

## GULEMAN KEFDAĞI KROM CEVHERİNİN KONSANTRASYONU

ZeM DOĞAN (x)

### ÖZET :

Etibank-Guleman madeni Batı Kef Krom Cevherinin Konsantrasyon problemi üzerine yapılan laboratuvar çalışmaları izah edilmiş ve sonuçlar tartışılmıştır.

Değirmende çubuk veya bilya yerine 2-2.5 cm. büyüklükte parça cevher kullanılması halinde ve yaş öğütme uygulandığında btomitin iri kısımlarda konsantre olduğu görülmüştür. Böyle selektif bir öğütmeden sonra — 850 + 210; — 210 + 75 ve — 75 mikronluk olmak üzere üç fraksiyonda sarsıntılı masada zenginleştirilen cevherden 48 ve daha yukarı  $Cr_3 O_3$  tenörlü konsantreler elde edilmiştir.

Sonuç olarak değişken tenörlü Batı Kef Krom cevherinin gravite yoluyla sarsıntılı masada konsantre edilebileceği anlaşılmıştır. Yalnız — 75 mikronluk fransi<sup>L</sup> yonda alınan düşük randıman, toplam randımam yüzde 73.80-75.80 arasında tutmaktadır.

Bu çalışma .Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu tarafından desteklenmiş olan MAG-132 sayılı araştırma projesinin bir parçasıdır.

### ABSTRACT :

The laboratory work is outlined on the concentration problem of Batı Kef chromite ore-Guleman District, and the results are discussed.

A selective grinding is obtained when pieces of ore about 1 inch in size are used in place of bails or rods in a jar mill as the grinding medium. After such a wet grinding, the ore is subjected to the gravity concentration on a «Wilfley» shaking table (laboratory size) on three fractions, namely, —850 + 210 miew'-v, —210 + 75 micron. The chromite concentrates are obtained with grades of 46 %  $Cr_2 O_3$  or more.

The results of laboratory work have shown that Batı Kef Chromite ore can be concentrated by gravity method (tabling). Except that the recovery figure remains low in — 75 micron fraction, keeping the total recovery figure in the range of 73.80-75.80 percent.

This study is a part of research project Nr. MAG<sup>L</sup>132 supported by Scientific and Technical Research Council of Turkey.

### 1. Giriş :

Guleman - Soridağda bulunan Batı Kef Krom yatağının  $Cr_2 O_3$  tenörü homogen olmayıp 25-42 arasında değişmektedir. Tenorunun yüksek olması halinde bu

(x) Asst. Prof. Dr. Maden Mühendisi Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara

cevher çok mükemmel özellikte dış piyasaların istediği bir refrakter kromudur. Tenoru 46.93 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, olan Batı Kef cevherinin tam analizi aşağıdadır:

	%
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	46.93
SiO <sub>2</sub>	3.95
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.32
MgO	18.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.08
Ateşte kayıp	0.29
CaO	0.08

ve Cr: Fe oranı 2.81 dir.

Refrakter krom cevheri için Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yüzdelerinin toplamının en aşağı 58.0 ve SiO<sub>2</sub> miktarının da % 6 nın altında olması gereklidir.

Batı Kef Krom yatağının Etibankça tesbit edilen rezerv durumu metrik ton olarak aşağıdadır:

İstihsale Hazır	Görünür	Muhtemel
77 500	660 000	964 000

BATI KEF Krom yatağının Etibankça tesbit edilen rezerv durumu metrik ton 31.64 ve 38.40 olan altmışar kiloluk dört sandık numune yerinde alınmış ve bu numuneler üzerinde ayrı ayrı laboratuvar çalışmaları yapılmıştır .

Batı Kef Krom cevherinden, ince kısım yüzdelerinin az olması şartı ile 46 veya daha yüksek Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü konsantreler elde edilmesi halinde satış imkânları artacak ve maliyetler düşük tutulabilirse bu krom yatağı işletilebilecektir .

## 2. Literatür Etüdü :

Dünyada işletilen krom cevherlerinin çoğu yüksek Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü olduğundan elle ayıklamadan (tavuklama) başkaca bir konsantrasyon işlemi gömeden satı;a arz edilirler. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenorunu yükseltmek üzere (% 48 veya deha yukarı) diserm-ne düşük tenörlü krom cevherleri kırılıp, öğütülüp ve klasörden geçirildikten sonra «Humphreys» spiraller,i, sarsıntılı masalar ve jigler gibi gravite usulleriyle konsantre edilirler. Diğer konsantrasyon metodları ağır sıvı ortamda ayırma, flo-tasyon, manyetik ve elektrostatik separasyondur. [7]

Türkiye'de önemli krom konsantrasyon tesisleri, Etibank'a ait Guleman'da ve Türk Maadin Şirketine ait Kavak ve Göçek'te bulunmaktadır.

Guleman Lavuarının kapasitesi [1] 24 saatte 240 ton olup, lavuara giren cevherin + 75 mm ve -75 mm, 25 mm. lik kısımları elle ayıklama işlemi görür; -25 mm. + 2 mm. lik kısım jiglerd,,n geçirilir ve -2 mm. lik kısım da sarsıntılı masalarda konsantre edilir.

Türk Mardin Şirketine [4] ait Göçek Lavuarında konsantrasyon, «Humphreys» spiralleriyle sarsıntılı masalarda -"apılmaktadır. 1969 yılında lavuarda işlenen cevherin tenörü 42-43.5 olup konsantrasyonun ortalaması % 53 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dir. Sarsıntılı masalar, spirallerin ince mikst kısmını işlemektedir. Aynı Şirkete ait kavak Krema lavuarında uygulanan konsantrasyonda «Humphrey's» spiralleriyle sarsıntılı masalarda olmaktadır.

Denver Equipment Co. [3] tarafından verilen bir akım şemasında  $20.6 \text{ Cr}_2 \text{O}_3$  tenörlü silisli bir cevher 1/4 inch elek altına öğütüldükten sonra jiglerde konsantre edilmektedir. Bu şekilde % 48.6  $\text{Cr}_2 \text{O}_3$  ve % 4.2  $\text{SiO}_2$  li bir konsantre meydana gelmekte ve mikslar dahil edilmezse randıman % 75'i bulmaktadır<sup>1</sup>. Gravite konsantrasyonunda, ince krom tanelerinin randımanı düşük olduğundan, bu akım şemasında krom tanelerinin serbest hale geldiğinde öğütme devresinden derhal çıkarılması esası gözününde tutulmuştur.

