

ADANA-KARSANTI BÖLGESİ DÜŞÜK TENÖRLÜ KROMİT CEVHERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

BENEFICIATION OF LOW GRADE CHROMITE ORES FROM ADANA-KARSANTI REGION

A.GÜL, A.E.YÜCE, A.GÜNEY, V.GÜRKAN, F.ARSLAN, G.ÖNAL
İTÜ Maden Fak., Maden Müh.Böl., Cevher ve Kömür Haz. A.B.Dalı, Maslak-İstanbul.

ÖZET:

Adana-Karsanti bölgesinde ortalama % 5 Cr₂O₃ içerikli 200 milyon tonluk kromit rezervleri bulunmaktadır. Düşük tenörlü ancak büyük rezervli bu potansiyelin ekonomiye kazandırılması büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla maden yatağından alınan numunelerin kimyasal, mineralojik ve boyut dağılım özellikleri saptandıktan sonra sarsıntılı masa+manyetik ayırma, spiral+manyetik ayırma ve flotasyon ile zenginleştirme deneyleri yapılmıştır. Deneyler sonunda kromit, olivin konsantreleri ve nikelce zengin artık alınmıştır. Artıktaki nikelin kazanılmasına yönelik olarak asidik çözündürme deneyleri yapılmıştır. Zenginleştirme deneylerinin sonuçları esas alınarak ön ekonomik değerlendirme yapılmıştır.

ABSTRACT:

In Adana-Karsanti region, there are approximately 200 million tons of chromite ore, containing 5 % Cr₂O₃. Although these ore considered to be low grade ores, they have great potential from the economical viewpoint due to their high quantity. Therefore, after determining their chemical, mineralogical compositions and size distribution, shaking table+magnetic separation, spiral+magnetic separation and flotation tests were carried out. As a result concentration tests, chromite, olivin concentrates and tailings with a considerable Ni content were produced. Ni in tailings were leached in sulfuric acid solutions. Preliminary economical evaluation of these ores were done according to the experimental results.

1.GİRİŞ

Dünya krom potansiyeli açısından ülkemiz, G. Afrika, Zimbabve, Bağımsız Devletler Topluluğu, Hindistan ve Finlandiya ile birlikte ön sıralarda yer almaktadır. Dünya rezervlerinin % 4'üne sahip ülkemizin toplam kromit rezervleri, 300 milyon ton civarındadır. Bu rezervin; ortalama % 5 Cr₂O₃ içeriğiyle 200 milyon tonluk bölümü, Adana-Karsanti yöresinde bulunmaktadır. Krom içeriği açısından düşük dereceli cevher grubunda değerlendirilen Karsanti Bölgesi kromit cevherlerinin rezerv payının büyüklüğünden dolayı, ekonomiye kazandırmaları önem taşımaktadır. Türkiye'de krom içeriği yüksek cevherlerden kromit üretimi konusunda yapılmış çok sayıda araştırma ve uygulama örnekleri olmasına karşın, düşük tenörlü kromit cevherlerinin zenginleştirilmesine yönelik çalışmalar son derece azdır (önal vd., 1986, Güney, 1990, İTÜ, YBYK,Uyg-Ar Proje, 1992).

Bu çalışmanın amacı; düşük tenörlü kromit cevherlerinin değerlendirilmesi olanaklarının araştırılması olup, bu kapsamda, Adana-Karsanti yöresi kromit cevherlerinden, kromit konsantrasyonu üretiminin yanı sıra, cevherde bulunan olivin ve nikelin de kazanılmasıyla sözkonusu cevher yatağının ekonomik olarak değerlendirilmesi koşulları araştırılmıştır.

2.MALZEME VE YÖNTEM

Etibank'a ait Adana-Karsanti Bölgesi düşük tenörlü kromit cevherleriyle yapılan bu çalışmada, cevher sahasından alınan temsili numunelerin kimyasal, mineralojik ve boyut dağılım özellikleri saptanmış, kromit, olivin ve nikel konsantrasyonu üretimine yönelik deneysel çalışmalar ile ön ekonomik değerlendirme yapılmıştır. Deneylerde kullanılan

temsili mumunenin tam kimyasal analizi Çizelge 1'de verilmektedir.

