respectively, under atmospheric pressure and room temperature. It was also mentioned that the iron leached into the solution was precipitated using the sodium jarosite method [45]. In a study examining the leachability of copper in tailings under different particle sizes, experiments were conducted at various particle sizes. It was observed that in the leaching process with weak acid at the smallest particle size, 50-60% of copper was leached, whereas at the largest particle size, only 32% of copper could be leached [46]. In a study investigating the recovery of copper from flotation tailings, it was mentioned that different ammonium salts were used to create a basic environment to prevent the leaching of iron into the solution. According to the obtained data, the efficiency of copper extraction was ranked as follows based on the ammonium salts used: (NH₄)₂CO₃ (73%) > (NH₄)₂S₂O₈ (69%) > NH₄OH (64%) > NH₄Cl (42%) > NH₄NO₃ (40%) [46]. The effect of ultrasonic sound waves on the leaching process was examined in the presence of acetic acid and hydrogen peroxide. It was noted that the sound waves caused cavitation on the particle surface, increasing the surface area and positively affecting the extraction efficiency [47].

In the article "New Horizons in the Processing of Copper Industry Wastes," Vokhidov (2022) examined the wastes of JSC Almalyk MMC and determined that the amount of valuable metals contained in the waste mass resulting from mining activities is of great importance for production [49]. The efficient separation of noble and rare metals was attributed to the use of modern hydrometallurgical and pyrometallurgical technologies. The effectiveness of methods for the selective extraction of platinum group metals was determined, and dissolution methods, reduction of platinum metals, and purification from various impurities were achieved. Based on the analysis of the research results, suitable selective methods for each metal using hydrometallurgical and pyrometallurgical methods were proposed to extract platinum, palladium, and rhodium from copper industrial wastes (in the electrolysis stage used for gold purification). Hydrometallurgical methods were developed for the purification of palladium, platinum, and rhodium using formic, citric, and nitric acids, respectively. As a result, the complex extraction of platinum group metals from industrial wastes became possible, with extraction rates of over 80% for all platinum group metals. Platinum powder with a purity of 99.98% and palladium powder with a purity of 99.94% were obtained [49].

A study conducted by Zha et al. (2019) reported that approximately 1400 tons of flotation waste are generated each year from processing copper anode slimes. In order to selectively separate the valuable metals from these wastes, the researchers proposed a three-stage vacuum distillation concentration process [50]. After laboratory-scale experiments conducted at 1273 K, 120 minutes, and 0.1-5 Pa conditions, silver (95.4%) and gold (96.9%) were successfully recovered from the valuable metals. Lead (99.7%), antimony (95.8%), and bismuth (99.8%) were extracted from the main metals and primarily concentrated in the first volatile phase. Rare metals selenium (90.9%) and tellurium (92.2%) were enriched

in the second volatile phase. The study reported no waste generation and emphasized that this method represents a new technology for processing flotation waste.

The findings of Qu et al. (2023), who investigated the recovery of valuable metals by melting used lithium-ion batteries with copper slag, are quite intriguing [51]. They proposed a new approach for both the recovery of valuable metals and the reuse of the resulting product by melting used lithium-ion batteries and copper slag together. Efficient and low-cost recycling of used lithium-ion batteries is of great importance for the sustainable development of the clean energy industry and energy metal resources. In the conducted study, a shared melting process was developed to simultaneously recover valuable metals from used lithium-ion batteries and copper slag using copper slag as a flux, CaCl_2 as a chlorine provider, and anode graphite and aluminum foil from used lithium-ion batteries as reducing agents. Co, Cu, Ni, and Fe from used lithium-ion batteries and copper slags were recovered in alloy form. Lithium was transferred from the slag to the gas phase through a chlorination reaction during the shared melting process. Under optimized conditions, the reported recovery rates for Co, Cu, Ni, and Fe were 99.13%, 98.04%, 99.30%, and 97.98%, respectively, while the evaporation rate of lithium was 97.86%. Additionally, a strategy for preparing high-value-added products from the melted products was provided. It was mentioned that the lithium-containing powder could be used in the preparation of Li_2CO_3 -containing batteries, and the smelting slag could be used for producing glass ceramics. The proposed shared melting process enabled the recovery of valuable metals and addressed the difficulties in lithium recovery in traditional processes.

On the other hand, due to increasing environmental awareness and various advantages it offers, it can be observed that researchers worldwide are extensively studying hydrometallurgical production methods instead of pyrometallurgical methods for sulfide copper ores.

In a study investigating the extraction of metals from copper concentrates using peroxide and acetic acid, the results were optimized using Response Surface Methodology (RSM), and it was reported that more than 80% Cu was extracted with a 94% model fit [41]. Similarly, in another optimization study, it was stated that in a process conducted in an autoclave with the presence of hydrogen peroxide and sulfuric acid, 76% Cu and 9% Fe were dissolved into the solution [52].

In a study investigating the leaching of chalcopyrite in ferric chloride and ferric sulfate solutions, various parameters were experimentally studied to determine the optimum leaching conditions. Under the optimized conditions, it was reported that more than 90% of copper was dissolved into the solution at a concentration of 0.2 M FeSO_4 , 0.3 M sulfuric acid or 0.2 M FeCl_3 , 0.3 M HCl, a particle size of $-14\ \mu\text{m}$, and a leaching temperature of $90\ ^\circ\text{C}$ [53]. Another study focused on the extraction efficiency of copper from chalcopyrite by conducting leaching experiments using acidified ferric chloride solution and determining the optimum parameters for chalcopyrite dissolution kinetics. The leaching experiments were conducted at various parameters including leaching temperature ($25\text{--}106\ ^\circ\text{C}$), hydrochloric acid concentration ($10\text{--}30\ \text{g/l}$), ferric ion concentration ($75\text{--}200\ \text{g/l}$), solid-liquid ratio ($1/5\text{--}1/40$), and stirring speed (400 rpm). It was also mentioned that mechanical activation resulted in higher extraction of iron rather than copper, and in microwave leaching experiments, an increase in microwave contact time led to a slight increase in copper and iron extraction. In the optimized leaching experiments, it was reported that 98.6% of copper and 57% of iron were extracted, and the leaching efficiency increased with higher temperatures. The activation energy for copper dissolution in acidified ferric ion solution was calculated as $49.63\ \text{kJ/mol}$, and it was indicated that the leaching process was controlled by a shrinking core model [54]. Currently, various hydrometallurgical processes exist for copper production from chalcopyrite. These processes generally involve leaching operations conducted in the presence of strong oxidants. Some of the commercially applied and patented hydrometallurgical production methods include the Sherritt-Cominco, Cymet, Cyprus, Clear, Arbiter, and HydroCopper processes. In the Sherritt-Cominco process, chalcopyrite's compact structure is first disrupted through roasting and hydrogen reduction. The resulting product, mainly consisting of bornite (Cu_5FeS_4), is then subjected to pressure leaching with sulfuric acid. The Cymet process uses iron (III) chloride as the oxidant, while the Cyprus and Clear processes use both iron (III) chloride and copper (II) chloride. The Arbiter process is essentially a pressure leaching process conducted under ammonia oxidation. The HydroCopper process, on the other hand, is a more recent method that utilizes the chloride obtained through electrolysis of a salt solution as the oxidizing reagent and hydrogen for the reduction of copper into metallic form [55][56]. Different methods for hydrometallurgical copper production from chalcopyrite can be categorized and studied separately. These include methods involving direct leaching of chalcopyrite, combined methods that include leaching of the product obtained after a pre-treatment such as roasting, and more recently explored bioleaching methods. Numerous studies have been conducted to extract copper from chalcopyrite using these methods, exploring the possibilities of various leaching materials and techniques. For this purpose, studies have been conducted to investigate the use of leaching reagents such as sulfuric acid, nitric acid, hydrochloric acid, and

ammonia [57-62]. Additionally, to enhance copper extraction efficiency, reactive agents such as ferric chloride, ferric sulfate, copper chloride, sodium chloride, manganese dioxide, and halides have been studied in acidic leaching processes, while thiosulfate and ammonium sulfate have been explored in alkaline ammonia leaching [59, 61-67].

In studies where ammonium persulfate, an alternative oxidant, was used for the hydrometallurgical recovery of valuable metals from copper ore and concentrates, selective extraction was particularly emphasized. It was mentioned that ammonium persulfate decomposes, resulting in the formation of elemental oxygen, which has sufficient potential to create an oxidizing environment [68-75].

In a study investigating the extraction of chalcopyrite in the presence of hydrogen peroxide and a chelating agent (Titrplex III), it was reported that 93% Cu was obtained under optimum conditions [76]. In another study conducted by our team, excellent results were obtained in the recovery of valuable metals from copper concentrates and copper slag by using tufaline, which is formed during iron production, as an oxidant. According to the study, 95.04% of copper was extracted in 120 minutes at a temperature of 105 °C, a solid-liquid ratio of 1/25, and a stirring speed of 400 rpm [77]. In another study examining the pressure leaching of copper concentrate, it was mentioned that oxalic acid and hydrogen peroxide were used together. According to the obtained results, at low temperatures, 91% of iron and 1.73% of copper were dissolved in the solution, while at high temperatures, the extraction conditions reversed, and at 170 °C, 89% of copper and 2% of iron were dissolved in the solution [78]. It is known that the main problem encountered during the extraction of copper from chalcopyrite concentrate is the dissolution of iron into the solution. In a study addressing this issue, it was stated that treating the concentrate with oxalic acid first removes a significant amount of iron from the structure, resulting in copper enrichment in the solid phase. This process, known as reverse leaching, can be seen as an alternative type of enrichment, and it was also mentioned that copper can be recovered through selective leaching with HCl [47, 79].

Furthermore, there are also studies on the recovery of non-iron metals and rhenium from flue dust during copper production [80].

The anode slime generated during the electrorefining process in copper production contains valuable metals. These valuable metals, enriched along with the copper ore until the electrolysis stage, settle at the bottom of the anode during electrolysis. The general chemical and mineralogical analysis of the anode slime is shown in the table below. [Note: These contents and components may vary depending on the type of ore]. The recovery of valuable metals from anode slime should be considered.

Table 2.1. General Chemical And Mineralogical Analysis Of Anode Sludge

Element	Tenör (%)	Bileşik
Cu	23,10	**CuO, Cu ₂ O, CuS, CuSe ₂
Pb	20,51	**PbSO ₄
Sn	15,42	**SnO ₂
Ba	5,87	**BaSO ₄
S	4,11	
Ni	0,82	**NiO
Sb	0,24	**SbAsO ₄
Sr	0,14	
Zn	0,13	***ZnO
Bi	0,11	***Bi ₂ O ₃ / BiAsO ₄
Ag*	2204,2	***Ag ₂ SO ₄ , Ag ₂ Se, Ag ₂ Te, CuAgSe, AgCl, (Ag/Au)Te ₂ , Ag ₂ S, Ag ₂ O
Se*	413	***Ag ₂ Se, Cu ₂ Se, CuAgSe, Se
Te*	83	***Ag ₂ Te, Cu ₂ Te, (Ag/Au)Te ₂ , Te
Au*	21,9	***Au, (Ag/Au)Te ₂
* Anot çamuru bünyesindeki miktarları ppm seviyesindedir.		
** XRD analizi ile tespit edilen yapılar		
*** Anot çamuru bu bünyesindeki muhtemel fazlar		

2.3. RECOMMENDATIONS

Various recommendations regarding copper production methods and strategic planning are provided below. These recommendations are presented in a cause-and-effect manner and have been anticipated in accordance with scientific studies.

1. Due to Uzbekistan's geographical location, which is distant from sea transportation, it is necessary to produce and market high-value-added products. In the case of the Almalyk copper plant, it is advisable to plan the production of these products as the current production of cathodic copper and the marketing of by-products obtained from the plant. It should be remembered that the path to producing by-products and advanced technology products lies in the processing of waste materials generated from the existing plant.

2. Considering the multi-metal production process and the low grade of the main ore feedstock at the Almalyk copper plant, it should not be forgotten that the way to achieve economical production is by operating at high production capacities. The decision to proceed with capacity expansion is a very appropriate one, and it is recommended to reach different product portfolios through new investments.

3. Scientific studies indicate that the most suitable method for recovering valuable metals from various waste materials generated in the copper production plant is through the application of hydrometallurgical techniques. Hydrometallurgical methods have certain advantages such as low initial investment cost, the possibility of selective metal extraction, the production of high-purity metals or metal salts, and their environmentally friendly nature. The relatively low quantity of valuable metal content in the waste materials from the Almalyk plant highlights the importance of employing hydrometallurgical production methods, which are suitable for low-capacity metal production. Therefore, the first step should be a comprehensive study of the chemical and mineralogical properties of all waste materials, determining the quantities and metal contents, and providing a detailed report. The sulfuric acid obtained from the gases of the smelting plant can be used in hydrometallurgical facilities established within the plant.

4. The following metals and their sources can be recommended as by-products to be produced at the Almalyk copper plant:

(a) Due to the low grade of copper ore, it undergoes a series of crushing and grinding processes followed by flotation for enrichment. It is possible to consider processing the waste obtained from the flotation process, which combines the tailings, for valuable metals. Since the resulting waste has a high iron content, pressurized leaching systems, where iron is precipitated with oxygen, are recommended for the production method. Depending on the composition of the

final ore feedstock, gold (Au), silver (Ag), copper (Cu), zinc (Zn), cobalt (Co), and cadmium (Cd) can be obtained. Furthermore, it is essential to conduct thorough chemical and metallurgical analyses of the copper ore and plan the production accordingly. For instance, if the copper ore contains both sulfide and oxide mineral structures, the sulfide structure can be floated for enrichment, while the oxide structure can be leached and directly extracted. As a result, if pure gold is present, soda can be preferred as a pH adjuster instead of limestone.

(b) Valuable metals are enriched in the furnace flue dust. The products obtained from the flue dust can include cathode copper, cathode zinc, Bi_2O_3 , PbSO_4 , and Ag. A two-stage leaching process can be applied. In the first leaching step, more than 90% of Cu, Zn, and Fe can be dissolved into the solution. Selective recovery of Cu is achieved through solvent extraction and stripping. The residue will be enriched in Pb, Ag, Bi, and Au. In the second leaching step, more than 85% of Pb and Ag can be dissolved into the solution.

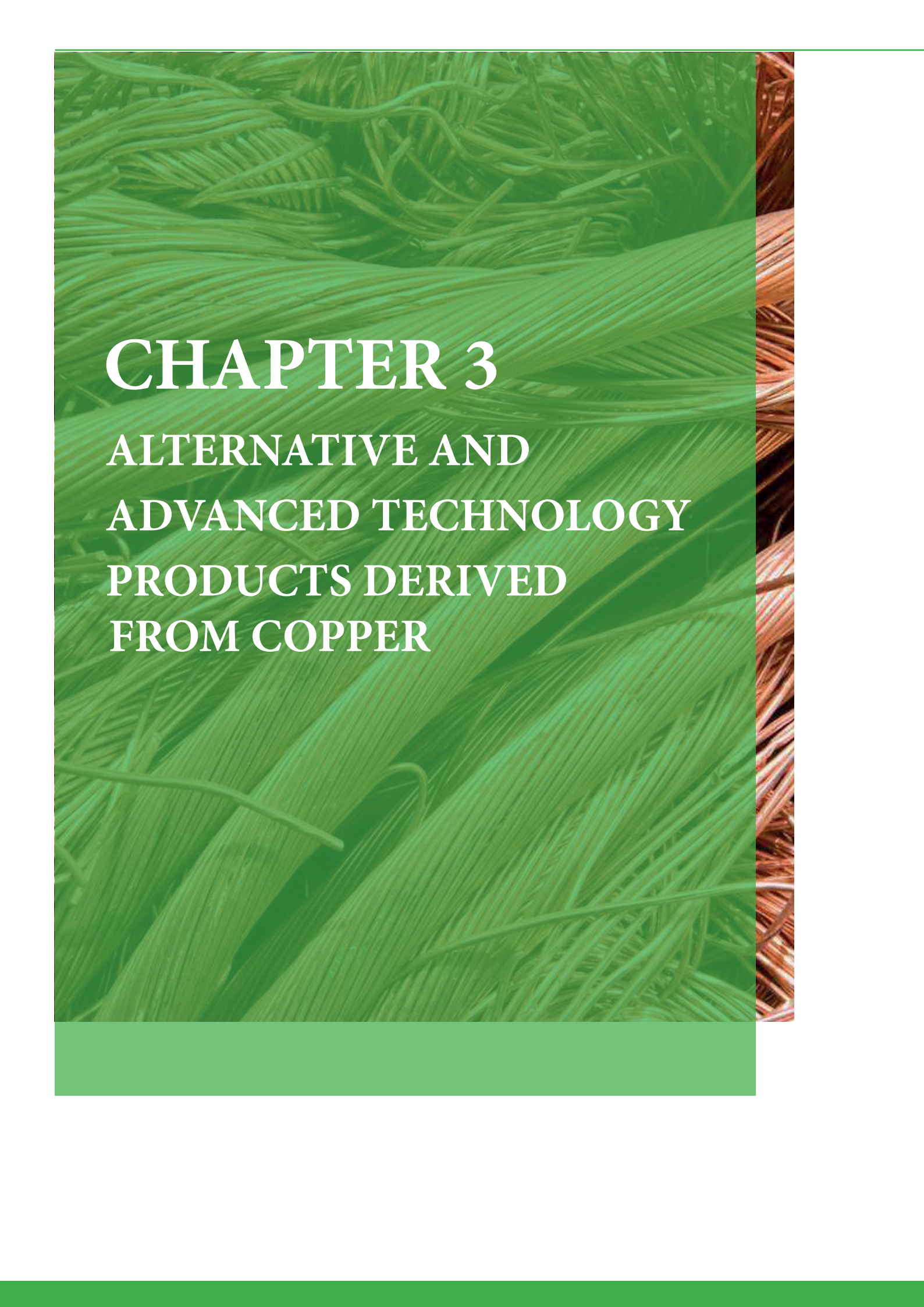
(c) In a multi-product production strategy, it is essential for both dependent and independent facilities to operate at high efficiency for process economics. Therefore, before proceeding with the recovery of valuable metals from the mentioned waste and/or residues, a thorough study of their quantity, grade, chemical, and mineralogical composition should be conducted.

5. Uzbekistan is currently a country rich in electric power and extensively utilizes electricity in copper production (according to the information obtained, electric furnaces are used). However, considering the serious energy bottleneck worldwide and to prevent Uzbekistan from facing a similar bottleneck in the future, it would be beneficial to consider new capacity expansion investments based on alternative energy systems and strategically plan them for the medium and long term. On the other hand, it should be noted (according to the information obtained) that another furnace used for smelting is a reverberatory furnace. Currently, traditional reverberatory furnaces are no longer used in copper production technology, and instead, the use of flash furnaces is more prevalent. Due to certain disadvantages of reverberatory furnaces (such as low thermal efficiency, indirect heat transfer, etc.), their use in copper smelting has been abandoned worldwide.

6. Throughout the world, there is a policy focus on the production or procurement of rare earth elements (especially led by China). Therefore, it is necessary to thoroughly study copper ore, flue dust, slag, and ore beneficiation residues and determine the existing potential for rare earth elements. Based on the economic analysis, new investment models for rare earth element production should be considered from the identified potential deposits. The rare earth elements obtained can be sold at high values in the international market, and it would also enable Uzbekistan to produce its own raw materials for emerging sectors (such as battery technology, magnetism, ceramic technology for space technology, alloys, defense industry, superconductors, etc.). Rare earth elements are classified into heavy (Y, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, and Lu) and light (Sc, La, Ce, Pr, Nd, Pm, and Sm) rare earth elements. For example, the price of high-purity Scandium metal has fluctuated between \$4,000 and \$20,000 USD/kg in the past 10 years, and the price of Osmium in 2023 is \$1,960 USD/g. If access to rare earth elements cannot be achieved within the copper metallurgy plant, their production should also be considered in other metal-mining facilities and investment items.



7. It is essential to fully utilize the anode slime generated during copper production, as it contains a significant amount of valuable metals. The recommended method for this is again the application of hydrometallurgical techniques.
8. Planning, feasibility studies, and project development should be carried out for the production of copper, other valuable metals, and rare earth elements for use in advanced technology material production. Additionally, a study should be conducted to determine the efficiency values of the smelting furnaces and other auxiliary plant arguments used in the facility. It would be highly beneficial for the newly planned capacity expansion model to be free from the disadvantages of existing arguments.
9. All the recommendations provided should be thoroughly researched in the context of Almalyk, through scientific studies. It is advisable to seek support from universities for this purpose. Simultaneously, alongside the establishment of a research and development (R&D) facility within the plant, the establishment of an industrial R&D structure is recommended. It is important to note that the best operation is aware of the deficiencies in the current facility conditions. Working on these deficiencies and required actions in a planned manner, making decisions based on research results, and implementing them would be the most suitable approach. Depending on the research capacity of this R&D center, it can be positioned to meet the research and development needs of various sectors in the country.

The background of the slide features a close-up photograph of numerous bundles of copper wire. The wires are tightly packed and show a characteristic reddish-brown patina. A semi-transparent green rectangular overlay covers the majority of the image, providing a contrasting background for the white text. The text is centered and uses a serif font. At the bottom of the slide, there is a solid green horizontal bar.

CHAPTER 3

ALTERNATIVE AND ADVANCED TECHNOLOGY PRODUCTS DERIVED FROM COPPER

Cathode copper is an industrial metal with a high purity level that is used as a raw material for many industrial metals [81].

Table 3.1. Eti Bakir A.S. Samsun Smelting Plant Analysis Values [81]

Cathode Copper Chemical Analysis Values													
Cu %	Se ppm	Te ppm	Bi ppm	Sb ppm	As ppm	Pb ppm	S ppm	Ni ppm	Fe ppm	Si pmm	Zn g/ton	Co ppm	Ag g/ton
+99,99	<2,0	<2,0	<2,0	<4,0	<2,0	<0,2	<10,00	<1,0	<2,0	<2,0	<1,0	<1,0	<10,0

Table 3.2. Cathode Copper Dimensions [82]

Dimensions of Cathode Copper (~)			
Length	Width	Thickness	Weight
960 mm	960 mm	8-12 mm	80-100 kg

Copper is produced in a pure form from copper ores through various pyrometallurgical, hydrometallurgical, and electrometallurgical production methods. The purification of the produced copper is carried out using electrometallurgical methods according to ASTM B115, EN 1978, and GOST 546 standards. The copper produced through this method is referred to as cathode copper.

- Pyrometallurgical methods are applied to sulfide, oxide, and native copper ores.
- Hydrometallurgical methods are applied to low-grade and oxide copper ores.
- Electrometallurgical methods are applied as the final stage of the other two methods. Therefore, impure copper obtained through pyrometallurgical methods is subjected to electrolytic refining to convert it into pure cathode copper. Alternatively, impure copper taken into the aqueous solution through hydrometallurgical routes can be collected as pure cathode copper through electrowinning. Unrefined copper ore is precipitated onto cathode copper in a solution, and as a result of the process, a high-purity, low-oxygen content, smooth, and homogeneous copper product is obtained.

Electrorefining of Copper

Electrorefining is the process of separating dissolved chemical compounds in a liquid through the use of electric current. To purify copper, impure copper metal is used as the anode in an electrolytic cell. A pre-purified thin copper sheet is used as the cathode. This system is immersed in an electrolytic solution, which consists of copper sulfate and sulfuric acid. When current passes through, positively charged copper ions are attracted from the anode into the solution. Subsequently, they are drawn towards the negative cathode, where they lose their positive charges and adhere tightly like neutral atoms. In essence, impure copper dissolves at the anode, and pure copper forms as a thicker coating on the cathode.

3.1. Applications of Cathode Copper

Cathode copper is used in the production of alloys such as bronze, brass, and alloyed steel. It is also utilized in industries such as wire, cable, and transformer manufacturing.

High-purity cathode copper is widely used in the production of electric circuits that require high precision. It is specifically employed in the manufacturing of solar panels in the renewable energy sector, enhancing their energy efficiency. Cathode copper with its high conductivity helps minimize energy losses.

According to the International Energy Agency, the amount of minerals required for the production of an electric vehicle is five times higher compared to a gasoline-powered vehicle, and the mineral demand for a wind turbine is eight times higher than that of natural gas power plants. Among these minerals, copper plays a prominent role. Liquid rocket engines operating at high temperatures feature a series of integrated cooling channels, and a copper alloy lining is utilized in these cooling channels.

Cathode copper is a recyclable material, contributing to environmental sustainability. Recycling cathode copper helps reduce waste, conserve resources, and save energy, thereby supporting environmental preservation.

3.2. The Role of Copper in the Green Economy

Copper, referred to as the "new oil," is expected to be a key determinant in the future growth of the global copper market as part of the green energy transition. As the green energy transition accelerates, there is an expected increase in demand for copper. The main reasons for this demand increase are the elasticity and conductivity properties of copper, as well as its low reactivity.

Technologies that are critically important for energy transition, such as electric vehicles (EVs), batteries, solar panels, and wind turbines, require significantly more copper compared to traditional fossil fuel-based technologies. The use of copper in EVs, for example, is four times higher than in conventional cars. Renewable energy systems can require up to 12 times more copper compared to traditional energy systems. On January 28, 2021, General Motors announced its goal to become carbon neutral by 2040 and produce only EVs after 2035.

Due to the clean energy transition, it is projected that copper demand will increase by 600% to reach 5.4 million tons by 2030. With the growth rate of renewable energy sources and electric vehicle technologies, it is expected that copper demand will reach 8.7 million tons, representing a 900% increase [84].

With the rapid growth of the green consensus, the transition to renewable energy and electrification is expected to further increase the demand for copper.

3.3. Priority of Economic Development in Uzbekistan's 2022-2026 Development Strategy

Uzbekistan aims to achieve sustainable economic development by increasing the country's exports to \$30 billion by 2026. Therefore, increasing the share of the private sector in exports to 60% is a priority. In line with this goal, the country aims to improve the organizational and financial support system for exporting businesses and increase the number of current exporting enterprises from 6,500 to 15,000. It is also expected to expand the number of countries receiving goods exports from 115 to 150.

3.4. Copper Industry in Uzbekistan: Current Situation and Perspectives

In recent years, there has been increasing interest in copper extraction and production of copper-based products in Uzbekistan. The copper mining industry and related sectors are seen as potential driving forces for the economy. One of the mineral resources in focus is copper, which is estimated to have reserves of around 45 million tons.

3.5. Competitiveness of Uzbekistan's Copper Industry: Comparative Analysis with Selected Countries

The copper industry is an important part of the Uzbekistan economy, contributing significantly to employment and exports. Copper has become a significant export product in Uzbekistan today. Over the past 15 years, copper exports from Uzbekistan have increased by more than six times, from 78 million to 78,586 million. Copper exports accounted for 6.7% of Uzbekistan's total goods exports. The objective of this study is to determine the competitiveness of the Uzbek copper industry. The study utilized Balassa's Revealed Comparative Advantage index and Lafay's index. Data from the International Trade Centre for the period of 2001-2017 was used for the study. The study revealed that Uzbekistan has a reliable and competitive strength in the copper industry.

3.6. Sustainable Infrastructure Investments in Uzbekistan

This section defines sustainable infrastructure planning in Uzbekistan and presents current trends in investments for large-scale infrastructure projects. It compares Uzbekistan's infrastructure plans in the energy, transportation, industry, and water sectors with its international commitments under the Paris Agreement on climate change and the Sustainable Development Goals (SDGs). The section also explores strategic documents related to climate change mitigation and adaptation, as well as long-term economic development, sectoral development, and environmental strategies. It identifies inconsistencies between stated goals and observed investment flows and provides recommendations to improve strategic planning for sustainable infrastructure.

Uzbekistan is a middle-income country and the most populous country in Central Asia. Its economy is still heavily reliant on gold exports, fuels, and cotton. The main trading partners of Uzbekistan are Switzerland, particularly as a market for gold exports; the People's Republic of China, as the origin of imports and the second export destination; and the Russian Federation. While the government has historically pursued a protectionist trade policy, greater openness to trade has become a key element of the economic reform agenda since 2017. Economic diversification and moving up the value chain towards high-tech industries are also among the country's main priorities.

The government has undertaken a series of significant reforms aiming to improve the investment climate for both domestic and foreign investors. As of 2019, the country ranked 74th out of 190 countries, making it one of the top 10 countries with the most progress, rising 14 ranks from 2017. However, challenges related to the dominance of state-owned enterprises (SOEs) in the overall economy continue to present some discriminatory measures for foreign investors. While the Russian Federation remains the most significant investor in Uzbekistan, accounting for 55% of foreign direct investment (FDI), China ranks second with 15%. Nearly 50% of Uzbekistan's FDI is directed towards the coal, oil, and natural gas industries.

Although Uzbekistan's contribution to global greenhouse gas emissions is limited (0.33%), it is one of the economies with the highest emission intensity due to a fossil fuel-based energy mix dominated by natural gas, an aging energy infrastructure, high energy subsidies, and a high energy-intensive industry sector such as cement. Uzbekistan is particularly vulnerable to the impacts of climate change, with the capital city of Tashkent and the Fergana Valley experiencing annual average temperatures that are 1.8°C and 1.6°C higher than pre-industrial levels, significantly exceeding the global average temperature increase. This poses a major concern for the agriculture sector, which is the largest water user in the country.

Despite being an excellent candidate as a key node in the transit route between China and Europe due to its geographical location, Uzbekistan faces one of the most significant infrastructure investment gaps in the region to sustain the performance of its current network. While having an extensive road and railway network, logistical bottlenecks, low efficiency, and low service quality remain significant obstacles to increasing the country's connectivity. In the energy sector, nearly 40% of Uzbekistan's existing production capacity has reached the end of its service life, resulting in frequent power outages. Although renewable energy development is a national priority to diversify the energy mix, an analysis of current projects indicates that approximately 60% of planned and under-construction power generation projects still rely on natural gas.

Recent institutional reforms have established a strong corporate framework to improve coordination among infrastructure and environment-related ministries. Strategic documents like the Action Strategy for the Five Priority Development Areas of the Republic of Uzbekistan provide a clear vision for Uzbekistan's development over the next five years and include specific sectoral plans such as transportation, energy, and industry. Aligning current investment plans with long-term development and environmental challenges will require Uzbekistan to adopt a long-term comprehensive economic development strategy to shape its future forward-looking plans.

3.7. Economy, Investment and Climate Change Situation in Uzbekistan

Figure 3.1. Key Indicators for the Economy of Uzbekistan

Population (2018)	32,955.400
Urbanization Rate	%50,5
Annual Population Growth	%1.7
Surface Area	447.400 km ²
GDP (USD, current price, 2017)	50.500 milyon
GDP Per Capita (USD, current price 2018)	1532
Real GDP Growth (annual change, 2018)	%5.1
Inflation (average consumer price, annual change)	n.d.
Exports of Goods and Services (GDP 2018)	%29.1
Goods and Services Imports (GDP 2018)	%38.7
FDI, Net Inflows (of GDP 2018)	%1.2
General government net lease/borrowing of GDP 2018)	%0.9
Unemployment (% of total workforce, 2016)	%5.2.
Remittances (% of GDP 2016)	%3.0
Transparency, accountability and corruption assessment in the public sector	2

3.8. Economy and Demographics

Uzbekistan is a low-middle-income country and the most populous nation in Central Asia. It has a population of 32 million, with 51% of the population living in urban areas. Unlike other economies in Central Asia, Uzbekistan did not experience a significant decline in GDP following the dissolution of the Soviet Union and became the first country in the region to reach pre-independence per capita GDP levels by 1999. The service sector contributes the largest share to the Uzbekistan economy (39.9%), followed by industry (29.5%) and agriculture (17.3%). Agriculture is a significant sector in Uzbekistan, ranking second in terms of its contribution to GDP after Tajikistan in the region [107].

3.9. Trade

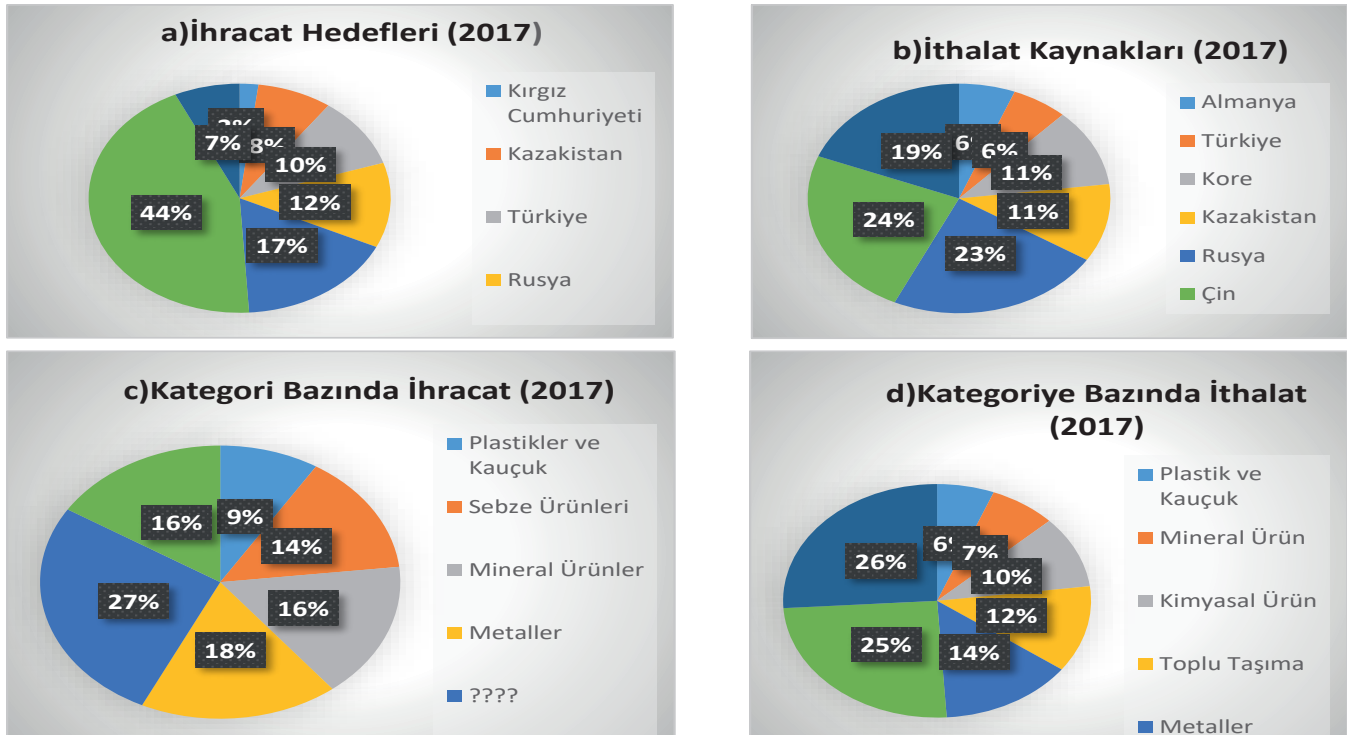
The government has historically pursued a protectionist trade policy, focusing on import substitution for industries and restricting the export of food and other goods to ensure domestic supply [109]. The major industries in the country's infrastructure sector are either state-owned or under state control (International Trade Administration, 2019[4]). However, since 2017, there has been a greater openness to trade, with trade liberalization becoming a key pillar of the economic reform agenda, including a renewed commitment to join the World Trade Organization (WTO). Uzbekistan is currently an observer member of the WTO (World Trade Organization, 2019[5]). Further trade openness and WTO membership will help Uzbekistan align with international standards and maintain access to export markets [108]. While Uzbekistan is not a member of the Eurasian Economic Union, it has shown occasional interest in strengthening ties with the organization.

The majority of Uzbekistan's exports consist of raw materials or basic manufacturing products. Gold represents 44% of Uzbekistan's export value, while precious metals account for the remaining 45% (refer to Figure 9.1(c)). Other significant export sectors in Uzbekistan include textiles (primarily cotton, which makes up 7.1% of textile exports and raw cotton at 2.2%), other metals (refined copper at 3.7%, raw zinc at 2.2%, copper wire at 2.5%), and mineral products (natural gas at 8.3%). The country's imports primarily consist of finished products, particularly machinery (25%) and transportation equipment (12%), as well as metals (12%) (refer to Figure 3.2).

Switzerland is the main export destination, accounting for 44% of exports by value, as Switzerland refines 70% of the world's gold production. Uzbekistan also conducts trade with the People's Republic of China (the primary source of

imports and the second export destination) and the Russian Federation (the second source of imports and the third export destination) (refer to Figures 3.2(a) and (b)). Kazakhstan and Turkey also hold significant shares of Uzbekistan's exports (8.2% and 9.7% respectively) and contribute to a portion of its imports (11% and 6% respectively).

Figure 3.2. Uzbekistan Trade in 2017



3.10. Expectations for the Future of Copper

Looking beyond the current recessionary environment, several macroeconomic trends can have a positive impact on copper in the long term. Indeed, these trends should provide some hope for copper investors. For example, despite the limitations on copper demand that the upcoming recession may bring, the global recovery from this recession will have a positive effect on copper in the future. As economies turn towards growth, economic activities will increase. Consequently, commodities like copper tend to find support as companies and manufacturers engage in new projects and increase their demand for raw materials. The transition to zero emissions will also have a positive impact on copper since the metal excels in electrical transmission. As a crucial element in the production of electric vehicles and clean energy systems, experts suggest that successfully achieving the world's zero emissions target in the next 20 years will require using more copper than the past 13 years combined. This is not surprising, as electric vehicles require two and a half times more copper compared to gasoline or diesel vehicles, while renewable energy generation requires five times more copper than fossil fuel-based energy. In this context, copper will be supported in the coming decade. However, the global zero emissions transition will require investors to focus on more sustainable practices. Indeed, the global effort to reduce carbon emissions has significantly accelerated in the past decade, prompting many investors to reassess their strategies. Consequently, there is an increasing concentration of investments in renewable energy production, storage, and transmission, which will support copper. For many, investing in this commodity is an affordable way to participate in the zero emissions transition. In this sense, investors will play a central role in the transition towards sustainability. Keeping in mind the GameStop short squeeze, we have witnessed the impact of retail and purpose-driven investors on markets, and this trend will become even more pronounced. Therefore, investors can act as catalysts for the "green revolution" by exerting pressure on companies, production processes, and markets, along with the increased commitments of governments to reduce emissions. At HYCM, we are aware of this. Hence, our investors have access to copper and many stocks and commodities such as Tesla that will accelerate this transition. However, there are concerns regarding Tesla, particularly related to its market share. For example, in the third quarter of 2021, Tesla accounted for 75% of electric vehicle sales in the United States. A year later, the company only accounted for 64% of sales, and many argue that CEO Elon Musk's Twitter activity has harmed Tesla's brand.

3.11. Use of Copper in Battery Technology

Copper anodes are commonly used in lithium-ion batteries in battery technology. The high electrical conductivity, high density, and low cost of copper make it attractive for use in lithium-ion batteries. The use of copper in battery technology will impact many sectors. One of the sectors that will be most affected by copper is the automotive industry. With the increasing adoption of electric vehicles and efforts to reduce carbon footprints, electric vehicles are becoming increasingly popular.

In the automotive sector, the transition from traditional internal combustion engine vehicles to low-emission or zero-emission vehicles is necessary to achieve zero-emission targets. The main technologies for zero-emission vehicles are battery electric vehicles (BEVs) and hydrogen fuel cell electric vehicles (FCEVs). Low-emission vehicles typically operate using a combination of an internal combustion engine and a battery, including plug-in hybrid vehicles. Many automakers have announced their intentions to transition to fully electric vehicles by 2035, and in some cases, even setting this goal by 2030. According to the Method of Time Measurement (MTM) scenario, the global light-duty vehicle fleet is expected to continue growing until the 2030s and then start contracting with renewed support for the development of autonomous vehicles, shared mobility, and public transportation. In other scenarios, the global fleet continues to expand after 2050, which would further increase the demand for copper. According to the MTM scenario, hybrid vehicles and BEVs will constitute the majority of the global vehicle fleet from 2040 onwards. FCEVs are expected to have only a small share in the light-duty vehicle market but are expected to have a higher penetration in the heavy-duty vehicle market.

3.12. Use of Copper in Electric Motors

Electric motors are an area where copper is widely used. The high conductivity and durability of copper enable motors to operate more efficiently. Electric motors can be made more efficient in various ways, including fine improvements in motor design and precise construction of components. However, increasing the use of copper in motors has a significant impact. The high conductivity of copper allows components to be made smaller and closer to each other. Induction motors are widely used, and their efficiency can be enhanced by using copper cast rotors, once again because currents flow very easily in copper. Electric motors typically achieve 85% to 95% efficiency in transferring energy to their loads. However, the difference between 85% and 95% is significant. To save 5% of the energy provided and reduce the operating costs of an 11 kW motor by £2,200 over 10 years and approximately 25 tons of CO₂ emissions, substantial savings need to be made.

Overall, the use of copper in electric motors contributes to their improved performance and energy efficiency, making them a crucial component in various industries, including automotive, manufacturing, and renewable energy sectors.

3.13 Impact of Copper on Industries

- Copper and Nanotechnology

Copper plays a significant role in nanotechnology. Nano-sized copper particles possess properties such as antibacterial and thermal insulation. In the healthcare sector, copper is used in wound healing materials due to its antimicrobial properties. In the defense industry, it is utilized in the production of armor materials and other military equipment due to its high durability. Copper alloys are also used in the construction of rocket motors. Uzbekistan may present a potential market for the use of copper in nanotechnology and defense industries.

Companies, universities, and government laboratories are heavily engaged in research on creating nanoparticle and nanostructure, characterizing their properties, and discovering new applications. The number of patents related to nanotechnology has been rapidly increasing, from 370 in 1997 to 2,650 in 2002. Although only 2% of patents granted in

2002 were related to nanotechnology, this percentage was much higher compared to the 0.3% in 1997. Approximately 90% of applications came from private companies, universities accounted for around 7%, and government agencies and collaborative research centers constituted approximately 3%.

