

T.C.
DICLE UNİVERSİTESİ
FEN BİLEMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ETİBANK GÜLEMAN KEF KONSANTRATÖR
TESİSİ KROMİT ARTIKLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

106523

Mehmet Emin AYDIN

106523

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALİ

DIYARBAKIR
KASIM—2001

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

DIYARBAKIR

Bu çalışma, jürimiz tarafından MADEN MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesinin Ünvanı, Adı Soyadı:

Başkan: Prof. Dr. Osman Zeki HEKİMOĞLU

Üye : Doç. Dr. Fikri KAHRAMAN (Danışman)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Şefik İMAMOĞLU

Osman Zeki Hekimoğlu
Fikri Kahraman
Şefik İmamoğlu

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

20.12.2020 /



Prof. Dr. Hasan İhsan TUTALAR

Enstitü Müdürü

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÖNSÖZ

Yüksek lisans çalışmalarında hiçbir fedakarlığı esirgmeden her zaman yardımcı olan ve çalışmalarına yön veren danışmanım Sayın Doç. Dr. Fikri Kahraman'a, deneysel çalışmalarımın bir kısmını İ.T.Ü. Maden Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Cevher ve Kömür Hazırlama ABD Laboratuvarların'da yapma imkanı sağlayan ve her zaman yardım ve desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Mehmet Sabri Çelik'e; analiz metodunun belirlenmesinde olumlu fikir ve eleştirileriyle katkıda bulunan Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Analitik Kimya ABD öğretim üyelerinden Prof Dr. Recep Ziyadanoğullarına; Etikrom yöneticilerine ve analizlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Elazığ Ferrokrom Laboratuvarındaki Yüksek Kimya Mühendisi Ahmet Demirbağ ve teknik personeline, Guleman Sori işletmesindeki Maden Mühendisleri İdris Akın, Nimet Coşkun, Murat Bulut ve diğer teknik elemanlara teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman maddi ve manevi desteklerini gördüğüm anne ve babama ayrıca ilgi ve desteğini gördüğüm sevgili eşime sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Mehmet Emin Aydın

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
AMAÇ	i
ÖZET	ii
SUMMARY	iii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Krom	2
2.2. Kromit Yatakları	3
2.2.1. Stratiform Kromit Yatakları	4
2.2.2. Podiform Kromit Yatakları	4
2.3. Türkiye’de Kromit Yatakları	4
2.3.1. Guleman Yöresi Kromit Yatakları	5
2.3.1.1. Batı Kef Kromit Yatağı	6
2.4. Kromit Rezervleri	7
2.4.1. Dünya Kromit Rezervleri	7
2.4.2. Türkiye Kromit Rezervleri	7
2.5. Kromit Üretimi	11
2.5.1. Dünya Kromit Üretimi	11
2.5.2. Türkiye Kromit Üretimi	12
3. KROMİT KULLANIM ALANLARI	14
3.1. Metalurjik Kromit	14
3.2. Refrakter Kromit	15
3.3. Kimyasal Kromit	16
4. KROM TİCARETİ	18
4.1. Dünya Krom Ticareti	18
4.2. Türkiye Krom Ticareti	18

5. KROMİTİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ	22
5.1. Özgül Ağırlık Farkına Göre Zenginleştirme	24
5.1.1. Jig ile Zenginleştirme	24
5.1.2. Sarsıntılı Masalarla Zenginleştirme	25
5.2. Manyetik Ayırma ile Zenginleştirme	26
5.3. Flotasyon ile Zenginleştirme	27
6. FERROKROM ÜRETİMİ	28
7. KEF KONSANTRATÖR TESİSİ	32
8. KEF KONSANTRATÖR TESİSİ ARTIK BARAJI	41
9. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	44
10. MATERYAL VE METOD	47
10.1. Materyal	47
10.2. Metod	47
10.2.1. Kimyasal Analiz	47
10.2.2. Sarsıntılı Masa	48
11. ARAŞTIRMA BULGULARI	50
11.1. Numunenin Minerolojik Özellikleri	50
11.2. Numunenin Kimyasal Özellikleri	51
11.3. Numunenin Boyuta Göre Cr ₂ O ₃ Dağılımı	52
11.4. Serbestleşme Boyutunu Tesbit Etmek İçin Yapılan Deneyler	53
11.5. Sarsıntılı Masa İle Zenginleştirme	54
11.6. Sarsıntılı Masayla Zenginleştirme Deneyleri	56
11.6.1. Frekansı Tespit Etmek İçin Yapılan Deneyler	56
11.6.2. Stroki Tespit Etmek İçin Yapılan Deneyler	60
11.6.3. Eğimi Tespit Etmek İçin Yapılan Deneyler.	65
11.6.4. Yıkama Suyu Miktarını Tespit Etmek İçin Yapılan Deneyler	69

11.6.5. Optimum Koşullarda Yapılan Deney Sonuçları	72
11.7. Yüksek Alan Şiddetli Döner Diskli Manyetik Ayırıcı Sonuçları	74
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	76
KAYNAKLAR	78
ŞEKİLLER LİSTESİ	82
ÇİZELGELER LİSTESİ	83
ÖZGEÇMİŞ	86



AMAÇ

Bu çalışma, 1999 – 2001 yılları arasında Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

Elazığ Guleman Kef konsantratör tesisi artıklarının geri kazanımı bu araştırmanın konusunu oluşturmaktadır. Bu araştırmanın amacı barajda biriktirilen yüksek tenörlü kromit artıklarının sallantılı masa ve manyetik ayırıcı kullanılarak değerlendirilmesini araştırmaktır.



ÖZET

Guleman kef konsantratör tesisinin 10 yıllık bir sürede barajda stoklanan artıklarını değerlendirmek amacıyla temsili numuneler alınmıştır. Numune üzerinde yapılan elek analizi sonucunda malzemenin %57.4'ünün 0.3 mm üzerinde ve %20.98 Cr_2O_3 tenörlü, geri kalan %42.6'sının 0.3 mm 'nin altında ve %21.21 Cr_2O_3 tenörlü olduğu tesbit edilmiştir. Serbestleşme boyutunu tesbit etmek amacıyla bir dizi deney yapılmış ve en uygun boyutun -0.3 mm olduğu tesbit edilmiştir. Deneyler -0.1 mm fraksiyonun masa ile zenginleştirmeye uygun olmadığını göstermiş, onun için masa ile zenginleştirme deneyleri $-0.3+0.1$ mm aralığında yapılmıştır. Sarsıntılı masa deneyleri sonucunda, optimum şartlarda %34.08 Cr_2O_3 'lük konsantre %90.00'lik verimle elde edilmiştir. %4.34 Cr_2O_3 içerikli malzeme ise artık olarak atılmıştır. Elde edilen konsantre yüksek alan şiddetli döner diskli kuru manyetik ayırıcıya beslendiğinde %45.21 Cr_2O_3 içerikli nihai konsantre %87.46'lık verimle elde edilmiştir.

SUMMARY

In order to evaluate the stockpile of Etibank Guleman-Kef Concentrator tailings. Representative samples were taken from different points by forming a grid on the tailing dam. It was found from the analysis conducted on the sample that 57.4 % by weight of the sample was above 0.3 mm with a grade of 20.98 %Cr₂O₃ and the remaining 42.6% of the sample was under 0.3 mm with a grade of 21.21 % Cr₂O₃ . A series of experiments were conducted in order to determine the liberation size, and -0.3 mm was found to be the most efficient liberation size. Experiments revealed that -0.1 mm fraction was not suitable for separation by shaking table so shaking table experiments were carried out on -0.3+0.1 mm size fraction. The results of shaking table experiments under optimum conditions revealed that a pre-concentrate assaying 34.08 %Cr₂O₃ with 90.00 % recovery could be obtained and the tailing contained only 4.82 % Cr₂O₃. The pre-concentrate from shaking table was fed to A High Intensity Dry Magnetic Separator (HIDMS) and a final concentrate assaying %45.76 % Cr₂O₃ with 87.46 % recovery was obtained.

1.GİRİŞ

Yer altı kaynaklarımız açısından önemli bir konuma sahip olan krom cevherinin % 75 nin kullanıldığı metallurji endüstrisi, yüksek tenörlü ve roş (parça) kalite krom cevheri gerektirmektedir. Ancak metallurji endüstrisinde kullanılabilir kalitedeki krom cevheri rezervlerimizin giderek azalması nedeniyle, ince boyutlu ve düşük tenörlü konsantre kromit cevherinin zenginleştirilmesiyle elde edilecek küçük boyutlu konsantrelerin ferrokrom tesislerinde kullanım olanaklarının araştırılması gerekmektedir. Bu amaçla konsantre kromitler, peletleme, briketleme ve sinterleme gibi yöntemlerle aglomero edilerek ferrokrom üretiminde kullanılan elektrik ark fırınlarına beslenebilecek boyuta getirilmektedir.

Dünya krom fiyatlarındaki karakteristik değişkenliğe rağmen, Türkiye'deki krom madenciliği canlılığını sürdürmektedir. Zaman zaman kromit fiyatlarındaki astronomik artışlar, kısa sürede kaliteli krom üretme ve satma eğilimini gündeme getirirken, gerek ocaktaki üretim sistemi gerekse zenginleştirme tesislerindeki randıman ikinci planda kalabilmekte ve değerlendirilmesi gereken bir ürün artık olarak atılabilmektedir (Güney, 1990).

Kef konsantrator tesisi Finlandiya firması olan Outokumpo tarafından kurulmuştur. Zenginleştirme tesisi 1991 yılında batı – kef kromit yataklarındaki görünür + muhtemel rezervi yaklaşık 8.5 milyon ton olan düşük tenörlü (% 13 –37 Cr₂O₃) cevheri zenginleştirmek üzere faaliyete girmiştir.

Tesis sallantılı masa, reichert konileri ve reichert spirallerini içermektedir. Cevher yeterli serbestleşme boyutuna öğütülmediği için tesis istenilen kalite ve miktarın çok altında konsantre üretmiştir. Kromitin önemli bir kısmı artıktadır.

Tesis yakınında gelecek krom konsantratör artığını depolamak, tesis için gerekli su temini ve atık sularının çevreyi kirletmesini önlemek için aktif rezervuar hacmi 35 750 m³ olan iki kademeli baraj yapılmıştır. Tesisteki verilerden alınan sonuçlara göre artık barajındaki malzeme 363 933 ton'dur. Ancak artık rezervuar hacmine göre hesaplandığında bu miktar çok daha fazla olabilir (Aydın ve ark., 2001).

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Krom

Doğada en yaygın olarak bulunan, ekonomik değer taşıyan ve krom yatağının esasını teşkil eden tek krom minerali "KROMİT" dir. Koyu kahverenginden yağlı siyaha kadar çeşitli renklerde olabilir. Kubik oktaedral sistemde kristalleşir. Mohrs skalasına göre sertliği 5.5 tir. Yoğunluğu 4.3–4.6 gr/cm³ arasında değişir. Kromit minerallerinin bileşimi birbirlerinden oldukça farklılıklar göstermektedir. Ancak genel olarak R² O R³ O₃ formülü ile ifade edilebilirler. Burada

R² : Mg, Fe

R³ : Cr, Al, Fe'dir.

Teorik olarak kromit içinde ağırlıkça %68 Cr₂O₃ ve %32 FeO bulunur. Oysa kromit doğada böyle bulunmamaktadır. Nedeni ise +2 değerli element olarak demirin yerine magnezyum, +3 değerli element olarak da kromun yerine alüminyum ve demirin girmesidir. Ayrıca silikat mineralleri ile de çok sıkı birlikte büyüme gösterebilirler. Kromit spinellerindeki çeşitli bileşenlerin dağılımı;

Cr ₂ O ₃	: %13.9 – 68 genelde % 33 - 55
Al ₂ O ₃	: % 0 – 30
MgO	: %10.44 – 32.5
Fe ₂ O ₃	: % 0 – 30
FeO	: % 0.6 - 18

Kromit mineralleri az miktarda Pt, Ni, Ca, Zn, Mn, V, Ti'da içerebilmektedir. Bu değişimlerden dolayı üç farklı kalitede kromit cevheri tanımlanmaktadır. Özellikleri değişken olabilmektedir. Karakteristik veriler Çizelge 2. 1'de sunulmuştur (Güney, 1990).

Çizelge 2.1. Kromit Cevherinin Karakteristik Özellikleri (Gence, 1985).

	Cr ₂ O ₃	Cr/Fe	Cr ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	Fe	SiO ₂
Metalürjik kalite	>%48	>2.8	–	–	–
Refrakter kalite	>%30	kritik değil	>%57	<%10	<%5
Kimyasal kalite	>%45	–	–	–	<%

2.2. Kromit Yatakları

Yeryüzünde çok sayıdaki krom yatakları ayrıntılı bir şekilde incelendiğinde, kromitin peridotitler içinde kristalleşmenin başlangıç aşamasında, farklılaşma sonucunda ayrılarak kristalleştiği saptanmıştır. Oluşumu kısaca şu şekilde izah edilmiştir: Bilindiği gibi magma ; birbiri içinde erimiş, eriyik, yüksek basınç ve sıcaklıkta dengede, doğada bulunan bütün elementleri içeren fizikokimyasal bakımdan akışkan karakter taşıyan bir materyaldir. Fiziko-kimyasal koşulların değişmesi, örneğin sıcaklık ve basınçtaki azalma (jeolojik olaylar sonucu) magmanın stabilitesini (duraylılığını) bozar ve söz konusu sıcaklık düşüşü önce refrakter (yüksek sıcaklıkta kristalleşen) minerallerin oluşumunu sağlar. Örneğin kromit, ilmenit, manyetit kristalleşir ve magma içinde yerçekiminin etkisiyle hareket ederek magma-mineral yoğunluğunun dengede olabileceği kısımlarda belirli seviyeler oluştururlar (stratiform yataklar). Bu tür oluşan yataklara likid magmatojen diferansiyasyon yolu ile oluşan maden yatakları adı verilir. Eğer stratiform tabakalar magmanın katılaşmasını takiben tektonik olaylar sonucu kırılıp, parçalanıp merccekler (adeseler-cepler) oluşturabilirlerse Alpin tipi yatakları meydana getirirler (podiform yataklar). Kristalizasyon diferansiyasyon yolu ile üretken (prodüktif) magmadan ayrılarak oluşan bu tür cevherleşmelere en iyi örnekleri özellikle ultrabazik, nadiren bazik formasyonlar içinde yer alan krom (Guleman, Fethiye, Bursa, Eskişehir bölgeleri – Türkiye, Bushweld – Güney Afrika) yatakları teşkil eder (Burut ve ark., 1990).

2.2.1. Stratiform Krom Yatakları

Dünya krom yataklarının % 90'ı bu tiptedir. Yataklar Bushveld ve Stillwater sınıfı magmatik komplekslerin genellikle alt kısımlarında oluşmuş tabakalar halindedir. Bu komplekslerin yakın çevre kayaçları, ana gabroik magmanın ultrabazik farklılaşma ürünleri olan dunit, peridotit ve piroksenitlerdir. Söz konusu kayaçlardan oluşan tabakalar geniş yatay uzanım, düzenlilik ve kompleksler içinde sabit konumlar gösterirler. Yataklardaki kromit genellikle demir yönünden zengindir (Kırıkoğlu, 1992).

2.2.2. Podiform Kromit Yatakları

Bunlar merceksi veya kabaca düzlemsel cepler halinde olup, rezervleri birkaç kilogramdan, birkaç milyon tona değişir. Üretimin büyük kısmı 100.000 ton ve daha fazla cevher içeren oluşumlardan yapılmaktadır. Tüm dünya'da 1.000.000 ton ve daha fazla rezerve sahip olduğu bilinen bu tür yatak sayısı bir düzineden azdır. Birçok podiform yatak yüksek krom tipinde olmakla birlikte, bunlar aynı zamanda yüksek alüminyumlu kromit için de tek kaynaktır.

Podiform yataklar, Alpin tipte, düzgün olmayan peridotit kütleleri veya peridotit – gabro komplekslerinde oluşmuşlardır. Genellikle Urallar ve Filipin ada yayı gibi orojenik kuşaklarda bulunurlar. Birçok büyük komplekste kromit yatakları, peridotit ve gabro arasındaki dokanağa yakın durumdadır. Yantaşın bileşimi dunitten gabroya kadar değişir ve stratiform tiplerin ortalama bileşimi gabroya yakın olmasına karşılık, Alpin intrüzyonlar peridotite yakındır (Güney, 1990).

2.3. Türkiye'de Kromit Yatakları

Türkiye'de ultrabazik kayaçlar, ufak kütleler, oluşuklar biçiminde geniş alanlar kaplarlar. Bu nedenle Türkiye kromit yönünden varlıklı ülkeler arasındadır. Bantlı yapı gösteren bazı krom yatakları stratiform yatak olarak nitelendirilsede gerçek stratiform tanımlamasına uyan krom yatağı Türkiye'de bulunmamaktadır. Jeolojik ortam dikkate alındığında bulunmasında beklenmemektedir.

Alpin tipine giren Türkiye ültrabazikleri dünit, harzburjit, lerzolit bileşimindedirler ve genellikle serpantinleşmişlerdir. İki tür serpantinleşme izlenmektedir.

- a) Krizotil
- b) Antigorit

Türkiye'deki Alpin tipi (Podiform) krom yatakları düzensiz şekilli (mercek,bant, şekilsiz) ve karmaşık yapılu yataklardır. Bant ve merceklerin boyutları stratiform tipe oranla çok değişiktir. Kalınlığın 50 m'ye devamlılığın da 150 m'ye ulaştığı yataklar biliniyorsa, genelde bu boyutlar birkaç metre düzeyindedir.

Türkiyenin birkaç bölgelerinde peridotitler vardır.Bunlardan ekonomik değerde kromit içerenleri 14 bölgeye ayırmak mümkündür (Güney, 1990).

- Elazığ Bölgesi : Guleman, Soridağ yatakları
- Hatay Gaziantep Böl. : İskenderun, İslahiye yatakları
- Seyhan İçel Böl. : Pozantı, Karsantı,Musalı yatakları,Mersin
- Antalya Bölgesi : Tekirova, Atbüke yatakları
- Muğla Bölgesi : Fethiye Köyceğiz yatakları
- Isparta – Burdur böl. : Acıpayam, yeşilova
- Kütahya Bölgesi : Dağardı, Bozbelen yatakları
- Bursa Bölgesi : Orhaneli, Çatak, Harmancık yatakları
- Eskişehir Bölgesi : Mihalıçık, Kavak, Sepetçi, Başören yatakları
- Çankırı Bölgesi : Çankırı, Kalecik yatakları
- Kastamonu Böl. : Taşköprü yatakları
- Sivas bölgesi : Kangal, Divriği yatakları
- Erzincan-Erzurum Böl. : Kopdağı, Aşkale yatakları
- Kayseri Bölgesi : Pınarbaşı, Tomarza yatakları

2.3.1.Guleman Yöresi Kromit Yatakları

Guleman kromit yatakları Elazığ'ın 50 km. güneybatısındaki peridotitler içinde yer alırlar. Guleman bölgesinde 500 den fazla kromit zuhuru vardır. Bunlardaki kromit kütlelerinin boyutları birkaç santimetreden birkaç yüz metreye kadar değişir. Tektonitlerdeki zuhurlar kümülatlardakilere oranla daha büyük ve kromca daha

zengindirler. Bölge ofiyolitleri, içerdikleri yataklar, litolojik özellikleri, coğrafik ve yapısal durumları göz önüne alınarak dört alt grupta incelenebilir:

- a) Gölalan
- b) Pütyan
- c) Rut-Taşlıtepe
- d) Kefdağ-Kapın-Sabate

Gölalan sektöründe tektoniğe bağlı önemli serpantinleşme, breşleşme birincil kayaç tipini maskeleyecek derecededir. Yine bu tektonik nedeniyle şisti yapı gösteren ve literatörde Kündikan tipi kromit olarak yer alan ocaklarda bu yörede bulunur. Cevher kütleleri düzensiz şekilli değişik boyutludur. Masif cevher içinde iri (2-3 cm.) kromit kristalleri yaygındır. Tenör % 48-54 Cr_2O_3 arasındadır. Alpin tip 1.000.000 tondan fazla rezervli potansiyele sahip bir düzine yatak bulunduğuna göre, 1.200.000 ton cevherli 180m.x 50m. boyutlu Gölalan podiform yatağı bu tip cevherleşmeler arasında özel bir konuma sahiptir.

Litolojik birimler ve aralarındaki ilişkiler açısından Gölalan sektörüne benzeyen Pütyan sektöründe tenör % 45 Cr_2O_3 dolayındadır.

Rut-Taşlıtepe sektöründe egemen kayaç türü harzburjittir. Dünitler bunların içinde arakatki veya dayk şeklinde gözlenir. Tenör değerleri önemli değişiklikler gösterebilir (%37.8-54.3 Cr_2O_3).

Kefdağ-Kapın-Sabate sektöründe oldukça taze dünit ve harzburjitle ana kayaç türleridir. Bu sektörde birçok alt yöre ayırtlanabilir. Bu sektörde tenörler önemli değişiklikler göstermektedir (% 13.27-46.54 Cr_2O_3) (Gümüş, 1998).

2.3.1.1. Batı Kef Kromit Yatağı

Kefdağ bölümünde madencilik çalışmalarının 1939 yıllarında başladığı bilinmesine karşın, elde edilen ilk üretim rakamları 1952 yılına aittir. Etibank'ın kayıtlarına göre, 1952-1981 yılları arasındaki dönemde batı Kef Yatağı'ndan toplam 1 000 000 ton kadar cevher üretilmiştir.

Bat-Kef Krom Yatağı, Batı Kef kesiminde 1000 m uzunluğunda mostraya sahip olup, dunit içinde dunit-harzburgit sınırı boyunca uzanmaktadır. Mostra genişliği en fazla 50m. olan krom yatağı saçılmış ve bantlı tip cevher içermektedir. Asıl niteliği bu olmasına karşın, yatak içinde yer yer ve özellikle iç kısımlarda kromit toplanımlarının artarak masif nitelikli krom bant ve mercleklerinin oluştuğu izlenmektedir. Düşük tenörlü cevherin değerlendirilemediği yıllarda söz konusu masif cevher bant ve merclekleri seçme yöntemiyle işletilmiştir (Engin ve ark.,1981)

Krom yatağının tenörü % 13.27-46.54 Cr₂O₃ arasında değişiklik göstermektedir (Engin ve ark., 1981).

