

4

TEKNOLOJİ

ÇAMDAĞ DEMİR CEVHERİNİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Suna ATAĞ

Özet

Doğrudan doğruya izabeye gönderilecek cevherlerin tükenmesi sonucunda, son yıllarda demir cevheri fiyatlarında yükselmeler olmuştur. Zengin demir cevherlerine artan istek karşısında, düşük dereceli cevherler ince öğütüldükten sonra, zenginleştirilerek ve peletleme ile büyük boyutlara getirilerek yüksek fırınlara beslenmeye başlanmıştır. Bu sebeple, diğer düşük dereceli cevherler arasında, oolitik sedlmanter demir cevherleri de ekonomik bakımdan önem kazanmıştır.

Bu raporda, %35 demir içeren Çamdağ demir cevherinin zenginleştirilme konusu incelenmiştir. Çamdağ demir cevherinin mineralojik tayini yapılmış, bundan sonra tabla ve flotasyonla zenginleştirme yöntemleri uygulanmıştır. Deneyler sonucunda, takriben %50 Fe tenörü ve % 75-80 Fe randımanı ile konsantreler elde edilmiştir.

Abstract:

Depletion of direct smelting iron ores caused rising in their price in the past several years. Constantly increasing demand for rich furnace feed is being satisfied by use of low-grade iron ores after grinding, beneficiation and pelletizing. Thus, among the other low-grade iron ores, oolitic sedimentary ores have become economically important.

Beneficiation of Çamdağ Iron Ore which contained %35 Fe was investigated in this report. Following the mineralogies! determination, table concentration and flotation experiments were performed with Çamdağ Iron Ore. The concentrates with about %50 iron content and % 75-80 iron recovery were obtained after a series of experiments.

Giriş

Ağır sanayinin belli bağı hammaddesi olan demir cevherlerinin zenginleştirilmesi, son yıllarda önemi artan bir konudur. Tabiatta demir cevherlerinin yüksek tenörde bulunuşu ve ince demir konsantrelerinin yüksek fırına beslenme güçlüğü nedeni ile, yurdumuzda ve dünyada düşük dereceli demir cevherlerinin zenginleştirilmesi konuları uzun süre ihmal edilmiş, zengin cevherlerin kullanılması yoluna gidilmiştir. Bu sebeple demir cevherlerinin zenginleştirilmesine, kırma işlemlerinden sonra, basit yıkama ve elle ayıklama yöntemleri uygulanmış, daha ince CPV-herle çalışan diğer zenginleştirme yöntemleri uzun yıllar demir hazırlamasına tatbik edilmemiştir.

Ekonomik gelişme nedeni üe bütün dünyada olduğu gibi, yurdumuzda da demir cevherlerine ihtiyaç artmış, fiatların yükselişi daha düşük dereceli cevher yataklarım da ekonomik sınıra sokmuştur. Eskiden %55-60'ın altında demir içeren yataklar demir cevheri olarak kabul edüemezken, bu gün pek çok memlekette % 25-35 Fe taşıyan yataklar ekonomik olabilmektedir. Düşük dereceli yatakların ekonomik olması, gravite, flotasyon, manyetik ayırma gibi çeşitli cevher hazırlama yöntemlerinin demir cevherlerine uygulanmasını sağlamıştır. Zenginleştirme sonunda elde edüen ince taneli konsantreler, peletleme sonucunda birkaç santimetrelik parçalar haline getirilerek, yüksek fırınlara beslenebilmektedir.

Düşük dereceli demir yataklarının en önemlileri arasında, sedimanter oolitik demir yatakları sayılabilir. Bu yataklarda genellikle kalkerli, killi çimento içinde oolitler halinde demirli mineraller bulunur. Almanya'da Salzgitter demir yatağı oolitik yapı gösteren sedimanter bir cevher yatağıdır. Salzgitter yatağının ortalama demir tenörü % 25-35 Fe'dir. Zenginleştirme sonucunda elde olunan % 40-50 Fe'li konsantreler kavrulduktan sonra, yüksek fırına beslenmektedir.

Yurdumuzda oolitik demir yataklarına misal olarak, Çamdag demir cevheri gösterilebilir. Bu raporda, Çamdag demir cevheri üe yapılan bazı mineralojik etüdlere ve zenginleştirme deneylerine yer verilmiştir. Cevher yatağının tümü üe etüd

edilmesi, pilot tesis çalışmalarını gerektirir. Bu rapor, kapsamı ile ancak pilot tesis çalışmalarına ışık tutabilir.

Cevher Yatağı Hakkında Genel Bilgiler

Çamdağ yatağı Sakarya ili sınırları içinde, Ferizli ve Kestanepınar arasında uzanan sedimanter bir cevher yatağıdır (3). M.T.A. ve Etibank tarafından yapılan sondajlar ve arama çalışmaları ile cevher yatağı geniş olarak etüd edilmiştir. Yapılan etüdlere sonucunda, bölgede yapısı ve tenörü değişen çeşitli formasyonlar halinde toplam olarak 50 milyon ton civarında demir cevheri rezervi tespit edilmiştir. Cevher yatağı, orta devoniyen yaşlı marnlı kalkerler ve kalkerli kumtaşları arasında bulunur. Cevher yapısı oolitiktir. Oolitlerin ve çimento maddesinin yapısı bu çalışmada incelenmiştir.

Çamdağ Cevherinin Mineralojik Etüdü

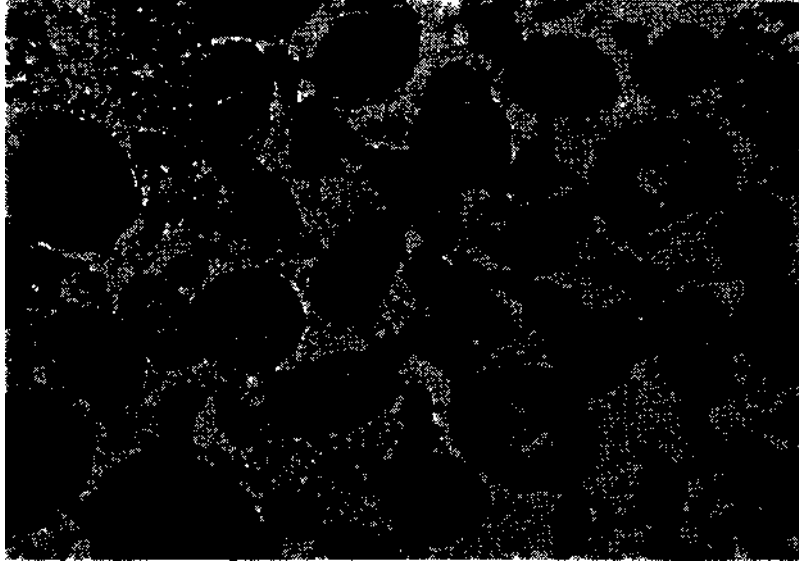
Cevherden alınan ortalama numunenin kimyasal analiz sonuçları şöyledir: Fe: %35, Al_2O_3 : %8, Si(X): %12,3, CaO: %13,2, P: %0,3.

Seçilen cevher numuneleri ile mineralojik tayinler yapıldı ve oolitlerin büyüklüğü ölçüldü. Cevherde çimentoyu meydana getiren ana mineral kalsittir. Kalsit bazen kristalize, bazen de ince taneli yapıdadır. Çimento içinde yer yer siderit, limonit kil bandları, serizit pulları bulunmaktadır.

Oolitlerin çapı 0,2 - 0,8 mm arasındadır. Merkezlerinde klorit, kuvars, kalsit kristalleri ile demirleşmiş fosil kalıntıları bulunur. Bunların çevresi konsantrik halkalar halinde demir mineralleri ile sarülmüştür. (Mitlerde bulunan demir minerali genellikle hematit'tir, fakat bazı numunelerde hematit halkaları arasında limonit halkalarına hatta gang halkalarına rastlanmıştır. Cevherde fosfor, hematitleşmiş fosiller halinde bulunur. Aynı bir fosfat minerali gözlenememiştir (Şekil 1).

Kırma Deneyleri ve Yorumu

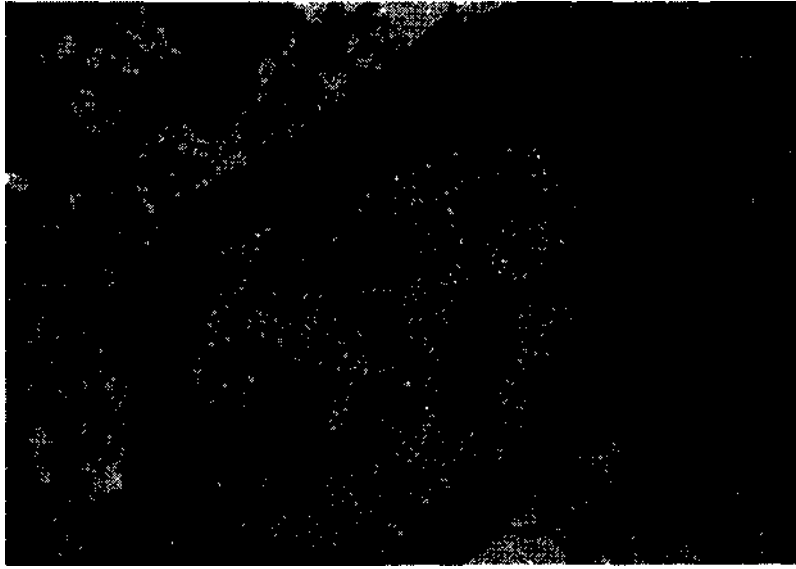
Cevher numunesi laboratuvar konü kırıcısında kırıldıktan sonra, A.S.T.M. standart elek takımından elenerek, elek frak-



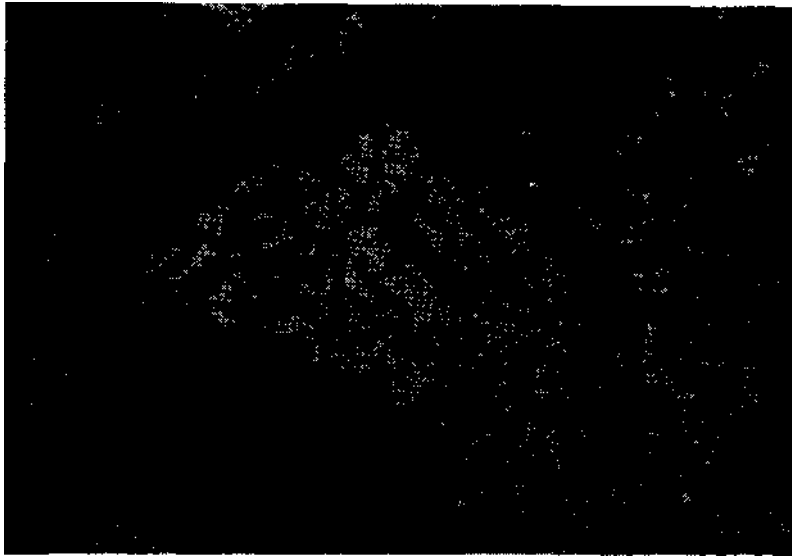
Şekil 1 — a) Kalker çimento içinde oolitler



Şekil 1 — b) Oolit içinde kalsit

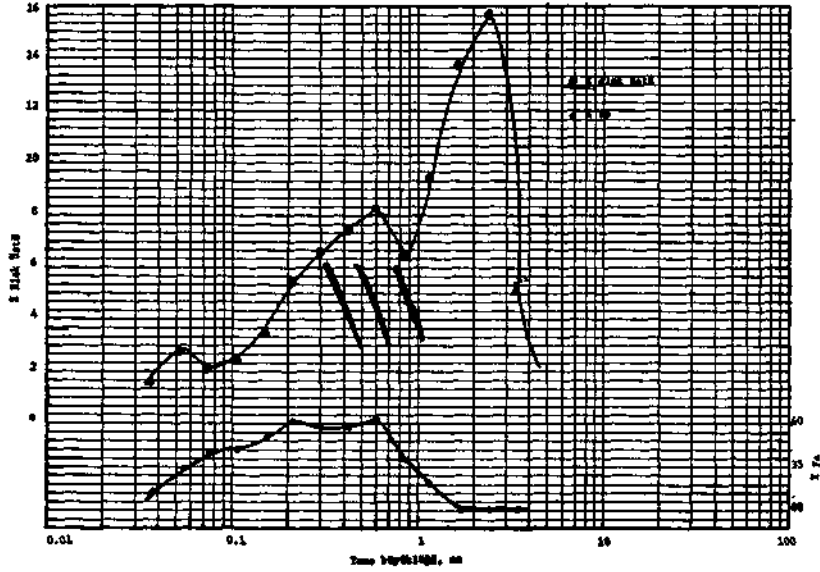


Şekil 1 — o) Oolit içinde fosil



Şekli 1 — d) Oolit içinde kovara, kavaranı çatlaklarında hematit tarafından doldurulmuş

siyonlarının demir analizi yapıldı. Sonuçlar Şekil 2'de görülmektedir. Numunenin direkt elek analizi eğrisinde üç pik görülmektedir. Bunlardan ilki kırılmış cevherin tane iriliği ile ilgilidir. Cevherin 2-3 mm. ebadına kırılmış olduğunu gösterir. 0,8 - 0,2 mm. arasında bulunan ikinci pik, demirli oolitlerin serbest kaldığı bölgeyi gösterir. Çeşitli elek fraksiyonlarında yapılan demir analizi sonuçlarında, demir yüzdelерinin 0,8 - 0,2 mm. arasında maksimum değerde oluşu da bu görüşü doğrular. Mineralojik tâyin sonucunda da aynı durum ortaya konulmuştur. Üçüncü pikin ise, çimentoyu meydana getiren minerallerin çoğunlukla serbest kaldıkları boyutu gösterdiği düşünülebilir. Oolitlerin serbest kaldığı sınırdan, demir tenörlerinde bir yükselme varsa da, belirli elek fraksiyonlarını konsantre olarak kabul edecek değerde değildir. Çok ince fraksiyonlarda da demirde bir azalma olmakla beraber, önemli miktarda (%30 Fe) demir mevcuttur. Bu sebeple, ince fraksiyonlar artık olarak kabul edilemez.



Şekil 2 — Konill kiracıda S mm altına kırılmış cevherin direkt elek analizi eğrisi ve çeşitli elek fraksiyonlarının demir tenörleri

Zenginleştirme Deneyleri

Cevher, demirce zengin oolitlerden ve demirce fakir çimento maddesinden oluştuğuna göre, zenginleştirmede iki değişik yolun denenmesi düşünülmüştür.

1 — Cevheri oolitlerin büyüklüğüne kadar kurarak, demirce zengin oolitleri çimento maddesinden ayırmak.

2 — Cevheri oolit büyüklüğünün çok altına kırıp öğütürerek, oolitlerin merkezindeki gang minerallerini de demirli mineralerden ayırarak, daha yüksek dereceli konsantre elde etmeğe çalışmak.

Her iki metodun uygulanmasında takip edilen çalışma yöntemleri ve sonuçlar aşağıda görülmektedir.

Oolitlerin Çimento Maddesinden Ayrılması

Cevherden alınan 10 kg. kadar numune, merdaneli kırıcıda 1 mm. altına kırıldıktan sonra (cevherin %90'ı 0,8 mm. den ince), 70 mesh (0,2 mm.) eleğinden elendi. 1-0,2 mm. fraksiyonları arası cevher numunesi laboratuvar Wilfley Sarsıntılı Tablasında zenginleştirildi. Deney sonuçları Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1 — 1 mm Altına Kırılmış Cevherini Sarsıntılı Tablada Zenginleştirilmesi

| Ürün | % Miktar | % Fe | % Fe Randımanı |
|---------------|---------------|-------------|----------------|
| Konsantre | 13.3 | 50.2 | 19.0 |
| Artık | 48.9 | 35.0 | 48.5 |
| — 0,2 mm. | 37.8 | 30.0 | 32.0 |
| Toplam | 100.00 | 35.0 | 100.0 |

Deney sonucunda, nispeten yüksek dereceli bir konsantre elde edildiği fakat randımanın çok düşük olduğu, artık ve ince şlamda çok fazla miktarda demir bulunduğu görülmektedir. Oolitlerin tane büyüklüğünün üst sınırına kadar cevher kırıl-

dığı için, serbest kalmayan oolitler sebebi üe artık tenorunun yüksek olduğu düşüünülebilir. Artığı kademeli kırarak ve yeniden tabladan geçirerek konsantrede demir randımanı bir miktar yükseltilebilir. Fakat ince şlamda da önemli miktarda demir bulunduğundan (%30 Fe), demir kaybı yüksek olacak, sadece tabla üe zenginleştirme sorunu çözemeyecektir.

İnce öğütölmüş Cevherle Flotasyon Deneyleri

Oolitlerin konsantre edilmesi sonucunda yüksek dereceli bir ürün alınamadığı tabla deneylerinde göröldüğünden, cevherin oolit çaplarından çok daha küçük boyutlara kadar öğütölerek flotasyon zenginleştirilmesi için çeşitli deneyler yapıldı.

Demir oksitlerin flotasyonla zenginleştirilmeleri asit ortamda sülfonat tipi reaktiflerle demir oksitlerini yüzdürerek, katyonik kollektörlerle gang minerallerini yüzdürerek veya silis ve silikatları bir metal iyonu ile canlandırdıktan sonra, yağ asitleri üe gang mineralleri yüzdürölerek yapılabılır (2). Çamdağ cevherinin karbonatlı mineralleri içermesi ve fazla glamlı oluşu, asit ortamda sülfonat flotasyonu yapmaya ve katyonik reaktiflerle gangı yüzdürmeğe imkân vermemiş, bu sebeple bir metal iyonu üe silikatlar canlandırıldıktan sonra yağ asitleri üe gang minerallerinin flotasyonu cevherin yapısına daha uygun görölmüştür.

Kuarsın ve çeşitli süikatların, anyonik kollektör flotasyonunda, çeşitli metal iyonları ile, bu iyonların hidrolize başladığı pH değeri üzerinde canlandırıldıkları çeşitli araştırmacılarca ortaya konmuştur (1) (4). Meselâ kurşun iyonu (Pb^{+2}), hidrolize başladığı pH 6 üzerinde kuarsı canlandırarak, anyonik kollektörle yüzebmesini mümkün kılar. Flotasyon, ortamda kurşunun hidroliz ürünleri bulunduğu sürece devam eder. pH'ın fazla yükselmesi sonucu, bütün kurşun iyonlarının nötr hidroksit büeşığı veya plombât ($HPbOa$) iyonu meydana getirmesi halinde, takriben pH 11'de flotasyon son bulur (1). Aynı şekilde kalsiyum iyonu da hidrolize başladığı pH 11 üzerinde kuarsı ve süikatları canlandırır. Çamdağ cevherinde silis ve

kalsit birlikte bulunduğundan, canlandırıcı iyon olarak Ca^{+2} iyonu seçildi. Flotasyon deneylerinde 800 -1000 g/t arası kalsiyum klorür kullanıldı.

pH 11'in üstünde demir oksitlerin yağ asitleri ile yüzeme-yeceği kabul edilirse de, ince demirli şlamın yüzerek demir randımanım düşürmesi ihtimaline karşı, flotasyonda demir minerallerinin bastırılması da uygun görüldü.

Nişasta ve nişasta ürünlerinin demir oksitleri bastırıldığı çeşitli araştırmacılarca ortaya konmuştur (4) (5). Nişastanın su- da çözünen en önemli ürünlerinden biri kostik nişastadır. Kostik nişasta çözeltisi, belirli miktarda nişastayı su içinde karıştırdıktan sonra, aynı hacimde sodyum hidroksit çözeltisi üve edilerek yapılır. Sodyum hidroksit çözeltisi konsantrasyonu, son çözeltide IN NaOH bulunacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu karışım, 30 dakika kadar $55^{\circ}C$ sıcaklıkta 4000 d/d hızla karıştırılır. Böylece hazırlanan kostik nişasta çözeltisi, deneylerde 2-5 kg/t mertebesinde kullanıldı.

Deneylerde kollektör olarak, oleik asit, potasyum oleat, Acintol FAI (Arizona Chemical Co) reaktifi denendi ve en iyi sonuç, sonuncu reaktif ile alındı. Bu reaktif, kademeli olarak 900 -1000 g/t civarında kullanıldı.

Deneylerde kullanılan cevher, %65-75'i —200 mesh olacak şekilde öğütüldü. Cevherin kıvamlandırılması ve flotasyonu Laboratuvar Denver Flotasyon Makinasında, %20 katı pülp yoğunluğunda yapıldı. Cevher önce kostik nişasta ve kalsiyum klorürle 4 dakika karıştırıldı. Daha sonra, bazan bir defada, bazan da kademeli olarak kollektörle karıştırılarak köpük alındı. Çeşitli flotasyon deneylerinde ortam pH'ı kullanılan kostik nişastanın miktarına bağlı olarak, 11.0 ve 11.8 arası değiştirildi.

Flotasyonda, önceden de belirtildiği gibi, gang mineralleri yüzdürülerek, konsantrenin flotasyon hücresinde bırakılmasına çalışıldı. Yani tersine bir flotasyon işlemi uygulandı. Flotasyon süresi kısa tutulduğu zaman, artıkta daha az miktarda demir bulunduğu (%16 -17 Fe) fakat konsantre ve tenorunun düşük olduğu (%44-'48 Fe) görüldü. Flotasyon zamanı uzatıldığında

bunun aksi bir durumla karşılaşıldı. Konsantre tenörü %53 Fe ye kadar çıkarılabildi, fakat bundan daha iyi bir sonuç almak mümkün olmadı.

Flotasyonun diğer bir özelliği, cevherde bulunan demir oksitli kilerin çok ince ufalanarak, pülpde uzun sürede çöken bir şlam meydana getirmesi idi. Bu şlamın çökmesi beklendiğinde, konsantre demir tenorunun düştüğü, şlam ayrıldığında yüksek dereceli konsantre elde edildiği, fakat demir kaybı yüksek olduğu görüldü.

Çeşitli deneyler sonucunda, tıvönan cevherin %50-60'ı oranında, %50-53 Fe tenörü ve % 70-80 demir randımanı üe konsantreler alındı. Artık tenörleri ise % 17-20 Fe civarına düşürüldü, iyi sonuç alman bir deneyin şartları ve sonuçları aşağıda görülmektedir:

Deney şartları: İnce öğütülmüş cevher (%60'ı —200 mesh) 5 kg/t kostik nişasta ve 0,8 kg/t CaCl₂ üe dört dakika karıştırıldı. (Ortam pH'ı 11,5) 1,2 kg/t Acintol FAI üe de dört dakika karıştırıldıktan sonra köpük alındı. Deney sonucu Tablo 2 de görülmektedir.

Tablo 2 — Flotasyon Deneyi Sonucu

| Ürün | % Miktar | % Fe | % Fe rand. |
|-----------|------------|------|------------|
| Konsantre | 42 | 53,0 | 60 |
| Şlam | 18 | 43,0 | 20 |
| Artık | 40 | 19,0 | 20 |
| Toplam | 100 | 37,0 | 100 |

Şlam konsantre üe birlikte alındığı zaman, %50 Fe tenörlü ve %80 randımanlı bir demir konsantresi elde edülebilir.

Sonuçlar

1) Çamdağ oolitik demir cevheri üe mineralojik çalışmalar yapılarak, cevherin kalkerli, killi ve limonitli çimento içinde, merkezlerinde gang mineralleri bulunan ve bunları konsant-

rik halkalar halinde saran demir oksitli oolitlerden meydana geldiği ve oolitlerin çapının 0,2 - 0,8 mm. arasında değiştiği görüldü.

2) Cevherde hem çimento maddesi içinde limonitli küler, siderit gibi demirli mineraller; hem de oolitler içinde kuvars, klorit, kalsit gibi gang mineralleri mevcuttur. Bu durum, konsantre tenörü ve randımanının yüksek olmasını önlemektedir.

3) Zenginleştirme yöntemi olarak, cevherin oolitlerin büyüklüğüne kadar kırılması ve oolitlerle çimento maddesinin tablalarla ayrılması üe, cevherin çok ince öğütülerek flotasyonla konsantre edilmesi ayrı ayrı denendi, iki tip deney sonucunda, benzer tenörde (%50 Fe) demir konsantreleri elde edildi.

4) Tek bir deneme halinde yapılan tabla çalışmasında konsantrenin metal randımanının çok düşük olduğu görüldü. Püot çalışma olanağı olmadığından, cevheri kademeli öğütüp tabladan geçirerek randımanı yükseltme yolları denenemedi. Flotasyon sonucunda, daha yüksek metal randımanı ile (%70-80) konsantreler alındı.

5) Cevher ile yapılacak püot tesis çalışmalarında, iri tane büyüklüğünde (0,8 - 0,2 mm) oolitlerin zenginleştirilmesi, kademeli olarak tablalarla yapılabilir. Flotasyon sadece ince şlama uygulanabilir.

Referanslar

1. PUERSTBNAU, M. C. ve ATAK, S.: Lead Activation in Sulfonate Flotation of Quartz. ATME Trans., vol. 232, 1965, s. 24.
2. GAUDESr, A. M.: Flotation., McGraw-Hill Book C, 1957, s. 475.
3. GÜMÜŞ, A.: Iron Ore Deposits of Turkey, Symposium on Iron Ore, s. 64.
4. Iwasaki, I.: Interaction of Starch and Calcium in Soap Flotation of Activated Silica from Iron Ores., AIME Trans, vol. 232, 1965, s. 383.
5. IWASAKI, I. ve IIAI, R. W. : Starches and Starch Products as Depressants in Soap Flotation of Activated Silica from Iron Ores., AIME. Trans, vol. 232, 1965, s. 364.

ÇARŞAMBA - ÜNYE SAHİL KUMLARINDAN DEMİR KAZANMA OLANAKLARI"

Serap AKIN* — Oktay YALGIN** — Mehmet KAYADELEN***

Özet

Karadeniz (Çarşamba - Ünye) sahil kumlarının dünyadaki örneklerle dayanarak İşletilebilir nitelikte manyetit tenor ve rezervine sahip olabileceği saptanmıştır. Madencilik yönünden İşletme koşulları oldukça basittir. Fakat konsantredeki TiO_2 'nin yüksek oluşu bazı güçlükler doğurabilir. Bunu giderici bazı olanaklar vardır.

Bu tebliğde, sözü geçen sahil kumları üzerinde hada önce M.T.A. Enstitüsü tarafından yapılan teknolojik deneylere kısaca değinmiş ve işletmecilik yönünden literatür düzeyinde dünyadan çeşitli örnekler sunulmuştur. Ayrıca gelişmekte olan Türkiye'nin artan demir ihtiyacını karşılamak için Çarşamba ve Ünye sahil kumlarının işletilebilirlik olanakları araştırılmıştır.

Bu araştırma bir fikir vermesi bakımından önemlidir. Olumlu değerler alınmaya başlandıkça ayrıntılı fizibilite çalışmalarına geçilmesi gerekecektir.

Absract:

Çarşamba-Ünye beach sands on the Blackseahave magnetite of recoverable grade and reserves. The high grade

- (*) Metalürji Müh., MTA, Plan-Proje Şb. - Ank.
(**) Maden Y. Müh., MTA, Plan-Proje Şb. - Ank.
(***) Maden Müh., MTA, Plan-Proje Şb. - Ank.

of T₁O, in concentrate may create some problems, but these have been investigated.

In this paper, some results of technological test done by M.T.A. and mine-pre-evaluation studies done by the writers at the literature level are given.

Iron extraction alternatives from Çargamba-Ünye beach sands have been investigated with regard to the increasing iron demand of developing Turkey.

The purposes of this paper is only to give some general ideas. As positive results are obtained, it will be possible to begin detailed feasibility studies

1. Giriş

Endüstrinin en önemli girdilerinden birisi olan demir-çelik, ekonomik kalkınmasını endüstriye bağlayan ülkeler için en önemli etkidir. Bu endüstri kolunun Türkiye gayri safi milli hasılası içindeki katma değer oranının çok küçük olmasına karşın ekonominin bünyesi yönünden içerdiği önem çok daha fazladır.