According to experts in this field, nanotechnology will have an impact of over \$1 trillion on the global economy within a decade. Although commercialization may sometimes seem distant, nanotechnology is expected to have significant effects on practical industries such as manufacturing, healthcare services, energy, agriculture, communication, transportation, and electronics. For instance, nanotechnology is expected to enable the production of everyday products like corrosion-resistant paint, liquid-repellent jeans, and a super mouthwash that eliminates the need for brushing and flossing. Furthermore, it is expected to give rise to entirely new industries.

Health Sector and Copper

A team of scientists at RMIT University in Australia has developed a copper alloy that can kill bacteria on its surface 100 times faster than regular copper. The researchers created the material using copper and manganese atoms and then removed the manganese after the material was formed, resulting in a comb-like copper structure with a large surface area. This development could assist in combating drug-resistant bacteria in healthcare facilities and be useful in antimicrobial door handles and handrails, face masks, respiratory devices, and ventilation systems. Copper is naturally antibacterial, and exposure to copper ions has toxic effects on bacterial cells. While this natural phenomenon is beneficial, it can sometimes be a bit slow in killing bacteria on surfaces. For heavily touched objects, such as door handles in a busy hospital corridor, this may not be fast enough to prevent the transfer of bacteria from one person to another. To create the copper alloy, the researchers used a copper mold casting process and included both manganese and copper in the alloy. However, a cheap chemical process called dealloying helped them remove the manganese, leaving behind a porous copper structure. The surface area dramatically increased compared to unalloyed copper, and the material is hydrophilic, meaning it attracts bacteria in the surface water and creates additional stress for them. Jackson Leigh Smith, another researcher involved in the study, said, "Our copper is made up of comb-like microscale gaps, and within each tooth of that comb are much smaller nanoscale gaps; it has a large effective surface area. This pattern also makes the surface super-hydrophilic, meaning water sits on it as a flat film rather than as water droplets. While the hydrophilic effect means bacterial cells struggle to maintain their shape due to stretching by the surface nanostructure, the porous pattern allows for faster release of copper ions. These combined effects cause structural damage to bacterial cells, making them more vulnerable to toxic copper ions and facilitating the uptake of copper ions into the bacterial cells. It is this combination of effects that leads to the significantly accelerated destruction of bacteria." The researchers hope that the copper alloy could serve as a highly useful antimicrobial surface in various healthcare environments and devices, including ventilation systems, door handles, and even face masks. Ma Qian, one of the developers of the new material, stated in a press release, "A standard copper surface kills around 97% of golden staph bacteria within four hours. Incredibly, when we placed the golden staph bacteria on the specially designed copper surface, 99.99% of the cells were killed in just two minutes. So, not only is it more effective, it's also 120 times faster. Our copper alloy has shown to be highly effective for such a widely used material." The world's most advanced rocket engines rely on copper and copper alloys. Each of the four space shuttles built for the National Aeronautics and Space Administration (NASA) in the United States uses three powerful motors. "Copper and copper alloys play an important role in NASA's space flights," says R. Jeffrey Ding, a project engineer at the George C. Marshall Space Flight Center in Huntsville, Alabama. "During the flight, the main engines of the space shuttle generate tremendous heat. Dispersing this heat is essential to maintaining the integrity of the engines. For this requirement, copper is one of the most desirable metals," Ding says.

3.14. NASA 3D Prints First Full-Scale Copper Rocket Engine Part

NASA is producing the first full-scale copper rocket engine component using 3D printing in an attempt to save taxpayers millions of cents. "Manufacturing the first full-scale copper rocket part with additive manufacturing is a milestone in the field of aerospace 3D printing," says Steve Jurczyk, the Associate Administrator for the Space Technology Mission Directorate at NASA Headquarters. "Additive manufacturing is one of the many technologies we are embracing to continue our journey to Mars and sustain explorers living on the Red Planet."

Rocket engines are composed of complex parts that provide the thrust to propel the rockets, made from different materials. Additive manufacturing has the potential to reduce time and cost by producing copper rings, like the ones

found in rocket combustion chambers where super-cold propellants are mixed and heated to extreme temperatures required to launch rockets into space.

"The copper rocket motor ring, produced in Huntsville, Alabama, at NASA's Marshall Space Flight Center's Engineering Directorate, has a paper-thin copper ring wall on its interior that experiences temperatures up to 5,000 degrees Fahrenheit and requires the circulation of gases cooled below 100 degrees below absolute zero on the other side of the wall to prevent melting," says Chris Singer, the director of the Engineering Directorate at Marshall. "To enable the gas flow, the combustion chamber ring contains more than 200 intricate channels built between the inner and outer ring walls. Creating these tiny passages with complex internal geometries challenged our additive manufacturing team."

A selective laser melting machine at Marshall's Materials and Processing Laboratory fused 8,255 layers of copper powder over a span of 10 days and 18 hours to create the ring. Prior to making the ring, material engineers produced several test pieces, characterized the material, and developed a process for additive manufacturing with copper.

"Copper is a material that conducts heat very well," says Zach Jones, the materials engineer overseeing production at Marshall. "This makes copper an ideal material to cover a rocket combustion chamber and other components. However, this property also makes it challenging for the laser to continuously melt copper powder."

Since the number of copper rocket parts produced through additive manufacturing is limited, NASA is leading the way in new technological frontiers by 3D printing a rocket component with complex cooling channels that must withstand extreme temperatures as well as cold, featuring an inner wall as thin as a pencil lead. The part is made from a copper alloy called GRCo-84, created by materials scientists at NASA Glenn Research Center in Cleveland, Ohio. Comprehensive material characterization helped verify the 3D printing process parameters and ensure build quality. Glenn will develop an extensive mechanical properties database to guide future 3D-printed rocket engine designs. The data will be made available to American manufacturers through NASA's Materials and Processes Information System (MAPTIS), managed by Marshall, to enhance U.S. industrial competitiveness. "Our goal is to produce rocket engine components 10 times faster and reduce the cost by over 50%," says Chris Protz, the propulsion engineer at Marshall and the project lead. "We are not dealing with producing and testing a single part. We are developing a repeatable process that can produce advanced-design engine parts adoptable by the industry. The ultimate goal is to make rocket engines more affordable for everyone."

Figure 3.3. NASA's First Full-Scale Copper Rocket Part [85]



Did You Know?

70% of copper is used in electric applications that benefit from energy efficiency. Over its lifetime, one ton of copper used in conductive applications can save users between £16,000 and \$1.6 million due to reduced energy consumption.

3.15. Determining Uzbekistan's Technological Dependency, the Necessity and Conditions of Technology Transfer in the Production of Alternative Materials to Copper

The production of alternative materials to copper typically aims to produce materials that are lighter and/or more durable while preserving copper's electrical and thermal conductivity. Uzbekistan's foreign dependency in this field depends on the quality and quantity of copper produced by the country. Although Uzbekistan holds a significant position in global copper production, it may lack the technological infrastructure necessary for the production of alternative materials. Therefore, technology transfer and foreign investments may be required to develop the production infrastructure.

3.16. Establishing Production Management with Zero Waste Policy

The recycling of copper waste for semiconductor production can contribute to the implementation of a zero waste policy. In this process, Uzbekistan would need to have appropriate infrastructure for the collection, sorting, and processing of recyclable copper waste. Recycling these waste materials can provide high-purity copper material required for semiconductor production and also help reduce environmental pollution. The establishment of a zero waste policy aims to adopt a more sustainable approach to waste management and minimize waste as much as possible. This policy can also be applied to copper production and usage processes in Uzbekistan.

3.17. Waste Management System in Uzbekistan: A Framework for Foreign Investors and Current Reforms

The Republic of Uzbekistan is making significant efforts to address environmental issues, particularly waste management, and is reforming its laws in this area. In April 2019, the President of Uzbekistan adopted the "Solid Waste Management Strategy for the Period 2019-2028." This strategy aims to establish an effective system for waste treatment. The reform will impact all companies generating waste, including those operating in the life sciences sector. This new long-term strategy presents great opportunities for potential investors to implement various waste management projects.

3.18. Authorized Public Authorities

The Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan is the highest authority responsible for approving state programs for waste management and determining sectoral procedures. Four national authorized institutions specifically tasked with regulating waste management are as follows:

State Committee for Ecology and Environmental Protection of the Republic of Uzbekistan (Authority)

- Ensuring compliance with environmental legislation
- Establishing waste storage standards and determining requirements for waste facilities

- Identifying waste storage areas

Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan

- Monitoring compliance with established hygiene standards

- Assessing hygiene standards and granting appropriate permits upon request from waste management operators

- Establishing hygiene standards for products derived from waste and issuing hygiene certificates "Kommunkhizmat" State Agency

- Developing investment projects involving international financial and economic organizations, such as the Asian Development Bank

- Participation in the work of foreign state financial institutions in the field of housing construction and municipal services

State Committee for Labor Protection of the Republic of Uzbekistan (Authority)

- Control and supervision over waste storage and disposal in the mining and manufacturing sectors
- Control of radiation safety for radioactive waste

The operation of waste transportation and disposal, as well as the management of garbage containers or collection points, in the capital city of Tashkent is carried out by the state institution "Makhsustrans." The state institution "Tozakhudud" is responsible for waste disposal and treatment in the Karakalpakstan Autonomous Republic of Uzbekistan and other regions. Since August 1, 2018, private companies have also been granted permission to provide waste disposal services in Tashkent and the regions. State contracts are awarded through an electronic bidding system.

3.19. Implementation of the Waste Management Strategy

The implementation of the strategy is divided into two phases:

Phase 1 (2019-2021)

This phase involves the reform of the legal framework and economic regulations in the waste management sector. It also aims to strengthen payment discipline among the Uzbek population regarding waste management and provide methodologies and information support for developing a public information system on waste management.

Several regulations have been adopted so far for the implementation of the strategy. These include guidelines for the planning and operation of solid waste storage areas and rules for waste transportation. However, the first phase of the strategy has been assessed as insufficient so far, both by individual experts and later by the government. Uzbekistan still produces over 7 million tons of waste per year, of which only 19% is processed. Waste management services are not yet available in all cities of Uzbekistan. Additionally, as the country's economy grows overall, the volume of waste is also increasing. Therefore, the establishment of special storage areas for construction waste and the manufacturing industry is planned in major cities like Samarkand and other regions of the country. Furthermore, a total of 221 landfills (municipal waste) will be regulated to meet hygiene and environmental standards. This presents good opportunities for German companies to provide consultancy to the Uzbek government and companies regarding the implementation of planned measures.

Phase 2 (2022-2028)

In the second phase, foreign investments are planned to be attracted to improve waste infrastructure in the field of waste separation. The investment will be directed towards the construction of intermediate storage and waste processing facilities, improving integrated waste management, and developing solid urban waste processing facilities.

The following objectives are planned to be achieved:

- Collection of 100% of municipal and household solid waste nationwide
- Processing of at least 60% of the existing municipal solid waste (e.g., waste sorting)
- Increase the processing rate of specific types of municipal solid waste by up to 25% (copper, car tires, batteries, waste oil, packaging waste, etc.)
- Reduce the volume of municipal solid waste disposed in landfills by up to 60%
- Ensure compliance of landfills with legal requirements and specifically provide full soil remediation at landfills
- Increase the use of alternative energy sources in waste facilities by up to 35%
- Monitoring of landfills (groundwater conditions and air quality control)

To improve the infrastructure, the government plans to optimize the collection and disposal of organic, recyclable, and non-recyclable municipal solid waste. Additionally, the construction of transfer stations equipped with special compaction units (waste compactors) is planned for remote areas with municipal solid waste. Furthermore, the establishment of 13 regional service centers for the technical maintenance of new vehicle fleets for 57 private state waste management companies and private vehicles of waste management companies throughout the Republic is planned. This presents opportunities for successful entry into the Uzbek market for German companies, for example, in equipping vehicles with special technology.

Between 2022 and 2025, a separate waste collection system based on five different labeled waste containers, in addition to the household waste system, is planned to be implemented to reduce solid waste volume. These containers will be designated for:

- Recyclable waste
- Organic waste
- Non-recyclable waste
- Hazardous waste
- Glass

In addition, preparations have already begun for the implementation of a deposit-refund system for consumer packaging. One of the advantages of transitioning to this system is the lower costs associated with the collection, storage, sorting, transportation, and disposal of solid waste. It will also increase revenue from the sale of quality recyclable materials and reduce the cost of waste collection and disposal services.

Landfills located near water and groundwater reserves in regions such as Syrdarya, Jizzakh, and Khorezm will be closed. By the end of 2028, a total of 167 landfills covering an area of 1,108.6 hectares will be closed, and reclamation work will be carried out. In place of the existing 167 landfills, a total of 54 modernized landfills covering a combined area of 693.3 hectares will be constructed, and 5 new landfills covering an area of 80 hectares will be opened.

3.20 Preferences and Incentives for Investors

Providing preferences and incentives to private sector organizations is one of the key factors in supporting investments. Particularly, based on the Presidential Decree UP-3594 dated April 5, 2005, and the Tax Code of the Republic of Uzbekistan dated December 30, 2019, tax advantages in the form of exemptions from property tax, wealth tax, and taxes related to the use of water resources are planned to be provided from October 1, 2020, depending on the volume of foreign direct private investments. These advantages will be granted to companies established through foreign direct investment and providing waste management services. The scope of incentives depends on the amount of private direct investment made. Tax advantages are provided for a period of 3 years for investments ranging from \$300,000 to \$3 million. Incentives are valid for 5 years for investments between \$3 million and \$10 million, and for investments of \$10 million and above, the incentives are valid for a period of 7 years.

If a company providing waste processing services ceases its operations one year after the expiration of the mentioned period, the foreign investor is required to reimburse the incentives provided.

Businesses operating in construction sites for solid waste collection, transportation, utilization, processing, and disposal in specific cities (such as Andijan, Nukus, Gulistan, Bukhara, Samarkand) can benefit from additional preferences. Companies importing specialized vehicles listed and approved by the government (such as waste collection vehicles, dump trucks, and other equipment) will be exempt from import duties until January 1, 2022. Facilities or parts of facilities used for waste processing will also be exempt from customs duties until January 1, 2022. The details are regulated through specific arrangements.

3.21. Tariff Regulations

The strategy also highlights the challenges related to the regulation of fees for municipal solid waste disposal services. Currently, fees are only charged for waste collection and disposal services. Official tariffs for waste classification, disposal, and landfilling costs have not been implemented yet. The Uzbek government is making efforts to regulate these areas in the future.

3.22. Public-Private Collaboration in Waste Management

According to the Presidential Decree PP-3730 dated May 18, 2018, starting from August 1, 2018, landfill areas can be allocated to companies under Public-Private Partnership (PPP) contracts. Landfill areas are allocated through online auctions on the "E-IJROAUKSION" platform.

The following requirements apply to private sector organizations and applicants:

- They must have a valid state registration certificate as their corporate identity.
- There should be an adequate number of technically sound waste collection vehicles capable of collecting all types of waste in the allocated area. The information specified in the tender documents is decisive.
- They must possess a valid license for providing transport services and a license card for each vehicle specified in the application.
- The applicant should not be undergoing bankruptcy proceedings at the time of application.
- There should be no ongoing bankruptcy process.

According to Regulation PP-3730, PPP contracts should be made for a minimum period of five years. However, according to the Public-Private Partnership Law, the duration of such contracts can exceed 49 years, contrary to the general rule.

3.23. The Disposal of Medical Waste

In Uzbekistan, the disposal of medical waste is a major problem due to lack of funding. While the government has previously ignored this issue, it has become even more serious during the Covid-19 pandemic. Medical waste is subject to strict hygiene regulations and standards in designated "Republic health institutions for waste collection, storage, and disposal." According to these regulations, all medical waste is classified into five categories: A, B, V, G, and D. Category A includes non-hazardous medical waste, which is collected and disposed of in the same way as municipal solid waste. Category B consists of potentially hazardous (potentially infectious) waste, which must be properly disposed of.

In Uzbekistan, some companies are involved in the incineration-based disposal of Category B waste, but they can only cover about 21% of such waste. In 2020, these companies failed to ensure timely removal of waste due to the spread of the Covid-19 virus and a large volume of medical waste, as their incineration capacities are insufficient. Alternative methods to incineration are currently being explored.

Category V waste includes materials that have come into contact with hazardous infectious agents. These are sterilized using devices called autoclaves and then disposed of through specialized laboratories. In 2018, sterilization and disposal activities were transferred to the private sector through public-private partnerships (PPPs). Pilot projects should be initiated first in the emergency healthcare system (emergency medicine, clinics, etc.). Subsequently, projects will be implemented in different regions.

Category G includes expired medications, while Category D includes radioactive waste. Category G and D waste are managed by licensed private companies.

3.24. Conclusion

It can be concluded that the strategy adopted by Uzbekistan has strong public support, which should further drive reform efforts. The reforms in the waste management sector in Uzbekistan create a significant need for investment and provide a good platform for the transfer of technical knowledge. Investments need to be rapidly made to achieve the ambitious goals of the waste management strategy. Potential investors, especially from the life sciences industry, have good opportunities to supply specialized equipment or machinery to Uzbekistan and offer their knowledge and expertise to Uzbek partners in the field of waste management. They can contribute to creating new areas, redesigning existing areas, and providing support to Uzbekistan in waste segregation and processing, among other areas.

3.25. Copper Ore Trade Data

In the past 5 years, the leading importing countries for the product were analyzed based on the import figures for the said product. Please note that as an AI language model, I don't have real-time data. To provide you with the most accurate and up-to-date information, I recommend referring to official trade databases, reports, or reliable sources that track global trade data for copper ore.

These sources can provide comprehensive and accurate information on the top importing countries for copper ore in the past 5 years.

In 2021, there was a total foreign trade of \$93,380,729,000, showing a 42% increase. Out of this figure, \$36 billion worth of trade was sold to the Chinese market. The United States ranked second with \$8 million, while Italy ranked third with \$5 billion. It can be observed that the United States experienced a 105% increase between 2021 and 2020. On the other hand, Saudi Arabia witnessed a 1% decrease.

Please note that as an AI language model, I don't have access to specific real-time data or the ability to visualize tables. The information provided is based on the text you provided. To obtain the most accurate and up-to-date trade data for copper ore, it is recommended to refer to official trade databases or reliable sources that track global trade statistics.

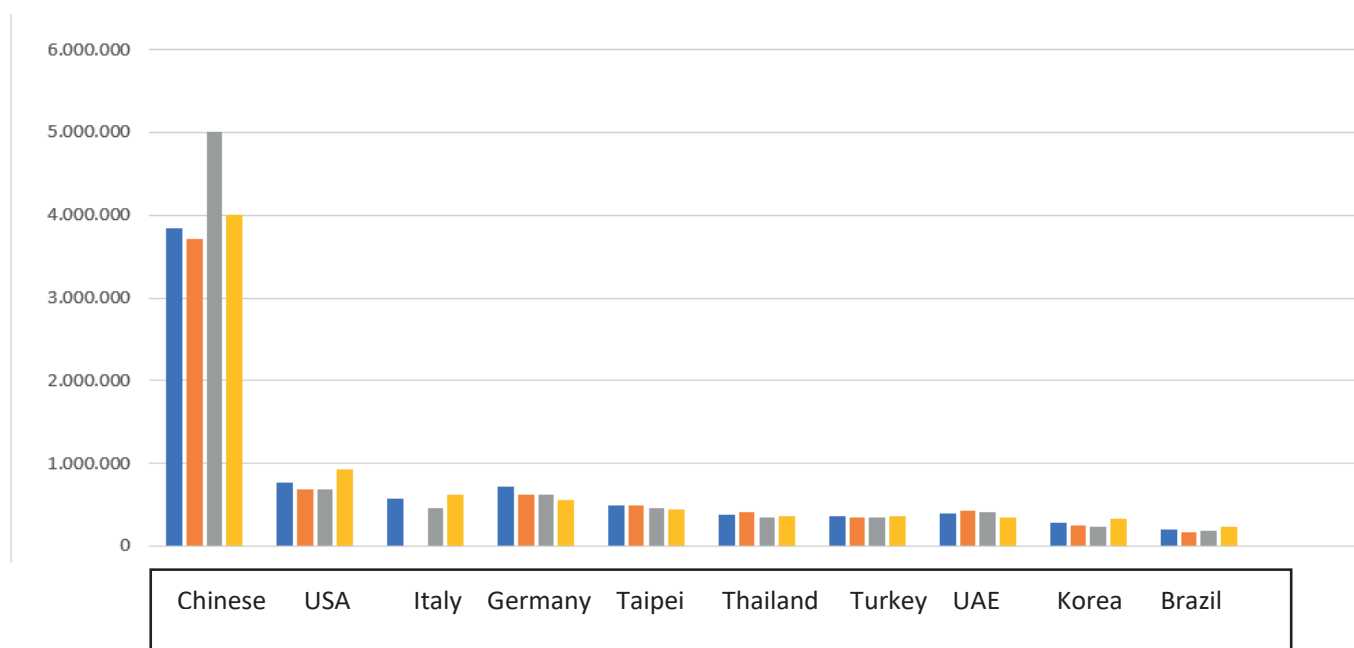
The table above, Table 3.3, presents the world's foreign trade and major buyer countries for the past 4 years in terms of US dollars. As can be seen from the table, the leading importers of the product worldwide are China, the United States, Italy, Germany, and Taipei.

Table 3.3. Top importing countries according to 74.03 GTIP (in US dollars)

Importers	2018 Import Value	2019 Import Value	2020 Import Value	2021 Import Value	2021 Increase Rate
World	67.133.660	59.733.834	65.543.638	93.380.729	%42
Chinese	25.637.757	22.472.769	30.601.055	36.073.461	%18
USA	5.075.135	4.128.246	4.233.882	8.679.097	%105
Italy	3.803.395	3.423.086	2.839.084	5.650.588	%99
Germany	4.709.074	3.736.179	3.886.969	5.178.211	%33
Taipei, China	3.244.178	2.953.173	2.784.381	4.092.746	%47
Thailand	2.567.682	2.541.173	2.111.007	3.465.314	%64
Türkiye	2.454.167	2.149.490	2.194.639	3.391.348	%55
United Arab Emirates	2.571.792	2.605.925	2.404.701	3.185.527	%32
Republic of Korea	1.893.252	1.510.167	1.455.697	3.054.674	%110
Malaysia	2.061.306	1.890.243	928.426	2.293.605	%1479

- China is the primary target market.
- The United States is the second-largest importer.

Figure 3.4. Rates of Purchases Made by Countries on the Basis of 74.03 GTIP Amount/Ton



China made a purchase of 4 billion dollars for the respective product in 2021.

The United States conducted a purchase of 929 million dollars.

Italy made a purchase of 614 million dollars.

Furthermore, it appears that Germany made an import of 564 million tons.

Table 3.4. Leading Importing Countries on 74.03 GTIP US\$ Basis

Importers	2018 (ABD \$)	2019(ABD \$)	2020(ABD \$)	2021(ABD \$)	2022(ABD \$)
USA	6.667	6.090	6.107	9.334	9.195
Germany	6.629	6.029	6.212	9.176	8.945
Türkiye	6.669	6.085	6.216	9.280	8.834
Thailand	6.860	6.250	6.137	9.443	9.313
Republic of Korea	6.628	6.083	6.109	9.309	9.029
Malaysia	6.779	6.324	6.409	9.686	8.890
Brazil	6.637	6.064	6.271	9.134	8.678
France	6.405	5.962	6.191	9.271	9.070
Spain	6.417	5.852			9.050
Greece	6.530	6.080	6.079	9.205	8.841
Canada	6.527	6.136	6.327	9.303	9.091
South Africa	6.748	6.185	6.197	9.359	9.465
United Kingdom	6.583	6.221		9.044	9.030
Serbia	6.625	6.199	6.340	10.025	8.317
Japan	7.159	6.274	6.121	9.091	9.315
Switzerland	7.207	6.791	6.704	8.973	10.120
Czech Republic	4.477	4.125	3.792	4.972	5.180
Portugal	6.339	5.687	5.321		7.824
Lithuania		5.271	4.340	6.081	5.748
Argentina	6.823	6.557	6.422	8.245	8.376

The above table shows the US\$/Quantity prices paid by buyers in the leading importing countries for the product. The average price for the product ranges from US\$6,500 to US\$9,500. In Switzerland, prices exceeding this range are rarely seen. It is noteworthy that Switzerland pays more per ton for the product. There can be several different reasons for this. Switzerland may prefer higher-quality products or the country statistics commonly used in international trade may include re-exported or imported products. Considering these and many other factors, the Swiss market should be examined more carefully.

It is observed that Switzerland is increasingly making higher payments for the product. When analyzing the amounts paid by Serbia on a quantity basis, it is seen that they reflect the data obtained from the trading partner countries. (Green color = Reflected Data)

Reflected Data: Reflected trade data obtained from countries trading with the selected country and including estimated trade statistics with some gaps.

Table 3.4 also provides information on how companies entering the export market can compete in terms of price. An increase or decrease in price can be an indicator of competition in the market. Changes in demand for the product indicate the presence of higher-quality products in the market. The application of customs duty rates also greatly affects the competitiveness of these products in the market. The primary purpose of customs duty is to reduce the attractiveness of imports by increasing costs and thereby encourage the use of domestic products and increase domestic production.

It should be noted that different customs duty rates are applied to different exporting countries. Our country tends to establish an FTA (Free Trade Agreements) network in international trade and makes similar agreements with countries that the European Union has agreed within the framework of the Customs Union, based on mutual benefits. This allows for the identification of target countries in export activities.

Figure 3.5. Imports, Foreign Trade Balance, Unit Import Prices, Average Customs Duty, Distance and Market Concentration in 2021 According to 74.03 GTIP UZBEKISTAN

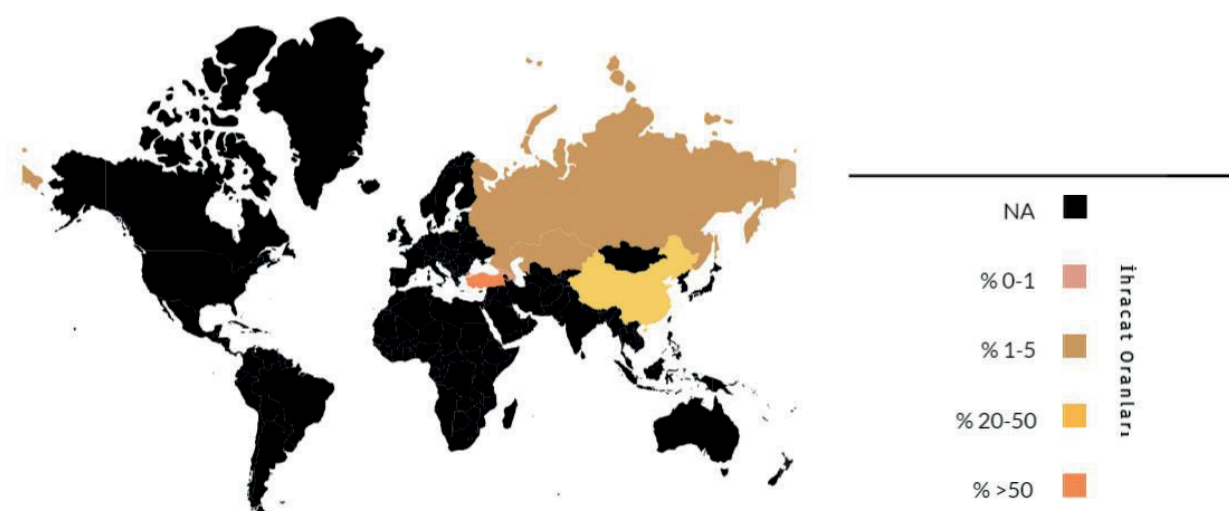


Table 3.5. Uzbekistan Trade Indicators

Importchilalar	Eksport qilingan qiymat 2021 (AQSH dollari)	Savdo balansi	2021 yilda eksport qilinadigan miqdor	birlik qiymati	2007-2021 yillar oralig'ida hamkor mamlakatlarda importning umumiy o'sishi	Hamkor mamlakatlarda va ta'minot bozorlari o'rtasidagi o'rtacha masofa (km)	Hamkor mamlakatlarning barcha etkazib beruvchi mamlakatlarning to'planish	O'zbekistonning o'rtacha tarifi (%) (%)
Dunyo	737.973	737.914	84.852	8.697	9			
Turkiya	502.190	502.190	56.992	8.812	6	2.647	0,14	0
Xitoy	223.582	223.557	25.398	8.803	14	8.936	0,09	2
Litva	8.691	8.691	1.760	4.938	62	2.340	0,26	0
Latviya	3.380	3.380	682	4.956	7	1.704	0,2	0
Poyezd	130	130	20	6.500	-56	3.193	0,63	5
Italiya		-1			7	3.36	0,07	0
Belarus		-1			13	1.025	0,97	0
Rossiya Federatsiyasi		-32			27	1.820	0,32	0
AQSH					9	6.599	0,47	0
Germaniya					3	1.564	0,13	0
Taypey, Xitoy					1	8.770	0,23	0
Tailand					6	5.651	0,12	45.048
Birlashgan Arab Amirliklari					11	5.195	0,41	1
Koreya Respublikasi					6	14.195	0,37	5
Malayziya					-7	3.941	0,25	0
Braziliya					12	3.159	0,73	6
Vetnam					8	5.290	0,15	0
Fransiya					5	5.919	0,24	0
Meksikalik					14	4.019	0,46	0
Hindiston					45	5.810	0,82	5
Gollandiya					12	4.199	0,48	0

The heading "2021 Import Value" in the first column of Table 3.5 indicates the total export value of Türkiye to the respective country in 1,000 US dollars.

Trade Balance

This heading shows the trade balance (export-import) between the two countries within the product category. This column reveals whether a country is a net exporter or a net importer.

Unit Price

The total export value in the table is divided by the export quantity. This column provides an idea about the approximate average unit cost of exports to the respective country and does not reflect the quality, characteristics, and price differences among various products exported within the product group.

Exporter-Distance

This indicator shows the average distance between importing countries and supplier countries. In the evaluation, it is an important indicator that takes into account factors such as the cost of goods, transportation cost, and transit time, indicating how far the importer purchases the product.

Market Concentration

This indicator is obtained by dividing the market share of all supplier countries in the global market. The purpose of this indicator is to measure the concentration of supplier countries in the market and determine whether the market has a monopoly, oligopoly, or perfectly competitive structure.

The following scale is used for evaluation

Value < 0.10: Perfect Competition

0.10 < Value < 0.18: Competition

Value > 0.18: Oligopoly

Customs Tariff

According to the formula, Turkey can be considered as an example of perfect competition and shows a convergence of 0.17. Taipei, on the other hand, can be cited as an example of an oligopoly market with a convergence of 0.23.

This refers to the actual customs tariff rate faced by exporters in the respective country. The data is obtained from the ITC Market Access Map application. By utilizing this application, exporters can learn in which importing countries they have a competitive advantage in terms of trade barriers compared to their competitors.

When examining the customs tariff rates applied to our country worldwide, it is observed that Taipei applies a 45% tariff and Korea applies a 44% tariff. Apart from these, no customs tariffs are applied by other countries.

Another factor that exporting companies would want to learn is the origin of global competition from which important countries.

3.26. Global Exports (Competing Countries)

Table 3.6. 74.03 GTIP Leading Exporting (Competitor)
Countries on USD Basis

Exporters	Exported Value in 2018	Exported Value in 2018	Exported Value in 2018	Exported Value in 2018	Exported Value in 2018
World	66.186.499	59.766.286	64.456.648	90.664.081	
Chile	15.813.733	13.277.306	13.516.454	20.175.397	18.298.895
Congo	6.955.011	7.336.064	8.673.448	13.179.870	
Japan	4.093.928	3.336.948	4.691.834	5.679.568	5.823.657
Russian Federation	4.127.637	4.137.272	4.644.429	3.847.909	
Kazakhstan	2.429.708	2.506.140	2.720.390	3.260.870	
Australia	2.463.476	2.703.877	2.384.775	3.251.671	3.408.991
Republic of Korea	1.606.025	1.642.853	1.736.185	3.199.664	2.598.747
Poland	1.382.280	1.758.781	1.830.953	2.776.737	
Chinese	1.880.051	1.932.891	1.293.210	2.457.519	
Peru	1.843.683	1.570.388	1.787.143	2.291.754	
Philippines	1.141.384	1.255.951	1.554.339	2.232.262	
Zambia	2.205.400	1.132.076	1.475.259	2.167.302	
Belgium	1.158.320	1.234.550	1.107.483	2.041.949	
Germany	1.065.690	1.170.559	1.317.872	1.942.833	1.927.015
Indonesia	1.016.189	1.084.326	1.257.646	1.867.289	
USA	1.538.679	1.133.791	935.295	1.794.542	865.381
Bulgaria	1.258.367	996.585	1.182.652	1.736.702	
Iranian	403.568	826.254	730.090	1.601.382	
Canada	1.238.369	904.405	1.031.834	1.436.982	1.208.144
Spain	1.125.869	874.756	1.030.570	1.356.331	932.063

Table 3.6 shows a 41% growth in the specified product between 2020 and 2021. The table presents the top 20 countries based on export volume in the respective product category. Considering the export figures in the specified product group, Chile is observed to have achieved the highest exports in 2021, totaling \$18,298,895,000 with a 49% increase.

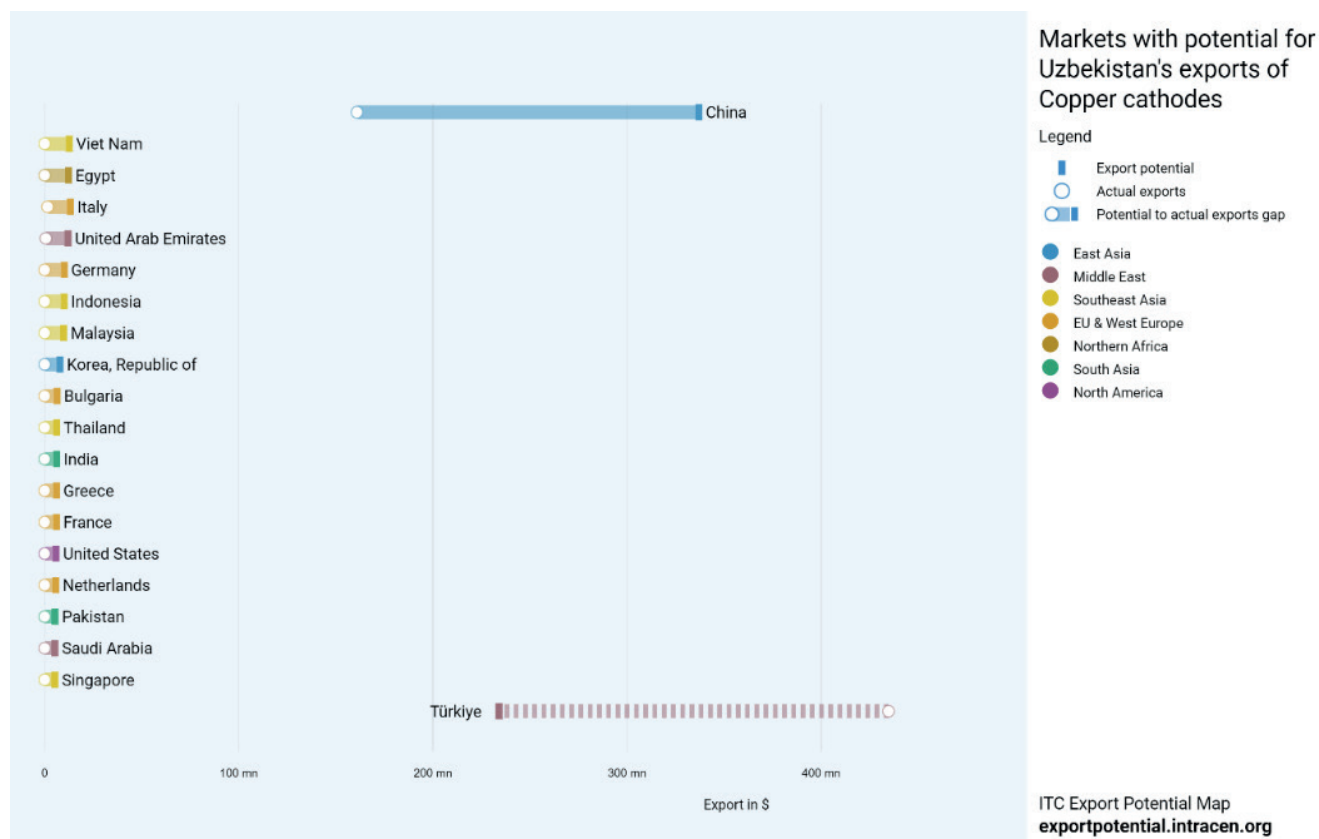
3.27. Countries with Potential Markets in Copper and Copper-Made Goods Class

The Export Potential Map is a map developed by the International Trade Centre (ITC). It identifies untapped export potential for 4,376 products, markets, and suppliers across 226 countries and regions.

The data for this resource is obtained by comparing the average imports of relevant countries over the past 5 years with recent purchases. Additionally, the export figures of countries exporting to these markets in the past year are also included in the calculations [86].

The vacancy rates for target markets in the product group with HS code 74.03 are provided below.

Figure 3.6. Vacancy Rates of 74.03 GTIP Code Product Group Target Markets



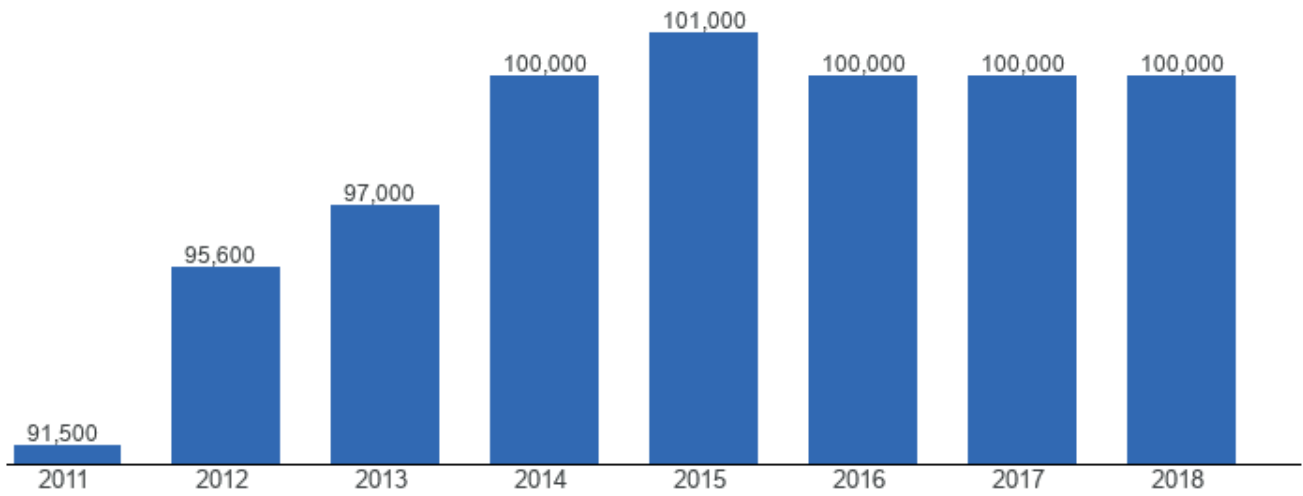
According to the Export Potential Map, when examining potential markets for Uzbekistan, the following findings can be observed:

- A potential market of \$333 million in China,
- A potential market of \$9 million in Italy,
- A potential market of \$8.5 million in Vietnam,
- A potential market of \$8.1 million in Egypt,
- A potential market of \$7.9 million in the United Arab Emirates.
- Turkey, on the other hand, is a saturated market in terms of copper demand.

3.28. Uzbekistan Copper Production

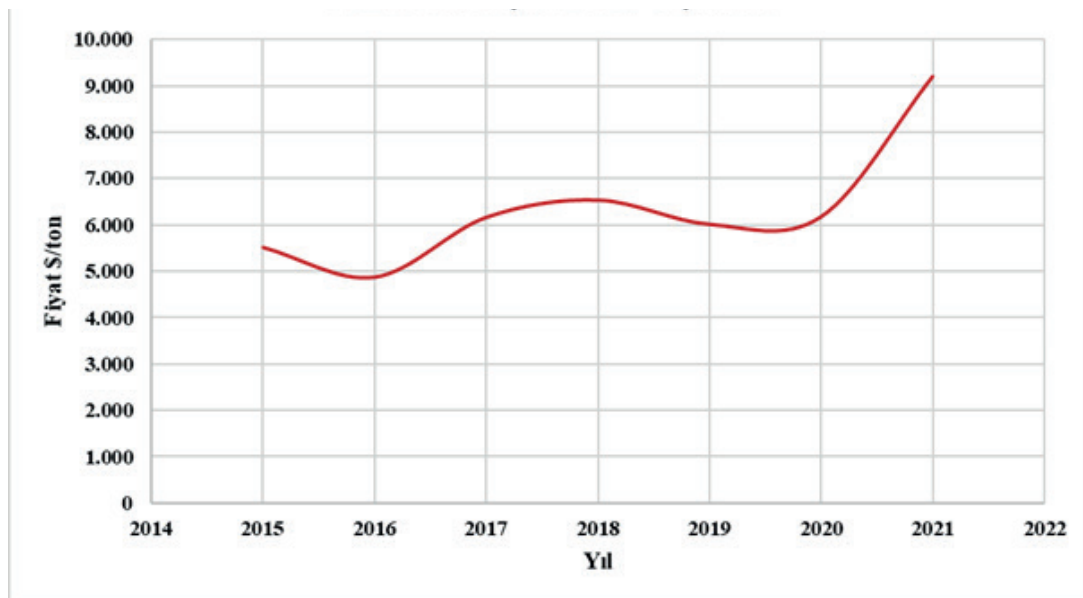
For the indicator of Copper Production in Uzbekistan, we provide data from 2001 to 2018. During this period, the average value for Uzbekistan is 94,061 metric tons, with the lowest value recorded in 2001 at 78,000 metric tons and the highest value in 2015 at 101,000 metric tons. The most recent value, as of 2018, is 100,000 metric tons. For comparison, the world average for 53 countries in 2018 is 381,635 metric tons.