2.4. Kromit Rezervleri

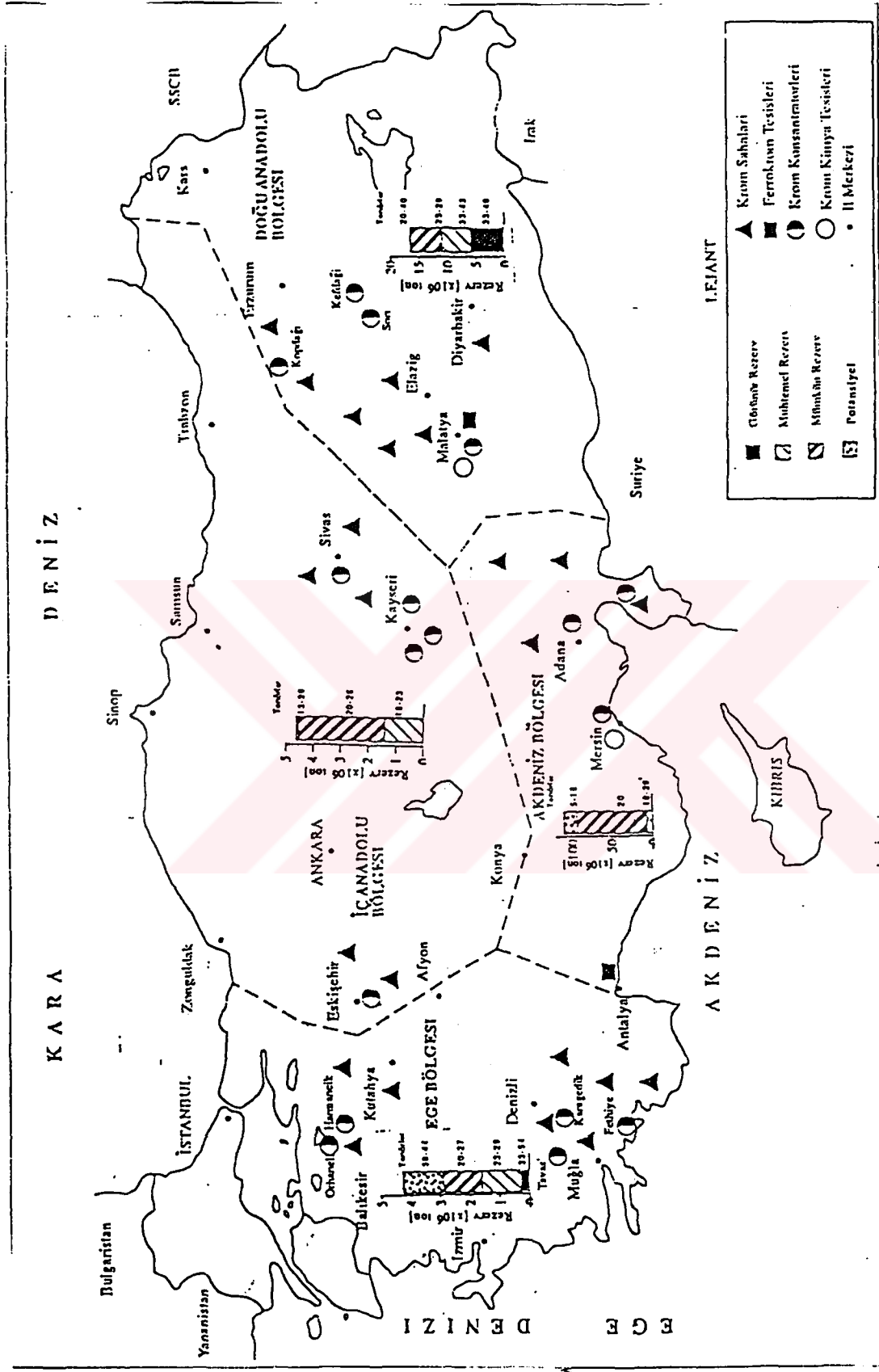
2.4.1. Dünya Kromit Rezervleri

Dünya kromit potansiyeli yaklaşık 12 milyar tondur. Rezerv ve baz rezerv açısından en önemli ülke, stratiform yatakların bulunduğu Güney Afrikadır. Çizelge 2.2.'de rezerv ve baz rezervlere (görünür + muhtemel) ilişkin istatistikler sunulmuştur.

2.4.2. Türkiye Kromit Rezervleri

Kromit yatakları ülkemizde yaklaşık % 4'lük bir alanı kapsayan ultrabazik kayalar içinde oluşmuştur. Bu yataklar (alpin tipi) düzensiz şekilli, çeşitli boyutlu ve genelde metalurjik kaliteli (Cr₂O₃ içeriği yüksek, Cr/Fe oranı = 3/2 -2/1) kromit oluşumlarını içerirler.

Şekil 2.2'de Türkiye kromit rezervlerinin bölgesel dağılımı ve tenör aralıkları ile ferrokrom konsantratör ve krom kimya tesisleri gösterilmiştir. Şekilde kromit rezervleri 4 bölgeye ayrılmış olup Bölgelerin içerdiği kromit sahaları şunlardır. Doğu Anadolu Bölgesi; Elazığ-Guleman, Erzincan-Kop, Malatya ve Diyarbakır, Ege Bölgesi; Bursa, Kütahya, Denizli, İç Anadolu Bölgesi; Sivas, Tokat, Eskişehir, Çankırı, kayseri, Akdeniz Bölgesi; Antalya, Mersin ve Adana.



Şekil 2.2 Türkiye Kromit Sahaları – Rezerv Dağılımı – Tenör Aralıkları, Ferrokrom Konsantraneleri ve Krom Kimya Tesisleri (Şirvanci, 1998).

Ülkemizin toplam rezervi, 1995 yılında Türkiye Krom Envanteri kapsamında yapılan çalışmalarda derlenen bilgilerle saptanmış olup, son rezerv değerleri Çizelge 2.3 'de verilmektedir. Buna göre, Türkiye'nin toplam kromit rezervi 310.2 milyon ton olup, bunun 208.1 milyon tonu görünür + muhtemel rezervdir (Şirvancı, 1998).

Çizelge 2.2. Dünya Kromit Rezervleri, Gemiye Yüklenebilir ($\times 10^6$ ton Cr_2O_3) (Şirvancı, 1998).

ÜLKELER	1992		1983		1975		1960
	Rezerv	Baz Rezerv	Rezerv	Baz Rezerv	Rezerv	Baz Rezerv	Baz Rezerv
G.Afrika C.	959	6.540	828	5.714	2.100	6.100	2.047
Zimbabve	141	927	19	830	560	1.560	610
BDT	129	129	129	129	80	150	12
Hindistan	59	77	14	60	14	40	2
Türkiye	52	71	5	10	10	60	10
Finlandiya	29	29	17	29	33	93	8
Brezilya	8	16	8	9	7	18	-
Filipinler	7	7	14	29	10	19	8
Arnavutluk	6	6	6	20	7	22	1.5
A.B.D	-	10	-	-	-	8	8
Diğerleri	15	21	6	20	20	178	-
TOPLAM	1.405	7.833	1.046	6.850	2.841	8.248	2.706,5

Çizelge 2.3 Çeşitli Kuruluşlara Ait Kromit Rezervleri (Şirvancı, 1998).

KURULUŞ ADI	REZERV (x 1000 ton)					
	% Cr ₂ O ₃	Görünür	Muhmel.	Mümkün	Baz Rezerv	Toplam Rezerv
Etibank	13	149.600	23.800	32.500	173.400	205.900
Egemetal End. A.Ş.	26	3.315	5.072	8.400	8.387	16.787
Uğur Mak.End.A.Ş.	46	10	-	14.751	10	14.761
Birlik Maden A.Ş.	35	2.746	2.692	7.500	5.438	12.938
Dedeman A.Ş.	23	1.100	3.500	7.500	4.600	12.100
Bilfer mad.A.Ş.	18	1.462	2.264	6.212	3.726	9.938
Nurdağ-Gaziantep	42	2	-	7.000	2	7.002
Hayri Ögelman Mad.Ltd.Şti.	27	100	500	5.000	600	5.600
Estaş	26	284	1.297	2.810	1.581	4.391
Türk Maadin Şti.	36	850	150	3.000	1.000	4.000
Musalı-Mersin	36	500	750	2.000	1.250	3.250
Tevfik refik bayoğlu Ltd.Şti.	-	382	842	1.500	1.224	2.724
Hacıbebek- K.Maraş	42	900	750	1.000	1.650	2.650
Pınar Mad.Turz.A.Ş.	23	931	465	233	1.396	1.629
G.Doğu Krom A.Ş.	44	27	512	750	539	1.289
Çeltik Tic.Mad.veSan.Ltd.Şti.	-	92	350	690	442	1.132
M.Sürücüoğlu	-	120	300	500	420	920
Ögel Mad.ve Tic.Ltd.Şti.	27	222	300	40	522	562
Harput Bakırcılık A.Ş.	20	-	510	-	510	510
Oren mad.Ltd.Şti.	-	50	150	300	200	500
Montan Mad.T.A.Ş.	40	74	109	154	183	337
Aycan Mad.Ltd.Şti.	-	20	60	100	80	180
Durmuşlar- İslahiye-G.antepe	-	90	30	15	120	135
Orhan Onur A.Ş.	-	63	14	52	77	129
Bursa Toros Krom A.Ş.	-	67	56	-	123	123
Soma Maden T.A.Ş.	-	15	45	60	60	120
Köyceğiz Krom İşl. A.Ş.	-	32	-	-	32	32
Hasyer Maden	-	9	-	-	9	9
Diğer	28	271	289	31	530	561
Toplam	-	163.334	44.777	102.098	208.111	310.209

2.5. Kromit Üretimi

2.5.1. Dünya Kromit Üretimi

Dünya krom cevheri üretimi bazı dalgalanmalara karşın, giderek artan bir gelişme sergilemektedir. Dünya üretimi 1960 yılında 4 432 000 ton, 1970'de 6 053 000 ton, 1980'de 10 211 000 ton, 1990'da 13 641 000 ton 1995'de 14 500 000 ton ve 1997-1998'de 1995'e göre bir miktar düşüş söz konusu ise de bu genel trendi etkilememektedir. Geleceğe yönelik yapılan değerlendirmeler dünya krom üretiminin 2000'li yıllarda 16 milyon ton düzeyine ulaşacağını işaret etmektedir. Dünya krom üretimi ile ilgili bilgiler Çizelge 2.4'de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Dünya Krom Cevheri Üretimi (1993-1997) (Ton) (USGS, 1997).

ÜLKELER	1993	1994	1995	1996	1997
Arnavutluk	115 000	118 000	160 000	143 000	106 000
Brezilya	307 577	359 788	447 963	408 495	330 000
Birmanya	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Çin	54 000	62 000	94 000	130 000	120 000
Küba	15 000	20 000	30 693	37 300	44 000
Mısır	-	-	-	-	-
Finlandiya	511 000	572 747	597 605	573 904	611 000
Yunanistan	10 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Hindistan	1 000 073	909 076	1 536 386	1 363 205	1 363 049
Endonezya	2 500	2 500	10 000	13 300	2 156
İran	124 300	354 100	371 100	250 000	200 000
Japonya	7 000	7 000	7 000	7 000	7 000
Kazakistan	2 900 000	2 020 000	2 871 000	1 190 000	1 000 000
Makedonya	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Madagaskar	144 200	90 200	106 107	137 210	139 700
Umman	10 236	6 166	5 300	15 000	15 000
Pakistan	22 154	6 240	17 000	27 987	30 000
Filipinler	61 732	76 003	111 035	78 345	87 500
Rusya	120 800	143 000	151 400	76 700	150 000
Güney Afrika	2 838 000	3 599 000	5 085 000	4 970 945	5 779 424
Sudan	11 500	25 000	44 988	12 000	43 000
Türkiye	767 313	1 270 431	2 080 043	1 279 032	1 750 000
Birleşik Arap Em	19 000	55 000	37 000	56 000	61 000
Zimbabve	252 033	516 801	707 433	697 311	680 000
Toplam	9 300 000	10 200 000	14 500 000	11 500 000	12 500 000

2.5.2. Türkiye Kromit Üretimi

Türkiye'nin başlangıcından günümüze krom cevheri üretimi 45 milyon ton olarak hesap edilmektedir. Son 25 yılın ortalama krom cevheri üretimi bir milyon ton/yıl olarak gerçekleşmiştir. Üretim 1995 yılında 2 080 043 ton ile en üst seviyeye ulaşmıştır. Türkiye'nin 1992-1999 yılları arası üretimi Çizelge 2.5'de verilmiştir.

Son yıllardaki üretim rakamlarıyla Türkiye, dünya krom cevheri üretiminde Güney Afrika'nın ardından ikinci sırada yer almaktadır.

Türkiye'nin krom cevheri üretimi, dünya pazarlarında oluşan fiyat durumuyla bağlantılı olarak artma veya azalma göstermektedir. Geçmiş dönemler incelendiğinde krom pazarlarındaki iniş ve çıkışlar genelde 5'er yıllık dönemler sergilemektedir. Diğer bir deyişle, 5 yıllık iyi pazar koşullarını 5 yıllık kötü pazar koşulları izleyegelmiştir. 1991, 1992, 1993 kötü pazar koşullarının yaşandığı bir dönem olarak nitelendirilmekte ise de son 10 yılda tuvenan cevher üretiminde genel bir artış gözlenmektedir

Türkiye'de krom madenciliği bir kamu kuruluşu olan Etiholding A.Ş. (Etibank) ve özel sektör kuruluşları tarafından yapılmaktadır (Çizelge 2.5). Özel sektörün krom cevheri üretimi Etiholding'in üretiminden fazladır. 1992-1998 yılları arasındaki dönemde Etiholding'in krom cevheri üretimi Türkiye toplam üretiminin %36 kadarını oluşturmuş, özel sektörün payı ise %64 olmuştur.

Krom madenciliği yapan büyük kuruluşlar yanında, şirketleşmemiş bazı küçük üreticilerin de krom madenciliği yaptıkları bilinmektedir. Bu şahısların toplam krom üretimleri pazar koşullarının iyi olduğu dönemlerde 100 000 ton/yıl kadar olabilmektedir.

Çizelge 2.5. Türkiye Krom Cevheri Üretim Miktarı (Ton) (DPT, 2001).

Yıllar		Kamu Miktar	Özel Miktar	Toplam Miktar
1992	Tuvenan	218 963	847 851	1 066 814
	Ayıklanmış	55 250	88 354	143 604
	Konsantre	57 035	184 043	241 078
1993	Tuvenan	192 330	574 983	767 313
	Ayıklanmış	125 203	74 896	200 099
	Konsantre	57 351	47 313	104 664
1994	Tuvenan	253 448	1 016 983	1 270 431
	Ayıklanmış	132 383	157 773	290 156
	Konsantre	50 838	65 793	116 631
1995	Tuvenan	323 562	1 756 481	2 080 043
	Ayıklanmış	178 082	231 476	409 558
	Konsantre	69 942	150 861	220 803
1996	Tuvenan	341 178	937 854	1 279 032
	Ayıklanmış	247 648	218 916	466 564
	Konsantre	85 730	100 583	186 313
1997	Tuvenan	470 726	1 175 687	1 646 413
	Ayıklanmış	238 649	123 837	362 486
	Konsantre	58 908	75 776	134 684
1998	Toplam	706 725	733 745	1 440 470
1999*	Toplam	402 447	374 852	777 299

*İlk 9 aylık üretim miktarı

3. KROMİT KULLANIM ALANLARI

Kromit, kromun ekonomik olarak üretilebildiği tek mineral olup kimyasal içeriklerine göre (Cr_2O_3 , Al_2O_3 ve Cr/Fe oranlarına göre) üç ana grupta toplanmaktadır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Krom Cevherinin Sınıflandırılması (Şirvancı, 1998).

Cevher Sınıfı	Jeolojik Yatak Türü	Kimyasal Yapı (ağırlık olarak) Cr/Fe	Esas kullanım Alanı
Yüksek- Krom	Podiform+Stratiform	%46-55 Cr_2O_3 Cr/Fe :2/1	Metalurjik
Yüksek-Demir	Stratiform	%40-46 Cr_2O_3	Metalurjik, Kimyasal
Yüksek-Alüminyum	Podiform	%33-38 Al_2O_3	Refrakter

Çizelge 3.2'de ayrıntılı bir şekilde kromitin kullanım alanları, bu alanlarda tüketim oranları, kullanımda kazandığı belli başlı özellikler ve istenen cevher sınırları verilmiştir.

3.1. Metalurjik Kromit

Kromit cevheri günümüz sanayinin en önemli girdilerinden birisidir. Dünya kromit cevheri talebinin % 75'i metalurji sanayinde (ferrokrom olarak % 70'i paslanmaz çelik, % 15 -20 si diğer çelik alaşımlarında, % 10 -15 'i süper alaşımlı çeliklerde kullanılmaktadır.) (Şatır, 1998).

Metalurji sanayinde kromitin ferrokrom halinde başlıca tüketim yeri, paslanmaz çelik ve özel alaşımlı çelik sanayidir. Demir ve krom alaşımı olan ferrokrom çeliğe sertlik ve çekme mukavemeti kazandırır. Değişik kalitelerdeki paslanmaz çelikler otomotiv, uçak ve silah sanayilerinde kullanılır. Kromit cevheri metalurji sanayinde krom metali ve demirsiz krom alaşımları şeklinde kullanılır (Şirvancı, 1998).

Çizelge 3.2 Kromitin Kullanım Alanları ve Özellikleri (Şirvanci, 1998).

Kullanım Alanı	Tüketim Oranı	Kazandırdığı Özellik	İstenen Cevher Sınır Şartları
METALURJİ (Demir-Çelik Endüstrisi)	%75-80	-Kırılmaya -Darbeye -Aşınmaya -Paslanmaya Karşı Çelik Üretimi	- Cr ₂ O ₃ : %48 min -Cr/Fe : 3/1 Oranı -Sert-parça cevher
KİMYA ENDÜSTRİSİ	%8-10	-Sodyum Bikromat -Sodyum Kromat -Potasyum Kromat -Kimyasal Madde Üretimi	- Cr ₂ O ₃ : %40-46 -Cr/Fe : 1.5/1 Oranı -İnce-toz cevher
REFRAKTER ENDÜSTRİSİ	%10-12	-Refrakter Tuğla -Refrakter Sıvı	- Cr ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃ >%60 - Al ₂ O ₃ > %20 - SiO ₂ < %4
DÖKÜM KUMU	%2-4		- Cr ₂ O ₃ > %44 - Fe ₂ O ₃ < % 26 - SiO ₂ < % 4 -CaO <% 0.5

Ferrokrom üretimi ana hammaddesi olarak kullanılan krom cevheri için A.B.D. ulusal stoklar idaresi cevher satınalma şartnamesinde (Kuru baz olarak) şu şartlar ileri sürülmektedir.

Cr₂O₃ : % 48

SiO₂ : % 8 (max)

C/Fe : 3 / 1

S : % 0.08 (max)

P : % 0.04 (max)

Bu krom % 70 Cr tenörlü ferrokrom üretiminde kullanılmaktadır. Al₂O₃ tenörünün % 11- 13 olması istenir (Gence, 1985).

3.2. Refrakter Kromit

Kromit, kimyasal bakımdan nötr ve ergime noktası yüksek bir mineraldir. Yüksek sıcaklıktan ve oluşan gazlardan etkilenmez. Asidik, bazik ve nötr ortama mukavimdirler. Ateş tuğlası, ateş çimentosu ve ateş toprağı en önemli ürünleridir. Bu ürünler çelik, cam, kağıt endüstrilerinde refrakter malzeme olarak kullanılırlar. Refrakter kromit konsantrelerinde aranan özellikler şöyledir:

Cr_2O_3 oranı en az % 30

Al_2O_3 oranı en az % 20

Cr_2O_3 ve Al_2O_3 oranı en az % 60

Cr / Fe oranı 3 / 1'den küçük olmalıdır.

FeO oranı en fazla % 15

CaO oranı en fazla % 2

SiO_2 oranı en fazla % 5

Refrakter tuğla sanayinde daha çok krom – manyezit tuğlalarının yapımında kullanılan kromit konsantrelerinin Al_2O_3 ve MgO'ce zengin (çünkü bunlar kromitin ergime sıcaklığını artırır.) FeO'ce fakir (Fe sıcaklık değişimlerine çok hassastır.) olması istenir (Şatır, 1996).

3.3. Kimyasal Kromit

Sodyum bikromat, kimya sanayinde kromitin kullanıldığı esas alandır. belirli bir tane iriliğinin altın kadar öğütülen kromit cevheri soda ve MgO ile karıştırılır. Bir seri kimyasal reaksiyonlardan sonra sodyum bikromat elde edilir. Kromik asit, bazik krom sülfat, renk verici bileşikler ve krom boyaları sodyum bikromattan elde edilir. Piyasada kullanılan krom bileşikleri

- a) Sodyum kromat
- b) Potasyum kromat
- c) Kromik asit
- d) Amonyum kromat
- e) Amonyum bikromat
- f) Baryum kromat

- g) Kurşun kromat
- h) Kadmiyum kromat
- i) Demir kromat
- j) Bazik krom sülfatlar

Kimya sanayinde krom bileşikleri deri işlemeciliği, boya maddeleri üretimi, organik maddelerin oksidasyonu, pas önleyiciler, yağ, sabun ve mumların ağartılmasında, tekstil maddelerinin boyanmasında, kibrit sanayinde, yangın önleyici malzemelerin imalinde, fotoğrafçılıkta, analitik ayraçlarda, emaye ve seramik endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Diğer Kullanım Alanları

Kromun savunma sanayinde kullanılması onu stratejik bir element yapar. Kromun çeşitli alaşımları mermi, denizaltı, gemi, uçak, silahla ilgili destek sistemlerinde kullanılır. krom sper alaşımları, yüksek sıcaklığa dayanıklı malzemelerin kullanıldığı randımanı yüksek, askeri amaçlı türbün motorlarının yapımında, krom kimyasalları paslanmayı geciktirici özellikleriyle uçak ve gemi sanayinde kullanılmaktadır (Şatır, 1996).