Çizelge 1. Numunenin Tam Kimyasal Analiz Sonuçları

Eleman	%
Cr ₂ O ₃	4.60
SiO ₂	32.46
FeO	5.24
Al ₂ O ₃	3.28
MgO	40.25
CaO	0.16
Ni	0.245
K.Kayıp	13.72

Kimyasal analiz sonuçlarına göre % 4.60 Cr₂O₃, % 40.25 MgO ve % 0.245 Ni içerikli Karsantı Bölgesine ait krom cevherinin mineralojik incelemelerinde; serpantinleşmiş dümit bileşimli kayalar içerisinde, bantlı ve saçılım gösteren kromit yanında, serpantinleşmiş olivin ve olivin (forsterit) minerallerinden oluştuğu saptanmıştır. Nikel çoğunlukla olivin ve olivinin aberasyonu sonucu oluşan serpantin bünyesinde, izomorf halde bulunmakta, ayrıca pentlandit, hezlevudit, millerit ve avaroit gibi nikel mineralleri izlenmektedir. Kromit tane boyutları genellikle 20 mikron ile 1.5 mm arasında, ortalama tane boyutunun 0.3 mm; olivin tane boyutlarının 30 mikron ile 1.2 mm arasında ve ortalama tane boyutunun 0.15 mm dolayında olduğu; % 80 oranında kromit ve olivin serbestleşmesinin 0.3 ve 0.2 mm altında olduğu tesbit edilmiştir.

On zenginleştirme amacıyla, farklı boyut gruplarında, özgül ağırlık farkına göre ve manyetik ayırma ile zenginleştirme deneyleri yapılmış, ancak uygun metal içeriği ve kazanma verimleriyle ön konsantrelerin elde edilemeyeceği saptanmıştır. Mineralojik inceleme ve tane serbestleşme etüt sonuçları da dikkate alınarak, 1 mm; 0.5 mm ve 0.2 mm boyutu altına indirilen numunelerle, belirli boyut gruplarında özgül ağırlık farkına göre ve flotasyonla zenginleştirme deneyleri yapılmış, sonuçlar kromit, olivin ve nikel yönünden değerlendirilmiştir. Ayrıca gravite zenginleştirme sonunda elde edilen araklardan nikel kazanılmasına yönelik olarak sülfürik asit ile çözündürme deneyleri yapılmıştır.

3.ZENGİNLEŞTİRME DENEYLERİ

3.1. Sarsıntılı Masa + Manyetik Ayırma tie Zenginleştirme Deneyleri

Tamamı 1 mm, 0.5 mm ve 0.2 mm altına indirilerek 0.5-1 mm, 0.2-0.5 mm, -0.2 mm boyut gruplarında ve şlam olarak ayrılmış numunelerle sarsıntılı masa ile zenginleştirme deneyleri yapılmıştır. Sarsıntılı masadan elde edilen kromit ve olivince zengin aradırın, yüksek alan şiddetli (2 Tesla) yaş manyetik ayırmaya tabi tutulmuş, zenginleştirme sonucunda kromit, olivin konsantreleri ile nikelce zengin bir artık elde edilmiştir. Bu grupta yapılan deneylere ait toplu sonuçlar Çizelge 2, 3 ve 4'de verilmektedir.

Çizelge 2. 1 mm Altında Yapılan S.Masa+M.Ayırma Deneyinin Birleştirilmiş Sonuçları

ÜRÜNLER	Miktar	Cr ₂ O ₃		MgO		Ni	
		İçerik %	Venn %	İçerik M	Venn %	İçerik %	Venn %
Kromit Kens	62	48.69	63.6	10.69	16	0.112	29
Olivin Kons	34	173	12	4891	40	0.225	30
Artık	904	185	35.2	43.50	944	0.255	941
TOPLAM	1000	4.75	1000	4165	1000	0.245	1000

Çizelge 3. 0.5 mm Altında Yapılan S.Masa + M. Ayırma Deneyinin Birleştirilmiş Sonuçları

ÜRÜNLER	Miktar	% 2-3		MgO		Ni	
		İçerik %	Venn %	İçerik	Venn %	İçerik S	Venn S
Kromit Koni	63	48.28	64.0	8.78	13	0.121	30
OlivinKont.	51	1.19	13	4907	6.0	0.279	58
Artık	116	186	34.7	43.56	92.7	0.253	912
TOPLAM	1000	4.73	1000	4165	1000	0.246	1000

Sarsıntılı masa + manyetik ayırma ile zenginleştirme sonuçlarına göre, 1mm boyutu altında, girene göre % 6.2 oranında, % 48.69 Cr₂O₃ içerikli kromit konsantrisi % 63.6 kazanma verimiyle elde edilmektedir. Cevherde bulunan % 41.65 içerikli olivinin zenginleştirilmesi sonrasında, MgO içeriği % 48'lere çıkmakta, % 0.245 içerikli nikel ise artıda kalmaktadır.