Figure 3.7. Copper Production



3.29. Copper Mine Price

Figure 3.8. Uzbekistan Copper Mine Price



3.30 User Recycle

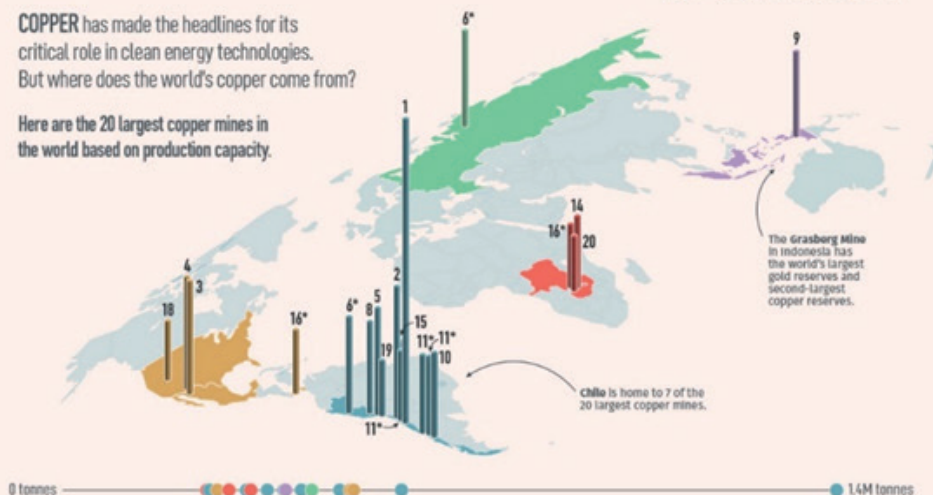
Worldwide, an estimated 150,000 tons of copper recycling from scrap metals and alloys have been carried out, which accounts for approximately 9% of consumption. The estimated copper yield from purchased scrap in production processes is 720,000 tons. The copper obtained from scrap contributes to around 38% of the United States' copper supply. In our country, approximately 40,000 tons of copper are obtained annually through the recycling of copper scrap.



THE TOP 20 COPPER MINES BY CAPACITY

COPPER has made the headlines for its critical role in clean energy technologies. But where does the world's copper come from?

Here are the 20 largest copper mines in the world based on production capacity.



0 tonnes ————— 1.4M tonnes

Annual copper production capacity (tonnes per annum)

1 CHILE
ESCONDIDA
1,400,000 tpa

LARGEST OWNER: **BHP**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **7.0%**

Capacity as percentage of 2020 global production (20M tonnes)

2 CHILE
COLLAHUASI
610,000 tpa

LARGEST OWNERS: **GLENCORE / AngloAmerican**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **3.1%**

3 MEXICO
BUENAVISTA DEL COBRE
525,000 tpa

OWNER: **Grupo México**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.6%**

4 U.S.
MORENCI
520,000 tpa

LARGEST OWNER: **Freeport-McMoRan**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.6%**

5 PERU
CERRO VERDE II
500,000 tpa

LARGEST OWNER: **Freeport-McMoRan**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.5%**

6 PERU
ANTAMINA
450,000 tpa

LARGEST OWNERS: **BHP / GLENCORE**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.3%**

6 RUSSIA
POLAR DIVISION
450,000 tpa

OWNER: **RUSSIAN MINING**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.3%**

8 PERU
LAS BAMBAS
430,000 tpa

LARGEST OWNER: **MIRASOL**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.2%**

9 INDONESIA
GRASBERG
400,000 tpa

OWNER: **Freeport-McMoRan**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.0%**

10 CHILE
EL TENIENTE
399,000 tpa

OWNER: **Codelco**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.0%**

11 CHILE
CHUQUICAMATA
370,000 tpa

OWNER: **Codelco**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.9%**

11 CHILE
LOS BRONCES
370,000 tpa

LARGEST OWNER: **AngloAmerican**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.9%**

11 CHILE
LOS PELAMBRES
370,000 tpa

LARGEST OWNER: **AngloAmerican**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.9%**

14 ZAMBIA
KANSANSI
340,000 tpa

LARGEST OWNER: **AngloAmerican**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.7%**

15 CHILE
RADOMIRO TOMIC
330,000 tpa

OWNER: **Codelco**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.7%**

16 CONGO
KAMOTO
300,000 tpa

LARGEST OWNER: **Glencore**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.5%**

16 PANAMA
COBRE PANAMA
300,000 tpa

LARGEST OWNER: **AngloAmerican**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.5%**

18 U.S.
BINGHAM CANYON
280,000 tpa

OWNER: **The Metals Company**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.4%**

19 PERU
TOQUEPALA
265,000 tpa

OWNER: **AngloAmerican**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.3%**

20 ZAMBIA
SENTINEL
260,000 tpa

OWNER: **AngloAmerican**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.3%**

*Represents mines that are tied
Source: The World Copper Factbook 2020

ELEMENTS

elements.visualcapitalist.com

The Earth's natural resources power our everyday lives. VC Elements breaks down the building blocks of the universe.

We live in a material world.

Tarkib Ro'yxati

I. MIS KAZILISHI VA KAZILISH JARAYONLARI	112
1.1. Özbekiston'da Bakir Sektoringizdagi Joy Va Ahamiyati	115
1.2. Dunyo Bo'yicha Bakir Metallar Zaxiralari	118
1.3. Bakir Ma'denida Mashina Parki	118
1.4. Bakir Ma'denidagi Madenchiq Qurilmalari	119
1.5. Yangi Rezervlarni Qidirish Va Loyihalash Jarayonlarining Tavsifi Haqida Ma'lumotlar	119
1.6. Bakor Erini Boshqarish Sharoitlari	121
II. BAKOR METALLURGIYA VA ALTERNATIV USULLAR	122
2.1. Moholiy holat, dunyoda amalga oshirilayotgan ishlar va takliflar	123
2.2. Mavjud ishlab chiqarish usuli	123
2.3. TAKLIFLAR	135
III. MISDAN OLILGAN ALTERNATIV VA ILG'AR TEXNOLOGIK MAHSULOTLAR	138
3.1. Misning elektrolizi	139
3.2. Katodli Misdan Foydalanish Sohalari	139
3.3. O'zbekistonning 2022-2026-Yillarda Rivojlanish Strategiyasida Iqtisodiy Rivojlanish Ustuvorligi	140
3.4. O'zbekiston Mis Sanoati: Hozirgi Vaziyat Va Istiqbollar	140
3.5. O'zbekistonning Mis Sanoatida Raqobatbardoshligi: Tanlangan Mamlakatlar Bilan Qiyosiy	140
3.6. O'zbekistonning Barqaror Infratuzilma Investitsiyalari	141
3.7. O'zbekistonda Iqtisodiyot, Sarmoya Va Iqlim O'zgarishi Holati	142
3.8. Iqtisodiyot Va Demografiya	142

3.9. Savdo	142
3.10. Misning Kelajagi Istiqbollari	144
3.11. Batareya Texnologiyasida Misdan Foydalanish	144
3.12. Elektr Dvigatellarida Misdan Foydalanish	145
3.13. Misning Sanoat Tarmoqlariga Ta'siri	146
3.14. Nasa Birinchi To'liq O'lchamli Mis Raketa Dvigatelining Qismini 3d Bosib Chiqardi	147
3.16. Chiqindisiz Siyosat Bilan Ishlab Chiqarish Boshqaruvini Yaratish	148
3.17. O'zbekistonda Chiqindilarni Boshqarish Tizimi: Xorijiy Investorlar Uchun Asos Va Joriy Islohotlar	148
3.15. O'zbekistonning texnologiyaga bog'liqligini aniqlash, misdan muqobil materiallar i shlab chiqarishda texnologiya transferining zaruriyati va shartlari.	148
3.18. Vakolatli Davlat Organlari	149
3.20. Investorlar Uchun Imtiyozlar Va Imtiyozlar	151
3.21. Tarif Qoidolari	151
3.22. Chiqindilarni Boshqarishda Davlat-Xususiy Sektor Hamkorligi	151
3.23. Tibbiy Mahsulotlarni Utilizatsiya Qilish	152
3.24. Xulosa	152
3.25. Mis Konlari Savdosi Ma'lumotlari	152
3.26. Jahon Eksporti (Raqobatdosh Mamlakatlar)	157
3.27. Mis Va Misdan Tayyorlangan Mahsulotlar Toifasida Potentsial Bozorga Ega Mamlakatlar	158
3.28. O'zbekiston Mis Ishlab Chiqarish	159
3.29. Mis Konining Narxi	160
3.30. Qayta Ishlash	160

Jadvallar Ro'yxati

1.1. Jadval Misning Kimyoviy Va Fizik Xususiyatlari [1]	113
1.2 Jadval Misdan Foydalanish [1]	113
1.3. Jadval. O'zbekistonning Jahonga Eksportidagi Yetakchi Mahsulotlar [9]	116
1.4. Rasm. O'zbekiston Eksportidagi Ulushi (2021) [10]	116
1.4. Jadval. Ozbekistonning Jahondan Import Qilinadigan Mahsulotlari Yetakchi [9]	117
1.5. Jadval. Beshta Asosiy Konning Taxminiy Ishlab Chiqarish Hajmi	117
2.1. Jadval. Anodli Loyning Umumiy Kimyoviy Va Mineralologik Tahlili	134
3.1. Jadval. Eti Bakir A.S. Samsun Eritish Zavodining Tahlil Qiymatlari [81]	139
3.2. Jadval. Katodli Misning O'lchamlari [82]	139
3.3. Jadval. 74.03 GTIP Bo'yicha Eng Ko'p Import Qiluvchi Davlatlar (Aqsh Dollarida)	153
3.4. Jadval. 74.03 GTIP AQSh Dollari Asosida Yetakchi Import Qiluvchi Davlatlar	154
3.5. Jadval. O'zbekiston Savdo Ko'rsatkichlari	156
3.6. Jadval. 74.03 GTIP AQSh Dollari Asosida Yetakchi Eksport Qiluvchi (Raqobatchi) Davlatlar	157

Rasmlar Ro'yxati

1.1. Rasm. Mis Zahiralarining Mamlakatlar Bo'yicha Taqsimlanishi	118
1.2. Rasm. Misning Hayot Aylanishi [6]	118
1.3. Rasm. O'zbekiston Eksportidagi Mamlakatlar [9]	119
1.5. Rasm. 2021-yilda O'zbekistonning Beshta Eng Yirik Yer Usti Konlari	122
1.6. Rasm. Loyihaning Bosqichlari	122
1.7. Rasm. O'zbekiston Manzili	125
2.1. Rasm. Katodli Mis Ishlab Chiqarish Usullari	130
2.2. Rasm. Pirometallurgik Mis Ishlab Chiqarishning Umumiy Sxemasi [12]	131
3.1. Rasm. O'zbekiston Iqtisodiyotining Asosiy Ko'Rsatkichlari	148
3.2. Rasm. Uzbekistan Trade 2017 yil	150
3.3. Rasm. NASA'ning Birinchi To'liq O'lchamli Mis Raketasi Qismi [85]	154
3.4. Rasm. 74,03 GTIP Miqdori/Tonna Asosida Mamlakatlar Tomonidan	
3.5. Rasm. Import, tashqi savdo balansi, birlik import narxlari, o'rtacha bojxona to'lovi, Amalga Oshirilgan Xaridlar Stavkalari	160
masofa va 2021 yildagi bozor konsentratsiyasi 74.03 GTIP UZBEKISTAN bo'yicha	161
3.6. Rasm. 74.03 GTIP Kodi Mahsulot Guruhining Maqsadli Bozorlari Bo'sh Ish O'rinlari Stavkalari	164
3.7. Rasm. Mis Ishlab Chiqarish	165
3.8. Rasm. O'zbekiston Mis Konining Narxi	166

1. QISM

MIS KAZILISHI VA KAZILISH JARAYONLARI



Bakirning insonlik tarixida ishlatilishi juda qadimgi davrlarga keladi. Insonlar, bakirni kundalik hayotlarida va zidlashda ishlatgan. Shuning uchun, uygarliklar yutuqlanadigan qatorda, bakirga bo'lgan talab ko'proq o'rganiladi. Bakir metall, uning xususiyatlari sababli eng muhim qalaysiz metallardan biri hisoblanadi. Bakir ma'da, bu ma'noga ega bo'lishi, bu ma'daning iqtisodiy yo'lda ishlanishi, yonma olishi, qoldiqlarning baholanganishi va yuqori texnologiyaviy mahsulotlarga aylanishi mamlakatlar uchun kelajak vizyon ahamiyatiga ega. Bakirning eng muhim xususiyatlari orasida yuqori elektrik va harorat o'tkazuvchiligi, to'plamligi xususiyati va antiqoroziv xususiyatlarini ko'rsatish mumkin.

Bakirning joriyda ishlatilishi 12 million tonnadan ortiqroqqa oshib, eng ko'p ishlatiladigan ikkinchi metallik o'rinda joylashgan. Bu talab o'sish, sanoatdagi rivojlanishlar bilan to'g'ri nisbatda o'sishga davom etadi. Shuningdek, uning alashimlari juda turli bo'lib, sanoat sohalarida farqli maqsadlar bilan ishlatilishi mumkin [1].

Bakir va bakir alashimlari juda yo'nalishli muhandislik materiallaridir. Korroziya qarshi to'g'riroq, o'tkazuvchanlik, zidlanuvchanlik va ishlanishi kabi turli fizikaviy xususiyatlar asosida kombinatsiyalar osonlik bilan ta'minlanishi mumkin. Shu kombinatsiyalar; tuzilmalarning o'zgartirilishi va turli ishlab chiqarish texnologiyalari bilan yanada rivojlantirilishi mumkin [2]. Bakir, qumushdan tashqari eng yuqori issiqlik va elektrlik o'tkazuvchanligiga ega toza metall hisoblanadi [3].

1.1. Jadval Misning Kimyoviy Va Fizik Xususiyatlari [1]

Belgisi	Cu
Qattqlik	2,5 – 3
Zichlik	8,93 gr/cm ³
Erish Nuqtasi	1083 °C
Qaynash Nuqtasi	2300 °C
Eriydigan Issiqlik	43 kcal
Elektr Uzatish Xususiyati	%99,95

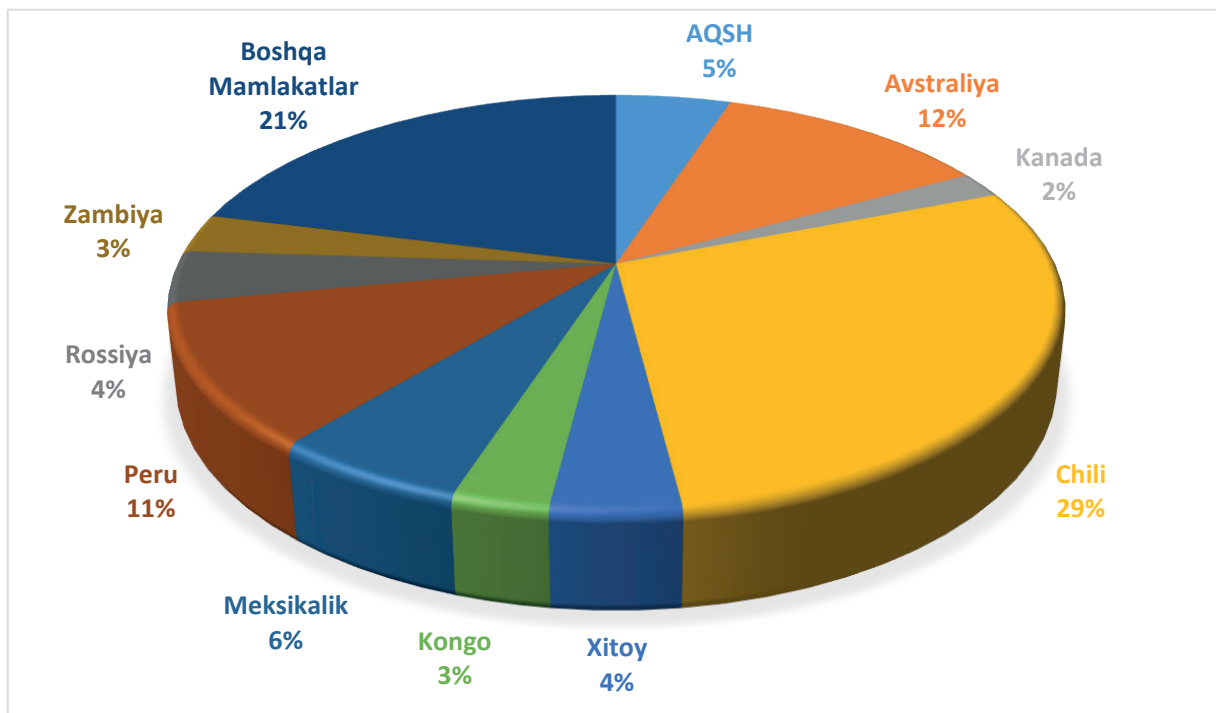
1.2 Jadval Misdan Foydalanish [1]

Elektrotexnika va elektronika sanoati	%50
Qurilish sanoati	%17
Transport sanoati	%11
Sanoat uskunalarida	%14
Harbiy va boshqa sanoat tarmoqlari	%8

Metal sohasiga oid bashoratlar asosida, bakir jahonning yangi nefti deb hisoblanadi va karbon izini kamaytirish, bakir bo'sh turlari yo'qligida amalga oshmagan. Yangi energiya ishlatishining o'sishi, xususan ham quyosh energiyasining doimiy ravishda o'sishi, quyosh paneli ishlab chiqarishda va kelajakning elektr motorlari deb nomlangan texnologiyada juda muhim o'rni bor bakira bo'lgan talabning kelajak yillarda ko'proq o'sishini bashorat qiladi.

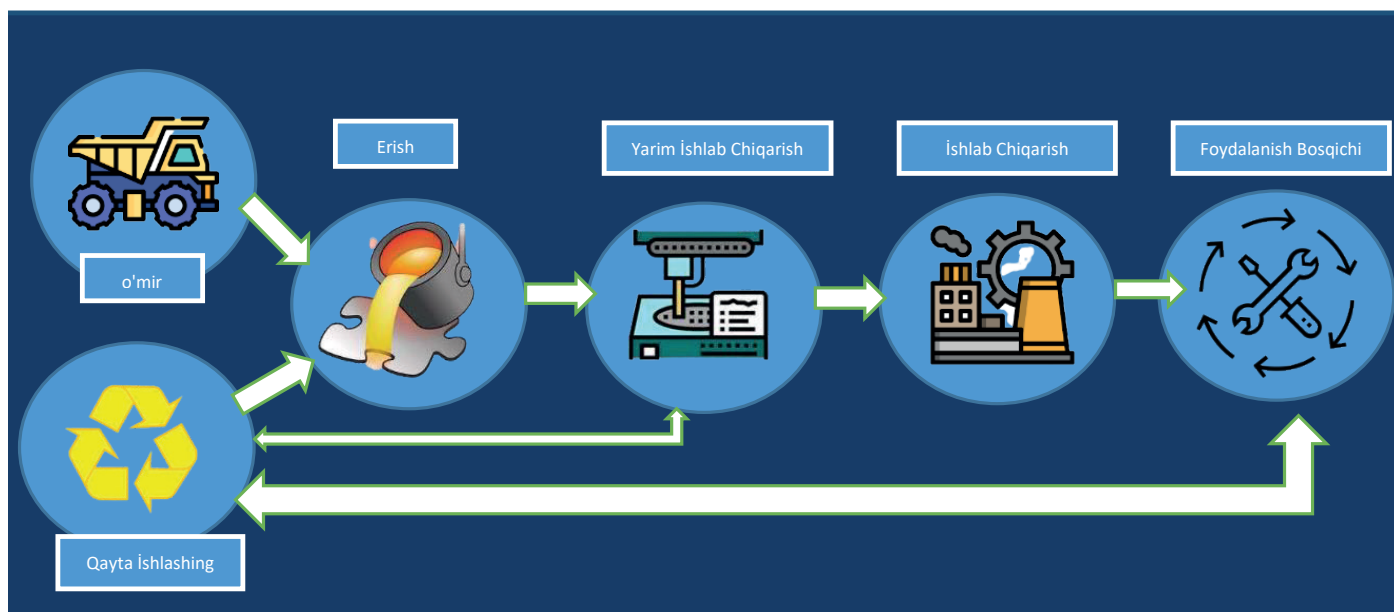
Dunyo bo'sh rezervlarining 90% ijoyiga joylashgan. Bu rezervlar ko'rib chiqildikda, eng boy o'rtalikning Chili, Peru, Avstraliya, Rossiya Federatsiyasi va Meksika'da joylashganligi aniqlanadi. Dunyo bo'sh yerlari odatda Shimoliy Amerika, Katanga, Rodezya, Chili, Ispaniya va Ural tog'lari o'rnatilgan joylarda joylashgan. Bakir qurollari, oksit (koprit, Cu₂O), sulfid (kalkoprit, Cu₂S) va karbonatli (malakit, Cu₂CO₃ (OH)₂) bo'lib uchta qismga ajratiladi. Bakir mineralining eng ko'p uchrashgan mamlakatlari Amerika Qo'shma Shtatlari (Rocky tog'lari va Katta Ovqatda), Chili, Peru (Andlar) Afrika (Kongo va Zambiya), Kanada (Shimoliy Michigan), Alaska, Xitoy, Rossiya va Avstraliya.

1.1. Rasm. Mis Zahiralarning Mamlakatlar Bo'yicha Taqsimlanishi



Dunyo bo'sh ishlab chiqarilganda, yillik 12 million ton ishlab chiqariladi va umuman dunyodagi mavjud rezervlar umumiy miqdori 300 million tondir, bu rezervlar foydalanish nisbatining o'smagan holatda 25 yillik ishlab chiqarish uchun yetarli deb aytish mumkin. Boshqa taraftan, yaklasik olarak yillik 2 million ton bakir mahsullari hammasi qaytadan taminot zanjiri ichiga qaytarilgan qayta ishlab chiqarilgan. USGS'ga ko'ra, Amerikada bakir skrapining qaytadan ishlash jarayoni, bakir talabining 38% ni, dunyoda esa 16% sini qondiradi [5].

1.2. Rasm. Misning Hayot Aylanishi [6]



Shakl 1.2'da ko'rib turganidek, o'rta ko'chirilgan to'la ishlatish muddati tugaganidan so'ng bakirning asl xususiyatlarini kamaytirmasdan qayta ishlab chiqarish siklida qaytarilishi mumkin. Bu holat, bakir metallining umumiy ishlatish muddatining juda uzunligini ko'rsatadi. Bakir sanoati uchta sohada joylashgan. Bu sohalar:

- Bakir qurollari ishlab chiqaruvchi ko'chiruvchi,
- Qurolni ishlash va suyultirmoqda olan suyultirgan bakir ishlab chiqaruvchi,
- Suyultirilgan bakirni ishlatib oxirgi mahsulni ishlab chiqaruvchi mamul ishlab chiqaruvchi tartibida joylashgan.

Bakir ishlab chiqarish miqdori 2017 yilida 20.1 million tonna, 2019 yilida 20.9 million tonna, 2021 yilida 21.3 million tonna yetib kelgan, va 2023 yilida esa 23.9 million tonni tashkil etishi kutilmoqda.

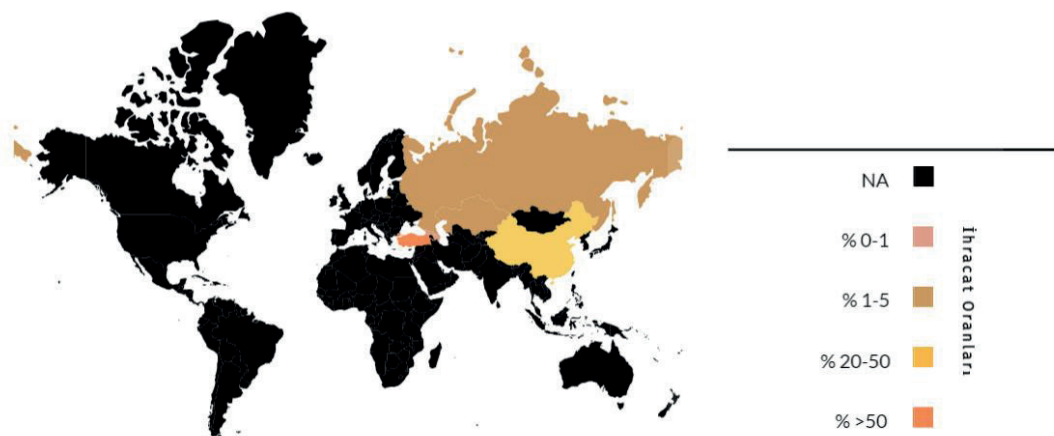
Bakir suv menbalari narxi 2019 yilida 6010 AQSh dollari/ton, 2023 yilida esa 8200 AQSh dollari/tonga yetib kelishi kutilmoqda.

1.1. Özbekiston'da Bakir Sektorigizdagi Joy Va Ahamiyati

Özbekiston yerlari mineral resurslaridan juda boy holda boyitilgan mamlakatdir. Mamlakatda 100 dan ortiq yeraluvchi quyosh, bakir, qumush, olchov, seng, uranyum va boshqa yer ostida joylashgan yeralti manbalari mavjud. Özbekiston tug'ma, dog'az va boshqa yer ostidagi manba manbalari yonidagi muhim boylikka egadir. Bugungi sharoitlarda, Özbekiston o'z mineralini olib chiqaradigan, boyitadigan va metallurgiyaviy ravishda ishlab chiqaradigan mamlakat holatida joylashgan. Jami bakir rezervlari 1.3 million ton deb hisoblangan Özbekiston bu sohada dunyoda o'ninchi o'rinni egallaydi. 40 yilgacha ishlatilishi bashorat qilingan bakir, shuningdek, mamlakatning muhim eksport mahsulotlari orasida joy oladi. Almalyk mintaqasida joylashgan bakir ishlab chiqarish va ishlov kompleksi Özbekistonning asosiy bakir ishlov markazi hisoblanadi. [4] Özbekiston 2021 yilida 148.5 ton bakir ishlab chiqarishni amalga oshirdi. Yoshlik-1 quvurining rivojlanish bilan 2029 yilgacha bakir ishlab chiqarish miqdorining 400 ming tona yetkazilishi maqsad qilinadi. Bu holatda, kiritilgan daromad 7-8 milliard dollargacha erishadi [8].

Kompaniya ichida, rafine bakir, oltin, qumush, seng, molibden, olchov konsentrati va boshqa ba'zi qo'shimcha mahsulotlar ishlab chiqariladi. Ushbu zavodda 4 ta ko'mir, 2 ta konsentrator, 2 ta ergashish zavodi va unga bog'liq sulfirik asit zavodi mavjud. Zavodning 25 000 kishi bo'lgan ishga joylashish maydoni mavjud. Seng zavodi sulfirik asit zavodi bilan integratsiyalangan va seng konsentrati xarid qilingan. Bakir ishlab chiqarish qobiliyatining oshirilishi va ishlab chiqarish miqdorining oshirilishi maqsadida yangi investitsiyalar bilan birga, yangi sulfirik asit zavodi tashkil etilishi rejalashtirilgan [7]. Özbekistonning eksport ma'lumotlarini o'z ichiga olgan turli axborotlar quyida keltirilgan.

1.3. Rasm. O'zbekiston Eksportidagi Mamlakatlar [9]



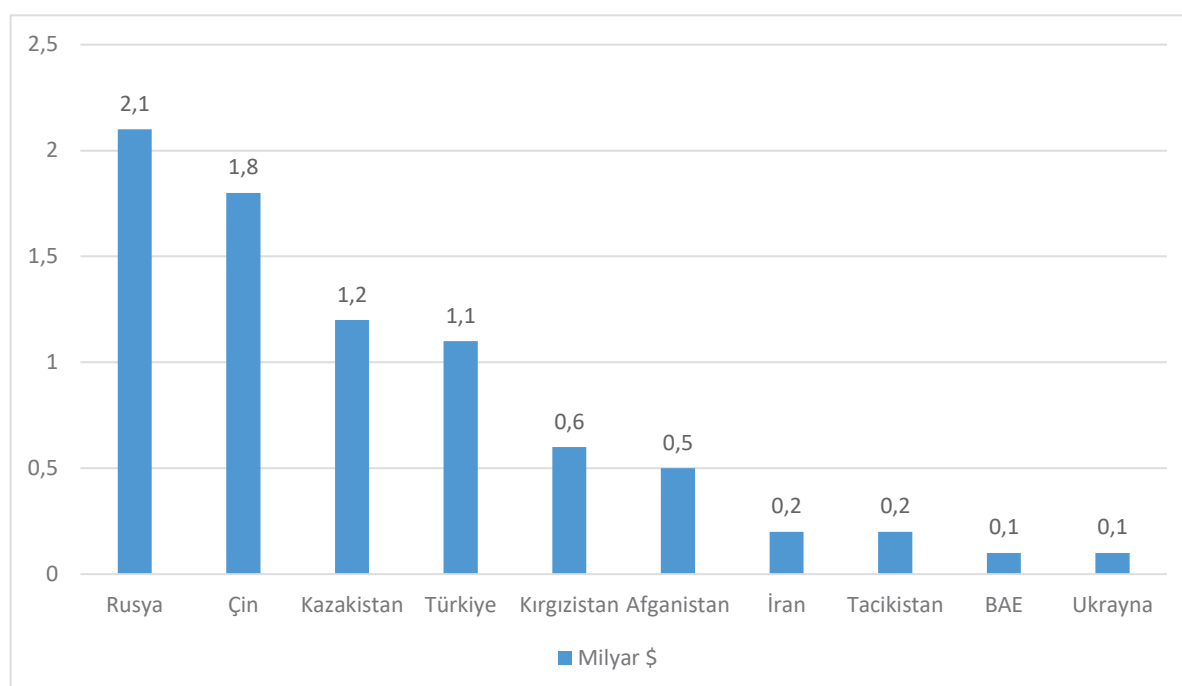
Ko'rinib turganda, O'zbekistonning Turkiya bilan savdo miqdori juda yaxshi darajada bo'lib (%6 gacha) va asosan bakir eksportiga qurilgan. Yangi investitsiyalar bilan birga amalga oshiriladigan qobiliyatni oshirish bilan yangi bozorlar ochiladi va mavjud savdo miqdorida o'sishlar bo'ladi.

1.3. Jadval. O'zbekistonning Jahonga Eksportidagi Yetakchi Mahsulotlar [9]

Mahsulot Tavsifi	Eksport Miqdori
Neft gazlari va boshqa gazsimon uglevodorodlar	2,3 milliard \$
Paxta kalavasi (yikuvchi ipdan tashqari) (og'irligi bo'yicha $\geq 85\%$ va chakana savdoga qo'yilgan paxta)	0,9 milliard \$
Qayta qilingan mis va mis qotishmalari (xom)	0,6 milliard \$
Etilen polimerlari (birlamchi shakllarda)	0,4 milliard \$
Paxta (kardlangan yoki taroqlanmagan)	0,3 milliard \$

Shakl 1.4-da, 2021 yilida O'zbekiston tomonidan amalga oshirilgan bakir va undan hosil qilingan mahsulotlar eksportining mamlakatlarga qarshi ulushi ko'rsatilgan. Bu bo'yicha Rossiya va Turkiya eksportidagi ulushlarining ulushi va eksport qilingan geografiyaning o'rni ko'zga tushiriladi.

1.4. Rasm. O'zbekiston Eksportidagi Ulushi (2021) [10]



1.4. Jadval. Ozbekistonning Jahondan Import Qilinadigan Mahsulotlari Yetakchi [9]

Mahsulot Tavsifi	İthalat Tutari
KYo'l transporti uchun ehtiyot qismlar va aksessuarlar	0,8 milliard \$
Davolash yoki profilaktika uchun tayyorlangan dorilar (dozalangan)	0,8 milliard \$
Neft moylari va bitumli minerallardan olingan moylar	0,6 milliard \$
Tuproq, tosh, metall rudalari va boshqalar. saralash, saralash, ajratish, yuvish, maydalash, maydalash, yogurma, qoliplash va boshqalar. mashinalar	0,5 milliard \$
Eng avvalo odamlarni tashish uchun mo'ljallangan yengil avtomobillar va boshqa avtotransport vositalari (shu jumladan poyga avtomobillari)	0,4 milyar \$

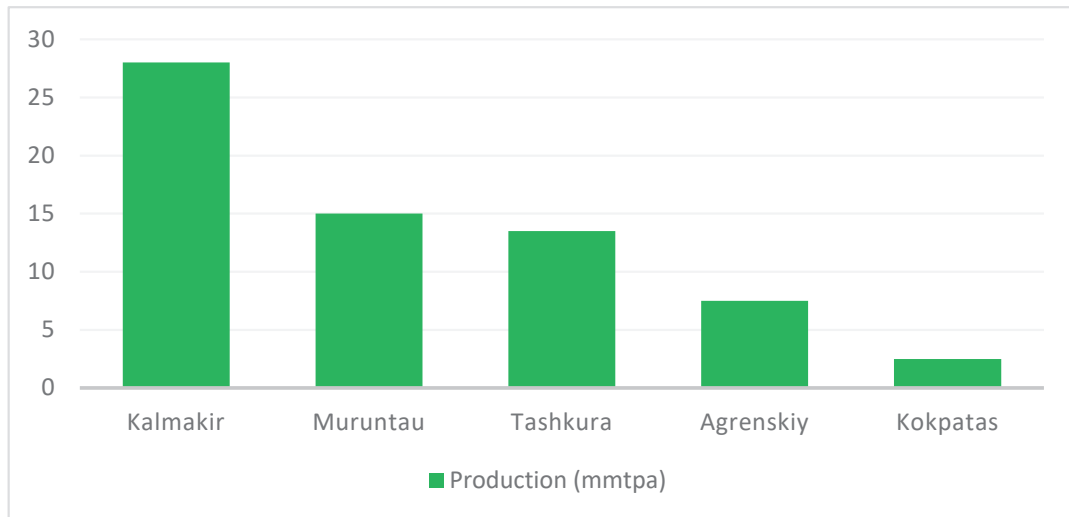
O'zbekistonda Qal'mokir, Muruntao, Toshkura, Angrenskiy Qo'limog'i va Kokpatas kabi besh asosiy ochiq cho'l o'lchovli quvvatlar, 2021 yilida yaklasik 66,86 mmtpa o'lchovli to'g'ri quvvat (ROM) iste'molini amalga oshirgan. Qal'mokir quvvati 2021 yilida yillik yaklasik 28,45 mln metrik ton cevher (Run-of-Mine - ROM) ishlab chiqargan bo'lib, asosan 220,21 ming ton bakir ishlab chiqargan. Qal'mokir quvvati Almalyk Madencilik-Metalurji Kompleksi A.Ş. egadir. Muruntao quvvati Navoiy Viloyati'nda joylashgan va yaklasik 14,72 mmtpa ROM ishlab chiqargan, 2021 yilida asosan 1.929,42 ming unsiya bakir ishlab chiqargan. Muruntao quvvati Navoi Madencilik ve Metalurji Kombinati'ga tegishlidir va 2033 yilgacha faoliyatni davom ettirish rejalashtirilgan.

Tashkura Madeni Navoiy Viloyati'nda uchinchi eng katta quvvat, Angrenskiy Qo'limog'i Toshkent Viloyati'nda to'rtinchi eng katta quvvat va Kokpatas Madeni Navoiy Viloyati'nda beshinchi eng katta quvvatdir. 2021 yilida esa yaklasik 13,8 mmtpa, 7,32 mmtpa va 2,57 mmtpa ROM ishlab chiqargan. Tashkura Madeni Navoi Madencilik ve Metalurji Kombinati'ga, Angrenskiy Qo'limog'i Uzbekkömür A.Ş.'ga va Kokpatas Madeni Navoi Madencilik ve Metalurji Kombinati'ga tegishlidir. Qal'mokir, Muruntao, Tashkura, Angrenskiy Qo'limog'i va Kokpatas kabi besh katta ochiq cho'l o'lchovli quvvatlar, 2021 yilida jamiyakim yaklasik 66,86 mmtpa ROM ishlab chiqargan.

1.5. Jadval. Beshta Asosiy Konning Taxminiy İshlab Chiqarish Hajmi

Mening Nomim	Ishlab Chiqarish (mmtpa)
Kalmakir	28.45
Muruntao	14.72
Tashkura	13.8
Angrenskiy	7.32
Kokpatas	2.57

1.5. Rasm. 2021-yilda O'zbekistonning Beshta Eng Yirik Yer Usti Konlari



1.2. Dunyo Bo'yicha Bakir Metallar Zaxiralari

1958-yilda 137 million metrik ton (mt) bo'lgan zaxiralar, 1967-yilda 253 million mt ga, 1969-yilda 280 million mt ga, 1970-yilda 304 million mt ga va 1971-yilda 360 million mt ga erishdi. 2020-yilda 200 million metrik ton (MT) bakir zaxirasiga ega bo'lgan Chili, dunyo bo'ylab eng katta bakir zaxirasiga ega.

1.3. Bakir Ma'denida Mashina Parki

Almalyk Madencilik va Metalurgiya Kompleksi uchun uchinchi bakir ishlash zavodi uchun 2021-yilning iyul oyida asos solindi. Yangi zavodni qurish loyihasining qiymati 2 milliard Amerika dollari bilan taminlangan. Yo'shlik I qatorda joylashadigan zavodning qurilishi, ushbu kompleksi dunyo metallurgiya sohasidagi eng katta sanoat komplekslari bilan bir qatorda qilishga imkoniyat beradi. Kompleksning ishlab chiqarish qobiliyati mavjudgi 2 milliard 500 million Amerika dollardan yaklasik 8 milliard Amerika dollarga oshib boradi. Birinchi bosqichda zavod yillik 60 million ton zaxirni ishlash qobiliyatiga ega bo'ladi. Ikkinchi bosqichda esa yillik 160 million ton ishlash qobiliyatiga ega bo'ladi.

1.6.Rasm. Loyihaning Bosqichlari



1.4. Bakir Ma'denidagi Madenchiq Qurilmalari

Bakirning yuqori elektrik va termal ulanish xususiyatlari, uning energiya stansiyalari va ulayadigan materiallar uchun olmasdan bo'lmagan bir kiritma sifatida ishlatiladi. Bakir, paslanmasligi sababli sovuq havo mashinalari va qurilmalari, transport vositalari va tashqi to'qimalarda keng qo'llanma sohalariga ega. Xususan, bu yil quyidagi tayyorgarliklarga buyurtma berishdi:

- 2022-2026 yillari oralig'ida chet el maslahat korxonalari qatnashishida yangi turiyadagi qurilmalar va metallurgiya mashinalarining ishlab chiqishni rivojlantirish dasturi
- Kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqishni kengaytirish uchun KPI lar to'plami
- Guruh faoliyatini amalga oshirish uchun etkazib beruvchilar va potentsial investitsionchilarni tortish uchun tizim va investitsiya loyihalari ro'yxati
- Chet el maslahat korxonalari va mutaxassislar ishtirokida guruhning tashkil qilinishi va rivojlantirilishi bo'yicha loyiha qavri
- Bakir va boshqa zorli metallarning geologik topilishiga yo'naltirilgan maqsadli dastur.
- Milliy ekologik talabalar standartlashtirishning amalga oshirish rejamasi va xalqaro ekologik talabalarining amalga oshirilishi uchun dastur.
- Madenchiq va metallurgiya sanoati faoliyat yurituvchi katta kompaniyalar tomonidan atrofga chiqarilgan salinimni kamaytirish dasturi va boshqa asosiy sanoatlar.
- Madenchiq kompaniyalari Almalyk MMC va Navoi MMC tomonidan suv manbalari rational ishlatishiga yo'naltirilgan dastur.
- Madenchiq va metallurgiya sanoatining iqtisodiyotini o'rganish uchun markazni tashkil etishga oid tavsiyalar.
- Milliy raqobatbaho dasturining amalga oshirilishi bo'yicha tavsiyalar.
- Chet elning etakchi mamlakatlari tajribasi asosida reglamentatsiya muhitining yaxshilanishiga yo'naltirilgan dastur.
- O'zbekiston Hukumati, chet el maslahat korxonalari va mutaxassislar bilan shartnoma muzokaralariga kiradi. Yukoridagi chora-tadbirlarning rivojlanish xarajatlari

Almalyk MMC, Navoi MMC va boshqa kompaniyalar tomonidan to'lanadi.

• Guruhning tashkil qilinishi, bir yandan elektr energiyasi ishlab chiqarish va transport qilish (tajaddiy energetika manbalari bilan), suv, transport va xizmatlar uchun infrastrukturani qurish, shuningdek, guruhda faoliyat yuritadigan kompaniyalar tomonidan raqamli ishlab chiqarish va telekommunikatsiya texnologiyalarini qo'llashni o'z ichiga oladi.

1.5. Yangi Rezervlarni Qidirish Va Loyihalash Jarayonlarining Tavsifi Haqida Ma'lumotlar

Yoşlik I yerida joylashgan fabrikani qurish bu kompleksni dunyoning eng katta sanoat komplekslari biriga aylantiradi. Kompleksning ishlab chiqarish qobiliyati, mavjud 2.5 milliard dollarlik darajadan taxminan 8 milliard dollarlik darajaga oshadi.

Birinchi bosqichda fabrika yillik 60 million ton jami mineral qayta ishlash qobiliyatiga ega bo'ladi. Ikkinchi bosqichda esa yillik 160 million ton ishlash qobiliyatiga ega bo'ladi.

Ushbu ikki bosqich amalga oshirilgandan so'ng kompleks 2028-yilgacha yillik 400 ming ton bakir, 50 ton altin va 270 ton kumush ishlab chiqarishi mumkin bo'ladi.

Almalyk Madenchiq va Metallurgiya Kompleksi, 1949-yilda tashkil etilgan va O'zbekistonning eng katta sanoat komplekslaridan biridir. Hozirgi kunda kompleksda 40 ming kishi ishga joylashtirilgan va tashkil etilganidan buyon 6 million tondan ortiq bakir, 3,500 ton kumush va 850 kilogram altin ishlab chiqarilgan.