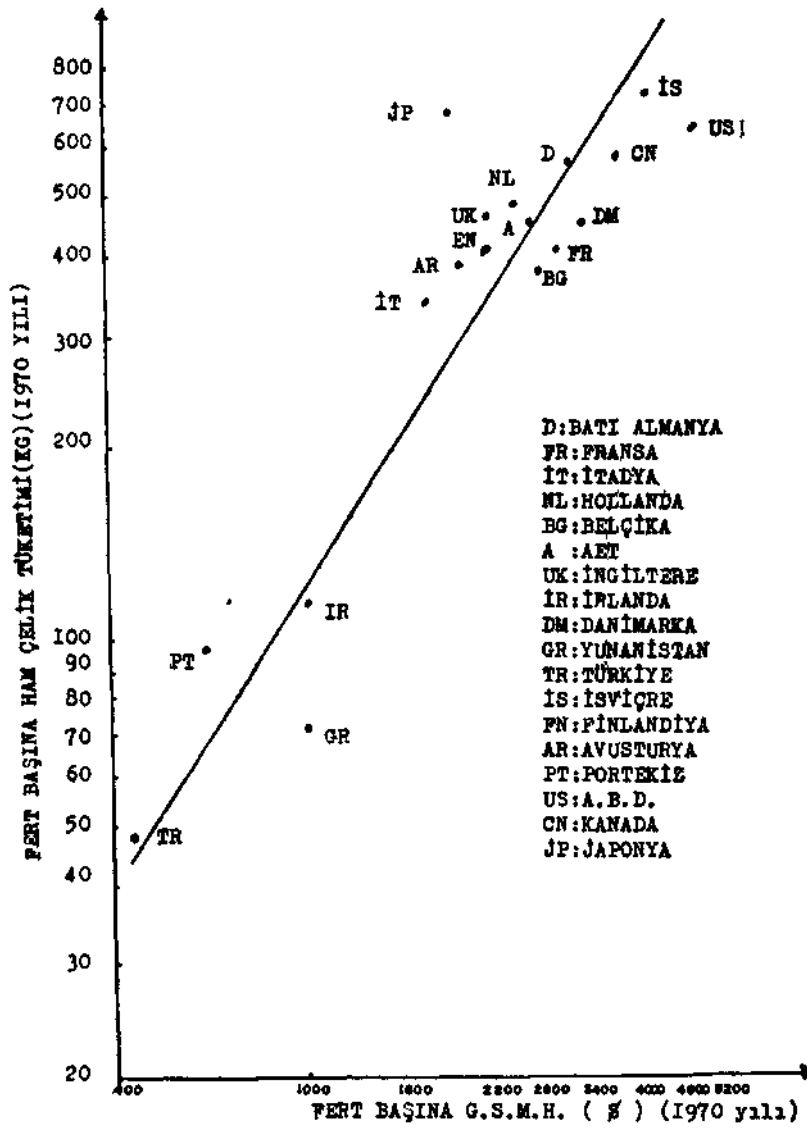
Ülkelerin ekonomik gelişmeleri, kişi başına düşen gayri safi millî hasıla ve kişi başına düşen ham çelik tüketimi arasında dolaysız bir ilişki vardır. Bu durum Grafik 1'de gösterilmiştir. Nitekim az gelişmiş ülkelerdeki demir-çelik tüketimi 50 kg'dan azken, gelişmiş ülkelerde bu miktar 700 kg. kadardır.^{17****}

Gelişmekte olan Türkiye'nin yoğun bir şekilde artan işlenmiş ve yarı işlenmiş demir-çelik talebini karşılamak için hurda kullanan tesislerin gelişmesi nedeniyle demir cevheri ve hurda demir ithali gerekmiştir. Nitekim 1970 yılında 41240 ton demir cevheri ile 76521 ton hurda demir ithal edilmişken 1972 yılında bu miktarlar 242000 ton demir cevheri ve 110.000 ton hurda demire ulaşmıştır.¹⁷

Bu durum gözönüne alınarak mevcut demir cevheri olanaklarından yararlanmak için çeşitli girişimlerde bulunmak Türkiye açısından yararlı olacaktır. Bu nedenle, örneğin Doğu Karadeniz sahilindeki manyetitli kumlar Türkiye demir maden-

(«**») Parantez içindeki sayılar faydalanılan kaynağı göstermektedir.

(17)



Grafik SI. FERT BAŞINA HAM ÇELİK TÜKETİMİ İLE FERT BAŞINA G.S.M.H. ARASINDAKİ İLİŞKİ (1970 YILI)

(10° Ton)

| Yıllar | Talep | Devriği | Özel | Denge |
|-------------|-------|--------------|------|-------|
| 1974 | 2.8 | 1.2 | 1.2 | -0.4 |
| 1975 | 4.9 | 1.2 | 1.6 | -2.1 |
| 1976 | 6.2 | 5.3 | 1.6 | +1.6 |
| 1977 | 8.6 | 5.3 | 1.6 | -1.7 |
| 1978 | 9.0 | 5.3 | 1.6 | -2.1 |
| 1979 | 9.8 | 5.3 | 1.6 | -2.9 |
| 1980 | 10.0 | 5.3 | 1.6 | -3.1 |
| 1981 | 12.2 | 5.3 | 1.6 | -5.3 |
| 1982 | 16.1 | 5.3 1 | 1.6 | -9.2 |

Tablo:I.Türkiye Demir Cevheri **Arz-Talep**
Karşılaştırması.

ciliğine yararlı olabilecek bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

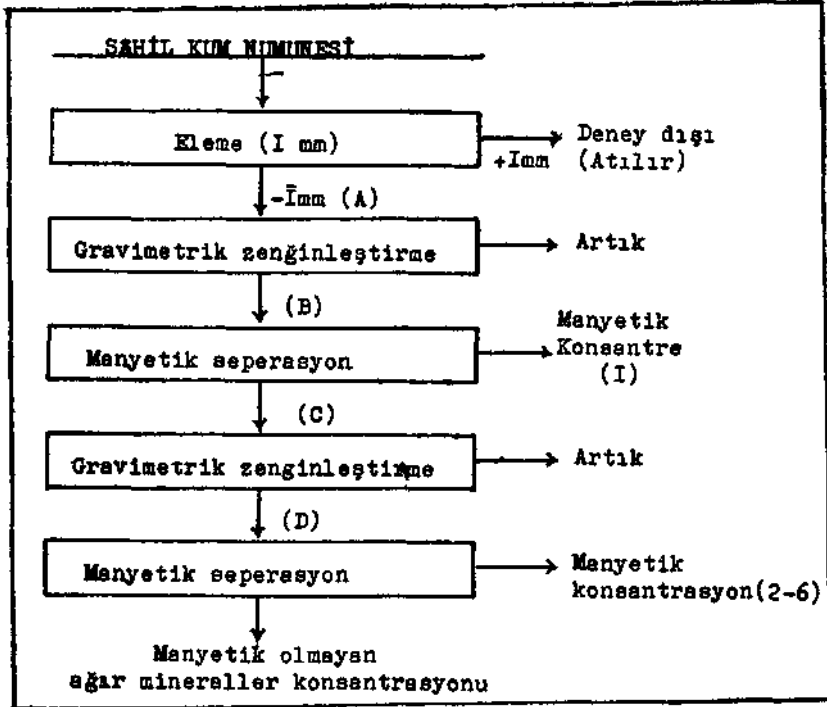
Doğu Karadeniz sahilindeki plaj kumları M.T.A. Enstitüsü tarafından, ağır mineral yönünden etüd edilmiş ve sahü kumu işletmeciliği açısından ekonomik olabilecek tenor ve rezerve sahip plaser manyetit mineralinin mevcudiyeti saptanmıştır, özellikle Ünye'nin batısından Yeşilirmak ağzına kadar uzanan yaklaşık 50 km. uzunluğundaki Çarşamba ovası %9-10 manyetit tenörlü 160 milyon tondan fazla görünür+muhtemel ve 700 milyon tondan fazla toplam rezervli kumlara sahiptir.

Bölgedeki diğer küçük plaser zuhurları da ele alındığında görünür+muhtemel rezerv yaklaşık 190 milyon tona ve toplam rezerv 870 milyon tona ulaşmaktadır. (8).

Bu konuda daha ayrıntılı bilgiler Sayın Dr. Mümin Köksoy tarafından ayrı bir tebliğde sunulmuştur.

2. Demir içeren Çarşamba-Ünye Sahil Kumlarının Tekno-Ekonomik Olasılıkları

M.T.A. Enstitüsü tarafından sahüden 10-15 m. uzakta sahüye paralel bir hat boyunca yaklaşık olarak 250-300 m. aralıklarla ve 2. m. derinlikte açılmış kuyulardan 50 kg. hk numuneler alınmış, loğlara işlenmiş ve daha sonra 2 km. uzunluğundaki bir plaj işletilebilecek minimum rezerve sahip ola-



Şekil 5. Sahil Kumları Zenginleştirme Deneyleri Akım Şeması

"TBfçİQ:2.ÇS'rşfnb9'~söhl.linle"alt çeşitli kum numuneleri " Yaş Manyetik Seperasyçn "

İtonaântr^lerinin granülümetipik yapısı.

| Numune | 32 500 | 42 354 | 60 250 | 80 177 | 115 125 | 170 88 | 250 63 | 325 44 | meç mikron |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| 16 | 0.012 | 0.171 | 2.357 | 44.295 | 42.122 | 10.696 | 0.319 | 0.024 | - |
| 17 | 0.012 | 2.015 | 8.387 | 32.800 | 39.675 | 15.754 | 0.590 | 0.024 | - |
| 18 | - | 0.308 | 11.948 | 33.487 | 38.667 | 15.018 | 0.557 | 0.011 | - |
| 19 | - | 0.047 | 1.254 | 52.810 | 33.771 | 11.690 | 0.402 | 0.023 | - |
| 20 | - | 0.042 | 0.867 | 35.213 | 48.394 | 14.923 | 0.485 | 0.042 | 0.010 |
| 21 | 0.011 | 3.062 | 11.999 | 38.879 | 35.896 | 9.867 | 0.272 | 0.011 | - |
| 22 | - | 0.021 | 1.117 | 44.432 | 42.995 | 11.117 | 0.223 | 0.021 | 0.010 |
| 25 | - | 0.732 | 1.801 | 44.164 | 46.229 | 7.556 | 0.161 | 0.014 | - |
| 26 | - | 0.010 | 0.581 | 40.078 | 46.308 | 12.615 | 0.363 | 0.031 | 0.010 |
| 27 | - | 0.053 | 2.022 | 42.850 | 41.258 | 13.405 | 0.376 | 0.021 | 0.010 |
| 28 | - | 0.016 | 0.250 | 12.326 | 32.687 | 41.368 | 11.390 | 1.823 | 0.129 |
| 29 | 0.010 | 0.054 | 2.623 | 15.656 | 44.258 | 32.462 | 4.553 | 3.686 | 0.010 |
| Ortalama | 0.003 | 0.054 | 3.768 | 36.415 | 41.021 | 16.377 | 1.640 | 0.047 | 0.014 |

bileceği düşünülerek birer kompozit numune elde edilmiştir. 1972 yılında M.T.A. Teknoloji laboratuvarlarında sayılan 30'dan fazla olan bu kompozit numunelerin herbiri Şekil 1'de görülen akım şemasına göre zenginleştirilmiştir.

Tüm deneylerin I. manyetik konsantreleri % 57-58 Fe ve %5.5-6.5 TiO_2 içermektedir. Konsantrelerin mineralojik analizlerinde numunelerin oldukça homojen oldukları saptanmıştır. Manyetit, ilmenit, maghemit, hematit, titanomanyetit belli başlı mineraller olarak saptanmıştır. Bu konsantrasyon ürünlerinin granülometrik analizlerinde tane iriliği yönünden fazla ayrıcalık göstermedikleri ve %94'ünün 88-250 mikron arasında oldukları saptanmıştır.

Yapılmış olan 30'dan fazla zenginleştirme deneyinden ham kumdaki ortalama manyetit tenorunu yansıtan bir deney baz olarak alınmış ve buna ait deney sonuçları ve demir cevheri için önemli olan başlıca empürileri Tablo 3'de verilmiştir.

Tabloda da görüldüğü gibi konsantrede yeterli Fe kazanılmasına karşılık TiO_2 %5.90 gibi bir değerde olmaktadır. Tablo 4'de ilk dört manyetik konsantrinin ekonomik sınır içine alınabileceğini göstermektedir.

İzabe yönünden en önemli sorun titan olmaktadır. Bilindiği gibi Türkiye'de demir izabesi yüksek fırınlarda yapılmaktadır. Bu fırınlara verilen şarj malzemesinde titan yüzdesi fazlaysa, titan oksitlerin büyük bir kısmı indirgenmeden cüruf içinde kalmakta ve burada silisin yerini kısmen almaktadır. Az miktarda titanyum indirgenir, özellikle yüksek sıcaklık varsa pik demire geçer. Titanyum kuvvetli bir karbür yapıcı elemandır ve oluşan TiC^* ergimiş pik demirde gayet az çözünür. Eğer pik içindeki titanyum belli bir miktarda üstüne çıkacak olursa serbest TiC_4 kristalleri oluşur. Bunlar cürufun ve pik demirin vizkozitesini arttırmakta ve pik'i elde edilmesini güçleştirmektedir. TiC_4 yüksek fırın içinde katı agregalar oluşmasına ve işletme sorunlarının artmasına yol açar.

Titanyumun yüksek oluşu nedeniyle sahil kumlarından elde edilen yüksek titalı konsantrelerin dirik olarak yüksek fırına verilme olanağı ortadan kalkmaktadır.

Tablo:4

| Ürün | Kg | Sw | L % | Fe | | | | | | TiO ₂ | | | |
|--------------------------------|-------|-------|--------|-------|---------|---------|-------|--------|--------|--------------------|--------|---------|----------------------|
| | | | | % Fe | Birim | E Birim | E %Fe | % R | E %R | % TiO ₂ | Birim | E Birim | E % TiO ₂ |
| manyetik konsantr (1) | 12.4 | 52.19 | 52.19 | 58.00 | 3027.02 | 3027.02 | 58.00 | 78.09 | 78.09 | 5.90 | 307.92 | 307.92 | 5.90 |
| manyetik konsantr (2) | 0.93 | 3.32 | 56.11 | 53.42 | 209.40 | 3236.42 | 57.67 | 5.41 | 83.50 | 6.10 | 23.91 | 331.83 | 5.91 |
| manyetik konsantr (3) | 0.39 | 1.64 | 57.75 | 49.00 | 80.36 | 3316.78 | 57.43 | 2.07 | 85.57 | 5.80 | 9.51 | 341.34 | 5.91 |
| manyetik konsantr (4) | 0.52 | 2.19 | 59.94 | 47.00 | 102.46 | 3419.24 | 57.04 | 2.64 | 88.21 | 5.90 | 12.70 | 354.04 | 5.90 |
| masa ardı | 8.45 | 35.56 | 95.50 | 9.30 | 330.70 | 3749.94 | 39.26 | 8.53 | 96.74 | 5.10 | 181.35 | 535.39 | 5.60 |
| manyetik konsantr (5) | 0.60 | 2.53 | 98.03 | 42.60 | 107.77 | 3857.71 | 39.35 | 2.78 | 99.52 | 1.04 | 2.63 | 538.02 | 5.48 |
| manyetik konsantr (6) | 0.43 | 1.80 | 99.83 | 10.04 | 18.04 | 3875.75 | 38.82 | 0.47 | 99.99 | 1.00 | 1.80 | 539.82 | 5.40 |
| manyetik olmayan ağır min kons | 0.04 | 0.17 | 100.00 | 1.83 | 0.31 | 3876.06 | 38.76 | 0.01 | 100.00 | 0.70 | 0.11 | 539.93 | 5.39 |
| TOPLAM | 23.76 | | | 38.76 | 3876.06 | | | 100.00 | | 5.39 | | | |

öyleyse, böyle titanlı cevherleri işlemek olanağını başka yollarda aramak gerekmektedir. Bu konuda çeşitli yöntemler ileri sürülebilir.

Birincisi, titanlı cevher konsantresini titansız cevher konsantresi ile saptanan bir ölçüde harmanlayarak varolan titan miktarı düşürülebilir. Böylelikle yüksek fiçin için aranan koşul sağlandıktan sonra yapılacak pelet yüksek fırına verilebilir. Kısa vadede, az miktarda bir plaser yatağın değerlendirilmesi bu yolla belki etkinlik kazanabilir. Fakat bu yöntemin, üzerinde durduğumuz Doğu Karadeniz sahü plaserleri gibi büyük rezervli yatakların değerlendirilmesindeki etkinliği tartışılabilir.

ikinci yol, titanlı cevheri metalurjik olarak örneğin klorlama yöntemiyle işleme koyarak hem titan hemde demir metallerini ayrı ayrı kazanmaktır. Dünyada bu konuda yapılmış olan laboratuvar çalışmaları olumlu sonuçlar vermiş olup, yöntemin ekonomikliliği hakkında araştırmalar devam etmektedir. Bu yolu tercih edebilmek için yapılan araştırmaların ve yeni teknolojik gelişmelerin sonucunu beklemek gerekmektedir. (8).

Üçüncü yol flotasyon yöntemidir. Son yıllarda Japonyada geliştirilen bu yöntemle sahil kumları içindeki ilmenit-hematit gurup mineralleri manyetit'tan ayrılmıştır. Bu işleme kazanılan ilmenit konsantresi %40 TiO₂ den fazladır. Böylelikle hem demir hemde titan ayrı ayrı kazanılmış olmaktadır. Bu yöntem de henüz araştırma safhasındadır.

Dördüncü çözüm yolu olan Krupp-Renn döner fırın (veya diğer döner fırın) yöntemleri ile sünger demir kazanılması eskidenberi dünyada uygulanmaktadır. Bu yöntemde cürufa geçen, fakat fırını tıkamayan TiCk ve az miktarda TiC₄ oluşmaktadır. Cüruftaki bu konsantre daha sonra titan kazanımında olanak sağlayabilmektedir. Bu yöntemin devamı olarak elektrik ark fırınlar ele alınabilir. Bu çeşit izabe yöntemi ile pik demir veya üstün kaliteli çelik üretimi yapılabilir. Bu yöntem bugün özellikle Japonya'da ençok uygulanmaktadır. Japonlar kendi sahillerinden işlettikleri kumlara ek olarak FiUpinlerden her

yıl yaklaşık 600.000 ton titanlı manyetit konsantresi ithal etmektedirler.

ikinci ve üçüncü çözüm yollarının henüz araştırma düzeyinde olması nedeniyle dünya teknolojisine dayanarak döner - elektrikli fırın yöntemlerini kullanma olasılığı önem kazanmaktadır.

Doğu Karadeniz sahü kumlarından demir kazanma olanağı önemini yitirmemektedir. Çünkü titan, çözümlenmesi olanaksız bir sorun olarak karşımıza çıkmamaktadır.

Diğer taraftan yatağın ekonomikliliği bakımından yapılan literatür araştırmaları ve bu konuda söz sahibi kişi ve kuruluşlarla yapılan yazışmalar sonunda bazı bğiler elde edilebilmiştir. Buna göre pratik olarak bir plaser yatağın ekonomik tenor sınırı 1 m³ kumda varolan ve satılabilen minerallerin kıymetiyle ölçülmektedir. Bu gün için orta büyüklükte bir yatakta minimum değerin 50 sent/m³ olduğu kabul edilmektedir. (Noakes. L.C. 1972). Manyetit cevherinin işletmedeki değeri ortalama 150 TL/ton alınır (1972 yılına göre) o takdirde tenor limitinin 50 Kg/m³ manyetit olması gerekmektedir. Ortalama olarak 1 m³ kumun kuru olarak 2 ton geldiği düşünöldüğü zaman ekonomik olarak işletilebilecek böyle bir yatağın minimum tenorunun %2.5 manyetit olabileceği anlaşılmaktadır. Nitekim Japonyada %2.8 manyetit tenörlü sahil kumları işletilmektedir. (8, 24).

Diğer bir araştırmada tenor yüzdesinin küçük olması nedeniyle ök bakışta ekonomik gözökmeyen yataklar hakkında kesin bir ön yargıya varmamak gerektiği, çünkü bu cins yataklarda sahü boyunca her kitometreden 100 kg. konsantre elde edilebilmesi halinde o yatağın %5 manyetit tenörlü olması halinde işletilmesinin ekonomik olabileceği anlaşılmaktadır. (24)

10 yıl süre ile işletilmesi düşünölen ekonomik tenörlü bir plaser yatağın minimum 15 milyon m³ lük cevherli kum rezervine sahip olması gerekmektedir. (Noakes. L. C. 1972). Ayrıca bu miktarın aynı plajdan olması şart değildir, kolayca nakledeböen küçük ekskavatörlerle komşu plajları işleterek cevherler birleştirilebilir. (8, 24).

Açık ocak işletmeciliği açısından oldukça basit yöntemlerle işletilebilen bu çeşit yataklar kazılmakta ve sonra çıkarılan cevher boru hattı veya kısa mesafeler için bandlarla zenginleştirme tesisine nakledilmektedir. Bu konuda Örnekler 3. bölümde verilmiştir.

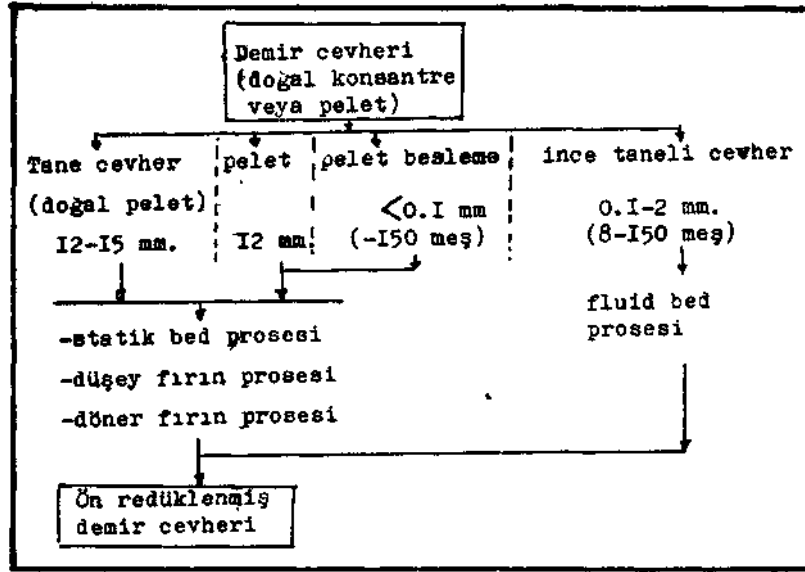
Zenginleştirme tesisi şekil 3'de görüldüğü gibi basit bir yöntemle gerçekleştirilebilir. Burada (-325) meşe öğütme yapılmak suretiyle pelet için gerekli inceliğe inilmiş olabücektir. Diğer taraftan böyle bir öğütme sonucunda serbestleşme geniş ölçüde sağlanabileceği için konsantredeki demir tenöründe bir artış, buna karşılık TiO^{\wedge} ve SiO_2 yönünden bir azalma gerçekleşebilir. Daha sonra yapılacak yeşil (yaş) pelet redüklenmek üzere döner firma verilip sünger demir kazanma olanağı vardır. Ayrıca konacak elektrik ark fırınla pik demir elde edilebilecektir. Eğer kazanılan konsantredeki demir miktarı %63'ün üstüne çıkabilirse direk çelik üretim olasılığı ortaya çıkabümektedir. (12)

Tane iriliği bakımından öngörülen bir sınıflandırma Şekil 2'de gösterilmiştir, ileri sürüldüğüne göre böyle sahil kumlan işletmesinde redükleme işlemi için tane iriliği bakımından %5'i (-1) mm. olursa pelet yapımına gerek kalmamaktadır. (10). Fakat üzerinde durduğumuz kumların %95'i (-1) mm. olduğundan pelet yapmak gereği ortaya çıkmaktadır.

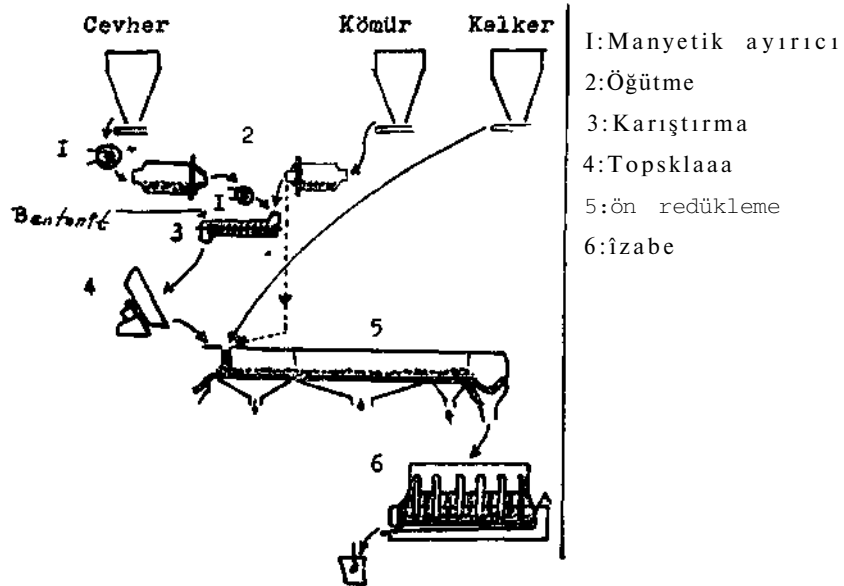
Şekil 3'de gösterilen kaba akım şeması bir sonuç değil, bir başlangıçtır. Çünkü çeşitli yöntemler uygulayarak yapılacak deneyler en etkin yöntemi ortaya çıkaracaktır.

Titanyum içeren manyetitti sahü kumlarından ve diğer cevherlerden pik demir ve çelik üretimi Norveç, Yeni Zelanda, Güney Afrika Cumhuriyeti, Japonya, gibi ülkelerde başanlı olarak endüstriyel çapta yapılmaktadır. Bu konuda örnekler 3. bölümde verilmiştir.

Titanyumlu demir cevherinin yüksek fırınlarda güçlük çıkarması nedeniyle işlenmesi, özellikle küçük hazne çaplı fırınlarda olanaksız olmaktadır. Japonyada büyük hazne çaplı fırınlarda düşük titanlı cevherlerle karıştırılmak suretiyle bu tip cevherler değerlendirilmektedir.



yekil:2 Ön redükleme prosesi

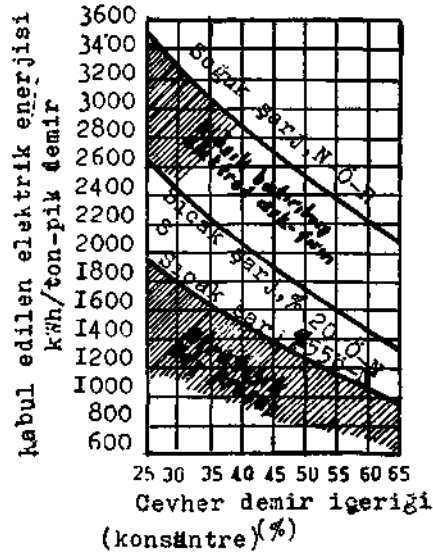


Şekil: 3

Dünyada en yaygın olarak kullanılan döner fırın ön redük-
leme yöntemiyle birlikte elektrikli pik demir veya çelik fırın-
larının beraber kullanılmasıdır.

Şekil 2'de gösterildiği gibi ön redükleme işleminden önce
konsantreye hangi tip aglomerasyonun uygulanacağını saptan-
masından sonra elde edilen ürün döner fırınlarda redüklen-
dikten sonra elektrikli pik demir veya elektrik ark çelik fırınla-
rına şarj edilirler. Ön redükleme işlemi için genellikle bitümlü
kömürler, linyit, kok veya bunların karışımları kullanılmak-
tadır.

Elektrikle pik demir yapımı, elektrik enerjisinin pahalı
olması ve elektrikli fırın kapasitelerinin küçük olması gibi ne-
denlerle yüksek fırınlarla karşılaştırıldığında pahalı bir yön-
tem olarak kabul edilmektedir. Fakat son yıllarda ön redükleme
işlemlerinin gelişmesi elektrik fırınlarını bazı koşullarda, eko-

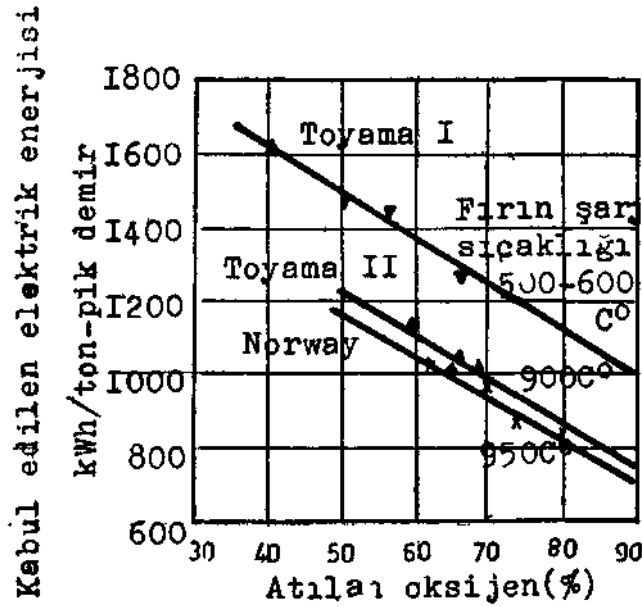


N-Ö-R: Ön redüksiyonsuz

Ö-E: Ön redüksiyon

Grafik?! Elektrikli Fırınlarda Cevher (konsantre-)
Demir İçeriği ile Yoğaltılan
Elektrik Enerjisi arasındaki
İlişki?

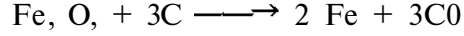
nomik yapmaktadır. Döner fırınlarda ön redükleme işlemi görmüş malzemenin elektrik fırınlarına sıcak olarak şarj edilmesi firm produktivitesini arttırdığı gibi elektrik enerjisi sarfiyatını da düşürmektedir. Grafik 2 ve Grafik 3'de görüldüğü gibi birim pik demir üretimi için geçerli elektrik sarfiyatı hammaddesinin redüklenme derecesine ve yüklendiği sıcaklığa göre değişme göstermektedir.



Grafik3: Öf Redükleme fırınlarında Oksijen Atılım İfüzdesi ile Yoğaltılan Elektrik Enerjisi Arasındaki İlişki.

Genellikle bu amaçlar için kullanılan elektrikli firm yöntemleri, Norveç Elkem yöntemi ve Stratejik Udy yöntemi ile diğer klasik submerged ark fırın yöntemleridir.

Bu yöntemlerde redüksiyon, ısıtma ve eritme için gerekli ısı elektrik enerjisi üe sağlanmaktadır.