Çizelge 4. 0.2 mm Altında Yapılan S.Masa + M. Ayırma Deneyinin Birleştirilmiş Sonuçları

ÜRÜNLER	Mikur	° 2 ° 3		MgO		Ni	
		İçerik %	Venn S	İçerik %	Venn	İçerik	Venn %
Kranit Kons	71	48 50	719	161	15	0110	31
OuvmKone.	60	104	12	4914	70	0 374	89
Arak	869	141	269	4422	915	0254	88 0
TOPLAM	1000	479	1000	4199	1000	0251	1000

0.5 mm altında yapılan zenginleştirme sonuçları 1 mm altında elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermekte, ancak cevher boyutu 0.2 mm altında gerçekleştirilen deney grubunda, kromit kazanma verimleri % 72 seviyesine çıkmaktadır. Her iki boyut grubunda da olivin ve nikel içeren ürünlerin özellikleri aynı kalmaktadır.

3.2. Spiral + Manyetik Ayırma He Zenginleştirme Deneyleri

Tamamı 1 mm, 0.5 mm altına indirilerek 0.5-1 mm, 0.2-0.5 mm, -0.2 mm boyut gruplarında ve şlam olarak ayrılmış numunelerle Reichert Spirali ile zenginleştirme deneyleri yapılmıştır. Spiralden elde edilen kromit ve olivince zengin araürün, yüksek alan şiddetli (2 Tesla) yaş manyetik ayırmaya tabi tutulmuş, zenginleştirme sonucunda kromit, olivin konsantrileri ile nikelce zengin bir artık elde edilmiştir. Bu grupta yapılan deneylere ait sonuçlar Çizelge 5 ve 6'da verilmektedir.

Sarsıntılı masaya alternatif olarak spiralın kullanıldığı zenginleştirme deneylerinde; 1 mm boyutu altında, girene göre % 5.3 oranında, % 48.38 Cr_2O_3 içerikli kromit konsantrisi, % 54.5 kazanma verimiyle elde edilmektedir. Tamamı 0.5 mm altında yapılan zenginleştirme deneyleri sonuçlarına göre % 48.3 Cr_2O_3 içerikli konsantrinin kazanma verimi % 66'lar seviyesine çıkmakta, buna karşılık, her iki boyut grubundaki olivin konsantrisi ve artığın, olivin ve nikel içerik ve kazanma verimleri sarsıntılı masa + manyetik ayırma ile zenginleştirme deneylerinden elde edilen sonuçlarla aynı seviyelerde kalmaktadır, sarsıntılı masa+manyetik ayırma ile zenginleştirmede kromit konsantrisi içerik ve verim açısından spiral+manyetik ayırmaya göre daha iyi sonuç vermiştir. Ancak gerek olivin gerekse nikel açısından her iki yöntemle benzer sonuçlar elde edilmiştir

Çizelge 5. 1 mm Altında Yapılan Spiral + M.Ayırma Deneyinin Birleştirilmiş Sonuçları

ÜRÜNLER	Mikur	° 2 ° 3		MgO		Ni	
		tank S	Venn %	İçerik H	Venn S	İçerik	Venn %
Kromit Kan.	S3	4838	545	1000	13	0114	21
OlvimKane.	112	526	125	46.81	126	0266	122
Artık	835	186	330	4300	86.1	0250	85 3
TOPLAM	1000	4 71	1000	4167	1000	0245	1000

Çizelge 6. 0,5 mm Altında Yapılan Spiral+ M.Ayırma Deneyinin Birleştirilmiş Sonuçları