Kuzey Kaliforniya - Seiad Creck [6] tabasında lezuhür eden Belle ve Seiad Creek krom yataklarından alınan düşük tenörlü krom namunulen üzerinde U. S. Bureau Laboratuvarında konsantrasyon deneyleri yapılmıştır. -3/4 inch + 6 mesh'lik numune ağır sıvı ortamda ( $d = 3.32$ ) ön bir konsantrasyona tâbi tutulmuş ve % 85.6 randımanla tenörü  $35 \text{ Cr}_2 \text{O}_3$  olan ön bir konsantre meydana gelmiştir; Bunun safsıntılı masada yıkanmasından % 49 veya dah yukarı  $\text{Cr}_2 \text{O}_3$  ihtiva eden konsantre elde edilmişse de randıman % 33-45 civarında kalmıştır<sup>1</sup>. Sarsıntılı masa mikstlerinin elektrostatik separatörden geçirilmesi randımanı % 73'e çıkarmış; ve sarsıntılı masa ve elektrostatik separatörden alınan toplam konsantrelerin ortalaması % 53  $\text{Cr}_2 \text{O}_3$  değerini vermiştir. Flotasyon deneyleri, işlem mevcut olsa bile kromun selektif olarak konsantrasyonunun mümkün olduğunu göstermiştir; önce fuel oil kullanarak silisli gang floküle edilmiş, krom kaybının önüne geçilerek % 83-91 randımanla tenörü  $45 \text{ Cr}_2 \text{O}_3$  olan konsantre elde edilmiştir. -200 mesh'lik kısmın flotasyonu ve + 200 mesh'lik kısmın elektrostatik separatörden geçirilmesi suretiyle % 75.4 randımanla  $53.5 \text{ Cr}_2 \text{O}_3$  tenörlü bir konsantresi vermiştir. Manyetik separatörde yapılan deneyler pek iyi sonuç vermemiştir, zira randıman % 61-62 civarında olmuş ve konsantre tenörü 41-42  $\text{Cr}_2 \text{O}_3$  olarak kalmıştır. Elektrostatik separatörde yüksek tenörlü (52.7-53.9  $\text{Cr}_2 \text{O}_3$ ) bir konsantre elde edilmişse de randıman % 59 dan yukarı çıkmamıştır.

B. E. Barthélémy ve R. G. Mora, [2] kromit ve olivinden ibaret olan cevheri elektrostatik separatörden geçirmişlerdir; krom iletken olup olivin iletken olmadığından bu usulle ayırma kabil olmuştur. Ancak krom cevherinin doğrudan doğruya elektrostatik separatöre verilmesi değil de gravite yoluyla (spiral ve sarsıntılı masa) bir ön konsantrasyona tâbi tutulması tavsiye edilmektedir. Bir Güney Afrika krom cevheri ön bir konsantrasyona tâbi tutularak cevher tenörü 39.85  $\text{Cr}_2 \text{O}_3$  e çıkartılmış ve sonra elektrostatik separatörden geçirilerek % 95.6 randımanla tenörü  $50.31 \text{ Cr}_2 \text{O}_3$  olan bir konsantre elde edilmiştir. Artıkta  $2.03 \text{ Cr}_2 \text{O}_3$  tenor ve randımanı sırasıyla 7.21 ve % 4.4 olmuştur.

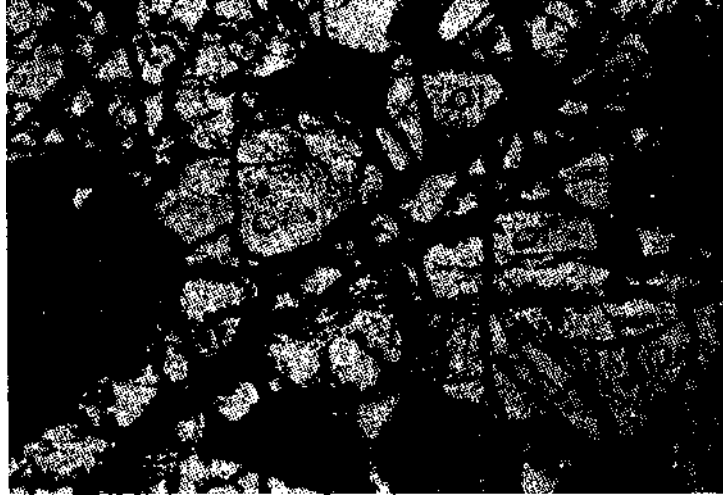
Grksaltık [5] Batı Kef Krom cevherini 100 mikron altına öğütürerek önce  $\text{pH} = 12$  de serpantini, sonra da  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ilâvesiyle  $\text{pH} = 3$  de kromiti flote etmiştir. Koefektor olarak «CoCo» amin HCl ve köpürtücü olarak da aromatik bir bileşik olan Irs gol kullanmıştır. Böylece % 46  $\text{Cr}_2 \text{O}_3$  ihtiva eden krom konsantrasyonunda randıman % 70-80 arasında olmuştur.

P. Sher, [8] M. Miloshevich ve P. Bulatovich tenörü 18.13  $\text{Cr}_2 \text{O}_3$  olan bir cevherin % 49'unu 43 mikron altına öğütülerek,  $\text{pH} = 11-11.5$  da sodyum silikatı dispersant ve CMC (karboksil - metil - sellüloz) yi selektif flokülan olarak ve kolektör olarak bir yağ asidi olan «Tall - oil» kullanmak suretiyle salını almadan tenörü 52  $\text{Cr}_2 \text{O}_3$  olan % 81 randımanla konsantre elde etmiştir. Laboratuvar çapında yapılan deneylerden sonra saatte 500 kiloluk pilot tesisinde de aynı tenor ve randımanla konsantre elde edilmiştir.

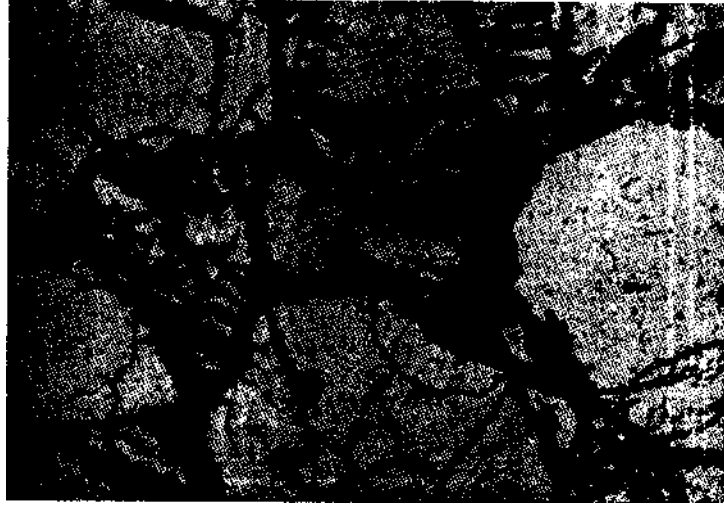
Krom konsantrasyon tesislerinde jig, sarsıntılı masa, Humphreys spiralleri ve ağır sıvı ortamda ayırma gibi gravite usulleri tercih edilmektedir. Diğer taraftan manyetik ve elektrostatik separasyon ve flotasyon metodları l aboratuvar çapından veya «pilot» tesisinden daha ileri safhaya geçmemiŐ bulunmaktadırdır.