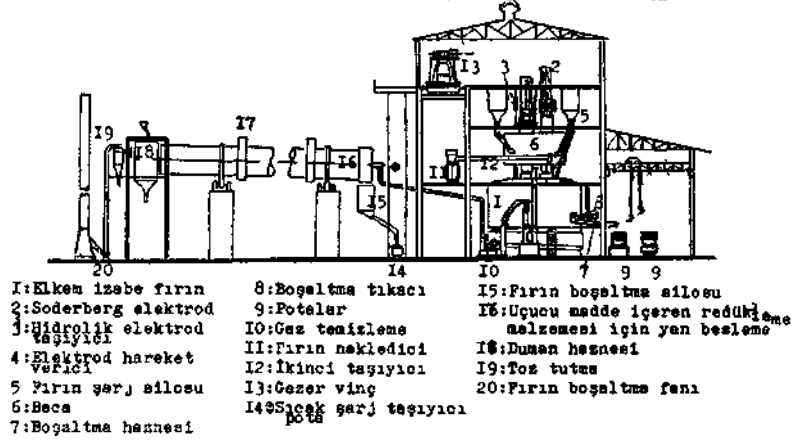
reaksiyonu için teorik olarak 1.047×10^6 k. cal/ton-Fe ve 322.2 kg. C/ton-Fe kullanmak gerekmektedir. (5).

Matanzas, Venazuela'da kullanılan elektrikli fırınlardan birisi Sstratejik Udy tipindedir. Bu firm tipi, diğer tiplere göre göre gerek elektrik enerjisi ve gerek elektrod harcamaları yönünden daha elverişli olarak kabul edilmektedir. (18).

ön redüklenmiş hammaddenin elektrik fırınlarında pik demir yapılmasında kullanılması yerine, doğrudan elektrikli ark fırınlarda çelik yapılmasında kullanıldığında titanyum açısından herhangi bir güçlük karşılaşılmamaktadır.

Şekil 4. Elkem yöntemini, Şekil 5. elektrik ark firm ve yan tesislerini göstermektedir.

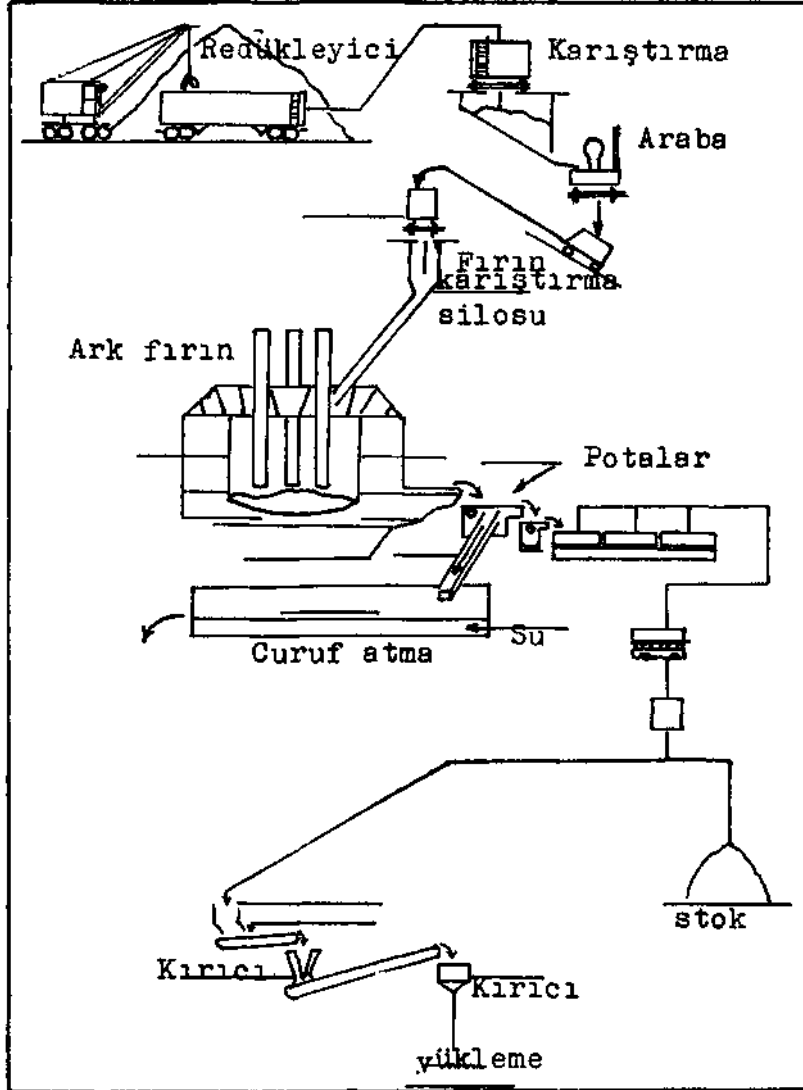
Ön Redükleme ve Elektrikli Fırının Oluşturduğu ELKEM Prosesi



Şekil : 4

Elektrikli Çelik Fırınları ve Çelik Üretimi

Ark fırınları ve yüksek frekanslı fırınlar en yaygın olarak kullanılmaktadır. Ark fırınları Heroult, Rodenhausen ve diğerleri 3 adet karbon veya grafit elektrot içermektedir. Kapasiteleri 120-150 ton/gün'dür. Yüksek frekanslı fırınlar ise yüksek alaşımli çeliklerin elde edilmesinde kullanılmaktadırlar. Ark



vekil : 5

fırlarında soğuk ve sıcak şarj kullanılmasına karşılık, bunlar-
da daima soğuk şarj kullanılmaktadır.

Endüstriyel çaptaki incelemeler ve elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, demir miktarı %63'den az olan konsantreden elde edilen sünger demirin gang kısmının SiO₂, gibi asit bileşenlerden meydana gelmesi halinde bazı önemli değişmelere neden olmaktadır. Elektrik enerjisi harcamasını 600 kws/ton dan 800 kws/ton'a çıkmakta, elektrot ve refrakter kullanımının ve eritme süresinin artmasına neden olmaktadır. (Bu durum % 20 hurda ve %80 sünger demir kullanılması halinde de geçerlidir.

Tablo 5. de sünger demirin elektrik ark fırınlarındaki çelik üretiminde kullanımını ile ilgili bazı bilgiler verilmektedir.

TABLO 5

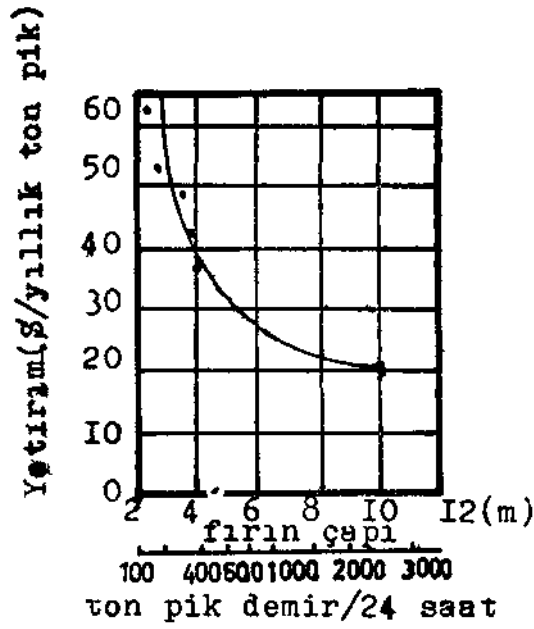
| Kapasite (ton/gün) | 15 tona kadar | 15 tondan fazla | |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------|---------------|
| Sıcak şarj (%) | — | — | 50 veya fazla |
| Fırın işleme hızı (ton/saat) | 2-5 | 4-6 | 6-10 |
| Elektrik enerjisi harcaması (kws/ton) | 800-900 | 600-700 | 400 |

Elektrik Pik Demir Üretimi ve ön Redükleme Tesisiyle Birlikte Kullanımı

Son yıllarda elektrikli fırın pik demir üretiminde büyük aşamalar olmuştur. Fırın kapasitelerinin 500ton/gün'e kadar çıkabilmesi nedeniyle birçok durumlarda ekonomik olabilmektedir. (12). Elektrikli fırın yatırım tutarlarının, düşük kapasiteli yüksek fırın yatırım tutarları ile karşılaştırılması halinde Grafik 4'den de görüldüğü gibi düşük kapasiteli yüksek fırınlar için hemen hemen aynı ölçüde olacağı anlaşılmaktadır.

Ön redüklenmiş malzemenin kullanılması Grafik 2 de Grafik 3'de görüldüğü gibi enerji sarfiyatını azaltmakla birlikte fırın produktivitesinin arttırmaktadır. Aslında artan fırın produktivitesine karşılık ön redükleme için gerekli yatırım yapma

zorunluğu ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan ön redüklenmiş malzemenin fırınlara şarj edilmesi fırın soğutma, gaz temizleme sistemlerinde ve diğer fırın bölümlerindeki yatırım tutarlarında azalma meydana getirmektedir.



• elektrikli fırın için

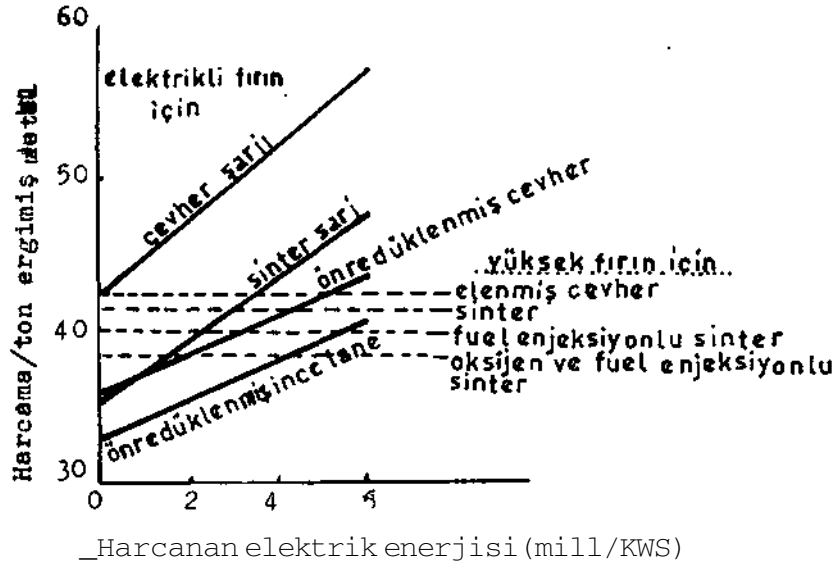
(1967 fiyatlarına göre)

Grafik : 4

Pik demir maliyetinde rol oynayan çeşitli faktörlerin fonksiyonu Grafik 5'de gösterilmiştir.

Elektrikli fırın üretiminde ergimiş maden (mayi maden) maliyeti elektrik enerjisi fiyatının fonksiyonu olarak artmaktadır. Yüksek fırın pik demir üretim maliyetini etkileyen en önemli etken kok fiyatı olmaktadır. 1967 fiyatlarına göre ön redüklenmiş malzemenin elektrik fırınlarında işlenmesi halin-

de yöntemin ekonomik olabilmesi için elektrik enerjisi fiyatının yaklaşık 12.5-15 mills/kws = 17.5-21 krş/ kws ve kok fiyatının da 15-20 \$/ton — 210-280 TL/ton olması yeterli olmaktadır. (12). Türkiye'de son fiyatlara göre sanayideki elektrik enerjisi 42 krş/kws ve kok fiyatı 560 TL/ton alınırsa kalkınmakta olan bir ülke olarak Türkiye'nin demir cevheri ihtiyacının yurtiçi kaynaklarından karşıanabilmesi için bu cins yatakların değerlendirilmesi yoluna gidilebileceği anlaşılmaktadır. Bölgede planlanmış olan hidrolik enerji santralinden elde edilecek elektrik enerjisinin kullanılması halinde ucuz elektrik elde edilebileceği veya hiç olmazsa yukarıda verilen fiyatlar ölçüsünde alınabilme olasılığı ortaya çıkmaktadır.

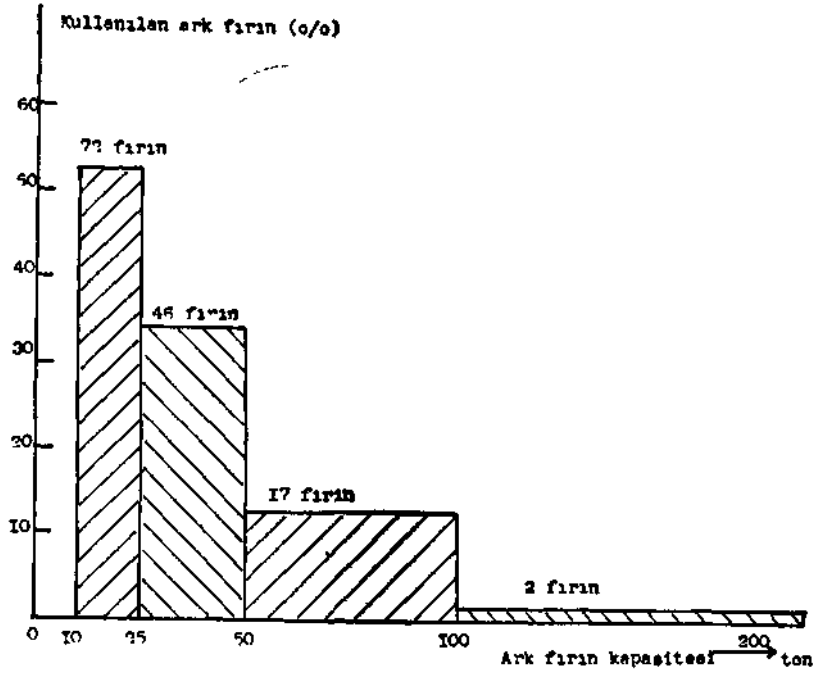


(1963 fiyatları r.8 göre)

Grafik : 5

Dünyanın birçok yerinde titanyumlu demir cevherlerinin izabesinin yapıldığı elektrik ark fırınları gün geçtikçe önemini arttırmaktadır. Çeşitli ülkelerde çeşitli kapasitelerde elektrik ark fırınları kullanılmaktadır, örneğin, Grafik 6, Grafik 7, ve

Grafik 8'de üç ayrı ülkede (İtalya, Japonya, İngiltere) kullanılan elektrik ark fırın kapasiteleri ile kullanılan fırın yüzdesi arasındaki ilişki görülmektedir.



8rafik.6:İtalya<)a elektrik ark fırınların dağılımı

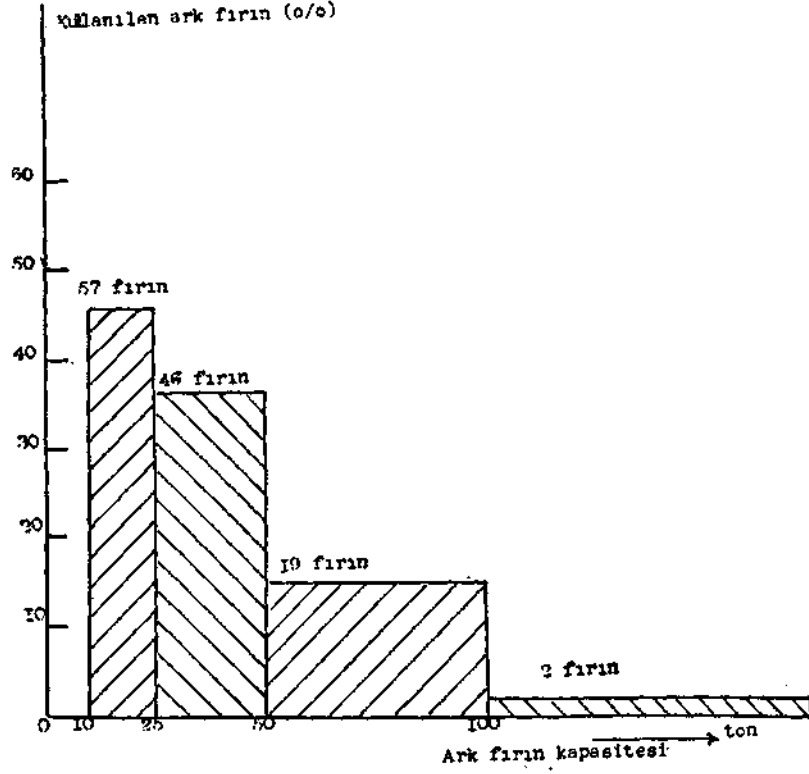
3. Dünyadan Benzer İşletme Örnekleri

Yüksek titanlı demir cevheri izabesinde redükleme fırını ve elektrik ark fırını yöntemleriyle çalışan tesislere ait birçok örnek verilebilir. Burada verilen örnekler, sadece yüksek titanyum içeren demirli sahil kumlarını işletip zenginleştiren veya demir izabesini yapan birkaç işletmeyi tanıtmak amacıyla yapılmıştır.

3.1. Filmag İşletmesi (7, 13, 24)

Yeri: Kuzey Luzan adası, Filipinler.

Filipinlerde manyetiti! sahil kumları Luzon adasında görülmektedir. Luzon sahil plasterinden elde edüen manyetit konsantreleri, Japonya'da oldukça kârlı pazarlar bulabilmektedir. Japonlar Luzon'dan aldıkları, yılda ortalama 600.000 ton ko-



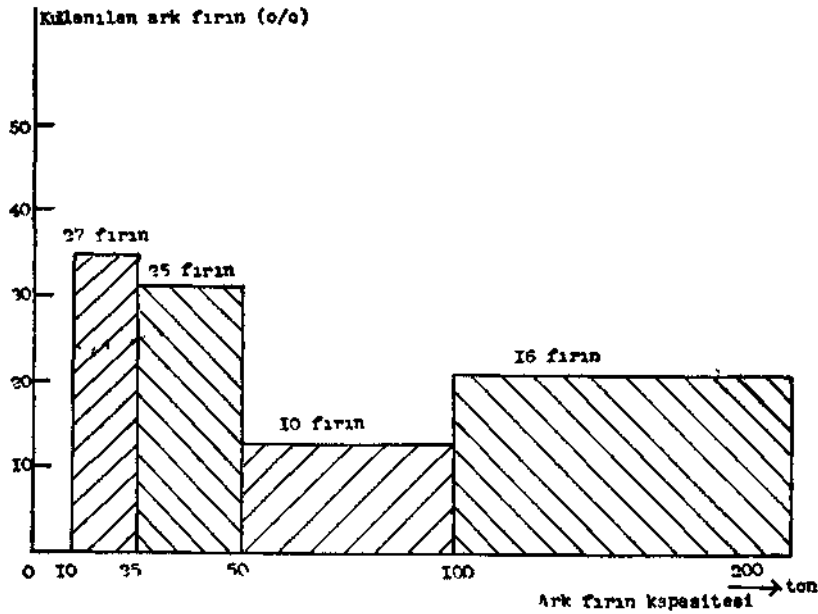
Oram.7 : Japonyada elektrik ark fırınların Sağılımı

santreyi, kendisahil kumlarından elde ettikleri konsantrelerle karıştırmakta ve böylece %53-59 Fe ve %8-12 TiO₂ İçeren konsantreden yüksek kaliteli çelik imali için gerekli pik demin elde etmektedirler.

Adanın batı sahillerini Filmag Inc., doğu sahillerini Mareveni Consalidated Mine Inc., kuzeyindeki Cagayan sahillerini Anglo-Philippines Oil Co. işletmektedir. Batı sahillerini işleten Filmag Inc. Filipinler'de sahil kumlarının değerlendirilmesinin öncülüğünü yapan millî bir kuruluştur.

Hammadde: Demirli sahil kumu.

- a) Manyetik (%): 15.0-19.5
- b) Yerinde özgül ağırlığı: 1.84- 2.00
- c) Tane iriliği: '%70'i + 100 meş.



Grafik 8: İngilterede elektrik ark fırınların dağılımı

Kapasite:

Konsantre, 711.000 kuru metrik ton/yıl

Konsantre özellikleri:

- a) Manyetik (%) : 95.0 - 95.8

b) özgül ağırlığı: 4.3

c) Kimyasal analizi (%):

| | |
|-------------------|--------------|
| Toplam demir | 58.75-59.08 |
| TiO ₂ | 6.49- 6.93 |
| SiO ₂ | 2.98- 3.45 |
| Al ₂ A | 3.01 - 3.96 |
| P | 0.003- 0.027 |

Madencilik işlemleri:

a) işletme yöntemi. Pantoon yöntemi (Mini-Dredge)

b) Teçhizat:

Çakıl Pompası (8/6" Ø, 6/4" Ø)

Kum pompası (8/6" Ø, 6/4" Ø, 4/3" Ø)

Mini-Dredge 22 kademe.

Yükleyiciler (Cat. - 966, Cat-922)

c) Manyetik ayırma teçhizatı:

Towa manyetik ayırıcı 24 kademe.

Sala manyetik ayırıcı 1 kademe.

| | Ünitedeki Tambur | | | Tambur Boyutları | Kapasite (ton/saat) |
|-------------|------------------|------|-----------------|------------------|------------------------|
| | Kacto* me | Kaba | Temiz- lerne | | |
| Küçük Tip | 19 | 2 | 2 | 550m/mØ×1500m/mØ | 40-60 |
| Geniş Tip | 3 | 2 | 2 | 550m/mØ×2000m/mØ | 50-80 |
| Parelel Tip | 2 | 2 | 2-3 | | 50-100 |

d) Zenginleştirme randımanı (%): 89.1 - 93.8

e) Harcanan güç: 23.00 - 30.0 kws/ton - konsantre

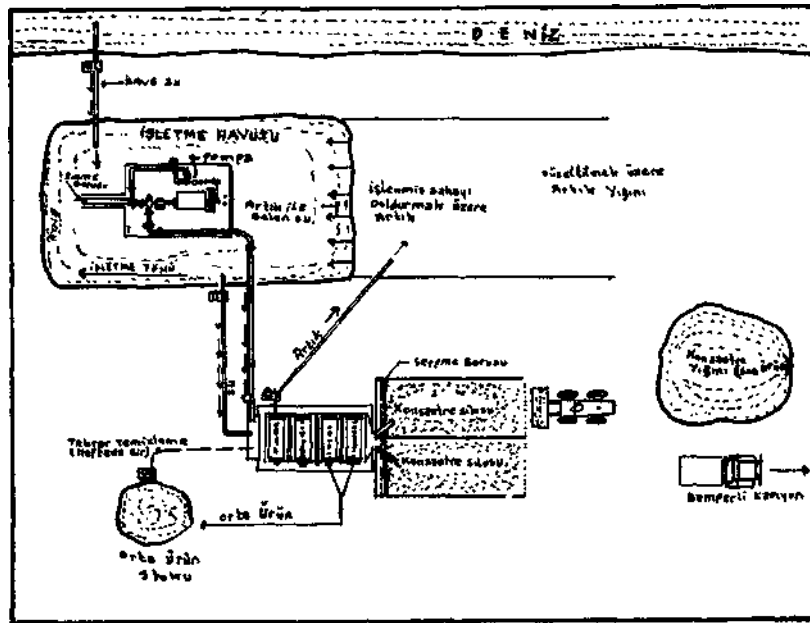
Filmag işletmesi, 1969 yılına kadar sulandırma yöntemi üe işlemekteydi Bu yöntem, emme hortumunu 90 - 120 cm. derinliğindeki çukura uzatan ve kum pompası kullanan basit bir yöntemdir. Hacmi ve derinliği, uygun bir yoğunluk sağlamak amacıyla (ağırlıkça %55-65 kum) kontrol edilen su üâvesi ile

su + kum karışımı (slurry) oluşturulur. Slurry direk olarak manyetik ayırıcılara pompalanır. Çukurun beslenmesi bulldozer veya loader ile yapılmaktadır.

Yıllık üretim artışı nedeniyle bu yöntemin istemi karşıyamaz duruma geldikten sonra mini-dredge yöntemini uygulayabilme araştırmaları başlamıştı.

Yeni uygulanan sistem üzerinde yapılan bir, iki değişiklikle bugünkü şeklini alan mini-dredge sisteminin sulandırma yöntemi üe karşılaştıracak olursak avantajları kendini gösterebilir. Şöyleki:

| | Sulandırma Yöntemi | Mini-Dredge Yöntemi |
|---|--------------------|---------------------|
| Cut-of f-Grade (%), Fe | 10 | 7 |
| Kapasite (ton/saat - Kons.) | 5 | 9 |
| Konsantrede % Fe | 58-59 | 59-60 |
| Artık, % F e | 4.5 | 1.5 |
| Besleme için ağır iş makinası kullanımı (%) | 40 | — |



vekil : 6. Filmag işletme -zenginleştirme te3igi genel planı

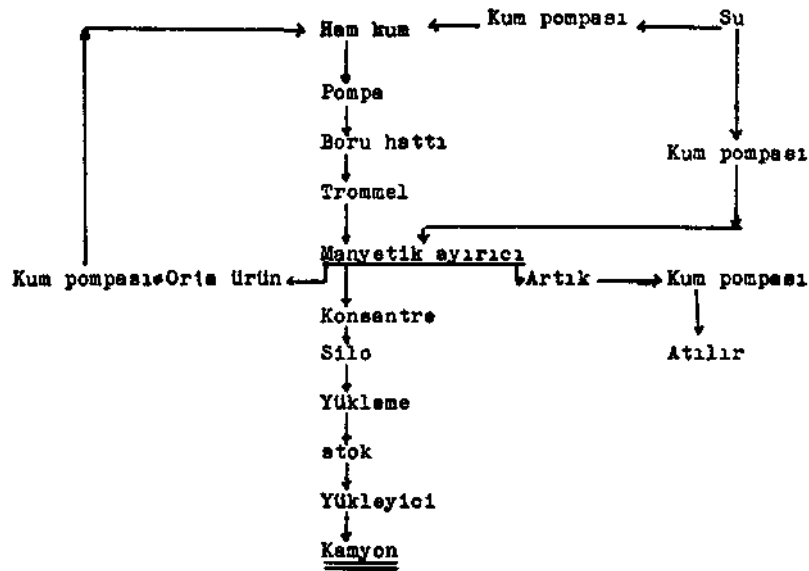
Mini-dredge sisteminde madencilik işlemleri emme-tarama ile sürdürülmektedir. Madencilik ve konsantrasyon işlemleri iki ana bölüme ayrılmaktadır: Cevher kazma/emme işlemleri için bir tarama ünitesi ve slurry dağıtım; ve zenginleştirme işlemleri için manyetik ayırıcı.

Tarama mekanik ünitesi 50 cm. derinliğindeki havuzda yüzebilecek çelik dubaların üzerine kurulmuştur. Çift duba kullanımındaki amaç; gerektiği zaman başka bir yere taşınmasında kolaylık sağlamaktır.

Kum, su fiskeşileri ile yumuşatılıp % 15-30 oranında sulandırıldıktan sonra 22.5 P.H. dizel motorlu 6/4" pompa ile emmekte ve polietilen borularla manyetik ayırıcıya gönderilmektedir. Hacim ve yoğunluk, emme borusunu alçaltıp yükseltmekte ve pompa motor dönüşünü ayarlamakla kontrol edilmektedir. Tarama makinası girişi kompozit boru olup, esneklik sağlamak için lastik boru ve bir vinç ile cevher dibine indirilebilen emme başlıklı çelik boru parçasından oluşmaktadır. Tarama makinasının serbest yüzler boyunca yana ve üeri doğru hareketleri, her iki yanda ve önde bulunan ve ucunda kanca olan hatlarla sağlanabilmektedir. Tarama makinasını istenen yüzme yüksekliğinde tutabilmek için havuza gerekli su üyesi yardımcı başka bir pompa vasıtası ile denizden veya yakındaki nehirlerden yapılabilir. Artık katı maddeleri, işlenen bölgelerde dolgu maddesi olarak kullanılırken artık su ise tekrar havuza boşaltılmaktadır.

Şekil 7'de kaba akım şemasının gösterildiği zenginleştirme tesisi dört tamburlu manyetik ayırıcı ile yapılmaktadır. Trommelde ön ayıklama yapıldıktan sonra, ilk manyetik ayırma 1200 Gauss'luk manyetik ayırıcıda gerçekleştirilmektedir. Alman manyetik konsantrasyon 850 Gauss'luk ikinci manyetik ayırıcıya gitmektedir. Burada tutulanlar skavenger (1000 Gauss) ve daha sonra 850 Gauss'luk son tambura gitmektedir. Daha sonra kazanılan, manyetik ürün ardışık manyetik ayırıcılara gitmekte ve 600 Gauss'luk ayırıcıda temizlenmektedir. Bundan sonra, manyetik konsantrasyon stoklanmakta ve burada mekaniksel, sürekli savurma işlemleri ile hafif ve yıkanabilir empüritelere ayrılmaktadır.

Tekerlekli bir loader, ambardan konsantreleri alarak tekrar sulamak amacı ile yakında bir yere yığar. Birkaç saat sonra kısmen kuruyan konsantre kamyonlara yüklenerek iskele stok sahasına iletilmektedir.



Şekil: 7.

Orta ürünler (nihai temizleyici tambur artıkları) toplanıp tekrar devreye verilmek üzere stok edilmektedir. Kaba ayırıcı ve skavenger artıkları bir havuza boşaltılır ve tekrar işletilmiş bölgeye pompalanır. Buradaki su, gerektiği zaman tekrar kazanılır.

Konsantre analizi aşağıdaki gibidir.

| Toplam Fe | HO, | Mn | Pb | SiO ₂ | Zn | Al ₂ O ₃ | Bi | S | Ni |
|-----------|------|------|-------|------------------|-------|--------------------------------|-------|------|-------|
| % 61.61 | 6.17 | 0.58 | eser | 2.34 | 0.081 | 3.03 | 0.004 | 0.09 | 0.006 |
| | | MgO | Or | CaO | | Ou | | | |
| | | 2.40 | 0.021 | 0.66 | | 0.011 | | | |

Konsantre tesislerinin özel olarak yapılmış treyler üzerine monte edilmesi veya kızaklar üstüne kurulması, tesislerin hare-

ketliliği nedeniyle taşıma uzaklıklarının minimuma inmesini sağlamaktadır.