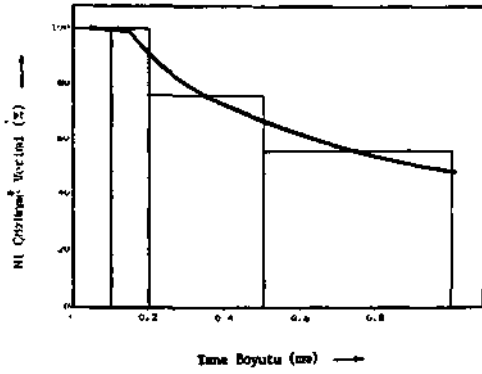
ÜRÜNLER	Mikur	° 2 ° 3		MgO		Ni	
		İçerik	Venn H	İçerik %	Venn S	İçerik	Venn S
Kromit Kene.	65	48 30	661	568	16	0104	28
OuvmKont.	69	112	16	5027	98	0241	102
Ank	866	177	32 3	4476	88 6	0249	870
TOPLAM	1000	4 71	1000	4260	1000	0239	1000

3.3 Rotasyon He Zenginleştirme Deneyleri

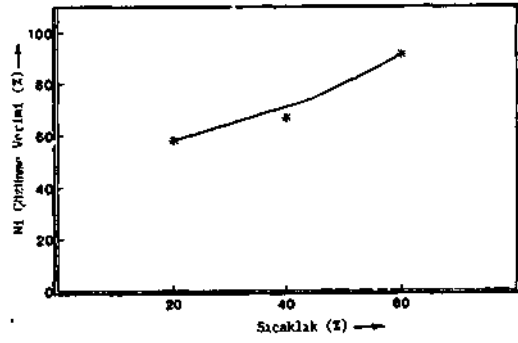
Özgül ağırlık farkına göre zenginleştirmeye seçenек olarak tamamı 0.2 mm altına öğütülmüş numunelerle klasik, kolon ve jet flotasyonu deneyleri yapılmıştır. Rotasyon deneylerinde en iyi sonuç; % 25 Cr_2O_3 içeriği ve % 24.3 Cr_2O_3 kazanma verimiyle kolon flotasyonunda elde edilmiştir.

3.4 Kimyasal Zenginleştirme Deneyleri

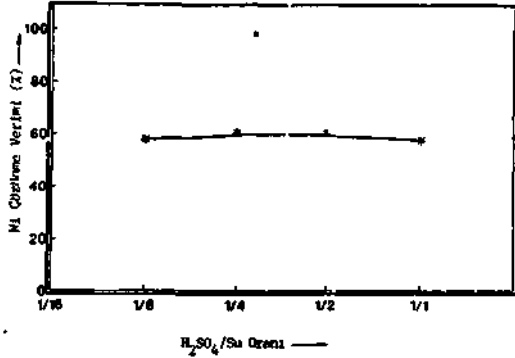
Nikelin kazanılmasına yönelik olarak yapılan çözüldürme deneylerinde, gravite ve manyetik ayırma ile zenginleştirme seçeneğinden elde edilen nikelce zengin artıklar kullanılmıştır. Nikelin kazanılmasına yönelik olarak yapılan çözüldürme deneylerinde, H_2SO_4 kullanılmış olup; tane boyutu, asit/su oranı, çözelti sıcaklığı ve liç süresinin nikel çözüldürme verimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Deney sonuçları Şekil 1, 2, 3 ve 4'de verilmektedir.



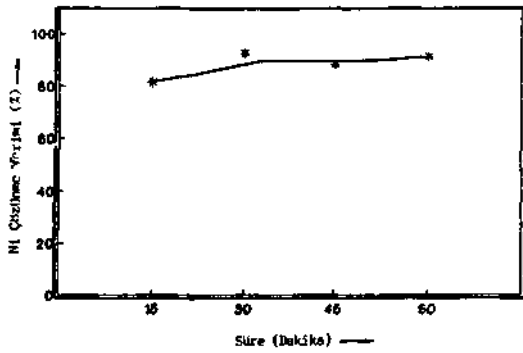
Şekil 1. Tane Boyutunun Nikel Çözünme Verimine Etkisi