3. Cevherin  zellikleri : ,

Batı Kef krom cevherinde gang minerali olarak olivin ve serpantin bulunmaktadır. Olivin kristallerinin çatlaklara boyunca ve olivinin olivin ve olivin - kromit tane sınırlarında serpantinleşme olayına rastlanmaktadır. (Şekil 1).



Şekil 2 de kromit kristalleri parlatılmıŐ kesitte görülmektedir. Kromitin tane serbestleŐmesini tayin için 2 mm. elek altına kırılmış olan 2 kiloluk cevher dakika-



da 30 devirde dönen bir silindir (30x22.5 cm) içinde 1/2 saatte 1 litre su ilâvesiyle öğütülmüştür. Değirmende bilya veya çubuklar yerine tane büyüklüğü 20-25 mm. arasında olan 6 kilogram parça cevher kullanılmıştır.

Böylece yaş olarak öğütülmüş cevherin elek analizi yapılmış ve tane serbestliği bakımından binoküler mikroskopta incelenmiştir. Sonuç aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Elek Analizi ve Mikroskopik inceleme

Elek açıklığı Meş. B. S. x	Ağırlık %	Tane serbestliği
— 10 + 14	4.66	Taneler mikst-çok az serbestleşmiş
— 14 + 16	4.33	% 15 oranında serbestleşme var
— 16 + 18	3.80	% 20 - 25 » » »
— 18 + 22	4.95	% 50 » » »
— 22 + 30	8.80	% 70 » » »
— 30 + 36	3.71	% 80 » » »
— 36 + 44	4.71	% 90 » » »
— 44 + 52	3.28	% 95 » » »
— 52 + 72	9.47	Taneler serbestleşmiş çok az mikst var.
— 72 + 100	10.33	Taneler tamamen serbest
—100 + 150	10.94	» » »
—150 + 200	4.25	» » »
— 200	20.76	» » »

Binoküler mikroskopta yapılan inceleme kiomit tane büyüklüğünün —22 meş (850 mikron) + 100 meş. (150 mikron) arasında olduğunu göstermiştir. Mikst olarak görülen tanelerin çoğunda gang (olivin ve serpantin) tane hacminin çok az bir kısmını teşkil etmektedir.

Yukarıda elde olunan sonuçlar, Batı Kef Cevherinin jiglere değü de sarsıntılı masalarda konsantrasyon için uygun tane büyüklüğünde olduğunu göstermiştir.

#### 4. Kırma ve Öğütme :

Batı Kefde alman dört numune oncc çeneli kırıcıdan geçirilerek 30 mm. nin altına indirilmiş ve sonra sandıklanmıştır. Lâboratuvarda çeneli kırıcıdan —5 mm. ye ve bunu takiben silindirli kırıcıdan (Rolls) geçirilerek cevher —2 mm. ye ufaltılmıştır. Öğütme deneylerinde, — 2 mm. tane büyüklüğünde olan cevher numuneleri kuUamlmıştır.

Öğütme deneyleri için 30 cm. çapında 22.5 cm. uzunluğunda madeni bir silindir kuUamlmıştır. Öğütme ortamı olarak bilya veya çubuklar yerine aşağıda elek analizi verilen 6 kilogram parça cevher kullanılmıştır.

Tablo 2— Parça Cevher Elek Analizi

Elek açıklığı, mm.	% Ağırlık
— 28.58 + 22.23	4.68
— 22.23 + 15.88	46.05
—15.88 + 9.53	47.57
— 9.53 + 7.94	1.13
— 7.94 + 4.76	0.51
— 4.76 + 3.35	0.06
	100.000

(x) B. S.: British Standards elekleri

Öğütmeye tâbi tutulan cevher —2 mm. olup her bir deney için iki kiloluk cevher numunesi kullanılmıştır. Kuru ve yaş öğütmede değirmen dakikada 30 devirde yarım caat döndürülmüş ve öğütmede 1 litre su ilâve edilmiştir. Öğütme sonunda numune 2 mm. elekten geçirilerek, elek üstünde kalan parça cevher alınmıştır. Öğütme sonunda 2 kiloluk cevherde 40 - 70 gramlık bir artış görülmüştür, bu da o to, en gibi bir öğütmenin olduğunu göstermektedir. Kuru ve yaş öğütme arasında büyük bir fark mevcut değildir. Kuru öğütmede — 200 meşlik kısım ağırlıkça % 23.06 yaş öğütmede ise % 27.06 dır. Zenginleştirme için sarsıntılı malsalar kullanılması düşünöldüğünden yaş öğütmenin daha uygun olacağı düşünölmüştür.

Kuru ot>jen tipi öğütölen 2 kiloluk cevher 1 litre su ilâvesiyle floiesyon selölünde 15 dakika süre ile aşındırma suretiyle attrition öğütmeye tâbi tutulduğunda —200 meşhk kısım ağırlıkça % 33.29 a yükselmiştir.

Ortalama % 27.63 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0, ihtiva eden 2 kilogram —2 mm. numune yaş olarak otojen öğütölmüş ve sonra elek analizi yapılarak elek üstünde kalan miktarların ağırlık yzdeleii tesbit edilmiş ve her bir elek üstünün kimyasal analizi yaptırılarak elek üstünde kalan miktarların ağırlık yüzdeleri tesbit edilmiş ve her bir elek üstünün Hmyasal analizi yaptırılarak randıman hesabı yapılmıştır. Bu deneyin sonuçları Tablo 2 ve Şekil 3 de gösterilmiştir.

Tablo 2— Ortalama 27.63 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0, tenörlü — 2 mm. cevherin yaş otojen öğütömesi