3.2. Güney Kore Cumhuriyeti'nden örnekler (12)

Güney Kore Cumhuriyeti'nde benzer sahü plaserleri ülkenin kuzeyinde görülmektedir. Bunlardan önemli olanları aşağıda gösterilmiştir.

| Bölge | Hacım (m ³) | AJMLı (%) | tlmenit (%) | Zirkon (%) | Monazit (%) | Manyetit (%) |
|-----------|-------------------------|-----------|-------------|------------|-------------|--------------|
| Koesong | 259200 | 5.69 | 43.4-52.4 | 8.5-14.2 | 2.4-3.3 | 4.0-4.9 |
| Chumon-do | | | | | | |
| ve | | | | | | |
| acha-do | 424080 | 2.53-3.4 | 69.9-75.7 | — | 10.2-11.9 | — |
| BUn | 297000 | 1.73 | 32.43 | 20.9 | 36.2 | 7.76 |
| So- | | | | | | |
| WhangTi | 2000000 | 1.14 | 46.8 | 42.6 | 5.3 | 2.00 |
| Toplam | 2980280 | 2.14 | 48.6 | 37.2 | 9.1 | 2.9 |

Yukardaki yataklardan Koesong'daki kuvarları işleten İshihara Sangyo Co. Ltd.'ne ait Hwajingo kuvarlarının kimyasal analizi şöyledir:

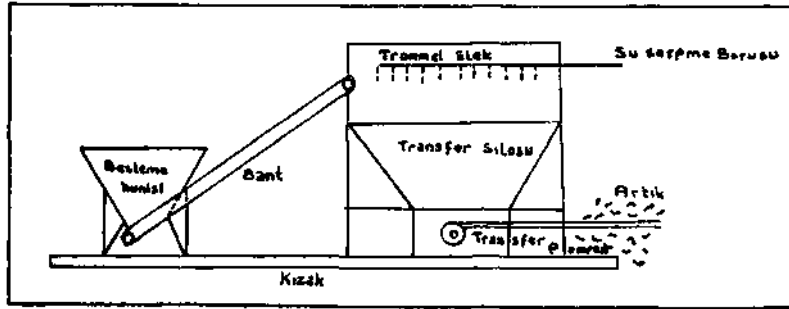
| İçerik | % | tçerik | % | tçerik | % |
|--------------------------------|------|-------------------------------|-------|--------------------------------|------|
| TiO ₂ | 3.14 | ZrO ₂ | 0.55 | Al ₂ O ₃ | 6.39 |
| FeO | 4.00 | SiO ₂ | 71.55 | MnO | 0.16 |
| Ti-Fe | 5.13 | CaO | 3.61 | MgO | 1.48 |
| Fe ₂ O ₃ | 2.89 | P ₂ O ₅ | 0.07 | Cr ₂ O ₃ | 0.08 |

Tane irilik dağılımı ise:

| Meş | % | TK>0 | Ti-Fe | SiO ₂ | ZrO ₂ |
|----------|------|-------|-------|------------------|------------------|
| +28 | 0.9 | — | — | — | — |
| —28 +48 | 62.9 | 0.26 | 1.03 | 84.2 | 0.03 |
| —48 +65 | 25.0 | 2.20 | 6.45 | 66.85 | 0.02 |
| —65 +100 | 9.4 | 20.49 | 25.37 | 23.22 | 3.60 |
| —100 | 1.8 | 33.39 | 27.72 | 10.04 | 11.88 |

Kore'de kullanılan, gerek işletme gerekse zenginleştirme yöntemlerinin yeniden ele alınması gerektiği düşünülmektedir.

Çünkü, bilindiği gibi insan gücüne bağlı işletme pahalı ve yavaş olmaktadır. Bu düşünceden hareketle, önerilen yöntem göre, lastik tekerlekli loader (yükleyici) kullanımı, her yerde kolaylıkla ve küçük teçhizatlarla onanlabümesi ve hareket kaabiliyetlerinin yüksek oluşu nedeniyle uygun görülmektedir. Bunlar işletmede aynaya yaklaşıp, yükleyip geri çekilmekte ve dönüp kızak üstüne kurulmuş nakliye istasyonuna yükünü boşaltıp hemen aynaya dönebilmektedir. Uygun bir nakliye istasyonu şekil 8'de görüldüğü gibidir.



*ekil:8. Transfer istasyonu

Besleme hunisi devamhhğı sağlyabilmesi için, yükleyici kepçe kapasitesinin üç katı kadar kapasitede alınmaktadır. Besleme bantı, sabit bir besleme hızı sağlamakta ve materyeli huniden eleğe kadar yükseltmektedir. Eleme işleminde büyük parçalar ayrılırken, kumu yıkamak ve konsantre tesislerine taşıyabilmek için yeterli miktarda su üâve edilmektedir. Elek altı transfer silosuna geçmekte ve buradan gravite konsantrasyonu için, yaş tesisteki siloya pompalanmaktadır.

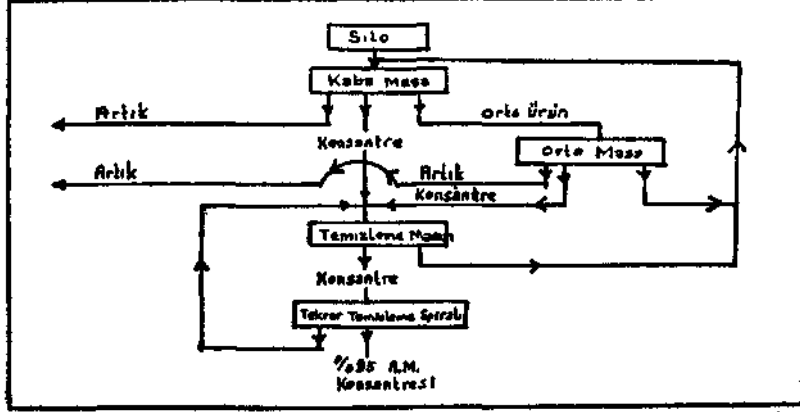
Tüm bu işlemler için gerekli güç hareketli bir dizel veya dizel-elektrik motor sisteminden sağlanmaktadır. Zenginleştirme işleminin bundan sonraki kısmı yağ ünitede devam etmektedir.

a) Yaş Ünite

Büyük çapta hareketlilik gereksinmesi nedeniyle, yağ konsantrasyon üniteleri, özel bir şeküde yapılmış treyler üstüne yerleştirilmektedir. Böylelikle, üniteyi sökmeden süratle yer de-

giştirebilme olanağı doğmaktadır. Ayrıca daha küçük üniteler de tamirhane, ambar, enerji tesislerini taşıyabilmektedirler. %

Yaş üniteye besleme hızı ve slurry yoğunluğunun uygun bir şekilde ayarlanması ve sürekli kontrol edilmesi gerekmektedir. Deneyler, ağırlıkça %55-65'i katı madde olan slurry yoğunluğunun uygun olduğunu göstermiştir. Bu yöntem üe ilgili akım şeması şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil :9. Birinci konsantre tesisi

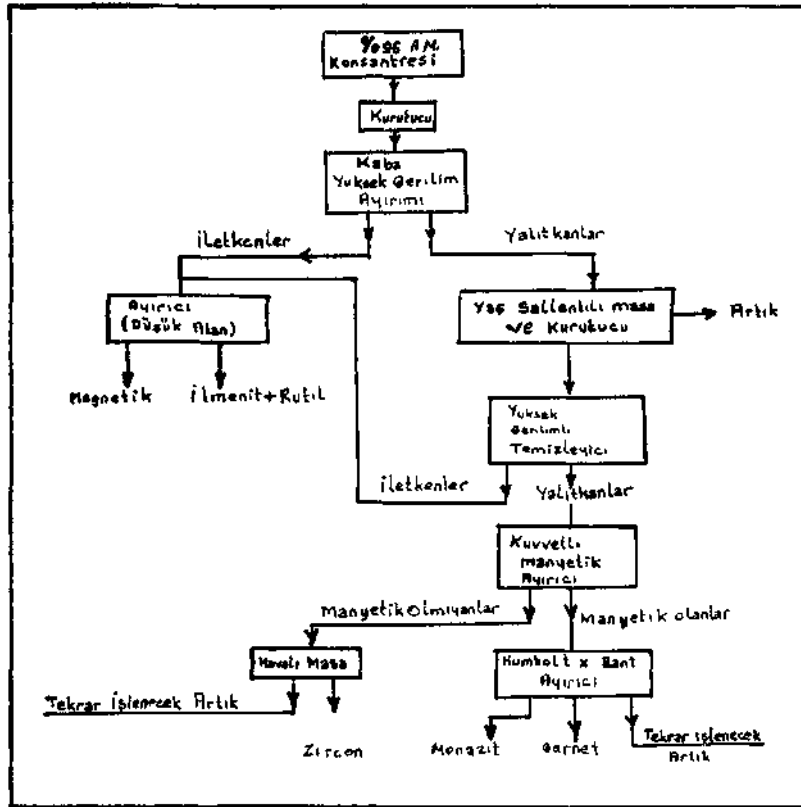
b) Kuru Ünite

%95 ağır mineral içeren konsantreler kuru üniteye gelmekte ve taşıma masraflarını azaltmak için hava ile kurutulmaktadır. Burada iletken minerallerin (ilmenit, manyetit, rutil), yalıtkan minerallerden (zirkon, monazit, gamet) ayrılmasının ilk safhasından önce, 140°C'nin üstünde bir ön ısıtmaya tabi tutulmaktadır.

Şekü 10'da kuru yöntem ile ilgili basitleştirilmiş akım şeması gösterilmiştir. Cevher özelliğine bağlı olabilecek gerekli değişimler, çeşitli safhalara üve edilebilmektedir.

3.3. Taiwan Adası Sabileri (13)

Milliyetçi Çin'de sahil kumlarının işletilmesi Taiwan adası sahillerinde yapılmaktadır. Adanın kuzeyinde manyetit yatak-



vekil :10. Kuru ayırma tesisi

ları, kuzeybatısında, Yunan'da ise monazit ve zirkon plaserleri görülmektedir. Adada off-shore madenciliği, Çin Denizi'nde çok sık görülen tayfunlar nedeniyle her zaman büyük zorluklarla karşılaşmaktadır.

Adanın kuzey bölgesinde, bilinen rezerv miktarları yaklaşık olarak 500000 ton ağır mineraldir. Rezervin büyük bir kısmını %3.19 - 7.09 iüü ve %41.33 - 58.22 Fe içeren titanlı manyetit oluşturmaktadır. Bu bölge kumunun ortalama tenörü %6.5 manyetittir.

Yüksek tenörlü sahilleri el yöntemi üe işletilmekte, fakat düşük tenörlü sahillerde bu yöntem ekonomik olmaktan çık-

makta ve mekanizasyona gitmeyi gerektirmektedir. Bir başka problem de, her bir tane içindeki Fe ve TiO₂'nin yapısal ilişkisinden doğmaktadır. Taiwan'da yöresel çelik imalatçıların yüksek titanlı cevherlerin izabesinde, giderek artan güçlüklerle karşılaştıkları görülmektedir. Bu nedenle titana manyetit için pazar sınırlanmaktadır.

1969 yılında bu bölge için önerilen işletme şekli, benzer işletmelere ait tipik bir yöntem olup, uygun koşullarda tercih edilmektedir.

Kumu ocaktan konsantrasyon tesislerine gönderecek su, ana yatak içine açılmış havuzdan su pompası ile temin edilmektedir. Bu pompa, ayrıca yağ manyetik ayırıcıya da su temin etmektedir, iyi planlanmış besleme hunisi ve kontrol mekanizması ile kum istenilen yoğunlukta ve hızda zenginleştirme tesisine pompalanabilmektedir. Yıllık üretim miktarı, işletilecek cevherin ortalama tenörü, tesis ve işletme randımanı ile yıllık çalışma gün ve saati gibi verilerin çerçevesi içinde, saatlik su gereksinmesi, boru çapı ve pompa gücü gibi değişkenler saptanabilmelidir.

Taiwan adasının kuzey batı bölgesindeki sahil şeridi genişliği büyük değişiklik göstermekte ve bazı yerlerinde 300 m. civarında olmaktadır. Ağır mineral tenörü ortalama %3, yöresel zenginleştirme sonucunda ise %40-80'e ulaşmaktadır. Ağır mineral konsantresi %50 manyetit, %35 ilmenit, %9 zirkon ve %1 monazit içermektedir.

3.4. Yeni Zelanda Çelik Ltd. (10, 21)

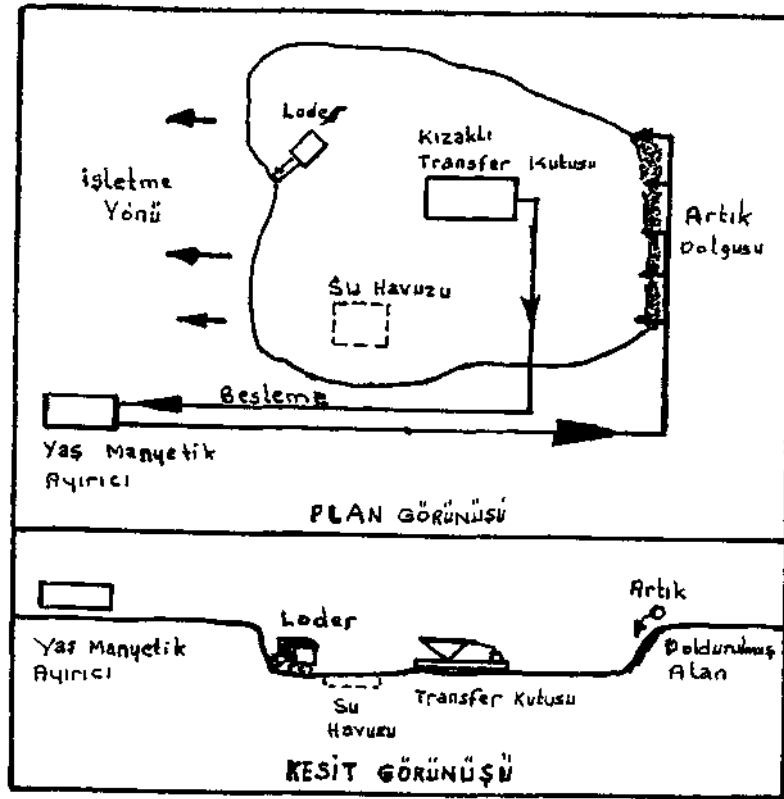
Yeri: Glenbrook, Yeni Zelanda.

Kapasite : 150 000 ton/yıl sünger demir.
220 000 ton/yıl yeşil pelet.
120 000 ton/yıl Fe.

Hammadde: Demirli sahil kumu.

Manyetik konsantre:

Fe %60.0
S % 0.08



Şekil:11.Sahil kumu işletme yöntemi

| | |
|--------------------------------|-------|
| SiO | % 1.5 |
| Al ₂ O ₃ | % 5.0 |
| CaO+MgO | % 2.5 |
| TiO ₂ | % 9.0 |

Redükleme Derecesi: %90

Bu konsantreden döner fırına verilmek üzere yeşil pelet yapılmaktadır. Elde edilen yeşil pelet % 10-11 nem içermektedir. Direnci ise 7-15 kp/pelettir.

İşletmede bir tane döner firm (4.0 m0 x75m.) ve bir tane döner soğutucu vardır. Burada redükleyici olarak (-10 mm)

iriliğinde linyit kullanılmaktadır. Kalorifik gücü 6500 kcal/kp olan bu linyit %45 uçucu madde, %50 sabit karbon %4 kül, %0.5 sülfür, %20 nem içermektedir. Külün kimyasal analizinde;

| | | |
|------------------|--------|----------------------|
| FeO | %10 | |
| SiO ₂ | %10-15 | |
| CaO | %45 | |
| MgO | % 6 | |
| M a | %7-10 | |
| TiO ₂ | % 0-2 | |
| SO ₃ | % 5 | olarak saptanmıştır. |

Aralık 1969'da işletmeye alman tesiste, iki kademe yaş manyetik ayırıcıda zenginleştirildikten sonra, konsantre bentonit üe karıştırılarak diskte pelet yapılmaktadır. Elde edilen yeşü pelet, redüklenmek üzere döner fırına gönderilmektedir. Pelet iriliği 1/2"x3/4" ve 1/8"x1/4" arasında değişmektedir. Böyü le olunca, elektrikli fırında çelik yapımı için rahatlıkla kullanılabilir.

Linyitin yüksek reaktivitede olması nedeniyle başlangıçta yöntemin uygulanmasında bazı güçlüklerle karşılaşmış ve bu durum yeşil peletin kalitesinde bazı değişmelere neden olmuştur. Demir içeren malzemeler üzerinde yeterli bir kontrolün sağlanması için zaman geçmesi gerekmiştir. Yaş pelet yapımından önce karışımın hazırlanması için tane iriliğinin, nem miktarının ve bentonit miktarının ayarlanması oldukça güç olmuştur. (Bu durum sık sık iri aglomera malzemesinin oluşmasına ve "thermocoupl" ların zarar görmesine, bir keresinde yanmasına yol açmıştır.)

Sıcaklığın kontrol edilememesi ve cevher ile kömür külünde bulunan uçucu maddeler bazı kısımlarda erozyon oluşturmuş veya içteki bazı metalik kısımların erimesine yol açmış ve firma hava veren tüpler bazen haftalarca işlemez hale gelmiştir. Bu sorunlar ön redükleme fırınında bazı değişikliklerin yapılmasını gerektirmiştir. Bu değişiklikler özellikle ısı saptanımının daha geliştirilmesi yönünde olmuştur. Hava giriş kısımları ve sıcaklık ölçen aygıtlar sözü geçen güçlükleri ortadan kaldırmak amacı üe yeniden düzenlenmiştir.

Linyitte yüksek oranda bulunan uçucu kısımlardan dolayı fırın atmosferindeki yanıcı gazların tümünün yöntemde kullanılamaması nedeniyle firm çıkış gazlarında kısmen kayıp olmaktadır. Böylece yoğaltılan ısı yaklaşık olarak 5×10^6 kcal/ton sünger demir düzeyinde olmaktadır. Bunun %'45'i dışarı atılan gazlarla kaybolmaktadır.

Tesisin başlangıçtan beri yaptığı çelik üretimi devamlı artış göstermektedir.

3.5. Highvel Çelik Vanadyum İşletmesi (11, 21)

Yeri: Witbank, Güney Afrika Cumhuriyeti.

Kapasite: Çoğu kez parça cevher işleyen bu tesisin ortalama kapasitesi 4X140 000 ton/yıl Fe'dir.

Konsantre analizi:

| | |
|--------------|-----------|
| Toplam demir | %55.4 |
| SiO_2 | % 1.0 |
| Al_2O_3 | % 3.0 |
| CaO.MgO | % 1.0-2.0 |
| TiO | %13.0 |
| V_2O_5 | % 1.6 |

Redükleme Derecesi: %40-50

işletmede her biri 4.0 m 0 X 60 m. boyutunda olan dört tane döner fırın ve 33 mVA lik beş tane elektrikli ark izabe fırını vardır.

Redükleyici olarak bitümlü kömür kullanılmaktadır. Kalorifik gücü 6800 kcal/kg olan bu kömür %32 uçucu madde, %12 kül, %1 sülfür ve %2 nem içermektedir.

Ocak 1968'de işletmeye alınan tesiste, redükleme fırınları, çelik ve V_2O_5 tesislerinin bir parçasıdır. Cevher % 40-50 oranında döner fırınlarda ön redüklemeye tabi tutulmakta ve sıcak malzeme doğrudan doğruya elektrikli fırınlara yüklenmektedir. Aynı zamanda üve eden maddeler kalsinasyona uğramakta ve kömürdeki uçucu kısımlar fırında atılıp, elektrik fırınlarında kullanılacak duruma gelmekte, titanyum ise elektrik firm

cürufu ile atılmaktadır. Pik demir ise çelik tesislerinde işlenmekte, çelik yapımında önce ikinci kademedede V_2O_5 içeren cüruf elde edilmektedir.

İlk olarak 1 no.lu fırının üretime başlamasından sonra diğer dört fırın üretime geçmiştir. Fırından çıkan gazlar şarj malzemesinin ters yönünde üflemede ve firm besleme ucundaki ateşleyiciler tarafından taşıdığı ısının bir kısmı alınmaktadır. Buna ek olarak firm atmosferine, tüpler yardımıyla redüksiyon gazlarını ve kömürdeki uçucu gaz kısımları yakmak amacıyla hava verilmektedir. Böylece firmda istenen sıcaklık düzeyi ayarlanabilmektedir.

İlk başlarda tesiste refrakter malzemeleri ve hava üfleme aygıtları yönünden bazı sorunlarla karşılaşmıştır.

Bu dört firm son yıllarda 336-345 iş günü çalışmıştır (planlanan iş günü 320'dir). Bunun yanında beşinci fırın eklenerek cevheri redüklemek amacı ile kapasite artışı sağlanmıştır.

3.6. Ariake Demir ve Çelik İşletmesi (21)

Yeri: Japonya.

Kapasite : 40 000 ton/yıl sıcak metal.

Hammadde: Zenginleştirilmiş demirli kumdan kazanılan konsantre.

Fe %57.00

Ti(X %12.00

Fırınlara : Bir tane döner fırın (3.50 m 0 X 75 m.)

Bir tane elektrik ark fırını (14 mVA)

1961 yılında işletmeye alınan bu tesiste, redükleyici olarak %71 sabit karbon, %5 uçucu madde, %21 kül içeren (—15 mm.) tane iriliğinde doğal kok kömürü **kullanılmaktadır.**

3.7. Tohoku Demirli Kum Çelik İşletmesi (20,24)

Yeri: Japonya.

Hammadde: Demir içeren sahil kumu olup, dört kilometre uzaklıktaki ocaktan elde edilmektedir. Kamyonlarla zenginleştirme tesisine taşınmaktadır.

Manyetik konsantre analizi:

| | | | | | |
|-------------------------|---------|-------------------------|--------|------------------------|--------|
| Toplam demir | %59.20 | Al_2O_3 | %3.60 | V_2O_5 | %0.39 |
| FeO | %30.10 | MgO' | %1.20 | Cu | %0.009 |
| Fe_2O_a | % 50.60 | CaO | %0.62 | P | %0.029 |
| TiO_2 | % 9.70 | MnO | <%0.58 | S | %0.14 |

Tane iriliği: %88.7 (+100 meş)

| | | | | | | | |
|-------|-----|---------|---------|-------|-------|-------|--------|
| (meş) | +14 | 14-20 | 20-28 | 28-35 | 35-48 | 48-65 | 65-100 |
| (%) | 3.6 | 6.7 | 9.8 | 10.8 | 23.9 | 6.8 | 27.1 |
| | | 100-150 | 150-200 | -200 | | | |
| | | 2.6 | 1.0 | 7.7 | | | |

Bu kuruluşun tesislerine ait komple akım şeması Şekil 12 de gösterilmiştir.

Ominato ve Haehinohe tesisleri toplam olarak şu şekilde çalışmaktadırlar.

Sünger demir tesisi:

Dört tane döner firm **3.5 m \varnothing × 35 m × 1**
2.4 m \varnothing × 32 m × 2
1.2 m \varnothing × 12 m × 1
çalışmaktadır.

Pik demir tesisi:

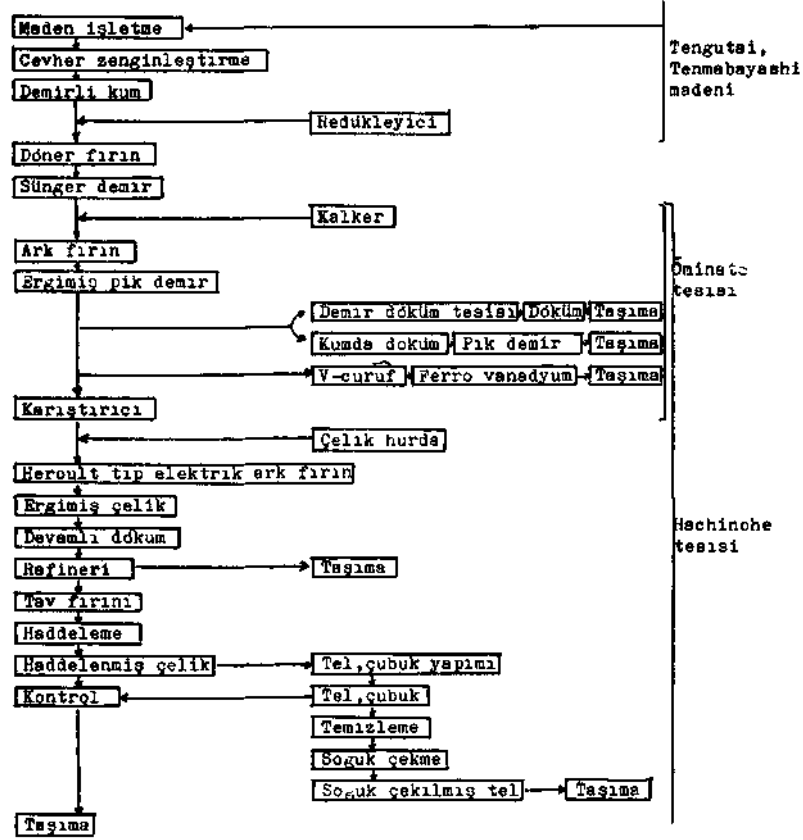
Beş tane elektrik ark fırın 7 000 kVA X 2
6000 kVA X 1
3000 kVA X 1
700 kVA X 1 çalışmaktadır.

Çelik tesisi:

— Heroult tip elektrik ark fırın, 9000 kVA, 20 ton/şarj X2
— Mitsubishi, Olson tip devamlı döküm makinası, 20 ton/saat X 2 (85 mm X 125 mm.)
Demir döküm tesisi: 30 ton/gün X 1

Ocaktan taşman ve zenginleştirilen kumlar ön redükleme için antrasit veya diğer kömürlerle karıştırılıp döner firma verilmektedir. Gerekli ısı fırınının boşaltma kısmındaki ateşleyici-

lerle ve aynı zamanda elde edilen karbon monoksidin yakılması ile sağlanmaktadır. Böylece fırındaki yatak sıcaklığı 950 - 1200 C° de tutulmaktadır. Fırındaki dört saatlik hareket süresi içinde kum ön redükleme ve topaklama işlemine tabi tutulmaktadır. Bu yöntemin en önemli karakteri ön redükleme ve topakla-



ŞEMİ — 1«

ma işlemlerinin aynı fırında peletleme gibi bir ön işleme tabi tutulmaksızın yapılmasıdır. Fırının dönmesi ile kum tanecikleri yarı indirgenmiş halde firm boşaltma kısmına geçip, burada az miktarda oksitlenme ve topaklanmaya tabi tutulmaktadır. Topaklama işlemi zayıf oksitlenme atmosferi etkilemekte olup,

bu durum firma fazal hava vermek sureti ile kontrol edilebilmektedir.

Topaklama işlemleri görmüş sünger demirin tane iriliği 3-30 mm. arasında tutulurken, bu irilik jelektrik pik demir fırınındaki redüksiyon için çok daha uygundur.

Elektrikli firm yöntemi böyle yüksek titanyum içeren demir cevherlerinin işlenmesi için en uygun yöntem olarak kabul edilmektedir, (pik demir-üretiminde), Titanyum miktarı %27 ve cüruf bazıklığı 0.9 da tutulmakla titanyumlu cürufun akışkanlığı istenilen ölçüde tutulmaktadır. Topaklama işlemleri görmüş ve yan redüklenmiş sünger demir elektrik fırınına kireç taşı üe birlikte yüklenmekte ve her dört saatte bir fırından pik demir boşaltıldıktan sonra çelik yapımında kullanılmak amacıyla karıştırıcılara gönderilmektedir.

Kumlardan elde edilen pik demir az miktarda Cu, Zn, Sn ve As gibi elementleri içermesi nedeniyle en iyi çelik hammaddesi olarak kabul edilmektedir.

Çelik üretim tesisi iki adet 20 tonluk fırını içermektedir. Bu fırınlarını özelliklerini şu şekilde sıralıyabüürüz: Transformatorların her biri 9000 kVA de çalışmaktadır, toplam çelik üretim kapasitesi 10 000 ton/yıl'dır. Fırınların iç kısmı bazik refrakter malzemesi ile kaplı olup üç adet grafit elektrot içermektedir.

Pik demirin toplam şarj malzemesindeki miktarı % 30-80 ölçüsünde olacak şekilde imal edilecek çeliğin emsine göre değişmektedir.

4. Sonuç ve öneriler

Dünyada çeşitli sahil ve off-shore plaser yataklarının işlenmesi ve değerlendirilmesi gün geçtikçe önemini arttırmaktadır. Kromit, zirkon, rutil, monazit, altın gibi ağır minerallerin kazanılması yanında, özellikle manyetitti sahil kumlarından demir kazanma olanağı birçok örneklerle karşımıza çıkmaktadır.

Sahil şeridi boyunca büyük miktarlarda birikmiş ve deniz hareketleri nedeniyle doğal olarak biraz zenginleşmiş kumlar, karada ve deniz içinde uzanmaktadırlar.

Doğu Karadeniz plaserlerinin rezerv ve tenor durumlarını sıhhatli olarak saptamak için elde henüz yeterince veriler yoktur. Bununla beraber arazi gözlemleri, mevcut kimyasal ve teknolojik veriler, jeofizik anomaliler ve sahanın jeolojik-jeomorfolojik durumları göz önüne alındığında ekonomik olabüceği gerçeği ortaya çıkmaktadır. Bölgedeki dört manyetit sahil plaser yatağı içinde özellikle Çarşamba deltasındaki zuhurlar daha belirgin olarak göze çarpmaktadır. Ayrıca bu tip yataklarda işletme sırasında dinamikleme, kırma ve diğer birçok madencilik faaliyetlerinin olmaması ve uygulanan işletmecilik yöntemlerinin son derece basit oluşu, ayrıca yatakların ve kurulacak işletmenin kıyıda olması ve taşıma olanaklarının fazla oluşu gibi nedenlerle böyle yatakların diğer normal masif cevher işletmecüüne oranla ekonomikliliğini arttırmaktadır.