Şekil 4. Çözelti Sıcaklığının Nikel Çözünme Verimine Etkisi



Şekil 2. Asit Konsantrasyonu Değişiminin Nikel Çözünme Verimine Etkisi



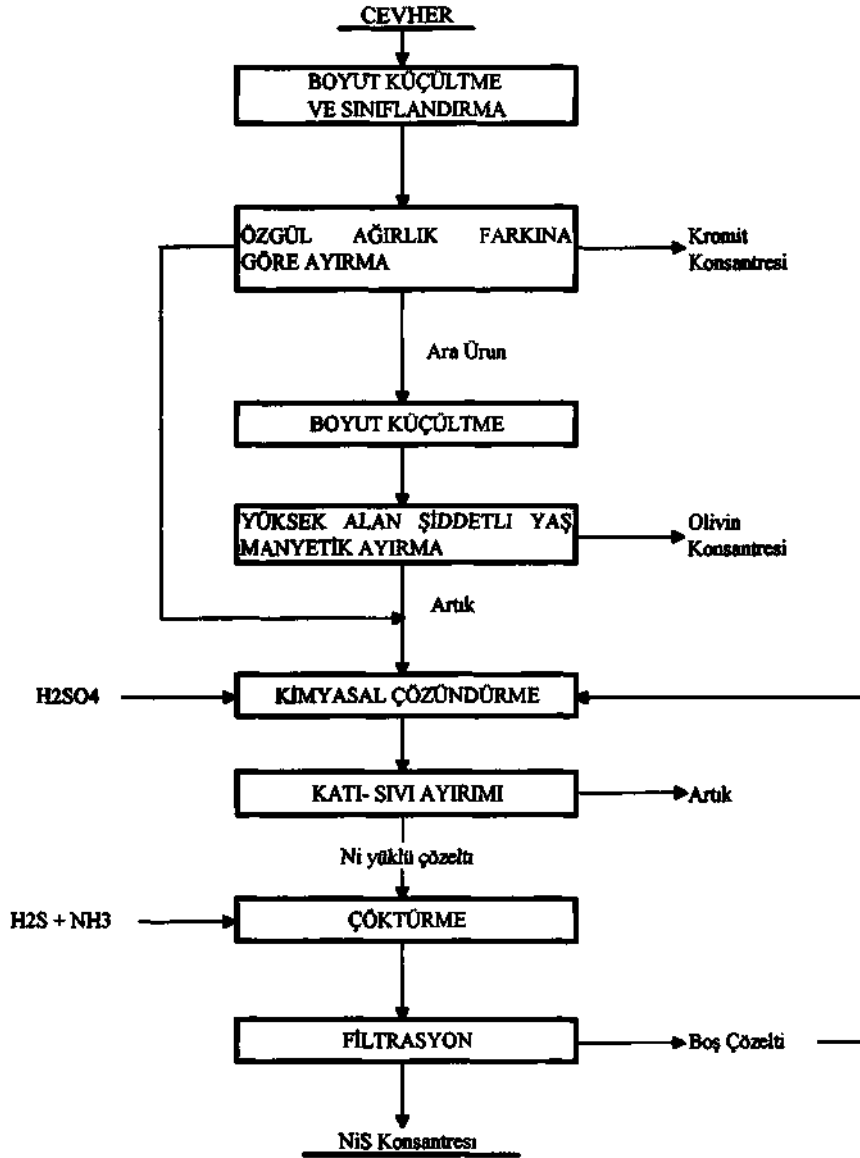
Şekil 3. Çözündürme Süresinin Nikel Çözünme Verimine Etkisi

Gravite ve manyetik ayırma ile zenginleştirme deneylerinde artık olarak alınan üründen nikel kazanımına yönelik olarak yapılan çözüldürme deneylerinde; tane boyutunun küçülmesi ve pülp sıcaklığının artmasıyla çözünmenin arttığı, ancak asit/su oran değişiminin çözünmeyi etkilemediği belirlenmiştir. Çözündürme süresinin incelendiği deneylerde ise, 30 dakikalık çözüldürme süresinden sonra nikel çözünme verimlerinde artış olmamaktadır. Optimum çözüldürme koşulları; -0.2 mm tane boyutu, 1/8 asit/su oranı, 60°C çözelti sıcaklığı ve 30 dakika çözüldürme süresi olarak saptanmıştır. Bu koşullarda maksimum nikel çözünme verimi % 92 olup asit sarfiyatı 900 kg/t olarak bulunmuştur.

4. ON EKONOMİK DEĞERLENDİRME

Adana Karsanb Bölgesi, düşük kromit içerikli cevherin zenginleştirilmesine yönelik olarak yapılan bu araştırma sonuçlarına göre, kromit ve olivin konsantreleri üretimi için gravite+manyetik ayırma ve artıklardaki nikelin kazanılmasına yönelik olarak kimyasal çözüldürme, en uygun proses olarak belirlenmiştir. Bu cevherlerin zenginleştirilmesi için öngörülen proses akım şeması Şekil S'de ve bu processe göre üretilen ürünlerin tam kimyasal analiz sonuçları da, Çizelge Tde verilmektedir.