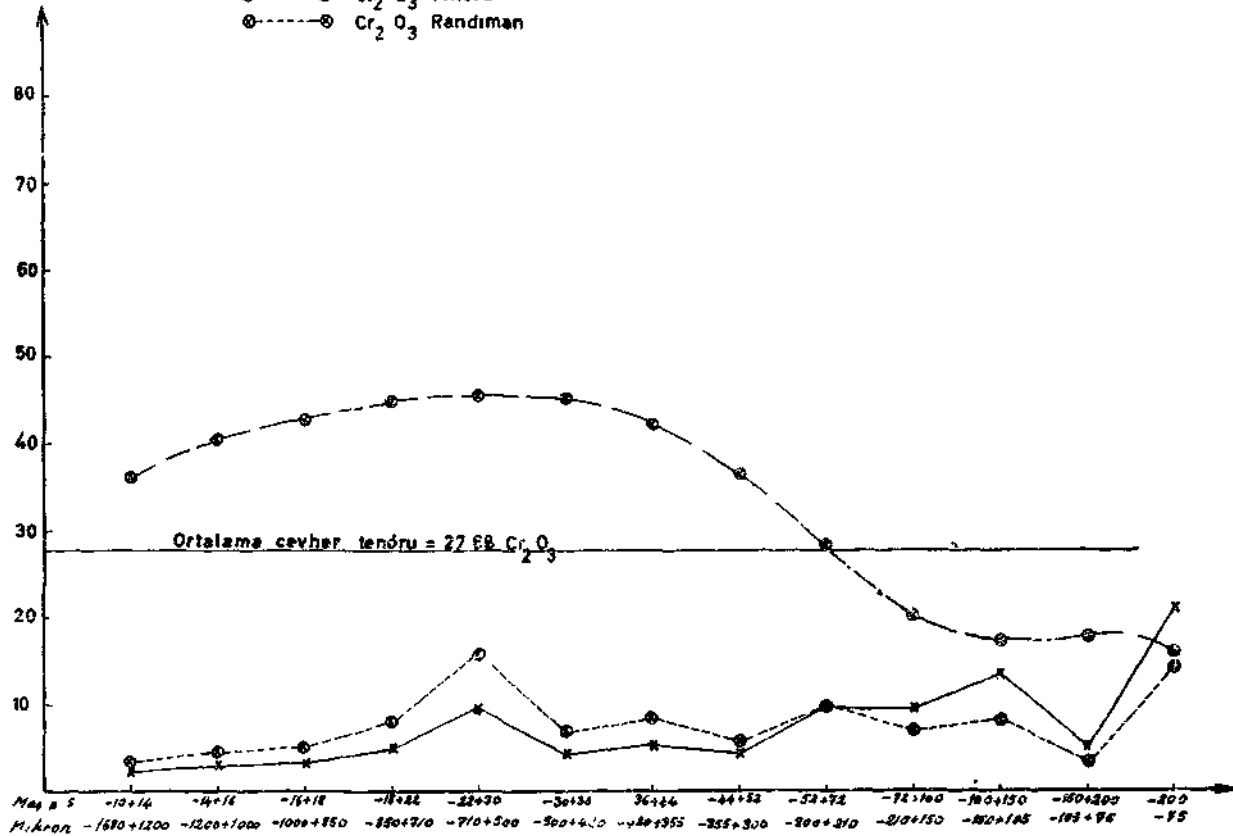
Elek Açıklığı (Meş — B. S. x)	% Ağırlık	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tenoru	% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Randımanı
— 10 + 14	2.59	36.12	3.38
— M + 16	3.02	40.65	4.44
— 18 + 18	3.26	42.97	5.07
— 18 + 22	4.90	44.82	7.94
— 2 î + 30	9.56	45.32	15.72
— 30 + 36	4.03	45.03	6.60
— 30 + 44	5.47	42.29	8.37
— 44 + 52	4.37	36.56	5.78
— 52 + 72	9.56	28.14	9.75
— 72 + 100	9.46	20.34	6.96
— 100 + 150	13.31	17.36	8.36
— 150 + 200	4.90	17.93	3.17
— 200	25.87	15.60	14.46

— 14 + 16 dan —36 + 44 e kadar olan fraksiyonların % 40'in üstünde Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ihtiva ettikleri görölmüş ve — 200 meş'lik fraksiyonda ise tenor 15.60 a düşmüştür. Kimyasal analiz sonuçları yaş otojen usulünden meydana gelen «selektif» öğütmeyi açık olarak göstermektedir.

Otojen öğütme ile çubuklu değirmende yapılan öğütme arasında farkı görmek üzere —2 mm. ye kırılmış 3 kilogram cevher 7 inç > çapında 14 inç uzunluğında bir değirmende 15 dakika dakikada 41 devirde 1 1/2 litre su ilâvesiyle öğütölmüştür. 18 x 35 cm. lik 5 adet 14 x 35 cm. lik 4 adet olmak üzere toplam 12,365 kgr. ağırlığında 9 adet çubuk kullanılmıştır. Çubuklu değirmende yaş olarak öğütölen cevherin elek analizi aşağıdadır.

Şekil 3- Ortalama 27-63 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Tenörü - 2 mm cevherin  
yağ otejen öğütülmesi

- x—x Elek Üstü % Ağırlık
- Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Tenörü
- Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Randıman



b) Ara nakliyat	8.00
Madene hava nakliyatı	28.00
Madende yükleme	3.50
Maden - İskenderun tren navlunu	50.00
İskenderun stokaj	0.50
Satış Masrafları	<u>20.00</u>
Toplam	116.00

—18 + 72 meş'lik 46.0 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> tenörlü konsantre için F. O. B. İskenderun satış bedeli 40 dolar /e —72 + 200; ve —200 meş'lik 47.0 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> tenörlü konsantreler içinde 28 dolar kabul etmek suretiyle 37.50; 32.40; 27.40 ve 24.10 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> tenörlü Batı Kef cevherleri için toplam satış hasılatı ile brüt kârı aşağıda belirtilen şekilde hesaplanmıştır.

I — Tenörü 37.5 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> olan 1 metrik ton cevherden % 46.80 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> ihtiva eden 438 kilogram —18 + 72 meş'lik konsantre % 46.50 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> ihtiva eden 124 kilogram — 72 + 200 meş'lik konsantre ve % 50.2 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> lu — 200 meş'lik 39 kilogram konsantre elde olunmaktadır.

438 Kilogram konsantre 40 dolardan 40 x 0.438 : f 17.52

163 Kilogram konsantre 28 dolardan 28 x 0.163 : \$ 4.56

: \$ 22.08

Toplam satış hasılatı 22.08 dolar bu da 198.72 Türk lirasına tekabül eder. İhracatı Teşvik amacıyla 1 metrik ton krom konsantresine toplam satış hasılatı üzerinden % 24.81 vergi iadesi uygulandığından bunun tutarı 198.72 x % 24.81: 49.50 Türlü Lirasıdır. 1 metrik ton cevherin maliyetinin hesaplanması aşağıdadır:

1 metrik ton cevher konsantrasyon tesisi çıkışında 112.00 TL. mal olur \3 601 kilogram konsantre elde edilir. Bunun ele İskenderun'a kadar olan masraf tutan 0.601 x 116: 69.72 Türk Lirasıdır. Bir metrik ton »ü 37.50 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> ihtiva eden bu cevherin brüt kârı 198.72 —181.72: 17.00 Türk Lirasıdır. Buna vergi iadesi olan 49.50 TL. sini ilâve edersek bu değer 17.00 + 49.50 - 66.50 TL. «mı bulur.

II — Tenörü 32.10 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> olan 1 metrik ton cevherden % 46.0 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> ihtiva eden 406.5 kilogram —18 + 72 meş'lik konsantre; % 46.0 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> lu ilâve eden 96 kilogram —72 + 200 meş'lik konsantre ve % 49.2 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> lu 37 kilogram konsantre elde olunmaktadır.