Bu yerda temir temelli import mahsulotlarining qarib borish narxi 1.3 milliard AQSh dollari sifatida ko'rinadi. Xususan, 0.5 milliard dollarning ichida ajratma-ko'paytirish mashinalari mavjudligini ko'ramiz. Bakir ishlab chiqarishda ham ushbu mashinalarning ishlatilishi va O'zbekistonda temir-terakka sanoati yuqori qobiliyatli ishlayotganligi bilinadi, shuningdek, bu shakllar integratsiyasi natijasida o'ziga xoslash-muxlash mashinalarini o'zaro ishlab chiqarishi mumkin.

SWOT Tahlili



Shakil 1.7 ko'rinib turganda O'zbekistonning joylashuvi sababli dengizga-okyanusga juda uzoqdir. Katta to'najli materiallar yetkazib berishda dengiz yo'lining eng iqtisodiy yo'li bo'lishi ma'lum. Bugungi kunda yetkazish narxlari yuqori bo'lganligi sababli, O'zbekistonda ishlab chiqariladigan materiallarning yetkazish narxini qaytarishi va foyda marjini oshirishi uchun qo'shimcha qiymatli mahsulotlarga ega bo'lishi zarur. Bu, temir uchun keyinchalik bo'limlarda o'rganiladigan yuqori texnologiyali materiallarni ishlab chiqarish ma'nosini anglatadi. Bir to'ngacha yetkazish narxlari pastaga tushirilishi uchun qo'shimcha qiymatli eng yuqori mahsulotlar sotilishi shaklida rejalashtiriladigan strategik yaq approach O'zbekistonning kelajak vizyoni uchun ham juda muhim deb hisoblanadi.

1.7. Rasm. O'zbekiston Manzili



1.6. Bakor Erini Boshqarish Sharoitlari

So'nggi Prezidentlik farmoniga ko'ra, klyuvi quyidagi faoliyatlar asosida ishlashga yo'naltiriladi:

- Bakor, yo'qol metallar, g'ayritabarli topraklar va g'ayritabarli metallar uchun geologik tadqiqotlarning kengaytirilishi
- Ilm va ishlab chiqarish o'rtasidagi o'zaro ta'sir sistemining amalga oshirilishi
- Yangi turlanmali maden va metallurgiya mashinalari va uskunalari ishlab chiqarilishi
- Xodimlar ta'limi, qayta ta'lim va yanada ta'lim tizimining yaxshilanishi
- Maden va metallurgiya sanoati uchun kerakli infrastrukturani yaratish
- Regulyativ muhitning yaxshilanishi.

Farmonni amalga oshirish uchun ilgari boshqaruv idoralari va tashkilotlari, investitsiya loyihalari tuzish, maxsus sanoat hududlarini yaratish takliflariga va xalqaro ishlab chiqaruvchilarni va potentsial investorlarni tortib chiqish tizimiga e'tibor qaratadi.

Maxsus oladagi, ushbu yil quyidagilarni tayyorlash vazifasi berildi:

- 2022-2026 yillar davomida xalqaro maslahat beruvchi kompaniyalar bilan ham birga yangi turlanmali maden va metallurgiya mashinalari va uskunalari mahsulotlari rivojlanish dasturi
- Kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirishga qaratilgan KPI-lar
- Klyumning faoliyatini amalga oshirish uchun eng yaxshi xalqaro ishlab chiqaruvchilarni va potentsial investorlarni tortib chiqish tizimi, shuningdek, investitsiya loyihalari ro'yxati
- Xalqaro maslahat beruvchi kompaniyalar va mutaxassislar ishtirokida klyumni yaratish va rivojlantirish konsept taslami

• Bakor va boshqa g'ayritabarli metallar geologik tadqiqotlari uchun maqsadli dastur

• Xalqaro standartlarga muvofiq milliy ekologik talablar standartlashtirish uchun amalga oshirish rejamasi, shuningdek, xalqaro ekologik talablar amalga oshirish jadvali

• Maden va metallurgiya sanoati va boshqa asosiy sanoat sohalarda faoliyat yuritadigan katta kompaniyalar tomonidan egri emissiyalarini kamaytirish dasturi

• Almalyk MMC va Navoi MMC kabi maden kompaniyalarining suv resurslarining aqli foydalanish dasturi

• Maden va metallurgiya sanoati iqtisodi bo'yicha Ish Markazining yaratilishi uchun takliflar

• Milliy raqobatchilik dasturini amalga oshirishga oid takliflar.



2. QISM

BAKOR METALLURGIYA VA ALTERNATIV USULLAR



2.1. Moholiy holat, dunyoda amalga oshirilayotgan ishlar va takliflar

Qo'yish moddalari, ishlatiladigan qog'ozning xususiyatlariga bog'liq ravishda o'zgaradi. Umumiyatda, sulfidli misollar uchun pirometallurgik usullar, oksitli bakor qog'ozlariga hidrometallurgik usullardan iborat tabiiy jarayonlarni o'z ichiga oladi. Bunda, bazen ikki usulni o'z ichiga olgan birlashtirilgan usullar ham amalga oshirilishi mumkin [11].

O'zbekistonda mavjud bo'lgan bakor rezervlarining 24.000.000 ton ekanligi bilinadi. Unga qaramay, qimmatli metallar o'rtacha tenor qiymatlari % 0.39 Cu, % 0.0023 Mo, 0.37 g/t Au va 2.2 g/t Ag ga tengdir. Ushbu ma'lumotlarga asosan, o'rtacha metallar tenorlarining past, lekin rezerv miqdorining ko'proq ekanligi tushuniladi. Muhandislik fanlari qarashiga ko'ra, bu sharoitlarda faqat yuqori ishlab chiqarish qobiliyati bo'yicha ishlab chiqarish amaliyoti iqtisodiy bo'ladi.

Bakor qog'oz rezervi asosiy mineral tarqalish turlari qarashiga ko'ra, kalkopirit (CuFeS_2), kalkozit (Cu_2S), digenit (Cu_9S_5), kovelit (CuS), kuprit (Cu_2O), tenorit (CuO) va azurit/malaxit $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2 - \text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ dan iborat bo'lganini ko'rish mumkin. Bakor rezervini tashkil etadigan mineral turlarining asosiy qismi sulfidli bakordan iborat, lekin oksitli va karbonatli strukturalar mavjudligi ham ko'rinadi.

2.2. Mavjud ishlab chiqarish usuli

Bakor g'azablanishi ochiq va yopiq qayta ishlash usullari orqali amalga oshiriladi. Dunyo bo'ylab bakor ishlab chiqarish; sulfid va oksitli bakor qog'ozlarining g'azablanish, boyitish va blister va rafinadagi bakorga aylanish jarayonlari orqali amalga oshiriladi.

Qiymatli birligi %0,5 Cu dan yuqori bo'lgan sulfid qog'ozlar flotatsiya usuli orqali boyitiladi. Ushbu jarayonlarda, bakor qog'ozidagi bakor odatda %80 dan yuqori metal oqimi bilan boyitiladi va %15-25 Cu tashqarida qolgan bakor konsentratlari hosil qilinadi. Keyin, bu konsentratlardan geleneksel qaynatish usullari orqali (%99 Cu tashqarida) blister bakor hosil qilinadi va keyin blister bakorga rafinatsiya jarayonlari qo'llanib, elektrolitik bakor hosil qilinadi. Dunyo bo'ylab bakor ishlab chiqarishning katta qismi ushbu usul bilan amalga oshiriladi. Amaliyotda, iqtisodiy ravishda umumiy qabul qilingan eng past qiymatlar, min. %0,5 Cu, min. %1,0 Cu (bu qiymat, chuqurlik kengayganda va murakkablik darajasining oshishi bilan oshadi, mineral qatorining strukturiga qarab alohida fizibilitet ishlarini olib borish kerak) deb hisoblanishi mumkin. Sulfurli bakor qog'ozlarida qog'ozlar yatagi ochiq g'azablanish uchun mos bo'lsa; altin va molibden kabi qo'shimcha qiymat anglatadigan tashqi mahsulotlar mavjud bo'lsa, qog'oz tenori %0,3 Cu bo'lgan holatlarda ham katta miqdordagi ishlab chiqarish jarayonlari iqtisodiy holatga olib keladi.

Bakor ishlab chiqarishi odatda ochiq qovun ishlab chiqarish metodi bilan amalga oshiriladi. Ushbu usulda, vaqtdan vaqtdan pastga yo'nalishli bosqichlar kaziladi. Qog'ozni chiqarish uchun, toshliq qayniqqa yotish uchun chiqish mashinasi ishlatiladi va chiqish o'rnatilgan qaynatishliklar orqali toshlar qaynatiladi va parcalanadi. Paydo bo'lgan toshlar so'ngra ko'chirib olinishga tayyorlashadi; maxsus transport vositalari, konveyerlar, poyezdlar va xizmat mashinalari, qog'ozni qaynatish joyidan ishlab chiqarish jarayoniga olib borishda ishlatilishi mumkin. Bir necha tonna qog'ozni ko'chirish uchun zarur bo'lgan jihozlar o'lchami juda katta bo'ladi. Ko'p qismi qog'oz keyin oqo'ga yaqin yoki bazen ichida asosiy kuchuk kuchaytirgichdan o'tadi. Ushbu asosiy kuchuk kuchaytirgich, qog'ozni tosh bloklaridan golf topi hajmida tasqarib yuboradi.

• Mavjud bakor rezervlarining o'rta bakor tenorining past bo'lishi sababli o'rnatilishi mumkin bo'lgan nihoyatgi mahsulga qadar ishlab chiqarish usullari quyidagi tartibda joylashtiriladi:

• Bakor qog'ozni ochiq o'quv usuli bilan olinadi.

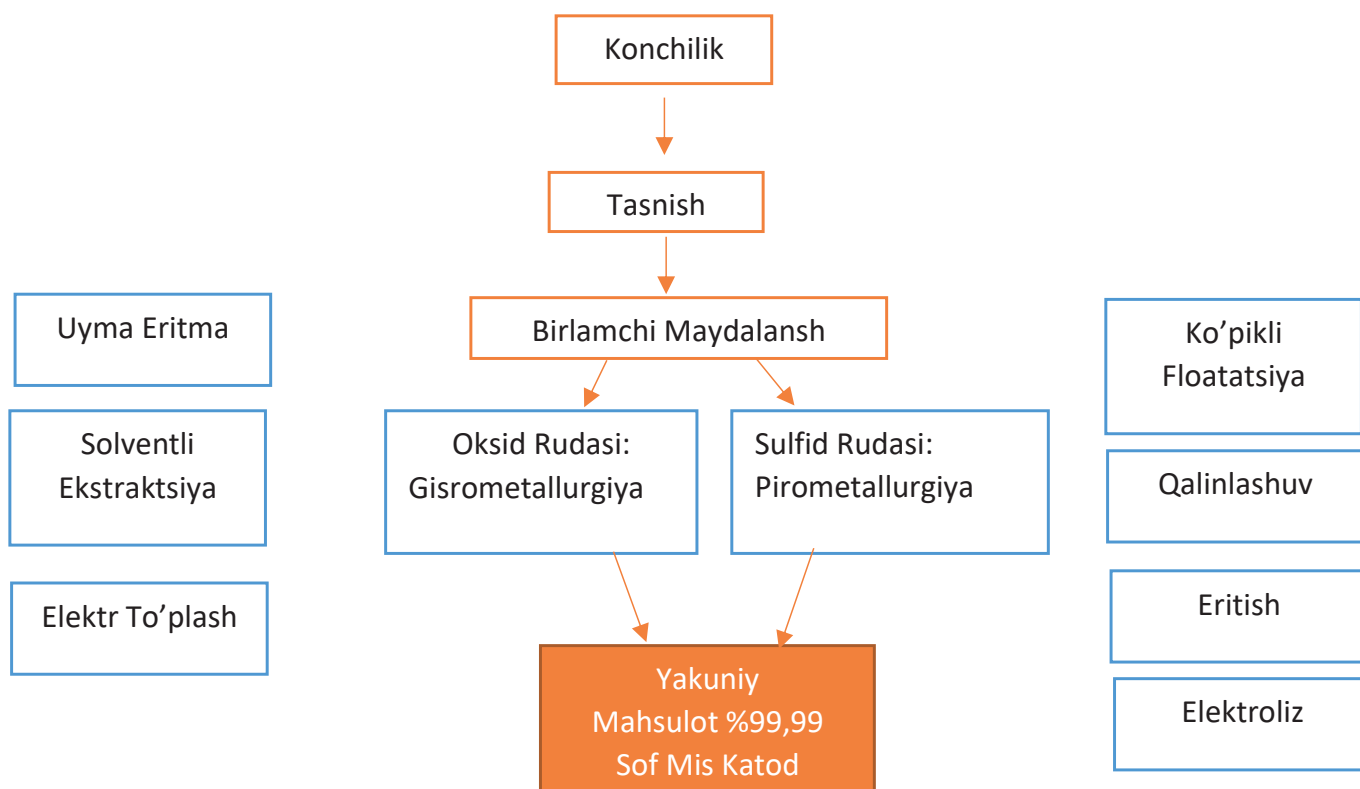
• Birinchi va ikkinchi qirish jarayonidan o'tadi.

• Shakarlovchi melasda zarracha bosilish jarayoni orqali tuxumlar 100 mikron ostidagi tan hajmiga keltiriladi.

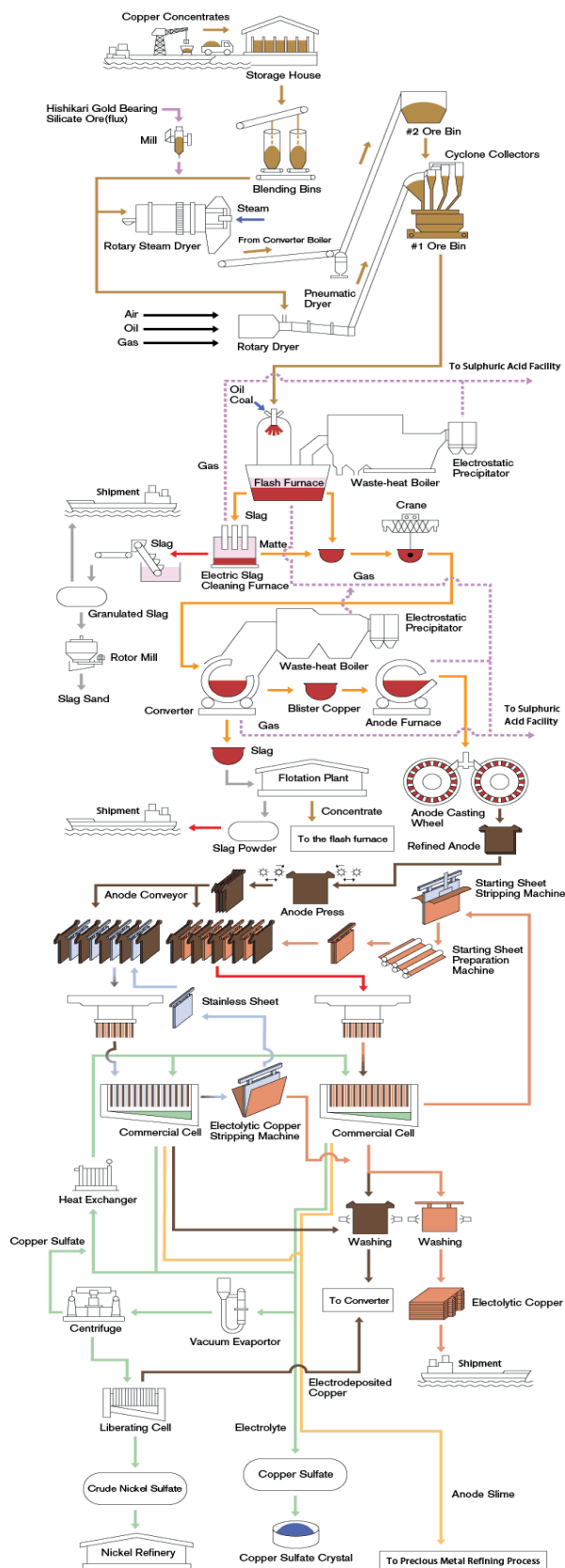
• Differensial flotatsiya usuli yordamida qiymatli bakor mineral qog'ozlari yuzilishi orqali boyitiladi, tenori oshiriladi. [Differensial flotatsiya: Yuzish qobiliyati yuqori bo'lgan qog'ozlardan birining yuzishi degan ma'noni anglatadi. Sulfurli bakor qog'ozlarida odatda yan ta'sirli tosh pirit (FeS_2) minerali ham sulfurlangan strukturda bo'lishi mumkin].

- Flotatsiyadan olingan bakor konsentrati zehmetkashlik tizimiga yuboriladi va baland haroratda va ijroskor qo'shimcha moddalar (flux) qo'shilishi bilan ko'zdan kechiriladi. O'zbekistonda (ehtimol) elektrik energiyasi bilan ishlaydigan zehmetkashlik o'tqazgichlari (Masalan, Muff (Muffle) o'tqazgich) bilan muomala qilinadi. Hosil qilingan mahsul Bakor Mat deb ataladi.
- Hosil qilingan mat, murakkabliklardan tozalash uchun konverter o'tqazgichiga yo'l yuboriladi. Konverter o'tqazgichida sifatli kislorod yorilib, bakor oksit holida qilinib, boshqa murakkabliklar esa bakor qaynatmasi yondiruvchisidan qochib yuboriladi. Hosil qilingan mahsulga Blister Bakır deb ataladi.
- Blister bakor kublari anot ushbuqalarni chiqarish uchun ishlatiladi va anot bakor plitalari tayyorlanadi.
- Anot bakor plitalari elektro-qazib olingan sohalarida katot plitalarning qarshisiga joylashtiriladi va tizimga elektrik beriladi, bu orqali potensial farq yuzaga keladi. Anotdan hal qilingan bakor ioni suli sulfat yechimi ichida katot tomoniga yo'nalgan holda ion holida jozibalanib, katotga kelganda kamaytirilib, metallik bakor hosil qilinadi.
- Anotdan kam miqdordagi murakkabliklar o'chib ketadi. Ularning ko'pligi anot foniga turli kimyoaviy qo'shimchalari bilan chiqib ketishlari mumkin, bu Anot Pishi deb ataladi. Cevherdan kelgan bu murakkabliklar, qiymatli metallar (Au va Ag kabi) bilan kelganligi uchun anot pishi juda qiymatli hisoblanadi.
- Oxirgi mahsul hisoblanadigan katodik bakor % 99.99 Cu dan iborat bo'lib, keyin iste'mol mahsulotlarini (elektrik sim, bakor trubi, kabi) ishlab chiqarishga yuboriladi.

2.1. Rasm. Katodli Mis Ishlab Chiqarish Usullari



2.2. Rasm. Pirometallurgik Mis Ishlab Chiqarishning Umumiy Sxemasi [12]



Bakirning pirometallurgik ishlab chiqarish usuli uchun mashhur umumiy skema Figura 2.1-da (hidrometallurgik va pirometallurgik usullar ko'rilgan) ko'rinadi. Bu bo'yicha flotatsiya bilan bakor tenori % 10-20 Cu oshirilgan konsentratlarning o'tqazgich orqali % 98 Cu tozaligi sifatida olinadi, blister bakor esa % 98.5-99.0 Cu ni ichiga oladi. Elektroqazish natijasida hosil qilingan katodik bakor esa yuqori elektr energiya o'tkazuvchanligiga ega bo'lishi uchun % 99.99 Cu tozaligida hosil qilinadi.

Bilister bakor asosan, oksigen, sulfur, antimon, arsen, temir, tsink, qayn, nikel, selen, telur, bizmut, oltin va kumush murakkabliklarni ham o'z ichiga oladi. Bu murakkabliklarni olib tashlash uchun bilister bakor avvalgina isitish jarayoni orqali tozalanadi. Toza bakor olib tashlash uchun tushumning yatay o'qi etrafida aylanadigan silindrik o'tqazgichlarga yuklanadi va doimiy ravishda qarishib o'tkaziladi, unidan havo o'tadi. Sulfur, temir va tsink kabi oksidlanishi oson murakkabliklar kurufaziga o'tadi. Isitish jarayoni bilan o'chirib bo'lmaydigan murakkabliklar elektroliz jarayoni bilan o'chiriladi. Ushbu usul bilan arsen, bizmut, telur, selen, qayn va nikel to'liq o'chirilgani kabi oltin va kumush yan mahsul sifatida hosil qilinadi. Elektroliz jarayoni ketma-ket yoki parallel bog'langan elektroliz tanklarida amalga oshiriladi. Elektroliz jarayonida katotlar toza bakordan tayyorlangan levhalardan iborat bo'lib, anotlar esa bilister bakordan tayyorlangan. Elektrolit suvi sifatida sulfatlanib hisoblangan bakor (II) sulfat yechimi suvidan foydalaniladi. Yechim suvidagi elektrik oqimiga qarshi takallufni kamaytirish maqsadida, elektrolit 50-60 °S gacha isitiladi. Elektrolitga tutkalga o'xshash ko'ldonlar shaklida jismlar qo'shilishi bilan bakorni to'plashning to'g'ri va qattiq bo'lishi ta'minlanadi. Elektroliz jarayoni, katodning kvadrat metriga 250 amperlik oqim intensivligi va 0.25-0.30 V potensial bilan amalga oshiriladi. Shunday qilib, %99.99 toza bakor hosil qilinadi [13].

Almalyk ishlabi uchun talab qilinadigan ma'lumotlar bilan cheklangan va ushbu ma'lumotlar quyidagilardir:

- Almalyk xususiyatida olingan ma'lumotlarga ko'ra, bakor zavodlar flotatsiya usuli orqali boyitiladi. Suq yo'qligida, bakor konsentrati metallurgik ishlashga kiradi. Bakorni ergashish uchun uch o'tqazgichdan foydalaniladi: bir ta'mirlash o'tqazgich, bir oksigen yonib yotadigan o'tqazgich va bir Vanyukov o'tqazgich.

- 2020 yil 26 maydagi PP-4731 raqamli "JSC Almalyk MMC jamoasining qimmatli metallar ishlab chiqarishini kengaytirish uchun qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" gi O'zbekiston Respublikasi Prezidenti qaroriga asosan, loyihani amalga oshirish uchun II. metalurji kompleks uchun quyidagilar amalga oshiriladi:

Birinchi bosqich - 2021-2025 yillarda, yillik 290 ming ton katod bakor ishlab chiqaradigan metalurji kompleksni dizayni, ta'mini va qurishi,

Ikkinchi bosqich - 2025-2028 yillarda, yillik 400 ming ton katod bakor ishlab chiqaradigan metalurji kompleksni dizayni, ta'mini va qurishi.

- Qurufni baholash jarayonida, hozirgi kunda molibden o'rta darajadagi molibden mahsuloti qog'ozini ishlab chiqarish.

- Va nadir metallar (CPRM) ishlab chiqarish uchun ammiyoni perhenat. Molibden o'rta darajadagi qurufklar o'rta darajadagi mahsul bo'lib, nadir metallar va qattiq alashimlar ishlab chiqarish uchun mo'ljalarning (tozlar, qattiq alashimlar, stangalar) ishlab chiqarish uchun STK'ga yuboriladi. Ammiyon perhenat, GOST 31411 bo'limlari AP-00, AP-0, AP-1 talablari asosida oq toz shaklida ishlab chiqariladi va plastik qadoqlarda qadoqlanadi va eksport qilinadi.

- Bakor zavodlaridan flotatsiya orqali boyitilgan bakor cevherining qoldiqlarida, ham AGMK tadqiqot laboratoriyasi, ham Rossiyadagi tadqiqot institutlari va boshqalar.

- AGMK, Innovatsion Texnologiyalarni Rivojlantirish va Amalga Oshirish Markaziga va Nadir Metallar va Qattiq Alashimlar Ishlab Chiqarish uchun Tadqiqot va Ishlab Chiqarish Ittifoqiga ega. Shuningdek, O'zbekiston, Rossiya, Germaniya va Korening eng muhimi universitetlari bilan hamkorlik amalga oshirildi.

Pirometallurgik bakir ʻrethimi davomida ba'zi o'pma va atkilar yuzaga keladi. Ularning ichida misol uchun, meda bog'lanishiga ko'ra, ilk o'pma izabe furf va konverter furf'lari bo'ladi. Ular kelgan to'qima konsentratsiyasiga, ishlab chiqarish samaradorligiga va ishlab chiqarish shartlariga bog'liq holda umumiy %3-8 Cu tarkibi bilan ta'minlangan. Ushbu furf aralashi so'ng, sovuq qilinadi, qayrilinadi,

iporiladi, flotatsiya tizimida tarkibning tarkibini oshirgandan so'ng qaytadan izabe furfiga olib keladi. Bu jarayon realda medaning o'pma furflardan qayta tiklanishi uchun to'g'ri yo'l bo'lib, aslida furfning yangi konsentratsiyaga ta'minlash imkoniyatini pastga tushiradi. Shuning uchun oxir-oqibat, oxir-oqibatlarda mavjud bo'lgan qiymatli metallarning alternativ usullar orqali qayta tiklanishiga qaratilgan bir nechta tadqiqotlar olib borilmoqda.

Xili'dagi Atakama moyi bilan mamlakatning o'rtasiga qadaryaylanadigan yetti ta'minot keskarisi, 2002-yilida 1.500.000 metrik ton bakir ishlab chiqarish bilan bog'liq katta kuchli oqim yuzasidan ham etkilenish sababli ekologik ravishda yomon tan olganlar [14]. Ushbu atkilar tufayli Xili va dunyo bo'ylab ishlab chiqariladigan bakir pirometallurgik tufayllarning xususiyatlari aniqlanib, turli birikmalarini qayta qazib olish va qandaydir madaniyat faoliyatlarini o'rnatishning muhim bo'lishi kutilgan. Xili davlatining qo'llab-quvvatlash modeli orqali oliyib borilgan universitet-sanoat hamkorligi asosida, tufaylda eng ko'p uchrashgan bakir, molibden, qiymatli metallar, silis va temirni qayta qazib olish, tayoq sanoati uchun savdoiy birikmalarni, alashmalarni va turli xamir oksit shakllarini ishlab chiqarish tavsiya etilgan. O'rganishda, pirometallurgik jarayon uchun uch ta ehtimollik muammo ileri surildi: tufaylning qavurilishi, yuqori haroratli falit oksidlanishi va temir oksitlarini to'g'ridan-to'g'ri qisish. Bakir va qiymatli metallarni hal qilish uchun soyish mumkin bo'lgan mahsulotni olish uchun qavurish o'ylangan. Ushbu haroratda kutish mumkin bo'lgan bakir sulfat va gematit hosil bo'lishi mumkin. Keyin bakir oksit hosil bo'lishini oldini olish bilan bakir feritini minimallashtirish amalga oshiriladi.



Falit oksidlanish uchun, yuqori haroratlar bilan birga, reaksiyani ta'minlash uchun aylanadigan ta'minlovchi oksigen kuchining taxmini 10-6 atm-ni talab qiladi. Tufaylning to'g'ridan-to'g'ri qisilishi jarayonida temir oksitlarni metallik temirga o'tkazib, keyinchalik temir-bakir aloqasini olish holati aslida hozirgi kunda hali ham bakir izabe tesislarida qo'llaniladi. Rusiyada tufayllarni elektrli furnda qayta ishlash orqali bakirning 98% -sini va qiymatli metallarni ham metallik fazda qayta qazib olish mumkin bo'lganligi xabar qilinadi. Bakir va sengni ajratish uchun sianur emas usulning ishlab chiqarildigi xabar qilinadi. As, Sb, Pb, Bi, Cu, S, kabi tarkibida bo'lgan metallik fazni olish uchun ishlatilgan. Keyin bakir va qiymatli metallarni ajratish uchun qo'shimcha tozalash jarayonlari talab qilinadi. Mintek kompaniyasi izabe tufayllaridan kobalt, nikel va bakirning qayta qazib olinishi uchun izabe tesisi bilan birga ishlaydigan elektrli furndan foydalanib usulni ishlab chiqarish haqida xabar berilgan. Zambiyada reverber furunlardan kelib chiqqan katta miqdordagi tufayl (%1-3 kobalt va %1.5 bakir o'z ichiga oladi) bakir-nikel izabe tesisidagi elektrli furnda ishlanib, metallik kobalt va bakirni o'z ichiga olgan fazni hosil qilish maqsadida ishlanadi. Zimbabve, Turkistan, Yaponiya kabi juda turli davlatlarda o'xshash qayta qazib olish ishlari olib borilgan va hali ham olib borilmoqda.

Traulsen va boshqalar (1982) o'rganishlarida, bakir sanoatida kuch va energiya talablari va birlikdagi narxlar haqidagi gapirib, qoldiq bakir izabasida reverber furinlarining o'rnini flaş izabani oldigini xabar qilishadi. Flaş qaynatish oksigen-bog'langan jihatdan ishlatilganda iqtisodiy bo'lganligi aytib o'tilib, mahsusiy kuchi bor bo'lgan qaynatish jarayoni amaliy boyutdagi iqtisodiy afzalligi sifatida taklif qilinadi. Ushbu yillarda Inco'ning oksigen-flaşli qaynatish furini g'aroratga ko'ra o'ziga xos bir qator furinlarni loyihalash ham mumkin bo'lganligi aytiladi. Ular, 3.000 t/kun miqdoridagi ishlab chiqarishga erishish mumkin bo'lganini ko'rsatib berishdi. Shuning uchun Amerikada Asarco'ning Hayden va Chino Mines kompaniyasining Hurley izabe tesisida yaxshilanish ishlari doirasida Inco ni tanlashdi. Izabe usulining tanlashi asosan ma'lum saha holatlari bilan bog'liq bo'lib, ammo modern flaş izabani Noranda va oksigen ishlatadigan doimiy qaynatish usullari bilan solishtirilganda gelenekiy usullarga nisbatan oldiga chiqadi [15].

O'rganuvchilar, ko'pli kriteriyalardan foydalanib izabe tesislarini taqqoslab, tesislarining toza ishlab chiqarish va texnik samaradorliklarini baholaganlar (Nikolic va boshqalar, 2019). Modern bakir ishlab chiqarish konsepti, atiq yanmahosilalarning kengayishini oldini olishni va ulardan foydalanishni maqsad qilgan texnologiyani tanlashni o'z ichiga oladi. Ekologik ta'sirni pastilash tendentsiyalarida texnologik jarayonlarining samaradorligini oshirish ham muhimdir. Nikolic va uning hamkorlarining maqsadi bakir ekstraksiyasi uchun eng qulay texnologik jarayonni tanlash uchun ko'p kriteriyali modelni ishlab chiqishdir. Ushbu maqsadga erishish uchun dunyoda pirometallurgik texnologiyalardan foydalanuvchi o'ttiz bakir izabe tesisining tahlili amalga oshirilgan. Model, qo'llanilayotgan texnologiyalarining texnologik, iqtisodiy va ekologik parametrlarini tizimli tarzda tahlil qilib, ishlayotgan bakir izabe tesislarining samaradorligini tartiblash asosida ishlab chiqilgan. Ushbu tahlil natijasida birinchi o'rinda joylashgan bakir izabe tesis Noranda Inc. (Altonorte, Chili), sulfidli bakir va boshqa konsentrlatlarni otojen doimiy qaynatish bilan bilinadi. Bu izabe tesisida qo'llaniladigan texnika Noranda'dir va unda so'nggi otojenik qaynatish jarayonlari ham kiritilgan. Ushbu texnologiya, nisbatan qimmat ishlab chiqarish xarajatlari va qat'iy ekologik standartlarga muvofiqlik bilan xarakterizatsiyalangan bo'lib, sulfidli bakir konsentrlatlarining otojenik qaynatishiga yo'naltirilgan dunyoda eng yaxshi texnologiyalar orasida joylashadi. Buna qarab, bakir izabe tesisida Pasar (Filippinler), quvvatli texnik xususiyatlari sababli oxirchi o'rada joylashgan: astarning qisqa muddati va tez-tez almashtirilishi (bir yildan kam); matta bor bakir miqdori past (%55) bo'lganligiga qaramay, bakirdagi Fe miqdori juda yuqori (%24 gacha) bo'lib, bu esa ishlab chiqarilgan tufaylning qayta ishlashni talab qilishga olib keladi. Ushbu izabe tesisida elektrli flaş furinidan foydalaniladi. Ushbu texnologik jarayon bo'yicha o'ttizinchi o'rada joylashgan Hibi Kyodo Smelting Co. Ltd da qo'llaniladi.

Bu erlardan, bir tipki texnologik jarayonning ikki yoki undan ortiq mis oluvchan isloboxona ichida amalga oshirilganida farqli natijalar berishi mumkinligiga qaror qilinadi. Masalan, Noranda usuli, birinchi va 26-chi o'rinda joylashgan mis oluvchan isloboxonalarida amalga oshiriladi. Ishlab chiqarish usuli farqiga bog'liq bo'lmagan holda, isloboxona effektivligi va temiz ishlab chiqarish jarayonlari aniqlangan [16].

Devia v.d. (2019) Xili dag'laridagi mis oluvchan isloboxonalarining taraqqiyot tarixini va bugungi kuni texnologik rivojlanishlar asosida o'rganishgan. Xili salfetli mis oluvchanlari piro metallurgik qayta ishlash sababli dunyo bo'ylab eng katta mis oluvchisi bo'lib kelgan. Xili mis oluvchan isloboxonalarida, Peirce-Smith va keyinroq Hoboken konverterlari ishlatilgandan so'ng, bu reaktorlar ichida bakor konsentratlari ko'paytirish va qog'ozga bog'langan oksigen ishlatish kabi bir qator o'zgartirishlar amalga oshirildi. Ushbu modifikatsiyalar, konsentratlarni eritish uchun yangi Teniente texnologiyasining qismi bo'ldi. Barcha bu yangiliklar, qoblangan qog'oz va gaz ishlab chiqarish kabi boshqa jarayonlarni

ham ta'sirga oshirdi. Xili tarixiy ravishda bakor chiqarish jarayonlarida reverber furma-Peirce Smith juftligi usuli ushbu operatsiyalardan boshidan beri o'rnatilgan va sohada yaxshi standart ishlab chiqarish ta'min qilindi. Lekin, avvalgi energiya va keyin atrof muhit ta'siri muhim aholisiga keldikidan so'ng, ba'zi jarayonlarning davom etishiga ruxsat berilmadi. Energiya va atrof muhitdan noma'lum holatda foydali bo'lmagan reverber furmalar holati ortda turibdi, shuning uchun Xili mis oluvchan isloboxonalarining ishlab chiqarish ta'sirliligini yuqori saqlayadigan yaxshi alternativlar qidirmoqda edi. Kaleyton isloboxonasi, 1970-yillarda, konsentratlarni to'g'ridan-to'g'ri Peirce-Smith konverteriga, boshlang'ichida to'g'ridan-to'g'ri vannaga, keyin esa enjeksiyaga o'tkazib yuborishga harakat qilgan ba'zi sinovlar amalga oshirildi. Shunda paydo bo'lgan El Teniente konverteri, o'sha paytda Xili konsentratlarni eritish texnologiyasi sifatida mashhur edi. Ushbu reaktor so'nggi paytlarda boshqa Xili mis oluvchan isloboxonalariga o'rnatildi va ba'zi xalqlararo bozorlarga ham sotilgan. Lekin, kamoliyotchi savdo strategiyasi, texnologiyani xalqaro bozorlarni tashkil etmasligiga olib keldi [17].

Bakir ishlab chiqarishida geleneksel tozlashuvda umumiy jarayonlardan foydalaniladi:

(i) pirometallurjik tozlashuv orqali olov bilan tozlashish

(ii) elektrolitik tozlashuv va

(iii) kattalar eritilishi va almashtirilgan shakllarni solish.

Rafinadan o'tgan bakir ishlab chiqarishning yaklasik 80% geleneksel elektro tozlashuv usuli bilan amalga oshiriladi, qolgan 20% esa yuqori darajali elektro qazish (SX-EW) orqali qayta qazilayotgan an'anaviy elektro tozlashuv yordamida qayta qazilandi deb Moskalyk v.d. (2003) aytishadi [18]. Oxirgi yigirma yil davomida, bakir sanoati kompakt va samarali yuvish-extractive qazish tesislarida ulkan rivojlanish ko'rgan. EW operatsiyalarida elektrolitik qayta qazish odatda, bakirni o'z ichiga olgan bir sulfat muhitidagi yuqori suluqli elektrolitning bir qismini ishlatib amalga oshiriladi, keyin mo'ljallangan qonli yoki qonli alashimli anodlarga va nerjholi stoloklarga moslashgan tomrlar va voltaj qo'yiladi, shuningdek to'liq ajratishni osonlashtiradi. Elektro qazish kattalari hozircha "A" sinfi bakir sifatiga erishgan va shuning uchun doimiy tushumli solishka mo'ljallangan. Filmasin, tellar va kabel sohalaridagi tijoratiy ilovalar uchun turli o'lchamdagi otash va sovuq yig'iladi. Kelajakdagi texnologik qiyinchiliklardan biri, bakirni to'g'ridan-to'g'ri oq metaldan elektr bilan qazib olish uchun bir usul yaratish bo'lishi xabar qilinadi. Geleneksal bakir elektrolizida, 0,25 ila 0,3 V oralig'ida o'zgaradigan xujjat kuchlanuvchi va amperlik qatlamasi ikki muhim parametrdur. An'anaviy ilovalamada, elektro tozlashuvdagi amperlik qatlama 180 ila 280 A/m² oralig'ida bo'ladi. Ba'zi operatsiyalarda, 290 ila 380 A/m² oralig'ida o'zgartirilgan davrlatma to'g'risidagi amperlik qatlama ishlatiladigan xabar qilinadi. Umumiy qoida sifatida, amperlik kuchlanuv bilan birga bakir chiqishi oshirilganida amperlik samaradorligi kamayadi. Elektro qazish uchun voltajning taxminan ikki volt bo'lishi va bakir uchun taxminan 2000 kWh/ton quvvat talab qilishi, elektro tozlashuv quvvat sarflarining esa taxminan 350 kWh/tondan ko'proq past bo'lishi ma'lumotga ega.

Qiymatli metallarni piro-metallurjik, gidrometallurjik va piro-gidrometallurjik usullar orqali chiqarish mumkin. Bu yo'l bilan amalga oshirilgan tadqiqotlarda, umumiy qoidaga asoslangan ekonomik sharoitlarda o'ziga xos yechimlar taklif etishadi. Konverterlarda yuradigan cürufdan o'tkazilgan bakir, flash qaynar olovda o'tganiga nisbatan ko'proqdir [19]. Bakir bo'shligidan bakirning qayta qazilashida hidrohlorik asit va isoprofil spirtining birgalikda ishlatilishi natijasida, spirt mavjudligining zarur energetik qiymatini pastiladi va taxminan 84% Cu ekstraktlangani ko'rsatiladi [20]. O'xshash bir tadqiqotda cüruftan bakirni qayta qazib olish maqsadida ammiyakdan foydalanilishi va 16 kJ/mol aktivatsiya energiyasi hisoblandigi aytib o'tiladi [21]. Hidrometallurjik usullar orqali bakir cürufidan metallarni qayta qazib olish bo'yicha amalga oshirilgan tadqiqotlar odatda flotatsiya usuli va liç usullarini o'z ichiga oladi. Bu maqsadda olib borilgan liç vositalari ichida H₂SO₄, ammiyak, yarim hlorid to'ldirgich, ammiyum persulfat, kislorod, suv peroksidi, ozon, siyanur va hokazo kabi moddalar keltirilishi mumkin. Bu bilan birga, sulfate qiladigan kavishish, bio-liç, atmosfera va yuqori oksidativ bosqichdagi liç kabi turli usullar ham mavjud [22]. Bakir konverter va flash qaynar olov cüruf qarishmasidan, qiymatli metallarni ekstrakt qilish uchun mikrovolnovka olovida amalga oshirilgan tadqiqotda, liç vaqtining, sivu-katli nisbati, suv peroksidi va asidik asit konsentratsiyasi kabi turli parameterlarning ta'sirini o'rganish maqsadida bajarilgan. Optimal liç sharoitlarida 95% Cu, 1.6% Fe va 30% Zn ekstraktlandigi xabar qilinadi [23]. Bakir ishlab chiqarish cürufidan, qiymatli metallarni gidrometallurjik usullar bilan atmosfera sharoitlarida qayta qazib olish maqsadida amalga oshirilgan tadqiqotda, liç reaktanti sifatida suv peroksidi va sulfurik asitdan foydalanilishi aytib o'tiladi. Bakir-

sulfurli qurilishning oksidatsiyasi va strukturada fayalit fazida joylashgan temirning mos sharoitlarda ($70\text{ }^{\circ}\text{C}$ va $\text{pH } 2.5$) FeOOH shaklida gazishtirilishi maqsadida, oksidlaydigan reaktant bo'lgan suv peroksidning ishlatilishi ta'kidlanadi. Optimal liç sharoitlarida bakir, tsink va kobalt olishining 80% dan ortiq bo'ldigi va ularni ajratib tashlash maqsadida selektivli solvent ekstraksiya usullaridan foydalanildi xabar qilinadi [24]. Gidrometallurjik yangi bir usul taklif etib, atmosfera bosqichida bakir ishlab chiqarish cürufklaridan kobalt, tsink va bakir kabi asosiy metallarni selektiv ravishda ekstrakt qilishni rivojlantirish maqsadida amalga oshirilgan tadqiqot aytib o'tilgan. Experimentallik tadqiqotlarda oksidlaydigan liç reaktanti satri natrid (NaClO_3) va sulfurik asit (H_2SO_4) ishlatildi xabar qilinadi. Bundan tashqari, demir va silikaning gazishtirilgandan oldin filtratsiyadan o'tishini ta'minlash maqsadida kalsiyum gidroksit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) kabi bir qo'shni ishlatilishi ham ta'kidlanadi. Experimentallik natijalarga ko'ra, kavrama bosqichsiz cürufdan ushbu metallarni liç jarayoni orqali yaqindan to'liq ekstraktlanganligi xabar qilinadi [25].