Doğu Karadeniz sahil kumlarının manyetik konsantresi %58 Fe ve %6 TiO₂ içermektedir. Titan'm yüksek oluşu, bu konsantrelerin yüksek fırınlarda izabe edilmesini güçleştirmektedir. Fakat bölgede kurulacak döner-elektrikli firm yöntemleri ile bu sorun çözümlenebilir. Bunun işleme için gerekli olan elektrik enerjisi sorununun, ilgili kuruluşlarla yapılan temaslar sonunda bölgede yeni elektrik enerjisi olanaklarının planlandığının öğrenilmesi nedeniyle çözümlenmesi kolaylaşmıştır.

Sahil plaser işletmeciliğinin, tarımsal, turistik ve doğal güzellik yönünden sakıncalı, hatta zararlı sonuçlar yaratan çevre sorunları doğuracağı akla gelebilir. Fakat, Çarşamba deltası gibi kavakçılık dışında hiç bir tarımsal faaliyetin olmadığı, çoğu yeri bataklık ve sazlık olan ve turistik faaliyetlerden yoksun bulunan böyle bir sahilde yapılacak plaser maden işletmeciliği, iyi planlandığı takdirde hiçbir sorun yaratmayacağı gibi aksine çevrenin tarımsal ve turistik yönlerden gelişmesine yardımcı olacaktır. Dünyanın birçok yerinde bu böyle olmuştur. Örneğin, Avustralya sahillerinin çoğu yeri madencilik sayesinde tarımsal, turistik ve doğal güzellik yönünden gelişmiştir. Bu bakımdan, Karadeniz sahil plaserlerinin işletilmesi, yurt ekonomisine demir kazandırmasından baş ka, çevrenin çeşitli yönlerden değerlendirilmesi bakımından da katkıda bulunabilir. Ancak bunun gerçekleşebilmesi için sanayi, tarım ve turizm kuruluşlarının beraberce gerekli tedbirleri almaları gerekmektedir.

Bu sahillerdeki palser demir yataklarının gerçek tenor ve rezervlerinin sıhhatli olarak saptanmasına hiç vakit kaybetmeden başlamak gereklidir. Bunun yanında, yapılacak fizibilite çalışmalarına ışık tutacak ve gerekli son verileri saptayacak çeşitli teknolojik deneyler ve çalışmalar olumlu sonuçlar verdiğinde ve ayrıntılı fizibilite çalışmaları da tamamlandıktan sonra elde edilecek olumlu sonuçlar gelişmekte olan Türkiye'de ülke çapında yeni bir endüstri olasılığının doğmasının yanında, istihdam politikası ve bölgenin doğal güzellik, tarımsal ve turizm faaliyetleri bakımından da yararlı olacaktır.

Teşekkür

Yazarlar, bu küçük yapının hazırlanmasında büyük destek ve ilgi gördükleri Sayın Dr. Selçuk Demirsoy, Sayın Dr. Mümin Köksoy ve Sayın Maden Y. Müh. Turhan Armutçu'ya teşekkürü bir borç bilirler.

Faydalanılan Kaynaklar

1. ALAN, G. Robiette: "Electric Smelting Processes" 1973.
2. ASTIER, J. E.: "Electric Iron-making Furnaces, A Competitor to the Blast Furnaces" Journal of Metals, September, 1963.
3. ASTIER, J. E.: "Prereduction is it the total answer" Journal of Metals, March, 1973.
4. BAN, Thomas, E.: "A Promising Outlook for Iron Ore Prereduction With Low-Cost Coal" Engineering and Mining Journal, June, 1973.
5. BOG DANDY L. Von, ENGEL, H. J.: "The Reduction of Iron Ores" Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1971.
6. HANSCHR, Andersen: "Some Significant Metallurgical Aspects of the Smelting of Pig Iron in Electric Furnaces" The Canadian Institute of Mining and Metallurgy, 1963, Bulletin for July.
7. HIDALGO, I. O.: "Mini-Dredge (Iron Sand Mining) in the Philippines." World Dredging and Marine Construction, March 1972.
8. KÖKSOY, Mümin: "Doğu Karadeniz Plaser Manyetit Yatakları" Mart 1973. MTA. Derleme. 4950.
9. KÖKSOY, Mümin: "Sahil Plaserleri Prospeksiyon ve Değerlendirme Projesi" MTA. Ankara 1971.
10. Lurgi Prapers: "New Zealand Steel, Glenbrook".

11. Lurgi Papers: "Highveld Steel and Vanadium Corp., Witbank, Republic of South Africa".
12. LÜTH, Friederich A. K., KÖNİĞ, Horst: "The Planning of Iron and Steelworks". Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 1967.
13. MACDONALD, Eoin, H.: "Country Reports". United Nations Technical Bulletin. V. 5., June 1971.
14. MACDONALD, Eoin, H.: "Manual of Beach Mining Practice, Exploitation and Evaluation". Dept. of External Affairs Canberra, Australia. November 1968.
15. MILLER, Jack Robert: "Impurities in Iron Ore" Survey of World Iron Ore Resources. U. N. New York, 1970.
16. M.T.A. Enstitüsü: "Sahil Plaserleri Projesi Numune Zenginleştirme Raporları" 1971, 1972 (yayınlanmamış).
17. M.T.A. Enstitüsü: "Hasançelebi (Malatya-Hekimhan) Demir Madeni Yatağı İşletme, Zenginleştirme ve Peletleme Tesisleri ön Fizibilite Etüdü özet Raporu" Eylül 1974.
18. MURRAY, Udy C. and MAURICE, H.: "The Strategic Udy Installation". Journal of Metals. September 1963.
19. OVERSTREET, William C: "Beach Placer Investigations in Turkey by MTA." 1972.
20. Tohoku Ironsand Steel MFG. Co. Ltd. Papers: "Tohoku Process From Ironsand to Steel".
21. UNIDO: "An Appraisal of Some of the Direct Reduction Processes for the Production of Sponge Iron". Brazil, October 1973.
22. UNIDO: "Development in Electric Steelmaking". Brazil, October 1973.
23. UNITED NATIONS "Economic Aspects of Iron-Ore Preparation". Genova 1966.
24. Yazışmalar: "Sahil kumları işletmeciliğinde tecrübeli kişi ve kuruluşlarla fikir edinme amacıyla yapılan mektuplaşmalar".

TÜRKİYE'DEKİ FOSFAT YATAKLARI VE DEĞERLENDİRİLME İMKÂN LARI

Dr. özer AYIŞKAN*

özet

Bu yazıda Türkiye'de tespit edilmiş ve rezervleri araştırılmış olan fosfat yataklarına ait cevherlerin zenginleştirilerek endüstriyel gayelerle kullanılabilme olanakları araştırılmış, rantabilite imkânları belirtmeye çalışılmıştır.

Sommaire

Dans le present exposé, la possibilité d'enrichissement, ainsi que L'utilisation industrielle des minera is des gisements phosphatés de la Turquie sont étudiées et la rentabilité de cette évaluation est recherchée.

Girig

Türkiye'de uzun yıllardan beri fosfat yatakları aranmış ve aranmaktadır. M.T.A. Enstitüsü'nün detaylı çalışmaları sonucu bu güne kadar ortaya çıkarılmış olan rezervler özellikle Mardin ilimizin Mazıdağı kazası civarında toplanmaktadır. Mazıdağı dışındaki, (Urfa - Bozova, Gaziantep - Kilis, Hatay - Yayladağ bölgeleri gibi) bölgelerde de fosfat mostraları bulunmuştur. Fakat özellikle tenörlerinin düşüklüğü dolayısıyla bu bölgelerde şimdiki halde sondajlı aramalara ve rezerv tespitine gidilememiştir.

(*) Maden Yük. Mühendisi, M.T.A. Teknoloji Şb. Md. Mv. - Ankara

Mazıdağı bölgesinde ise başlıca 3 adet cevherli seviye, veya stratigrafik fosfat yataklanması, mevcuttur. Bu seviyeler aflorman verdikleri bölgeye en yakın köylerin isimleri ile anılırlar, ve stratigrafik olarak aşağıdan yukarıya doğru:

- TAŞIT
- KASRIK
- AKRAS

olarak isimlendirilmişlerdir.

Cevherli seviyeler sedimanter orijinli olmalarından ötürü büyük bir bölgeye yayılmaktadırlar. Ancak tabii ki ekonomik olarak işlenebilir olanakları en fazla aflormanlarına yakın olan bölümlerinde mümkündür. Rezerv ve rantabilite araştırmalarının yürütüldüğü bu kısımlar, aynı isimlerle fakat yatak olarak adlandırılmıştır.

I. Akras Yatağı

En üstteki seviyenin etüd edilen bölümünü teşkil eder. Bu seviyenin cevheri diğerlerinininkinden farklıdır. Lâteritik bir yapı gösterir ve demir ihtivası i%20'ye kadar yükselebilir, aynı zamanda bol miktarda, potasyumlu bir mika olan Glaukonit ihtiva eder.

Akras yatağında, tenörü i%8 -14 P_2O_5 arasında değişen birkaç milyon ton fosfat cevheri tespit edilmiştir. Fakat yapılan zenginleştirme etüdüleri bu cevherin içerisindeki çok yüksek yüzdedeki demir ve alüminyumun ekonomik metodlarla istenilen limit olan i%3'ün altına düşürülemeyeceğini göstermiştir. Bu nedenle Akras cevherinin zenginleştirilerek süperfosfat tesislerinde hammadde olarak kullanılması düşünülmemektedir. Ancak Sitrik Asitte eritme testleri, Akras cevherinin kolay eriyen yapıda olduğunu ve asit karakterdeki topraklarda direkt gübre olarak kullanılabilmesini göstermiştir. Ucuz zenginleştirme metodlarıyla cevherin tenorunun i%15 -17 seviyesine yükseltilebileceği ve bu zenginlikteki cevherin direkt gübre olarak kullanılabilmesi saptanmıştır.

n. Taşıt Yatağı

Ein alttaki fosfatlı seviye ortalama 1,25 m. kalınlığındaki bir fosfatlı kalker tabakasıdır. Bu tabakanın aflörmanına yakın olan 15 km²'lik kısmında yaklaşık 200 milyon ton rezerv tespit edilmiştir. Rezervi belirli oranda temsil edebilecek olan bir numunenin analizi Tablo 1'de verilmektedir. Görüldüğü gibi cevherin %29'u fosfarit*, %52'si kalsit, %7,5'i ankerit ve %6'sı kuarsür. Dolayısıyla Taşıt cevherinin değerlendirilebilmesi için toplam olarak cevherin yaklaşık %60'ını teşkil eden karbonatların bünyeden atılması gerekmektedir.

Tablo 1 — Taşıt Numunesinin Kimyasal ve Mineralojik Analizi

| | | | |
|--------------------------------|--------|----------|--------|
| P_2O_6 | %10.91 | | |
| CaO | %48.09 | | |
| P | %2.47 | Fosforit | %28.90 |
| CO ₂ | %26.66 | Kalsit | %52.10 |
| SO ₃ | %0.39 | Ankerit | %7.46 |
| Al ₂ O ₃ | %1.45 | Kuars | %6.30 |
| Fe ₂ O ₃ | %0.59 | Toplam | %94.76 |
| MgO | %1.37 | | |
| SiO ₂ | %6.30 | | |
| Toplam | 98.28 | | |

Karbonat ve fosfat minerallerinin cevher zenginleştirme yönünden aynı özellikte oluşları bu ayırma işlemini zorlaştırmaktadır. Nitekim dünyanın bir çok ülkesinde silis gangli olan fosfat rezervleri, flotasyon yöntemiyle rahatlıkla zenginleştirilerek değerlendirilmektedir. Fakat tenörleri bunlara oranla çok daha yüksek olan bazı karbonat gangli rezervler, kolaylıkla zenginleştirilememeleri dolayısıyla, ekonomik nedenlerle işletilememektedir.

Taşıt cevherinin zenginleştirilmesinde ekonomik olarak kullanılacak prosesin tespiti için pek çok araştırmacı çalışmıştır. Alman sonuçlar yıkama, gravimetrik, elektrostatik, ve flotasyon gibi zenginleştirme yöntemlerinin Taşıt cevherinde kullanılabileceklerini göstermiştir. Taşıt cevherinin zenginleştiril-

(*) Fosforit, fosfatlı tanelere verilen genel adıdır.

meşinde yegane ekonomik olarak kullanılabilir proses, kalsinasyon ve yıkama tekniği kalmaktadır.

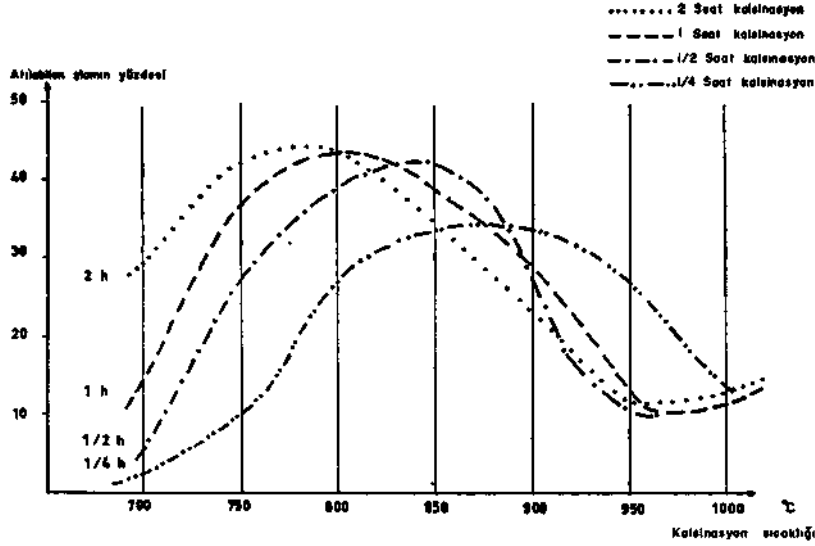
Bu teknik laboratuvar çapında döner fırın şartlarında denenmiştir. Döner fırın sıcaklığının 850°C ve fırında kalma süresi* ninin 1 saat olması gerektiği saptanmıştır. Sıcaklığın veya sürenin bu verileri aşması halinde yapışma, "Aglomerasyon" hâdisesinin meydana geleceği ve fırının tıkanacağı gösterilmiştir.

Aglomerasyon hâdisesinin bir etkisi de kalsine ürünün yıkanması zorluklarıdır. Nitekim aglomerasyon başladıktan sonra, kalsinasyon sonucu ortaya çıkan Ca O'nun büyük bir kısmı Ca (OH)₂ şekline sokularak bünyeden atılamamaktadır. Dolayısıyla üretilen konsantre tenörleri tabiatıyla zayıf kalmaktadır.

Şekil 1'de kalsinasyon sıcaklık ve süresine bağlı olarak yıkama sonucu atılabilecek Ca (OH)₂ veya başka bir deyişle şlam ağırlık oranları gösterilmektedir. Kalsinasyon tekniğini bu derece etkü olarak kısıtlayan aglomerasyon hâdisesinin nedenleri detaylı olarak etüd edilmiştir.

Şekil—1

KALSİNASYON SONRA YIKAMA İLE ATILABİLEN SLM YÜZDESİ



Sonuçlar, aglomerasyona özellikle kalsinasyon sırasında fosfat minerallerinin bozulması sonucu ortamda teşekkül eden F ve S O₃ gazlarının yol açtığını göstermiştir. Fluor S O₃ ün bir nevi katalizör etkisi ile ortamdaki Ca O ile birleşmekte bağlayıcı veya eritici özellikteki Ca F₂ yapmaktadır.

Literatürde kalsinasyon tekniğindeki yıkama zorlukları belirtilmektedir. Fakat daha çok bu zorluklar bünyedeki az veya çok miktardaki silis'in kalsinasyon sonucu yapacağı silikatlara bağlanmaktadır.

Araştırmalarımız taşıt cevherinin kalsinasyonunda bu ikinci olayın aglomerasyon ve yıkama zorluklarını çok daha az ölçüde etküediğini göstermiştir.

Kalsinasyon prosesinin pilot çapta tatbikatında akışkan yataklı firm veya 'fluidize firm' kullanılmak zorunda kalınmıştır. Bu tip fırında çalışıldığında cevherin fırında kalma süresi çok büyük çapta azalmaktadır. Tabiatıyla bu nedenle optimum şartlar değişmiştir. Yeni optimum kalsinasyon sıcaklığı 950°C olarak saptanmıştır. Bu sıcaklığın üzerinde aglomerasyonun başladığı ve fırının tıkanıdığı görülmüştür.

Püot çaptaki deneylerde iki olanak araştırılmıştır:

- 1) Cevherin 3 mm. inceliğine kırılarak direkt kalsinasyonu,
- 2) Aynı iriliğe kırma sırasında, selektif kırma ve eleme tekniği tatbik edilerek, bir ön konsantre üretimi ve ön konsantrenin kalsinasyonu.

Bu olanaklardan birincisinde %10 P₂O₅ lik ham cevherin 4,3 tonundan % 27 - 28 P₂O₅ zenginliğinde 1 ton konsantre üretilmiştir.

İkinci olanak ise kalsinasyon öncesi, cevherin yaklaşık %40 kısmının atılarak, tenorunun %14 - 15 P₂O₅ seviyesine zenginleştirilebileceğini göstermiştir (Tab 2). Bu şekilde elde edilen ön konsantrenin kalsinasyonu sonucu 2,8 ton ön konsantreden veya 4,6 ton ham cevherden 1 ton <%30 P₂O₅ lik konsantre üretilmiştir.

Tablo 2 — Taşıt Numunesinin Selektif Kırma ve Öğütme Yöntemiyle ön Konsantrasyona

(Konik kırıcıda 2 mm.'ye kırma sonuçları)

| E l e k | % Ağırlık | % P A | ^{P * 0,5} Dağılımı |
|---------------------|--------------|--------------|--------------------------------|
| — 2 + 1 mm, | 12.38 | 10.15 | 11.81 |
| — 1 + 0,5 mm | 11.47 | 13.63 | 14.69 |
| — 0,5 + 0,2 mm | 15.88 | 17.87 | 26.67 |
| — 0,2 — 0,1 mm | 14.92 | 15.92 | 22.31 |
| — 0,1 — 0,05mm | 2.40 | 11.61 | 2.62 |
| — 0,05mm | 42.95 | 5.43 | 21.90 |
| Toplamı | 100 — | 10.65 | 100 — |
| Şlamı atılmış kısım | 57.05 | 14.57 | 78.10 |

Olanaklardan hangisinin ekonomik olarak daha elverişli olacağı, yılda 1 milyon ton ham cevher işliyecek bir tesis ön görülerek hesaplanmıştır.

1971 yılında yapılan bu hesaplar, o zaman düşük olan ithal fosfat cevheri fiyatı üe (13,5 \$ C.İ.F.) mukayese edildiğinde, her iki teknikle de elde edilen konsantrelerin rantabl olmayacaklarını ortaya koymuştur. Kalsinasyon prosesinin rantabl olabilmesi için fosfat konsantresi yanında işlem sonucu elde olunan kireç sütünün (Ca OH₂) değerlendirilmesi gereği ortaya çıkmıştır. Yan ürün olarak değerlendirilecek kireç sütünün fazlalığı dolayısıyla direkt kalsinasyon tekniği o zamanki şartlarda avantajlı görülmüştür.

Bu gün fosfatın C.İ.F. değeri 70 - 75 \$ /t civarındadır. Dolayısıyla kalsinasyon prosesinin artık rantabl olabileceği düşünülebilir. Fakat göz önünde tutulması gerekli bir husus ta, fosfatın yanında, diğer ham maddelerin fiatlarındaki artışlardır. Nitekim kalsinasyon işleminin maliyetini en fazla etkileyen unsur yakıt olarak kullanılan fuel-oil dür. 1971 hesaplarında direkt kalsinasyonda yakıt masrafları, fuel-oil'in tonu 150 T.L. alınarak, 61 T.L./t konsantre bulunmuştur. Bu günkü fuel-oil fiyatı

1500 T.L. kabul edilirse sadece yakıt sarfiyatı dolayısıyla ton konsantre basma 610 T.L. sarfedilecektir.

Görüldüğü gibi yakıt maliyetlerindeki aşırı artışlar dolayısıyla prosesin rantabilitesi yeni şartlarda da yoktur hissi gelmektedir. Ancak, ön konsantre yoluyla zenginleştirmede bir ton konsantre için daha az miktar, yaklaşık %60 kısım, cevher kalsine edilmektedir. Dolayısıyla yakıt masraflarının ton basma 350 - 400 T.L. civarına düşeceği beklenebilir.

Bu metoda ait rantabilite araştırmaları hâlen geliştirilmektedir.

m. Kasrık Yatağı

Kasrık seviyesi Mazıdağ civarında uzun zamandan beri bilinmektedir. Fakat seviyenin mostra verdiği noktalardan biri, hukukî nedenlerle uzun süre araştırılamamış, ancak son senelerde Batı Kasrık adı altında aranmıştır.

Batı Kasrık sahasında cevherli kısmın kalınlığı 1,5 - 2 m. civarındadır. Tenor, yataktaki yerine bağh olarak değişmekle beraber, ortalama % 23 - 24 P₂O₅ kabul edilebilir.

Fosfatlı seviyenin hemen altında ardanmalı seviye olarak isimlendirilen genellikle çört ve fosfat tabakalarından ibaret bir başka fosfatlı seviye mevcuttur. Ardanmalı seviye kısmen veya tamamen üst fosfatlı seviyeye ilâve edilerek işlenebuecek kalınlık arttırılabilir. Tabu ki bu halde tenor düşecek fakat sahanın rezervi önemli oranda artacaktır.

Batı Kasrık rezervlerinin aflörmanlara yakın olan kısımları atmosferik etkilerle yıkanmış veya değişmiştir. Yatağın 10 - 15 metreden daha fazla örtü altındaki kısımlarında, sondaj veya kuyularda, sert olan kalkerli tip fosfatlar tespit edilirken, aflörman civarındaki kuyu ve galerilerde ufalanabilir yapıdaki oolitik tip fosfat ve bunun yanında ML manzarasındaki küli tip fosfatlar görülmektedir.

Oolitik tip fosfatlar yer yer doğrudan fabrikaya verilebilecek kadar zengindir. Bu nedenle Eitibank şu anda Mazıdağ'da

çalışmakta, bu zengin kısımları alarak Sivrice Süperfosfat tesisinin ham madde ihtiyacını karşılamaya çalışmaktadır.

Ancak Ooolitik fosfatlar yatağın büyük bir kısmında küli fosfat, çört ve yer yer kalkerli fosfatlarla karışmış durumdadır. Ayrıca 1 - 2 m. lik üst fosfatlı seviye (Şemikan seviyesi) yerine ardalanmalı seviye de dahil edüerek 4 - 4,5 m. lik bir seviyenin alınması mümkündür. Bu durumda tenor yaklaşık olarak %14 -15 seviyesine düşmektedir.

M.T.A. Enstitüsü Teknoloji Şubesinde geliştirilen bir yıkama prosesi üe bu zenginlikteki cevherden %75 - 80 randımanla % 29 - 30 P₂O₅ tenöründe konsantreler üretilmiştir.

Yıkama prosesi iri kurmayı takiben, 15 - 20 cm.'nin altındaki cevherin tromellerde dağıtılması esasına göre oluşturulmuştur. Parçalar ıslak ortamda bir nevi otojen Öğütme tarzında dağıtılmaktadır. Dağılmayan kısımlar ekseriyetle çört ve kalker parçalarından ibaret olup artık olarak atılabilmektedir. Dağümüş kısımlar ise eleme ve içerüerindeki şlamın hidrosiklonlarla atılmasıyla zenginleştirilmektedir. Atılan şlamla cevher içerisindeki fazla miktardaki demir ve alüminyum istenilen limitin altına azaltılabümektedir. Konsantreler — 1 mm. + 325 meş irilikte üretilmekte ve kimyasal yapıları fosfat cevherlerinde istenilen efsafları rahatlıkla tutmaktadır. (Şekil 2 ve Tablo 3)

Zenginleştirme işleminin rantabilitesi yılda yaklaşık 1 milyon ton cevher işleyerek 390 000 ton konsantre üretecek bir tesis düşünülerek hesaplanmıştır. Kapasitenin daha yüksek seçümemesinin nedeni yıkama prosesine uygun olan rezervlerin 20-25 milyon ton civarında oluşudur. Tesis ömrü 20 yıl olarak düşünölmüştür.

1974 Haziranında yapılan rantabilite hesapları böyle bir tesisin 50 milyonu dış para olmak üzere 150 milyon T.L.'ye çıkacağı ve 1 ton konsantre üretmek için 175 T.L. harcanüa çağını göstermiştir. Konsantratör çıkışındaki maliyet 1 ton konsantre üretimi için gerekli 3 ton tüvenan maliyet rakamı (300 T.L.) ile birlikte toplam 475 T.L. olacaktır.

Tablo 3 — Baü Kasarık Yatağında Üst Fosfatlı Seviye (Semikan Seviyesi) ve Ardalanmalı Seviyenin Birlikte Alınma« De Elde Edilen Numunelerin Zenginleşme Sonuçları

| M a h s u l | % Ağırlık | A n a l i z | | | D a ğ ı l ı m | | |
|---------------------|--------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| | | P ₂ O ₅ % | CO ₂ % | B ₂ O ₃ % | P ₂ O ₅ | CO ₂ | B ₂ O ₃ |
| Numune No. 1 | | | | | | | |
| + 1 mm | 45.93 | 5.38 | 15.73 | 2.05 | 15.57 | 70.72 | 28.40 |
| + 325 Meş | 39.27 | 28.98 | 5.56 | 0.63 | 71.68 | 21.36 | 7.47 |
| — 325 Meş | 14.80 | 13.67 | 5.46 | 14.35 | 12.74 | 7.92 | 64.13 |
| Toplam | 100.— | 15.97 | 10.21 | 3.31 | 100.— | 100.— | 100.— |
| Numune No. 2 | | | | | | | |
| + 1 mm | 38.07 | 3.25 | 0.44 | 3.52 | 8.40 | 11.78 | 18.49 |
| 1 mm + 325 Meş | 36.79 | 30.16 | 2.79 | 1.51 | 75.35 | 71.41 | 7.66 |
| — 325 Meş | 25.14 | 9.52 | 0.96 | 21.31 | 16.25 | 16.81 | 73.85 |
| Toplam | 100.— | 14.73 | 1.44 | 7.25 | 100.— | 100.— | 100.— |

1 ton fosfatın halihazır ithal fiyatı yaklaşık 1000 T.L. C.I.F. üe mukayese edilirse, elde edilecek konsantrelerin fabrikalara taşınmaları için gerekli masraflara rağmen rantabl olabilecekleri görülmektedir. (İskenderun'a kadar taşıma masrafları 140 T.L./t olarak hesaplanmıştır.)

Ancak yukarıda belirtilen tesisin yatırımının hesaplanmasında, gerekli alt yapı yatırım harcamaları (su, elektrik getirmesi) ve sosyal tesisler dahil edilmemiştir. Bölgenin coğrafi ve sosyal şartları göz önünde tutulursa büyük yatırımları gerektirecek olan bu harcamalar projeye dahil edilirse şüphesiz rentabilite kaybolacaktır.

Mazıdağ civarında yıkama ünitesi yanında, kalsinasyon ünitesi, fosforik asit ünitesi, fosforik asit üretimi sırasında fosfat içerisindeki bir kısım uranyumu alabilecek olan uranyum kazanma ünitesi ön görülmelidir.

Bühasa kalsinasyon ünitesinde çok fazla yükselecek olan yakıt masraflarını nispeten azaltmak için bir kömür gazlaştırma tesisi ön görülmelidir. Kömür olarak Şırnak asfaltitlerinin

kullanılması halinde külde kalacağı bilinen nadir elementlerin değerlendirilmesi için bir tesis düşünülebilir.

Bunlar yanında bütün dünya ülkelerinde olduğu gibi yeni kurulması düşünülen fosfat fabrikalarının Mazıdağ civarına kaydırılması gerekmektedir.

özetle Mazıdağ civarındaki fosfat üniteleri entegre tesisler olarak öngörülebilenki ancak bu şartlarda gerekli alt yapı ve sosyal yatırımlar dahil edilse dahi proje rantabl olabilir.

Batı Kasnak yatağı rezervlerinin çok büyük bir kısmı (yaklaşık 3/4 ü) kalkerli tip fosfat cevheri şeklinde bulunmaktadır. Taşıma cevherinin değerlendirilmesi için yapılan araştırmalarda belirtildiği gibi bu tip cevherlerde genellikle kalsinasyon prosesi uygulanabilmektedir. Ancak fosfat cevheri ve yakıt fiyatlarında son senelerdeki büyük artışlar dolayısıyla, evvelki yıllarda rantabl görülmeyen bazı flotasyon proseslerinin de etkin olabilecekleri düşünülebilir. Bu konudaki proses ve rantabüite araştırmalarına devam edilmektedir.

Sonuç olarak yurdumuzun 1975 yılı fosfat cevheri talebi tarafımızdan 2 milyon ton civarında tahmin edilmektedir. Kuruluş halindeki bazı büyük gübre fabrikalarımızın istihale geçmeleri üe bu talep daha da artacaktır. 70 \$/t C.İ.F. fiyatına göre fosfat cevheri ithalat giderleri 140 milyon dolara varmış veya yılda 2 milyar lirayı geçmiştir. Dolar olarak ödenmesi gerekli olan bu miktarın temin güçlükleri problemin önemini ortaya çıkarmaktadır. Yegâne çıkar yol ihtiyacın en kısa zamanda ve en etkili tarzda yurt içi kaynakları üe karşılanması imkânlarını araştırmaktır. Ve bu yöndeki çalışmalara bir an önce başlanmalıdır.