Bir metrik ton % 32.40 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> cevherin toplam SLtış hasılatı 19.98 dolar veya 179.82 Türk Lirası ve maliyeti de 174.58 Türk Lirası olduğundan brüt kâr 5.24 Türk Lirası. Buna vergi iadesi olan 44.70 TL ilâvesiyle bu değer 5.24 + 44.70 = 49.94 TL. sı çıkmaktadır.

III — Tenjü 27.40 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> olan 1 metrik ton cevherden % 46.0 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> ihtiva eden 330 kilogram —18 + 72 meş'lik konsantre; % 46.0 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> ihtiva eden 89 kilogram —72 + 200 meş'lik konsantre ve % 47 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> lü 26 kilogram —200 meş'lik konsantre elde olunması mümkündür.

1 metrik ton 27.40 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> tenörlü cevherin toplam satış hasılatı 16.42 dolar veya 147.75 Türk Lirası ve toplam maliyeti de 163.62 Türk Lirası olduğundan zarar 15.84 Türk Lirasıdır. Vergi iadesi olan 37.00 TL. sı bu rakama ilâve edilirse 37—15.84: 21.16 TL. sı bulunur, bu da zararı ortadan kaldırmaktadır.

IV — Tenörü 24.10 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> olan 1 metrik ton cevherin toplam satış hasılatı 14.29 dolar veya 128.61 Türk Lirası ve toplam maliyeti 156.89 Türk Lirası olduğundan zarar 23.27 Türk Lirasıdır. Vergi iadesi bu cevher için 32.00 TL. olduğundan 32-23.27: 8.73 TL. sıdır. Böylece zarar çek az bir kâra döner. 28.27- 8.73 TL. sıdır. Böylece zarar çok az bir kâra döner.



Tablo 3—2 mm. krom cevherinin çubuklu değirmende yaş öğütülmesi

Elek açıklığı Meş B. S.	% Ağırlık
— 22 + 30	16
- 30 + 36	6.0
— 36 + 44	14.0
— 44 + 52	15.9
— 52 + 72	12.5
— 72 + 100	14.9
— 100 + 150	14.7
— 150 + 200	3.8
— 200	16.6

Çubuklu değirmende yapılan öğütmede — 200 meşlik kısım % 16.6 dan yukarı çıkmamıştır. + 72 meşlik yani + 210 mikronluk kısım toplam cevherin ağırlıkça % 50 sini, diğer taraftan aynı kısım yaş otojen öğütmede % 46.76 sim teşkil etmiştir.

Yaş otojen öğütme ile çubuklu değirmende yapılan öğütmenin Selektif öğütme yönünden mukayesesi elek üstünde kalan kısımların binoküler mikroskopta incelenmesi suretiyle yapılmıştır. Çubuklu değirmende yapılan öğütme aynı oranda selektivite vermemiştir. Böyle bir öğütmenin sarsıntılı masada elde olunacak toplam konsantr ve randımana olan etkisi deneylerle tesbit edilecektir.

Batı Kef krom cevherinde gang minerali olarak mevcut olan olivin ve serpantin sertlik'en sırasıyla 6.5 ve 3.0 dır. Diğer taraftan kromitin sertliği 5.5 dir. Olivinin sertliği kromitinkinden fazla olmasına rağmen olivin kristallerinin çatlakları boyunca serpantinleşme olduğundan kırılabilirliği artmaktadır. Bu sebepten yaş otojen öğütmede 44 meşin üstünde olan fraksiyonlarda kromit konsantr olmakta, — SCO meşlik kısımda ise Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> tenörü 15.60'a düşmektedir. Serpantinleşme olayı sertliği yüksek olan olivini kolayca ufalanabilir kırılabilir bir hale getirmektedir.

##### 5. Gravite Konsantrasyonu :

Kromit ve gang mineralleri; olivin ve serpantin farklı yoğunlukta olduklarından sarsıntılı masa kullanarak uygulamanın gravite metodunun seçimine yol açmıştır. Kromitin özgül ağırlığı 4.1-4.9, oleinin 3.21-3.33 ve serpantin 2.5-2.65 olduğundan sarsıntılı masada su akımı yardımıyla özgül ağırlık farkından dolayı temiz bir krom konsantrasi elde edileceği barizdir. Konsantrasyondan amaç, Batı Kef cevheri refrakter özelliğe sahip olduğundan konsantrde Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> tenorunu 46 - 48 e çıkarmak ve SiO<sub>2</sub> tenorunu beşin altında tutmak ve ince kısımlarda randımanı düşürmektedir. Batı Kef cevheri için dış piyasanın üzerinde durduğu diğer bir husus tane büyüklüğünün 200 mikronun altında olmamasıdır.

Konsantrasyon için kullanılan sarsıntılı masa «Wilfley» lâboratuvar tipi olup uzunluğu 150 genişliği 50—70 cm. olup, dakikada 240—250 devirde ve 1.8 cm. stroke'de uygulanmıştır. Cevher tabloya otomatik besleyiciyle verilmiş, beslenen taneler inceldikçe masaya verilen su miktarı azaltılmıştır. — 2 mm. ye kırılmış olan 6 kilogramlık cevher yukarıda belirtildiği şekilde ikişer kilogramlık partiler ha-

linde yaş otojen öğütmeye tâbi tutulmuş  $-10+18$ ;  $-18+44$ ;  $-44+72$ ;  $-72+200$  ve  $-200$  meş'lik olmak üzere beş fraksiyona ayrılmıştır. Tane serbestleşmesi için binoküler mikroskopta yapılan incelemede  $-10+18$  meş'lik kısım % 50 ve daha çok mikst taneleri ihtiva ettiği anlaşıldığından bu fraksiyon  $-18$  meş olacak şekilde silindirli kırıcıdan geçirilmiş ve elenerek  $-18+44$ ;  $-44+72$ ;  $-72+200$  ve  $-200$  meş'lik fraksiyonlara katılmıştır.

Tenörü 37.86  $Cr_2 O_3$  olan 6 kiloluk cevher yaş otojen yoluyla öğütülmüş ve yukarıda izah edildiği şekilde dört fraksiyon hazırlanmıştır..

Tablo 4 — Tenörü 37.86 olan krom cevherinin yaş otojen öğütülmesi

Elek açıldığı Meş, — B. S.	Ağırlık kgr.	% Ağırlık	$Cr_2 O_3$ tenörü	% $Cr_2 O_3$ randımanı
— 18 + 44	2,034	33.3	48,05	41,8
— 44 + 72	0,793	13.0	42,17	14,6
— 72 + 200	1,728	28.3	32,96	24,8
— 200	1,564	25.4	27,40	18,8
	6.119	100,0		100,0

Tenörü 37.86  $Cr_2 O_3$  olan 6 kiloluk cevher yaş olarak otojen öğütmeye tâbi tutulunca ağırlığı 6.119 kilograma çıkmış ve tenoru de 37.50 olarak az bir fark göstermiştir.