Bir tadqiqotda, NH_4OH yuqumligi muhitida misoldaşliq kinetikasining optimallik liç xolatlar va reaksiya kinetikasini aniqlash uchun turli parametrlar ustida tajribaviy tadqiqotlar olib borildi aytib o'tiladi. Harorat, aralash tezlik va pulp yog'ligi kabi parametrlarning foydalanishga ahamiyatli ekanligi va optimal holatlarda misol ekstraktlanishning qaratirilganligi 65% gacha e'tibor bilan xabar berilgan. Cürufning yuvish kinetikasini ta'riflash uchun yarim yamalak yorituvchi modelining qaristuvligi kinetikasidan foydalanildi va yuvish jarayonining faollashtirish energiyasi 16.2 kJ/mol sifatida aniqlangan. Reverber olov boshqaruvi cürufidan, sufitalovchi qaynatma-suv liç bilan qizil va misol ekstraktlanishi o'rganilganligi xabar berilgan. Ushbu maqsad uchun ikki bosqichli ekstraksiya usuli muvaffaqiyat bilan amalga oshirildi, birinchi bosqichda $150\text{--}800\text{ }^{\circ}\text{S}$ oralig'ida cürufni H_2SO_4 mavjudligida qaynatish, ikkinchi bosqichda esa hosil qilingan kalsinani su bilan to'g'ridan-to'g'ri liç jarayoniga qaratish kabi. Past qaynatish haroratlarida ($250\text{ }^{\circ}\text{S}$) hosil bo'lgan kalsinani su liçida misol va qizil ekstraksiya foizlarining murojaatlari esa 94% va 55% gacha hisoblanib o'tilgan. Belgilangan optimal holatlarda demirning turli jarayonlar orqali ko'tarilishi va hosil bo'lgan eritkaning esa elektro kalit metodi orqali qizil holatda misol qo'lga kiritilganligi xabar berilgan [26]. Bakir izabe cürufining gidrochlorik kislota (1M HCl) va hidrogen peroksit ($0.5\text{--}3\text{ M H}_2\text{O}_2$) mavjudligida liçining o'rganilganligi xabar berilgan. Olingan ma'lumotlarga ko'ra, kuchli oxidant xususiyatiga ega hidrogen peroksitning foydalanilgan sinov shartlarida, foydalanilmagan holatga nisbatan misol ekstraksiyasi taxminan ikki marta ko'proq hisoblanib o'tilgan [27]. Sulfurik kislota mavjudligida,

oksigen bosqichi liç bilan bakir izabe cürufidan bakir ekstraksiya kinetikasining o'rganilganligi xabar berilgan. Bu doirada tadqiqotchilar tomonidan bakir yuvishiga turli oqibatlar ta'siri, tanlash liç harakati va oksigen-bosqich tizimiining yuvishga kinetikaviy harakati ta'riflanishga harakat qilindi. Turli liç bosqichlarida turli kinetik modellar olingan va bakirning liç foizi asosiy birinchi va oxirgi bosqichda esa kimyoviy reaksiya va diffuziya boshqaruvchanligi bo'yicha hisoblanib o'tilganligi ta'riflangan. Belgilangan optimal liç holatlarda bakir va demir ekstraktlanish foizlari murojaatlariga ko'ra 97.2% va 0.58% gacha hisoblanib o'tilgan [28]. Boshqa bir tadqiqotda flotatsiya bilan boyitilgan cürufning karbonli material va alkali khlorurlar mavjudligida segreksiya qaynatmasi va su bilan liçining keyinroq bakirning 80% foizdan ortiq ekstraktlanishi mumkinligi xabar berilgan [29]. Bir tadqiqotda asosiy konverter cürufining va ikkinchi cürufining sianurli liç natijasida bakirning taxminan 95% foizga ekstraktlanishi mumkinligi xabar berilgan [30]. Küre konverter cürufi ustida amalga oshirilgan boshqa bir tadqiqotda esa Cuning 75% foizga ekstraktlanishi mumkinligi xabar berilgan [31]. Cürufardan metallarni qaytarish maqsadida o'rganilayotgan usullardan biri ham sulfatlovchi qaynatma usulidir. Bir tadqiqotda konverter cürufi, am moy sulfat va sulfurik kislattan so'ng sulfatlovchi qaynatma natijasida su liçiga qaratilganligi va am moy sulfat bilan bakir, nikel va kobalt 80% dan ortiq ekstraktlanganligi xabar berilgan. Sulfurik kislattan ushbu metallarni 90-100% foizga olinishi va eritkanga o'tadigan demirning ekstraksiya foizi esa 60-80% kadarni tashkil qilishi ta'kidlanadi. Sulfurik kislattan qaynatma so'ng yuqori haroratda ikkinchi qaynatma bilan demir ekstraksiya foizi 3% gacha kamayishi mumkinligi xabar berilgan [32]. Asetik kislattan foydalanilgan tunda asosiy konverter cürufidan metallarni qaytarish maqsadida o'rganilgan tadqiqotlar mavjud. Ushbu tadqiqotlardan birida asosiy konverter cürufining bosqich ostida asetik kislatta qaynatilish bilan bakirning 55% foizga ekstraktlanishi mumkinligi xabar berilgan. Shu tadqiqotda asosiy konverter cürufining qisqarishli qaynatmasi so'ng asetik kislatta liç natijasida bakirning 97%, nikelnikining esa 20% foizga ekstraktlanishi mumkinligi ta'kidlanadi [33].

Bruckard v.d. (2011) tadqiqot ishlarida, misol qilib, qovurish usuli va qovurish muhitining mis oluvchi aksini ko'rsatgan etkilarini suhbatga olib kelganlar. Tuzalgan pastkazib qolgan yog'och kimyo muhiti, rud bog'lanishi, qovurish muhitining xususiyatlari va turi, qo'llanilgan o'lchovlash usuli, oldindan shartlanish

bosqichlari flotatsiya va qovurish jarayonida kimyoviy reaksiyalarni keyingi flotatsiya jarayonini ta'sir qilishi mumkin. Keltirilgan tadqiqotda inobatga olingan bu omillar, bakor sülfat mineralining yuzishi bilan bog'liq ravishda ko'rib chiqildi va muzokaralar bo'lib o'tildi [34].

Bakor sülfur minerali va stal qovurish muhitlari orasidagi galvanik ta'sir, pastkidagi temir darajalarini oshiradi, kuchaygan suvning oksigen konsentratsiyasini pastaytiradi va natijada temir gidroksitlarining shakllanishi mavjuddir. Ushbu o'zgarishlar bakor flotatsiyasi uchun zararli bo'lishi mumkin. Graham va Heathcote (1982) temir ta'sirini laboratoriya flotatsiya xujayralarining samaradorligini pastaytiradigan va operatsiya sharoitlarini yaxshilash uchun qog'oz pulusidagi kuchaygan oksigen darajasini pastaytirish uchun metalik temir qo'shib olishgan tadqiqotlarida ko'rganlar. Krom almashtirilgan sharlar murakkablarida hidroksit shakllanishini cheklab turishi orqali ba'zi tizimlarda flotatsiya samaradorligi ustida musbat ta'sirlar bo'lishi ko'rsatilgan. Bundan tashqari, ruddagi mineralogiya asosida, sülfat mineralari orasida galvanik ta'sir uzug'lari paydo bo'lishi mumkin va flotatsiyada ajratish effektivligini ta'sir qilishi mumkin [35].

Laboratoriya va texnikaviy ishlar davomida, geleneksel ögütme usulida qo'llanilgan teng o'g'irligi bo'ylab çelik istiqomatli va shar balli mel qaynatish usuli bilan solishdan so'ng yuzdarlash orqali mis kabinidagi rivojlanishlar ko'rsatilgan. Ba'zi tadqiqotlar, suvli ögütishdan keyin (quru ögütishga nisbatan) mis mineralalarning yaxshi yuzdarlanishi ta'minlanishi mumkinligini ko'rsatadi, lekin ushbu tadqiqotlarning ko'pida to'playuvchi ishlatilgan. Gonçaves va boshqalar (2003) kalkosit, bornit va dijenit kabi ikkinchi mineralalarda misning rivojlanishi va uning ushbu mineralardan ozod qilinishi uchun juda ko'p o'g'irlash talab qilishini o'rganishganlar [36]. Ushbu mineralalar, oqsillantirish holatlari ostida va yorqin oksidlant holatlarda tez oqsillanishi mumkinligi sababli oksidlant mahsulotlar, yuzasi xususiyatlari, yuzdarlash xulqi orqali mineralar ustida adsorb olishi mumkin va shuningdek, mineralar bilan yuzdarlash jarayonidagi to'playuvchi orasidagi ta'sir mexanizmalari o'zgarishi muhim darajada o'zgarishi mumkin. Ushbu haqiqatlar yuzdarlash jarayonining bajarilishi natijasini yomon tasir etadi va reaktivlar sarflanishini, talab qilingan yuzdarlash kum-xonasini va umumiy jarayon xarajatlari oshiradi. Testlar davomida o'g'irlash vaqtining, foydalaniladigan materialning 90%si 150 µm ga teng bo'lgan shaklga keltirilgan. Ushbu tadqiqotda eng yuqori miqdordagi mis qaytarish va eng tez yuzdarlash kinetikasini ta'minlovchi sharoitlar, kavasdirilgan g'alaba beruvchi çelik va paslanmaz çelik sharlar ishlatilgan muhit bo'lgani bildirilgan.

Feng va boshqalar (2022) ularning tasniflash o'sishida malakit, azurit, krizokol, kuprit kabi mis oksid mineralalarning zenginlashtirish uchun eng keng qo'llaniladigan uslubning flotatsiya usuli bo'lganligi haqidagi ma'lumotlardan kelib chiqib, shuning uchun; mis oksid mineralalarning flotatsiya usullari va reaktivlar bilan ta'sir mexanizmasi bu tadqiqotda batafsil o'rganilgan [37]. Doimiy flotatsiya (şelatlayıcı reaktivlar yoki yağ asidi to'playuvchi sifatida), sulfidizatsiya flotatsiya (ksantat to'playuvchi sifatida) va aktivatsiya flotatsiyasi (şelatlayıcı reaktivlar, ammiy/amoniy tuzlari, metallyar iyonlari va aktivatsiya uchun oksidant to'playuvchi sifatida) kabi flotatsiya usullari mavjud. Mis oksid mineralalarning samarali flotatsiyasini amalga oshirishning etkili yo'li, mis oksid mineralalarning yuzasidagi faol hududlarni oshirib, to'playuvchining mineral yuzasi bilan ta'sirini oshirishdir deb xabar berilgan. Bu maqsadga erishish uchun Pb²⁺ va Cu²⁺ kabi ma'lum metallar iyonlarining adsorbirligi orqali faol hududlar sonini oshirish mumkin. Maxsus şelatlayuvchi reaktivlar, ammiy/amoniy tuzlari, metallyar iyonlari va oldindan oksidatsiya, mineral yuzasidagi faol hududlar sonini oshirish va keyingi jarayonlarda sülfat ionining va to'playuvchi adsorbirligini oshirish mumkin. Shuning uchun, mis oksid mineralalarning sulfidizatsiyasi, maxsus aktivatorlar qo'shib, mis oksid mineralalarning samarali hidrofob flotatsiyasini ta'minlash uchun oshirish mumkin deb xabar berilgan. Bundan tashqari, tasniflash tadqiqotida, mis oksid mineralalarning samarali qaytarilishi bo'yicha ileri tadqiqotlar uchun turli ko'ronalarga ham tavsiya etilgan.

Jeldres va boshqalar (2019) ularning flotatsiya jarayonida qil maqsadlarining ta'siriga oid qilning taqdim etgan tadqiqotlarida, qilning mavjudligining bakor cevherlarining flotatsiya jarayonida past qaytarishlarga olib kelishini, bu esa konsentratsiya darajalarining pastlashishiga olib kelishini ko'rsatganlar [38]. Bugungi kungacha ma'lumotlar sistemiklashtirilgan va ushbu hujjatda besh nomli bo'limda tartibga solingan:

- i) Qil tortishning reologiyasi;
- ii) Qillarni tarqatish uchun maxsus reaktivlar;
- iii) Tuzli muhitda qillar va qiymatli mineralalarning o'rtasidagi ta'sir;

iv) Mexanik kechirish va

v) Qil qoplamada mis oksidatsiyasi.

Hozirgi paytda qil mineral hamurlarini ishlashni yaxshilash uchun qo'llaniladigan strategiyalar, operatsion natijalarni eng yaxshi olish uchun etarsiz qolgan. Ushbu tahlilda, nano partikullar ishlatishni hisobga olgan tadqiqot imkoniyatlari, organik polimer asosidagi reaktivlar, dengiz suvini qo'llaydigan texnologiyalar o'rganilgan.

Hozirda killi mineral hamurlarning ishlenmesini yaxshilash üçün istifad' olunan stratejiyalar, optimal iş üsullarını 'ld' etm'k üçün kifay't qd'r effektiv deyillər. Bu tqdimatda nanopartikullərin istifadəsinə əsasən araşdırma imkanları, organik polimer əsaslı reaktivlər, dəniz suyundan istifadə edən texnologiyalar araşdırılıb.

Bəzi tədqiqatçıların flotasiya mərhələsindəki atıqların isə rəverber ocağının cürufundan flotasiya prosesi ilə misi qazanma istiqamətində çalışmalar apardıqları əsər mənbələrində görülür. Bunlardan Antoniyeviq və başqalarının (2008) flotasiya atıqlarının orta dərəcədə yaxlaşık %0,2 miqdarda bakır ehtiva etdiyindən yola çıxaraq, bir oksidasiyanın mövcudluğunda və yoxluğunda sülfurik asit ilə liçini tədqiq etmişlər [39]. Burada əsas məqsədlərinin liç həllinin pH dəyəri, qarışdırma sürəti, hamur sıxlığı, partikul ölçüsü, demir iyonlarının konsentrasiyası, liç üçün temperatur və müddət kimi müxtəlif faktorlardan təsirlənən bakır və demirin liç kinetiklərini müəyyən etmək olduğu görülür. Eldə edilən orta miqdarda bakır və demir yenidən qazanılması hər biri sırasıyla %60-70 və %2-3 olmuşdur. Bu tədqiqatdan əldə edilən nəticələr, köhnə flotasiya atıq hovuzunun bakırın çıxarılması üçün önəmli bir ikincil hammadə mənbəyi olduğunu və ərazinin bərpasından çox qiymətləndirilməsi lazım olduğunu göstərir. Sərrafi və başqaları (2004) flotasiya metodu istifadə edərək rəverber furunun cürufundan bakırın geri qazanılmasını tədqiq etmişlər [40]. Partikul ölçüsü, pH dəyəri, toplamaçı və köməkçi maddələrin miqdarı və növü, flotasiya müddəti kimi təsirli faktorlar araşdırılmışdır. Optimal şərtlərdə hava ilə oyutulmuş bir cüruf üçün, bir mərhələli flotasiyada bakırın %72-si geri qazanılmış və %12,6 qədər bir bakır konsentresi əldə edilmişdir. ən yaxşı geri qazanılma verimi toplamaçı olaraq 30 g/t R407 istifadə edildiyində əld' edilmişdir. Geri qazanılmanın cürufun soyunma sürətinə də təsir etdiyi və cüruf yavaş soyundurulduğunda %84-ə qd'r çatdığı görülür.

Zuo va boshqalar (2022) tomonidan tayyorlangan, mis cürufidan qimmatbaho metallar va chiqindi issiqlikni olish bo'yicha o'zgarishlar haqida keng qamrovli ma'lumot beruvchi to'plam maqolasi bu borada mos yozuvlar manbai bo'lishga nomzoddir. Cu eritish jarayonida hosil bo'lgan mis cürufida Fe, Cu, Co, Al, Si, Ni, Cr va Ca kabi oksidli birikmalar mavjud [37]. Mis cürufida ba'zi mis rudalariga qaraganda Cu va Fe kabi qimmatbaho metallar mavjud. Ushbu qimmatbaho metallar tufayli mis cüruflari tsement qo'shimchasi sifatida emas, balki birinchi navbatda metallni qayta tiklash uchun ishlatilishi kerak. Ushbu qayta ishlash masalasi so'nggi yillarda katta ahamiyat kasb etdi. Biroq, bu mavzuning rivojlanishiga to'sqinlik qiladigan ba'zi cheklovlar mavjud. Bu cheklovlar; qayta ishlash jarayonlari katta miqdorda energiya sarflaydi va tiklanish darajasi past. Bundan tashqari, jarayonlar davomida olingan mis cürufining harorati 1300 oS dan yuqori bo'lib, bu erda potentsial energiya daromadi mavjudligini ko'rsatadi.

Metallni qayta tiklash bo'yicha tadqiqotlarning aksariyati Xitoy universitetlarida (asosan Kunming universiteti) amalga oshirilgan. Ushbu tadqiqotlarda qaytaruvchi moddalar sifatida ko'mir, antrasit, grafit, bioko'mir, biomassa, plastik ko'mir, Al, CO-CH4-Ar, CO-H2, H2 va bio-moy ishlatiladi. Qaytarilish nisbati Fe uchun 95,56%, Cu uchun 98,9%, Ni uchun 87,15%, Pb uchun 88,41% ni tashkil etdi. Flotatsiya jarayonida kerosin Shellsol D70 ishlatilganda 80% Cu, 90% Co va 90% Zn olindi. Nam ajratish usuli qo'llanilganda, Cu ning qayta tiklanish foizi ishlatiladigan yuvish usuliga qarab 90-95% gacha o'zgarib turadi. Eng yuqori tiklanish mikroto'lqinli pechda H2O2 va CH3COOH yordamida olingan [41]. Bekpo'latov va boshqalar. (2022) "Olmaliq KMK" AJ sharoitida porfirli mis rudalarini boyitishdan olingan pirit chiqindilarini maydalash va mis va temir konsentratlarini (shuningdek oltin va kumush) olish uchun flotatsiya qilish iqtisodiy jihatdan maqbul ekanligini ko'rsatdi [42]. Bakor flotatsiya tailingidan bakorni suvlarni qaytarishga qaratilgan bir tadqiqotda, oksidant mavjudligida sulfurik kislot bilan liksalangan, ortalama 0.2% Cu ichida bo'lgan tailingdan bakor ekstraksiyasi haqida ma'lumotlar keltirilgan. Bu tadqiqotda murakkab parametrlarning ta'siri o'rganilganligi bilan bakorni 60-70% va demirni 2-3% miqdorida echimiga olganligi xabar qilinadi. Tailing yig'indagi liksalashni o'rganilgan boshqa bir tadqiqotda esa yig'indagi liksalash holatlarini optimallashtirilganligi va eng samarali faktorlarning operatsiya dizayni va liks davomiyligi bo'lganligi keltirilgan [43].

Conesa va boshqalar (2006) Ispaniyada uchinchi turdagi bir nechta erda tailingning ifloslik potensialini va yig'indagi

stabiellashishga oid tadqiqotlar amalga oshirildi. Shuningdek, hosil bo'lgan tailingning pH sig'imi bilan bog'liq ravishda ekologik ruxsatlilik ta'minlay oladiganligi aytib o'tilgan [44]. Ni-Cu sulfur ichidagi tailingdan qiymatli metallarni qaytarishga yo'naltirilgan boshqa bir tadqiqotda atmosfer bosimi va oda harorati bo'yicha nikel, bakor va kobaltning yuzaga kelganligi muvaffaqiyatli etarli bir holatda qaytarilganligi aytib o'tilgan: sira bo'yicha %91.5, %85 va %54.6. Shuningdek, yechimda bo'lgan demirning sodiyum jaroziti usuli bilan ketkazib olindi [45]. Tailingda mavjud bakorni liksalash sharoitlari zarracha hajmi bilan o'rganilgan boshqa bir tadqiqotda turli tane hajmlarida tajribalar olib borilgan. Eng kichik tane hajmida zayif kislot bilan amalga oshirilgan liks jarayonida bakorni 50-60% miqdorida liksalaganligi, buna qaramayn katta tane hajmida amalga oshirilgan liks jarayonida bakorni faqatgina 32% miqdorida liksalaganligi aytib o'tilgan [46]. Flotatsiya tailing o'chig'idan bakorni qaytarishni o'rganilgan bir tadqiqotda, turli ammoniy tuzlarning ishlatilishi bilan demirning yengilishi maqsadida asosiy muhit yaratish maqsadida foydalanilganligi keltirilgan. Buning natijasida olingan ma'lumotlarda, bakor ekstraksiyasi miqdorining foydalanilgan ammoniy tuzlari bo'yicha quvvatlanishini quyidagicha tartibda saralangan: $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (73%) > $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ (69%) > NH_4OH (64%) > NH_4Cl (42%) > NH_4NO_3 (40%) [46]. Asetik kislotalar va suvli peroksit mavjudligida amalga oshirilgan liks jarayonida ultrasonik tovush dalalarining ta'siri o'rganilgan, tovush dalalarining zerikarli ko'rsatkichlarni oshirib yuzsizalanish maydonini kengaytirib, ekstraksiya samaradorligi ustida musbat ta'siri bo'lganligi keltirilgan [47].

"Yangi Ufuklar: Mis Tuzatilgan Qovurlar Tahlili bo'yicha Bakor Sanoat Atikalarining Qayta Ishlanishi" nomli maqolada Vokhidov (2022), JSC "Almalyk MMC" ning atikalarini o'rganib, chiqarish faoliyatlari natijasida yuzaga kelgan atik massasi ichidagi qadrlil metallar miqdorining ishlab chiqish uchun ahamiyatini aniqlab topgan [49]. Asil va kamroq metallarni samarali ravishda ajratishning, zamonaviy gidrometalurgik va pirometalurgik texnologiyalarning foydalanishiga bog'liq ekanligini ta'kidlagan. O'rganishda, platinoidlar sekin olinishi uchun yo'l-yo'riqlarining samaradorligi aniqlangan, eritish usullariga, platin metallarning reduksiyasi va turli sochliklardan tozalashlariga yechimlar taklif etilgan. O'rganish natijalarining tahlili asosida, hidrometalurgik va pirometalurgik usullarni foydalanib, har bir metall uchun alohida maqbul tanlov usullari bilan bakor sanoat atikalaridan (altin tozalashda ishlatiladigan elektroliz bosqichida) platin, palladiy va rodiy ni olganing eng maqbul texnologiyasini va murakkab usullarni taklif etilgan. Palladiy, platin va rodiyning qat'iylik bilan tozalanishi uchun formik, sitrik va nitrik asitlar bilan hidrometalurgik usullar ishlab chiqilgan. Natijada, platin guruhidagi metallarining sanoat atikalaridan murakkab ekstraksiyasi imkoniyati berilgan. Shu holda, barcha platinoidlarning ekstraksiyasi 80%dan yuqori hisoblanadi. Platin tozu 99,98% qat'iylikda, palladiy tozu esa 99,94% qat'iylikda olingan.

Zha v.d. (2019) tarafidan bildirilen vaqum distilyatsiya usuli orqali qiymatli metallarni sekin ajratish uchun uch bosqichli qatlamalash jarayoni taklif qilindi, bu jarayon arqalik har yili yaklasik 1400 ton flotatsiya atigi ishlab chiqariladi [50]. 1273 K, 120 daqiqa va 0,1-5 Pa sharoitida amaliy laboratoriya sinovlari natijasida qiymatli metallardan (95,4%g'isht) kumush va (96,9%g'isht) altin qayta tiklanadi. Asosiy metallardan (99,7%g'isht) qayib ketadi, (95,8%g'isht) antimon va (99,8%g'isht) bizmut ajratiladi va asosan birinchi uchuvchi fazada konsentratsiyalangan. Nadir metallar seleen (90,9%g'isht) va telur (92,2%g'isht) ikkinchi uchuvchi fazada boyitildi. Ushbu tadqiqotlarda atiq yaratilmaganligi xabar berilgan. Ushbu usulning flotatsiya atikalarini ishlab chiqish uchun yangi bir texnologiyani ifodalaydi.

Qu v.d. (2023) tomonidan olib borilgan ishlatilgan litium ion batareyalarining mis olg'i bilan birgalikda qizdirib, qiymatli metallarning qayta tiklanish muddatini va olg'ılanayotgan mahsulotning qayta ishlash haqida yangi bir yondashuv taklif etgan o'zgaruvchilar juda qiziqarli natijalarga ega [51]. Ishlatilgan litium-ion batareyalar va mis olg'i birgalikda ergitilib, ishlatilgan litium-ion batareyalarning samarali va arzon tiklanishi, temiz energiya sanoati va energiya metali manbalarining barqaror rivojlanishi uchun ahamiyatga ega. O'rganishda, bakor cüruifi sifatida flaks, CaCl_2 sifatida xlor yetkazuvchi va ishlatilgan litium ion batareyalardagi anot grafiti va aluminiy folyo sifatida ishlatilgan mis olg'idan va bakor cüruifidan qiymatli metallarning birga qayta tiklanishi uchun o'rtaq qizdirma jarayoni ishlab chiqarilgan. Ishlatilgan litium ion batareyalardan ko'rsatkich sifatida Co, Cu, Ni va Fe va bakor cüruflari almashtirilgan. Litium esa o'rtaq qizdirma jarayonida xlorlama reaksiyasi orqali cüruftan gaz faziga o'tkazildi. Optimal holatlar ostida, Co, Cu, Ni va Fe tiklanishlarining tartib bilan 99,13%, 98,04%, 99,30% va 97,98% va litium buharlashish nisbati esa 97,86% hisoblandi. Bundan tashqari, ergitilgan mahsulotlardan qo'shimcha qiymati yuqori mahsulotlar tayyorlashga yo'l qo'yish strategiyasi taqdim etilgan. Litiumni o'z ichiga olgan tozning Li_2CO_3 tashkil etuvchi batareyalar tayyorlashda ishlatilishi mumkinligi va qayirilgan cüruftning esa shisha-seramik tayyorlashda ishlatilishi haqida aytilgan. Taklif etilgan birgalikda qizdirish jarayoni bilan, hem qiymatli metallarning qayta tiklanishi ta'minlangan, hamda gelenekviy jarayondagi litium qayta tiklanishidagi muammo yechilganligi xabar berilgan.

Tashqi o'zgartirishlikning oshishi va undan ko'proq foydalangan imtiyozlari sababli, dunyoda ilm-fan odamlari tomonidan sun'iy maddalarning pirometallurgik usullar orqali amal qilinayotgan sulliy bakor mavjud hidrometallurgik usullar ustida intensiv tadqiqotlar olib borilayotgan kuzatiladi.

Bir tadqiqotda, bakor konsentrati orqali metal ekstraksiyasi peroksit va osetik asidning mavjudligida o'rganib, natijalar RSM (moslashtirishning regressiyaviy tegishlilik) yordamida optimallashtirildi va 80% dan ortiq Cu ekstraktlangani, va modelning 94% moslashuvlik ko'rsatdigi ta'kidlanadi [41]. O'xshash bir tadqiqotda optimallashtirilgan boshqa bir o'rganuvda, avtoklavda hidrogen peroksit va sulfurik asidning mavjudligida amalga oshirilgan jarayonda, 76% Cu va 9% Fe ning echimda eritilganligi ta'kidlanadi [52].

Foydalanuvchi

Kalkopiritning kislotalangan temir xlorid va temir sulfat muhitida erishini o'rganuvchi tadqiqotda; Optimal yuvish sharoitlarini aniqlash uchun turli parametrlar bo'yicha eksperimental tadqiqotlar o'tkazilganligi ta'kidlangan. Optimal sharoitlarda olib borilgan tadqiqotlarda; Muhitda ishlatiladigan FeSO_4 kontsentratsiyasi (0,2 M), sulfat kislota kontsentratsiyasi (0,3 M) yoki FeCl_3 kontsentratsiyasi (0,2 M) va HCl kontsentratsiyasi (0,3 M), zarracha hajmi (-14 mkm) va yuvish harorati (90 °C), 90 misning % eritmasiga o'tishi aytiladi [53]. Tadqiqotda kalkopirit konsentrati, kislotalangan temir (III) xlorid eritmasi bilan yuvish tajribalarini o'tkazish yo'li bilan misni ajratib olish samaradorligi tekshirildi va kalkopiritning optimal erish kinetikasi uchun belgilangan parametrlarda yuvish tajribalari o'tkazildi; yuvish harorati (25-106 °C), xlorid kislota kontsentratsiyasi (10-30 g/l), temir ion kontsentratsiyasi (75-200 g/l), qattiq-suyuqlik nisbati (1/5-1/40), aralashtirish tezligi Aytishlaricha, yuvish tajribalari (400 rpm) da amalga oshirilgan. Bundan tashqari, mexanik faollashtirish natijasida mis ekstraksiyasidan ko'ra ko'proq temir olinadi va mikroto'lqinli pechda yuvish tajribalarida mikroto'lqinli pech bilan aloqa qilish vaqti ortishi bilan mis va temirning ekstraksiyasi biroz ortadi.

Optimal sharoitlarda olib borilgan yuvish tajribalarida; Ta'kidlanishicha, misning 98,6% va temirning 57% olinadi va harorat oshishi bilan yuvish samaradorligi ortadi. Misning kislotalangan temir ion eritmasida erishi uchun aktivlanish energiyasi 49,63 kJ/mol deb hisoblanganligi va qisqaruvchi yadro modeli boshqarilganligi ta'kidlandi [54]. Hozirgi vaqtda kalkopiritdan mis ishlab chiqaradigan bir nechta gidrometallurgiya jarayonlari

mavjud. Bu jarayonlarda umumiy qo'llaniladigan yuvish operatsiyalari kuchli oksidlovchi moddalar ishtirokida amalga oshiriladi. Sherrit-Cominco, Cymet, Kipr, Clear, Arbitr va HydroCopper jarayonlarini tijoriy qo'llanilishini topgan va patentlangan gidrometallurgiya ishlab chiqarish usullari qatoriga kiritish mumkin. Sherrit-Cominco jarayonida kalkopiritning ixcham tuzilishini buzish uchun birinchi navbatda qovurish va vodorodni kamaytirish jarayoni qo'llaniladi. Ushbu jarayon oxirida olingan va asosan bornitdan (Cu_5FeS_4) tashkil topgan mahsulot sulfat kislota bilan bosim ostida yuviladi. Cymet jarayonida oksidlovchi sifatida temir (III) xlorid ishlatiladi va Kipr va Clear jarayonlarida temir (III) xloridga qo'shimcha ravishda mis (II) xlorid ishlatiladi. Arbitraj jarayoni asosan bosim ostida oksidlovchi ammiakni yuvish jarayonidir [55].

HydroCopper jarayoni esa yangiroq jarayon bo'lib, oksidlanish reagenti sifatida tuz eritmasini elektroliz qilish natijasida olingan xlorid, misni metall holatga keltirish uchun esa vodoroddan foydalanilishi aytiladi [56]. Xalkopiritdan gidrometallurgik mis ishlab chiqarishning o'rganilayotgan usullarini bir necha toifalarga bo'lish mumkin. Bular kalkopiritni to'g'ridan-to'g'ri yuvishni o'z ichiga olgan usullar, qovurish kabi oldindan ishlov berishdan keyin olingan mahsulotni yuvishni o'z ichiga olgan kombinatsiyalangan usullar va yaqinda ta'kidlangan bakteriologik yuvish usullari. Ushbu usullar bilan kalkopiritdan misni olish bo'yicha ko'plab tadqiqotlar olib borildi va bu tadqiqotlarda turli xil yuvish materiallari va usullaridan foydalanish imkoniyatlari o'rganildi.

Shu maqsadda misni kalkopiritdan yuvishda asosiy reaktiv sifatida sulfat kislota, nitrat kislota, xlorid kislota, ammiak kabi yuvish reaktivlaridan foydalanish bo'yicha tadqiqotlar olib borildi [57-62]. Bundan tashqari, mis qazib olish samaradorligini oshirish uchun kislotali yuvish jarayonlarida temir (III) xlorid, temir (III) sulfat, mis (II) xlorid, natriy xlorid, marganets dioksidi va galogenidlar kabi reagentlar; Tiosulfat va ammoniy sulfatni asosiy ammiakni yuvish jarayonlarida qo'llash imkoniyatlari o'rganildi [59, 61-67]

Mis rudasi va kontsentratidan qimmatbaho metallarni gidrometallurgik usullar bilan olishda muqobil oksidlovchi bo'lgan ammoniy persulfatdan foydalangan holda olib borilgan tadqiqotlarda ammoniy persulfatning parchalanishi natijasida ayniqsa selektiv ekstraksiya amalga oshirilishi va kislorod hosil bo'lishi ko'rsatilgan. , va bu kislorod oksidlovchi muhit yaratish uchun etarli salohiyatga ega [68-75].

Xalkopiritni vodorod peroksid ishtirokida xelatlovchi vosita (titripleks III) bilan ekstraksiyasini o'rganuvchi tadqiqotda 93% Cu optimal sharoitlarda tiklanishi aytilgan [76]. Biz tomonimizdan olib borilgan yana bir tadqiqotda

oksidlovchi sifatida temir ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'lgan shkaladan foydalanib, mis konsentrati va mis cürufidan qimmatbaho metallarni olishda juda yaxshi natijalarga erishildi. Shunga ko'ra, misning 95,04% 120 daqiqada, 105 °C da, qattiq suyuqlik nisbati 1/25 va aralashtirish tezligi 400 ayl / min bo'lganida, 95,04% mis olinadi [77].

Mis konsentratining bosim ostida yuvilishini o'rganuvchi boshqa bir tadqiqotda oksalat kislotasi va vodorod periks birgalikda ishlatilishi aytilgan. Olingan natijalarga ko'ra, past haroratlarda 91% temir va 1,73% mis eritmaga olinadi, yuqori haroratda ekstraktsiya shartlari teskari bo'ladi va 170 °C da 89% mis va 2% temir eritmaga olinadi. [78]. Ma'lumki, xalkopirit konsentratidan mis ajratib olishda duch keladigan eng katta muammo eritma ichiga kiruvchi temirdir. Bir tadqiqotda, bu muammoni bartaraf etish uchun, birinchi navbatda, oksalat kislotasi bilan davolash orqali, tanadagi temirning katta darajada olib tashlanishi, misning qattiq holda boyitilganligi ta'kidlangan. Teskari yuvish deb ataladigan bu usul qattiq moddadagi mis konsentratsiyasi tufayli muqobil boyitish turi sifatida ko'rib chiqilishi va misni HCl bilan tanlab yuvish orqali olish mumkinligi ta'kidlangan [47, 79].

Bundan tashqari, mis ishlab chiqarish jarayonida rangli metallar va reniyni tutun changidan olish bo'yicha tadqiqotlar mavjud [80].

Mis ishlab chiqarish jarayonida elektr yutish jarayonida hosil bo'lgan anodli loy juda qimmatli metallarni o'z ichiga oladi. Mis rudasi bilan elektroliz bosqichigacha boyitilgan qimmatbaho metallar elektroliz jarayonida anod tubiga cho'kadi. Anodli loyning umumiy kimyoviy va mineralogik tahlili quyidagi jadvalda keltirilgan. [Eslatma: Ushbu ingredientlar va ingredientlar ruda turiga qarab farqlanadi]. Qimmatbaho metallarni anodli loydan olish, albatta, e'tiborga olinishi kerak.

2.1. Jadval. Anodli Loyning Umumiy Kimyoviy Va Mineralogik Tahlili

Element	Tenör (%)	Bileşik
Cu	23,10	**CuO, Cu ₂ O, CuS, CuSe ₂
Pb	20,51	**PbSO ₄
Sn	15,42	**SnO ₂
Ba	5,87	**BaSO ₄
S	4,11	
Ni	0,82	**NiO
Sb	0,24	**SbAsO ₄
Sr	0,14	
Zn	0,13	***ZnO
Bi	0,11	***Bi ₂ O ₃ / BiAsO ₄
Ag*	2204,2	***Ag ₂ SO ₄ , Ag ₂ Se, Ag ₂ Te, CuAgSe, AgCl, (Ag/Au)Te ₂ , Ag ₂ S, Ag ₂ O
Se*	413	***Ag ₂ Se, Cu ₂ Se, CuAgSe, Se
Te*	83	***Ag ₂ Te, Cu ₂ Te, (Ag/Au)Te ₂ , Te
Au*	21,9	***Au, (Ag/Au)Te ₂
* Anot çamuru bünyesindeki miktarları ppm seviyesindedir.		
** XRD analizi ile tespit edilen yapılar		
*** Anot çamuru bu bünyesindeki muhtemel fazlar		

2.3. TAKLIFLAR

Mis ishlab chiqarish usullari va strategik rejalashtirish nuqtai nazaridan turli masalalar bo'yicha takliflar quyida keltirilgan. Ushbu takliflar sabab va ta'sir bilan bog'langan va ilmiy tadqiqotlarga muvofiq bashorat qilingan.

1- O'zbekistonning geografik joylashuvi va dengiz transportidan uzoqda joylashganligi sababli yuqori qo'shimcha qiymatga ega mahsulotlar ishlab chiqarish va bozorga chiqarish zaruriyati tug'diradi. Olmaliq mis zavodi nuqtai nazaridan bu mahsulotlar; Uni hozirda ishlab chiqarilayotgan katodli mis va ob'ektdan olinadigan qo'shimcha mahsulotlarni sotish sifatida rejalashtirish maqsadga muvofiq bo'ladi. Shuni esdan chiqarmaslik kerakki, ob'ektdan olinadigan qo'shimcha mahsulotlar va yuqori texnologiyali mahsulotlarni ishlab chiqarish yo'li mavjud ob'ektdan olinadigan chiqindilarni ishlatishdir.

2- Olmaliq mis zavodida ko'p metall ishlab chiqarish jarayoni va asosiy ruda xomashyosining past navliligini hisobga olgan holda shuni ta'kidlash kerakki, tejamkor ishlab chiqarish yo'li yuqori ishlab chiqarish quvvatida ishlashdir. Yangi quvvatni oshirishga qaror qilinganligi juda to'g'ri qaror bo'lib, yangi investitsiyalar bilan turli xil mahsulot portfellariga erishish tavsiya etiladi.

3- O'tkazilgan ilmiy tadqiqotlardan ma'lum bo'lishicha, mis ishlab chiqarish korxonasida hosil bo'lgan turli chiqindilardan (r) qimmatbaho metallarni olishning eng maqbul usuli gidrometallurgiya usullari qo'llaniladigan investitsiyalardir. Chunki gidrometallurgiya usullari dastlabki investitsion xarajatlarning pastligi, metallni tanlab olish imkoniyati, yuqori tozalikdagi metall yoki metall tuzlarini ishlab chiqarish imkoniyati va ekologik jihatdan qulayroq usul bo'lishi nuqtai nazaridan ba'zi afzalliklarga ega. Olmaliq zavodidan chiqindi-qimmatbaho metallarning kam miqdorda chiqayotgani kam quvvatli metall ishlab chiqarish usuli uchun eng maqbul usul gidrometallurgiya ishlab chiqarish usuli bilan ishlab chiqarilishi kerakligini yana bir bor ta'kidlaydi. Shunga ko'ra, birinchi qadam sifatida barcha mavjud chiqindilar va qoldiqlarni kimyoviy va mineralogik jihatdan o'rganish, ularning miqdori va tarkibidagi metall miqdori to'g'risida hisobot berish tavsiya etiladi. Eritish zavodidan olinadigan gazlardan olinadigan sulfat kislota o'z korxonasida tashkil etiladigan gidrometallurgiya inshootlarida ishlatilishi mumkin.

4- Olmaliq mis zavodida qo'shimcha mahsulot sifatida ishlab chiqarilishi tavsiya etilgan metallar va ularning manbalarini quyidagicha sanab o'tish mumkin;

(a) - Mis rudasining past navi tufayli boyitish bir qator maydalash-frezalash jarayonlaridan so'ng flotatsiya yo'li bilan amalga oshiriladi. Bu yerda olingan chiqindi va shlaklarni boyitish uchun flotatsiya jarayonidan olingan qoldiqlarni birlashtirish va ularni qimmatbaho metallar nuqtai nazaridan ishlatishni hisobga olish mumkin. Ushbu chiqindilarda temir miqdori yuqori bo'lganligi sababli, ishlab chiqarish usulida temir kislorod bilan cho'ktiriladigan bosimli yuvish tizimlari tavsiya etiladi. Yakuniy mahsulot sifatida keladigan ruda tarkibiga qarab Au, Ag, Cu, Zn, Co va Cd olinishi mumkin. Boshqa tomondan, mis rudasining kimyoviy va metallurgiya tahlillari juda yaxshi bajarilishi kerak va ishlab chiqarishni rejalashtirish shunga muvofiq amalga oshirilishi kerak. Misol uchun, agar mis mis rudasida ham sulfid, ham oksidli mineral tuzilmalarga ega bo'lsa, sulfid strukturasi flotatsiya paytida suzish yo'li bilan boyitiladi, oksidli strukturani esa to'g'ridan-to'g'ri yuvish orqali olish mumkin. Shunga ko'ra, agar sof oltin mavjud bo'lsa, pH sozlagichi sifatida ohaktosh o'rniga soda ishlatish afzalroq bo'lishi mumkin.

(b) - pechlarning tutun changlarida juda qimmatbaho metallar boyitiladi. Baca changidan olinadigan mahsulotlar; katod mis, katod rux, Bi_2O_3 , PbSO_4 va Ag bo'lishi mumkin. Ikki bosqichli yuvish jarayoni qo'llanilishi mumkin. Bu erda Cu, Zn va Fe ning 90% dan ortig'i birinchi yuvish jarayoni bilan eritmaga olinishi mumkin. Erituvchini ajratib olish va tozalash natijasida Cu tanlab olinadi. Balansda Pb, Ag, Bi va Au boyitiladi. Ikkinchi yuvish jarayoni bilan Pb va Ag ning 85% dan ko'prog'i eritmaga olinishi mumkin.

(c) - Ko'p mahsulot ishlab chiqarish strategiyasida har bir qaram va mustaqil ob'ektning jarayon iqtisodiyoti nuqtai nazaridan yuqori samaradorlik bilan ishlashi majburiydir. Shu sababli, yuqorida qayd etilgan chiqindilar va/yoki qoldiqlardan qimmatbaho metallarni olishda birinchi navbatda miqdori, navi, kimyoviy va mineralogik tuzilishi yaxshi o'rganilishi kerak.