4. KROM TİCARETİ

4.1. Dünya Krom Ticareti

Kromit cevheri üreten ülkeler, 1986-1992 yılları arasında toplam 28.843.311 ton kromit cevheri ihracatı gerçekleştirmişlerdir. Bu ihracat içinde, birinci sırada Güney Afrika 8.011.310 ton ile %28'lik, ikinci sırada Türkiye 4.424.779 ton ile %15'lik üçüncü sırada Arnavutluk 3.413.000 ton ile %12'lik dördüncü sırada BDT 3.068.000 ton ile %6.6'lık, pay sahibi olmuşlardır.

Krom cevheri alıcısı ülkelerin başında gelen Japonya, 5.634.903 ton'la birinci, Çin 3.719.057 ton'la ikinci, ABD 2.810.287 ton'la üçüncü, İsveç 2.298.254 ton'la dördüncü sırayı almaktadır.

4.2. Türkiye Krom Ticareti

Türkiyede kromit üretimi, daha çok ihraç amacına yönelik olduğundan, yurtdışı kromit cevheri talebine bağımlı olarak gelişmiştir. Aynı şekilde kromit fiyatları da bizim dışımızda, Dünya arz-talep dengesine bağımlı olarak değişmiştir. Fiyatların düştüğü yıllarda ihracatımız miktar ve değer açısından düşmüştür. Nitekim 1989 yılında kromit ihracatımız yaklaşık 115 milyon \$'a ulaşmış, 1990 yılında 68 milyon \$'a ve 1992 yılında 31 milyon \$'a gerilemiştir. Çizelge 4.3'te Türkiye'nin parça krom cevheri ihracatı, Çizelge 4.4'te de zenginleştirilmiş kromit ihracatımız görülmektedir.

Türkiye'nin 1995 yılındaki tüvenan krom cevheri üretim kapasitesi 2 080 043 ton olarak görülmektedir. Yine bu yıl 1.531 129 ton cevher ihracı yapılmıştır (Çizelge 4.4). 1997 yılında 1 646 413 ton tüvenan cevher üretilmiş, 947 622 tonu ihraç edilmiştir. 1995 yılı üretimin en yüksek düzeyine ulaştığı yıl olmuştur.

Çizelge 4.1. 1985-1994 Türkiye Parça Kromit Cevheri İhracatı (Şirvanci, 1998).

Tenör	1985			1986			1987			1988			1989		
	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)
%Cr ₂ O ₃															
34-38	45032	2144114	47.6	102426	4834842	47.2	188727	7389549	39.2	234445	14498450	61.8	285876	27504763	96
40-42	59423	4190374	70.5	37850	2590357	68.4	74320	3909466	52.6	142180	10754157	75.6	159311	20285733	127
44-46	109956	12106155	110.1	79218	8856369	111.8	113839	10961506	96.3	124511	13007242	104.5	141246	25383896	180
48-50	17750	2276125	128.2	12080	1725530	142.8	21140	2620850	124.0	66218	11107965	167.7	36883	8403203	228
Diğer							180	38700	215.0	102874	10943569	106.4	65470	5706386	87
TOPLAM	232161	20716768	89.2	231574	18007098	77.8	398206	24920071	62.6	620228	60311383	90.0	688786	87283981	126

Tenör	1990			1991			1992			1993			1994		
	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)
%Cr ₂ O ₃															
34-38	110747	6759623	61	38600	1976450	51	3150	138000	44	21900	1830393	49.50			
40-42	31927	2686023	84	23250	1474000	63	9000	586250	65	7571	366080	48.50	4000	230000	57.5
44-46	17200	2043200	119	2000	150000	75									
48-50	8270	1752620	212	2500	509324	204	2610	467792	179						
Diğer	9250	673750	73												
TOPLAM	177394	13915210	78	66350	4109774	62	14760	1192642	81	29471	1449473	49.20	4000	230000	57.5

Çizelge 4.2 1985-1994 Türkiye Zenginleştirilmiş Kromit İhracatı (Şirvanci, 1998)

Tenör	1985			1986			1987			1988			1989		
	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)
36-38													22900	1769250	77
40-42	1940	126100	65.0	20	1940	97.4	2600	199750	76.8	6350	441090	69.5	38600	4386150	114
44-46	9500	698250	73.5	40	3640	91	5250	341250	65	3350	385250	115	31445	4599250	146
48-50	122948	12329159	100.3	98240	9514075	96.8	94910	6452044	68	93865	7559095	80.5	119312	17208718	144
Diğer	600	102000	170.0	800	136000	170	6600	495000	75	1165	186469	160	40	10800	270
TOPLAM	134988	13255509	98.2	99100	9655655	97.4	109360	7488044	68.5	104703	8571904	81.8	212297	27974168	132

Tenör	1990			1991			1992			1993			1994		
	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)	Miktar (Ton)	Değer (\$)	Br. Fiy (\$)
36-38	126600	6795965	54	271700	15296385	56	195700	10660654	54	145650	5505037	37.8	267950	10107317	37.7
40-42	58750	4922985	84	88150	6523700	74	58375	4303725	74	46650	2858177	61.3	81705	4906545	60.0
44-46	157480	19359228	123	113935	12200759	107	47800	4229150	88	47500	3108400	65.4	185150	12134635	65.5
48-50	130146	16443443	126	109987	12119213	110	114405	11408182	100	62339	6086038	97.6	72367	5192692	71.8
Diğer	2544	274608	108	1600	296000	185				6950	390707	56.0	20500	1685804	82.2
TOPLAM	475520	47796229	101	585372	46436057	79	416280	30601711	74	309089	17948359	58.1	627672	34026993	54.2

Çizelge 4.3 : Türkiye Krom Cevheri Dış Satış Miktarı ve Değeri (DPT, 2001).

YILLAR			SATILAN MİKTAR TON	TENÖR (%)	BİRİM FİYATI(TL)	DEĞER (1000TL)
1993	Tuvenan	Devlet	14 493	41.85	918 796	13 316 105
		Özel	446 315	42.18	551 597	246 176 356
		Toplam	460 808	40.86	563 125	259 492 461
	Ayıklanmış	Devlet	109 757	45.54	946 393	103 873 245
		Özel	107 027	14.17	586 782	62 800 943
		Toplam	216 784	46.17	768 849	166 674 188
	Konsantre	Devlet	46 001	46.10	1 078 281	49 602 003
		Özel	52 031	49.18	834 039	43 395 865
		Toplam	98 032	47.38	948 648	92 997 868
1994	Tuvenan	Devlet	58 396	38.64	1 240 835	72 459 825
		Özel	443 455	41.12	1 685 794	747 573 738
		Toplam	501 851	40.83	1 634 018	820 033 563
	Ayıklanmış	Devlet	219 132	43.82	2 423 628	531 094 499
		Özel	157 753	42.07	1 868 068	294 693 418
		Toplam	376 885	43.08	2 191 087	825 787 917
	Konsantre	Devlet	80 113	46.36	2 765 634	221 563 310
		Özel	68 388	48.10	2 099 614	143 588 463
		Toplam	148 501	47.16	2 458 917	365 151 773
1995	Tuvenan	Devlet	127 554	39.72	3 280 709	418 467 566
		Özel	808 821	36.79	3 527 688	2 853 268 354
		Toplam	936 375	37.18	3 494 045	3 271 735 920
	Ayıklanmış	Devlet	173 304	40.81	5 618 774	973 755 946
		Özel	211 635	45.73	4 128 980	873 836 750
		Toplam	384 939	43.49	4 799 703	1 847 592 696
	Konsantre	Devlet	59 386	45.80	5 365 568	318 639 623
		Özel	150 429	48.44	3 444 623	518 171 137
		Toplam	209 815	47.73	3 988 327	836 810 760
1996	Tuvenan	Devlet	55 041	42.39	10 096 531	555 723 189
		Özel	351 315	35.62	5 731 411	2 013 530 653
		Toplam	406 356	36.52	6 322 667	2 569 253 842
	Ayıklanmış	Devlet	237 810	41.38	6 540 967	1 555 507 431
		Özel	194 824	45.79	8 242 289	1 605 795 743
		Toplam	432 634	43.36	7 307 108	3 161 303 174
	Konsantre	Devlet	80 256	46.46	9 992 873	801 987 994
		Özel	81 761	49.50	12 594 811	1 029 764 324
		Toplam	162 017	47.91	11 305 927	1 831 752 318
1997	Tuvenan	Devlet	97 673	43.61	12 256 071	1 197 087 184
		Özel	313 491	37.70	10 973 096	3 439 966 786
		Toplam	411 164	39.10	11 277 870	4 637 053 970
	Ayıklanmış	Devlet	275 834	41.31	15 264 849	4 210 564 482
		Özel	110 785	43.60	17 896 630	1 982 678 191
		Toplam	386 619	41.96	16 018 982	6 193 242 673
	Konsantre	Devlet	97 814	45.34	24 607 976	2 407 004 563
		Özel	52 025	50.59	19 887 851	1 034 665 427
		Toplam	149 839	47.16	22 969 120	3 441 669 990

5. KROMİTİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

% 32-34'ün üzerinde Cr_2O_3 içeren parça cevherlerde kullanım alanı bulabilmektedir. % 32'den düşük Cr_2O_3 içeren cevherlerin değerlendirilmesi ve endüstrinin istediği bileşime getirilmesi için zenginleştirilmesi gerekmektedir (Güney, 1990).

Krom cevheri ocak çıkışında elle ayıklama, eleme ve yıkama yoluyla zenginleştirilir. Düşük tenörlü krom cevheri kırılarak belli bir tane boyutuna küçültüldükten sonra jigler, sallantılı masalar ve manyetik konsantratörden geçirilerek zenginleştirilir, konsantre krom cevheri elde edilir.

Kef yöresinde (Guleman, Elazığ) yaş manyetik sistemle çalışan Kef Zenginleştirme Tesisi'nin dışındaki diğer tesisler "sallantılı masa" düzenine sahiptir. Son zamanlarda Etibank'a ait Karagedik Cevher Zenginleştirme Tesisi'nin atıklarının kazanılabilmesi için manyetik ayırma - kolon flotasyonu kademelerinden oluşan yeni bir yöntem üzerinde çalışılmaktadır.

Türkiye'de kurulu 17 krom cevheri zenginleştirme tesisinin kapasitesi 810 000 ton/yıl'dır. Tesislerin listesi ve kapasitesi Çizelge 5.1'da verilmiştir. Zenginleştirilen ve konsantre kromit olarak bilinen krom cevherinin sanayideki kullanım alanı ve kullanım miktarı sınırlıdır. Parça cevhere oranla fiyatı da daha düşüktür. Bu nedenle özellikle metalurji sanayiinde konsantre krom cevheri çoğu halde pelletlenmekte veya briketlenmekte ve bu şekilde kullanım miktarı arttırılmaktadır.

Elazığ'daki 150 000 ton/yıl kapasiteli yüksek karbonlu ferrokrom tesisine entegre olarak çalışan pelletleme birimi, konsantre krom cevherinin pelletlendikten sonra ferrokrom tesisinde kullanılmasını sağlamaktadır. Bu birimde bazı sorunlar bulunduğu da ifade edilmektedir. Öte yandan konsantre krom cevheri kimya endüstrisinde tercihan kullanılmaktadır.

Plazma teknolojisiyle çalışan ferrokrom tesislerinde konsantre krom cevheri kullanıldığı bilinmektedir. Yüksek tenörlü parça cevher bulmanın güçleştiği Türkiye'de, gelecekte kurulabilecek ferrokrom tesislerinin konsantre cevher kullanabilecek teknolojiye göre planlanması uygun bir yaklaşım olarak görülmektedir.

Çizelge 5.1. : Krom Sektöründe Kurulu Konsantre Kapasitesi
(DPT, 2001).

Kuruluşun Yeri , Adı Ve Kapasitesi (Ton/yıl)		
KAMU SEKTÖRÜ		
Elazığ	Şarkkromları İşletmesi Sori Konsantratörü	39 000
Elazığ	Kef Konsantratörü	300 000
Muğla	Üçköprü Krom İşletmesi Karagedik Konsantratörü	31 000
	Karagedik Atık Değ. Tesisi	30 000
ÖZEL SEKTÖR		
Adana	(Akpaş) Pozantı Konsantratörü	20 000
Adana	(Pınar Madencilik) Aladağ Konsantratörü	20 000
	Adana Aladağ Konsantratörü	40 000
Bursa	(H.Öğelman) Harmancılık Konsantratörü	20 000
Bursa	(Ege Metal) Orhaneli Konsantratörü	50 000
Burdur	Dedeman Yeşilova Konsantratörü	10 000
Eskişehir	(Türk Maadin) Kavak Konsantratörü	100 000
Eskişehir	(Estaş) Seyyar Konsantratör	30 000
Kayseri	(Dedeman) Pınarbaşı Konsantratörü	20 000
Kayseri	(Bilfer) Pınarbaşı Konsantratörü	20 000
Malatya	(Bilfer) Bulancak Konsantratörü	25 000
Muğla	(Türk Maadin) Göcek ve Tavas Konsantratörü	50 000
Sivas	(Bilfer) Eskiköy Konsantratörü	10 000
TOPLAM		810 000

Kromit başlıca üç yöntem kullanılarak zenginleştirilmektedir.

Bunlar;

- Özgül ağırlık farkına göre zenginleştirme
- Manyetik ayırma ile zenginleştirme
- Flotasyon yöntemi ile zenginleştirme

5.1. Özgül Ağırlık Farkına Göre Zenginleştirme

Mineraller arasındaki özgül ağırlık farkı bu zenginleştirme yönteminin esasını teşkil etmektedir. Kromit mineralinin özgül ağırlığı $4-4.5 \text{ gr/cm}^3$, kromitle birlikte olan serpantin, olivin, fayalit, forsterit, manyezit minerallerinin ortalama özgül ağırlıkları ise, $2.7-2.8 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişmektedir.

Özgül ağırlık farkına dayalı zenginleştirme yönteminde, mineraller arası özgül ağırlık farkının yanı sıra ikinci önemli etmen, zenginleştirme boyutudur. Kromit ve gang mineralleri arasındaki özgül ağırlık farkının oldukça yakın olması zenginleştirme kriterinin küçülmesine yol açmaktadır. Zenginleştirme kriteri kromit ve gang minerallerinin oranına bağlı olarak $1.15-1.75$ arasında değişmektedir.

Özgül ağırlık farkına göre kromitin zenginleştirilmesinde karşılaşılan en büyük güçlük, 0.1 mm 'den küçük boyutlu tanelerin verimli bir şekilde zenginleştirilememesidir. Zenginleştirmenin verimli olmasının tek nedeni kromit ve gang mineralleri arasındaki özgül ağırlık farkının azlığından kaynaklanan düşük zenginleştirme kriteridir (Güney ve ark., 1999).

Özgül ağırlık farkına dayalı zenginleştirme yöntemleri ve yaklaşık boyut kademeleri Çizelge 5.1 'de verilmektedir.

5.1.1. Jig ile Zenginleştirme

Jig ile zenginleştirilecek kromitlerin iri boyutlarda serbest kalması gerekir. 25 mm - 1 mm arasındaki cevher hidrolik jiglerle zenginleştirilebilir. Havalı jiglerde ise alt boyut 0.1 mm 'ye kadar inmektedir. Ayırmanın etkinliğini artırmak için dar boyut gruplarına sınıflandırma yapılmaktadır (Gence, 1985).

Çizelge 5.2 Özgül Ağırlık Farkına Dayalı Zenginleştirme Yöntemleri ve Yaklaşık Uygulama Boyutları (Güney, 1999).

Ayırma Yöntemi ve Aygıtı	Etkin Tane Boyutu (mm)
<u>Ağır Ortam</u>	
Statik Tip	2.0 – 50.0
Dinamik Tip	0.3- 20.0
Jig	0.1-20.0
Reicher/Vickers Spiralleri	0.07-1.0
Sarsıntılı Masalar	0.04-1.0
Yıkama Olukları	0.2-2.0
Bartles Mozley Masası	0.005-0.1
GEC çift Yüzeyle Masa	0.02-0.1
<u>Santrifüj Ayırıcılar</u>	
Yatay Tip	0.005-0.1
Düşey Tip	-0.4

5.1.2. Sallantılı Masalar

Tabaka halinde akan akışkan ortamda ayırma yapan ve ayırıcı yüzeyi hareketli olan bir aygıttır. Sallantılı masalar, krom cevherinin gravite yöntemi ile zenginleştirilmesinde günümüzde en çok kullanılan aygıtlardır. Sallantılı masa esas olarak üzerinde tabaka halinde akışkan akışı olan dikdörtgen, paralel kenar, dikdörtgene yakın yamuk veya V şeklinde bir yüzeydir. Uygun bir mekanizma ile masanın uzun eksenini doğrultusunda ve geriye doğru olan hareketi daha hızlı olmak üzere ileri – geri hareket ettirilir (Gence, 1985).

Sallantılı masa yüzeyindeki ayırmanın etkinliğini artırmak için masa yüzeyi eşiklerle kaplanır. Eşiklerin yükseklikleri mekanizma kenarından konsantre kenarına doğru azalarak konsantre kenarında sıfır olmaktadır.

Endüstride kullanılan sallantılı masalar; İri cevher ve ince cevher (şlam) masası olmak üzere iki gruba ayrılırlar. iri cevher masaları yüksek ve sık eşikli, şlam masaları ise alçak ve seyrek eşikli bazende eşiksizdir. eşikler akış koşullarını değiştirir, ve eşikler arasında engelli çöküş klasifikasyonu olur. Bunun sonucunda hem etkili bir ayırma yapılabilir hemde masa kapasitesi artar (Önal, 1985).

Hız ve genlik, su sarfiyatı, eğim cevherin iri veya ince boyutlu olmasına, zenginleştirmenin kaba zenginleştirme veya nihai zenginleştirme olmasına bağlı olarak değişir.

Ayırmanın etkinliğini artırmak amacıyla malzeme dar boyut gruplarına ayrılarak beslenmelidir.

5.2. Manyetik Ayırma ile Zenginleştirme

Belirli bir kimyasal bileşimi olmayan ve spinel grubuna bağlı bir oksit olan kromitin, içerdiği demir oranına bağlı olarak, manyetik duyarlılığı değişmektedir. Kromitin belli başlı gang mineralleri olan olivin ve serpantin'de içerdikleri demir oranına bağlı olarak farklı manyetik duyarlılık göstermektedir.

Genelde kromitin manyetik alan şiddeti 1.0-1.6 Tesla arasındadır. Ancak kromitin manyetit içermesi durumunda manyetik duyarlılık artmaktadır. Manyetitin gang minerallerine bağlı olması durumunda ise gangın manyetik duyarlılığı artarak uygulanan alan şiddeti düşmekte ve kromitin gang mineralinden ayrılması güçleşmektedir.

Kromitin zenginleştirilmesinde, yüksek alan şiddetli kuru ve yaş manyetik ayırıcılar kullanılmaktadır. Ayrıca günümüzde yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcıların yanısıra, yüksek gradyantlı manyetik ayırıcılar da kullanılmaktadır (Gence, 1985).

Şekil 5.1'de manyetik ayırma yöntemi ile zenginleştirme yapan Kefdağı Krom Zenginleştirme Tesisi akım şeması verilmektedir.

5.3. Flotasyon ile Zenginleştirme

Flotasyon yöntemi ile gangı oluşturan silikatların (olivin, serpantin) kromitten ayrılması amaçlanmaktadır. Bu işlem kromiti yüzdürmek, gangı bastırmak şeklinde olabileceği gibi kromiti bastırıp gangı yüzdürmek şeklinde de olabilir. Kromiti bastırmak için dextrin kullanılır(Gence,1985)

Kromit yağ asitleri, sülfat ve sülfanatlara yüzdürülebilir. Yağ asitleri ile flotasyonda gangı bastırmak için sodyum silikat, sodyum fluosilikat ve kalgon gibi maddeler, kromitin flotasyonunu kolaylaştırmak için ise selüloz tipi organik kolloidler kullanılır. Yağ asitleri nötr veya alkali ortamda daha tesirlidirler (Güney, 1990).



6. FERROKROM ÜRETİMİ

Türkiye'nin 160 000 ton/yıl kurulu ferrokrom üretim kapasitesi olmasına karşın; Çizelge 6.1'de görüldüğü gibi, ferrokrom üretimi 1993-1999 yılları arasında 90 030 ton'dan 99 105 ton'a çıkmıştır. Ferrokrom üretim artışının süreceği göz önüne alınırsa, yurtiçi krom cevheri tüketimi artacaktır.

Türkiye'nin üretmiş olduğu yüksek karbonlu ferrokromun tamamı ihraç edilmekte, düşük karbonlu Ferrokromun ise 1000 ton kadarı yurt içinde tüketilmekte ve ardakalanı yine ihraç edilmektedir.

Çizelge 6.1. Türkiye Ferrokrom Üretimi (Ton) (Etibank, 1999).

	Üretim Yılları						
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Yüksek Karbonlu Ferrokrom(Elazığ)	82 000	88 500	*80 000	92 000	97 500	100 000	88 000
Düşük Karbonlu Ferrokrom(Antalya)	8 030	9 040	8 550	9 450	10 820	10 155	11 105
Toplam	90 030	97 540	88 550	101 450	108 320	110 155	99 105

*1995'de ikinci fırının bakıma alınması nedeniyle üretim düşmüştür.

Ferrokrom, istenilen karbon içeriğine bağlı olarak çeşitli yöntemlerle üretilmektedir. Yüksek karbonlu ferrokrom ve döküm ferrokrom, krom cevherinin karbon ile redüklenip, ergitilmesiyle elde edilmektedir. Düşük karbonlu ferrokrom, üç kademeli ergitme yöntemi kullanılarak üretilmektedir. Birinci fırında döküm ferrokrom üretilmekte, ikincisinde kuvars, kok ve döküm ferrokrom şarj edilerek ferrosilikokrom alaşımı elde edilmekte ve üçüncü fırında ise krom cevheri, ferrosilikokrom alaşımındaki silisyum ile redüklenmektedir. Elde edilen ürün, son ergiyiğe ilave edilen ferrosilikokrom alaşımındaki silisyum ile redüklenmektedir (Şirvancı, 1998).