— 18 + 44 fraksiyonundan yaş otojen öğütmenin konsantrasyon işi gördüğü kimyasal analiz neticesi anlaşılmıştır. Bu fraksiyon iki kere sarsıntılı masada yıkanarak 2 konsantre alınmıştır.

Tablo 5.

	Ağırlık	$Cr_2 O_3$ Tenörü	% $Cr_2 O_3$ randımanı
— 18 + 44 meş	100,00	48,05	100,00
Kons 1 ve 2	89,50	47,70	90,60
Mikst	9,50	43,30	8,70
Artık	1,00	31,80	0,70
	100,00		100,00

Mikst silindirli kırıcıdan geçinilerek — 44 meşe küçültülmüş ve elenmek suretiyle — 44 + 72; — 72 + 200 ve — 200 fraksiyonlara katılmıştır.

— 44 + 72 fraksiyonundan üç konsantre elde edilmiş, bu fraksiyona ait sonuçlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 6.

	Ağırlık %	$Cr_2 O_3$ Tenörü	% $Cr_2 O_3$ randımanı
— 44 + 72 meş	100,00	42,20	100,00
Kons. 1, 2 ve 3	81,60	45,40	87,30
Mikst	13,30	29,04	9,10
Artık	5,10	29,50	3,60
	100,00		100,00

Burada mikst ve artığın krom tenoru oldukça yüksektir. Daha büyük tablolarda ve sürekli çalışma suretiyle bu tenörlerin düşürülmesi ve böylece randımanın 90'in üstüne çıkması mümkün olabilir.

— 72 + 200 fraksiyonundan da sarsıntılı masada zenginleştirmek suretiyle üç konsantre elde edilmiş ve sonuçlar aşağıdadır:

Tablo 7.

	% Ağırlık	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tenörü	% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> randımanı
— 72 4 200 meş	100,00	33,30	100,00
Kons. 1, 2 ve 3	44,30	46,50	61,90
Mikst	22,20	20,63	13,70
Artık	33,50	24,30	24,40
	100,00		100,00

Bu fraksiyonda, toplam konsantre tenoru 46,5 gibi yüksek olmasına rağmen randıman düşük kalmıştır. Masaya verilen su miktarını iyi kontrol etmek suretiyle artıkta kromit kaybını önlemek mümkün görülmektedir.

— 200 meş fraksiyonunda önce şlam atılmış sonra sarsıntılı masada yıkılarak iki konsantre alınmıştır.

Tablo 8.

	% Ağırlık	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tenörü	% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> randımanı
— 200 meş	100,00	27,70	100,00
Kons. 1 ve 2	15,3	50,20	27,70
Mikst	4,3	19,46	3,00
Artık	80,4	24,80	69,30
	100,00		100,00

Toplam konsantrede randımanın düşük olmasına sebep şlam atılması esnasında kromit kaybı yüksek olmakta yani % 40,7 ye ulaşmaktadır.

Bu deneye ait her bir fraksiyonun toplam konsantre tenor ve randımanları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 9.

	% Ağırlık	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tenörü	% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> randımanı
Cevher	100,00	37,50	100,00
— 18 + 72 meş			
Toplam konsantre	41,20	47,20	52,30
— 72 4- 200 meş			
Toplam konsantre	12,90	46,50	16,10
— 200 meş			
Toplam konsantre	4,00	50,20	5,30
	58,10		73,70

— 18 4- 44 meş'lik fraksiyonun tenörü 48,05 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> olduğundan sarsıntının masaya verilmeden konsantre olarak alınması halinde toplam konsantre tenor ve randımanlar Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10.

	% Ağırlık	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tenörü	% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> randımanı
Cevher	100,00	37,50	100,00
— 18 + 72 toplam			
Konsantre	43,8	46,80	54,50
- 72 + 200			
Toplam konsantre	12,4	46,50	14,90
— 200 meş			
Toplam konsantre	3,9	50,20	5,20
	60,1		74,60

Ortalama tenörü 32,40 olan cevher yaş otojen öğütülmüş ve sonra da sarsıntılı masada zenginleştirilerek konsantreler alınmıştır. Bu deneye ait her bir fraksiyonun toplam konsantre tenor ve randımanları aşağıdadır.

Tablo 11.

	% Ağırlık	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tenörü	% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> randımanı
Cevher	100,00	32,40	100,00
— 18 + 72 meş			
Toplam konsantre	34,20	46,20	48,20
— 72 + 200 meş			
Toplam konsantre	11,70	45,40	16,20
— 200 meş			
Toplam konsantre	4,20	49,20	6,30
	50,10		70,70

Bu deneyde — 200 meş'lik kısmın şlamı alınırken küçük bir siklon kullanılmış, bu yüzden — 200 meşin konsantre randımanında biraz artış olmuştur.

— 18 + 44 meşlik fraksiyonun tenörü 46,00 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e çok yakın olduğundan sarsıntılı masaya verilmeden konsantre olarak kabul edilmesi halinde toplam konsantre tenor ve randımanları Tablo 12. de gösterilmiştir.

Tablo 12.

	% Ağırlık	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tenörü	% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> randımanı
Cevher	100,00	32,40	100,00
— 18 + 72 meş			
Toplam konsantre	40,65	46,00	57,00
— 72 + 200 meş			
Toplam Konsantre	9,60	46,00	13,50
— 200 meş			
Toplam konsantre	3,70	49,20	5,30
	53,95		75,80

Ortalama tenörü 27,40 olan cevher yaş otojen öğütülmüş ve sonra da tablada zenginleştirilerek konsantreler alınmıştır, bunların tenor ve randımanları aşağıdadır.

Tablo 13.

	% Ağırlık	Cr <sup>+</sup> tenörü	% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> randımanı
Cevher	100,00	27,40	100,00
— 18 + 72 meş			
Toplam konsantre	33,00	46,00	55,00
— 72 + 200 meş			
Toplam konsantre	8,90	46,00	14,90
— 200 meş			
Toplam konsantre	2,60	47,00	4,40
	44,50		74,30

Ortalama tenörü 24,10 krom cevherinin yaş olarak öğütülmesi ve sonra da aşağıda yazılı fraksiyonlarda sarsıntılı masada konsantre edildiği kabul edilerek konsantre tenor ve randımanları hesaplanmıştır.

Tablo 14.