5 - O'zbekiston hozirda elektr energiyasiga boy davlat bo'lib, mis ishlab chiqarishda elektr energiyasidan katta miqdorda foydalanmoqda (Olingan ma'lumotlarga ko'ra, eritish uchun elektr pechlari ishlatiladi). Biroq, butun dunyoda jiddiy energetika bo'g'ovi mavjudligini hisobga olib, kelajakda O'zbekiston ham xuddi shunday darboğazga tushib qolishining oldini olish uchun imkoniyat sifatida yangi quvvatlarni oshirish investitsiyalarini rejalashtirish va yangi investitsiyalarni rejalashtirish foydali bo'ladi. o'rta va uzoq muddatli istiqbolda muqobil energiya tizimlaridan foydalanish. Boshqa tomondan (olingan ma'lumotlarga ko'ra) eritish uchun ishlatiladigan yana bir o'choq reverberatorli pech ekanligi aytiladi. Ma'lumki, hozirgi kunga qadar an'anaviy reverberli pechlar mis ishlab chiqarish texnologiyasida qo'llanilmaydi, buning o'rniga purkagichli pechlardan foydalanish keng tarqalgan. Reverberli pechlarning ayrim kamchiliklari (past issiqlik samaradorligi, bilvosita issiqlik o'tkazuvchanligi va boshqalar) tufayli butun dunyoda mis eritish zavodlaridan foydalanishdan voz kechilgan.

6 - Nodir yer elementlarini ishlab chiqarish yoki yetkazib berish siyosati butun dunyoda (ayniqsa, Xitoyda) olib borilmoqda. Shuning uchun mis rudalari, tutun changlari, shlaklar va rudani boyitish chiqindilarini juda yaxshi o'rganish va hozirgi nodir tuproq elementi salohiyatini aniqlash kerak. Amalga oshiriladigan iqtisodiy tahlillar natijasida bunday salohiyatga ega bo'lgan uyumlardan noyob tuproq elementlarini ishlab chiqarish uchun yangi investitsiya modellarini ko'rib chiqish kerak. Olingan nodir yer elementlari tashqi bozorda yuqori narxlarda osongina sotilishi, shuningdek, yangi ishlab chiqarish yo'nalishlari (akkumulyator texnologiyasi, magnitlanish, kosmik texnologiyalar uchun keramika texnologiyasi, qotishmalar, mudofaa sanoati, o'ta o'tkazgich va boshqalar) uchun o'z xomashyosidan foydalanish mumkin. .) [Nodir yer elementlarini tashkil etuvchi elementlarda og'ir (Y, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb va Lu) va yengil (Sc, La, Ce, Pr, Nd, Pm) va Sm) yer elementlari sifatida tasniflangan noyob erlar. Masalan, so'nggi 10 yil ichida Scandium metallining yuqori tozaligi narxi 4000-20000 USD / kg orasida o'zgarib turdi. Osmiyning 2023 yildagi narxi 1960 USD/g]. Ushbu maqolada tavsiya etilgan ishlab chiqarish bo'yicha tavsiyalar, agar mis metallurgiya zavodida noyob tuproq elementlariga erishib bo'lmasa, boshqa metall qazib olish ob'ektlarida va investitsiya ob'ektlarida ko'rib chiqilishi mumkin.

7- Mis ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'lgan anodli loy juda qimmatli metallarni o'z ichiga olganligi sababli, uni mutlaqo baholash kerak. Buning uchun eng mos usul gidrometallurgik usullar bo'lishi tavsiya etiladi.

8- Mis, boshqa qimmatbaho metallar va nodir tuproq elementlari, agar mavjud bo'lsa, ishlab chiqarishni rejalashtirish, o'lchash va loyihalash va ulardan ilg'or texnologiya materiallarini ishlab chiqarishda foydalanish. Bundan tashqari, korxonada ishlatiladigan eritish pechlari va boshqa yordamchi zavod argumentlarining samaradorligini aniqlash uchun tadqiqot o'tkazish tavsiya etiladi. Imkoniyatlarni oshirishning yangi modeli mavjud argumentlarning kamchiliklaridan xoli bo'lishi katta foyda keltiradi.

9- Berilgan barcha tavsiyalar ilmiy tadqiqotlar olib borish orqali Olmaliq uchun maxsus tadqiq qilinishi kerak. Buning uchun universitetlardan yordam olish qat'iy tavsiya etiladi. Shu bilan birga, ob'ekt ichida ilmiy-tadqiqot ob'ektiga qo'shimcha ravishda P&D tuzilmasini tashkil etish, ushbu madaniyatni o'rnatish, ular uchun yangi bo'limlarni tashkil etish va ularni ishga tushirish tavsiya etiladi. Mavjud zavod sharoitidagi kamchiliklarni korxona eng yaxshi bilishini unutmaslik kerak. Ushbu kamchiliklar ustida ishlash va rejalashtirish doirasida nima qilish kerakligi, tadqiqot natijalariga ko'ra qaror qabul qilish va ularni amaliyotga tatbiq etish eng to'g'ri usul bo'ladi. Ushbu ilmiy-tadqiqot markazining tadqiqot salohiyati hajmiga qarab, uni mamlakatdagi ko'plab sohalarning tadqiqot va ishlanmalarga bo'lgan ehtiyojlarini qondiradigan holatga keltirish mumkin.

3. QISM

MISDAN OLILGAN
ALTERNATIV VA ILG'AR
TEXNOLOGIK
MAHSULOTLAR

Katodli mis; Bu ko'plab sanoat metallari uchun xom ashyo sifatida ishlatiladigan yuqori tozalik darajasiga ega sanoat metallidir [81].

3.1. Jadval. Eti Bakir A.S. Samsun Eritish Zavodining Tahlil Qiymatlari [81]

Katodli Misning Kimyoviy Tahlil Qiymatlari													
Cu %	Se ppm	Te ppm	Bi ppm	Sb ppm	As ppm	Pb ppm	S ppm	Ni ppm	Fe ppm	Si ppm	Zn g/ton	Co ppm	Ag g/ton
+99,99	<2,0	<2,0	<2,0	<4,0	<2,0	<0,2	<10,00	<1,0	<2,0	<2,0	<1,0	<1,0	<10,0

3.2. Jadval. Katodli Misning O'lchamlari [82]

Katodli Misning O'lchamlari (~)			
Uzunlik	Kengligi	Qalinligi	Og'irligi
960 mm	960 mm	8-12 mm	80-100 kg

Mis faqat mis rudalaridan turli xil pirometallurgiya, gidrometallurgiya va elektrometallurgiya ishlab chiqarish usullari bilan ishlab chiqariladi. Ishlab chiqarilgan misni tozalash ASTM B115, EN 1978 va GOST 546 elektrometallurgiya mezonlari bo'yicha amalga oshiriladi. Ushbu elektr energiyasi bilan ishlab chiqarilgan mis katodli mis deb ataladi.

- Pirometallurgiya usullari sulfidli, oksidli va mahalliy mis rudalariga qo'llaniladi.
- Gidrometallurgik kutish past navli va oksidlangan mis rudalariga nisbatan qo'llaniladi.
- Qolgan ikkita usulning oxirgi bosqichi sifatida elektrometallurgiya jarayoni qo'llaniladi. Shuning uchun, pirometallurgiya markazlarida olingan nopok mis sof katodli misni topish uchun namunani tozalashdan o'tkaziladi. Yoki gidrometallurgiya yo'li bilan olingan suvli eritmaga olingan nopok misni elektrosotib olish orqali faqat katodda yig'ish mumkin.

Qayta qilinmagan mis rudasi eritmada katodli misga cho'ktiriladi, natijada yuqori toza, past kislorod miqdori, silliq va bir hil mis mahsuloti olinadi.

3.1. Misning elektrolizi

Suyuqlikda erigan kimyoviy birikmalarni elektr toki bilan ajratish jarayoni elektroliz deb ataladi. Misni tozalash uchun nopok mis metall elektrolitik hujayradagi anodga aylantiriladi. Katod sifatida oldindan tozalangan yupqa mis qatlam ishlatiladi. Ushbu tizim elektrolitik suyuqlikka botiriladi. Ushbu elektrolitik suyuqlikning tarkibi mis sulfat va sulfat kislota eritmasidan iborat. Oqim o'tganda, musbat zaryadlangan mis ionlari anoddan suyuqlikka chiqariladi. Keyin ular manfiy katod tomon tortiladi, u erda ular musbat zaryadini yo'qotadi va neytral atomlar kabi mahkam yopishadi. Asosiy mantiqda, nopok mis anod eritiladi va sof mis katodda qalinroq qoplama sifatida hosil bo'ladi [83].

3.2. Katodli Misdan Foydalanish Sohalari

U sim, kabel va transformator sanoati bilan bir qatorda, bronza, guruch va qotishma po'lat kabi qotishmalarni ishlab chiqarishda ham qo'llaniladi.

Yuqori toza katodli mis; U yuqori aniqlikni talab qiladigan elektr zanjirlarini ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Qayta

tiklanadigan energiya sohasida ham qo'llaniladigan katodli mis; U ayniqsa quyosh panellarini ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Shunday qilib, quyosh panellarining energiya samaradorligi ortadi. Yuqori o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan katodli misning yo'qotishlari minimallashtiriladi.

Xalqaro energetika agentligining ma'lumotlariga ko'ra, elektr transport vositasini ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan mineral miqdori benzinli avtomobilnikidan 5 baravar, shamol turbinasi uchun zarur bo'lgan mina miqdori esa 8 baravar ko'p. mening tabiiy gazga asoslangan elektr stantsiyalarim va mis konlari bu konlar orasida eng ko'zga ko'ringan kon hisoblanadi. Yuqori haroratda yuqori unumdorlik bilan ishlaydigan suyuq raketa dvigatelining yonish kameralari bir qator o'rnatilgan sovutish kanallariga ega. Ushbu sovutish kanalida astar yordamida mis qotishmasi ishlab chiqariladi.

Katodli mis qayta ishlanadigan materialdir. Atrof-muhit barqarorligiga hissa qo'shadigan molan katodini qayta ishlash; Bu chiqindilar miqdorini kamaytirish, resurslarni tejash va energiyani tejashga yordam beradi.

Yashil iqtisodiyotda misning roli

Yangi neft deb ataladigan misning yashil energiyaga aylanishi global mis bozorining kelajakdagi o'sishida asosiy hal qiluvchi omil bo'lishi kutilmoqda. Yashil energiya transformatsiyasining jadallashishi bilan misga bo'lgan talab ham oshishi kutilmoqda. Talabning ortishining asosiy sabablari mis; U past reaktivlikka, shuningdek, elastiklik va o'tkazuvchanlikka ega.

EV, batareyalar, quyosh panellari, shamol turbinalari kabi energiya almashinuvi muhim bo'lgan texnologiyalar an'anaviy qazib olinadigan yoqilg'i bazalariga qaraganda ancha ko'proq misni talab qiladi. EVlarda misdan foydalanish oddiy avtomobillarga qaraganda 4 baravar yuqori. Boshqa tomondan, qayta tiklanadigan energiya tizimlari an'anaviy energiya tizimlariga qaraganda 12 barobar ko'proq mis talab qilishi mumkin. 2021-yil 28-yanvarda General Motors 2040-yilga kelib butunlay uglerodli neytral bo'lish maqsadiga erishib, faqat 2035-yildan keyin EV'larni ishlab chiqarishini e'lon qildi.

Toza energiya transformatsiyasi tufayli misga bo'lgan talab 600 foizga oshib, 2030 yilda 5,4 million tonnagacha yetishi kutilmoqda. Qayta tiklanadigan energiya manbalari va elektromobil texnologiyalarining o'sish sur'atlariga to'g'ridan-to'g'ri mutanosib ravishda misga bo'lgan talab 900% ga o'sib, 8,7 million tonnaga yetishi kutilmoqda [84].

Yashil bitimning keng ko'lamliligi va tez o'sishi bilan qayta tiklanadigan energiya va elektrlashtirishga o'tish tezlashgani sababli, misga bo'lgan talab yanada ortishi kutilmoqda.

3.3. O'zbekistonning 2022-2026-Yillarda Rivojlanish Strategiyasida Iqtisodiy Rivojlanish Ustuvorligi

O'zbekiston barqaror iqtisodiy rivojlanishni ta'minlash maqsadida 2026-yilgacha respublika eksportini 30 milliard dollarga yetkazishni rejalashtirmoqda. Shu bois eksportda xususiy sektor ulushini 60 foizga yetkazish ustuvor vazifa hisoblanadi. Bu yo'nalishda eksport qiluvchi korxonalarni tashkiliy-moliyaviy qo'llab-quvvatlash tizimini takomillashtirish orqali mamlakatimizdagi eksport qiluvchi korxonalar sonini 6,5 mingga 15 mingga yetkazish ko'zda tutilgan. Shuningdek, mahsulot eksport qilinadigan mamlakatlar sonini 115 tadan 150 taga oshirish kutilmoqda.

3.4. O'zbekiston Mis Sanoati: Hozirgi Vaziyat Va Istiqbollar

Keyingi yillarda O'zbekistonda mis qazib olish va undan mahsulotlar ishlab chiqarishga qiziqish ortib bormoqda. Mis qazib olish sanoati va unga aloqador tarmoqlar iqtisodiyotning potentsial haydovchilari sifatida ko'riladi. Bunday mineral resurslardan biri mis bo'lib, uning zaxirasi 45 million tonnani tashkil qiladi.

3.5. O'zbekistonning Mis Sanoatida Raqobatbardoshligi: Tanlangan Mamlakatlar Bilan Qiyosiy Tahlil

Mis sanoati O'zbekiston iqtisodiyotining muhim qismidir. Mis sanoati bandlik va eksport jihatidan muhim ahamiyatga

ega. Bugungi kunda mis O'zbekistonda muhim eksport mahsulotidir. Oxirgi 15 yilda O'zbekistonning mis eksporti olti baravardan ortiq, ya'ni 78 milliondan 78 million 586 millionga oshdi. Mis eksporti O'zbekiston umumiy mahsulot eksportining 6,7 foizini tashkil etdi. Ushbu tadqiqotning maqsadi O'zbekiston mis sanoatining raqobatbardoshligini aniqlashdan iborat. Ushbu tadqiqotda Balassaning Emerging Comparative Advantage indeksi va Lafay indeksidan foydalanilgan. Tadqiqotda Xalqaro savdo markazining 2001-2017 yillardagi statistik ma'lumotlaridan foydalanilgan. O'rganish natijasida O'zbekiston mis sanoatida ishonchli va raqobatbardosh kuchga ega ekanligi aniqlandi.

3.6. O'zbekistonning Barqaror Infratuzilma Investitsiyalari

Ushbu bo'lim O'zbekistonda barqaror infratuzilmani rejalashtirishni tavsiflaydi va yirik infratuzilma loyihalariga sarmoya kiritishning joriy tendentsiyalarini taqdim etadi. Unda O'zbekistonning energetika, transport, sanoat va suv sohalaridagi infratuzilma rejalari iqlim o'zgarishi bo'yicha Parij kelishuvi va Barqaror rivojlanish maqsadlari (BRM) doirasidagi xalqaro majburiyatlari bilan taqqoslanadi. Ushbu bob, shuningdek, iqlim o'zgarishi bilan bog'liq strategik hujjatlar, uzoq muddatli iqtisodiy rivojlanish, sohasiy rivojlanish va iqlim o'zgarishini yumshatish va moslashish bilan bog'liq ekologik strategiyalarni o'rganadi. U belgilangan maqsadlar va kuzatilayotgan investitsion oqimlar o'rtasidagi tafovutlarni aniqlaydi va barqaror infratuzilma uchun strategik rejalashtirishni takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar beradi.

O'zbekiston o'rtacha daromadli va Markaziy Osiyodagi eng ko'p aholiga ega davlatdir. Uning iqtisodiyoti hali ham oltin eksporti, yoqilg'i va paxtaga qattiq bog'liq. O'zbekistonning asosiy savdo hamkorlari Shveysariya, xususan, oltin eksporti bozori sifatida; Importning boshlang'ich mamlakati va ikkinchi eksport manzili bo'lgan Xitoy Xalq Respublikasi; va Rossiya Federatsiyasi. Hukumat tarixan proteksionistik savdo siyosatiga amal qilgan bo'lsa-da, 2017 yildan boshlab savdo ochiqligi iqtisodiy islohotlar kun tartibining asosiy elementlaridan biriga aylandi. Iqtisodiyotni diversifikatsiya qilish va qo'shilgan qiymat zanjirini yuqori texnologiyali sanoatga o'tkazish ham mamlakatning ustuvor yo'nalishlaridan biridir.

Hukumat mahalliy va xorijiy investorlar uchun investitsiya muhitini yaxshilashga qaratilgan qator muhim islohotlarni amalga oshirdi. 2019-yilda mamlakat 190 mamlakat ichida 74-o'rinni egalladi va 2017-yilga nisbatan 14 pog'onaga ko'tarilib, 2018-yilda eng ko'p taraqqiyotga erishgan 10 ta davlat qatoridan joy oldi. Umumiy

iqtisodiyotda davlat korxonalarining ustunligi bilan bog'liq ba'zi qiyinchiliklar saqlanib qolmoqda, bu esa xorijiy investorlar uchun kamsitish choralariga olib keldi. Rossiya Federatsiyasi O'zbekistonga to'g'ridan-to'g'ri xorijiy investitsiyalar bo'yicha eng muhim investor bo'lib qolmoqda (55%), Xitoy (15%) esa ikkinchi o'rinda. O'zbekistonning to'g'ridan-to'g'ri investitsiyalarining deyarli 50 foizi ko'mir, neft va gaz sanoatiga yo'naltirilgan.

O'zbekistonning global issiqxona gazlari emissiyasiga qo'shgan hissasi cheklangan bo'lsa-da (0,33%), u qazib olinadigan yoqilg'iga asoslangan energiya aralashmasi (asosan tabiiy gaz), eskirgan energetika infratuzilmasi, yuqori energiya subsidiyalari va energiya resurslari tufayli dunyodagi eng katta hissa qo'shadigan davlatlardan biri hisoblanadi. -intensiv sanoat sektori (masalan, tsement). Emissiya intensivligi eng yuqori bo'lgan iqtisodiyotlardan biri. O'zbekiston iqlim o'zgarishi ta'siriga ayniqsa zaifdir: poytaxt Toshkent va Farg'ona vodiysida haroratning o'rtacha global ko'tarilishidan ancha yuqori, yillik o'rtacha harorat sanoatdan oldingi darajadan 1,8° va 1,6° yuqori. Bu mamlakatda suvdan eng ko'p foydalanuvchi qishloq xo'jaligi sohasini tashvishga solmoqda.

O'zbekistonning geografik joylashuvi Xitoy va Yevropa o'rtasidagi tranzit yo'lining asosiy tugunlaridan biri bo'lishga ajoyib nomzod bo'lishiga qaramasdan, u tarmoqning joriy ko'rsatkichlarini saqlab qolish uchun mintaqadagi eng jiddiy infratuzilma investitsiya kamchiliklaridan biriga duch kelmoqda. Keng yo'l va temir yo'l tarmog'iga ega bo'lishiga qaramay, past samaradorlik va past xizmat sifati tufayli logistika muammolari mamlakat aloqalarini oshirishga asosiy to'siq bo'lib qolmoqda. Energetika sohasida O'zbekistonning hozirgi ishlab chiqarish quvvatlarining deyarli 40 foizi xizmat muddati tugashi bilan elektr ta'minotida tez-tez uzilishlarga sabab bo'lmoqda. Energiya kompleksini diversifikatsiya qilish uchun qayta tiklanadigan energiya manbalarini rivojlantirish milliy ustuvor vazifa bo'lsa-da, mavjud loyihalar tahlili shuni ko'rsatadiki, rejalashtirilgan va qurilayotgan elektr energiyasini ishlab chiqarish loyihalarining qariyb 60 foizi tabiiy gazda qolmoqda. So'nggi institutsional islohotlar infratuzilma va atrof-muhit vazirlari o'rtasida muvofiqlashtirishni yaxshilash uchun mustahkam institutsional asos yaratdi. O'zbekiston Respublikasining Beshta ustuvor yo'nalish bo'yicha Harakatlar strategiyasi kabi strategik hujjatlar O'zbekistonni kelgusi besh yilga mo'ljallangan rivojlantirishning aniq istiqbollarini belgilab beradi va transport, energetika va sanoat kabi aniq tarmoq rejalarni o'z ichiga oladi. Joriy

investitsiya rejalarini uzoq muddatli rivojlanish va atrof-muhit muammolari bilan uyg'unlashtirish O'zbekistonning kelgusidagi istiqbolli rejalarini belgilash uchun uzoq muddatli iqtisodiy umumiy rivojlanish strategiyasini qabul qilishni talab qiladi.

3.7. O'zbekistonda Iqtisodiyot, Sarmoya Va Iqlim O'zgarishi Holati

3.1. Rasm. O'zbekiston Iqtisodiyotining Asosiy Ko'rsatkichlari

Aholi (2018)	32,955.400
Urbanizatsiya Darajasi (2018)	%50,5
Aholining Yillik O'sishi (2018)	%1.7
Sirt Maydoni	447.400 km ²
YaIM (AQSh Dollari, Joriy Narx, 2017 Yil)	50.500 million
Aholi jon boshiga YaIM (AQSh Dollari, Joriy Narx 2018 Yil)	1532
Real YaIM o'sishi (Yillik O'zgarish, 2018)	%5.1
Inflyatsiya (O'rtacha Iste'mol Narxi, Yillik O'zgarish)	n.d.
Tovarlar va xizmatlar eksporti (YaIM 2018)	%29.1
Tovarlar va xizmatlar importi (YaIM 2018)	%38.7
To'g'ridan-to'g'ri Investitsiyalar, Sof Tushumlar (YaIM 2018 yil)	%1.2
YaIMning Umumiy Davlat Sof Ijarasi/Qarz 2018)	%0.9
Ishsizlik (Jami Ishchi Kuchining Foizi, 2016 yil)	%5.2.
Pul O'tkazmalari (2016 Yil YaIMga Nisbatan %)	%3.0
Ommaviy Sohada Shaffoflik, Hisobdorlik va Korrupsiyani Baholash	2

3.8. Iqtisodiyot Va Demografiya

O'zbekiston past-o'rta daromadli davlat, Markaziy Osiyodagi eng ko'p aholiga ega davlatdir. U 32 million aholiga ega va bu aholining 51% shaharlarda yashaydi. Sovet Ittifoqi parchalanishi bilan uning yalpi ichki mahsuloti Markaziy Osiyoning boshqa iqtisodlari bilan solishtirganda unchalik kamaymadi va 1999 yilda u mustaqillikdan oldingi aholi jon boshiga yalpi ichki mahsulot darajasiga erishgan birinchi Markaziy Osiyo davlatiga aylandi. O'zbekiston iqtisodiyotida xizmat ko'rsatish sohasi (39,9%) eng katta ulushini tashkil etsa, sanoat (29,5%) va qishloq xo'jaligi (17,3%) ham o'z ahamiyatini saqlab kelmoqda. Qishloq xo'jaligi mintaqaning yalpi ichki mahsulotdagi ulushi bo'yicha mintaqada ikkinchi yirik davlat bo'lgan Tojikistondan keyin muhim tarmoq hisoblanadi [107].

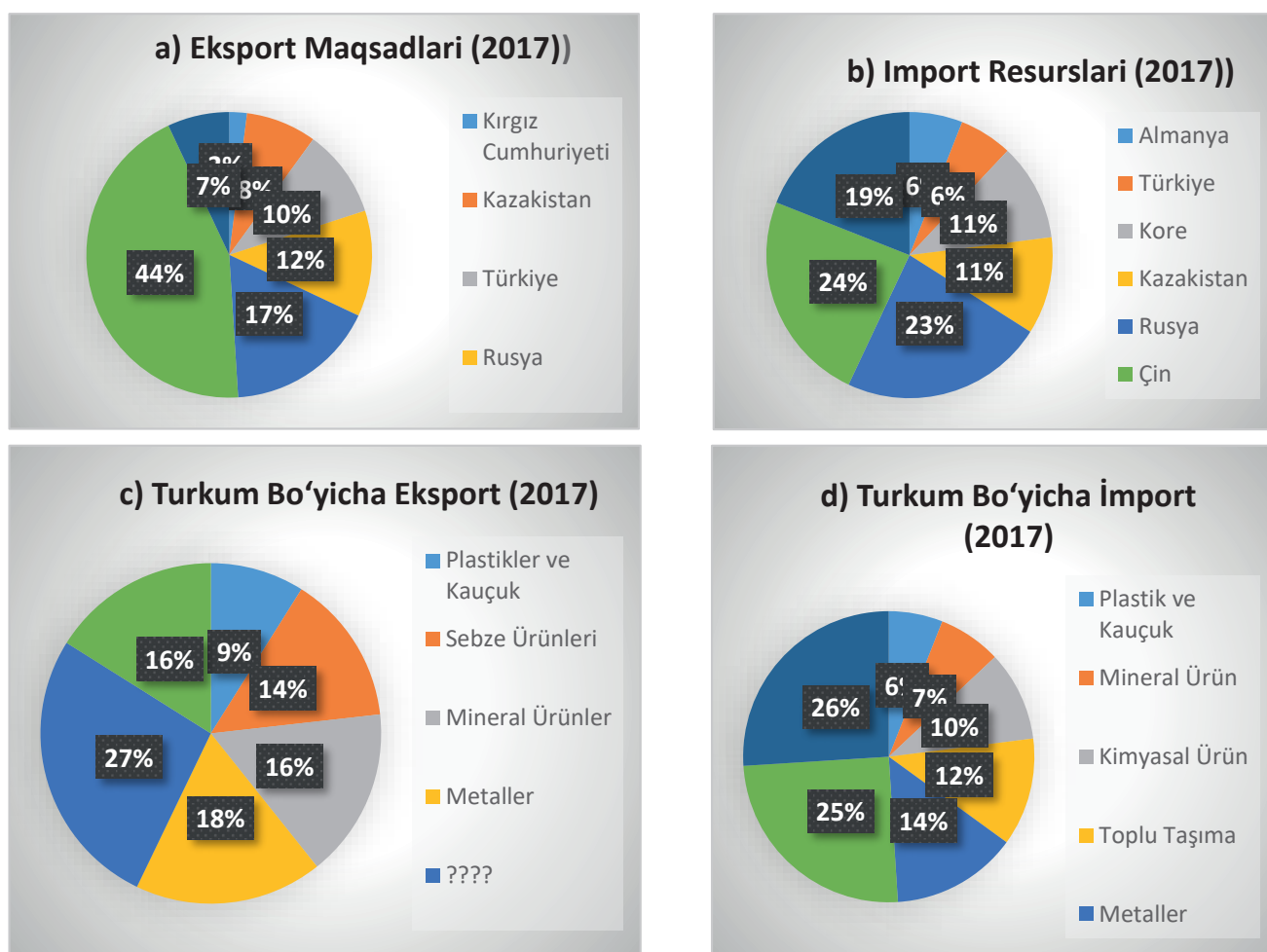
3.9. Savdo

Hukumat an'anaviy ravishda sanoatni import o'rnini bosishga va oziq-ovqat va boshqa mahsulotlar eksportini cheklashga, ularning ichki bozorda ta'minlanishini ta'minlashga qaratilgan proteksionistik savdo siyosatini olib bordi [109]. Mamlakat infratuzilma sektorining barcha asosiy tarmoqlari davlatga tegishli yoki nazorat qilinadi (Xalqaro savdo boshqarmasi, 2019[4]). Biroq, 2017 yildan beri savdoning yanada ochiqligi Jahon Savdo Tashkilotiga (JST) qo'shilish majburiyatini yangilagan holda iqtisodiy islohotlar kun tartibining eng muhim ustunlaridan biriga aylandi. O'zbekiston hozirda JSTning kuzatuvchi a'zosi (Jahon savdo tashkiloti, 2019[5]). Savdoni yanada ochish va JSTga a'zo bo'lish O'zbekistonga xalqaro standartlarga erishish va eksport bozorlariga chiqish imkoniyatini saqlab qolishga yordam beradi [108]. Mamlakat Yevroosiyo Iqtisodiy Ittifoqiga a'zo emas, lekin vaqti-vaqti bilan aloqalarni mustahkamlashga qiziqish bildirgan.

O'zbekiston eksportining asosiy qismini xomashyo resurslari yoki asosiy ishlab chiqarish mahsulotlari tashkil qiladi. O'zbekiston eksportining qiymati bo'yicha 44% oltin, umuman olganda esa 45% qimmatbaho metallar hissasiga to'g'ri keladi (9.1(v)-rasmga qarang). O'zbekistonning boshqa asosiy eksport tarmoqlari: to'qimachilik (birinchi navbatda, paxta – ip-kalava 7,1% va paxta xomashyosi 2,2%), boshqa metallar (tozalangan mis 3,7%, xom rux 2,2%, mis sim 2,5%) va mineral mahsulotlar (neft gazi 8,3%). O'zbekiston importi asosan tayyor mahsulotlar, xususan, mashinasozlik (25%) va transport (12%), shuningdek, metallar (12%) (3.2-rasmga qarang).

Mamlakat asosan Shveytsariya (eng yirik eksport yo'nalishi qiymati bo'yicha eksportning 44 foizini tashkil qiladi, chunki Shveytsariya jahon oltin ishlab chiqarishining 70 foizini qayta ishlaydi. Xitoy Xalq Respublikasi (importning birinchi manbai va ikkinchi eksport yo'nalishi) va Rossiya Federatsiyasi (importning ikkinchi manbai va ikkinchi o'rin). uchinchi eksport yo'nalishi) (3.2.(a) va (b)-rasmlarga qarang). Qozog'iston va Turkiya ham eksportning katta ulushiga ega (mos ravishda 8,2% va 9,7%) va importning bir qismini (11% va 6%) tashkil qiladi.

3.2. Rasm. Uzbekistan Trade 2017 yil



3.10. Misning Kelajagi Istiqbollari

Mavjud turg'unlik muhitidan tashqari, ba'zi makroiqtisodiy tendentsiyalar uzoq muddatda misga ijobiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Darhaqiqat, bu tendentsiyalar mis investorlari uchun biroz istiqbolli bo'lishi kerak. Misol uchun, yaqinlashib kelayotgan turg'unlik misga bo'lgan talabga qo'yadigan cheklovlariga qaramasdan, ushbu turg'unlikning global tiklanishi kelajakda misga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Iqtisodiyotlar o'sish tomon burilsa, iqtisodiy faoliyat kuchayadi. Shunga ko'ra, mis kabi tovarlar, kompaniyalar va ishlab chiqaruvchilar yangi loyihalarni boshlash va xom ashyoga bo'lgan talabni oshirish orqali qo'llab-quvvatlashga intiladi. Nolinchi emissiya maqsadiga o'tish ham misga ijobiy ta'sir ko'rsatadi, chunki bu metall elektr o'tkazuvchanligi bo'yicha mutaxassis hisoblanadi. Mutaxassislarning fikricha, elektr transport vositalari va toza energiya tizimlarini ishlab chiqarishning asosiy elementi sifatida dunyo emissiyasini nolga tushirishga muvaffaqiyatli o'tish uchun keyingi 20 yil ichida so'nggi 13 yildagiga qaraganda ko'proq mis ishlatishi kerak bo'ladi. Bu ajablanarli emas; Elektr transport vositalari benzin yoki dizel yoqilg'isiga qaraganda ikki yarim baravar ko'proq misni talab qiladi, qayta tiklanadigan energiya ishlab chiqarish esa qazib olinadigan yoqilg'idan olinadigan energiyadan besh baravar ko'proq misni talab qiladi. Shu nuqtai nazardan, mis keyingi o'n yilliklarda qo'llab-quvvatlanadi. Biroq, global nol emissiyaga o'tish investorlardan ko'proq barqaror amaliyotlarga e'tibor qaratishlarini talab qiladi. Albatta, so'nggi o'n yil ichida global uglerod gazini kamaytirish harakatlari sezilarli darajada tezlashdi, bu ko'plab investorlarni o'z strategiyalarini qayta ko'rib chiqishga undadi. Shu sababli, hozirgi iqtisodiy iqlimdan qat'i nazar, qayta tiklanadigan energiya ishlab chiqarish, saqlash va uzatishga investitsiyalar konsentratsiyasi ortib bormoqda, bu esa misni qo'llab-quvvatlaydi. Ko'p odamlar uchun ushbu tovarga investitsiya qilish nol emissiyaga o'tishga ta'sir qilishning arzon usuli hisoblanadi. Shu ma'noda investorlar barqarorlikka o'tishda markaziy rol o'ynaydi. GameStop qisqa siqishini hisobga olsak, biz chakana va maqsadli investorlarning bozorlarga ta'sirini ko'rdik va bu tendentsiya yanada aniqroq bo'ladi. Shunday qilib, kompaniyalar, ishlab chiqarish jarayonlari va bozorlarga bosim o'tkazish, hukumatlarning emissiyalarni kamaytirish bo'yicha majburiyatlarini oshirish orqali investorlar "yashil inqilob" uchun katalizator bo'lishi mumkin. HYCM sifatida biz bundan xabardormiz. Shu sababli, bizning investorlarimiz ushbu o'tishni tezlashtiradigan mis va Tesla kabi ko'plab qimmatli qog'ozlar va tovarlarga ega bo'lishadi. Biroq, Tesla kompaniyasining bozor ulushi bilan bog'liq ba'zi xavotirlar mavjud. Misol uchun, 2021 yilning uchinchi choragida Tesla AQSHda elektromobillar savdosining 75 foizini tashkil qilgan. Bir yil o'tgach, kompaniya sotuvlarning atigi 64 foizini tashkil etdi va ko'pchilik bosh direktor Ilon Maskning Twitterda sotib olinishi Tesla brendiga zarar yetkazdi, deb ta'kidlamoqda.

3.11. Batareya Texnologiyasida Misdan Foydalanish

Batareya texnologiyasida mis anodlar odatda lityum-ionli batareyalarda qo'llaniladi. Misning yuqori elektr o'tkazuvchanligi, yuqori zichligi va arzonligi uni lityum-ionli batareyalarda foydalanish uchun jozibador qiladi. Batareya texnologiyasida misdan foydalanish ko'plab sohalarga ta'sir qiladi. Mis eng ko'p ta'sir qiladigan tarmoqlardan biri avtomobil sanoatidir. Elektr transport vositalarining tarqalishi va ularning uglerod izini kamaytirishga qaratilgan sa'y-harakatlari bilan elektr transport vositalari kundan-kunga mashhur bo'lib bormoqda.

Avtomobilsozlik sohasida nol emissiya maqsadlariga erishish uchun an'anaviy ichki yonuv dvigatelli transport vositalaridan kam emissiyali transport vositalariga yoki nol emissiyali transport vositalariga o'tish kerak. Nol emissiyali transport vositalarining asosiy texnologiyalari akkumulyatorli elektr transport vositalari (BEV) va vodorod yonilg'i xujayrasi elektr transport vositalaridir (FCEV). Kam emissiyali avtomobillar ko'pincha ichki yonuv dvigateli va akkumulyator, shu jumladan plaginli gibrid avtomobillar bilan ishlaydi. Ko'pgina avtomobil ishlab chiqaruvchilari 2035 yilgacha to'liq elektr transport vositalariga o'tish niyatini e'lon qilishdi va ba'zi hollarda bu maqsadni 2030 yilga qadar belgilashmoqda. Metod Time Measurement (MTM) stsenariysiga ko'ra, global yengil avtomobillar parki 2030-yillarga qadar o'sishda davom etishi kutilmoqda, shundan so'ng u avtonom transport vositalari, umumiy transport va jamoat transportini rivojlantirish uchun yangilangan qo'llab-quvvatlash bilan shartnoma tuza boshlaydi. Boshqa stsenariylarda global flot 2050 yildan keyin kengayishda davom etadi, bu esa misga bo'lgan talabni yanada oshiradi. MTM stsenariysiga ko'ra, 2040 yildan boshlab gibrid avtomobillar va BEV'lar global avtomobil parkining ko'p qismini tashkil qiladi. FCEV'lar engil avtomobillar bozorida faqat kichik ulushga ega bo'lishi kutilayotgan bo'lsa-da, ular og'ir avtomobillar bozorida yuqori kirishga ega bo'lishi kutilmoqda.

3.12. Elektr Dvigatellarida Misdan Foydalanish

Elektr dvigatellari mis keng qo'llaniladigan sohadir. Misning yuqori o'tkazuvchanligi va chidamliligi motorlarning yanada samarali ishlashiga imkon beradi.

Elektr motorlarini turli usullar bilan samaraliroq qilish mumkin. Ulardan ba'zilar dvigatel dizayni va tarkibiy qismlarning aniq tuzilishidagi nozik yaxshilanishlardir. Biroq, motorlarda ko'proq mis ishlatish katta ta'sir ko'rsatadi. Misning yuqori o'tkazuvchanligi komponentlarni kichikroq va bir-biriga yaqinroq qilish imkonini beradi. Induksion motorlar keng qo'llaniladi. Ularning samaradorligini quyma mis rotorlar yordamida oshirish mumkin - yana, chunki oqimlar misda juda oson oqadi. Elektr dvigatellari energiyani o'z yuklariga o'tkazishda odatda 85% dan 95% gacha samaralidir. Biroq, 85% va 95% o'rtasidagi farq juda katta. 11 kVt quvvatga ega motorni ishlatish xarajatlarini 10 yil davomida 2200 funt sterlingga kamaytirish va taxminan 25 tonna CO2 emissiyasini kamaytirish uchun etkazib beriladigan energiyaning 5 foizini tejash kerak.

Bilasizmi?

Misning 70% energiya tejamkorligidan foyda keltiradigan elektr ilovalarida ishlatiladi. Supero'tkazuvchilar ilovalarda ishlatiladigan bir tonna misning ishlash muddati davomida u energiya sarfini kamaytirish tufayli foydalanuvchilarni 16 000 funt sterlingdan 1,6 million dollargacha tejaydi.



3.13. Misning Sanoat Tarmoqlariga Ta'siri

• Mis Va Nanotexnologiya

Nanotexnologiyada mis muhim rol o'ynaydi. Nano o'lchamdagi mis zarralari antibakterial va issiqlik izolyatsiyasi kabi xususiyatlarga ega. Sog'liqni saqlash sohasida mis mikroblarga qarshi xususiyatlari tufayli yaralarni davolovchi materiallarda qo'llaniladi. Mudofaa sanoatida yuqori chidamliligi tufayli zirh materiallari va boshqa harbiy texnika ishlab chiqarishda foydalaniladi. Mis qotishmalari raketa dvigatellarini qurishda ham qo'llaniladi. O'zbekiston nanotexnologiya va mudofaa sanoatida misdan foydalanish uchun potentsial bozor bo'lishi mumkin.

Kompaniyalar, universitetlar va davlat laboratoriyalari nanozarrachalar va nanostrukturalarni yaratish, ularning xususiyatlarini tavsiflash va yangi ilovalarni kashf qilish ustida qattiq ishlamoqda. Nanotexnologiyalar bilan bog'liq patentlar soni tez sur'atlar bilan o'sib bormoqda - 1997 yilda 370 dan 2002 yilda 2650 gacha - 2002 yilda berilgan barcha patentlarning atigi 2 foizi nanotexnologiya bilan bog'liq bo'lsa-da, bu ko'rsatkich 1997 yildagi 0,3 foizdan ancha yuqori. Yuqori edi. Murojaatlarning 90% ga yaqini xususiy kompaniyalardan kelgan, universitetlar 7% atrofida, davlat idoralari va hamkorlikdagi tadqiqot markazlari 3% ga yaqin.

Ushbu soha mutaxassislarining fikricha, nanotexnologiyalar o'n yil ichida jahon iqtisodiyotiga 1 trillion dollardan ortiq ta'sir ko'rsatadi. Uni tijoratlashtirish ba'zan uzoq bo'lib tuyulishi mumkin bo'lsa-da, nanotexnologiya ishlab chiqarish, sog'liqni saqlash, energetika, qishloq xo'jaligi, aloqa, transport va elektronika kabi ko'plab amaliy sohalarga katta ta'sir ko'rsatishi kutilmoqda. Misol uchun, nanotexnologiya korroziyaga chidamli bo'yoq, suyuqlik o'tkazmaydigan jinsi shimlar va cho'tka va ip bilan yuvishni talab qilmaydigan super og'iz yuvish vositasi kabi oddiy mahsulotlarni ishlab chiqarish imkonini berishi kutilmoqda. Bundan tashqari, butunlay yangi tarmoqlar paydo bo'lishi kutilmoqda.

Sog'liqni Saqlash Sektori Va Mis

Avstraliyadagi RMIT universiteti olimlari jamoasi uning yuzasida oddiy misga qaraganda bakteriyalarni 100 barobar tezroq o'ldiradigan mis qotishmasini ishlab chiqdi. Tadqiqotchilar mis va marganets atomlari yordamida materialni hosil qildilar va keyinchalik material hosil bo'lgandan keyin marganetsni olib tashladilar va katta sirt maydoni bo'lgan taroqsimon mis strukturasi yaratdilar. Ushbu ishlanma sog'liqni saqlash muassasalarida dori-

darmonlarga chidamli bakteriyalar bilan kurashishda yordam berishi va mikroblarga qarshi eshik tutqichlari va qo'l panjaralari, yuz niqoblari, respiratorlar va shamollatish tizimlarida foydali bo'lishi mumkin.

Mis tabiiy ravishda antibakterialdir va mis ionlari ta'sirlangan bakteriya hujayralariga toksik ta'sir ko'rsatadi. Ushbu tabiiy hodisa foydali bo'lsa-da, ba'zida sirt bakteriyalarini o'ldirish uchun biroz sekin bo'lishi mumkin. Shifoxona koridoridagi eshik tutqichlari kabi qattiq tegilgan narsalar uchun bu bakteriyalarni bir odamdan boshqasiga o'tkazishni oldini olish uchun etarlicha tez bo'lmasligi mumkin.