Referanslar

- Dr. O. ÖN AL: Mazıdağ: fosfat cevherlerinin petrografik etüdü ve zenginleştirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi doktora tezi, 20.6.1970.
Doç. Dr. P. BLAZY: Mazıdağ fosfat yatakları cevher zenginleştirme etüdü, M.T.A. Der Rap. 1965.
Prof. R. TOLUN: Türkiye fosfat cevherlerinin zenginleştirilmesi, T.ÜB İ.T.A.K. Araştırma Projesi, MAG 29, 1969.

- Dr. ö. AYIŞKAN: Taşıt/yatağı cevherinin mineralojik etüdü ve zenginleştirme imkânları, Sorbon Üniversitesi Doktora Tezi, 1968.
- Mazıdağ - TAŞIT fosfat cevherinin kalsinasyon metoduyla yarı endüstriyel Capta zenginleştirilmesi, M.T.A. Der. Rap. 1969.
- AKRAS fosfat yatağının çeşitli seviyelerinden alınan numunelerin zenginleştirme etüdü, M.T.A. Der. Rap. 1970.
- BATI KASRIK fosfat cevherlerinin yıkama yoluyla zenginleştirme imkânları, M.T.A. Der. Rap. Şubat 1974.
- BATI KASRIK fosfat yatağı cevherlerinin yıkama yoluyla zenginleştirilmesinde tahmini ön maliyet hesapları, M.T.A. Der. Rap. Haziran 1974.

MAZIDAĞ FOSFAT CEVHERLERİNDEKİ URANYUMDAN YARARLANMA OLANAKLARI«

Güven ÖN AL**

Özet

Bu tebliğin konusu, Mazıdağ Bölgesi fosfat yataklarındaki uranyumun mevcudiyetini ve Batı-Kasık cevherindeki uranyumun, fosforik asit üretimi sırasında, yan ürün olarak değerlendirilmesi olanaklarını, kapsamaktadır.

Sülfürikasit ile yapılan üç deneylerinde; asit konsantrasyonu, üç süresi, pülp ısı ve pülp yoğunluğunun, uranyum çözünme verimine etkileri incelenmiş, optimum koşullarda elde edilen fosforik asit çözeltisindeki uranyum, organik çözüldürme ile ayrılarak, sarı-pasta halinde çöktürülmüştür.

Sonuç olarak, Batı-Kasık cevherindeki uranyumun, fosforik asit üretimi sırasında, %60.5 verimle, %63 U_3O_8 tenörlü sarı-pasta halinde elde edilebileceği, anlaşılmıştır.

Abstract

The subject of this paper deals with the uranium present in the phosphate ores of Mazıdağ District and the possibilities of recovery of uranium, found in Batı-Kasık ore, as a by-product, during the production of phosphoric acid.

- (*) Bu araştırmanın bir kısmı Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumunca desteklenmiştir.
(**) Dr. Maden Yük. Müh., İ.T.Ü. Maden Fakültesi Cevher Hazırlama Kürsüsü.

Leaching tests with sulphuric acid were carried out in order to find the affects of acid concentration, leaching time, pulp temperature and pulp density, on the uranium recovery. By solvent extraction, uranium was recovered from the phosphoric acid solutions, obtained under the most favorable leaching conditions and than precipitated as a yellow-cake.

As a conclusion, it was established that during the production of phosphoric acid. Uranium found in Batı-Kasrik ore could be recovered as a yellow-cake with 63 % U_3O_8 and a recovery of 60.5 %

1 – GİRİŞ

İkinci Dünya Savaşını izleyen yıllarda gerçekleşen ve hızla artan nükleer enerji üretimi, halen büyük bir enerji bunalımı ile karşı karşıya bulunan insanlık için gelecekteki en önemli umut kaynaklarından biri olarak görülmektedir. 1972 yılında 60.000 Megavat olan nükleer enerji üretiminin, 2.000 yıllarında 500.000 Megavat'a ulaşacağı, buna bağlı olarak; 1970 yılında 22.000 ton civarında olan uranyum konsantresi üretiminin, 1980 yıllarında 100.000 ton'u aşacağı tahmin olunmaktadır (9, 10).

Artan uranyum ihtiyacı, bilinen klâsik yatakların dışında, yeni rezervlerin bulunmasını zorunlu kıldığından; özellikle, geniş alanlara yayılan fosfat ve linyit yataklarındaki düşük tenörlü uranyumdan, yan ürün olarak yararlanma olanaklarının saptanması, geniş ölçüde araştırma konusu olmaktadır. (1).

Konunun, enerji sorunu üe karşı karşıya bulunan ülkemiz açısından da önemi açıktır. Enerji eksikliğinin giderilmesi, büyük ölçüde nükleer enerji üretimine bağlı görüldüğünden, önümüzdeki yıllarda bu yola gidilmesi, Dünya koşullarının zorunlu bir sonucu olmaktadır. Bu durumda, nükleer yakıtın öz kaynaklarımızdan sağlanması olanaklarının araştırılması ayrı bir önem kazanmaktadır.

Ayrıca fosfat cevherleri içindeki uranyumun değerlendirilmesi ancak fosfatlarla birlikte düşünüldüğünde, ekonomik olduğundan, bu çalışma, fosfatların değerlendirilmesi konusunda

yıllardır süren tartışmalara yeni bir görüş açısı kazandırabilecektir.

Yukarıdaki görüşlerden hareketle, Mazıdağ Bölgesindeki çeşitli fosfat yataklarının uranyum muhtevaları saptanarak, bu yataklara ait ortalama numuneler üzerinden, yaş yöntemle fosforik asit üretimi sırasında, uranyumun yan ürün olarak kazanılması olanakları özellikle sülfürik asit liçi koşulları incelenerek, araştırılmıştır.

Tebliğde, işletme yönünden ilk çalışmaların Etibank'ca başlatıldığı, Batı-Kasrık yatağına ait numune ile yapılan deneyler ve sonuçları kısaca verilmektedir.

2 — MAZIDAO FOSFATLARINDA URANYUMUN BULUNUŞU

Taşıt Fosfat Yatağı:

Taşıt fosfat yatağına ait çeşitli numuneler, Royal School of Mines (Londra)'da Geoscan cihazı ile incelenmiş, ancak herhangi bir uranyum minarali tesbit edilememiştir.

Farklı P_2O_5 tenörlü numuneler üzerinde yapılan uranyum analizleri (2), $UaOa/PgOs = 3$ gibi sabit bir oranın varlığını ve yantaş kalkerin uranyum taşımadığını gösterdiğinden, fosfat mineralleri ile uranyum arasında yakın bir ilişki bulunduğu ortaya çıkmakta ve uranyumun, ionik yer değiştirme ile, karbonat-fluor apatit strüktüründeki bir kısım Ca^{+2} yerine U^{+4} olarak geçtiği sanılmaktadır (4).

Taşıt yatağının çeşitli seviyelerinden alınan ve P_2O_5 tenörleri %7-18 arasında değişen numunelerin, 20-60 ppm U_3O_8 içerdikleri, ortalama olarak hazırlanan %12,9 P_2O_5 'H numunesinin ise. 40 ppm U_3O_8 içerdiği saptanmıştır.

M.T.A, Enstitüsünce belirtilen (3) fosfat rezervlerine göre, Taşıt Fosfat yatağında, 5640 ton U_3O_8 görünür ve 4140 ton U_3O_8 mümkün ve muhtemel olmak üzere, toplam 9780 ton U_3O_8 (3) rezervi bulunabileceği hesaplanmıştır.

Batı-Kasrık Fosfat Yatağı

$U_3O_8/P_2O_5 = 3$ oranının, Batı-Kasrık cevheri için de geçerli olduğu ve gang minerallerinin uranyum taşımadıkları, yapılan analizlerle saptandığından, uranyumun, Taşıt cevherinde olduğu gibi, iyonik yer değiştirme ile, fosfat minerallerinin strüktürüne girdiği söylenebilir.

Batı-Kasrık Yatağının çeşitli seviyelerinden alınan, %10-31.5 P_2O_5 tenörlü numuneler üzerinde yapılan uranyum analizleri, bunların 30-100 ppm arasında U_3O_8 içerdiklerini göstermiş, ortalama olarak hamlanan %22.5 P_2O_5 tenörlü numunenin, 60 ppm U_3O_8 taşıdığı saptanmıştır.

Batı-Kasrık yatağının kesin fosfat rezervi henüz bilinmemekle beraber, çeşitli kaynaklardan (5) elde edilen bilgilere dayanılarak yapılan hesaplar, bu yatakta, 4800 ton U_3O_8 görünür ve 5800 ton U_3O_8 mümkün ve muhtemel olmak üzere, toplam 10.600 ton civarında U_3O_8 (5) rezervi bulunabileceğini göstermektedir.

3 — MAZIDAG FOSFATLARINDAKİ URANYUMUN YAN ÜRÜN OLARAK KAZANILMASI

Gerek Taşıt ve Gerekse Batı-Kasrık cevherleri ile, fosforik asit ve fosfatlı gübreler üretimi için elverişli konsantreler sağlamak için, yapılan zenginleştirme deneyleri, uranyumun da fosfatla birlikte zenginleştiği ve uranyumla fosfatın zenginleşme verimlerinin eşit olduğunu göstermiştir.

Uranyumun, yaş yöntemle fosforik asit üretimi sırasında, yan ürün olarak kazanılması düşünüldüğünden, Taşıt ve Batı-Kasrık cevherlerinden elde edilen konsantreler, ayrı ayrı sülfürik asit liçine tâbi tutulmuş ve liç değişkenlerinin uranyum çözünme verimine etkileri incelenmiştir.

3.1. — Batı-Kasrık Konsantresi He Yapılan Deneyler

Esasen yüksek tenörlü olan Batı-Kasrık cevherinin zenginleştirilmesi M.T.A. Enstitüsünde gerçekleştirilmiş ve % 22-24

P_2O_5 tenörlü cevherden, tamburla aktarma, yıkama ve boyutlara göre sınıflandırma ile %30.6 P_2O_5 tenörlü fosfat konsantresi %80 civarında verimle elde edilmiştir. (1) (6) Ancak, Batı-Kasrık cevherleri farklı tabakalarda değişik özellikler gösterdiğinden, yüksek silisli ve düşük P_2O_5 tenörlü cevherlerin flotasyon, yüksek kalkerli cevherlerin ise flotasyon veya kalsinasyon yöntemleri ile zenginleştirilmeleri gerekecektir.

3.1. 1 — Deneylere Esas Olan Batı-Kasrık Fosfat Konsantresinin özellikleri

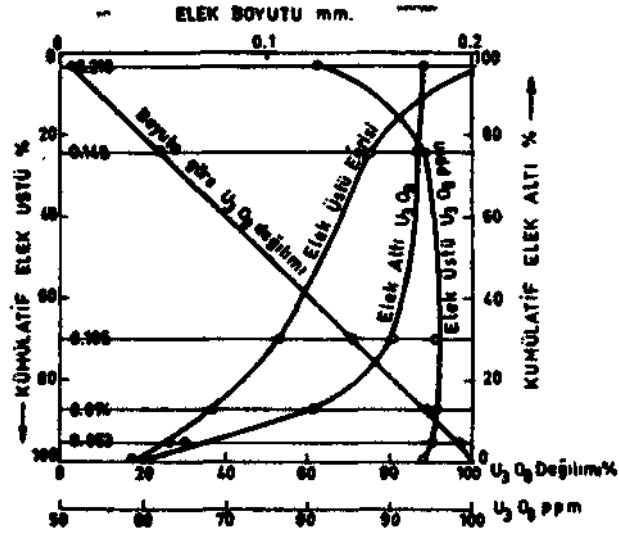
M.T.A. Enstitüsünden sağlanan Batı-Kasrık konsantresinin 94 ppm U_3O_8 içerdiği saptanmış olup, komple kimyasal analizi Tablo 1'de görülmektedir.

**TABLO 1 — Batı-Kasrık Konsantresi
Komple Analizi Sonuçları.**

| Madde | Miktar % |
|----------------|--------------|
| P_2O_5 | 30.60 |
| CaO. | 49.34 |
| MgO. | 1.51 |
| SiO_2 | 2.40 |
| R_2O_3 | 1.96 |
| SO_3 | 2.74 |
| F. | 2.30 |
| Cl | Eser |
| U_3O_8 | 94 ppm |
| Kızdırma kaydı | 8.56 |
| Toplam. | 99.41 |

Şekil 1'de verilen elek boyutuna göre, uranyum tenor ve dağılımı incelendiğinde, U_3O_8 tenorunun, 0.105 mm'ye kadar lineer olarak, daha küçük boyutlarda ise hızla azaldığı, boyuta göre U_3O_8 dağılımının lineer karakterli olduğu görülmektedir.

Batı-Kasrık konsantresinin ortalama tane boyutu 0.105 mm olarak hesaplanmıştır.



Şekil 1 — Fosfat konsantrisinde, elek boyutuna göre V_g Tenoru ve Dağılımı.

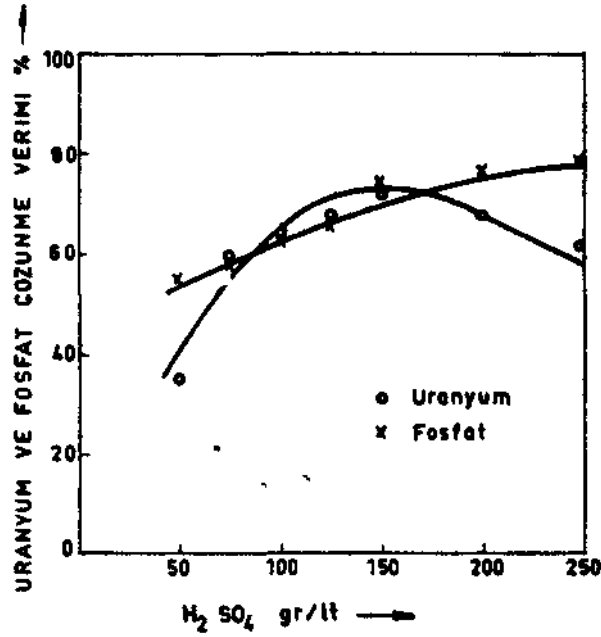
3.1. 2 — Liç Deneyleri

Liç deneyleri, laboratuvar tipi mekanik karıştırıcılar kullanılarak, 250 cc'lik beherler içinde yapılmış, karıştırma hızı bütün deneylerde sabit tutulmuştur. Deneyler sonunda, katı-sıvı ayırması filtrasyon ile gerçekleştirilmiş ve uranyum analizleri çözeltiler üzerinden yapılarak, sonuçlar değerlendirilmiştir.

Sülfürik Asit Konsantrasyonunun Etkisi

Oda sıcaklığında (20°C) yapılan deneylerde, liç süresi 60 dakika, pülp yoğunluğu %10 katı olarak sabit tutulup, sülfürik asit konsantrasyonu 50-300 gr/lt arasında değiştirilmiştir.

Şekil 2'de gösterilen sonuçlar incelendiğinde, maksimum bir değerden geçen (125-150 gr/lt H_2SO_4) uranyum çözünme veriminin, (7) sülfürik asit konsantrasyonu ile azaldığı görülmektedir. Bu durum, asit konsantrasyonunun artması sonucunda dört değerlikli uranyumun çözünürlüğünün azalması (7) ile açıklanabilir.



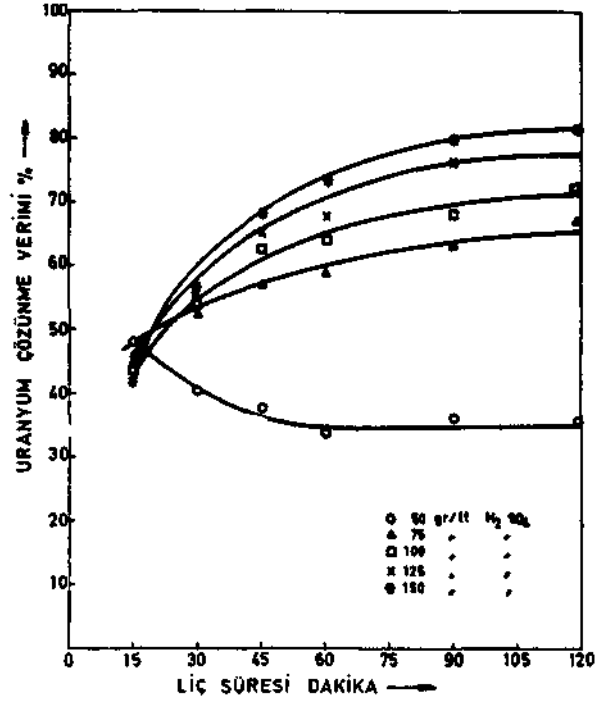
Şekil 2 — Uranyum ve fosfat çözünme verimlerinin sülfürik asit konsantrasyonu ile değişimi.

Liç Süresinin Etkisi

Oda sıcaklığında yapılan deneylerde pülp yoğunluğu %10 kaü olarak sabit tutulmuş, 50, 75, 100, 125, 150 gr/lt sülfürik asit konsantrasyonlarında liç süresi, 15-120 dakika arasında değiştirilmiştir.

Şekil 3'de görülen deney sonuçları incelendiğinde, 50 gr/lt sülfürik asit konsantrasyonu ile yapılan deneylerde, sürenin uzaması ile, çözünen uranyumun tekrar çökeldiği görülmektedir (8). Bu duruma pH yükselmesinin neden olduğu, deneyler sırasındaki pH ölçmeleri ile saptanmış ve çözünen uranyumun, pH: 1.2 nin üstüne çıktığı zaman, fosfat kompleksleri halinde çökeldiği anlaşılmıştır (7).

Ortamda yeterli asidin bulunduğu deneylerde ise, uranyum çözünme veriminin 60 dakikaya kadar hızla arttığı, bundan sonra yavaşladığı görülmektedir. Ayrıca, liç süresinin da-



Şekil 3 — Uranyum çözünme veriminin çeşitli sülfürik asit konsantrasyonlarında, Uç süresi ile değişimi.

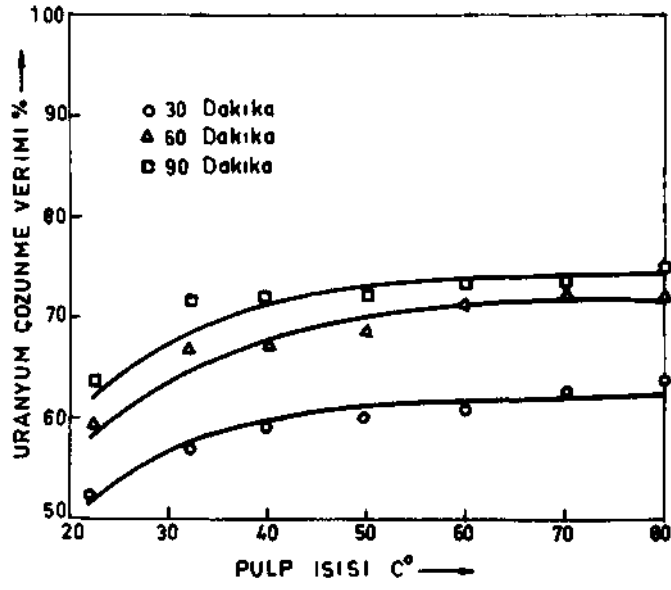
ha fazla uzatılmasının aşırı derecede kalsiyum sülfat teşekkülüne yol açtığı saptanmıştır.

Pülp Isısının Etkisi

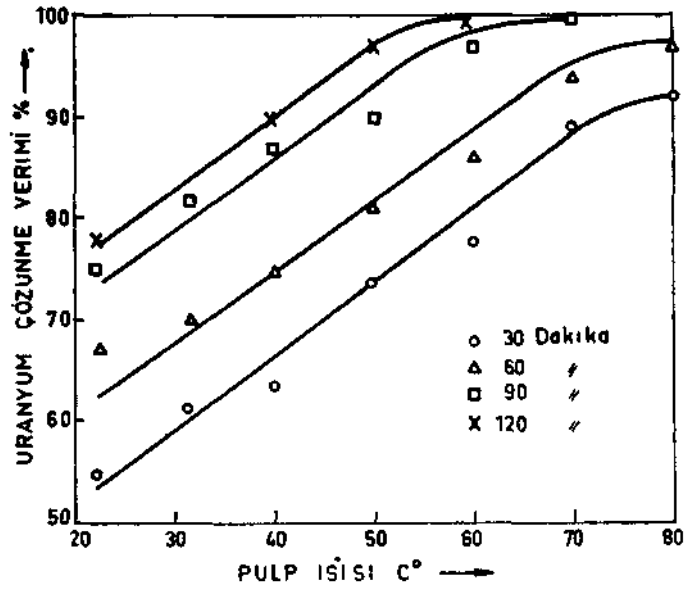
Liç süresi ile de yakın ilişkisi bulunan pülp ısı, pülp yoğunluğu %10 katı olarak sabit tutulup, 75, ve 125 gr/l asit konsantrasyonlarında, 30, 50, 90, 120 dakikalık liç sürelerinde, ısı 20-80°C arasında değiştirilerek incelenmiştir.

75 gr/l asit ile yapılan deneylerde (Şekü 4), sülfürik asit miktarı yetersiz olduğundan, ısı artışına rağmen, uranyum çözülme veriminin %70 civarında kaldığı görülmektedir.

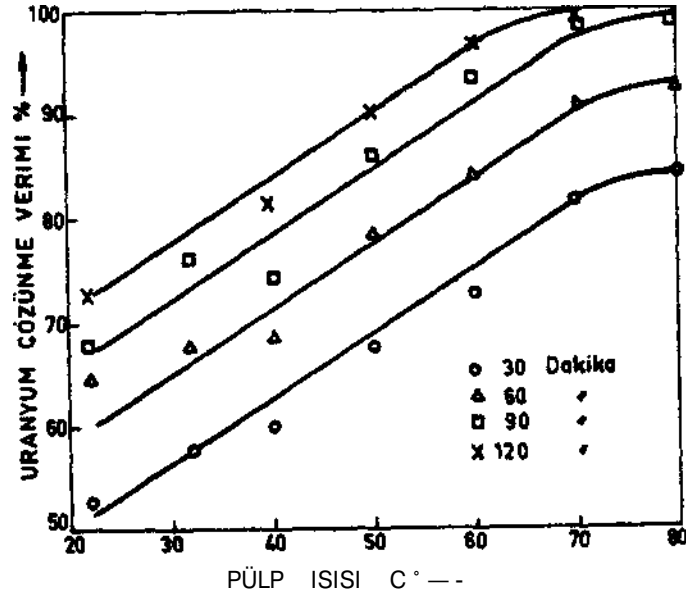
100 gr/l sülfürik asit konsantrasyonunda (Şekü: 5), 60°C ısı ve 120 dakikada, 125 gr/l asitde ise (Şekil: 6), 69°C ısı fakat 90 dakikada, %95'e varan uranyum çözünme verimlerine erişilmektedir.



Şekil 4 — 75 gr/lit sülfürikasit konsantrasyonunda, Uranyum çözünme veriminin, liç süresine bağı olarak, Pulp ısı ile değişimi.



Şekil 5 — 100 gr/lit sülfürik asit konsantrasyonunda, Uranyum çözünme veriminin, liç süresine bağı olarak, Pulp ısı ile değişimi.



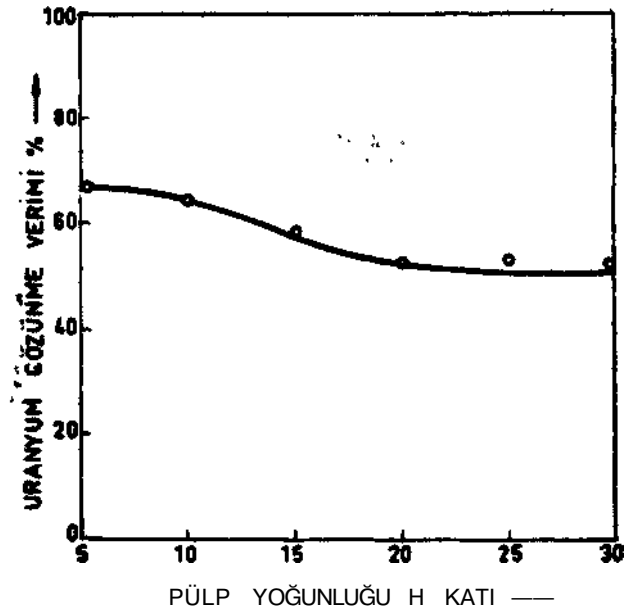
Şekil 6 — 125 grit Sülfürik asit konsantrasyonunda. Uranyum çözünme veriminin, Liç süresine bağlı olarak, Pülp ısısı ile değişimi.

Ayrıca, pülp ısısı yükselişinin, kalsiyum sülfat teşekkülü ile artan pülp yoğunluğunu etkilediği, özellikle, 50" - 60°C ısı-larda fütasyon işleminin çok kolaylaştığı görülmüştür.

Pülp Yoğunluğunun Etkisi

Pülp yoğunluğunun etkisini incelemek üzere oda sıcaklığında yapılan deneylerde, liç süresi 60 dakika, sülfürik asit miktarı da 800 kg/ton olarak sabit tutulup, pülp yoğunluğu %5-30 katı arasında değiştirilmiştir. Kalsiyum sülfat teşekkülü nedeni üe l%30 dan yüksek pülp yoğunluklarına çıkmak mümkün olmamıştır.

Şekil: 7'de verilen deney sonucu, pülp yoğunluğu artışının, uranyum çözünme veriminde azalışa neden olduğunu ve % 10-15 katılık bir pülp yoğunluğunun uygun olacağını, göstermektedir.



Şekil i — Uranyum çözünme veriminin Pltip yoğunluğuna bağı olarak değışimi.

3.1. 3 — Fosforik Asit içindeki Uranyumun Kazanılması Ticari Fosforik Asitin Elde Edilmesi

Liç deneylerinin ortaya çıkardığı uygun koşullar altında, Batı-Kasrık konsantresinin liğı yapılmış ve uranyum üretimine esas olacak ticarî fosforik asit, katı-sıvı ayırmasından sonra, buharlaştırma ile elde edilmiştir. %5 civarında uranyumun katı-sıvı ayırması sırasında kaybedildiğı anlaşılmıştır.

Deney koşulları ve sonuçları Tablo: 2 de, elde edilen fosforik asitin özellikleri Tablo: 3'de görölmektedir.

Organik Çözündürme (Solvent-extraction)

Fosforik asitteki uranyumu almak için, daha çok organik çözündürme yöntemi kullanılmakta olup, en selektif organik çözündürücüler de alkil pirofosfatlar olarak bilinmektedir (5,6).

TABLO Z — Batı-Kasrik Fosfat Konsantresinin Hiçinde Kullanılan Koşullar ve Elde Edilen Sonuçlar.

| | |
|---|-----------------|
| Fosfat konsantresi miktarı | 500 gr |
| Fosfat konsantresinin uranyum tenörü | 94 ppm U_3O_8 |
| Fosfat konsantresi içinde uranyum miktarı | 47 mg U_3O_8 |
| Fosfat konsantresinin tane boyutu | 0.210 mm altı |
| Sülfürik asit konsantrasyonu | 100 gr/lit |
| Pülp ısısı | 60°C |
| Liç süresi | 120 dakika |
| Pülp yoğunluğu | %12 katı |
| Sülfürik asit sarfiyatı | 800 kg/ton |
| Nihai pH | 1.0 |
| Lig sıvılarında uranyum miktarı | 44.7 mg |
| Liç (uranyum çözme) verimi | %95.1 |

TABLO 3 — Batı-Kasrik Fosfat Konsantrelerinden Elde Edilen Fosforik Asitin özellikleri.

| | |
|---|---------------------|
| Fosforik asit miktarı | 400 cc |
| Fosforik asitin rengi | kahverengi |
| Yoğunluk | 1.28 |
| Uranyum muhtevası | 106 mg/lit U_3O_8 |
| Vanadyum " | 42 mg/lit V |
| PO_4 " | 522 gr/lit |
| SO_4 " | 60 gr/lit |
| Fe " | 1.5 gr/lit |
| F " | .6 gr/lit |
| Si " | 1.3 gr/lit |
| Uranyumun fosforik asite geçme verimi | %90.2 |

Deneyleerde, laboratuvarıda hazırlanan oktil pirofosforik asitin (ticarî ismi OPPA dır) kerosen içindeki %2 lik çözeltisi kullanılmıştır.

OPPA-fosforik asit oram 1: 10 alınıp, 5 dakikalık çalkalama ile 4 etapta gerçekleştirilen organik çözündürme işlemi sonunda, uranyumun %98'imn organik faza alındığı ve uranyum konsantrasyonunun 250 mg/lit U_3O_8 'e eriştiği saptanmıştır.

Sıyırma (Stripping)

10 M HCl kullanılarak ve OPPA - HCl oram 1: 1 alınarak, 45 dakikalık çalkalama ile uranyumun %90'ı tekrar sulu faz içine alınmıştır. Ancak çalkalama süresinin artışı üe, % 97-98 civarında uranyumun HCl fazına geçebileceği anlaşılmıştır.

Sıyırmadan sonra HCl buharlaştırılarak, uranyum muhtevası 5 gr/lt U_3O_8 yükseltilmiştir.

Çöktürme

5 gr/lt U_3O_8 içeren HCl, amonyum karbonat ile nötralleştirilerek pH: 3-4 arasında, uranyum san-pasta halinde çöktürülmüştür. Elde edilen uranyum konsantresinin %63 U_3O_8 ihtiva ettiği ve çöktürme veriminin %95 civarında olduğu saptanmıştır.