Dünyada Uygulanan Ferrokrom Üretim Prosesleri

- Outokumpo Prosesi
- Kromiti Katı Halde Redükleme (SRC) Prosesi
- CDR (Coal Direct Reduction) Prosesi

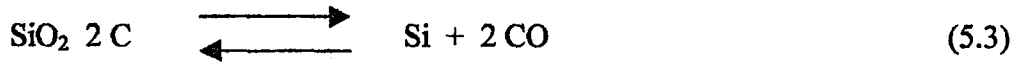
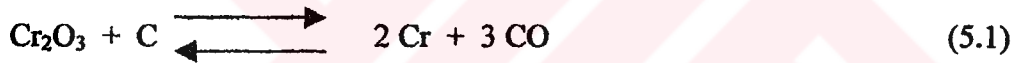
d) Plasma Ark Fırını Prosesi

Outokumpo Prosesi

Outokumpo tarafından geliştirilen bu proses Finlandiya, Hindistan, Filipinler ve Yunanistan'da endüstriyel olarak uygulanmaktadır. Etibank'ın Elazığdaki 100.000ton/yıl kapasiteli ferrokrom tesisinde bu prosesle çalışmaktadır (Şirvancı, 1998).

Etibank Elazığ Ferrokrom

Yüksek karbonlu ferrokrom üretiminde parça ve konsantre kromit cevheri, metalurjik kok ve flaks (flux) olarak kuvarsit ile boksit belirli oranlarda karıştırılarak, sabit ve açık tipte ark fırınına şarj edilir. Tesiste üretilen 1 ton yüksek karbonlu FeCr için gerekli hammadde miktarı Çizelge 6.1'de görülmektedir. Oluşan ısı ile sıcaklık 1600–1800⁰ C 'ye kadar yükselir. Cr₂O₃, FeO ve SiO₂ 'in karbotermik indirgenmesi ile yüksek karbonlu FeCr üretilmektedir (Şirvancı, 1998).



Fırından alınan ürün, potalarda curuftan ayrılarak, kalıplara dökülmekte, soğutulup kırılmaktadır.

Çizelge 6.2. Elazığ Tesislerinde 1 Ton Yüksek Karbonlu FeCr Üretimi İçin Gerekli Hammadde Miktarları

HAMMADDE	MİKTAR (Kg.)	SAGLANDIĞI YERLER
Konsantre Kromit	1.260	Kef Konsantratörü
Parça Kromit	1.030	Güleman Kromları
Metalurjik Kok	486	Dışalım
Kuarsit	215	Elazığ Çevresi
Boksit	63	Seydişehir Alüminyum Tes.
Elektrot Hamuru	25	Antalya Etibank Tesisleri
Elektrik Enerjisi	3.960 kwh / ton	Keban Hidroelektrik Sant.

Çizelge 6.3. Etibank Elazığ 2000 yılı Ferrokróm A Tesisi Üretim Değerleri

	TÜKETİM (TON)		TENÖR (% Cr ₂ O ₃)	
	AYLIK	YILLIK	AYLIK	YILLIK
SEP* KARIŞIM	10132.17	102850.22	41.182	42.301
SEP* FINDIK		4150		43.881
TOPLAM. TÜKETİM	10132.17	107000.22	41.182	42.362
	ÜRETİM (TON)		TENÖR (% Cr ₂ O ₃)	
	AYLIK	YILLIK	AYLIK	YILLIK
FERROKROM(%Cr)	3620	37800	63.726	64.178
RANDIMAN (%Cr)	80.804	78.222		
CURUF (% Cr ₂ O ₃)	6516	68040	5.070	4.021

* Septioğlu Tesisi

Çizelge 6.4. Etibank Elazığ 2000 Yılı Ferrokrom B Tesisi Üretim Değerleri

	TÜKETİM (TON)		TENÖR (% Cr ₂ O ₃)	
	AYLIK	YILLIK	AYLIK	YILLIK
SEP* KARIŞIM	13181.47	131575	41.202	42.358
TOPLAM. TÜKETİM.	13181.47	131575	41.202	42.358
	ÜRETİM (TON)		TENÖR (% Cr ₂ O ₃)	
	AYLIK	YILLIK	AYLIK	YILLIK
FERROKROM (%Cr)	4950	48700	64.699	63.936
RANDIMAN (%Cr)	86.185	81.655		
CURUF (% Cr ₂ O ₃)	8910	87661	4.110	4.040

7. KEF KONSANTRATÖRÜ

Kuru manyetik zenginleştirme yöntemi (Şekil 7.1.) ile çalışan batı kef konsantratör tesisi istenilen performansı gösteremeyince daha randımanlı hale getirmek için Finlandiya firması olan Outokumpo tarafından tevsii çalışmalar yapılp ocak 1991 tarihinde deneme üretim çalışmalarına geçilmiştir.

Kef konsantratör tesisi batı kef kromit yatağının değerlendirilmesi amacıyla projelendirilmiştir. Tesisin kuruluş kapasitesi ile ilgili proje değerleri aşağıda belirtilmiştir.

Besleme Miktarı	: 84 ton/saat
Besleme Tenörü	: % 32 ± 3 Cr ₂ O ₃
Konsantre Miktarı	: 51 ton/saat
Ortalama Konsantre Tenörü	: % 42.23 Cr ₂ O ₃
Metal Kurtarma Randımanı	: % 80.10
Çalışma Süresi	: 250 gün/yıl
Besleme Kapasitesi	: 500.000 ton /yıl
Konsantre Üretim Kapasitesi	: 300.000 ton/yıl

Gerek kef konsantratörü ve gerekse peletleme – sinterleme tesislerinde istenilen kalite ve miktarın çok altında üretim yapılabilmektedir. Bu problemlerin aşılabilmesi için açık ocakta yapılacak dekapaj, cevher üretimi, cevher nakliyesi işi ve cevherin kef konsantratöründe zenginleştirilip, elde edilecek konsantrenin biriktelenmesi işlerinin bir bütün halinde değerlendirilerek müteahhit tarafından yaptırılması uygun görülmüştür. Peletleme sinterleme tesisinde ciddi problemlerle karşılaşıldığı için bunun yerine biriktelleme tesisi öngörülmüş ve bu proje hazırlanmıştır (Etibank, 1994).

Konsantratörün geçici kabulü 28 aralık 1989 tarihinde yapılmıştır.Çeşitli nedenlerden dolayı tesisi devreye alma çalışmalarına ancak 1991 yılı Ocak ayında başlanabilmektedir. Tesisin dizaynına uygun özellikte cevherin temininden sonra 05-12 Aralık 1991 tarihleri arasında performans testleri yapılmıştır. Bu test çalışmasından elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir (Etibank,1984) .

	<u>Proje Değeri</u>	<u>Fiili Değer</u>
Besleme Miktarı (ton /saat)	84	82.7
Besleme Tenörü (%Cr ₂ O ₃)	32 ± 3	31.07
Konsantre Miktarı (ton/saat)		
-3.20 Bant	22.5	7.3
-3.30 Bant	28.5	21.6
Konsantre Tenörü (%Cr ₂ O ₃)		
-3.20 Bant	40.0	40.91
-3.30 Bant	44.0	43.25
Ortalama Konsantre Tenör (%Cr ₂ O ₃)	42.23	42.60
Metal Kurtarma Randımanı (%)	80.10	47.90

Yukarıda belirtilen sonuçlar toplam çalışma süresinin ortalama değerleridir.

Konsantratöre beslenecek cevher Müteahhit firma eliyle çalıştırılan Batı Kef Açık Ocağından temin edilmektedir.Yatağın rezervi 8.5 milyon ton olup, tenör dağılımı aşağıda verilmiştir (Etibank, 1985).

<u>Tenör Aralıkları (%)</u>	<u>Ortalama Tenör (%Cr₂O₃)</u>
13-19	15
19-25	22
25-31	28
31-37	33
37 Üstü	38

Görüldüğü üzere yatakta cevher kalitesi genişçe bir aralık içinde değişmektedir. Konsantratöre beslenecek minimum % 29 Cr₂O₃ tenörlü cevheri temin edebilmek için cevher aynalarında selektif madencilik yapılması zorunludur.Açık ocak sözleşmesine göre müteahhit firmanın üretmekte zorunlu olduğu tenör aralığı % 27 ± 5 Cr₂O₃ olarak belirtilmiştir (Etibank, 1984).

Kef Konsantratör Tesisi Üniteleri

Kef konsantratör tesisi aşağıdaki ünitelerden oluşmaktadır. Söz konusu tesisin akış şeması Şekil 7.2'de verilmiştir.

I – Kırma ve eleme ünitesi

II – Konsantratör ünitesi

III – Su temin ünitesi

Bu ünitelere ait tesisin proje değerleri aşağıda verilmiştir.

I – Kırma ve Eleme Ünitesi

a) Kapasite	: 120 ton / h
b) Çalışma süresi	: 4200 h / yıl
c) Besleme boyutu	: 600 mm

II – Konsantratör Ünitesi

a) Cevher işleme kapasitesi	: 500.00 ton /yıl
b) Ortalama besleme kapasitesi	: 84 ton / h
c) Çalışma süresi	: 6000 h / yıl
d) Ortalama cevher tenörü	: % 32 Cr ₂ O ₃
e) Yüksek konsantre miktarı	: 28.5 ton / h
f) Düşük konsantre miktarı	: 22.5 ton / h
g) Yüksek konsantre tenörü	: % 44 Cr ₂ O ₃
h) Düşük konsantre tenörü	: % 40 Cr ₂ O ₃

III – Su – Temin Ünitesi

Konsantratör tesisinin proses ve temiz su ihtiyacı takriben 720 m³ / h'dir. Gerekli suyun 180 –240 m³/ h'lik kısmı regülatörden (Bahro deresinden), 420 – 480 m³ / h'lik kısmı da artık barajından temin edilmektedir.

Kırma Devresi

Açık ocaktan gelen max 600 mm boyutundaki cevher ızgara açıklığı 600 mm olan tablalı besleyici bunkerine beslenir. Çeneli kırıcıdan çıkan 100 mm'lik cevher bant konveyörüne döküldüğü noktada cevherdeki metal parçalarını tutan manyetik tutucudan geçerek titreşimli eleğe beslenir. Titreşimli eleğe beslenen cevher üç fraksiyonda sınıflandırılır. Bunlar +45, -45+20 mm ve -20 mm'dir.+45 mm'lik cevher konik kırıcıya beslenir. Elek ara ürünü olan -45 +20 mm'lik cevher symons konik kırıcıya beslenir. -20 mm'lik cevher kırma nihai ürünüdür. Nihai ürün cevher araürün silosuna beslenir (Şatır, 1996).

Öğütme Devresi

Öğütme devresi birbirine paralel iki kısımdan oluşmaktadır. Araürün silosundaki -20 mm'lik kırma ürünü çubuklu değirmene beslenerek öğütme işlemine tabi tutulurlar. Değirmen içinde katı oranı % 75 ve çubuk sarfiyatı 400 gr / tondur. Öğütme işlemine tabi tutulan malzeme değirmen bazından tromel eleğe dökülür. Pompalar vasıtasıyla pülp hidrosiklonlara gönderilir. Hidrosiklonların üst akımları tıknere gönderilir. Hidrosiklonların alt akımları yaş titreşimli eleklerle beslenir. Yaş titreşimli eleğin elek altı malzemesi - 0.63 mm öğütme ünitesi nihai ürünüdür.

Konsantratör Ünitesi

Bu üniteye ortalama % 32 Cr_2O_3 (proje değeri) tenörlü cevher zenginleştirme işlemine tabi tutularak yaklaşık % 40 - 44 Cr_2O_3 (proje değeri) tenörlü konsantre kromit elde edilmektedir. Tesis, - 20 mm boyutlu besleme ile 500 000 ton / yıl tüvenan cevher işleme kapasitesine sahiptir (Şatır,1996).

Öğütmenin nihai ürünü hidrosiklonlara beslenir. Hidrosiklonların üst akımı I. Reichert konisine beslenir. I.Reichert konisinden üç ürün elde edilir.

- a) III.Reichert konisi beslemesi
- b) I. Reichert konisi beslemesi
- c) II. Reichert konisi beslemesi

Tesisin proje dizaynı üzerinde çalıştığı koşullarda I. Reichert konisinden direk konsantre alınmakta iken 1992 yılında yapılan değişiklikle I. Reichert konisinden alınan ön konsantre daha temiz bir konsantre almak için III. Reicher konisine besleme malı olarak verilmiştir.

II. Reichert konisi üzerinde hidrosiklon mevcut olup hidrosiklon üst akımı artık tankına, alt akımı ise II. Reichert konisine beslenir. II.Reichert konisinden üç ürün elde edilir.

- a) I.grup sallantılı masaların beslemesi
- b) Kendi beslemesi
- c) Artık

III. Reichert konisinden üç ürün elde edilir.

- a) Filtrelerin beslemesi
- b) Kendi beslemei
- c) I. ve II. Reichert spirallerinin beslemesi

I.ve II. Reichert spirallerinden iki ürün elde edilir.

- a) III:Reichert spiral beslemesi
- b) I.Reichert konisi beslemesi

III. Reichert spiralinden iki ürün elde edilir.

- a) Filtre beslemesi (Yüksek tenörlü konsantre)
- b) III. Reichert konisinin beslemesi

I. Grup Sallantılı Masalar

II. Reichert konisinin ön konsantresi sallantılı masaların beslemesini oluşturur. Her seride üç masa üst üste monte edilmiş olup, üç masa serisi mevcuttur. I. grup sallantılı masalardan üç ürün elde edilmiştir.

- a) Filtrelerin beslemesi (yüksek tenörlü konsantre)
- b) II. Reichert konisi beslemesi
- c) Tikiner beslemesi

Yüksek Alan Şiddetli Yaş Manyetik Seperatör

Manyetik seperatöre beslenen tikiner alt akımındaki cevher, manyetik ürün olarak elde edilir. Manyetik seperatörden iki ürün elde edilir.

- a) II. Grup sallantılı masaların beslemesi
- b) Artık

Tesisin çalışmaya başladığı 1991 yılından bu yana yüksek alan şiddetli yaş manyetik seperatör, verimli olarak çalışmadığından sistemden devre dışı bırakılarak, tikiner alt akımı doğrudan II. grup sallantılı masalara beslenmiştir.

II. Grup Sallantılı Masalar (Şlam Masaları)

Tikiner alt akımı, II. grup masalara beslenmeden önce katı oranının % 30 olması için hidrosiklonlara beslenir. Hidrosiklonların üst akımı artık tankına, alt akımı ise şlam masalarına beslenir. Üç masa serisi mevcut olup, her seride üç masa üst üste monte edilmiştir. Şlam masalarından iki ürün elde edilir.

- a) Filtre beslemesi (düşük tenörlü konsantre)
- b) Artık

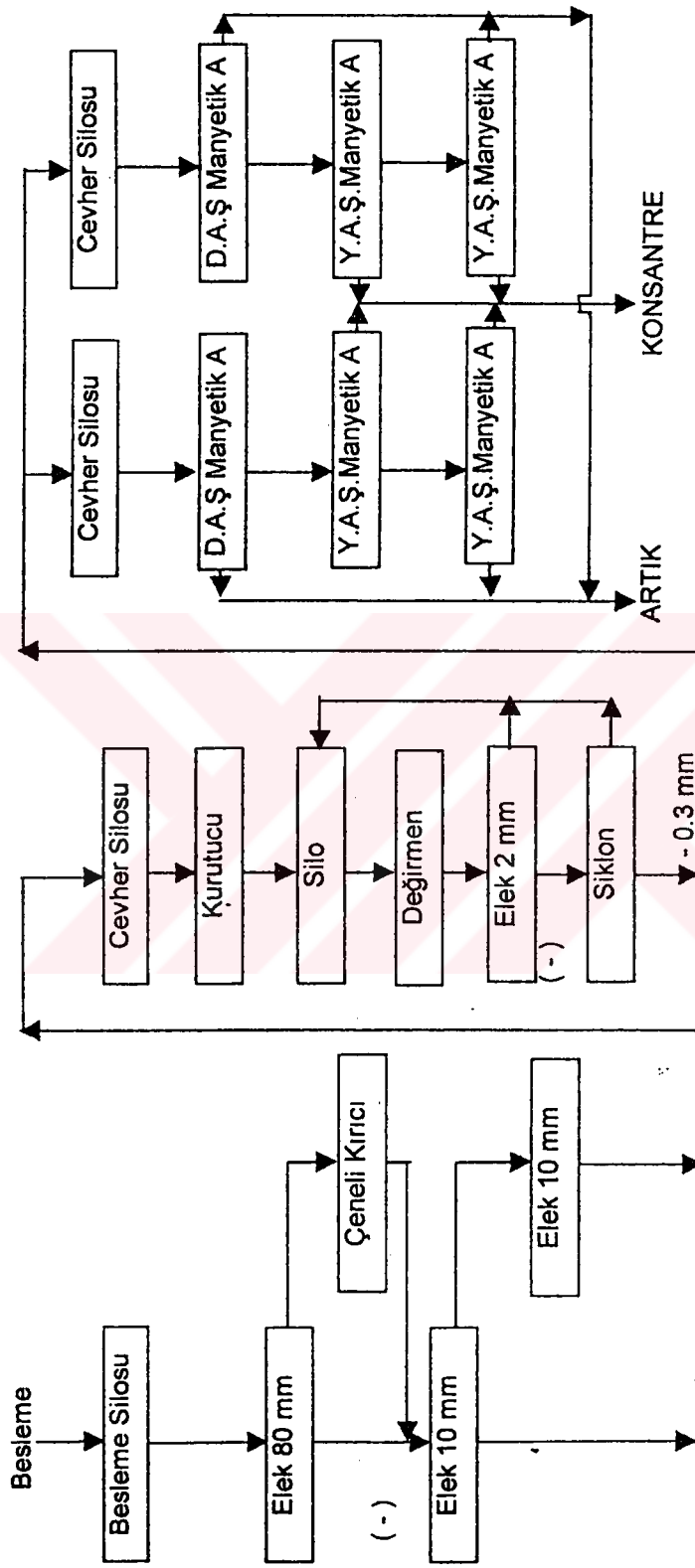
Filtrasyon

Yüksek ve düşük tenörlü konsantre içerisindeki suyun alınması için devrede yedi adet filtre bulunmaktadır. Filtreden elde edilen nemli haldeki düşük ve yüksek tenörlü konsantreler stok sahalarına gönderilir. Yüksek tenörlü konsantre % 44 Cr_2O_3 , düşük tenörlü konsantre % 40 Cr_2O_3 içermektedir.

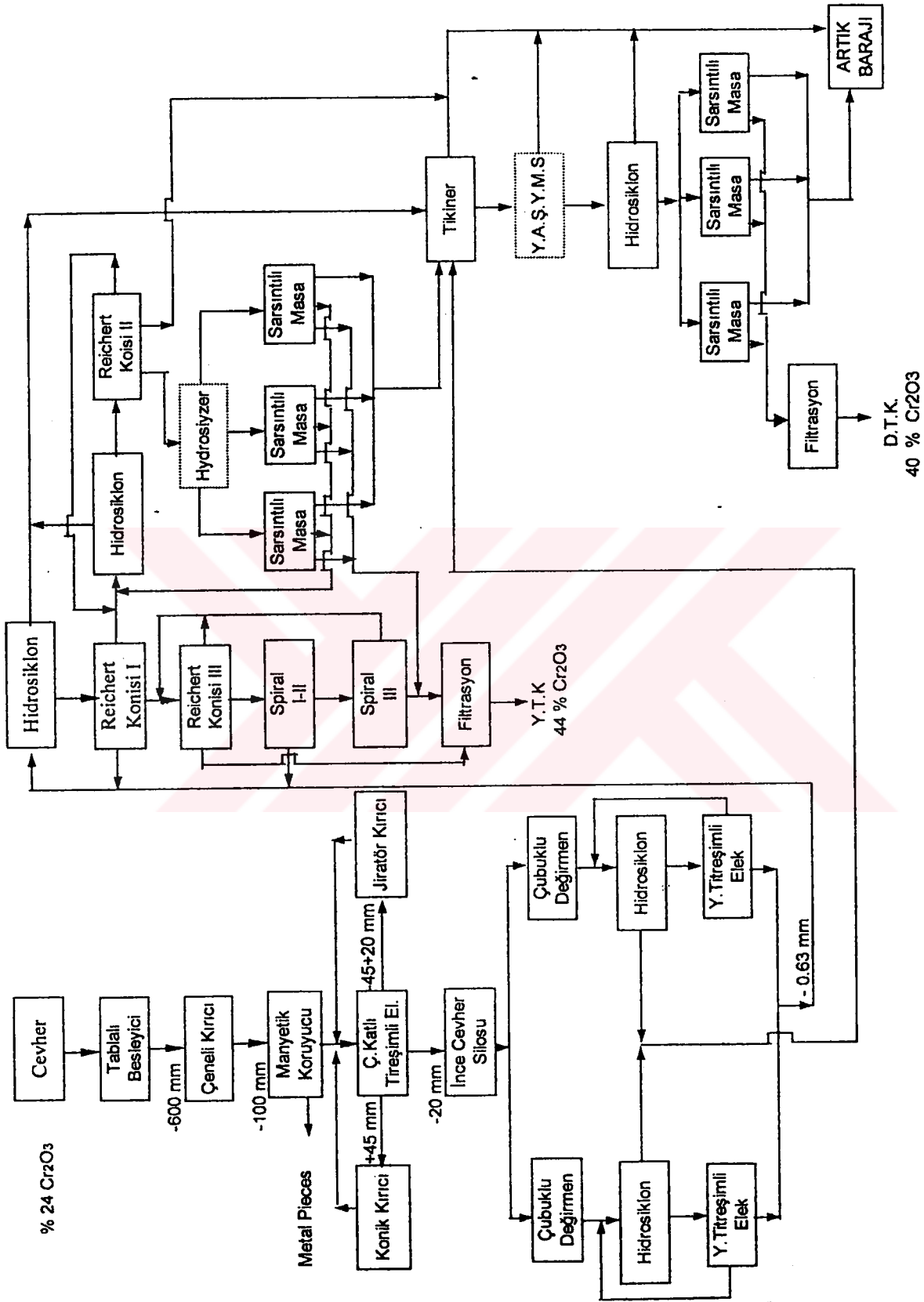
Guleman kef konsantratörü halen gerek kapasite ve gerekse konsantre kalitesi yönünde planlanan düzeye ulaşamamıştır. Yılda 500 000 ton tüvenan cevher işleyerek, bu cevherden % 42 Cr_2O_3 tenörlü 300 000 ton kromit konsantresi üretilmesi amaçlanmışken, ortalama olarak, yılda yaklaşık 80 000 ton tüvenan cevher işleyerek, % 38 – 40 Cr_2O_3 tenörlü 45 000 ton konsantre ve % 19 –23 Cr_2O_3 tenörlü artık elde edilmektedir. Konsantratör tesisinin 1991 –1999 yıllarına ait faaliyet sonuçları Çizelge 7.1'de verilmiştir.