	% Ağırlık	Cr <sub>3</sub> O <sub>3</sub> tenörü	% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> randımanı
Cevher	100,00	24,10	100,00
— 18 + 72 meş			
Toplam konsantre	28,80	46,00	55,00
— 72 + 200 meş			
Toplam konsantre	7,70	46,00	14,60
— 200 meş top. kons.	2,20	47,00	4,20
	38,70		73,80

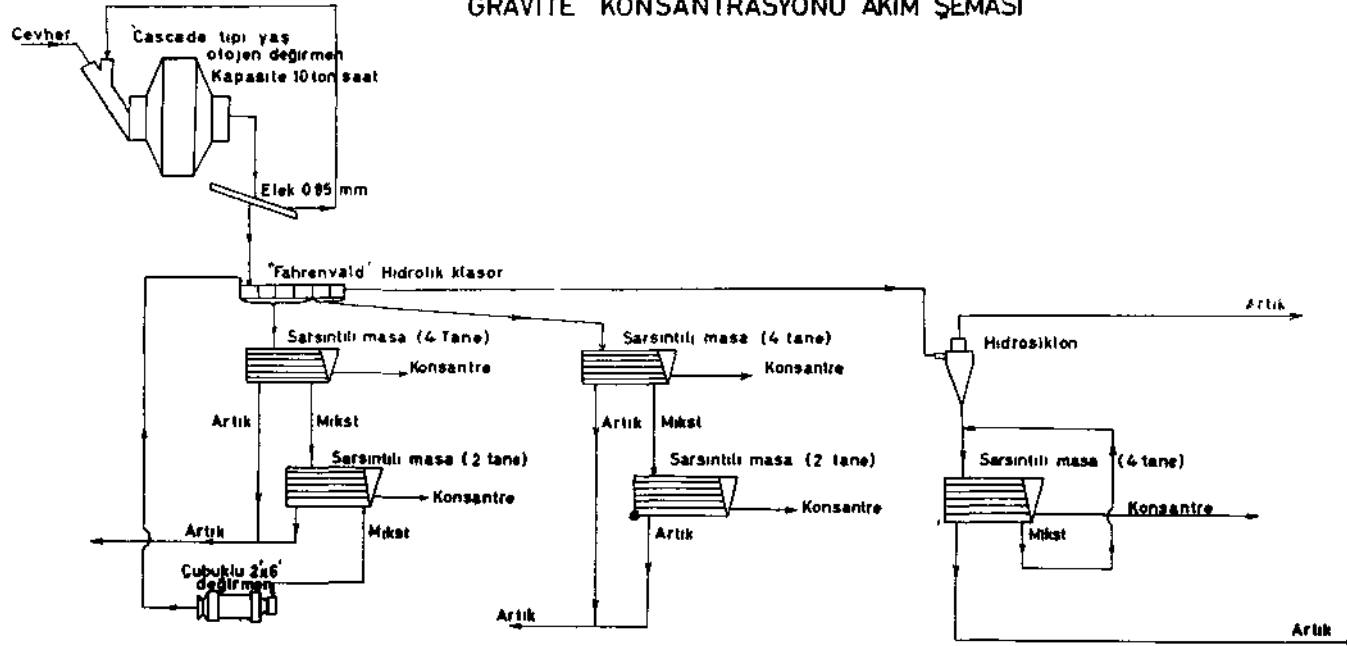
Yukarıda alman sonuçların ışığı altında ve Guleman'da mevcut olan konsantrasyon tesisi de gözönünde tutularak Batı Kef cevheri için akım şeması Şekil 4 de sunulmuştur. Böyle bir tesisin kapasitesi günde 240 tondur. Cevher önce Cascade tipi 10 ton/saat kapasiteli yaş otojen değirmenden 0,85 mm. nin altına öğütülmekte ve 6 bölmeli «Fahrenwald» tip hidrolik klasörde üç fraksiyona ayrılmaktadır. Her bir fraksiyon «Deister» sarsıntılı masalarda zenginleştirilmektedir. Birinci ve ikinci fraksiyonda mikstler yeniden ikişer adet sarsıntılı masada konsantre edilmektedir. Birinci fraksiyonun sonucu mikstleri 2'x6' lik çubuklu değirmen de öğütülerek devreye yeniden girmektedir. Üçüncü fraksiyon şlam kısmı olup şlam masalarına verilmeden önce hidrosiklondan geçirilmektedir. Teklif edilen akım şeması Guleman'da mevcut olan konsantrasyon tesisinin -2 mm. fraksiyonu işleyen kısmına benzemektedir. Ancak yeni tesiste konsantrasyonların ayrı ayrı alınması teklif edilmektedir.

#### 6 Konsantrasyon Maliyeti ve Rantabilite Hesapları :

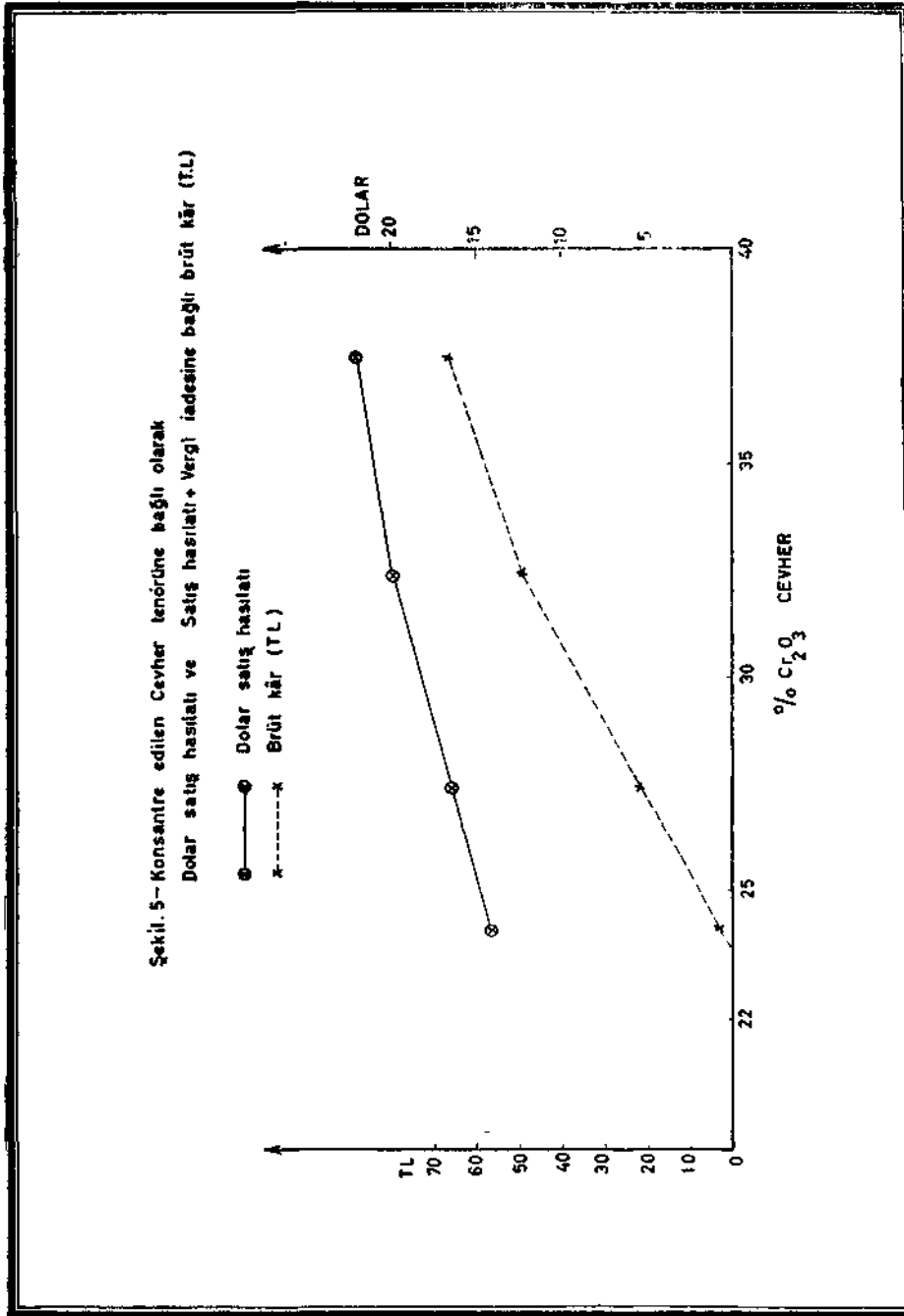
Batı Kef cevherinin maliyeti, cevherin konsantre edilmesi ve konsantrenin İskenderun'a şevki olarak iki safhada ele alınmıştır.