4 — SONUÇ

Yapılan deneylerin sonuçları açıkça göstermektedir ki, Mazıdağ fosfat konsantrelerinden uranyum üretimi, fosforik asit üretimi için izlenmesi gerekli işlemlerde küçük çaplı bazı değişikliklerle mümkün olabüecektir. Ancak uranyum üretiminin mümkün en yüksek verimle yapılabilmesi, en önemlileri; sülfürik asit konsantrasyonu, lig sırasındaki ve nihai pH değeri, pülp ısı ve pülp yoğunluğu olmak üzere, bazı etkenlere bağlı bulunmaktadır. Söz konusu etkenlere bağlı koşullar, fosforik asit üretiminde kullanılan fosfat kayacının veya fosfat konsantresinin özellikleri ile yalandan ilişkili olmaktadır.

Baü-Kasrık fosfat konsantresi üe yapılan deneyler, maksimum uranyum çözünme verimine ulaşabilmek için, sülfürik asit konsantrasyonunun 125-150 gr/lt civarında olmasını, pH nm deneyler sırasında ve sonuçta 1.2 nin üstüne çıkmaması gerektiğini, liç süresinin 2 saati, pülp ısısının da 60°C'yi geçmemesi gereğini ve pülp yoğunluğunun % 10-15 arasında olabileceğini ortaya çıkarmıştır.

Uygulanan çeşitli işlemlerin sonucu olarak, Batı-Kasrık konsantresindeki uranyumun %75.6' sının san-pasta halinde

kazanılabileceği, cevherden konsantre üretimi sırasındaki verim kaybı da gözönüne alındığında, uranyum konsantresi üretimi veriminin %60.5, konsantre tenorunun de %63 U_3O_8 civarında olabileceği anlaşılmaktadır.

1 kg %75 U_3O_8 ihtiva eden sarı-pastanın, fosforik asitten kazanılması maliyeti 30.— TL civarında olmaktadır (5).

BİBLİYOGRAFİK TANITIM

- 1 — AYIŞKAN, ö.: "Beneficiation of Turkish Mazıdag Phosphates". Cento Symposium of the Mining and Beneficiation of Fertilizer Minerals. Istanbul, November, 19-24, 1973.
- 2 — BERKER, E.: "Türkiye Fosfat Yatakları". Madencilik Dergisi, Cilt. 6, Sayı. 4, 1972.
- 3 — ERAY, N.: "Mardin Mazıdag Fosfat Yataklarının Rezerv Hesaplan, işletme imkânları ve Kıymetlendirilmesi Hakkında Rapor". M.T.A. Arşivi, 1966.
- 4 — HEINRICH, E. Wn.: "Mineralogy and Geology of Radioactive Raw Materials". Mc. Graw-Hill Co., Newyork, 1958.
- 5 — HURST, F.J., CROWE, D.J.: "Recovery of Uranium From Wet-Process Phosphoric Acid by Extraction with Octylphenylphosphoric Acid". Ind. Eng. Chem., Process Des. Decelop. Vol. 13, No. 3, 1974.
- 6 — LONG, R.S., ELLIS, D.A., BAILES, R.H.: "Recovery of Uranium From Phosphates by Solvent-extraction". In pro. of the Int. Cong, on Peaceful Uses of At. Energy. Genava 1955, Pub. United Nations N.Y., Vol. 8.
- 7 — MERRIT, R.G.: "The Extractive Metallurgy of Uranium" United States Atomic Energy Som. 1971.
- 8 — ÖN AL, G.: "Mazıdag Fosfat Cevherlerinin Petrografik Etüdü ve Zenginleştirilmesi". 1970, İT.Ü. Maden Fakültesi yayını.
- 9 — WILLIAMS, R.M.: "Canada's Future in Uranium Supply". C.I.M. Bulletin December, 1969.
- 10 — "Minerals Yearbook" 1972, Vol. 1, Bureau of Mines.

DÜŞÜK TENÖRLÜ CİVA CEVHERLERİNİN FLOTASYON YÖNTEMİ İLE LABORATÜVAR VE PILOT ÇAPTA ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Hüseyin Avni YAZAN*

Özet

Biga - Hodulköy bölgesinin dtis.Uk tenörlü cıva cevherleri ile laboratüvar ve pilot tesis çapında zenginleştirme etütleri yapılmıştır.

Laboratüvar flotasyon deneylerinde öğütme süresi, **değişik toplayıcılar**, **aktifleştirici** ve **bastına** çeşitleri ve miktarları, pH - değeri gibi değişkenler incelenmiştir. Ayrıca deniz suyu ile deneylere devam edilmiştir. Tatlı su ile yapılan deneylerde %0,11 Hg içeren cevher %5,8 Hg e konsantre edilmiş, flotasyon verimi %93 olmuştur. Bu değerler deniz suyu ile yapılan deneylerde %5,3 ve %87 Hg dir.

Pilot çaptaki flotasyon deneyleri için 100 Kg/saat kapasiteli bir flotasyon pilot tesisi kurulmuştur. %0,07 Hg içeren numune %5,7 Hg e konsantre edilmiş ve %91 Hg verimi kazanılmıştır. En iyi sonuç, kollektor olarak K-Amyl-Xanthat ve gaz yağı karışımı, aktivatör olarak $CuSO_4$ kullanılması ile alınmıştır.

Abstract

Laboratory and pilot scale concentration studies were carried out on the low grade mercury ores of the Biga-Hodulköy region.

(*) Dr. Maden Yüksek Mühendisi
T.C.Ç. İşl. Genel Müdürlüğü, KARABÜK

During the flotation tests the grinding time, various sorts and amounts of collectors, activators and depressants and variables like the pH-values have been investigated. In addition to these, tests using sea water were also carried out. In the experiments with fresh water the 0.11 % Hg ores have been up graded to 5.8 % Hg with a recovery of 93 %. These vaues were 5.3 and 87 Hg. in the tests with sea water.

For the pilot scale flotation tests a pilot plant with a capacity of 100 Kg./hour has been erected. A sample of 0.07 % Hg has been up graded to 5.7 % Hg with a recovery of 91 %Hg. Best result were obtained when using a mixture of K-amyl-Xanthate and kerosene as a collector and $CuSO_4$ as an activator.

1. GİRİŞ

M.T.A. Enstitüsünün Cevher Zenginleştirme Laboratuvarlarında 1971 senesi içinde Biga-Hodulköy civarındaki düşük tenörlü fakat rezervinin büyük olduğu söylenen cıva yataklarından gönderilen üç ayrı numune ile zenginleştirme etüdüleri yapılmıştır. Gaye, cevheri yüksek bir metal verimi ile %5 in üstünde konsantre etmektir. Bu tenördeki konsantrelerden re-torlarda cıva kazanılması düşünülmektedir.

%0,8 içeren yüksek tenörlü bir numune beç ayrı fraksiyona ayrıldıktan sonra sallantılı masalarda zenginleştirilmeye çalışılmış, konsantre tenörü %6,6 Hg e yükselmiş, fakat Hg verimi % 75'den yukarı çıkamamıştır [1]*. Diğer yanlarda da bu yöntemin veriminin düşük olmasından dolayı uygulanmadığı bildirilmektedir [2].

Yatağın büyük kısmını temsil eden düşük tenörlü ikinci numunede gravimetrik yöntem uygulanmamış flotasyonla zenginleştirilmesine çalışılmıştır. Her ne kadar cıva minerallerinin flotasyonda büyük bir problemin olmadığı söyleniyorsa da [3-8] optimal flotasyon şartlarının tesbiti, en ucuz reaktif kombinasyonun tayini ve kurulacak tesise esas olabilecek ve-

[*] Köşeli parantez içindeki rakamlar yazmm sonunda verilen bibli-yografik tanıtımı göstermektedir.

rilenin kazanılması için laboratuvar ve pilot çaptaki deneylerin yapılmasında fayda sağlanacağı düşünülmüştür.

Türkiye bir cıva ülkesidir [9]. Fakat çalışmanın yapıldığı tarihten bu yana cıva fiyatları dünyanın değişik ülkelerinde çıkan çevre kirlenmesi kanunlarının cıvayı kullanma kısıtlamaları nedeni ile düşmüş, düşük tenrlü cıva cevherleri ekonomik olarak işletilme olanaklarını kaybetmişlerdir. Bu tebliğin esas gayesi, ülkemizdeki düşük tenörlü cevherlerin değerlendirilmesi çok kere gidilmesi gereken yola bir örnek vermek, laboratuvar deneylerini takip etmesi gereken pilot çaptaki çalışmaların faydasına bir kere daha işaret emektedir [10, 11].

2. LABORATUVAR ZENGİNLEŞTİRME DENEYLERİ

2.1 Numunenin özellikleri

Mikroskopla yapılan incelemelere göre numunenin açık renkli kısmı tane iriliği 0,2 ile 0,005 mm arasında değişen, şistli sıralamalar gösteren kuars, büyüklüğü 1 ile 0,03 mm arası değişen kalsit ve mikropulcuklar halinde Serizit'ten ibaret KALK-KUARS-SERİZİT-ŞİST tir.

Koyu gri renkli kısım ise tane iriliği 0,2 ile 0,005 mm arasında değişen şistli sıralaman kuars, mikropulcuklar yahut pulcuklar halinde serizit, klorit ve kil minerallerinden ibaret olan az miktarda kömürümsü madde içeren açıkça tektonik breşleşmeler gösteren KİLLİ KUARS-SERİZİT-KLORİT-ŞİST'lerdir. Ayrıca numune içinde kısmen limonitleşme gösteren pirit izlenmiştir.

Numunedeki cıva yüzdesi çok düşük olduğundan ince kesit veya parlatma yüzlerinde görülebilen bir ve iki Zinnober tanesi cıva mineralinin durumu hakkında tesadüfi bir fikir vereceğinden daha kati bilgi alabilmek için bir flotasyon konsantrenin mikroskopik analizi yapılmıştır.

Konsantrenin hacim bakımından yaklaşık olarak:

%5 iZinnober

%17 i Kömürümsü madde

%35 i Pirit

%43 i Serizit, Kalsit, Kuars'tan ibarettir.

Serbest Zinnober tane irilikleri 0,08 - 0,01 mm arasında değişmektedir. Ayrıca 0,05 mm iriliğindeki Zinnober 0,01 mm lik karbonatlarla kenetlenmiştir. 10 mikronluk pirit veya kömürümsü maddeler Zinnober içinde kapatmalar halinde dağılmışlardır.

Kömürümsü madde optik bakımdan daha çok grafitte benzetmektedir. Tane iriliği 0,08 - 0,005 mm arasındadır. Az olmakla beraber 0,005 mm büyüklüğünde ince pirit tanecikleri ihtiva eden kömürümsü madde taneleri mevcuttur.

Konsantrenin yaklaşık olarak üçte birini teşkil eden pirit tanelerinin bir kısmı piritleşmiş bakteri şeklinde ve bir kısmı da idiomorf haldedir. Tane iriliği 0,04 ile 0,005 mm arasında değişmektedir.

Geriye kalan kısım Serizit, Kalsit ve Kuars'tan ibaret olup tane irilikleri 0,02 ile 0,005 mm arasındadır. Konsantre içinde 0,02 mm büyüklüğünde eser mitkarda Kalkopirit'e rastanmıştır [12].

Buradan anlaşılacağı gibi Zinnober'in serbestleşebilmesi için 200 meşh = 0,074 mm nin altına öğütülmesi gerekmektedir. Bu incelikte büe Zinnober tanecikleri gang mineralleri içereceğinden zengin bir konsantre kazanmak mümkün olmayacaktır.

"Amalgam metodu"na göre yapılan cıva analizi numunenin tenorunun %0,09 olduğunu göstermiş 29 flotasyon deneyi şarjlarının ortalaması %0,11 Hg bulunmuştur.

öğütülebilirlik derecesini saptamak için "The Wallage Hardgrove Machine For Measuring of grindability" değirmeni ile öğütme testleri yapılmış ve

Bond-work Index olarak

$$W_i = 6,42 \text{ kwh/t cevher bulunmuştur.}$$

Bu aşağı yukarı baritin öğütme özelliğine yakındır ve öğütülebilirlik derecesi "yumuşak", "orta" ve sert olarak ayrılırsa "orta" ile "yumuşak" arasındadır.

Cevherin özgül Ağırlığı $2,74 \text{ g/cm}^3$ olarak tayin edilmiştir.

2.2. Flotasyon Deneyleri (M.T.A. Musluk Suyu ile)

Flotasyon deneyleri için numune 1 mm nin altına kırıldıktan sonra birer kiloluk parçalara bölündü. Öğütme işlemi, 7" x 14" boyutunda Denver çubuklu değirmeninde 18 kg çubuk, 1 kg numune ve 1 İt su ilâvesi ile yürütüldü. Flotasyon deneyleri için Denver Model D-1 laboratuvar flotasyon makinesi kullanıldı. 2,3 litrelik sellül için 1500 D/D pervane hızı uygulandı. Bulamaçtaki ağırlık katı oranı %30 civarında tutuldu.

ilk ayırmada bir "kaba konsantre=KK" ve "ArtLk=A" elde edildi. Kaba konsantre içerisine sudan başka hiçbir katkıda bulunulmadan 4 defa ayrı ayrı yüzdürüldü. Birinci yıkamada kazanılan konsantreye "1. Yıkama konsantresi = 1. YK" artığı ise "1. Yıkama artığı = 1. YA", dördüncü yıkamada kazanılan ürünlere ise "4 Yıkama konsantresi = 4. YK" ve "4. Yıkama artığı = 4. YA" adları verildi.

Bu durumda kaba konsantrenin artığı "son artık" ve 4. yıkama konsantresi ise son konsantre olmaktadır.

Flotasyon konsantresinin tenörü %5 Hg civarında tutulmaya çalışılırken, en yüksek Hg-Verimine en ucuz reaktif sarfiyatı ile ulaşabilmek amacı güdüldü ve aşağıdaki değişkenlerin f lotasyona yaptıkları etkiler incelendi.

1. öğütme Süresi
2. öğütme ile flotasyon işlemi arasındaki süre
3. Baku: sülfat
4. Cam suyu
5. pH - değeri

6. Xanthat cinsleri ve miktarı
7. Gazyağı - Xanthat oranı
8. Köpürütücü ve Na - siyanür
9. Flotasyon süresi

2.2.1. öğütme Süresinin Etkisi

öğütmede amaç, cıva minerali Zinnober'in serbestleşmesinden öte gang minerallerini serbestleştirmek ve flotasyon artışı-ğındaki cıva kaçağını en düşük düzeye düşürmektir.

Flotasyon deneyleri için kısım 2.2. de anlatılan çalışma koşulları sabit tutularak numune 10, 15 ve 20 dakika çubuklu değirmende öğütüldü. 10 dakikalık öğütmede flotasyon artıklarında mikroskop altında bol miktarda cıva izlendiğinden analize tâbi tutulmadı. En iyi sonuç 20 dakikalık öğütme süresinde kazanıldı. Tablo 1'de değirmen girişinin ve flotasyon beslemesinin elek analizleri ve cıva dağılımı gösterilmiştir. Her ne kadar —325 mesh (0,043 mm) fraksiyonun cıva tenörü çok düşükse de numunedeki cıvanın 1/3 nü içerdiğinden flotasyondan önce şlam atma işlemine başvurulmadı.

Tablo 2'de flotasyon deneylerinin sonuçları verilmiştir. 20 dakikalık öğütmede son konsantrede %10 daha fazla Hg - verimi kazanılmıştır.

TABLO 2 — öğütme Süresinin Flotasyona Etkisi

| Dakika | Hg - % | 4.YK | S.YK | 2.YK | 1.YK | KK | Şarj |
|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 15 | Tenor | 7,18 | 4,70 | 3,00 | 1,48 | 0,55 | 0,11 |
| | Verim | 67,90 | 68,89 | 70,18 | 72,77 | 76,36 | 100,00 |
| 20 | Tenor | 7,35 | 4,83 | 3,43 | 1,48 | 0,37 | 0,12 |
| | Verim | 76,81 | 77,77 | 79,23 | 82,14 | 87,66 | 100,00 |

(pH — 10, 200 g/t CuSO₄, 300 g/t KAX, 75 g/t Flotanol G)

TABLO 1 — Çubuklu Değirmen Giriş ve Çıkışının Elek Analizi ve Hg - Dağılımı

| tane iriliği mesh | Değirmen | | Beslemesi | | | Flotasyon Beslemesi (20 dakika Öğütme) | | | | |
|-------------------------|--------------|----------|--------------|--------------|----------|--|----------|--------------|--------------|----------|
| | Ağırlık | | Hg - Dağılım | | | Ağırlık | | Hg - Dağılım | | |
| | % | Σ - % | Hg-% | % | Σ - % | % | Σ - % | Hg - % | % | Σ - % |
| + 20 | 6,5 | 6,5 | 0,11 | 6,7 | 6,7 | — | — | — | — | — |
| + 28 | 21,8 | 28,1 | 0,09 | 18,2 | 24,9 | — | — | — | — | — |
| + 35 | 16,5 | 44,6 | 0,09 | 13,9 | 38,8 | — | — | — | — | — |
| + 48 | 11,3 | 55,9 | 0,10 | 10,6 | 49,4 | — | — | — | — | — |
| + 65 | 8,6 | 64,5 | 0,13 | 10,5 | 59,9 | — | — | — | — | — |
| + 100 | 9,1 | 73,6 | 0,15 | 12,8 | 72,7 | 0,7 | 0,7 | 0,16 | 0,9 | 0,9 |
| + 150 | 5,3 | 78,9 | 0,12 | 6,0 | 78,7 | 2,9 | 3,6 | 0,13 | 2,9 | 3,8 |
| + 200 | 5,5 | 84,4 | 0,11 | 5,7 | 84,4 | 12,4 | 16,0 | 0,25 | 23,8 | 27,6 |
| + 270 | 7,0 | 91,4 | 0,14 | 9,2 | 93,6 | 12,9 | 28,9 | 0,26 | 25,7 | 53,3 |
| + 325 | 5,4 | 96,8 | 0,05 | 2,5 | 96,1 | 5,9 | 34,8 | 0,29 | 13,1 | 66,4 |
| — 325 | 3,2 | 100,0 | 0,13 | 3,9 | 100,0 | 65,2 | 100,0 | 0,07 | 33,6 | 100,0 |
| Toplam | 100,0 | — | 0,11 | 100,0 | — | 100,0 | — | 0,13 | 100,0 | — |

2.2.2. Oksitlenmenin Etkisi

Öğütmeden sonra flotasyon işlemine başlayıncaya kadar geçen süre iki ayrı deneyde incelendi. Birinci deneyde öğütmeden sonra, ikincisinde 4 saat bekletildikten sonra flotasyona başlandı. Tablo 3'deki sonuçlardan flotasyon bulamacının bekletilmeden etkilendiği ve Zinnober'in flotasyon yeteneğinin azaldığı görülmektedir. Bunun nedeni olarak Zinnober mineralinin yüzeyinin oksitlenmesi, yüzeyin koloidal şlam tanecikleri üe kirlenerek kollektör adsorpsiyonunu önlemesi veya flotasyona zararlı bazı iyonların konsantrasyonunun zamanla bulamaç içinde artması gösterilebilir.

TABLO 3 — Oksitlenmenin Flotasyona Etkisi

| Bekleme Süresi | H g - % | 1.YK | KK | Şarj |
|----------------|---------|-------|-------|--------|
| Hemen | Tenor | 5,41 | 1,02 | 0,14 |
| | Verim | 70,27 | 73,93 | 100,00 |
| S a a t | Tenor | — | 1,75 | 0,10 |
| | Verim | — | 52,23 | 100,00 |

(öğütme 15 dakika, pH = 11,3, 300 g/t KAX, 50 g/t flotanol G)

2.2.3 Bakır Sülfatın Etkisi

Literatürde bakır ve kurşun iyonlarının Zinnober flotasyonunda aktifleyici rol oynadıkları belirtilmektedir [5, 6]. Bahsi geçen iyonlar oksitlenmiş mineral yüzeyine xanthatların adsorpsiyonunu kolaylaştırmakta ve flotasyon verimini artırmaktadırlar.

Bakır sülfatın aktifleyici olarak kullanıldığı bir dizi deneyde optimal CuSO_4 miktarı 200 g/t olarak saptanmıştır. Bakır sülfat üave edilmeden ve bakır sülfath iki deneyin sonuçları

tablo 4'te incelendiği zaman aktivatörün avantajı açık olarak anlaşılmaktadır.

Aktifleyici miktarı 200 g/t u geçtiğinde her ne kadar konsantre tenörü yükseltilmişse de Hg-Verimi düşmüştür. Bakır ilâvesi belirli bir miktarı aştığı zaman bakır iyonları solüsyonda kalmakta ve xanthat iyonları ile birleşerek toplayıcıların aktif gruplarını bloke etmektedirler. Bunun sonucu olarakta toplayıcı miktarı yetersiz kalmakta ve verim düşmektedir.

TABLO 4 — Bakır Sülfatın Flotasyona Etkisi

| CuSO, g/t | Hg-% | 4.YK | 3.YK | 2.YK | 1.YK | KK | Şarj |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 0 | Tenor | 7,26 | 5,34 | 3,15 | 1,43 | 0,51 | 0,11 |
| | Verim | 61,50 | 63,75 | 65,52 | 66,29 | 73,18 | 100,00 |
| 200 | Tenor | 7,18 | 4,70 | 3,00 | 1,48 | 0,55 | 0,11 |
| | Verim | 67,90 | 68,89 | 70,18 | 72,77 | 76,36 | 0,11 |

(öğütme 15 dakika, pH — 9,8, 300 g/t KAX, g/t Flotanol G)

2.2.4. Gam Suyunun Etkisi

Cevher içindeki kil mineralleri sulu öğütme esnasında dağılarak bulamacın şlam miktarını artırmakta, flotasyon işlemini güçleştirmektedirler, örneğin, 15 dakikalık öğütmede numunenin ağırlıkça %48 i, 20 dakikalık öğütmede %58 i 400 mesh'in altına geçmektedir. Şlamın flotasyondaki olumsuz etkisini azaltmak kıymetli mineral yüzeyini şlam taneciklerinden temizlemek, gayesi ile dispergent ve silika bastırıcı olarak flotasyonda cam suyu ($\text{Na SiO}_3 \cdot X \text{H}_2\text{O}$) kullanılmış fakat cam suyunun Zinnober'i de bastırdığı görülmüştür (Bak tablo: 5).

TABLO 5 — Cam Suyunun Flotasyona Etkisi

| Cam Snyu s/t | Hgr-% | 4.YK | 3.YK | 2.YK | 1.YK | KK | Şarj |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 0 | Tenor | 8,32 | 5,63 | 4,65 | 3,17 | 0,65 | 0,13 |
| | Verim | 67,81 | 73,20 | 73,68 | 74,20 | 81,31 | 100,00 |
| 200 | Tenor | 4,55 | 3,84 | 3,03 | 0,91 | 0,58 | 0,13 |
| | Verim | 66,34 | 68,38 | 68,72 | 69,50 | 75,10 | 100,00 |
| 500 | Tenor | 9,84 | 7,01 | 3,75 | 3,31 | 0,70 | 0,13 |
| | Verim | 56,40 | 58,68 | 59,34 | 60,89 | 67,09 | 100,00 |

(öğütme 20 dakika, pH = 8,8, 200 g/t CuSO₄, 300 g/t KAX, 75 g/t Flotanol)

2.2.5. pH - Değerinin Etkisi

pH-değerinin ayarlanmasında hem ucuzluğu ve hem de piriti selektif olarak bastırma özelliğinden dolayı sönmüş kireçten Ca (OH)₂ faydalanılmıştır.

Tablo 6 daki flotasyon deneyleri sonuçlarından pH - değerin yükselmesinin flotasyonu beklenen kadar etkilemediği fakat konsantrite tenorunun yüksek pH değerinde arttığı anlaşılmaktadır.

TABLO 6 — pH Değerinin Flotasyona Etkisi

| pH | Hgr-% | 4.YK | 3.YK | 2.YK | 1.YK | KK | Şarj |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 11,3 | Tenor | 9,35 | 8,84 | 7,74 | 5,41 | 1,02 | 0,14 |
| | Verim | 56,30 | 58,33 | 61,77 | 70,27 | 73,93 | 100,00 |
| 9,8 | Tenor | 7,26 | 5,34 | 3,15 | 1,43 | 0,51 | 0,11 |
| | Verim | 61,50 | 63,75 | 65,52 | 66,29 | 73,18 | 100,00 |
| 7,7 | Tenor | 7,03 | 5,48 | 4,01 | 1,85 | 0,39 | 0,12 |
| | Verim | 60,41 | 61,04 | 61,37 | 62,48 | 71,40 | 100,00 |

(öğütme 15 dakika, 200 g/t CuSO₄, 300 g/t KAX 75 g/t Flotanol G)

2.2.6. Ksantat Cinsleri ve Miktarın Etkisi

Daha önce belirtildiği gibi cıva minerali karbonat mineraleri, kömürümsü madde ve limonitleşmiş piritle çok ince kenetlenmiştir. Tam serbestleşme ancak 5 mikronda gerçekleşebü-

mektedir. Serbest Zinnober tanelerinin doğal flotasyon yeteneği çok yüksek olmasına rağmen, bilhassa pirit ve oksit mineralleri üe kenetlenmiş tanelerin yüzdürülmesi ve köpükte iyi bir verimle kazanılması ancak uzun hidrokarbon zincirine sahip kuvvetli toplayıcılarla (örneğin Amyl-xanthat gibi) mümkün görülmektedir.

Diğer flotasyon şartları sabit tutularak üç cins xanthat (K.Amyl, Na-Isopropyl ve KAetyl-Xanthat) ve bunların karışımları üe sürdürülen flotasyon deneyleri K.Amyl-Ksantatla en iyi verime ulaşıldığını ortaya koymuşlardır (Bak tablo 7).

TABLO 7 — Ksantat Cinslerinin Flotasyona Etkisi

| Ksantat | Hg-% | 4.YK | S.YK | 2.YK | 1.YK | KK | Şarj |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| K. Amyl | Tenor | 8,32 | 5,63 | 4,65 | 3,17 | 0,65 | 0,13 |
| | Verim | 67,81 | 73,20 | 73,68 | 74,20 | 81,31 | 100,00 |
| Na-Isopropyl | Tenor | 12,29 | 7,29 | 5,68 | 3,20 | 0,67 | 0,14 |
| | Verim | 57,33 | 59,12 | 59,95 | 61,70 | 69,29 | 100,00 |
| K. Amyl K. Isopropyl K.Aetyl | Tenor | 10,35 | 6,64 | 5,01 | 2,58 | 0,47 | 0,13 |
| | Verim | 51,90 | 53,19 | 53,65 | 55,26 | 63,12 | 100,00 |

(öğütme 20 dakika, pH = 8,8, 300 g/t Ksantat, 200 g/t CuSO₄ 75 g/t Flotanol G)

Her ne kadar Na-Isopropyl-Ksantatla kazanılan son konsantrenin (4. Yıkama konsantresinin) tenörü şimdiye kadar elde edüenlerin en yükseği ise de gaye yüksek tenörden ziyade yüksek verim olduğundan diğer deneyler için en uygun toplayıcı olarak KAmyl-Ksantat (KAX) seçilmiştir. En yüksek verime ise 400 g/t K.Amyl-Ksantat sarfiyatı üe ulaşılmıştır (Bak tablo 8).

2.2.7. Toplayıcı Olarak Gaz Yağı-Ksantat Karışımı

Yukarıda bahsi geçen K.Amyl-Ksantat sarfiyatı sülfürlü cevherlerin flotasyonunda kullanılanların iki üç mislinden büe fazladır ve bunun sonucu olarakta toplayıcı masraflarım anormal bir şekilde yükseltecektir. Bu nedenle daha ucuz bir top-

TABLO g — Toplayıcı Miktarının Flotasyona Etkisi

| K. Amyl-X | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| <i>f</i> * | Hgr-% | 4.YK | 3.YK | 2.YK | 1.YK | KK | Şarj |
| 400 | Tenor | 3,58 | 3,01 | 2,18 | 1,23 | 0,54 | 0,10 |
| | Verim | 90,01 | 91,77 | 94,31 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 350 | Tenor | 3,73 | 3,03 | 2,17 | 1,18 | 0,30 | 0,11 |
| | Verim | 89,72 | 90,23 | 90,84 | 92,11 | 96,94 | 100,00 |
| 300 | Tenor | 8,32 | 5,63 | 4,65 | 3,17 | 0,65 | 0,13 |
| | Verim | 67,81 | 73,20 | 73,68 | 74,20 | 81,31 | 100,00 |

(öğütme 20 dakika, pH = 9,0, 200 g/t CuSO₄, 75 g/t Flotanol G)

layıcı aranmış gaz yağı ve gaz yağı-ksantat kombinasyonları bu amaç için kullanılmıştır. Alman sonuçlardan gaz yağının tekbaşına iyi bir toplayıcı olmadığı, optimal değer 350 g/t gaz yağı ve 50 g/t KAX ile kazanılabileceği saptanmıştır (bak **tablo 9**). Ayrıca **tablo 10** da bu deneyin şartları ve sonuçları gösterilmiştir.