Çizelge 7.1 Konsantratör Tesisi Sonuçları

Yıl	Beslenen		Konsantre		Artık	
	Miktar (ton)	Tenör % Cr_2O_3	Miktar (ton)	Tenör % Cr_2O_3	Miktar (ton)	Tenör % Cr_2O_3
1991	54550	30.00	18850	42.00	35700	20.50
1992	62550	30.00	21400	42.00	41150	16.64
1993	63642	30.00	47400	42.00	16242	15.30
1994	18309	30.00	6904	42.00	11405	19.83
1995	55519	30.00	22970	42.00	32970	16.10
1996	-	-	-	-	-	-
1997	51967	27.59	22232	38.54	29734	19.68
1998	219280	25.40	83431	37.82	136380	17.64
1999	83110	23.15	22876	37.83	60352	17.67
Toplam	608927	27.20	246063	39.88	363933	17.80



Şekil 7.1. Kef Konsantratorü Akım Şeması (Çilingir, 1990)



Şekil 7.2. Batı Kef Konsantratörü Akım Şeması

8. KEF KONSANTRATÖRÜ ARTIK BARAJI

Etibank Genel Müdürlüğü Kef Konsantratör Tesisleri için gerekli su temini, krom konsantratör artığını depolamak ve artık suların çevre akarsularını kirletmesini önlemek için katı atık barajı projelendirilmiştir.

Sulu artık içindeki krom konsantratörü artığı katı maddelerin depolanması için bir artık barajı yapılması en uygun çözümdür. Bu atık barajının su depolama ve dinlendirme özelliklerinden de faydalanarak, artık suyun tesislere geri döndürülerek, su temini açısından rezerv olarak kullanılması da mümkündür. Konsantratör tesisleri yakın çevresi su temini açısından incelendiğinde, ek rezerv olarak kullanılmasına karar verilen artık baraj suyu dışında bahro deresi ve yunuslar galerisi iki doğal kaynak olarak görülmektedir.

Etibank Genel Müdürlüğü kef konsantratör tesisi tevsii su temin ve artık barajı projesi aşağıdaki hususları içerecek şekilde Setan mühendislik tarafından yapılmıştır.

Konsantratör tesisinden gelecek artıkların depolanması için öngörülen artık barajı Etibankça tahmin edilen 600 000 m³ katı artık için projelendirilmiştir. Projelendirmede öncelikle 600 000 m³ 'lük tek bir baraj etüd edilmiş ancak ekonomik nedenlerle kademeli bir baraj yapılmasına karar verilmiştir. Artık baraj kademeleri, aktif hacimleri ve dolma süreleri ile ilgili veriler Çizelge 8.1.'de verilmiştir.

Çizelge 8.1. Artık Baraj Kademeleri Aktif Hacimleri ve Dolma Süreleri (Etibank, 1998)

Kademe	Kotlar	Yükseklik (m)	Memba Dolgusu (m ³)	Rezervuar Hacmi (m ³)	Aktif Hacim (m ³)	Dolma Süresi (yıl)
1	1140 -1165	25	35 300	109 800	74 500	1.35
2	1165 -1180	15	88 500	339 750	251 250	4.55
3	1180 -1190	10	121 500	453 250	331 750	6.01
	Toplam	50			657 500	11.91

Konsantratörden gelecek artık malzeme karakteristik özellikleri Etibank ve Boral'ca belirlendiği gibi aşağıda verilmektedir.

Katı Madde Miktarı	: 23 ton/saat
Çalışma Süresi	: 6000 saat/yıl
Su Deşarjı	: 249 –324 m ³ /saat
Katı +Sıvı Debisi	: 272 –347 ton/saat
Katı Özgül Ağırlık	: 3.26 ton/m ³
Porozite	: % 30-40
Porozite (Sıkılaştırılmış)	: % 14
Katı Madde Yoğunluğu	: 2.50 ton/m ³

Bu değerlere göre konsantratörden baraja gelecek bir yıllık katı miktarı hacmi aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$V = (23 \text{ t /saat} \times 6000\text{saat/yıl}) / (2.5\text{t/m}^3) = 55 \text{ 200 m}^3/\text{yıl} \quad (8.1)$$

Yukarıdaki hesabdan yıllık katı miktarı hacmine göre barajın kademelere göre dolma süresi aşağıdaki gibidir.

1. Kademe Baraj = 1.35 yıl
2. Kademe Baraj = 4.55 yıl
3. Kademe Baraj = 6.01 yıl

Yukarıdaki hesaplardanda görüleceği gibi barajların toplam 657 500 m³ olan aktif hacmi takribi 12 yılda dolmaktadır.

Atık barajı gövde olarak geçirimsiz malzemedен teşkil edilmiş, memba şevi filtre ve rip rap'la, mansap şevi de koruyucu örtü ile korunmuştur. Atık baraj dolusavağı baraj drenaj havzasından gelmesi muhtemel 100 yıllık feyezamı geçirebilecek kapasitede projelendirilecektir. Atık Baraj drenaj havzasının 100 yıllık feyezam debisi $Q_{100} = 7.5 \text{ m}^3/\text{sn}$. hidrolojik hesaplar sonucu bulunmuştur. Atık baraj (her üç kademe içinde) dolusavak yapısının beton gömlek içine alınmış çelik borudan inşa edilmesi, kademelerde dikkate alındığında, en ekonomik yol olarak benimsenmiştir. Atık barajın

her üç kademesi içinde su alma yapısı inşa edilerek ana deşarj borusuna bağlanacaktır. Bu durumda her üç kademe içinde dolusavak borusunun çapının (D) aynı olması gerekmektedir.

Konsantratörden gelecek katı atıkların depolanması amacıyla projelendirilen baraj aynı zamanda Bahru deresinin debisinin azaldığı yaz aylarında, gerekirse Yunuslar ile beraber, tesisin su ihtiyaç açığını kapatacaktır. Tesislerden gelen atık su baraj gölünde dinlenerek berraklaşacak ve dolusavak sistemi ile müşterek projelendirilen $\emptyset = 350$ mm boru hattı ile regülatördeki pompalara bağlanarak tesislerdeki proses suyu tankına basılacaktır.

Biri yedek olan 3 adet 300 ton/saat kapasiteli pompa regülatörden ve/veya atık barajdan gelen suların tesislerdeki Proses tankına terfi edilmesi için projelendirilmiştir. Tesislerin Proses suyu ihtiyacı $6.0 \text{ m}^3/\text{dak}$ (100 lt/sn.) dir. Bu üç pompa istenildiği zaman atık barajdan gelen suları, istenildiği zaman ise regülatörden gelen suyu terfi edecek şekilde projelendirilmiştir. Atık barajdan takribi 715 m uzunluğunda $\emptyset = 350$ mm çelik boru vasıtasıyla regülatör pompa merkezindeki pompalara bağlanan atık baraj suyu, tesislerdeki proses suyu tankına terfi edilmektedir. Atık barajdan ve/veya regülatörden gelen sular 240 metre uzunluğunda $\emptyset 350$ mm çelik boru ile proses suyu tankına basılmaktadır. Gerekli olması halinde yunuslar galerisinden regülatör pompa odasına terfi edilen sular da bu üç pompa vasıtasıyla proses suyu tankına basılabilir (Etibank, 1994).

9. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Doğan (1969); yaptığı çalışma sonucuna göre Etibank tarafından Batı – Kef yatağındaki düşük tenörlü cevherlerin konsantre edilmeden satışı mümkün değildir. Bu cevherin konsantre edilerek Cr_2O_3 tenörünün % 46 veya daha yukarı yükseltilmesi halinde Cr_2O_3 ve Al_2O_3 yüzdelerinin toplamı % 60'ın üstüne çıktığında iyi bir refrakter özellik göstermektedir. Ayrıca Cr : Fe oranı da 2.80 : 1 ile 2.90 : 1 civarında kaldığından metalurjik krom cevheri olarak pazarlamasıda mümkündür.

Batı - Kef cevheri yaş olarak öğütüldükten sonra sarsıntılı masada zenginleştirilerek Cr_2O_3 tenörü % 46 ve daha yüksek olan konsantreler elde edilmiş olup Cr_2O_3 tenörü % 31.90 ve % 24.50 olan cevherlerin konsantrasyonunda sırasıyla % 66.70 ve % 64.00 toplam randımanlar alınmıştır.

Önal ve arkadaşları (1976); krom zenginleştirme tesislerinin küçük boyutlu artıklarının, yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırma yöntemi ile, değerlendirme olanaklarını araştırmışlardır. Fethiye – Üçköprü ve Kavak tesislerinin artıkları ile yapılan deneylerde, pülp yoğunluğu, manyetik alan şiddeti ve tane boyutunun kromit ayrılmasına etkileri incelenmiştir. Fethiye – Üçköprü artığından, 0.1 mm altında %48.56 Cr_2O_3 tenörlü konsantrenin % 80 civarında verimle, Kavak artığından ise, 0.037 mm altında, % 48.02 Cr_2O_3 tenörlü konsantrenin % 56 civarında bir verimle elde edilebileceği anlaşılmıştır.

Yapa ve Atak (1984); Kefdağ konsantratör artıklarının flotasyonla değerlendirilmesi ile ilgili çalışmada; mineralojik etüdler ve tane serbestleşmesi deneyleri sonucunda tüvenan cevherde kromitin 0.149 mm altında % 85.77'sinin serbestleştiği tesbit edilmiştir. Artıklarda ise gangin 0.149 mm altında % 77.07 'si serbestleşmektedir. Dört kademeli temizleme sonucunda % 20.25 Cr_2O_3 tenörlü konsantratör artıklarından % 20 – 22 verimle % 40 Cr_2O_3 tenörlü konsantreler alınmıştır. Son kademe temizlemede flotasyon süresi arttıkça verim artmakta isede tenör düşmektedir.

Gence (1985); Elazığ – Kefdağı kromitlerinin sallantılı masa ve flotasyon kullanarak zenginleştirilme olanaklarını araştırmıştır. Sallantılı masa ile yapılan çalışmalarda

konsantre, araürün ve artık olmak üzere her fraksiyon için üç ayrı ürün alınmıştır. Araürün ve artıklar 0.074 mm altı cevher için saptanan en iyi koşullarda flotasyona tabi tutulmuş olup elde edilen sonuçlar sallantılı masa sonuçları ile birleştirilerek % 47.37 Cr₂O₃ tenörlü ve % 81.73 verimli konsantre elde edilmiştir.

Konsantrenin Cr₂O₃tenörünü yükseltmek amacıyla en iyi koşullarda elde edilen konsantre temizleme flotasyonuna tabi tutulmuştur. Temizleme flotasyonu sonucunda % 48.84 Cr₂O₃ tenör ve % 89.61 verimli bir konsantre elde edilmiştir.

Çalışmalar sonucunda Elazığ – Kefdağı kromitlerinin sallantılı masa ve flotasyon yöntemi ile endüstrinin isteklerine uygun konsantre haline getirilebileceği anlaşılmaktadır.

Öztürk ve arkadaşları (1988); Elazığ Ferrookrom curufundaki, ferrookrom ve kromitin gravite zenginleştirilmesi ile geri kazanılmasını araştırmışlardır. Yapılan gravite testleri sonucunda % 64.87 randımanla ortalama % 34.92 tenörlü Cr konsantresi üretilirken, artıktaki Cr tenörü % 6.50 olmuştur.

Güney ve Önal (1990); Etibank Üçköprü krom zenginleştirme tesisi artıklarından küçük boyutlu kromitin zenginleştirilmesi ile ilgili flotasyon çalışması yapmışlardır. Klasik, Kolon ve Jet Flotasyonu yöntemleri kullanılarak gerek laboratuvar, gerekse pilot ölçekli flotasyonu ve yöntemlerin karşılaştırılması ilk kez bu tez kapsamında araştırılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda, Jet Flotasyonu yönteminin, Klasik ve Kolon Flotasyon yöntemine oranla, gerek flotasyon kapasitesi, gerekse verim açısından üstün olduğu saptanmıştır. Kolon Flotasyon yönteminde ise, diğer iki yöntemle oranla daha yüksek Cr₂O₃ içerikli konsantre elde edilebildiği, ancak krom kazanma veriminin düşük olduğu saptanmıştır.

Özdağ ve arkadaşları (1994); Multi - Gravite Ayırıcısı ile şlam ve masa artıklarından kromitin geri kazanılması ile ilgili çalışma yapmışlardır. Şlam ve masa artığından alınan sırasıyla % 19.6 ve % 16.6 Cr₂O₃ tenörlü numuneler üzerinde yıkama suyu miktarı, salınım genliği, salınım frekansı, eğim açısı ve tambur dönme hızı gibi bazı kritik değişkenlerin etkileri her iki örnek üzerinde incelenmiştir. MGS performansını etkileyen en önemli değişkenin tamburun dönme hızı olduğunu; şlam ve masa

artıklarından sırasıyla % 56.8 ve % 53.8 Cr_2O_3 tenörlü konsantreler % 60.0 ve % 48.3 Cr_2O_3 kazanma verimiyle elde edilebileceğini göstermektedir.

Sönmez ve Turgut (1997); düşük tenörlü karaburhan kromitlerinin gravimetrik yöntemlerle zenginleştirilmesi ile ilgili çalışmalarından ortalama % 26 Cr_2O_3 tenörlü karaburhan cevherini zenginleştirebilmek için, kromit ve yantaşları arasındaki yoğunluk farkından yararlanarak gravimetrik zenginleştirme yöntemleri uygulanmıştır. Önce sallantılı masa sonra MGS ile zenginleştirme deneyleri yapılmıştır. Sallantılı masa deneylerinde +0.425 mm, -0.425 + 0.210 mm, -0.210 mm olmak üzere üç farklı boyut grubunda zenginleştirme deneyleri yapılmıştır. Her boyut grubu için optimum frekans ve masa eğimi belirlenmiştir. Sallantılı masada ortaya çıkan araürün MGS'de zenginleştirilmiştir. Ayrıca - 0.210 mm tane iriliğindeki ince boyutlu cevherin MGS'de zenginleştirilebilirliği araştırılmış ve optimum çalışma koşulları belirlenmiştir. Yapılan zenginleştirme çalışmaları sonucunda , + 0.425 mm tane iriliğinde olumlu sonuçlar alınamamıştır. - 0.425 + 0.210 mm tane iriliğindeki cevherden % 75.31 verimle , % 50.64 Cr_2O_3 tenörlü konsantre; -0.210 mm tane iriliğindeki cevherden % 58.83 verimle, % 44.97 Cr_2O_3 tenörlü konsantreler kazanılmıştır. Araürünlerin MGS'de iki kademe zenginleştirilmesiyle % 43.79 verimle % 48.18 Cr_2O_3 tenörlü konsantre - 0.210 mm tane iriliğindeki cevherin iki kademe zenginleştirilmesi sonucunda ise % 71.45 verimle, % 48.20 Cr_2O_3 tenörlü konsantre elde edilmiştir. Sallantılı masa ve MGS sonuçlar birleştirildiğinde toplam metal kazanma verimi % 79.79, kazanılan konsantrelerin ortalama tenörü % 49.75 Cr_2O_3 olmaktadır.

Çiçek ve arkadaşları (1998); Etibank - Üçköprü Karagedik konsantratörünün ince gravite artıklarından MGS kullanılarak %48 Cr_2O_3 tenörlü bir konsantre % 13.2 ağırlık ve % 51.6 Cr_2O_3 verimi ile kazanılmasını araştırmışlardır.

Gence (1999); Elazığ - Kefdağ yöresi kromitlerinin Multi - Gravite Ayırıcı ile zenginleştirilebilme olanaklarını araştırmıştır. Zenginleştirme çalışmalarının sonuçları % 52.14 Cr_2O_3 içeren satılabilir konsantrenin % 69.57 verimle elde edilebileceğini göstermektedir. Optimum deney koşulları; yıkama suyu : 3 lt. /dk., genlik: 15 mm, çalkalama hızı : 4.8 cps, açı: 4° ve tambur hızı : 220 rpm olarak belirlenmiştir.

10. MATERYAL VE METOD

10.1. Materyal

Elazığ Guleman kef konsantratör tesisi artık barajından kareyaj yöntemiyle 180 kg'lık temsili numune alınmıştır. Numune Dicle Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Cevher Hazırlama Laboratuvarına getirilmiştir.

Tam kimyasal analiz, elek analizi ve zenginleştirme deneyleri için numune hazırlama akış şeması Şekil 10.1.'de verilmiştir.

10.2. Metod

10.2.1. Kimyasal Analiz

Krom cevheri 0.1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülür. Saat camına konup 105 °C lik etüvde rutubetinden arındırılır. Nikel krozenin altına 2 spatül Na_2O_2 (sodyum peroksit), 1 spatül Na_2CO_3 (sodyum karbonat), 4 -5 tablet sodyum hidroksit ve üzerine kromun tenörüne bağlı olarak, 0.1 – 0.2 gr. tartılarak kroze içine ilave edilir. Numune tartımı (T) gr. olarak yazılır. Kroze içindikiler cam bagetle iyice karıştırılır. Beg alevi üzerinde kroze eritiş yapılır. Kroze içindikiler sıvı kırmızı kor rengi alınca kadar ısıtılır. Kor kırmızı iken, beş dakika daha kırmızı renk elde edilinceye kadar ısıtılıp amyant levha veya ateş tuğlası üzerinde soğumaya bırakılır. Daha sonra kroze 500 ml'lik bir behere yan gelecek şekilde bırakılıp, üzerine kroze kayboluncaya kadar saf su ilave edilir. Kroze içindikilerin su içinde çözünmesi için ısıtıcıda iyice kaynatılır. Daha sonra soğumaya alınarak kroze çıkarılıp saf suyla temizlenir. Beher içine magnet (balık) atılıp karıştırılırken, taşma olmaması için yavaş yavaş 75 ml 1/1 H_2SO_4 (sülfirik asit) ilave edilir. Sodyum peroksit bozulana kadar kaynatılır. Soğumaya bırakıldıktan sonra 25 ml ortofosforik asit konur. Çözelti 500 ml'lik balon jöjeye alındıktan sonra 20 ml alınarak indikatör (renk verici madde) olan diphenylaminsulfonsavre barivmsalz'dan bir iki damla damlatıldıktan sonra magnetik karıştırıcı üzerinde karıştırılırken bir yandan da otomatik büretle 0.1 N $(\text{NH}_4) \text{Fe} (\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (mohr tuzu) çözeltiden sabit yeşil renk alana kadar ilave edilir. Bu sarfiyat (S) ml olarak yazılır.

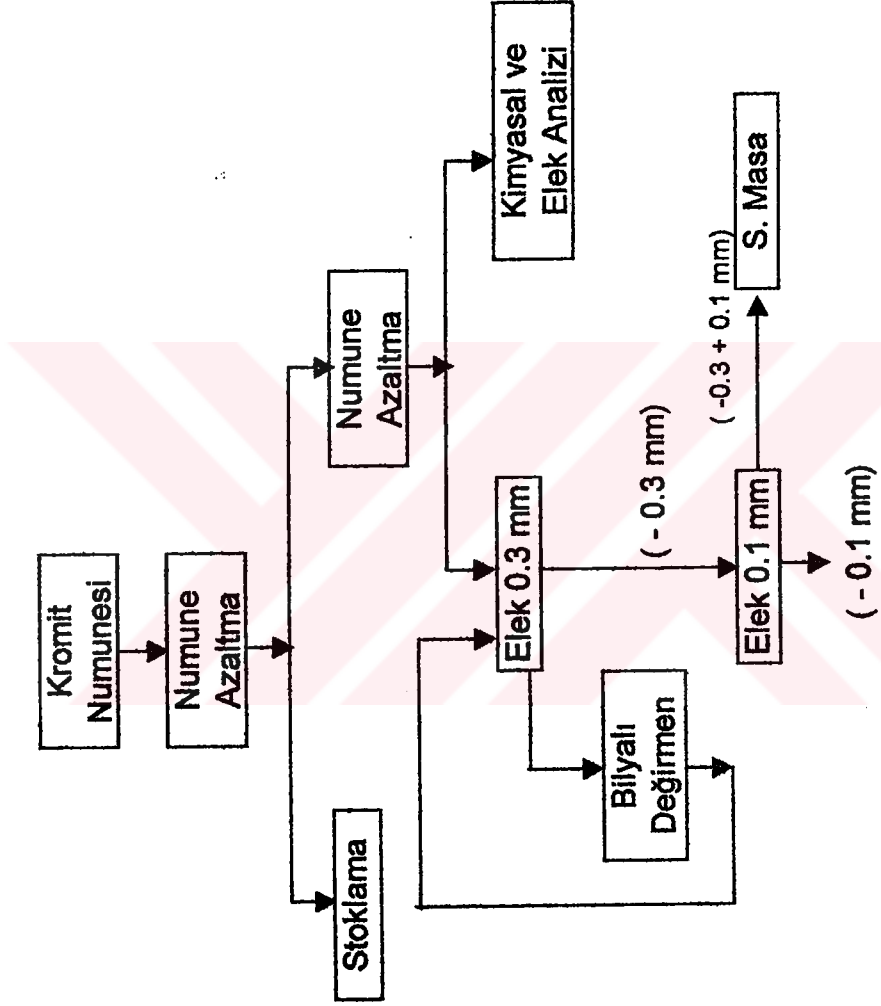
$$\% \text{Cr}_2\text{O}_3 = 25 * 0.02533 * 0.1\text{N} * \text{S} / \text{T}$$

10.2.2. Sarsıntılı Masa

Deneyleerde kullanılan masanın özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

Besleme kenarı	: 127 cm
Konsantre kenarı	: 61 cm
Artık kenarı	: 125 cm
Mekanizma kenarı	: 47 cm
Tip	: Wilfley laboratuvar ölçekli
HP	: 0.5
V	: 220 -250





Şekil 10.1. Numune Hazırlama Akış Şeması

11. ARAŞTIRMA BULGULARI

11.1. Numunenin Mineralojik Özellikleri

Gence,(1985); Batı -Kef ocaklarından daha önce aldığı temsili numuneler üzerinde yapmış olduğu ince kesit ve parlatmaların polarizan ve binoküler mikroskopta incelenmesinde esas mineral olarak kromit, olivin ve az miktarda piroksen saptanmıştır. İnce kesitlerin ve parlatmaların mikroskopta incelenmesinde saptadığı özellikler aşağıda verilmiştir.