Mis qotishmasini yaratish uchun tadqiqotchilar mis quyish jarayonidan foydalanganlar va qotishma tarkibiga marganets va misni qo'shganlar. Biroq, arzon kimyoviy jarayon bo'lgan deloying, ularga marganetsni olib tashlashga yordam berdi va gozenekli mis tuzilishini qoldirdi. O'zgartirilmagan misga nisbatan sirt maydoni keskin oshgani sayin, material hidrofily bo'lib, er usti suvidagi bakteriyalarni yutib yuboradi va ular uchun qo'shimcha stress yaratadi.

Tadqiqotda ishtirok etgan yana bir tadqiqotchi Jekson Li Smit: "Bizning misimiz taroqsimon mikro o'lchamdagi bo'shliqlardan iborat va bu taroqsimon strukturaning har bir tishida ancha kichikroq nano o'lchamdagi bo'shliqlar mavjud; u katta samarali sirt maydoniga ega", dedi. "Bu naqsh, shuningdek, sirtni super gidrofil, ya'ni suvni yaxshi ko'radi, shuning uchun suv tomchilari o'rniga suv uning ustiga tekis plyonka bo'lib yotadi. Hidrofil effekt bakteriya hujayralari sirt tomonidan cho'zilganligi sababli o'z shakllarini saqlab qolishda qiyinchiliklarga duch kelishlarini anglatadi. Nanostruktura, g'ovakli naqsh esa mis ionlarining tezroq ajralib chiqishiga imkon beradi. Bu kombinatsiyalangan ta'sirlar bakteriya hujayralarining strukturaviy parchalanishiga olib keladi, bu ularni zaharli mis ionlariga nisbatan zaifroq qiladi, shuningdek, mis ionlarining bakteriya hujayralariga so'rilishini osonlashtiradi. Bu ta'sirlarning kombinatsiyasi bakteriyalarni juda tez yo'q qilishga olib keladi.

Tadqiqotchilar mis qotishmasi turli xil sog'liqni saqlash tizimlari va qurilmalarida, jumladan shamollatish tizimlarida, eshik tutqichlarida va hatto yuz niqoblarida juda foydali mikroblarga qarshi sirt bo'lishi mumkinligiga umid qilmoqda.

"Standart mis yuzasi to'rt soat ichida oltin stafilokokk bakteriyalarining qariyb 97 foizini o'ldiradi", dedi yangi materialni ishlab chiquvchilardan biri Ma Qian press-revizda. "Ajablanarlisi shundaki, biz oltin stafilokokk

bakteriyalarini maxsus ishlab chiqilgan mis sirtimizga joylashtirganimizda, u atigi ikki daqiqada hujayralarning 99,99% ni yo'q qildi. Demak, u nafaqat samaraliroq, balki 120 barobar tezroq. Bunday keng tarqalgan material uchun bizning mis tuzilishimiz Bu juda samarali ekanligini ko'rsatdi.

Dunyodagi eng ilg'or raketa dvigatellari mis va mis qotishmalariga bog'liq. Amerika Qo'shma Shtatlari Milliy Aeronavtika va Koinot Boshqarmasi (NASA) uchun qurilgan to'rtta kosmik kemada har biri uchta kuchli dvigateldan foydalaniladi.

"Mis va mis qotishmalari NASAning koinotga uchishida muhim rol o'ynaydi," deydi Alabama shtatining Xantsvil shahridagi Jorj Marshall nomidagi kosmik parvozlar markazi loyihasi muhandisi R.Jeffri Ding. "Parvoz paytida kosmik kemandagi asosiy dvigatellari juda katta issiqlik hosil qiladi. Bu issiqlikni tarqatish dvigatellarning yaxlitligini saqlash uchun juda muhimdir. Mis bu talab uchun eng maqbul metallardan biridir ", deydi Ding.

3.14. Nasa Birinchi To'liq O'lchamli Mis Raketa Dvigatelining Qismini 3d Bosib Chiqardi

Mis haqida o'ylaganingizda, sizning tiyiningiz haqida o'ylashingiz mumkin, ammo NASA muhandislari to'liq hajmdagi mis raketa dvigatelining qismini 3D bosib chiqarish orqali soliq to'lovchilarga millionlab dollarlarni tejashga harakat qilmoqda.

NASA shtab-kvartirasidagi kosmik texnologiyalar bo'yicha missiya direktori Stiv Yurcjik: "Birinchi to'liq miqyosli mis raketa qismini qo'shimchalar yordamida ishlab chiqarish aerokosmik 3D bosib chiqarishning muhim bosqichidir" dedi. "Qo'shimcha ishlab chiqarish Marsga sayohatimizni davom ettirish va hatto Qizil sayyorada yashovchi tadqiqotchilarni qo'llab-quvvatlash uchun biz qabul qilgan ko'plab texnologiyalardan biridir."

Raketalarni harakatga keltiradigan surish kuchini ta'minlovchi murakkab qismlar bir-biriga qo'yish orqali hosil bo'ladi va turli materiallardan tayyorlanadi. Qo'shimcha ishlab chiqarish kosmik raketalarda qo'llaniladigan mis halqani vaqt va xarajat nuqtai nazaridan kamaytirish potentsialiga ega, masalan, raketa yonish kameralarida joylashgan qism, bu erda supersovuq yoqilg'ilar aralashtiriladi va raketalarni kosmosga jo'natish uchun zarur bo'lgan ekstremal haroratgacha qizdiriladi.

Qog'oz qirrali yupqa mis halqa devorining ichida harorat 5000 daraja Farengeytgacha ko'tariladi va uning bu haroratda erishiga yo'l qo'ymaslik uchun biz gazlarni mutlaq noldan pastda 100 darajadan yuqori sovutib turishimiz kerak. devor, - deydi Alabama shtatining Xantsvill shahridagi Marshall kosmik parvozi, u erda mis raketa dvigateli halqasi ishlab chiqarilgan. "Yonish kamerasi halqasida gaz aylanishi uchun ichki va tashqi halqa devorlari o'rtasida qurilgan 200 dan ortiq murakkab kanallar mavjud. Murakkab ichki geometriyalar bilan bu kichik o'tishlarni amalga oshirish bizning qo'shimcha ishlab chiqarish jamoamizga qiyinchilik tug'dirdi."

Marshallning Materials and Machining Laboratoriyasidagi selektiv lazerli eritish mashinasi 8255 qatlam mis kukunini birlashtirib, 10 kunu 18 soat ichida halqa hosil qildi. Uzun yasashdan oldin, muhandislar boshqa bir nechta sinov qismlarini ishlab chiqardilar, materialni tavsifladilar va mis bilan qo'shimchalar ishlab chiqarish jarayonini yaratdilar.

"Mis issiqlikni juda yaxshi o'tkazuvchidir", deydi ishlab chiqarishni nazorat qiluvchi Marshalldagi materiallar muhandisi Zak Jons. "Shuning uchun mis dvigatelning yonish kamerasini va boshqa qismlarni qoplash uchun ideal materialdir, ammo bu xususiyat lazerning mis kukunini doimiy ravishda eritishini qiyinlashtiradi."

Qo'shimchalar ishlab chiqarish yo'li bilan ishlab chiqarilgan mis raketa qismlarining cheklangan soni bilan NASA haddan tashqari issiqlik va sovuqqa bardosh beradigan va ichki devorning tashqi tomonida qalam kabi nozik murakkab sovutish kanallariga ega bo'lgan raketa komponentini 3D bosib chiqarish orqali yangi texnologik sohalarida kashshof bo'lmoqda. belgi. Bu qism GRCo-84 deb nomlangan mis qotishmasidan tayyorlangan bo'lib, NASA Glenn tadqiqot markazining Klivlenddagi (Ogayo shtati) materialshunos olimlari tomonidan yaratilgan va materialning keng tavsifi 3D bosib chiqarish jarayoni parametrlarini tasdiqlash va qurilish sifatini ta'minlashga yordam berdi. Glenn mexanik xususiyatlarning katta ma'lumotlar bazasini ishlab chiqadi, ular kelajakda 3D-bosma raketa dvigatellari dizaynini yo'naltirish uchun ishlatiladi. AQShning sanoat raqobatbardoshligini oshirish uchun ma'lumotlar amerikalik ishlab chiqaruvchilarga NASAning Marshall tomonidan boshqariladigan Materiallar va ishlov berish axborot tizimi (MAPTIS) orqali taqdim etiladi.

"Bizning maqsadimiz raketa dvigateli qismlarini 10 barobar tezroq ishlab chiqarish va xarajatlarni 50 foizdan ko'proq kamaytirishdir", dedi loyihani boshqargan Marshall kompaniyasining harakatlantiruvchi muhandisi Kris Prots. "Biz

bitta qismni ishlab chiqarish va sinovdan o'tkazish bilan shug'ullanmayapmiz. Biz sanoat rivojlangan dizayndagi dvigatel Yakuniy maqsad - raketa dvigatellarini hamma uchun arzonroq qilishdir."

3.3. Rasm. NASA'ning Birinchi To'liq O'lchamli Mis Raketasi Qismi [85]



3.15. O'zbekistonning texnologiyaga bog'liqligini aniqlash, misdan muqobil materiallar ishlab chiqarishda texnologiya transferining zaruriyati va shartlari.

Misdan muqobil materiallar ishlab chiqarish, odatda, misning elektr va issiqlik o'tkazuvchanligini saqlab, engilroq va / yoki ko'proq bardoshli materiallar ishlab chiqarishga qaratilgan. O'zbekistonning bu sohadagi tashqi tobeligi mamlakat ishlab chiqarayotgan misning sifati va miqdoriga bog'liq. O'zbekiston mis ishlab chiqarishda jahon miqyosida muhim mavqega ega bo'lsa-da, muqobil materiallar ishlab chiqarishda qo'llanilishi mumkin bo'lgan texnologik infratuzilmaga ega bo'lmasligi mumkin. Shuning uchun texnologiya transferi va xorijiy investitsiyalar bilan ishlab chiqarish infratuzilmasini rivojlantirish zarur bo'lishi mumkin.

3.16. Chiqindisiz Siyosat Bilan Ishlab Chiqarish Boshqaruvini Yaratish

Mis chiqindilarini qayta ishlash orqali yarimo'tkazgich ishlab chiqarish nol chiqindi siyosatini amalga oshirishga hissa qo'shishi mumkin. Bu jarayonda O'zbekistonda qayta ishlanadigan mis chiqindilarini yig'ish, ajratish va qayta ishlash bo'yicha mos infratuzilma bo'lishi zarur. Ushbu chiqindilarni qayta ishlash yarimo'tkazgichlarni ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan yuqori toza mis materialni ta'minlashi va atrof-muhit ifloslanishini kamaytirishi mumkin. Chiqindisiz siyosatni yaratish chiqindilarni boshqarishda yanada barqaror yondashuvni qo'llash va chiqindilarni iloji boricha kamaytirishga qaratilgan. Bu siyosat O'zbekistonda mis ishlab chiqarish va undan foydalanish jarayonlariga ham tatbiq etilishi mumkin.

3.17. O'zbekistonda Chiqindilarni Boshqarish Tizimi: Xorijiy Investorlar Uchun Asos Va Joriy Islohotlar

O'zbekiston Respublikasida ekologik muammolarni hal etish, ayniqsa, chiqindilar bilan bog'liq muammolarni hal etish, bu boradagi qonun hujjatlarini isloh qilish borasida salmoqli ishlar amalga oshirilmoqda. 2019-yil aprel oyida O'zbekiston Prezidenti tomonidan "2019-2028-yillarga mo'ljallangan qattiq maishiy chiqindilarni boshqarish strategiyasi" qabul qilindi. Ushbu strategiya chiqindilarni qayta ishlashning samarali tizimini yaratishga qaratilgan. Islohot chiqindilarni ishlab chiqaradigan barcha kompaniyalarga, shu jumladan hayot haqidagi fanlar sohasida faoliyat yurituvchi kompaniyalarga ta'sir qiladi. Ushbu yangi uzoq muddatli strategiya potentsial investorlarga chiqindilarni boshqarish sohasida turli loyihalarni amalga oshirish uchun katta imkoniyatlar yaratadi.

3.18. Vakolatli Davlat Organlari

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi chiqindilar bilan ishlash bo'yicha davlat dasturlarini tasdiqlash va tarmoq tartiblarini belgilash bo'yicha oliy vakolatli organ hisoblanadi. Chiqindilarni boshqarishni tartibga solish bilan shug'ullanadigan to'rtta milliy organ quyidagilardir: O'zbekiston Respublikasi Atrof-muhit va atrof-muhitni muhofaza qilish davlat qo'mitasi (hokimiyati).

- Ekologiya qonunchiligiga rioya qilish;
- Chiqindilarni saqlash standartlari va chiqindilarni saqlash inshootlariga qo'yiladigan talablarni aniqlash;
- Chiqindilarni saqlash joylarini aniqlash.

O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligi

- Belgilangan gigiena standartlariga rioya etilishini nazorat qilish;
- Chiqindilarni boshqarish bo'yicha operatorlar talabiga binoan gigiyena me'yorlarini baholash va tegishli ruxsatnomalar berish;
- Chiqindilardan ishlab chiqariladigan mahsulotlarga gigiena standartlarini aniqlash va gigiyena sertifikatlarini berish.

“Kommunchizmat” Davlat Agentligi

- Osiyo taraqqiyot banki kabi xalqaro moliya-iqtisodiy institutlar ishtirokida investitsiya loyihalarini ishlab chiqish;
- Xorijiy davlat moliya institutlarining uy-joy qurilishi va kommunal xizmat ko'rsatish sohasidagi ishlarida ishtirok etish.

O'zbekiston Respublikasi Mehnatni muhofaza qilish Davlat qo'mitasi (vakolatli organ).

- tog'-kon va ishlab chiqarish tarmoqlari chiqindilarining saqlanishi va utilizatsiya qilinishi ustidan nazorat va nazorat;
 - radioaktiv chiqindilarning radiatsion xavfsizligini nazorat qilish.
- Poytaxt Toshkent shahri sifatida chiqindilarni tashish va utilizatsiya qilish, shuningdek, chiqindi

konteynerlari yoki yig'ish punktlari faoliyati “Maxsustrans” davlat agentligi tomonidan amalga oshiriladi. Qoraqalpog'iston avtonom respublikasi va O'zbekistonning boshqa viloyatlarida chiqindilarni utilizatsiya qilish va qayta ishlash bilan shug'ullanuvchi “Tozaxudud” davlat agentligi javobgardir. 2018-yilning 1-avgustidan boshlab Toshkent shahri va uning viloyatlarida xususiy korxonalarga ham chiqindilarni yo'q qilish bo'yicha xizmatlar ko'rsatishga ruxsat berildi. Davlat shartnomalari elektron xaridlar tizimi bo'yicha topshiriladi.

3.19. Chiqindilarni Boshqarish Strategiyasini Amalga Oshirish

Strategiyani amalga oshirish ikki bosqichga bo'lingan:

Birinchi Bosqich (2019-2021)

Ushbu bosqich qonunchilik bazasini isloh qilish va chiqindilarni boshqarish sohasida iqtisodiy tartibga solishni o'z ichiga oladi. Shuningdek, u o'zbek xalqining chiqindilar bilan bog'liq to'lov intizomini mustahkamlash, axborot tizimini ishlab chiqish metodologiyasi va chiqindilarni boshqarish sohasida aholini axborot bilan ta'minlashga qaratilgan.

Bugungi kunga qadar strategiyani amalga oshirish uchun bir qancha me'yoriy hujjatlar qabul qilingan. Bu qattiq maishiy chiqindilar poligonlarini rejalashtirish va ulardan foydalanish bo'yicha ko'rsatmalar va chiqindilar bilan ishlash qoidalari. Biroq strategiyaning birinchi bosqichi avvaliga alohida ekspertlar, keyinroq esa hukumat tomonidan noadekvat deb topildi.

O'zbekistonda hamon yiliga 7 milliondan ortiq chiqindi hosil bo'ladi. Buning atigi 19 foizi qayta ishlanadi. Chiqindilarni boshqarish xizmatlari hozircha O'zbekistonning barcha shaharlarida mavjud emas. Bundan tashqari, mamlakat iqtisodining o'sishi bilan chiqindilar hajmi ham ortadi. Shu bois Samarqand kabi yirik shaharlar va mamlakatimizning boshqa hududlarida qurilish chiqindilari va ishlab chiqarish korxonalari uchun maxsus poligonlar tashkil etish rejalashtirilgan. Bundan tashqari, gigiyena va ekologik me'yorlarga javob beradigan jami 221 ta chiqindixona (maishiy chiqindilar) tashkil etiladi. Bu yerda nemis kompaniyalari uchun O'zbekiston hukumati va kompaniyalariga rejalashtirilgan chora-tadbirlarni amalga oshirish bo'yicha maslahatlar berish uchun yaxshi imkoniyatlar yaratilgan.

Ikkinchi Bosqich (2022-2028)

Ikkinchi bosqichda chiqindilarni ajratish sohasida chiqindilar infratuzilmasini rivojlantirish uchun xorijiy investitsiyalarni jalb etish ko'zda tutilgan. Investitsiyalar, shuningdek, oraliq saqlash va chiqindilarni qayta ishlash inshootlarini qurish, chiqindilarni kompleks boshqarish tizimini takomillashtirish, qattiq shahar maishiy chiqindilarni qayta ishlash inshootlarini rivojlantirishga yo'naltiriladi.

Quyidagi maqsadlarga erishish rejalashtirilgan:

- Respublika bo'yicha 100% qattiq maishiy va maishiy chiqindilarni to'plash;
- Mavjud qattiq maishiy chiqindilarning kamida 60 foizini qayta ishlash (masalan, chiqindilarni saralash);
- Qattiq maishiy chiqindilarning ayrim turlarini (mis, shinalar, akkumulyatorlar, chiqindi moylar, qadoqlash chiqindilari va boshqalar) qayta ishlash darajasini 25 foizgacha oshirish;
- Chiqindixonaga tashlanadigan qattiq maishiy chiqindilar hajmini 60 foizgacha qisqartirish;
- Poligonlar qonun talablariga javob beradi va tuproqni to'liq qayta ishlashni ta'minlaydi, ayniqsa, chiqindixonalarda;
- Chiqindi inshootlarida muqobil energiya manbalaridan foydalanishni 35 foizgacha oshirish;
- Chiqindixonalarni tekshirish (er osti suvlari holati va havo sifatini nazorat qilish)

Infratuzilmani yaxshilash maqsadida hukumat organik, qayta ishlanadigan va qayta ishlanmaydigan qattiq maishiy chiqindilarni yig'ish va utilizatsiya qilishni optimallashtirishni rejalashtirmoqda. Shuningdek, qattiq maishiy chiqindilar joylashgan chekka hududlar uchun maxsus siqish agregatlari (chiqindi zichlagichlar) bilan jihozlangan uzatish stansiyalarini qurish rejalashtirilgan. Bundan tashqari, Respublika bo'yicha chiqindilarni qayta ishlash korxonalarining shaxsiy avtotransportlariga texnik xizmat ko'rsatish bo'yicha 57 ta davlat korxonalari va 13 ta hududiy xizmat ko'rsatish markazlari uchun yangi avtoparklar tashkil etish rejalashtirilgan. Masalan, nemis kompaniyalari uchun avtotransport vositalarini maxsus texnologiya bilan jihozlash sohasida O'zbekiston bozoriga muvaffaqiyatli kirib borish imkoniyatlari paydo bo'lishi mumkin.

Infratuzilmani yaxshilash hukumat idoralari, qayta ishlash va qayta ishlanadigan qattiq ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlashni optimallashtirishni nazorat qilmoqda. , qattiq qattiq maishiy xavfsizlik chekka chekkas uchun maxsus siqish aggregates (chiqindi chegaralagichs) bilan quvvatni uzaytirish stansiyalarini qurish. Bundan tashqari, Respublika bo'yicha qayta ishlashni qayta ishlash shaxsiy avtotransportlariga texnik xizmat ko'rsatish bo'yicha 57 ta davlat yordami va 13 ta hududiy xizmat ko'rsatish markers uchun yangishkiltolashila uchun yangishkiltolashinpark. Masalan, avtotransportni ishlab chiqarish uchun maxsus texnologiya uskunolari O'zbekiston bozoriga kirib borish uchun to'xtash mumkin.

- Qayta ishlanadigan chiqindilar
- Organik chiqindilar
- Qayta ishlanmaydigan chiqindilar
- Zararli chiqindilar
- Shisha

Bundan tashqari, iste'molchi qadoqlash uchun depozit-qaytarish tizimini joriy etishga tayyorgarlik ishlari allaqachon boshlangan. Ushbu tizimga o'tishning afzalliklaridan biri qattiq maishiy chiqindilarni yig'ish, saqlash, tasniflash, tashish va utilizatsiya qilish bilan bog'liq xarajatlarning pastligidir. Bu, shuningdek, sifatli xomashyo sotishdan tushadigan

daromadlarni oshiradi, chiqindilarni yig'ish va utilizatsiya qilish xizmatlari narxini pasaytiradi.

Sirdaryo, Jizzax va Chorazm kabi viloyatlarda suv va yer osti suv zaxiralari yaqin joylashgan chiqindixonalar yopiladi. 2028-yil oxirigacha umumiy maydoni 1108,6 gektar bo'lgan 167 ta chiqindixona yopilib, rekultivatsiya ishlari olib boriladi. Mavjud 167 ta poligon o'rnida umumiy maydoni 693,3 gektar bo'lgan 54 ta modernizatsiya qilingan chiqindixona quriladi, 80 gektar maydondagi 5 ta yangi poligon ochiladi.

3.20. Investorlar Uchun Imtiyozlar Va Imtiyozlar

Investitsiyalarni qo'llab-quvvatlash maqsadida xususiy sektor tashkilotlariga imtiyozlar va imtiyozlar berish muhim omillardan biridir. 2020-yil 1-oktabrdan boshlab to'g'ridan-to'g'ri xorijiy investitsiyalar hajmiga qarab, mulk solig'i, boylik solig'i va suv resurslaridan foydalanganlik uchun soliq to'lashdan ozod qilish tarzidagi soliq imtiyozlari, ayniqsa, Prezidentning 2005-yil 5-apreldagi qarori va Soliq kodeksiga muvofiq. O'zbekiston Respublikasi 2019 yil 30 dekabr. taqdim etilishi rejalashtirilgan. Bu imtiyozlar to'g'ridan-to'g'ri xorijiy investitsiyalar ishtirokida tashkil etilgan va chiqindilar bilan bog'liq xizmatlar ko'rsatuvchi kompaniyalarga beriladi. Rag'batlantirish doirasi to'g'ridan-to'g'ri xususiy investitsiyalar hajmiga bog'liq.

300 000 dan 3 million dollargacha bo'lgan investitsiyalar uchun 3 yil davomida soliq imtiyozlari mavjud. Imtiyozlar 3 million dollardan 10 million dollargacha bo'lgan investitsiyalar uchun 5 yil, 10 million dollar va undan ortiq investitsiyalar uchun 7 yil muddatga amal qiladi.

Agar chiqindilarni qayta ishlash bo'yicha xizmatlar ko'rsatuvchi kompaniya yuqorida ko'rsatilgan muddat tugaganidan keyin bir yil o'tgach o'z faoliyatini to'xtatsa, u xorijiy investorga berilgan imtiyozlarni qaytarishi shart.

Ayrim shaharlarda (masalan, Andijon, Nukus, Guliston, Buxoro, Samarqand) qurilish ob'ektlarida faoliyat yurituvchi korxonalar qattiq maishiy chiqindilarni yig'ish, tashish, foydalanish, qayta ishlash va utilizatsiya qilish bo'yicha qo'shimcha imtiyozlardan foydalanishlari mumkin. Hukumat tomonidan tasdiqlangan ro'yxatga kiritilgan maxsus transport vositalarini (masalan, chiqindi yig'uvchi avtomashinalar, yuk mashinalari va boshqa jihozlar) import qiluvchi kompaniyalar 2022-yil 1-yanvarga qadar import bojidan ozod qilinadi. Chiqindilarni qayta ishlash uchun foydalaniladigan ob'ektlar yoki inshootlarning bir qismi ham 2022-yil 1-yanvarga qadar bojxona to'lovlaridan ozod qilinadi. Tafsilotlar maxsus qoidalar bilan tartibga solinadi.

3.21. Tarif Qoidalari

Strategiya, shuningdek, qattiq maishiy chiqindilarni utilizatsiya qilish xizmatlari uchun to'lovlarni tartibga solish bilan bog'liq muammolarni ko'rsatadi. Hozirda to'lov faqat chiqindilarni yig'ish va yo'q qilish xizmatlari uchun olinadi. Chiqindilarni tasniflash, utilizatsiya qilish va poligon xarajatlari uchun rasmiy tariflar hali joriy etilmagan. O'zbekiston hukumati kelgusida ushbu sohalarini tartibga solishga harakat qilmoqda.

3.22. Chiqindilarni Boshqarishda Davlat-Xususiy Sektor Hamkorligi

Davlatimiz rahbarining 2018-yil 18-maydagi PQ-3730-son qaroriga asosan 2018-yil 1-avgustdan boshlab korxonalarga DXSh (davlat-xususiy sheriklik) shartnomasi asosida chiqindi poligonlarini ajratish mumkin bo'ldi. Chiqindixonalar "E-IJROUKSION" onlayn platformasi orqali elektron auktsionlar orqali ajratiladi.

Xususiy sektor tashkilotlari va ariza beruvchilarga quyidagi talablar qo'llaniladi:

- Ular korporativ identifikatsiya sifatida davlat ro'yxatidan o'tganlik guvohnomasiga ega bo'lishi kerak
- Ajratilgan maydonda barcha chiqindilarni to'plash imkoniyatiga ega bo'lgan texnik jihatdan sog'lom chiqindi yig'ish mashinalari etarli miqdorda bo'lishi kerak. Tender hujjatlarida ko'rsatilgan ma'lumotlar hal qiluvchi ahamiyatga ega.
- Ularda transport xizmatlari ko'rsatish uchun amaldagi litsenziya va arizada ko'rsatilgan har bir avtomobil uchun litsenziya kartasi bo'lishi kerak.

- Bankrotlik to'g'risidagi ish jarayoni ariza beruvchi uchun ariza berish vaqtida davom etmasligi kerak.
- Bankrotlik jarayoni mavjud emas

PP-3730 Nizomga muvofiq, PPP shartnomalari kamida besh yil muddatga tuzilishi kerak. Biroq “Davlat-xususiy hamkorlik to'g'risida”gi qonunga ko'ra, bunday shartnomalarning amal qilish muddati umumiy qoidaga zid ravishda 49 yildan ortiq bo'lishi mumkin.

3.23. Tibbiy Mahsulotlarni Utilizatsiya Qilish

O'zbekistonda tibbiy chiqindilarni utilizatsiya qilish mablag' yetishmasligi sababli katta muammo hisoblanadi. Hukumat shu paytgacha bu muammoni e'tiborsiz qoldirgan bo'lsa-da, Covid-19 pandemiyasi paytida u yanada jiddiylashdi. Tibbiy chiqindilar “Respublika sog'liqni saqlash muassasalarida chiqindilarni to'plash, saqlash va yo'q qilish bo'yicha gigiena qoidalari va standartlari”ga rioya qilishlari shart. Ushbu qoidalarga ko'ra, barcha tibbiy chiqindilar A, B, V, G va D kabi 5 sinfga bo'linadi. U A sinfidagi xavfli bo'lmagan tibbiy chiqindilarni o'z ichiga oladi va uni yig'ish va yo'q qilish qattiq maishiy chiqindilar bilan bir xil tarzda amalga oshiriladi. B sinfida potentsial xavfli (potentsial yuqumli) chiqindilar mavjud va utilizatsiya qilinishi kerak.

O'zbekistonda ayrim kompaniyalar B toifali chiqindilarni yoqish yo'li bilan utilizatsiya qilish bilan shug'ullanadi, biroq bu chiqindilarning atigi 21 foizini qoplashi mumkin. 2020 yilda ushbu kompaniyalar Covid-19 virusi tarqalishi va katta hajmdagi tibbiy chiqindilar tufayli chiqindilarni o'z vaqtida olib chiqishni ta'minlay olmadilar, chunki ularning yoqish quvvati yetarli emas. Hozirgi vaqtda yoqishning mumkin bo'lgan muqobillari o'rganilmoqda.

V sinfdagi tibbiy chiqindilar xavfli infeksiya tashuvchilari bilan aloqa qilgan materiallarni o'z ichiga oladi. Ular "avtoklav" deb ataladigan asboblarda sterilizatsiya qilinadi va maxsus laboratoriyalar orqali utilizatsiya qilinadi. 2018 yilda sterilizatsiya va utilizatsiya qilish biznesi davlat-xususiy sheriklik (DXH) orqali xususiy sektor subyektlariga o'tkazildi. Birinchi navbatda, shoshilinch tibbiy yordam tizimida (shoshilinch tibbiy yordam, klinikalar va boshqalar) tajriba loyihalarini boshlash kerak. Shundan so'ng hududlarda loyihalar amalga oshirila boshlandi.

G sinfiga, masalan, muddati o'tgan dori vositalari, D sinfiga esa radioaktiv chiqindilar kiradi. G va D sinflari chiqindilari maxsus litsenziyaga ega kompaniyalar tomonidan boshqariladi.

3.24. Xulosa

O'zbekiston tomonidan qabul qilingan strategiya xalq tomonidan kuchli qo'llab-quvvatlanmoqda, degan xulosaga kelish mumkin. Bu esa islohotlarga yanada turtki berishi kerak. O'zbekistonda chiqindilarni boshqarish sohasidagi islohotlar katta investitsiya ehtiyojlarini keltirib chiqaradi va nou-xauni uzatish uchun yaxshi platforma yaratadi. Chiqindilarni boshqarish strategiyasining ulkan maqsadlariga erishish uchun investitsiyalar tezda amalga oshirilishi kerak. Potentsial sarmoyadorlar, ayniqsa, hayot haqidagi fanlar sanoati O'zbekistonga maxsus avtomobillar yoki maxsus texnikalar yetkazib berish hamda chiqindilarni boshqarish bo'yicha o'zbek hamkorlariga o'z bilim va tajribasini taqdim etish uchun yaxshi imkoniyatlarga ega. Ular O'zbekistonga yangi saytlar yaratish, mavjud maydonlarni qayta loyihalash, ayniqsa, chiqindilarni ajratish va qayta ishlashda yordam ko'rsatishlari mumkin.

3.25. Mis Konlari Savdosi Ma'lumotlari

Oxirgi 5 yil ichida mahsulotni eng ko'p import qilgan mamlakatlar;

Ushbu bo'limda so'nggi 5 yildagi import ko'rsatkichlari asosida dunyoning etakchi xaridor davlatlari ko'rib chiqildi.

3.3. Jadval. 74.03 GTIP Bo'yicha Eng Ko'p Import Qiluvchi Davlatlar (Aqsh Dollarida)

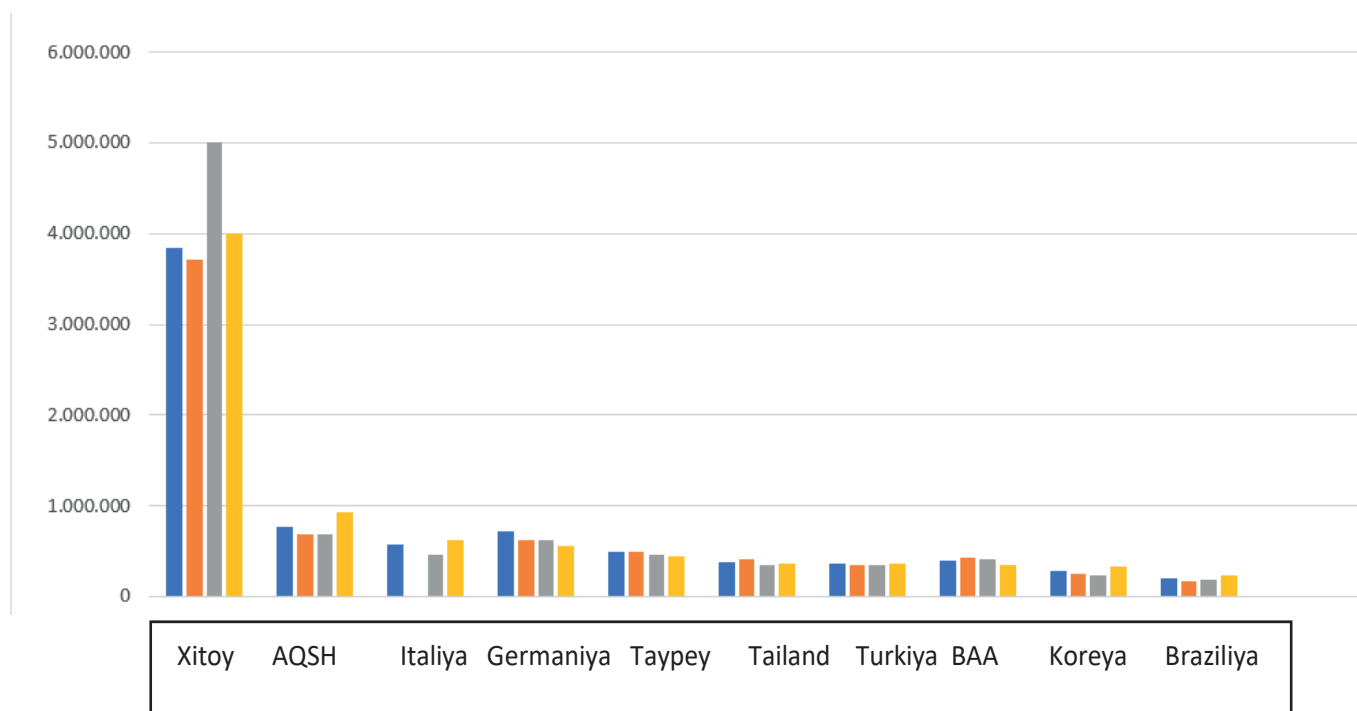
Importchilar	2018 import qiymati	2019 import qiymati	2020 import qiymati	2021 import qiymati	2021 yilda o'sish sur'ati
Dunyo	67.133.660	59.733.834	65.543.638	93.380.729	%42
Xitoy	25.637.757	22.472.769	30.601.055	36.073.461	%18
AQSH	5.075.135	4.128.246	4.233.882	8.679.097	%105
Italiya	3.803.395	3.423.086	2.839.084	5.650.588	%99
Germaniya	4.709.074	3.736.179	3.886.969	5.178.211	%33
Taypey, Xitoy	3.244.178	2.953.173	2.784.381	4.092.746	%47
Tailand	2.567.682	2.541.173	2.111.007	3.465.314	%64
Turkiyae	2.454.167	2.149.490	2.194.639	3.391.348	%55
Birlashgan Arab Amirliklari	2.571.792	2.605.925	2.404.701	3.185.527	%32
Koreya Respublikasi	1.893.252	1.510.167	1.455.697	3.054.674	%110

Yuqoridagi 3.3-jadvalda oxirgi 4 yildagi jahon tashqi savdosi va muhim xaridor davlatlari AQSh dollarida ko'rsatilgan. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, ushbu mahsulotning etakchi importchilari Xitoy, Amerika, Italiya, Germaniya va Taypey hisoblanadi.

2021-yilda tashqi savdo hajmi 93 milliard 380 million 729 ming dollar va 42 foizga o'sgan. Ushbu summaning 36 milliard dollari Xitoy bozoriga sotilgan. Ikkinchi o'rinda 8 million dollar bilan Amerika, uchinchi o'rinda esa 5 milliard dollar bilan Italiya joylashgan. Ko'rinib turibdiki, AQSh 2021 va 2020 yillar oralig'ida 105% o'sishga erishgan. Boshqa tomondan, Saudiya Arabistonida 1% pasayish kuzatildi.

- Xitoy asosiy maqsadli bozor hisoblanadi.
- Amerika ikkinchi yirik importyor.

3.4. Rasm. 74,03 GTIP Miqdori/Tonna Asosida Mamlakatlar Tomonidan Amalga Oshirilgan Xaridlar Stavkalari



Xitoy 2021 yilda ushbu mahsulot uchun 4 milliard dollar xarid qildi.

Qo'shma Shtatlar esa 929 million dollarlik xaridni amalga oshirdi.

Italiya esa 614 million dollarlik xarid qildi.

Boshqa tomondan, Germaniya 564 million tonna import qilgan ko'rinadi.

3.4. Jadval. 74.03 GTIP AQSh Dollari Asosida Yetakchi Import Qiluvchi Davlatlar

Importchilar	2018 (AQSh dollari)	2019 (AQSh dollari)	2020 (AQSh dollari)	2021 (AQSh dollari)	2022 (AQSh dollari)
AQSH	6.667	6.090	6.107	9.334	9.195
Germaniya	6.629	6.029	6.212	9.176	8.945
Turkiya	6.669	6.085	6.216	9.280	8.834
Tailand	6.860	6.250	6.137	9.443	9.313
Koreya Respublikasi	6.628	6.083	6.109	9.309	9.029
Malayziya	6.779	6.324	6.409	9.686	8.890
Braziliya	6.637	6.064	6.271	9.134	8.678
Fransiya	6.405	5.962	6.191	9.271	9.070
Ispaniya	6.417	5.852			9.050
Gretsiya	6.530	6.080	6.079	9.205	8.841
Kanada	6.527	6.136	6.327	9.303	9.091
Janubiy Afrika	6.748	6.185	6.197	9.359	9.465
Birlashgan Qirollik	6.583	6.221		9.044	9.030
Serbiya	6.625	6.199	6.340	10.025	8.317
Yaponiya	7.159	6.274	6.121	9.091	9.315
Shveysariya	7.207	6.791	6.704	8.973	10.120
Çek Cumhuriyeti	4.477	4.125	3.792	4.972	5.180
Portekiz	6.339	5.687	5.321		7.824
Litvanya		5.271	4.340	6.081	5.748
Arjantin	6.823	6.557	6.422	8.245	8.376

Yuqoridagi jadvalda mahsulot uchun asosiy import qiluvchi mamlakatlardagi xaridorlar tomonidan to'langan AQSh dollari/summa narxlari ko'rsatilgan. Mahsulotning o'rtacha narxi 6500-9500 AQSh dollari oralig'ida. Ushbu guruhdan tashqari narxlar Shveytsariya kamdan-kam uchraydi. Shunisi e'tiborga loyiqlik, Shveytsariya har bir tonna mahsulot uchun ko'proq pul to'laydi. Buning turli sabablari bo'lishi mumkin. Shveytsariya yuqori sifatli mahsulotlarni tanlagan bo'lishi mumkin yoki tashqi savdoda keng tarqalgan ba'zi mamlakatlar statistikasi qayta eksport qilingan yoki import qilinadigan mahsulotlarni o'z ichiga olishi mumkin. Ushbu va boshqa ko'plab sabablarni hisobga olgan holda, Shveytsariya bozorini diqqat bilan o'rganish kerak.

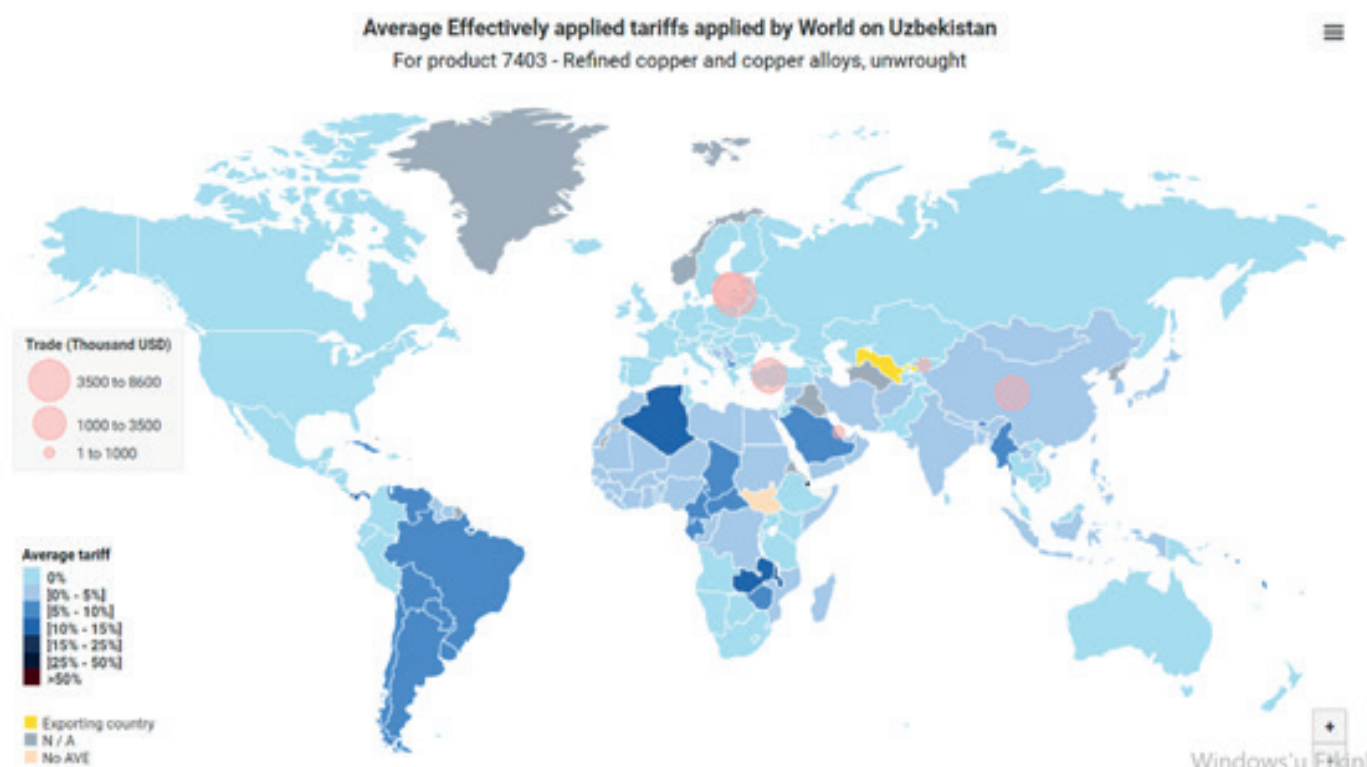
Aftidan, Shveytsariya mahsulot uchun ko'proq pul to'layotganga o'xshaydi. Serbiya tomonidan summa asosida to'langan raqamlar tahlil qilinganda; Ko'rinib turibdiki, ular import qiluvchi etkazib beruvchi mamlakatlardan olingan ma'lumotlar aks ettirilgan. (Yashil rang = aks ettirilgan ma'lumotlar)

Ko'zgu ma'lumotlari: tanlangan mamlakat bilan savdo qiluvchi mamlakatlarning prognozli savdo ma'lumotlari va to'liq bo'lmagan taxminiy savdo statistikasi.