	TL.
a) 1 metrik ton B. Kef cevheri	48.50
1 metrik ton B. Kef cevherinin konsantrasyonu	43.50
Konsantrasyon tesis amortismanı	20.00
Toplam	112.00

Şekil 4- BATI KEF KROM CEVHERİ  
GRAVİTE KONSANTRASYONU AKIM ŞEMASI



Konsantre edilen cevherin  $Cr_2O_3$  tenörüne bağlı dolar olarak toplam satış hasılatı ve toplam satış hasılatı + vergi iadesi tutarına bağlı TL. cinsinden Brüt kâr Şekil 5 de gösterilmiştir.



Yeni bir konsantrasyon tesisinin kurulması halinde zenginleştirilecek Batı Kef cevherini tenörü hiç olmazsa 25 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> ün üstünde olmalıdır.

#### 7 — Sonuçlar :

a — Yaş olarak otoj en öğütmeden sonra sarsıntılı masalarda zenginleştirmek suretiyle Batı Kef cevherinden —18 + 72; —72 + 200 ve —200 meş'lik satılabilir refrakter kalitede konsantreler elde etmek mümkündür. 37.50, 32.40, 27.40 ve 24.10 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> tenörlü cevherler konsantre edildiğinde- sırasıyla 74,6, 75.80, 74.30 ve 73.80 yüzde toplam randıman elde edilmektedir.

b — Toplam randımanın daha yüksek olmayışının sebebi —72 + 200 meş fraksiyonunda randımanın ‰ 60, —200 meş fraksiyonunda ise % 28-30 civarında kalmasıdır. Bir konsantrasyon tesisinde daha büyük çapta ve sürekli (üç vardiya) çalışılacağından toplam randımanın ‰ 50 veya daha yüksek rakama ulaşması mümkündür.

c — Batı Kef cevherini zenginleştirmek üzere yeni bir konsantrasyon tesisi kurulabilmesi için Batı Kef yatağında tenörü 25-40 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> olan 720.000 metrik ton rezervin tahkiki gereklidir. Ancak son yıllarda Batı Kef'ten 38-42 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> tenörlü yaklaşık olarak 300.000 metrik ton cevher alınmıştır.

d — Saatte 10 ton kapasiteli gravite konsantrasyonunu bugünkü fiatlarla yaklaşık olarak 10 milyon Türk lirasına malolacaktır. Böyle bir tesiste 10 yılda 720.000 metrik ton cevher konsantre edilirse toplam brüt kâr vergi iadesiyle 20 milyon Türk Lirasını geçmeyecektir. Böyle bir proje, sırf brüt kâr yönünden cazip bir yatırım olarak gözükmemektedir.

Bu konu, bir de satış hasılat bakımından incelenirse, 720.000 metrik ton cevherin konsantre edilmesinden sonra yaklaşık olarak ortalama 20 dolardan toplam satış hasılatı 14.200.000 dolar döviz gelirin tekabül etmektedir. Bu da 10 yıl süre ile yılda 14 milyon dolar dövizin memleketimize kazanılmasıdır.

e — Yeni bir konsantrasyon tesisi yapılması halinde halen zarar etmekte olan Şark Kromları İşletmesinin kâra geçeceğini ummak fazla iyimserlik olur. Ancak 10 yıl süreli yılda yaklaşık olarak elde olunacak 14 milyon dolarlık döviz geliri küçümsenecek bir rakam değildir. Bir milyon tonun üstünde rezervi olan Batı Kef yatağı krom cevherinin konsantre etmeden kıymetlendirilmesi de mümkün değildir.

f — Yukarıda verilen rakamlar kabul edilen bugünün satış ve maliyet ve işçilik fiatlarına göre hesaplanmıştır. Bu fiatlarda vukubulacak değişikliğin brüt kâra ve işlenmesi gereken asgari cevher tenörüne tesir edeceği aşîkârdır.



REFERANSLAR :

- [1] Ataman, T. Mining of the Chromite Deposits Guleman (Turkey), Cento Symposium on Chrome Ore, Sept. 1960, pp. 130-136
- [2] Barthélémy R. E., and R. G. More, Elektrical High Tension Minerals Beneficiation, International Minerals Congress, 1960, pp. 757-773
- [3] Denver Modern Mineral Processing Flowsheets, Denver Equipment Co. Denver Colorado U.&A. pp. 1849
- [4] Fischer, M. K. Turk Maadin Şirketi Istanbul - Their Chrome Ore Concentrators at Goçek and Kavak with an outlook on New Machinery which has been tested, Cento Symposium on Chrome Ore, Sept. 1960, pp. 157-188.
- [5] Goksaltık S. Kefdağı Krom Cevheri SelekMf Flotasyonu, Doktora, Tezi, Clausthal, Almanya, 1956
- [6] Hunter W. L. and G. V. Suliven, Utilization Studies on Chromite from Seiad Creek California 1960, U. S. Bureau of Mines R 1 5576, 37 Pages.
- [7] Mineral Facts and Problems, 1960 Edition, U. S. Bureau of Mines Bulletin 585, pp. 187 > 88.
- [8] Sher, P. M. Miloshevich and P. Bulatovich Anionic Flotation of Chromite in an Alkaline Median Without Preliminary Desliming, VIII. International Mineral Processing Congress Leningrad, 1968.