Kromit : Genellikle yuvarlak taneler halinde görülmekte ve boyutları 0.025 – 0.350 mm arasında değişmektedir. İç yansıma rengi kırmızımsı – kahverengidir. Parlatmalarda yapılan incelemelerde HCL, HNO₃, H₂SO₄'ün tesir etmediği görülmüştür.

Olivin : Boyutları 0.025 – 0.275 mm arasında değişmektedir. Olivinin hidrotermal olarak ayrışması sonucu yer yer serpantin oluşmuştur. Taneler yuvarlaktır. Dilinimi andıran çok sayıda kırıklar mevcuttur.

Piroksen : Boyutları 0.025 – 0.150 mm arasında değişmektedir.Genellikle ksenomorf taneler şeklinde görülmektedir. Birbirine dik iki prizmatik (87⁰- 93⁰) dilinim mevcuttur.

Kuru manyetik konsantratör tesisi atıklarından alınan numuneler üzerinde İTÜ Maden Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Suna Atak'ın danışmanlığında Nail Yapa'nın yaptığı mineralojik çalışma sonuçları aşağıda verilmiştir (Yapa, 1984).

Yapılan incelemeler sonucunda ana mineral olarak kromit, gang mineralleri olarak da olivin ve serpantin tesbit edilmiştir. Bu minerallere ait özellikler aşağıda verilmiştir.

Kromit (FeO, Cr₂O₃)

Kromit donuk ve yağimsi parlaklıktadır. Masif veya taneli şekilde bulunmaktadır. İnce kesitte kahverengimsi, kırmızımsı veya şeffaf taneler şeklinde görülmektedir. Çatlaklı bir yapı gösterir ve tanelerin içlerinde olivin izlenmiştir. Kromit parlatmalarda siyahtan gri'ye değişen renkler göstermektedir.

Olivin (Fe,Mg)₂ SiO₂

Cam parıltılı, kırılan yüzeyi biraz yağimsı, saydam ve yarı saydamdır. Olivin minerali ince kesitlerde renksiz, polarize ışıktaki gri – yeşil, kırmızı renkte görülmektedir.

Serpantin (3 MgO.2 SiO₂ – 2H₂O)

Daima mikrokristalin olarak sık, ince yaprağımsı, lifsel yapıda bulunur. Yeşilin çeşitli tonlarında ve sarımsı, kırmızımsı kahverengi ve siyahımsı olur. Kısmen veya tamamen olivinin yerini almış ve onun içinde uyumsuz durumlar gösterir. İnce kesitte polarize ışıktaki mavi – sarı renkte görülmekte ve krizotil minerallerinden oluşmuşlardır. krizotil ince uzun lif şeklinde olup ipliksel dokuludur.

11.2. Numunenin Kimyasal Özellikleri

Deneylere esas olan numune, konileme – dörtleme işlemi ile azaltılarak kimyasal analiz numunesi alınmış ve Çizelge 11.1.'de gösterilen analizler yapılmıştır. Numunelerin kimyasal analizinde volimetrik yöntem ve X – Met 920 cihazı ile Elazığ Ferrokrom Tesislerindeki Analiz Laboratuvarında ve Dicle Üniversitesi Maden Mühendisliği Cevher Hazırlama Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Çizelge 11.1. Deneylere Esas Olan Numunenin Tam Kimyasal Analizi

Eleman	İçerik (%)
Cr ₂ O ₃	21.59
FeO	16.55
SiO ₂	19.64
Al ₂ O ₃	11.67
MgO	27.40
CaO	0.85
Diğerleri	2.3
Toplam	100.00

11.3. Numunenin Boyuta Göre Cr₂O₃ Dağılımı

Temsili numunenin yaş eleme ile yapılan elek analizi ve boyuta göre Cr₂O₃ dağılım sonuçları Çizelge 11.2.'de verilmiştir.

Çizelge 11.2'de de görüldüğü gibi malzemenin % 57.4'unun 0.3 mm üzerinde ve %20.98 Cr₂O₃ içerikli, geri kalan % 42.6'sının 0.3 mm'nin altında ve %21.21 Cr₂O₃ içeriklidir.

Çizelge 11.2. Temsili Numunenin Boyut Analizi ve Boyuta Göre Cr₂O₃ Dağılım Sonuçları

Boyut (mm)	Miktar (%)	Miktar ↓ (%)	Cr ₂ O ₃ İçeriği (%)	Cr ₂ O ₃ Dağılımı (%)	Cr ₂ O ₃ Dağılımı (%) ↓
+1.18	1.08	1.08	18.22	0.92	0.92
-1.18 +0.85	4.27	5.35	20.33	4.12	5.04
-0.85 +0.60	11.86	17.21	21.78	12.25	17.29
-0.60 +0.425	13.71	30.92	22.86	14.87	32.16
-0.425+0.300	26.52	57.44	19.87	25.00	57.16
-0.300+0.212	16.82	74.26	19.46	15.52	72.68
-0.212+0.150	10.09	84.35	20.95	10.05	82.73
-0.150+0.106	8.06	92.41	23.54	9.00	91.73
-0.106+0.075	3.28	95.69	25.69	4.00	95.73
-0.075+0.053	1.64	97.33	24.58	1.90	97.63
-0.053+0.038	1.89	99.22	17.92	1.61	99.24
-0.038	0.78	100.00	20.42	0.76	100.00
Toplam	100.00		21.08	100.00	

11.4. Serbestleşme Boyutunu Tesbit Etmek İçin Yapılan Deneyler

Batı Kef cevheri üzerinde daha önce yapılan çalışmalarda serbestleşme derecesini tesbit etmek için binoküler mikroskop kullanılarak ve tane sayımı yöntemi ile saptanmıştır. Veriler Çizelge 11.3.'de verilmiştir.

Çizelge 11.3. Kromit Mineralinin Serbestleşme Derecesi (Gence,1985).

Elek Boyutu (mm)	Serbestleşme Derecesi %
- 0.5 + 0.295	49
- 0.295 + 0.210	77
- 0.210 + 0.149	87
- 0.149 + 0.104	92
- 0.104 + 0.074	98

Artık numunesinin serbestleşme derecesini tesbit etmek için bir dizi deney yapılmıştır. Serbestleşme boyutunu tesbit etmek için yapılan deneyler toplu halde Çizelge 11.4'de verilmiştir. Deney koşulları aşağıda verildiği gibidir.

Koşullar

Frekans : 320 dev. / dak.

Strok : 16 mm

Kapasite : 0.75 kg. / h

Yıkama Suyu : 12 lt. / dk.

Eğim : 1.7⁰

Serbestleşme boyutunu tesbit etmek için yapılan deneylere göre tenör ve verim açısından en uygun boyutun -0.3 +0.1 mm olduğu anlaşılmaktadır. Sonuçlar Çizelge 11.4'de verilmiştir.

Çizelge 11.4. Serbestleşme Boyutunu Tesbit Etmek İçin Yapılan Masa Deneçleri

Boyut Mm	Ürünler	Miktar	Cr ₂ O ₃	
			Tenör	Verim
-0.6+0.2	Konsantre	37.23	28.45	52.41
	Araürün	43.56	17.39	37.78
	Artık	19.21	10.68	10.11
	Toplam	100.00	20.21	100.00
-0.425+0.1	Konsantre	44.00	28.84	57.68
	Araürün	28.92	24.37	32.03
	Artık	27.08	8.35	10.29
	Toplam	100.00	22.00	22.00
-0.3+0.1	Konsantre	17.81	40.59	31.75
	Araürün	30.62	28.00	37.65
	Artık	51.57	13.52	30.60
	Toplam	100.00	22.77	100.00

11.5. Sarsıntılı Masayla Zenginleştirme

Yurdumuzda krom cevherlerinin konsantrasyonunda sarsıntılı masalar başarılı olarak uygulanmaktadır. Etibank'a ait Üçköprü ve Sori konsantratöründe Türk Maadine ait Göçek ve Kavak tesisleriyle Ege metalin Orhaneli konsantrasyon tesisinde sarsıntılı masalar geniş bir uygulama alanına sahiptirler (Önal ve ark.,1994). Kromit ile cevheri oluşturan gang mineralleri (olivin ve serpantin) arasındaki özgül ağırlık farklılığı bunların gravite yöntemiyle zenginleştirilebilmelerini mümkün kılar. Çalışmada Elazığ Kef Konsantarör artıklarının sallantılı masa ile zenginleştirilmesi esas alınmıştır.

Sallantılı masalarda konsantrasyon kriteri 1.25'in üstünde olan herhangi iki mineral birbirlerinden ayrılabilir. Ancak bu değer arttıkça ayrılma hassasiyeti de artar. Elazığ Kefdağı kromitlerinin konsantrasyon kriteri ;

$$\text{Kromit Özgül ağırlığı} = 4.6 \text{ gr./cm}^3$$

$$\text{Olivinin Özgül Ağırlığı} = 3.3 \text{ gr./cm}^3$$

Serpantinin Özgül Ağırlığı = 2.6 gr./cm³

$$k = \frac{dH}{dA} = \frac{\sigma A - \rho}{\sigma B - \rho}$$

k : Konsantrasyon kriteri

dH : Hafif mineralin boyutu

dA : Ağır mineralin boyutu

σA : Ağır mineralin özgül ağırlığı

σB : Hafif mineralin özgül ağırlığı

ρ : Akışkan ortamın özgül ağırlığı

Kromit – Olivin kons. kriteri = (4.6-1) / (3.3-1) = 1.56

Kromit – Serpantin kons. kriteri = (4.6 -1) / (2.6 -1) = 2.25

Olarak hesaplanmaktadır. Bu durumda kromitin yantaşlarından ayrılması sallantılı masa ile mümkün olmaktadır.

İri boyutlu cevherlerde : Uzun genlik – düşük hız, fazla eğim, yüksek eşik, fazla besleme, fazla yıkama ve besleme suyu.

İnce boyutlu cevherlerde : Kısa genlik –yüksek hız, yataya yakın eğim, alçak eşik veya eşiksiz, az besleme, az yıkama ve besleme suyu kullanılır.

Sallantılı masa deneylerinde; hız, genlik, eğim ve yıkama suyu miktarı parametreleri değiştirilerek en uygun koşullar saptanmaya çalışılmıştır.

Sallantılı masa ile yapılan deneyler sonucunda konsantre, araürün ve artık olmak üzere üç ayrı ürün alınmıştır. Araürün konsantre ve artık arasında dağıtılmıştır.

11.6. Sarsıntılı Masayla Zenginleştirme Deneyleri

Deneyler – 0.3 + 0.1 mm boyutunda 1000 gr.'lık numunelerle yapılmıştır.

11.6.1 Frekansı Tespit Etmek İçin Yapılan Deneyler

Aşağıdaki koşullar sabit tutularak en uygun frekansı tesbit etmek için 280, 300, 320, 340, 360, 380 dev. / dak. frekanslarda deneyler yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 11.5., Çizelge 11.6., Çizelge 11.7., Çizelge 11.8., Çizelge 11.9., Çizelge 11.10'de verilmiştir. Toplu sonuçlarda Çizelge 11.11.'da verilmiştir.

Koşullar

Strok : 16mm

Kapasite: 0.75 kg / dk.

Yıkama Suyu: 12Lt/dk.

Boyut: -0.3+0.1mm

Eğim: 1.7°

Çizelge 11.5. 280dev./dk.'da Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Cr ₂ O ₃ Tenör (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)↓
Konsantre	518.9	49.11	27.62	70.10	70.10
Araürün	332.9	31.51	15.80	24.10	94.20
Artık	204.8	19.38	6.79	5.80	100.00
Toplam	1056.6	100.00	19.85	100.00	

Çizelge 11.6. 300 dev./dk' da Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Cr ₂ O ₃ Tenör (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%) ↓
Konsantre	208.9	20.27	34.79	36.81	36.81
AraürünI	325.2	31.56	23.57	38.86	75.67
AraürünII	276.2	26.80	13.15	19.23	94.9
Artık	220.2	21.37	4.39	5.12	100.00
Toplam	1030.5	100.00	18.95	100.00	

Çizelge 11.7. 320 dev./dk' da Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Cr ₂ O ₃ Tenör (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim(%) ↓
Konsantre	141.3	13.65	34.78	25.11	25.11
AraürünI	337.0	32.56	26.50	45.22	70.33
AraürünII	231.3	22.35	16.18	19.70	90.03
AraürünIII	168.6	16.29	10.06	8.04	98.07
Artık	156.8	15.15	3.31	1.93	100.00
Toplam	1035.00	100.00	19.13	100.00	

Çizelge 11.8. 340 dev./dk' da Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Cr ₂ O ₃ Tenör (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%) ↓
Konsantre	157.1	15.00	41.58	30.65	30.65
AraürünI	299.7	28.61	29.09	40.90	71.55
AraürünII	205.3	19.60	17.54	16.89	88.44
AraürünIII	176.2	16.82	9.22	7.62	96.06
Artık	209.2	19.97	4.02	3.94	100.00
Toplam	1047.5	100.00	20.35	100.00	

Çizelge 11.9. 360 dev./dk' da Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Cr ₂ O ₃ Tenör (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%) ↓
Konsantre	205	19.75	41.59	36.24	36.24
AraürünI	257	24.76	26.72	29.20	65.44
AraürünII	263	25.34	19.42	21.72	87.16
AraürünIII	184	17.73	14.30	11.19	98.35
Artık	129	12.42	3.01	1.65	100.00
Toplam	1038	100.00	22.66	100.00	

Çizelge 11.10. 380 dev./dk' da Elde Edilen Sonuçlar

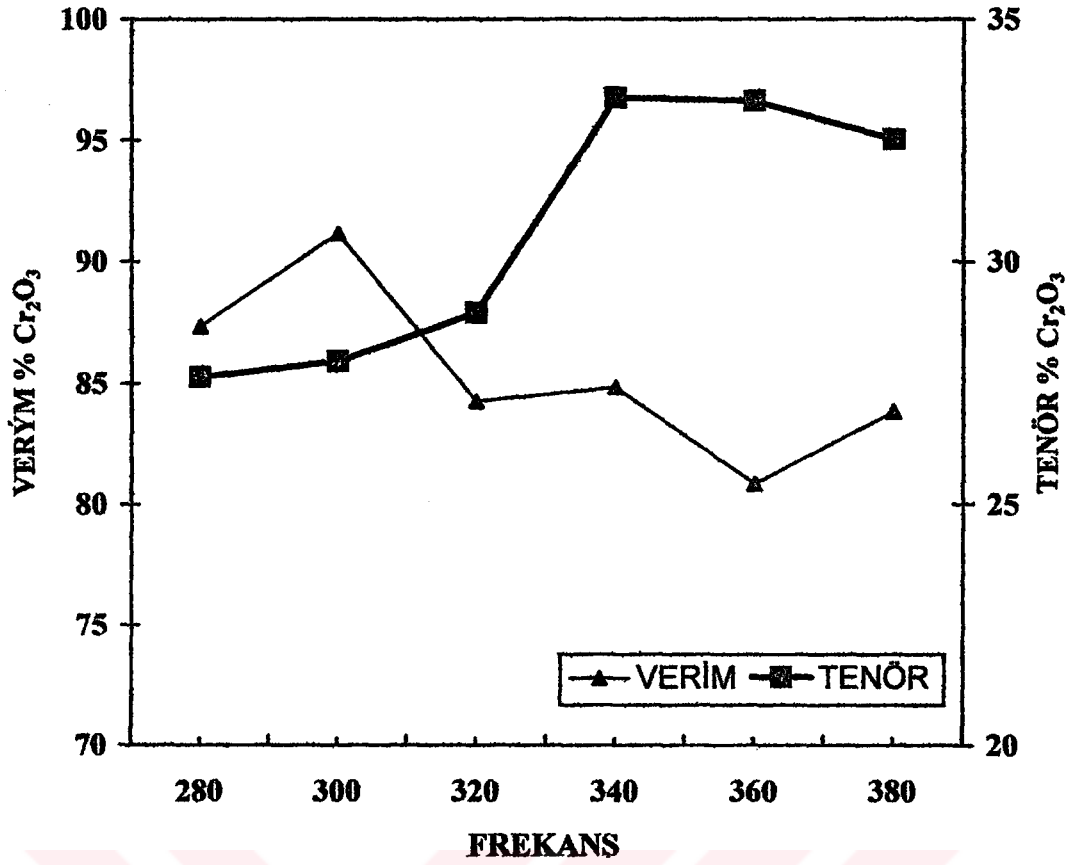
Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Cr ₂ O ₃ Tenör (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%) ↓
Konsantre	309	30.15	33.29	46.71	46.71
AraürünI	142	13.85	30.80	19.85	66.56
AraürünII	255	24.88	19.13	22.15	88.71
AraürünIII	175	17.07	11.73	9.32	98.03
Artık	144	14.05	3.00	1.97	100.00
Toplam	1025	100.00	21.49	100.00	

Çizelge 11.11..Frekans Saptamak Amacıyla Yapılan Deneylerin Toplu Sonuçları

Frekans d/d	Ürünler	Miktar %	Tenör Cr ₂ O ₃ %	Verim %
280	Konsantre	62.76	27.62	87.33
	Artık	37.24	6.79	12.67
	Toplam	100.00	19.85	100.00
300	Konsantre	61.79	27.96	91.17
	Artık	38.21	4.39	8.83
	Toplam	100.00	18.95	100.00
320	Konsantre	55.67	28.95	84.25
	Artık	44.33	6.81	15.75
	Toplam	100.00	19.13	100.00
340	Konsanre	51.70	33.13	84.83
	Artık	48.30	6.40	15.17
	Toplam	100.00	20.35	100.00
360	Konsantre	54.97	33.32	80.83
	Artık	45.03	9.65	19.17
	Toplam	100.00	22.66	100.00
380	Konsantre	55.41	32.51	83.82
	Artık	44.59	7.79	16.18
	Toplam	100.00	21.49	100.00

Frekans tesbit etmek için yapılan deneylerin toplu sonuçları Çizelge 11.11 ve Şekil 11.1'de verilmiştir.

Çizelge 11.11 ve Şekil 11.1'den de izelenebileceği gibi tenörün 340 dev. / dk.'ya kadar yükselip daha sonra düştüğü görülmektedir. Veriminde frekans arttıkça düştüğü görülmektedir. En iyi sonucun elde edildiği 340 dev. / dk.'da % 51.70 oranındaki konsantre 33.13 Cr₂O₃ tenörlü ve % 84.83'lük verimle elde edilmiştir.



Şekil 11.1. Konsantre Tenörünün ve Veriminin Frekansa Bağlı Olarak değişimi

11.6.2. Stroki Tespit Etmek İçin Yapılan Deneyler

Aşağıdaki koşullar sabit tutularak en uygun stroki tesbit etmek için 12, 14, 16, 18, 20 mm strok aralıklarında deneyler yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 11.12., Çizelge 11.13., Çizelge 11.14., Çizelge 11.15., Çizelge 11.16.'de verilmiştir. Toplu sonuçlarda Çizelge 11.17.'de verilmiştir.

Koşullar

Frekans :340 d/dk.

Kapasite: 0.75 kg / dk.

Yıkama Suyu: 12Lt/dk.