3.4-jadvalda eksportni boshlaydigan kompaniyalar bozorda narx bo'yicha qanday raqobatlasha olishlari haqida ham ma'lumot berilgan. Narxning oshishi yoki pasayishi bozordagi raqobatning ko'rsatkichi bo'lishi mumkin. Mahsulotga bo'lgan talabning ortishi va kamayishi bozorda yanada sifatli mahsulotlar borligini ko'rsatadi. Bojxona solig'i stavkalarini qo'llash ham ushbu mahsulotlarning bozordagi raqobatbardoshligini oshirishda juda samarali. Bojxona solig'ining asosiy maqsadi xarajatlarni oshirish orqali import jozibadorligini kamaytirish, shu orqali mahalliy mahsulotlardan foydalanishga yo'naltirish va mahalliy ishlab chiqarishni ko'paytirishdan iborat.

Shuni esdan chiqarmaslik kerakki, turli bojxona to'lovlari, ayniqsa, turli eksport qiluvchi mamlakatlarga nisbatan qo'llaniladi. Mamlakatimiz xalqaro savdoda va Yevropa Ittifoqining Bojxona ittifoqi doirasida kelishib olgan mamlakatlar bilan FTA (Erkin savdo bitimlari) tarmog'ini yo'lga qo'yish tendentsiyasini hisobga olgan holda, o'zaro manfaatdorlik asosida shunday shartnomalar tuzadi. Shu tarzda eksport faoliyatida maqsadli mamlakatlar aniqlanadi.

3.5. Rasm. Import, tashqi savdo balansi, birlik import narxlari, o'rtacha bojxona to'lovi, masofa va 2021 yildagi bozor konsentratsiyasi 74.03 GTIP UZBEKISTAN bo'yicha



3.5. Jadval. O'zbekiston Savdo Ko'rsatkichlari

Importers	Uzbekistan Trade Indicators							
	Value exported in 2021 (USD thousand)	Trade balance 2021 (USD thousand)	Quantity exported in 2021	Unit value (USD/unit)	Total imports growth in value of partner countries between 2017-2021 (% p.a.)	Average distance between partner countries and all their supplying markets (km)	Concentration of all supplying countries of partner countries	Average tariff (estimated) faced by Uzbekistan (%)
World	737.973	737.914	84.852	8.697	9			
Türkiye	502.190	502.190	56.992	8.812	6	2.647	0,17	0
China	223.582	223.557	25.398	8.803	14	8.936	0,09	2
Lithuania	8.691	8.691	1.760	4.938	62	2.340	0,26	0
Latvia	3.380	3.380	682	4.956	7	1.704	0,2	0
Qatar	130	130	20	6.500	-56	3.193	0,63	5
Italy		-1			7	3.136	0,07	0
Belarus		-1			13	1.025	0,97	0
Russian Federation		-32			27	1.820	0,32	0
United States of America					9	6.599	0,47	0
Germany					3	1.564	0,13	0
Taipei, Chinese					1	8.770	0,23	45.048
Thailand					6	5.651	0,12	1
United Arab Emirates					11	5.195	0,41	5
Korea, Republic of					6	14.195	0,37	44.960
Malaysia					-7	3.941	0,25	0
Brazil					12	3.159	0,73	6
Viet Nam					8	5.290	0,15	0
France					5	5.919	0,24	0
Mexico					14	4.019	0,46	0
India					45	5.810	0,82	5
Netherlands					12	4.199	0,48	0

3.5-jadvalning birinchi ustunidagi “2021 Import qiymati” sarlavhasi Turkiyaning tegishli davlatga jami eksport miqdorini 1000 AQSh dollari sifatida ko'rsatadi.

Savdo balansi

Ushbu sarlavha mahsulot moddasi doirasidagi ikki davlat o'rtasidagi savdo balansini (eksport-import) ko'rsatadi. Ushbu ustun mamlakat aniq eksportchi yoki sof importyor ekanligini ko'rsatadi.

Donasining narxi

Jadvaldagi umumiy eksport qiymati eksport summasiga bo'linadi. Ushbu ustun tegishli mamlakatga eksport birligining taxminiy o'rtacha qiymati haqida fikr beradi va ushbu mahsulot guruhida eksport qilinadigan turli xil mahsulotlar o'rtasidagi sifat, sifat va narx farqlarini aks ettirmaydi.

Eksportchigacha bo'lgan masofa

Bu ko'rsatkich import qiluvchi mamlakatlar va etkazib beruvchilar o'rtasidagi o'rtacha masofani ko'rsatadi. Baholashda import qiluvchining mahsulotni qanchaga sotib olishini ko'rsatadigan muhim ko'rsatkich bo'lib, u transport xarajatlari va tranzit vaqti, shuningdek tovarlarning narxi kabi omillarni hisobga oladi.

Bozor konsentratsiyasi; bu ko'rsatkich bozordagi barcha yetkazib beruvchi mamlakatlarni jahon bozoridagi ulushiga bo'lish yo'li bilan olinadi. Ushbu ko'rsatkichning maqsadi bozorda etkazib beruvchi mamlakatlarning zichligini o'lchash va bozorda monopoliya (monopoliya), raqobat tuzilmasi (oligopoliya) yoki mukammal raqobat tuzilmasi mavjudligini aniqlashdir.

Baholash uchun quyidagi shkala qo'llaniladi:

Qiymat < 0,10: mukammal raqobat

0,10 < Qiymat < 0,18: Raqobat

Qiymat 0,18: Oligopoliya

Formulaga ko'ra, Turkiya mukammal raqobat namunasi sifatida qaralishi mumkin va 0,17 yaqinlashuvni ko'rsatadi. 0,23 konvergensiyaga ega bo'lgan oligopoliya bozoriga misol sifatida Tapeyni keltirish mumkin.

Bojxona To'lovi

bu tegishli mamlakatda eksport qiluvchi duch keladigan haqiqiy bojxona to'lovi stavkasi. Ma'lumotlar ITC Market Access Map ilovasidan olingan. Ushbu ilovadan foydalangan holda, eksportchilar savdo to'siqlari bo'yicha raqobatchilarga nisbatan qaysi import qiluvchi mamlakatlarni afzal ko'rishlarini bilib olishlari mumkin.

Dunyo bo'ylab mamlakatimizga nisbatan qo'llaniladigan bojxona solig'i stavkalari o'rganilganda, Tapei 45% va Koreya 44% ni qo'llashi ko'rinadi. Bundan tashqari, boshqa davlatlar tomonidan bojxona to'lovlari qo'llanilmasligi ko'rinib turibdi.

3.26. Jahon Eksporti (Raqobatdosh Mamlakatlar)

Eksport qiluvchi kompaniya o'rganmoqchi bo'lgan yana bir omil global raqobat qaysi muhim davlatlardan kelib chiqishini o'rganishdir.

3.6. Jadval. 74.03 GTIP AQSh Dollari Asosida Yetakchi Eksport Qiluvchi (Raqobatchi) Davlatlar

Eksportchilar	2018 Yilda Eksport Qilingan Qiymat	2019 Yilda Eksport Qilingan Qiymat	2020 Yilda Eksport Qilingan Qiymat	2021 Yilda Eksport Qilingan Qiymat	2022 Yilda Eksport Qilingan Qiymat
Dunyo	66.186.499	59.766.286	64.456.648	90.664.081	
Chili	15.813.733	13.277.306	13.516.454	20.175.397	18.298.895
Kongo	6.955.011	7.336.064	8.673.448	13.179.870	
Yaponiya	4.093.928	3.336.948	4.691.834	5.679.568	5.823.657
Rossiya Federatsiyasi	4.127.637	4.137.272	4.644.429	3.847.909	
Qozog'iston	2.429.708	2.506.140	2.720.390	3.260.870	
Avstraliya	2.463.476	2.703.877	2.384.775	3.251.671	3.408.991
Koreya Respublikasi	1.606.025	1.642.853	1.736.185	3.199.664	2.598.747
Polsha	1.382.280	1.758.781	1.830.953	2.776.737	
Xitoy	1.880.051	1.932.891	1.293.210	2.457.519	
Peru	1.843.683	1.570.388	1.787.143	2.291.754	
Filippin	1.141.384	1.255.951	1.554.339	2.232.262	
Zambiya	2.205.400	1.132.076	1.475.259	2.167.302	
Belgiya	1.158.320	1.234.550	1.107.483	2.041.949	
Germaniya	1.065.690	1.170.559	1.317.872	1.942.833	1.927.015
Indoneziya	1.016.189	1.084.326	1.257.646	1.867.289	
AQSH	1.538.679	1.133.791	935.295	1.794.542	865.381
Bolgariya	1.258.367	996.585	1.182.652	1.736.702	
Eronlik	403.568	826.254	730.090	1.601.382	
Kanada	1.238.369	904.405	1.031.834	1.436.982	1.208.144
Ispaniya	1.125.869	874.756	1.030.570	1.356.331	932.063

3.6-jadvalda 2020-2021 yillar oralig'ida ko'rib chiqilayotgan mahsulotda 41% o'sish kuzatilgan.

Jadvalda eksport hajmi bo'yicha yetakchi 20 ta davlat ko'rsatilgan. Ushbu mahsulot guruhidagi eksport ko'rsatkichlari hisobga olinsa, Chili 2021 yilda jami 18 milliard 298 million 895 ming dollar va 49 foizlik o'sish bilan eng yuqori eksportni amalga oshirganligi ko'rinib turibdi.

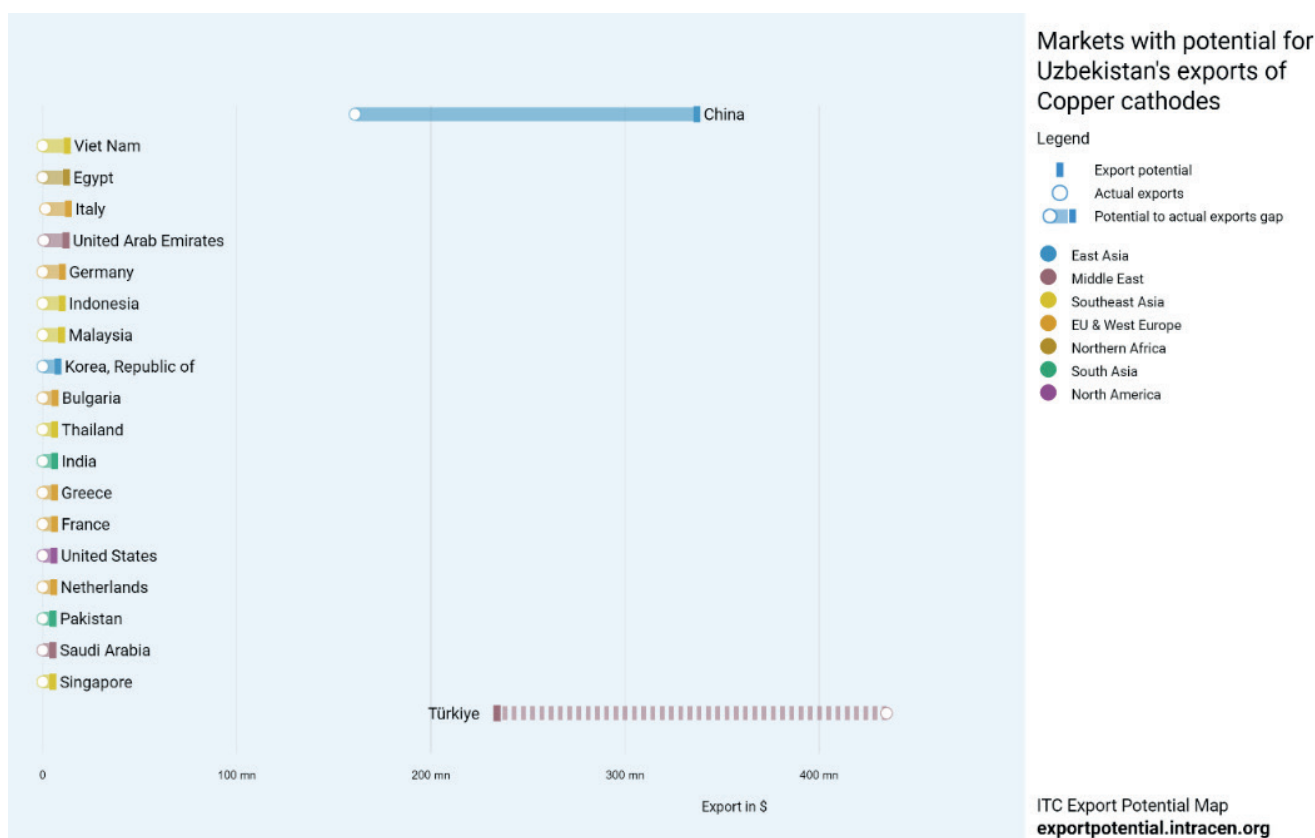
3.27. Mis Va Misdan Tayyorlangan Mahsulotlar Toifasida Potentsial Bozorga Ega Mamlakatlar

Eksport potentsial xaritasi; Bu Xalqaro Savdo Markazi (ITC) tomonidan ishlab chiqilgan xaritada. Turkcha ta'rifi Eksport Potentsial Xaritasi bo'lgan ushbu xaritada 226 mamlakat va mintaqa va 4376 mahsulot uchun foydalanilmagan eksport salohiyatiga ega mahsulotlar, bozorlar va yetkazib beruvchilar hamda eksportni diversifikatsiya qilish imkoniyatlari aniqlangan.

Ushbu manba ma'lumotlari; Tegishli mamlakatlarning so'nggi 5 yillik o'rtacha importi va so'nggi xaridlarni taqqoslash yo'li bilan olinadi. Bundan tashqari, ushbu bozorlarga eksport qiluvchi mamlakatlarning so'nggi 1 yillik eksport ko'rsatkichlari ham hisob-kitoblarga kiritilgan [86].

74.03 GTIP kodli mahsulot guruhi maqsadli bozorlarining vakansiya stavkalari quyida keltirilgan.

3.6. Rasm. 74.03 GTIP Kodi Mahsulot Guruhining Maqsadli Bozorlari Bo'sh Ish O'rinlari Stavkalari



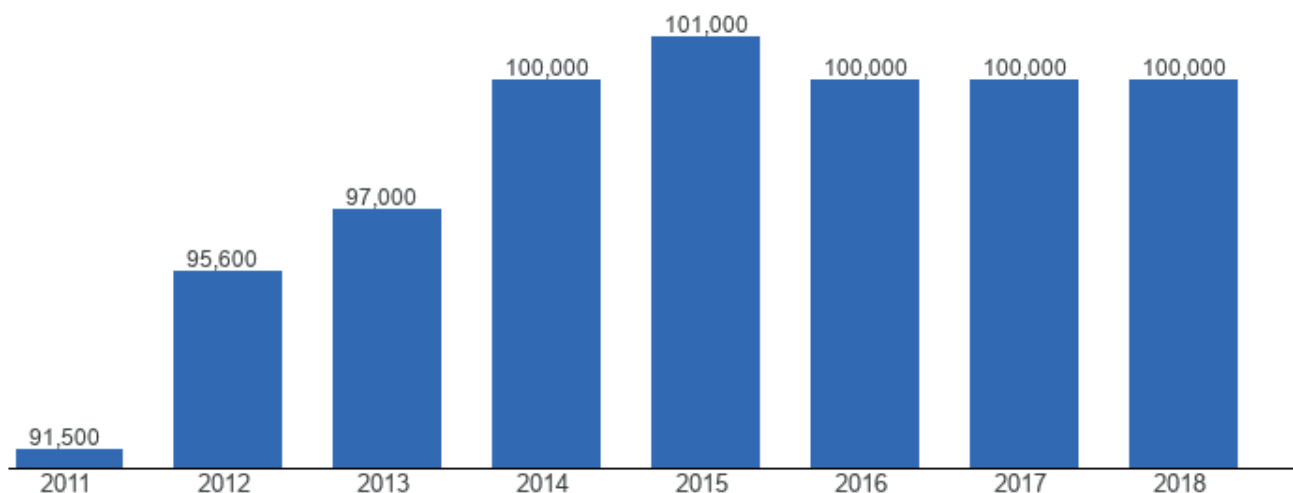
Potentsial bozorlar O'zbekistonning eksport salohiyati xaritasiga ko'ra o'rganilganda;

- Xitoyda 333 million dollarlik potentsial bozor,
- Italiyada 9 million dollarlik potentsial bozor,
- Vyetnamda 8,5 million dollarlik potentsial bozor,
- Misrda 8,1 million dollarlik potentsial bozor,
- Birlashgan Arab Amirliklarida 7,9 million dollarlik potentsial bozor mavjud.
- Turkiya misga bo'lgan ehtiyoj bilan to'yingan bozordir.

3.28. O'zbekiston Mis Ishlab Chiqarish

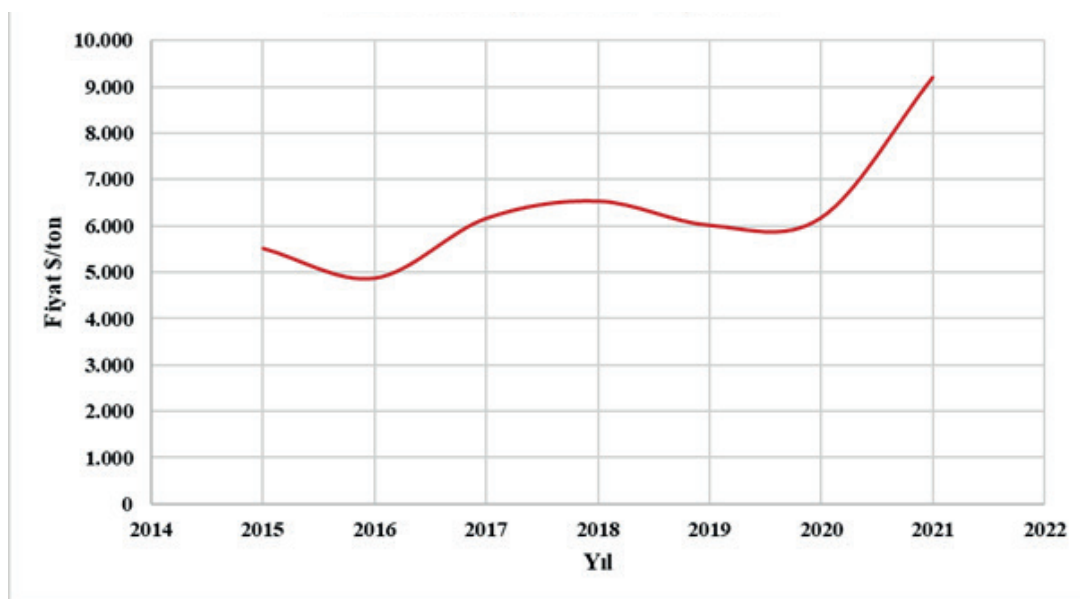
Ushbu ko'rsatkich bo'yicha biz O'zbekiston bo'yicha 2001 yildan 2018 yilgacha bo'lgan ma'lumotlarni taqdim etamiz. Bu davrda O'zbekiston bo'yicha o'rtacha qiymat 94 061 metrik tonnani tashkil etdi, eng past ko'rsatkich 2001 yilda 78 000 mt. va eng yuqori ko'rsatkich 2015 yilda 101 000 metrik tonnani tashkil qildi. Oxirgi qiymat 2018 yilda 100 000 metrik tonnani tashkil etadi. Taqqoslash uchun, 2018 yilda 53 ta davlat bo'yicha o'rtacha jahon ko'rsatkichi 381 635 metrik tonnani tashkil qilgan.

3.7. Rasm. Mis Ishlab Chiqarish



3.29. Mis Konining Narxi

3.8. Rasm. O'zbekiston Mis Konining Narxi



3.30. Qayta Ishlash

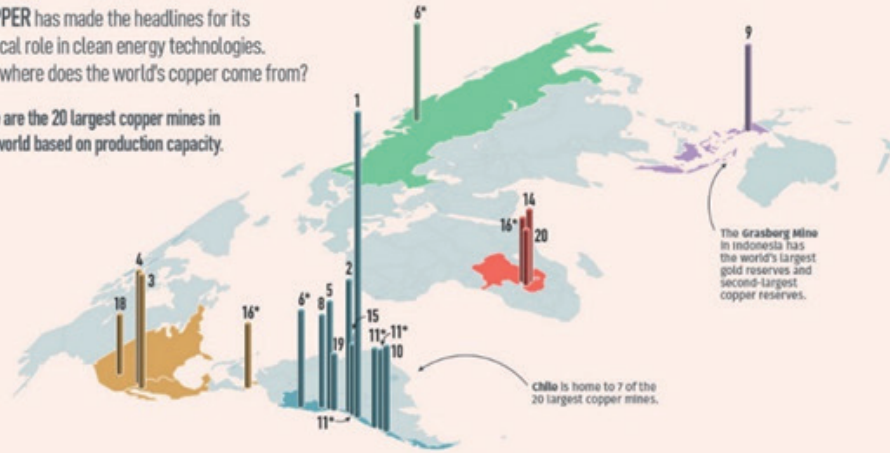
Butun dunyo bo'ylab taxminan 150 000 tonna mis qayta ishlanadi, bu iste'molning taxminan 9% ni tashkil etuvchi metall parchalari va qotishmalarini qayta ishlash orqali tozalanadi. Xarid qilingan qoldiqlarning ishlab chiqarish jarayonlaridan olingan misning taxminiy miqdori 720 ming tonnani tashkil qiladi. Chiqindilardan olingan mis AQSh mis yetkazib berishning qariyb 38% ni tashkil qiladi. Mamlakatimizda u yiliga taxminan 40 ming tonna mis qoldiqlarini konvertatsiya qilish orqali olinadi.



THE TOP 20 COPPER MINES BY CAPACITY

COPPER has made the headlines for its critical role in clean energy technologies. But where does the world's copper come from?

Here are the 20 largest copper mines in the world based on production capacity.



0 tonnes ————— 1.4M tonnes

Annual copper production capacity (tonnes per annum)

1 CHILE
ESCONDIDA
1,400,000 tpa
LARGEST OWNER: **BHP**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **7.0%**

2 CHILE
COLLAHUASI
610,000 tpa
LARGEST OWNERS: **GLENCORE / AngloAmerican**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **3.1%**

3 MEXICO
BUENAVISTA DEL COBRE
525,000 tpa
OWNER: **Grupo México**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.6%**

4 U.S.
MORENCI
520,000 tpa
LARGEST OWNER: **Freeport-McMoan**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.6%**

5 PERU
CERRO VERDE II
500,000 tpa
LARGEST OWNER: **Freeport-McMoan**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.5%**

6 PERU
ANTAMINA
450,000 tpa
LARGEST OWNERS: **BHP / GLENCORE**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.3%**

6* RUSSIA
POLAR DIVISION
450,000 tpa
OWNER: **RUSSIAN MINING**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.3%**

8 PERU
LAS BAMBAS
430,000 tpa
LARGEST OWNER: **MIRASOL**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.2%**

9 INDONESIA
GRASBERG
400,000 tpa
OWNER: **PT Freeport Indonesia**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.0%**

10 CHILE
EL TENIENTE
399,000 tpa
OWNER: **Codelco**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **2.0%**

11* CHILE
CHUQUICAMATA
370,000 tpa
OWNER: **Codelco**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.9%**

11* CHILE
LOS BRONCES
370,000 tpa
LARGEST OWNER: **AngloAmerican**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.9%**

11* CHILE
LOS PELAMBRES
370,000 tpa
LARGEST OWNER: **AngloAmerican**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.9%**

14 ZAMBIA
KANSANSHI
340,000 tpa
LARGEST OWNER: **AngloAmerican**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.7%**

15 CHILE
RADOMIRO TOMIC
330,000 tpa
OWNER: **Codelco**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.7%**

16* CONGO
KAMOTO
300,000 tpa
LARGEST OWNER: **KAMOTOCORP**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.5%**

16* PANAMA
COBRE PANAMA
300,000 tpa
LARGEST OWNER: **MINA PANAMA**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.5%**

18 U.S.
BINGHAM CANYON
280,000 tpa
OWNER: **Freeport-McMoan**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.4%**

19 PERU
TOQUEPALA
265,000 tpa
OWNER: **Freeport-McMoan**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.3%**

20 ZAMBIA
SENTINEL
260,000 tpa
OWNER: **AngloAmerican**
% OF GLOBAL PRODUCTION: **1.3%**

*Represents mines that are tied
Source: The World Copper Factbook 2020

ELEMENTS

elements.visualcapitalist.com

The Earth's natural resources power our everyday lives. VC Elements breaks down the building blocks of the universe.

We live in a material world.

KAYNAKÇA / SOURCES / RESURSLAR

- [1]MTA “<https://www.mta.gov.tr/v3.0/metalik-madenler/bakir>”
- [2]Haiyan G., Da S., Jun W., Baode S., “Manufacturing OFC With Recycled Copper By Charcoal-Filtration,” *Materials Letters*, 2005, ss.1-3
- [3]Burhan O., Bakır ve Alaşımları, Malzeme Bilgisine Giriş, OERLIKON Yayını, 1989, ss. 1-5
- [4]Şire H., Adana Sanayi Odası, Özbekistan Ülke Bilgi Notu, 2022
- [5]U.S. Geological Survey, 2021, Mineral commodity summaries 2021: U.S. Geological Survey, 200 p., [6]<https://demirbirlik.org/Eklenti/122,bakirraporpdf.pdf?0&tag1=562101DE67F04F512DCB059DA54A3B403F20405D> (Erişim tarihi: 21.02.2023)
- [7] <https://www.agmk.uz/en/menu/about-us> (Erişim tarihi: 21.02.2023)
- [8] <https://www.qha.com.tr/haber-arsivi/ozbekistan-bakir-rezervlerinden-elde-edilen-gelirleri-acikladi-363355> (Erişim tarihi: 07.04.2023)
- [9]Eken, M. 2021. Bakır Sektör Raporu
- [10]The International Trade Centre. (2021, Aralık). Trade Map. <https://www.trademap.org/> adresinden alındı. (Erişim tarihi: 18.05.2023)
- [11]Turan, M. D. 2010. Etkin Yükseltgenler Varlığında Kalkopiritin Basınç Liçinin incelenmesi, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [12] <https://www.911metallurgist.com/blog/copper-miningextraction-process-flow-chart>
- [13] Biswas, A.K., Davenport W.G., 1980.“ Extractive Metallurgy of Copper “ 2nd. Edition, Pergamon Pres, London.
- [14] Sanchez, M., Parada, F., Parra, R., Marquez, F., Jara, R., Carrasco, J. C., & Palacios, J. (2004, January). Management of copper pyrometallurgical slags: giving additional value to copper mining industry. In VII Int. Conference on Molten Slags, Fluxes & Salts, Cape Town, South Africa (pp. 543-550).
- [15]Traulsen, H. R., Taylor, J. C., & George, D. B. 1982. Copper smelting—an overview. *JOM*, 34(8), 35-40.
- [16]Nikolić, I. P., Milošević, I. M., Milijić, N. N., & Mihajlović, I. N. (2019). Cleaner production and technical effectiveness: Multi-criteria analysis of copper smelting facilities. *Journal of Cleaner Production*, 215, 423-432.
- [17]Devia, M., Parra, R., Queirolo, C., Sánchez, M., & Wilkomirsky, I. 2019. Copper smelting and converting: past and present Chilean developments. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy*, 128(1-2), 108-116.
- [18]Moskalyk, R. R., & Alfantazi, A. M. (2003). Review of copper pyrometallurgical practice: today and tomorrow. *Minerals Engineering*, 16(10), 893-919.
- [19]Boyrızlı, M. 2001. Bakır Konverter Cürufunun Dikromatlı Ortamda Liçinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Üretim Anabilim Dalı, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
- [20]Nadirov, R. K.,Turan, M. D., Karamyrzayev, G. A. 2020. Copper smelter slag leaching with hydrochloric acid in isopropyl alcohol: kinetic study, *International Journal of Biology and Chemistry* 13, № 2, 141.
- [21]Nadirov, R. K.,Turan, M. D., Karamyrzayev, G. A.2019. Copper ammonia leaching from smelter slag, *International Journal of Biology and Chemistry* 12, № 2, 135.
- [22]Carranza, F., Romero, R., Mazuelos, A., Iglesias, N., Forcat, O. 2009. Biorecovery of Copper from Converter Slags: Slags Characterization and Exploratory Ferric Leaching Tests, *Hydrometallurgy*, cilt 97, pp. 39-45
- [23]Turan, M.D., Sari, Z.A., Miller, J.D. 2017. Leaching of Blended Copper Slag in Microwave Oven, *Trans. Nonferrous Met. Soc.*, cilt (27), pp. 1404-1410
- [24]Banza, A.N., Gock, E., Kogolo, K. 2002. Base Metals Recovery from Copper Smelter Slag by Oxidising Leaching and Solvent Extraction, *Hydrometallurgy*, cilt 67, pp. 63-69
- [25]Yang, Z., Rui-lin, M., Wang-dong, N., Hui, W. 2010. Selective Leaching of Base Metals from Copper Smelter Slag, *Hydrometallurgy*, cilt 103, pp. 25-29
- [26]Dimitrijevic, M.D., Urosevic, D.M., Jankovic, Z.D., Milic, S.M. 2016. Recovery of Copper from Smelting Slag By Sulphation Roasting and Water Leaching, *Physicochem. Probl. Miner. Process.*, cilt 52(1), pp. 409–421
- [27]Dimitrijevic, M.D., Urosevic, D., Milic, S., Sokic, M., Markovic, R. 2017. Dissolution of Copper from Smelting Slag by Leaching in Chloride Media, *J. Min. Metall. Sect. B-Metall.*, cilt 53 (3) B, pp. 407 – 412
- [28]Shi, G., Liao, Y., Su, B., Zhang, Y., Wang, W., Xi, J. 2020. Kinetics of Copper Extraction from Copper Smelting Slag by Pressure Oxidative Leaching with Sulfuric Acid, *Separation and Purification Technology*, cilt 241, pp. 116-699
- [29]Satapathy , B.K ., Dutta, P., Dey, D.N., Jena, P.K., 1985, Recovery of Copper from Converter Slay by Segregation

- Roasting, Extraction Metallurgy '85, Institution of Mining and Metallurgy, Section. C, 79-82.
- [30] Guy, S., Bailey, N.T., 1979, "Cyanidation of Copper Slags" Hydrometallurgy, 35 – 41.
- [31] Canbazoglu M., Girgin, i., 2001, Cevher Hazirlama El Kitabı, 1-18, İTÜ Yayınları İstanbul
- [32] Sukla, L.B., S.C., Jena P.K., 1986, Recovery of Cobalt, Nickel and Copper from Converter Slag Through Roasting With Ammonium Sulphate and Sulfuric Acid, Hydrometallurgy, 16 :153 – 165
- [33] Bodas, M. G., Mathur, S.B., 1997, Studies in Reduction – Roast Leaching Ion Exchange of Copper Converter Slag from an Indian Copper Complex, Ghatshila, Ind. Eng. Chem. Res., 36 : 5419 – 5424
- [34] Bruckard, W. J., Sparrow, G. J., & Woodcock, J. T. 2011. A review of the effects of the grinding environment on the flotation of copper sulphides. International Journal of Mineral Processing, 100(1-2), 1-13.
- [35] Graham, R., & Heathcote, C. R. 1982. The effect of the oxidation state of the pulp on the selective flotation of chalcopyrite from Black Mountain ore. In Proceedings, 12th CMMI Congress (Vol. 2, pp. 867-877). South African Inst. Min. Metal Johannesburg.
- [36] Gonçalves, K. L. C., Andrade, V. L., & Peres, A. E. C. (2003). The effect of grinding conditions on the flotation of a sulphide copper ore. Minerals engineering, 16(11), 1213-1216.
- [37] Zuo, Z., Feng, Y., Dong, X., Luo, S., Ren, D., Wang, W., ... & Lin, X. 2022. Advances in recovery of valuable metals and waste heat from copper slag. Fuel Processing Technology, 235, 107361.
- [38] Jeldres, R. I., Uribe, L., Cisternas, L. A., Gutierrez, L., Leiva, W. H., & Valenzuela, J. (2019). The effect of clay minerals on the process of flotation of copper ores-A critical review. Applied Clay Science, 170, 57-69.
- [39] Antonijević, M. M., Dimitrijević, M. D., Stevanović, Z. O., Serbula, S. M., & Bogdanovic, G. D. 2008. Investigation of the possibility of copper recovery from the flotation tailings by acid leaching. Journal of hazardous materials, 158(1), 23-34.
- [40] Sarrafi, A., Rahmati, B., Hassani, H. R., & Shirazi, H. H. A. 2004. Recovery of copper from reverberatory furnace slag by flotation. Minerals Engineering, 17(3), 457-459.
- [41] Turan, M. D., Sarıkaya, M., Sari, Z. A., Haxhıaj, A., Depci, T., Demiraslan, A., Nizamoğlu, H. 2017. Investigating and Optimization of Copper Extraction from Chalcopyrite Concentrate with Hydrogen Peroxide in Presence of Acetic Acid, Current Physical Chemistry, 7, 267-272.
- [42] Bekpulatov, J. M., Yakubov, M. M., Ahmedov, K., & Mukhametjanova, S. A. 2022. Material Composition and Development of Technology for Processing the Tailings of the Copper-Concentrating Plant of JSC "Almalyk MMC". In Proceedings of Fourth International Conference on Inventive Material Science Applications: ICIMA 2021 (pp. 179-185). Springer Singapore.
- [43] Padilla, A.G., Cisternas, A.L., Cueto, Y.J., 2008, On the Optimization of Heap Leaching, Minerals Engineering, 21: 673-678.
- [44] Conesa, M.H., Faz, A., Arnaldos, R., 2006, Heavy Metal Accumulation and Tolerance in Plants from Mine Tailings of the Semiarid Cartagena-La Union Mining District (SE Spain), Science of the Total Environment 366 : 1 – 11.
- [45] Xie, Y., Xu, Y., Yan, L., Yang, R., 2005, Recovery of Nickel, Copper and Cobalt from Low-Grade Ni-Cu Sulfuride Tailings, Hydrometallurgy, 80 : 54 – 58.
- [46] Hansen, K.H., Yianatos, B.J., Ottosen, M.L., 2005, Speciation and Leachability of Copper in Mine Tailings from Porphyry Copper Mining : Influence of Particle Size, Chemosphere, 60 : 1497 – 1503.
- [47] Sari, Z.A., Turan, M. D., Nizamoğlu, H., Demiraslan, A., Depci, T. 2020. Selective Copper Recovery with HCl Leaching from Copper Oxalate Material, Mining, Metallurgy & Exploration, 37:887–897.
- [48] Turan, M. D. 2019. Optimization of selective copper extraction from chalcopyrite concentrate in presence of ammonium persulfate and ammonium hydroxide, International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials Volume 26, Number 8, Page 946.
- [49] Vokhidov, B. R. 2022. New horizons processing of technogenic waste of the copper industry. The American Journal of Applied sciences, 4(05), 42-51.
- [50] Zha, G., Yang, B., Yang, C., Guo, X., & Jiang, W. 2019. Selective separation and recovery of valuable metals by vacuum distillation of copper anode slime flotation tailings. Jom, 71, 2413-2419.
- [51] Qu, G., Li, B., & Wei, Y. 2023. A novel approach for the recovery and cyclic utilization of valuable metals by co-smelting spent lithium-ion batteries with copper slag. Chemical Engineering Journal, 451, 138897.
- [52] Turan, M D., Arslanoğlu, H., Altundoğan, H. S. 2013. Yüksek basınç reaktör sisteminde küre kalkopirit konsantresinden metallerin ekstraksiyonu üzerine bir araştırma, SAÜ. Fen Bil. Der. 17. Cilt, 3. Sayı, s. 447-455.

- [53] Dutrizac, J. E. 1981. The Dissolution of Chalcopyrite in Ferric Sulfate and Ferric Chloride Media, *Metallurgical Transactions B*, 12, 371-378.
- [54] Turkmen, Y., Kaya, E. 2009. Acidified ferric chloride leaching of a chalcopyrite concentrate, *The Journal of Ore Dressing*, 11, 16-24.
- [55] Prasad, S., Pandey, B.D. 1998. Alternative Processes for Treatment of Chalcopyrite, *Minerals Engineering*, 11, 763-781.
- [56] Hyvarinen, O., Hamalainen, M. 2005. HydroCopper-A New Technology Producing Copper Directly from Concentrate, *Hydrometallurgy*, 77, 61-65.
- [57] Hiroyoshi, N., Hirota, M., Hirajima, T., Tsunekawa, M. 1997. A case of ferrous sulfate addition enhancing chalcopyrite leaching, *Hydrometallurgy*, 47, 37-45.
- [58] Bjorling, G., Faldt, I., Lindgren, E., Toromanov, I. 1976. A Nitric Acid Route in Combination with Solvent Extraction for Hydrometallurgical Treatment of Chalcopyrite, In *Extractive Metallurgy of Copper*, AIME, Vol. 2, 725-73, New York.
- [59] Maurice, D., Hawk, J.A. 1998. Ferric Chloride Leaching of Mechanically Activated Chalcopyrite, *Hydrometallurgy*, 49, 103-123.
- [60] Tamagawa, T., Tabaian, S.H., Fu, N.X., Kobayashi, M., Iwasaki, I. 2000. Extraction of Copper from Chalcopyrite Concentrates without Suphuric Acid Generation via Chlorination, Part 1: Gaseous Chlorination of Sulphide Concentrates, *Minerals and Metallurgical Processing*, 17, 259-263.
- [61] Sarvesware Rao, K., Ray, H.S. 1998. A New Look at Characterisation and Oxidative Ammonia Leaching Behaviour of Multimetal Sulphides, *Minerals Engineering*, 11, 1011-1024.
- [62] Feng, D., Van Deverter, J.S.J. 2002. Leaching Behavior of Sulphides in Ammoniacal Thiosulphate Systems, *Hydrometallurgy*, 63, 189-200.
- [63] Havlik, T., Miskufova, A., Tatarka, P. 2000. Modern Methods of Oxidative Chalcopyrite Leaching, *Acta Metallurgica Slovaca*, 4, 62-68.
- [64] Lovas, M., Murova, A., Mockovciakova, A., Rowson, N., Jakabsky, S. 2003. Intensification of Magnetic Separation and Leaching of Cu-Ores by Microwave Radiation, *Separation and Purification Technology*, 31, 291-299.
- [65] DPT. 2001. Sekizinci beş yıllık kalkınma planı, Madencilik özel ihtisas komisyonu raporu metal madenler alt komisyonu bakır-pirit çalışma grubu raporu, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Yayın No: DPT 2627-ÖİK; 638
- [66] Lu, Z.Y., Jeffrey, M.I., Lawson, F. 2000. The Effect of Chloride Ions on the Dissolution of Chalcopyrite in Acidic Solutions, *Hydrometallurgy*, 56, 189-202.
- [67] Devi, N.B., Madhuchanda, M., Rath, P.C., Srinivasa Rao, K., Paramguru, R.K. 2001. Simultaneous Leaching of A Deep-Sea Manganese Nodule and Chalcopyrite in Hydrochloric Acid, *Metallurgical and Materials Transactions B*, 32B, 777-784.
- [68] Turan, M. D., Sarı, Z., Demiraslan, A. 2019. Ultrasound-Assisted Leaching and Kinetic Study of Blended Copper Slag, *Metallurgical And Materials Transactions B Volume 50B*, 1949-1956.
- [69] Turan, M. D., Boyrazlı, M., Altundoğan, H. S. 2018. Improving of copper extraction from chalcopyrite by using NaCl, *J. Cent. South Univ.* 25: 21-28.
- [70] Turan, M. D., Kalender, L. 2014. An Alternative Approach for the Metal Production from Copper Slag, *Current Physical Chemistry*, 4, 313-317.
- [71] Turan, M. D., Arslanoğlu, H., Altundoğan, H. S. 2015. Optimization of the leaching conditions of chalcopyrite concentrate using ammonium persulfate in an autoclave system, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* 50, 49-55.
- [72] Turan, M. D. 2014. Direct selective leaching of chalcopyrite concentrate, *Canadian Metallurgical Quarterly*, VOL 53 NO 4, 444-449.
- [73] Turan, M. D., Altundoğan, H. S. 2014. Leaching of a copper flotation concentrate with ammonium persulfate in an autoclave system, *International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials Volume 21, Number 9*, Page 862.
- [74] Turan, M. D., Altundoğan, H. S. 2013. Leaching of copper from chalcopyrite concentrate by using ammonium persulphate in an autoclave: Determination of most suitable impeller type by using response surface methodology, *J. Cent. South Univ.* 20: 622-628.
- [75] Turan, M. D., Altundoğan, H.S. 2013. Leaching of Chalcopyrite Concentrate with Hydrogen Peroxide and Sulfuric Acid in an Autoclave System, *Metallurgical And Materials Transactions B*, Volume 44B, 809-819.
- [76] Turan, M. D., Silva, J. P., Sarı, Z. A., Nadirov, R., Toro, N. 2022. Dissolution of Chalcopyrite in Presence of

- [illegible]



OSTİM TEKNİK
ÜNİVERSİTESİ
A N K A R A



ÖZBEKİSTAN
BAKIR SEKTÖRÜ
RAPORU

OHANGARON TECH
ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ

2023

UZBEKISTAN COPPER
SECTOR REPORT AND
OHANGARON TECH
ORGANIZED
INDUSTRIAL ZONE

O'ZBEKISTON MIS
SEKTORI HISOBOTI VA
OHANGARON
TEKNOLOGIYA TASHKIL
ETILADIGAN SANOAT