On ekonomik değerlendirmeler; kurulması öngörülen zenginleştirme tesisinde yılda % 4.65 O₂O₃ içeren 1.000.000 ton cevher işlenerek 61.000 ton % 48.80 Cr₂O₃ içerikli kromit konsantrisi ve yan ürün olarak 65.000 ton % 48.83 MgO içerikli bir olivin konsantrisi üretimi esas alınarak yapılmıştır.



Şekil 5. Basitleştirilmiş Proses Akım Şeması

Çizelge 7. Zenginleştirme Deneyleri Sonucunda Üretilen Ürünlerin Tam Kimyasal Analizi.

Eleman	Kromit Konsantresi»	Olivin Konsantresi	Artık
Cr ₂ O ₃	48.80»	2 76«	194»
FeO	18.78	63	5.55
SiO ₂	5.54	3726	33.26
Al ₂ O ₃	14.45	140	1.83
MgO	8.53	48 83	4346
CaO	0.35	0 31	0.36
Ni	0.082	0.350	0.243
K.K.yı	1.58	4 21	14.95

Bu değerlendirmelere göre; 1992 yılı fiatlarıyla, bir ton kromit konsantresinin liman teslimi üretim maliyeti yaklaşık olarak 87 \$ ve olivin konsantresinin üretim maliyeti sıfır kabul edilerek ton basma 8 \$ nakliye + FOB olarak hesaplanmaktadır. Kromit konsantresinin satış fiyatı 90 \$/t ve olivin konsantresinin satış fiyatı 20 \$/t kabul edildiğinde; prosesin ekonomik olduğu söylenebilir. Proseste ve ekonomik değerlendirmede gözönüne alınmayan nikel üretimi asit tüketiminin az olması nedeniyle günümüz koşullarında karlı bir operasyon olmamaktadır. Yapılan bu çalışmalardan ortaya çıkan bulgular Karsantı kromit yatağının işletilebilirliğine olumlu yönde ışık tutmaktadır. Ancak; ön değerlendirmede esas alınan rakamların güncelleştirilerek daha ayrıntılı bir fizibilite çalışmasının yapılması, bu rezervlerin ekonomiye kazandırılması açısından önem taşımaktadır.

SONUÇLAR

Adana Karsantı bölgesi düşük tenörlü kromit cevherlerinin değerlendirilmesine yönelik olarak yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Deneysel çalışmalarda kullanılan numunenin % 4.60 Cr₂O₃* % 40.25 MgO ve % 0.245 Ni içerdiği kimyasal analiz sonucu saptanmıştır.

- Mineralojik incelemelere göre, cevherin % 10-15 arasında değişen oranlarda kromit içerdiği, gang minerallerinin ise serpantin ve olivin olduğu, ayrıca

olivin ve serpantin bünyesinde izomorf halde Ni varlığı saptanmıştır.

- Zenginleştirme deneylerinde sarsıntılı masa+manyetik ayırma ve spiral+manyetik ayırma yöntemleri kullanılarak; % 48'in üzerinde Cr₂O₃ içeren bir kromit konsantresi; % 60-70 verimle; % 49'un üzerinde MgO içeren bir olivin konsantresi; % 10 verimle elde edilmiştir.

Zenginleştirme arıyıcıları nikelin asidik çözündürme sonunda % 92 verimle çözültüye alınabileceği saptanmıştır.

- Yapılan ekonomik analizler sonucunda çıkan bulgular, Karsantı kromit yatağının işletilebilirliğine ışık tutmakta olup; güncel rakamlarla daha ayrıntılı bir fizibilite çalışmasının yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı destekleyen ETİBANK Genel Müdürlüğü'ne ve değerli bilgilerinden yararlandığımız Dr. Erol OKUR'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Onal, G., Doğan, Z., Özpeker, I., Atak, S., Gürkan, V. 1986. *Kromit Oluşumu, Zenginleştirilmesi ve Kullanım Alanları*, İTÜ Maden Fakültesi Ofset Atöryesi-Istanbul.
2. Güney, A. Kasm. 1990. *Etibank Üçköprü Krom Zenginleştirme Tesisi Artıklarından Kromitin Zenginleştirilmesi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Çalışması.
3. Adana-Karsantı Düşük Tenörlü Kromit Cevherinin Zenginleştirilmesi, 1992. İTO YBYK Uyg-Ar Merkezi, Araştırma Projesi (Yayınlanmamış Rapor).