Boyut:-0.3+0.1mm

Eğim:1.7°

Çizelge 11.12. 12 mm'de Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Tenör Cr ₂ O ₃ (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%) ↓
Konsantre	80.4	8.53	41.08	16.15	16.15
AraürünI	270.0	28.64	33.22	43.82	59.97
AraürünII	247.2	26.22	20.19	24.38	84.35
AraürünIII	232.6	24.67	11.49	13.07	97.42
Artık	112.7	11.94	4.69	2.58	100.00
Toplam	942.9	100.00	21.71	100.00	

Çizelge 11.13. 14 mm'de Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Tenör Cr ₂ O ₃ (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%) ↓
Konsantre	202.6	21.04	38.78	35.72	35.72
AraürünI	198.5	20.62	28.25	25.50	61.22
AraürünII	272.0	28.25	22.25	27.52	88.74
AraürünIII	198.7	20.64	11.05	9.99	98.73
Artık	90.9	9.45	3.02	1.26	100.00
Toplam	962.7	100.00	22.84	100.00	

Çizelge 11.14. 16 mm'de Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Tenör Cr ₂ O ₃ (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%) ↓
Konsantre	157.1	15.00	41.58	30.65	30.65
AraürünI	299.7	28.61	29.09	40.90	71.55
AraürünII	205.3	19.60	17.54	16.89	88.44
AraürünIII	176.2	16.82	9.22	7.62	96.06
Artık	209.2	19.97	4.02	3.94	100.00
Toplam	1047.5	100.00	20.35	100.00	

Çizelge 11.15. 18 mm'de Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Tenör Cr ₂ O ₃ (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%) ↓
Konsantre	299.2	31.63	33.00	47.36	47.36
AraürünI	144.7	15.30	26.47	18.37	65.73
AraürünII	276.3	29.21	20.52	27.19	92.92
AraürünIII	162.5	17.18	7.93	6.18	99.10
Artık	63.2	6.68	2.96	0.9	100.00
Toplam	945.9	100.00	22.04	100.00	

Çizelge 11.16. 20 mm'de Elde Edilen Sonuçlar

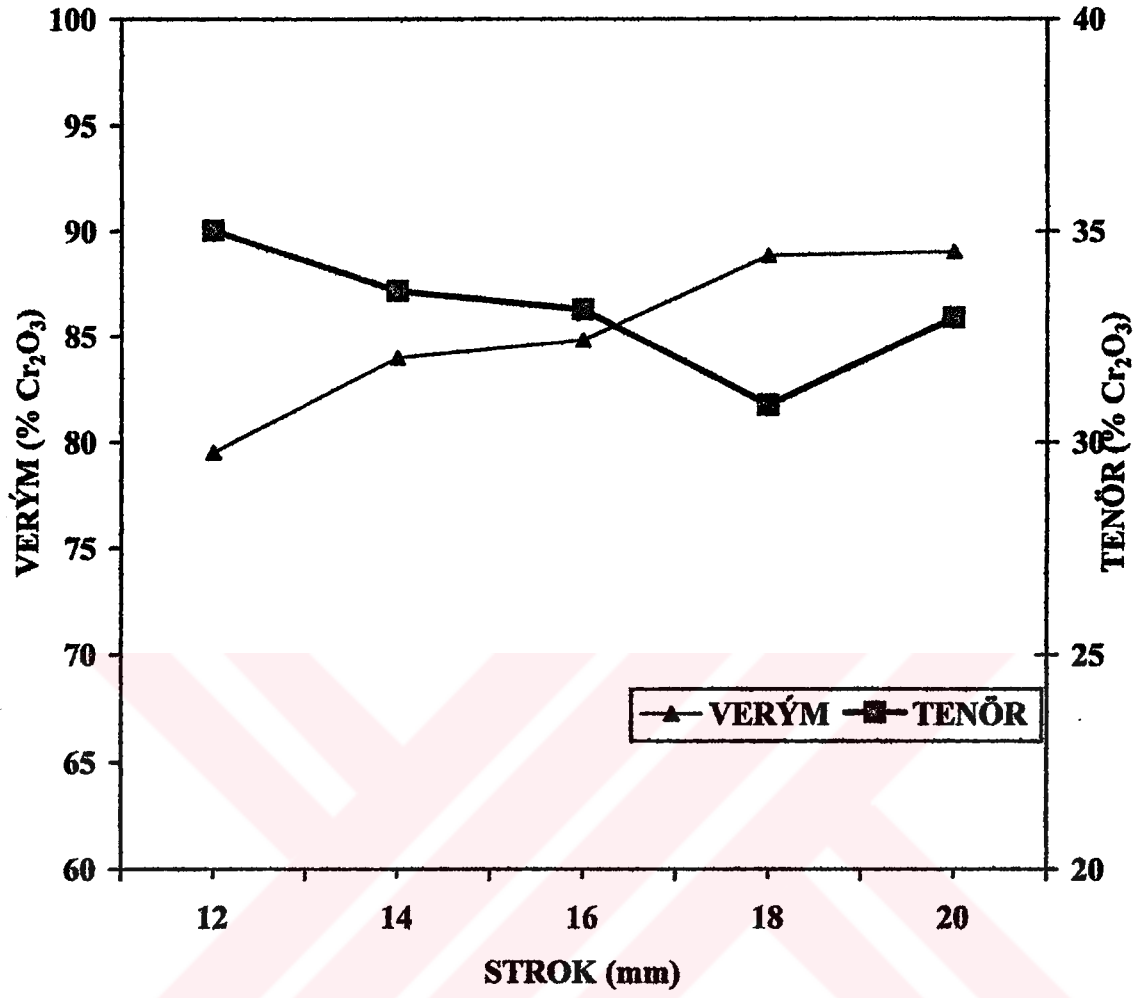
Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Tenör Cr ₂ O ₃ (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%) ↓
Konsantre	276.6	29.08	37.88	50.24	50.24
AraürünI	212.4	22.33	26.51	26.99	77.23
AraürünII	242.3	25.48	14.24	16.56	93.79
AraürünIII	157.2	16.53	7.02	5.29	99.08
Artık	62.6	6.58	3.11	0.02	100.00
Toplam	951.1	100.00	21.93	100.00	

Çizelge 11.17. Strokı Saptamak Amacıyla Yapılan Deneylerin Toplu Sonuçları

Strok Mm	Ürünler	Miktar %	Tenör Cr ₂ O ₃ %	Verim %
12	Konsantre	49.29	35.02	79.51
	Artık	51.71	9.27	20.49
	Toplam	100.00	21.71	100.00
14	Konsantre	57.14	33.57	83.98
	Artık	42.86	8.53	16.02
	Toplam	100.00	22.84	100.00
16	Konsantre	51.70	33.13	84.83
	Artık	48.30	6.40	15.17
	Toplam	100.00	20.35	100.00
18	Konsantre	63.43	30.87	88.84
	Artık	36.57	7.08	11.16
	Toplam	100.00	22.04	100.00
20	Konsantre	59.26	32.94	89.01
	Artık	40.74	5.91	10.99
	Toplam	100.00	21.93	100.00

Strokı tesbit etmek için yapılan deneylerin toplu sonuçları Çizelge 11.17 ve Şekil 11.2'de verilmiştir.

Çizelge 11.17 ve Şekil 11.2'den de izlenebileceği gibi strok arttıkça tenörün düştüğü verimin de arttığı görülmektedir. En iyi sonucun 12 mm'de % 49.29 oranındaki konsantre % 35.02 Cr₂O₃ tenörlü ve % 79.51'lik verimle elde edilmiştir.



Şekil 11.2. Konsanre Tenörüntün ve Veriminin Stroka Bağlı Olarak Değişimi

11.6.3. Eğimi Tespit Etmek İçin Yapılan Deneyler

Aşağıdaki koşullar sabit tutularak en uygun eğimi tesbit etmek için 0° , 1° , 2° , 3° , 4° , 5° derecede deneyler yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 11.18., Çizelge 11.19., Çizelge 11.20., Çizelge 11.21., Çizelge 11.22. ve Çizelge 11.23'de verilmiştir. Toplu sonuçlarda Çizelge 11.24.'de verilmiştir.

Koşullar

Frekans:340 d/dk.

Strok :12 mm

Kapasite: 0.75 kg / dk.

Yıkama Suyu: 12Lt/dk.

Boyut: -0.3+0.1mm

Çizelge 11.18. 0° 'de Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Tenör Cr_2O_3 (%)	Cr_2O_3 Verim (%)	Cr_2O_3 ↓ Verim (%)
Konsantre	659.9	68.41	22.48	72.03	72.03
Artık	304.6	31.59	18.90	27.97	100.00
Toplam	964.5	100.00	21.35	100.00	

Çizelge 11.19. 1° 'de Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Tenör Cr_2O_3 (%)	Cr_2O_3 Verim (%)	Cr_2O_3 ↓ Verim (%)
Konsantre	723.5	72.12	26.02	87.28	87.28
Artık	252.6	25.88	10.57	12.72	100.00
Toplam	976.1	100.00	21.50	100.00	

Çizelge 11.20. 2^o'de Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Tenör Cr ₂ O ₃ (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%) ↓
Konsantre	317.9	32.49	34.19	52.52	52.52
AraürünI	195.5	19.98	22.18	20.93	73.45
AraürünII	222.2	22.71	17.04	18.28	91.73
AraürünIII	199.6	20.40	7.76	7.47	99.20
Artık	43.2	4.42	3.67	0.8	100.00
Toplam	1000.00	100.00	21.15	100.00	

Çizelge 11.21. 3^o'de Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Tenör Cr ₂ O ₃ (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%) ↓
Konsantre	221.2	23.28	39.82	41.59	41.59
AraürünI	285.9	30.09	27.98	37.77	79.36
AraürünII	239.7	25.23	13.57	15.36	94.72
AraürünIII	163.6	17.22	6.07	4.68	99.40
Artık	39.7	4.18	3.31	0.60	100.00
Toplam	950.1	100.00	22.29	100.00	

Çizelge 11.22. 4^o'de Elde Edilen Sonuçlar

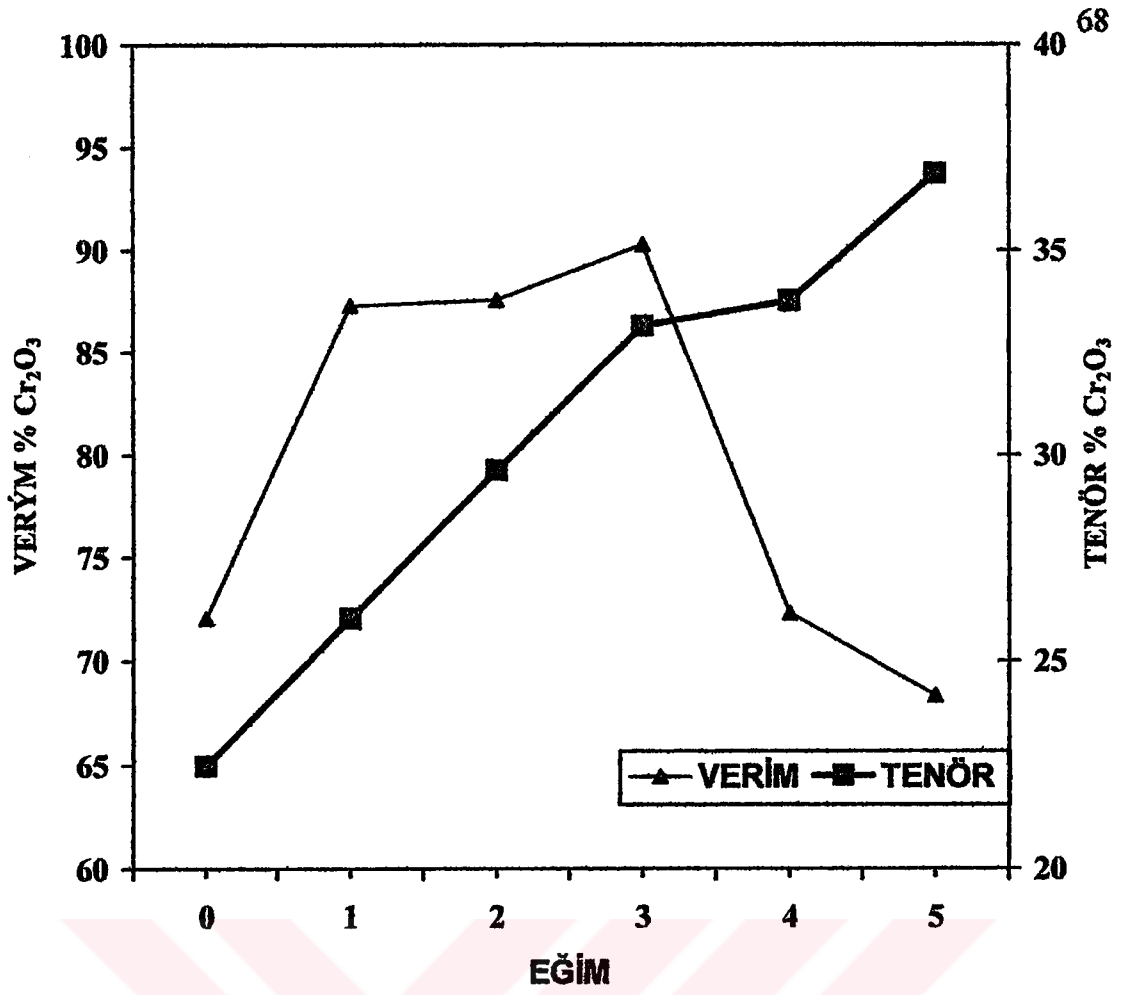
Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Tenör Cr ₂ O ₃ (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%) ↓
Konsantre	66.30	6.79	40.39	12.66	12.66
AraürünI	250.00	25.60	32.00	37.82	50.49
AraürünII	243.1	24.89	23.87	27.43	77.92
AraürünIII	231.2	23.67	16.03	17.52	95.44
Artık	186.2	19.06	5.19	4.56	100.00
Toplam	976.8	100.00	21.66	100.00	

Çizelge 11.23. 5 ° 'de Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Tenör Cr ₂ O ₃ (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%) ↓
Konsantre	54.80	5.71	40.85	10.94	10.94
AraürünI	192.40	20.06	35.72	33.61	44.55
AraürünII	241.20	25.15	25.22	29.75	74.30
AraürünIII	264.60	27.59	16.40	21.22	95.52
Artık	206.10	21.49	4.44	4.48	100.00
Toplam	959.10	100.00	21.32	100.00	

Çizelge 11.24. Eğimi Saptamak Amacıyla Yapılan Deneylerin Toplu Sonuçları

Eğim °	Ürünler	Miktar %	Tenör Cr ₂ O ₃ %	Verim %
0 °	Konsantre	68.41	22.48	72.03
	Artık	31.59	18.90	27.97
	Toplam	100.00	21.35	100.00
1 °	Konsantre	72.12	26.02	87.28
	Artık	25.88	10.57	12.72
	Toplam	100.00	21.50	100.00
2 °	Konsantre	62.53	29.62	87.57
	Artık	37.47	7.03	12.43
	Toplam	100.00	21.15	100.00
3 °	Konsantre	60.72	33.14	90.27
	Artık	39.28	5.53	9.73
	Toplam	100.00	22.29	100.00
4 °	Konsantre	46.37	33.76	72.27
	Artık	53.64	11.19	27.73
	Toplam	100.00	21.66	100.00
5 °	Konsantre	39.53	36.86	68.34
	Artık	60.47	11.16	31.66
	Toplam	100.00	21.32	100.00



Şekil 11.3. Konsantre Tenörünün ve Veriminin Eğime Bağlı Olarak Değişimi

Eğimi tesbit etmek için yapılan deneylerin toplu sonuçları Çizelge 11.24 ve Şekil 11.3'de verilmiştir.

Çizelge 11.24 ve Şekil 11.3'den de izlenebileceği gibi eğim arttıkça tenörün arttığı, verimin ise 3° 'ye kadar artış gösterip tekrar düştüğünü görmekteyiz. Tenör ve verim açısından en iyi sonucun 3 °'de %60.72 oranındaki konsantre %33.14 Cr₂O₃tenörlü ve %90.27'lik verimle elde edilmiştir.

11.6.4. Yıkama Suyunu Tespit Etmek İçin Yapılan Deneyler

Aşağıdaki koşullar sabit tutularak en uygun yıkama suyu miktarını tesbit etmek için 10, 12, 14 lt / dk.'da deneyler yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 11.25., Çizelge 11.26., Çizelge 11.27'de verilmiştir. Toplu sonuçlarda Çizelge 11.28.'da verilmiştir.

Koşullar

Frekans:340 d/dk.

Strok:12 mm

Kapasite: 0.75kg/dk.

Eğim: 3°

Boyut:-0.3+0.1mm

Çizelge 11.25. 10 lt / dk. 'da Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Tenör Cr ₂ O ₃ (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%) ↓
Konsantre	154.0	16.03	35.21	28.59	28.59
AraürünI	189.8	19.75	27.62	27.63	56.22
AraürünII	251.6	26.18	20.61	27.33	83.55
AraürünIII	243.8	25.37	10.70	13.75	97.30
Artık	121.7	12.67	4.22	2.70	100.00
Toplam	960.9	100.00	19.74	100.00	

Çizelge 11.26. 12 lt / dk. 'da Elde Edilen Sonuçlar

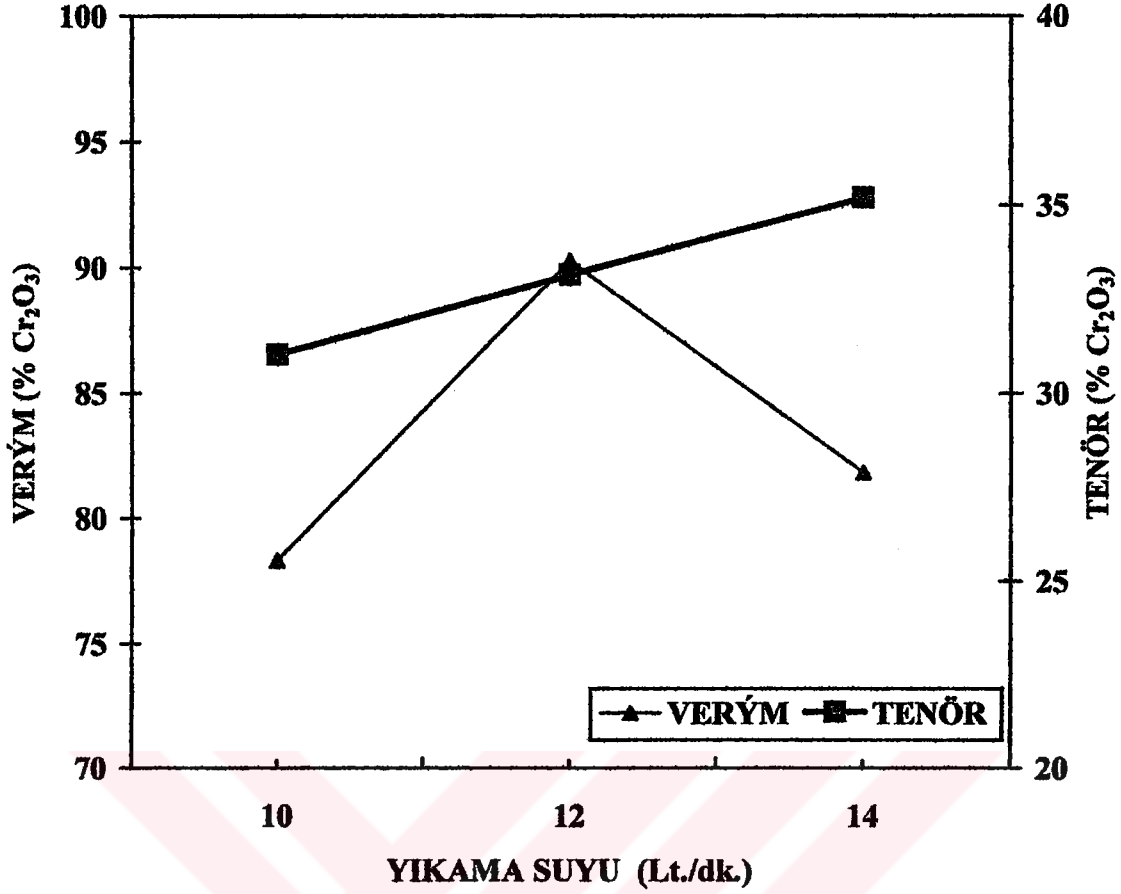
Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Tenör Cr ₂ O ₃ (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)
Konsantre	221.2	23.28	39.82	41.59	41.59
AraürünI	285.9	30.09	27.98	37.77	79.36
AraürünII	239.7	25.23	13.57	15.36	94.72
AraürünIII	163.6	17.22	6.07	4.68	99.40
Artık	39.7	4.18	3.31	0.60	100.00
Toplam	950.1	100.00	22.29	100.00	

Çizelge 11.27. 14 lt / dk. 'da Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar (gr.)	Miktar (%)	Tenör Cr ₂ O ₃ (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%)	Cr ₂ O ₃ Verim (%) ↓
Konsantre	140.20	14.78	35.71	25.62	25.62
AraürünI	196.90	20.76	34.81	35.08	60.70
AraürünII	257.50	27.15	19.94	26.28	86.98
AraürünIII	212.90	22.45	9.69	10.56	97.54
Artık	140.90	14.86	3.38	2.46	100.00
Toplam	948.40	100.00	20.60	100.00	

Çizelge 11.28. Yıkama Suyunu Saptamak Amacıyla Yapılan Deneylerin Toplu Sonuçları

Y. Suyu Lt./dk.	Ürünler	Miktar %	Tenör Cr ₂ O ₃ %	Verim %
10	Konsantre	49.84	31.02	78.32
	Artık	50.16	8.54	21.68
	Toplam	100.00	19.74	100.00
12	Konsantre	60.72	33.14	90.27
	Artık	39.28	5.53	9.73
	Toplam	100.00	22.29	100.00
14	Konsantre	47.91	35.18	81.82
	Artık	60.12	7.18	18.18
	Toplam	100.00	20.60	100.00



Şekil 11.4. Konsantre Tenörün ve Veriminin Yıkama Suyuna Bağlı Olarak Değişimi

Yıkama suyunu tesbit etmek için yapılan deneylerin toplu sonuçları Çizelge 11.28 ve Şekil 11.5'de verilmiştir.

Çizelge 11.28 ve Şekil 11.5'den de izlenebileceği gibi yıkama suyu miktarı arttıkça tenörün arttığı, Verimin 12 lt. / dk.'da en yüksek değere vardığını görmekteyiz. Tenör ve verim açısından en iyi sonucun 12 lt. / dk.'da %60.72 oranındaki konsantre % 33.14 Cr₂O₃ tenörlü ve % 90.27'lik verimle elde edilmiştir.

11.6.5. Optimum Koşullarda Yapılan Deney Sonuçları

Koşullar

Besleme miktarı	: 3000g.
Frekans	: 340 d/d
Strok	:12 mm
Eğim	: 3°
Yıkama suyu	: 12 Lt./dk.
Kapasite	: 0.75 kg/dk
Boyut	:-0.3+0.1 mm

Çizelge 11.29.Optimum Koşullarda Elde Edilen Sonuçlar

Ürünler	Miktar %	Tenör Cr ₂ O ₃ %	Verim Cr ₂ O ₃ %
Konsantre	64.58	28.91	87.90
Araürün	15.70	12.42	9.18
Artık	19.72	3.13	2.91
Toplam	100.00	21.24	100.00

Optimum koşullarda elde edilen kaba konsantre temizlenerek Çizelge 11.30.'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 11.30. Kaba Konsantre Temizleme Sonuçları

Ürünler	Miktar %	Tenör Cr ₂ O ₃ %	Verim Cr ₂ O ₃ %
Konsantre	29.60	36.06	50.25
Kaba Artık	34.98	22.86	37.65
Toplam	64.58	28.91	87.90

Optimum koşullarda elde edilen araürün ile konsantrenin temizlenmesinde elde edilen kaba artık birleştirilerek temizleme işlemine tabi tutulduğunda Çizelge 11.31'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 11.31. Araürünle Kaba Artığın Temizleme Sonuçları

Ürünler	Miktar %	Tenör Cr ₂ O ₃ %	Verim Cr ₂ O ₃ %
Konsantre	26.47	31.88	39.73
Artık	24.21	6.21	7.08
Toplam	50.68	19.62	46.81

Sarsıntılı masa ile zenginleştirme sonucunda nihai konsantre %34.08 Cr₂O₃ içeriğiyle %90.00'lik verimle elde edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 11.32'da verilmiştir.

Çizelge 11.32. Optimum Koşullarda Elde Edilen Nihai Sonuçlar

Ürünler	Miktar %	Tenör Cr ₂ O ₃ %	Verim Cr ₂ O ₃ %
Konsantre	56.07	34.08	90.00
Artık	43.93	4.82	10.00
Toplam	100.00	21.24	100.00

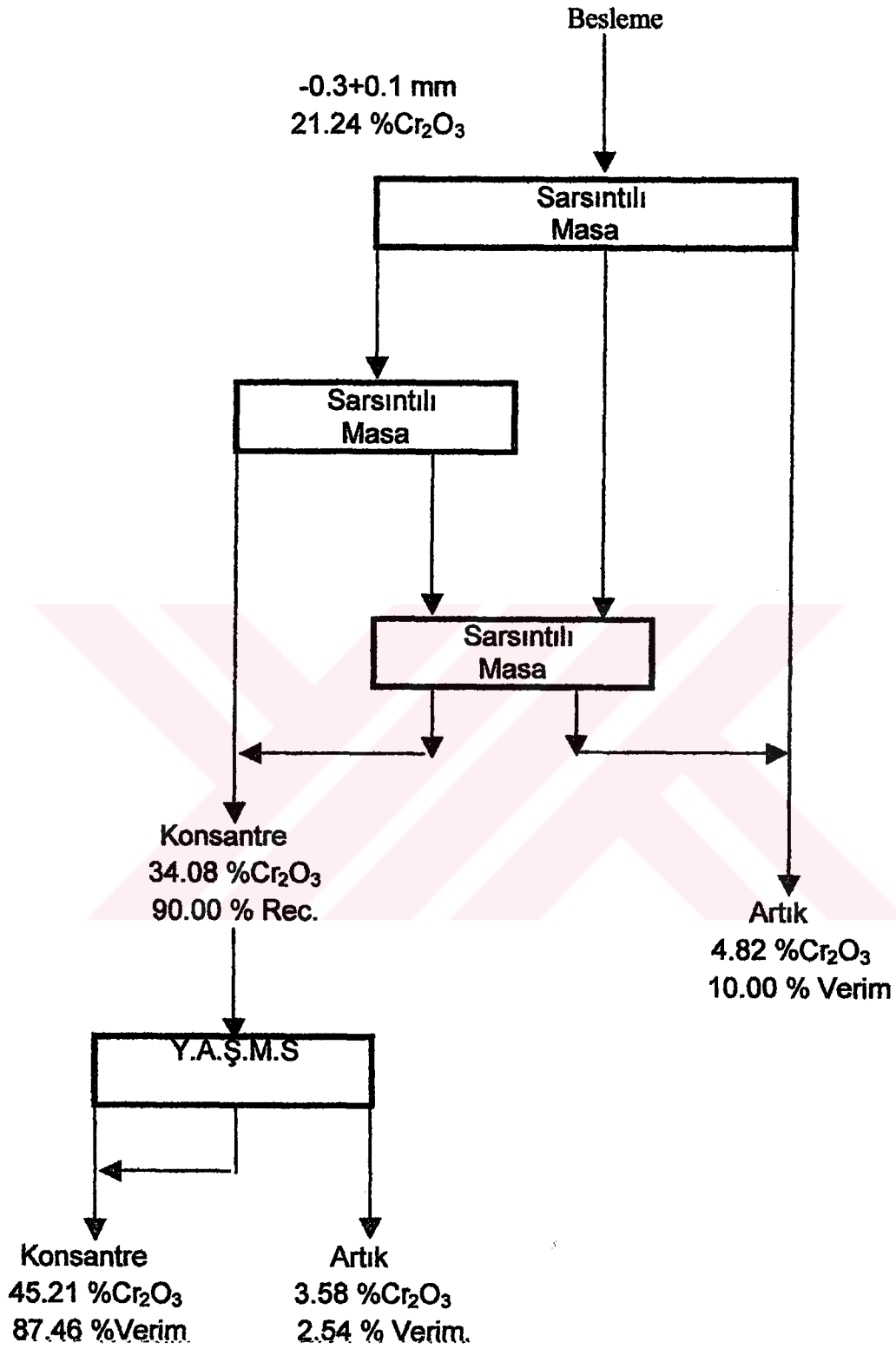
11.7. Yüksek Alan Şiddetli Döner Diskli Manyetik Seperatör Sonuçları

Sarsıntılı masadan elde edilen %34.08 Cr₂O₃ içerikli konsantre döner diskli manyetik seperatore beslenmesiyle Çizelge 11.33. deki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 11.33..Manyetik Seperatör Sonuçları

Ürünler	B.M. Göre Miktar %	Tenör Cr ₂ O ₃ %	Verim Cr ₂ O ₃ %
Konsantre	30.12	47.87	67.82
Araürün	10.96	38.05	19.64
Artık	14.99	3.58	2.54
Toplam	56.07	34.08	90.00

Konsantre ve araürün birleştirildiğinde %45.21 Cr₂O₃ içerikli nihai konsantre %87.46'lık verimle elde edilmiştir. Krom artıklarını değerlendirmek için öngörülen akım şeması Şekil 11.5'te verilmiştir



Şekil 11.5. Krom artıklarını Değerlendirmek için Öngörülen Akım Şeması

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- Batı – Kef kromit cevherinde kromit ve gang minerallerinin (olivin ve serpantin) farklı yoğunlukta olması ve kristallerinin tane büyüklüğü yapılan çalışmalar gözönüne alındığında kromitin – 0.350 mm boyutu altında serbestleştiği saptanmıştır. Artık numunesi üzerinde yapılan deneyler sonucunda – 0.3 mm boyutunda en iyi serbestleşmenin olduğu saptanmıştır. Kromitin gang mineralleriyle yeterli yoğunluk farkı olduğu için sarsıntılı masa ile zenginleştirilmesine karar verilmiştir.

- Kef konsantratör tesis artıkları üzerinde yapılan sarsıntılı masa çalışmaları sonucunda % 57.06 oranında % 34.08 Cr₂O₃ tenörlü konsantre % 90'lık verimle elde edilmiştir. Daha yüksek tenörlü bir konsantre elde etmek için masa konsantresi manyetik seperatörle temizlemeye tabi tutulmuştur. Manyetik seperatörle temizleme sonucunda zenginleştirme sonucunda % 41.8 oranında %45.21 Cr₂O₃ tenörlü konsantre % 87.46'lık verimle elde edilmiştir. Bu şekilde % 21.24 Cr₂O₃ içeren kef konsantratör artığı zenginleştirilerek % 45.21 Cr₂O₃ tenörlü temiz konsantre elde edilmiştir. Elde edilen konsantre metalurjik özellikte olup, biriket tesisinde işlenerek ferrokrom da değerlendirme olanağını ortaya koymaktadır.

- Kef konsantratör artığının sallantılı masa ile değerlendirilemeyen % 20'lik miktara sahip %21.09 Cr₂O₃ içerikli –0.1 mm boyutundaki kısmı yüksek alan şiddetli manyetik seperatörde veya flotasyon ile değerlendirilmesi yönünde çalışmalar yapılması önerilebilir.

- Türkiye'de artan üretim ve ihracata bağlı olarak krom zenginleştirme tesisleri kurulmuştur. Ancak kromit zenginleştirme tesisleri kurulurken, cevherin zenginleştirme özelliklerini ortaya koyacak yeterli ön etütlerin yapılmadığı, bunun sonucu olarak da, cevher niteliğine uygun teknoloji seçilmediği için, krom kazanma verimi ve kapasite kullanımları düşük olmaktadır. Bu nedenle krom zenginleştirme tesislerindeki düşük kapasite ve düşük verim, Türkiye'de cevher zenginleştirme tesislerinin ortak sorunu haline gelmiştir. Bu ortak sorun işletme maliyetini artıran ana etkidir. Cevher hazırlama tesislerinin yüksek performansla çalıştırılması ise cevher özelliklerinin bilimsel olarak belirlenmesi ve buna bağlı uygun akım şemalarının oluşturulması ile mümkün olabilir.

KAYNAKLAR

AYDIN, M.E. and KAHRAMAN, F., 2001; "Evaluation Of Chromite Tailings Of Etibank – Kef Concentration Plant ", IX. Balkan Mineral Processing Congress, İSTANBUL, TURKEY

BURUT, Y., KIRIKOĞLU, S. ve SUNER, F., 1990; "Maden Yatakları El Kitabı", İTU, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Maden Yatakları- Jeokimya ABD, İSTANBUL

ÇİÇEK, T., CÖCEN, İ., and SAMANLI, S., 1998, "Gravimetric Concentration Of Fine Chromite Tailings," 7th International Mineral Processing Symposium, İSTANBUL, TURKEY

ÇİLİNGİR, Y., 1990, "Metalik Cevherler ve Zenginleştirme Yöntemleri", C.1, İZMİR

DENİZ, V., 1992, "Burdur-Yeşilova Yöresi Kromitlerinin Zenginleştirilmesi", Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, ESKİŞEHİR

DEVLET PLANLAMA TEŞKİLATI, 1992, "Kromit, 1992, 6. Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu," Raporu, Yayın No: DPT: 2305 – ÖİK : 412, 127s., ANKARA

DEVLET PLANLAMA TEŞKİLATI, 1995, "Kromit, 7. Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu", C.2, S.173-191, ANKARA

DEVLET PLANLAMA TEŞKİLATI, 2001, "Kromit, 8. Beş yıllık Kalkınma Planı"

DOĞAN, M. Z., 1969, "Guleman Kefdağı Krom Cevherinin Konsantrasyonu " , Tübitak Mag Projesi, No: 132.

DOĞAN, M.Z., ÖNAL, G., GÜRKAN, V., YÜCEL, E. and KALDIRIM, M., 1988, "Etibank Üçköprü Maden İşletmesi Karagedik Krom Konsantrasyon Tesisinin İyileştirilmesi", II. Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu, İZMİR

ENGİN, T., BALCI, M., SÜMER, Y., ve ÖZKAN, Y. Z., 1981, Guleman (Elazığ) Kromit Yatakları ve Peridotit Birimlerinin Genel jeoloji Konumu, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, Sayı: 95/96 s.77 – 100, ANKARA

ETİBANK, 1984, “Şark Kromları Konsantratör Tesisi Tevsii Projesi (Kefdağ Krom Zenginleştirme) Fizibilite Etüdü”, Proje Tesis Dairesi Başkanlığı, ANKARA

ETİBANK, 1985, “Şark Kromları Tesisi Tevsii Projesi Fizibilite Etüdü II. Revizyon”, Proje Tesis Dairesi Başkanlığı, ANKARA

ETİBANK, 1994, “Batı Kef Açık İşletme, Kef Konsantratörü ve Biriktleme Tesisi Projesi”, Etibank Şarkkromları – Ferrokrom – İşletmesi Müessesesi Müdürlüğü, ELAZIĞ

ETİBANK, 1998, “Eti Krom A.Ş Genel Müdürlüğü Tanıtıcı Birifing Notları”, ELAZIĞ

ETİBANK, 1999, “Etibank A.Ş. Genel Müdürlüğü Yıllık Faaliyet Raporu”, Ankara

GENCE, N., 1985, “Elazığ Kefdağı Kromitlerinin Zenginleştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, ESKİŞEHİR

GENCE, N., 1999, Beneficiation Of Elazığ – Kefdağ Chromite By Multi – Gravity Seperator, Tr. J. Of Engineering And Environmental Science, Tübitak, TURKEY

GENCE, N., 2001, “Enrichment Of Chromite Ores By Shaking Table and Multi Gravity Separator”, IX. Balkan Mineral Processing Congress, İSTANBUL

GÜMÜŞ, A., 1998, “İç Olaylara Bağlı Maden Yatakları”, İZMİR

GÜNEY, A., 1990, “Etibank Üçköprü Krom Zenginleştirme Tesisi Artıklarından Küçük Boyutlu Kromitin Zenginleştirilmesi”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL

GÜNEY, A., ÖNAL, G and ÇELİK, M.S., 1999, "A New Flowsheet for Processing chromite Fines by Column Flotation and The Collector Adsorption Mechanism", İstanbul Technical University, Mining Faculty, Mineral Processing Section, Ayazağa, İSTANBUL

KAYNAR, M.B., ANAÇ,S., and CİKCİK, A., 1988, "Düşük Tenörlü Elazığ Yöresi Cevherlerinden Ferrokrom Üretiminin Tekno-Ekonomik Etüdü", II.Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu, İZMİR

KIRIKOĞLU, S., 1992, "Maden Yatakları", ITU, Maden Fakültesi Maden Yatakları Jeokimya Anabilimdalı, İSTANBUL

KURŞUN, H., 1994, "Karanlıkdere Düşük Tenörlü Krom Cevherinin Optimum Zenginleştirme Koşullarının Araştırılması Çalışmaları", Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, SİVAS

ÖNAL, G., GÜRKAN, V., ACARKAN, N., 1979, "Krom Zenginleştirme Tesisleri Artıklarının Yüksek Alan Şiddetli Yaş Manyetik Ayırmayla Değerlendirilmesi", 5. Madencilik Bilimsel ve Teknik Kongresi, ANKARA

ÖNAL, G., 1985, Cevher Hazırlamada Flotasyon Dışındaki Zenginleştirme Yöntemleri, İ.T.Ü. Maden Fakültesi Ofset Atölyesi, Maçka , İSTANBUL

ÖNAL,G., ve ATEŞOK, G., 1994, Cevher Hazırlama El Kitabı, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı, İSTANBUL

ÖZDAĞ, H., UÇBAŞ, Y. and KOCA, S., 1994, Recovery Of Chromite From Slime And Table Tailings By Multi – Gravity Separator, Innovations In Mineral Processing

ÖZTÜRK. N., ÇAKIR. T., GENÇOĞLU, V.,1988, "Elazığ Ferrokrom Tesisleri Curufundaki Kromit ve Ferrokromun Kazanılma Etüdü", II.Cevher Hazırlama Sempozyumu., İZMİR

SAMANLI, S., 1998, “Kromit Tesis Artıklarının Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İZMİR

ŞATIR, M., 1996, “Etibank –Elazığ (Guleman) Şark Kromları İşletmesi Kef Konsantratörünün İyileştirme Çalışmaları”, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, ISPARTA

ŞİRVANCI, N., 1998, “İnce Boyutlu Kromit Konsantrelerinden Ön Redüklenmiş Pelet Üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL

TURGUT, B., 1995, “Düşük Tenörlü Karaburhan Kromitlerinin Zenginleştirilebilirliğinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, ESKİŞEHİR

TÜBİTAK., 1977 “VI. Bilim Kongresi Mühendislik Araştırma Grubu Tebliğleri (Maden ve Metalurji Seksiyonu)”, İZMİR

SÖNMEZ, E., TURGUT, B., 1997, Enrichment Of Chromite Ore By Means Of Multi – Gravity Separator, 7th Balkan Conference On Mineral Processing, pp.332 – 336

USGS, 1997, “Minerals Information”.

YAPA, N.,1984, “Kefdağ Konsantratör Artıklarının Flotasyonla Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.U. Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.2. Türkiye Kromit Sahaları – Rezerv Dağılımı – Tenör Aralıkları, Ferrokrom Konsantratör ve Krom Kimya Tesisleri	8
Şekil 7.1. Kef Konsantratörü Akım Şeması	39
Şekil 7.2. Batı Kef Konsantratörü Akım Şeması	40
Şekil 10.1. Numune Hazırlama Akış Şeması	49
Şekil 11.1. Konsantre Tenör ve Veriminin Frekansa Bağlı Olarak Değişimi.	60
Şekil 11.2. Konsantre Tenör ve Veriminin Genliğe Bağlı Olarak Değişimi.	64
Şekil 11.3. Konsantre Tenör ve Veriminin Eğime Bağlı Olarak Değişimi.	68
Şekil 11.4. Konsantre Tenör ve Veriminin Yıkama Suyuna Bağlı Olarak Değişimi	71
Şekil 11.5. Krom Artıklarını Değerlendirmek İçin Öngörülen Akım Şeması	75

ÇİZELGELER LİSTESİ**Sayfa No**

Çizelge 2.1	Kromit Cevherinin Karakteristik Özellikleri.	3
Çizelge 2.2	Dünya Kromit Rezervleri, Gemiye Yüklenebilir.	9
Çizelge 2.3	Çeşitli Kuruluşlara Ait Kromit Rezervleri.	10
Çizelge 2.4	Dünya Krom Cevheri Üretimi	11
Çizelge 2.5	Türkiye Krom Cevheri Üretim Miktarı	13
Çizelge 3.1	Krom Cevherinin Sınıflandırılması	14
Çizelge 3.2	Kromit Kullanım Alanları ve Özellikleri.	15
Çizelge 4.1	Türkiye Parça Cevheri İhracatı	19
Çizelge 4.2	Türkiye Zenginleştirilmiş Kromit İhracatı	20
Çizelge 4.3	Türkiye Krom Cevheri Dış Satış Miktarı ve Değeri	21
Çizelge 5.1.	Krom Sektöründe Kurulu Konsantre Kapasitesi	23
Çizelge 5.2.	Özgül Ağırlık Farkına Dayalı Zenginleştirme Yöntemleri ve Yaklaşık Uygulama boyutları	25
Çizelge 6.1	Türkiye Ferrokrom Üretimi	28
Çizelge 6.2.	Elazığ Tesislerinde Bir Ton Yüksek Karbonlu FeCr Üretimi İçin Gerekli Hammadde Miktarları	30
Çizelge 6.3.	Etibank Elazığ 2000 Yılı Ferrokrom A Tesisi Üretim Değerleri	30
Çizelge 6.4.	Etibank Elazığ 2000 Yılı Ferrokrom B Tesisi Üretim Değerleri	31
Çizelge 7.1	Konsatratör Tesisi Sonuçları	38
Çizelge 8.1	Atık Baraj Kademeleri Aktif Hacimleri ve Dolma Süreleri	41
Çizelge 11.1	Deneylere Esas Olan Numunenin Tam Kimyasal Analizi	51
Çizelge 11.2	Temsisli Numunenin Boyut Analizi ve Boyuta Göre Cr ₂ O ₃ Dağılım Sonuçları	52
Çizelge 11.3	Kromit Mineralinin Serbestleşme Derecesi	53
Çizelge 11.4	Serbestleşme Boyutunu Tesbit Etmek İçin Yapılan Masa Deneyleri	54

Çizelge 11.5	280 dev. / dk.'da Elde Edilen Sonuçlar	56
Çizelge 11.6	300 dev. / dk. 'da Elde Edilen Sonuçlar	57
Çizelge 11.7	320 dev. / dk. 'da Elde Edilen Sonuçlar	57
Çizelge 11.8	340 dev. / dk. 'da Elde Edilen Sonuçlar	57
Çizelge 11.9	360 dev. / dk. 'da Elde Edilen Sonuçlar	58
Çizelge 11.10	380 dev. / dk. 'da Elde Edilen Sonuçlar	58
Çizelge 11.11	Frekansı Saptamak Amacıyla Yapılan Deneylerin Toplu Sonuçları	59
Çizelge 11.12	12 mm'de Elde Edilen Sonuçlar.	61
Çizelge 11.13	14 mm'de Elde Edilen Sonuçlar.	61
Çizelge 11.14	16 mm'de Elde Edilen Sonuçlar.	61
Çizelge 11.15	18 mm'de Elde Edilen Sonuçlar.	62
Çizelge 11.16	20 mm'de Elde Edilen Sonuçlar.	62
Çizelge 11.17	Genliği Saptamak Amacıyla Yapılan Deneylerin Toplu Sonuçları	63
Çizelge 11.18	0° 'de Elde Edilen Sonuçlar.	65
Çizelge 11.19	1° 'de Elde Edilen Sonuçlar	65
Çizelge 11.20	2° 'de Elde Edilen Sonuçlar	66
Çizelge 11.21	3° 'de Elde Edilen Sonuçlar.	66
Çizelge 11.22	4° 'de Elde Edilen Sonuçlar	66
Çizelge 11.23	5° 'de Elde Edilen Sonuçlar	67
Çizelge 11.24	Eğimi Saptamak Amacıyla Yapılan Deneylerin Toplu Sonuçları.	67
Çizelge 11.25	10 Lt. / dk.' da Elde Edilen Sonuçlar	69
Çizelge 11.26	12 Lt. / dk.' da Elde Edilen Sonuçlar	69
Çizelge 11.27	14 Lt. / dk.' da Elde Edilen Sonuçlar	70

Çizelge 11.28	Yıkama Suyunu Saptamak Amacıyla Yapılan Deneylerin Toplu Sonuçları.	70
Çizelge 11.29	Optimum Koşullarda Elde Edilen Sonuçlar	72
Çizelge 11.30	Kaba Konsantre Temizleme Sonuçları	73
Çizelge 11.31	Araürünle Kaba Artığın Temizleme Sonuçları	73
Çizelge 11.32	Optimum Koşullarda Elde Edilen Nihai Sonuçlar	74
Çizelge 11.33	Manyetik Seperatör Sonuçları	74



ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Muş'ta doğan Mehmet Emin Aydın, ilk,orta ve lise öğrenimini Muş'ta tamamlamıştır. Ocak 1997 yılında İ.T.Ü. Maden Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümünden Maden Mühendisi olarak mezun olmuştur. Aynı yıl İstanbul Kömür ve Madencilik A.Ş.'de Laboratuvar dan sorumlu Mühendis olarak çalışmıştır. 1999 yılında Dicle Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümüne Uzman olarak atanmıştır. 1999 yılında Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Programında Yüksek Lisans öğrenimine başlamıştır.