TABLO 9 — Gaz Yağı ve KAX Kombinasyonlarının Flotasyona Etkisi

| Gaz yağı | | KAX | | | | | | |
|----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| g/t | g/t | Hg-% | 4.YK | 3.YK | 2.YK | 1.YK | KK | Şarj |
| 250 | 150 | Tenor | 5,73 | 3,77 | 3,13 | 1,52 | 0,41 | 0,10 |
| | | Verim | 90,95 | 95,04 | 96,85 | 98,22 | 100,00 | 100,00 |
| 250 | 100 | Tenor | 6,57 | 4,42 | 2,99 | 1,21 | 0,31 | 0,10 |
| | | Verim | 90,29 | 91,76 | 92,68 | 95,05 | 100,00 | 100,00 |
| 350 | 0 | Tenor | 4,13 | 3,15 | 1,99 | 1,09 | 0,30 | 0,09 |
| | | Verim | 77,92 | 80,30 | 83,30 | 85,48 | 92,17 | 100,00 |
| 350 | 50 | Tenor | 5,79 | 3,79 | 2,61 | 1,39 | 0,27 | 0,11 |
| | | Verim | 92,47 | 94,47 | 95,65 | 96,97 | 100,00 | 100,00 |
| 350 | 75 | Tenor | 4,79 | 3,75 | 2,73 | 1,04 | 0,26 | 0,10 |
| | | Verim | 93,43 | 95,06 | 95,84 | 97,01 | 100,00 | 100,00 |

(öğütme 20 dakika, pH = 11,2, 200 g/t CuSO₄, 100 g/t Dow Froth 250)

TABLO 10 — Optimal Şartlarla Yapılan Bir Flotasyon Deneyinin Sonuçları

| | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|---|----------|----------|-----------------|--|
| öğütme | 20 dakika | | | | | |
| | | 1000 gr nümune/700 mi. Tatlı su -f 300 mi Kireç Suyu | | | | |
| | | Değirmen çıkışı pH = 8,6 | | | | |
| Flotasyon : | —pH | 11,1; CaO ile, tesir süresi 7 dakika | | | | |
| | —CuSO₄ | : 200 g/t | " | " | 7 dakika | |
| | —K-Amyl-X | : 50 g/t | " | " | 2 dakika | |
| | —Gaz yağı | : 350 g/t | " | " | 5 dakika | |
| | —Dow Froth 250 | : 80 g/t | " | " | 1 dakika | |
| | | Flotasyon süresi: 18 dakika (kaba konsantre) | | | | |

1,2,3 ve 4. Yıkamalar reaktif ilâve edilmeden yapıldı.

| | Ağırlık | | Tenor Hg - Verimi | | 0 Tenor | |
|-------------------------|---------|--------|-------------------|-------|---------|------|
| | % | Z-% | Hg-% | % | £-% | Hg% |
| Konsantre | 1,73 | 1,73 | 5,79 | 92,78 | 92,78 | 5,79 |
| 4. Yıkama Artığı | 0,96 | 2,69 | 0,19 | 1,69 | 94,47 | 3,79 |
| 3. Yıkama Artığı | 1,27 | 3,96 | 0,10 | 1,18 | 95,65 | 2,61 |
| 2. Yıkama Artığı | 3,55 | 7,51 | 0,04 | 1,37 | 96,97 | 1,39 |
| 1. Yıkama Artığı | 32,77 | 40,28 | 0,01 | 3,03 | 100,00 | 0,27 |
| A r t ı k | 59,72 | 100,00 | eser | — | 100,00 | 0,11 |

2.2.8. Diğer Etkenler

Flotasyon beslemesindeki şlam miktarının çok yüksek olması sadece toplayıcı sarfiyatım yükseltmekle kalmamakta, aynı zamanda fazla köpürtücü kullanma zorunluğunu da doğurmaktadır. Meydana gelen köpük lamelleri arasındaki şlam tanecekleri köpüğün kırılabilirliğini azaltmakta, zor söndürülen, gang mineralleri de taşıyabülen bir karakter kazanmasın sebep olmaktadır. Denenen Flotanol G, Dow Froth 250 gibi köpürtücüler arasında sarfiyatı biraz daha fazla olmasına rağmen Dow Froth 250 nin daha kırılabilir bir köpük verdiği tesbit edilmiştir.

Konsantre ağırlıklarının çok kere üçte birini geçen piritin bastırılması için kirecin yanısıra yıkama işlemlerinde Na-Siyânür kullanılmışsa da verimi olumsuz yönde etkilemiştir.

Püot çalışmalarında kapasite tayininde faydalanmak üzere bir flotasyonun deneyinin zamana göre ağırlık ve Hg-Verimleri tesbit edilmiş ve aşağıdaki sonuçlar alınmıştır.

| Dakika | Ağırlık Verimi Hg-Verimi | |
|--------|--------------------------|-----|
| | (%) | (%) |
| 3 | 21 | 78 |
| 6 | 32 | 89 |
| 12 | 36 | 92 |
| 18 | 39 | 98 |

Flotasyon bulamacındaki Zinnober tanelerinin tamamen serbestleşmemiş halde bulunması, ayrıca Zinnober'in yanı sıra numunede az da olsa flotasyon kabiliyeti çok daha düşük olan Metazinnobaritin varlığı yüksek verimli bir konsantrenin ancak 18 dakika içinde yüzdürülebilmesinin sebeplerindendir.

2.3. FLOTASYON DENEYLERİ (Deniz Suyu İle)

Tatlı suyun bulunmadığı deniz kıyısındaki flotasyon tesislerinde tuzlu sudan tesis suyu olarak faydalanılması flotasyonun ilk yayılma senelerinden bu yana uygulana gelmiş bir yöntemdir.

Numunenin alındığı cıva yatağı civarında tatlı suyun kısıtlı, fakat deniz suyu sağlanmasının kolaylığı gözönüne alınarak ikinci bir deney dizisinde Biga sahillerinden alınan deniz suyu numunesi ile deniz suyunun cıva flotasyonuna etkisi incelenmiştir.

TABLO 11 — pH-Değerinin Deniz Suyu Flotasyonuna Etkisi

| pH | Hgr-% | 4.YK | 3.YK | 2.YK | 1.YK | KK | Şarj |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 10,1 | Tenor | 4,26 | 3,61 | 1,92 | 0,86 | 0,34 | 0,13 |
| | Verim | 81,22 | 82,92 | 85,48 | 92,36 | 97,36 | 100,00 |
| 7,7 | Tenor | 4,94 | 3,88 | 2,61 | 1,16 | 0,41 | 0,13 |
| | Verim | 85,25 | 85,83 | 86,95 | 90,07 | 94,73 | 100,00 |

(öğütme 20 dakika, 200 g/t CuSO₄, 100 g/t KAX, 250 g/t Gaz yağı, 90 g/t Dow Froth 250)

Deniz suyunun pH-değeri 10 un üzerine çıkarılamamış ve pH derecesinin yükselmesi köpükteki cıva verimini düşürmüştür. (Bak tablo: 11).

Bakır sülfat deniz suyu üe sürdürülen deneylerde flotasyonu olumlu yönden etkilemiştir.

Gaz yağı-ksantat karışımlarında en iyi sonuç 350 g/t gaz yağı ve 100 g/t KAX karışımı ile alınmıştır (bak tablo: 12).

Tablo 13'te M.A.T. musluk suyu ve Biga Sahil deniz suyu ile yapılan flotasyon deneylerinin en iyi sonuçları karşılaştırılmıştır. Deniz suyu deneylerinden daha fazla toplayıcı kullanılmıştır.

TABLO 12 — Gaz Yağı - Ksantat Karışımının Deniz Suyu Flotasyonuna Etkisi

| g/t | g/t | Hg-% | 4.YK | 3.YK | 2.YK | 1.YK | KK | Şarj |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 350 | 100 | Tenor | 5,28 | 4,39 | 3,48 | 1,57 | 0,44 | 0,12 |
| | | Verim | 87,12 | 87,93 | 89,04 | 92,02 | 96,90 | 100,00 |
| 250 | 100 | Tenor | 5,18 | 4,36 | 3,22 | 1,46 | 0,49 | 0,14 |
| | | Verim | 73,89 | 75,27 | 78,19 | 88,23 | 94,99 | 100,00 |
| 450 | 0 | Tenor | 3,59 | 3,28 | 2,53 | 1,64 | 0,53 | 0,12 |
| | | Verim | 44,78 | 53,87 | 63,31 | 79,51 | 93,68 | 100,00 |

(öğütme 20 dakika, pH = 7,1, 200 g/t CuSO₄, 90 g/t Dow Froth 250)

TABLO 13 — Musluk Suyu ve Deniz Suyu Flotasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması

| Su cinsi | Hg-% | 4.YK | 3.YK | 2.YK | 1.YK | KK | Şarj |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Muskuk | Tenor | 5,79 | 3,79 | 2,61 | 1,39 | 0,27 | 0,11 |
| | Verim | 92,78 | 94,47 | 95,65 | 96,97 | 100,00 | 100,00 |
| Deniz | Tenor | 5,28 | 4,39 | 3,48 | 1,57 | 0,44 | 0,12 |
| | Verim | 87,12 | 87,93 | 89,04 | 92,02 | 96,90 | 100,00 |

(öğütme 20 dakikada, pH = 7,1, 200 g/t CuSO₄, 100 g/t KAX, 350 g/t gaz yağı, 105 g/t Dow Froth 250)

(öğütme 20 dakikada, pH = 10,1, 200 g/t CuSO₄, 50 g/t KAX, 350 g/t gaz yağı, 80 g/t Dow Froth 250)

masına rağmen konsantr tenörü ve Hg verimi düşmekte buna karşılık flotasyon süresi 25 dakikaya kadar yükselmektedir, fakat flotasyon mümkündür.

3. PİLOT ÇAPTA Kİ FLOTASYON DENEYLERİ

Laboratuvar çapında sürdürülen flotasyon deneyleri ile yetinilmemiş bu deneylerin doğrulanması, kurulması düşünülen flotasyon tesisinin proses ve makine akım şemalarının tayini, tesis fizibilite ve planlama etüdlerince temel teşkil edecek verilerin tesbiti amacı ile çalışmaların pilot çapta devamı kararlaştırılmıştır. Laboratuvar numunesine göre yatağı daha iyi temsil eden 16 tonluk bir numune 3 mm nin altına Wedag tipi ızgaralı çekiçli kırıcı vasıta ile kırılmış homojen bir karışımın sağlanması için üç defa aktarılarak harmanlanmıştır. Pilot te-

TABLO 14 — Bilyalı Değirmen Beslemesinin ve Spiral Klasif ikatör Taşmasının Elek Analizleri

| Tane İriliği | | Değirmen Beslemesi | | Klasifikatör çıkışı | | |
|---------------|-----|--------------------|--------------|---------------------|--------------|-------|
| | | Ağırlık | | Ağırlık | | |
| meş | mm. | % | £ - % | % | Z - % | |
| + | 4 | 4,699 | 1,0 | 1,0 | | |
| + | 5 | 3,962 | 2,5 | 2,5 | | |
| + | 6 | 3,327 | 3,0 | 5,5 | | |
| + | 8 | 2,362 | 7,5 | 13,0 | | |
| + | 9 | 1,984 | 3,8 | 16,8 | | |
| + | 10 | 1,651 | 4,1 | 20,9 | | |
| + | 14 | 1,168 | 10,8 | 31,7 | | |
| + | 20 | 0,833 | 8,7 | 40,4 | | |
| + | 28 | 0,589 | 10,6 | 51,0 | | |
| + | 35 | 0,417 | 8,8 | 59,8 | | |
| + | 48 | 0,295 | 7,6 | 67,4 | | |
| + | 65 | 0,208 | 5,7 | 73,1 | | |
| + | 100 | 0,147 | 7,3 | 80,4 | 1,6 | 1,6 |
| + | 150 | 0,104 | 4,3 | 84,7 | 4,2 | 5,8 |
| + | 200 | 0,074 | 3,9 | 88,6 | 10,0 | 15,8 |
| + | 270 | 0,053 | 6,6 | 95,2 | 6,0 | 21,8 |
| + | 325 | 0,043 | 1,0 | 96,2 | 9,2 | 31,0 |
| - | 325 | 0,043 | 3,8 | 100,0 | 69,0 | 100,0 |
| Toplam | | | 100,0 | | 100,0 | |

sis çalışmalarında tesise giren numunenin tenorunun istenmiyen ölçüde değişmesi, deneylerin karşılaştırılmasına imkân vermeyeceğinden harmandan numune alınmasına azami gayret gösterilmiş, buna rağmen değirmen şarjının tenorunun %0,06 - 0,09 Hg arasında değişmesi önlenememiştir.

Öğütme sırasında, cıva mineralinin özgül ağırlığının gang minerallerine nazaran üç misli fazla olması nedeni ile değirmenden ve sınıflandırıcıda (Klasifikatörde) Zinnober birikmeleri olmuş, çok kere flotasyon girişi (= Klasifikatör çıkışı) tenörü, değirmen girişinden daha düşük bulunmuştur (bak Tablo: 15).

Tesis makine ve cihazları şekil l'de boyutları ve beygir güçleri ile belirtildiği gibi, birer adet cevher ve katı reaktif besleyicileri bir Harding tipi konik bilyah değirmen, Spiral sınıflandırıcı, 2 adet 30 ve 60 librelik Kondisyoner, 13 adet Denver tipi 28 librelik flotasyon Sellülü, 4 düşey çamur pompası ve sulu reaktif şişelerinden meydana gelmiştir.

Laboratuvar deneylerinin ışığı altında sürdürülen pilot çalışmada öğütme %85-200mesh civarında tutulmuştur (bak tablo: 14). Saatte 100 Kg.lık beslemede bilyah değirmen çıkışı katı oran %66, sınıflandırıcı taşması %20 ve değirmen devri daim yükü !%350 civarında tutulmaya çalışılmıştır.

Reaktifler kireç hariç sulu çözeltiler halinde beslenmiş ve tesir süreleri kireç ve $CuSO_4$ için 17, Dekstrin (nişasta) ve K.Amyl - Ksantat için 5 ve gaz yağı için ise 10 dakika olarak ayarlanmıştır. Gerek reaktif ve cevher miktarı, gerekse değirmen ve sınıflandırıcı çıkışı katı oranları her yarım saatte bir ölçülmüş, kimyasal analizler deney sonunda değirmen ve flotasyon girişinden flotasyon konsantre ve artığından alınan numunelerle yapılmıştır. Sıhhatli sonuçlara varmak amacı ile kimyasal analizler üç ayrı numune üzerinde tekrarlanmış ve bunların ortalama değerleri alınmıştır.

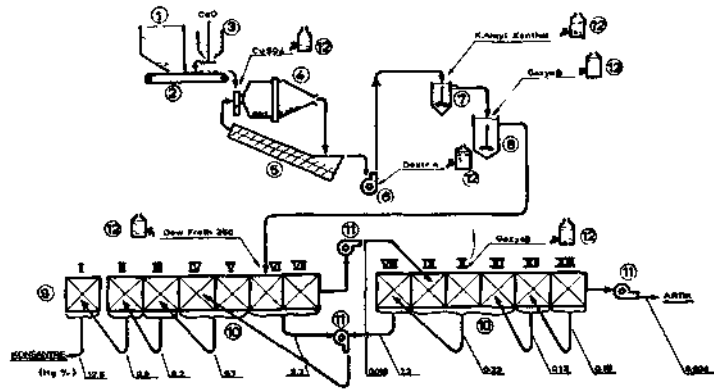
Flotasyon sellüllerinin şekil l'deki bağlanma şemasında artıktaki kaçağın en alt düzeye düşürülmesi ve köpüklerle beraber yüzen büyük miktardaki şlamın yıkanarak yüksek tenörlü bir konsantrenin kazanılmasına çalışılmıştır.

TABLO 15 — Pilot Tesis Flotasyon Deneyleri Şartları ve Sonuçları

| D e n e y | Deney Süresi | Değirmen Beslemesi | Değirmen Çıkışı Ağırlık Katı Oranı | Klasifikatör Taşması Ağırlık Katı Oranı | pH - Değeri | CuSO ₄ | Dextrin | K.Amyl-Ksantat | Gaz Yağı | Dow Froth 250 | Değirmen Girişi Tenörü | Klasifikatör Çıkışı Tenörü | Konsantre Tenörü | Artık Tenörü | Cıva Verimi |
|-----------|--------------|--------------------|---------------------------------------|---|-------------|-------------------|---------|----------------|----------|---------------|---------------------------|-------------------------------|------------------|--------------|-------------|
| NO | h | Kg/h | % | % | pH | g/t | g/t | g/t | g/t | g/t | Hg-% | Hg-% | Hg-% | Hg-% | Hg-% |
| 11 | 8 | 125 | 66 | 20 | 10,5 | 210 | — | 140 | 420 | 90 | 0,073 | 0,06 | 3,00 | 0,006 | 91,9 |
| 14 | 7 | 104 | 68 | 20 | 10,5 | 200 | 390 | 100 | 330 | 80 | 0,07 | 0,060 | 16,00 | 0,020 | 66,7 |
| 15 | 5 | 120 | 62 | 20 | 11,1 | 170 | 300 | 90 | 300 | 60 | 0,06 | 0,051 | 8,90 | 0,007 | 86,3 |
| 17 | 6 | 105 | 68 | 21 | 8,0 | 190 | 240 | 90 | 300 | 62 | 0,09 | 0,080 | 8,18 | 0,008 | 90,1 |
| 19 | 7 | 106 | 66 | 20 | 7,9 | 190 | 260 | 100 | 310 | 60 | 0,08 | 0,064 | 9,80 | 0,003 | 95,3 |
| 20 | 10 | 102 | 67 | 21 | 8,0 | 180 | 260 | 90 | 290 | 60 | 0,09 | 0,080 | 11,90 | 0,005 | 93,8 |
| 21 | 11 | 97 | 67 | 21 | 8,0 | 180 | 270 | 90 | 280 | 60 | 0,06 | 0,067 | 12,60 | 0,004 | 94,0 |
| 21 a+ | 11 | 97 | 67 | 21 | 8,0 | 180 | 270 | 90 | 280 | 60 | 0,06 | 0,067 | 5,7 | 0,006 | 91,0 |

(+) Bu deneyde 13 sellül yerine 8 sellül kullanılmış, son üç yıkama sellülleri ve son iki Kaba konsantre sellülleri hesaba katılmamıştır.

**CIVA CEVHERİ
PİLOT TESİS FLOTASYONU AKIM SEMASI**

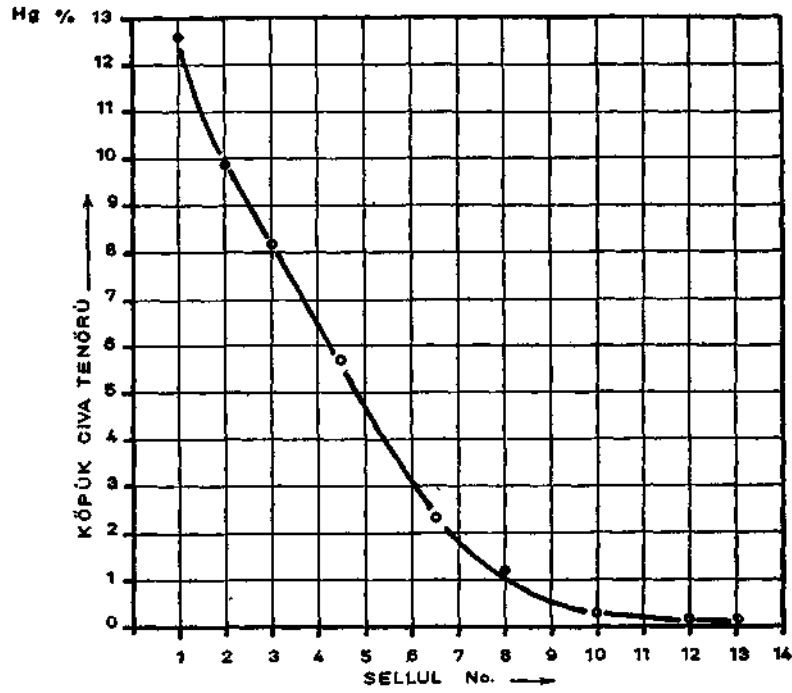


| No | ADET | C İ N S İ | BÜYÜKLÜK | B.A. | FİRMA |
|----|------|--------------------------------------|--------------------|------|--------|
| ① | 1 | WEZE CEVHER SÖZÜ | 70 kg | — | Dan-er |
| ② | 1 | RANDE BÖLEYİCİ | 150 x 430 mm | 1/4 | " |
| ③ | 1 | DÖNER TABAKLI BÖLEYİCİ | φ 150 mm | 1/8 | " |
| ④ | 1 | BİLYALI SİLİNDİRİK - KÖMÜR DÖĞRÜLEME | 600 x 900 mm | 5 | Weiss |
| ⑤ | 1 | SİRALI KLASİFİKATÖR | 150 x 2350 mm | 2 | " |
| ⑥ | 1 | VERTİKAL POMP | 1" (25mm) | 3 | " |
| ⑦ | 1 | KONDİSYONER | 280 x 480 mm | 1/4 | Dan-er |
| ⑧ | 1 | KONDİSYONER | 480 x 600 mm | 1/2 | " |
| ⑨ | 1 | FLOTASYON SELÜLÜ | 280 H ² | 1/2 | " |
| ⑩ | 2 | 8 SELÜLÜ FLOTASYON BATARYAS | 280 H ² | 1/2 | " |
| ⑪ | 2 | VERTİKAL POMP | 3/4" (20mm) | 1 | " |
| ⑫ | 8 | REANTİF DOZAJ SİGESİ | 200 x 500 mm | — | — |

SEKİL 1

3.1. Flotasyon Tesisi Kapasitesinin Saptanması

Spiral sınıflandırıcı ile kapalı devre çalışan bilyalı değirmenin beslenmesi öğütme deneylerinde 140 Kg/h olarak ayarlanmış, sınıflandırıcı taşması elek analizi sabit tutulmuştur. Sınıflandırıcılardan değirmene geri dönen yük miktarı sabit kalıncaya kadar değirmene beslenen miktar azaltılmış ve sabit yük 100 kg/h (1,66 Kg/dakika) olarak saptanmıştır. Bu miktar sınıflandırıcı taşmasında 7,3 l/Dakika bulamaca eşdeğerdir (bulamaç katı oranı %20). Flotasyon süresi 15 dakika, sellül hacmi 28 litre ve kaba flotasyon devresindeki devri daim yükü %140 kabul edildiğinde 100 Kg/h lik değirmen beslemesi için gerekli sellül sayısı:



Şağıt : 2 _ Flotasyon salüllarlnin diziliş sırasına gör» köpük cıva tanörlari.
Şarj cıva tenoru V. 0067 Hg

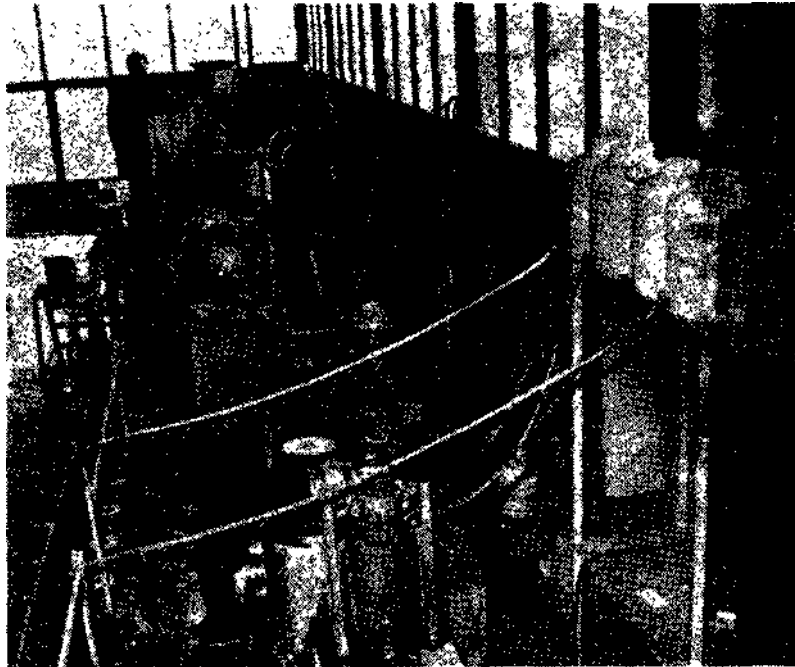
$$\frac{7,3 (1/D) \times 15 (D) \times 1,4}{28 (1/selül)} = 5,5 \text{ Sellül}$$

olarak hesaplanır. Bu nedenle ön flotasyon için 6 selül ayrılmıştır. (Selül NO. VI + VII Rougher ve No. DC + X + XI Scavenger). Selül No. VIII Scavenger konsantredeki şlamın bir kısmını temizlemek ve Hg-tenörünü yükseltmek gayesiyle kullanılmıştır. Flotasyon prosesini ve cıva kaçaklarını kontrol edebilmek için Scavenger selül sonra iki sellül daha No. XII ve Xm eklenmiştir.

Birinci yıkama devresinde flotasyon süresi 8 dakika, devridaim yükü %120 ve ön flotasyon konsantresinin %40, yıkama devresine gideceği (Tablo 10) kabullenerek selül sayısı takriben

$$\frac{5,5 (selül) \times 1,20 \times 0,40 \times 8 (D)}{15 (D)} = 1,35 \text{ Selül}$$

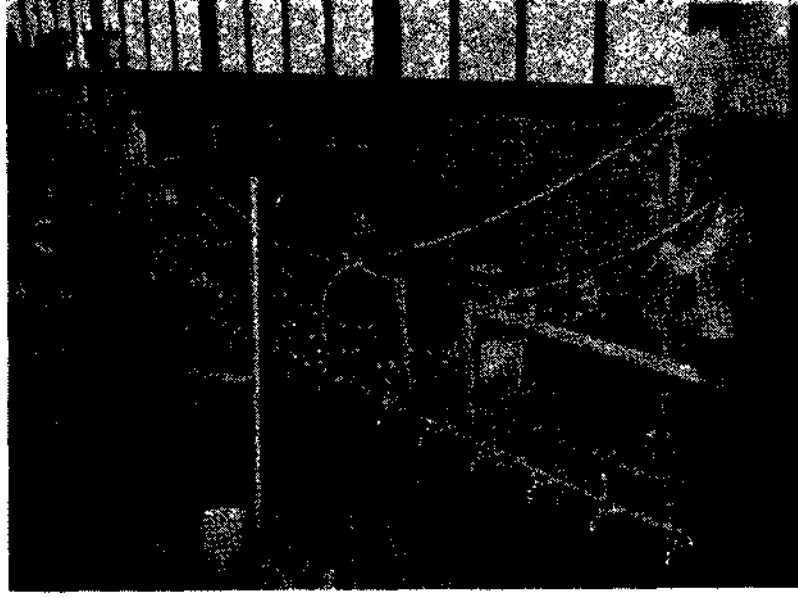
bulunmuş, bu devreye iki adet selül (No. IV ve V) konmuştur.



Besim 1 — Pilot Flotasyon tesisinden genel bir görünüş

ikinci, üçüncü ve dördüncü yıkama devreleri elde daha küçük selül mevcut olmadığı için 28 librelük birer selül çalıştırılmıştır.

Flotasyon akım şeması ve selül grubunun konsantre tenörleri şekil 1'de ve şekil 2'de gösterilmiştir. Tablo 15 ise deney



Resim 2 — Pilot tesis çalışmalarında flotasyonu kontrol

şartlarını ve sonuçlarını toplamaktadır. Resim 1 ve 2 tesisin genel görünüşü hakkında bir fikir vermekteler.

3.2. Deney Sonuçları

Laboratuvar deneylerinden farklı olarak pilot çalışmalarda komürümsü maddeleri bastırmak gayesi üe bir nişasta türü, Dekstrin kullanılmış ve bu suretle konsantre tenörü yükseltilmiştir. Dekstrin verilmesinden sonra önce siyah olan köpüğün rengi belirli bir şeküde açılmış grüemiş, tenor %3 Hg den %12 ye kadar çıkmıştır. Fazla miktarda Dekstrin ilâvesi Zinnoberin de bastırılmasına sebep olmuştur (Tablo 15, Deney No. 14)

pH - deęerinin 11'den 8'e dūřurūlmesi flotasyon kōpūęünün ۆzellikleri ۆzerinde olumlu etki yapmıř, laboratuvar deneylerinin aksine kōpükteki cıva verimi artmıřtır.

Toplam 13 selūl (ton cevher başına 3,6 m³ selūl hacmi) kullanıldığı zaman en iyi sonuğ Deney 21 de alınmıştır. Cıva tenoru %12,6 ye verimi ise 94'e çıkmaktadır. Zenginleřme oram 1: 180 civarındadır, iki flotasyon konsantresinin kimyasal analizleri aşağıda verilmiştir.

| | | | |
|--------------------------------|---|-------|-------|
| Hg | % | 11,90 | 9,65 |
| SiO ₂ | % | 13,58 | 10,69 |
| Sb | % | eser | eser |
| S | % | 19,70 | 31,65 |
| CaO | % | 0,86 | 0,52 |
| Al ₂ O ₃ | % | 6,10 | 5,52 |
| Fe | % | 16,30 | 27,25 |
| As | % | 0,14 | 0,12 |

Deney No. 21 de her ne kadar tenor ve verim yūksekte de ton cevher bařına dūřen selūl hacmi çok yūksektir. řart kořulan %5 Hg tenōrüne ulařmak için dōrdūncū selūl XI inciye kadar olan 8 selūl yeterlidir, (bak Tablo 15, deney No. 21 a). Bu durumda ton cevher bařına dūřen selūl hacmi 2,2 m³ e inecek Cıva tenōrū %5,7 ile istenilenden yūksekte ve cıva verimi %91, konsantre aęırlık verimi %2 civarında kalacaktır. Zenginleřme oram 1: 85 dir. Bu deęerler literatūrde belirtilenlerin çoęundan daha yūksektir [8].

Ton cevher başına yaklaşık 4,5 - 5 ton su gerekeceğinden artık suyun durultma tanklarında (thickener) kazanılıp tesiste kullanılmasında fayda vardır.

Pilot tesis çalıřmaları laboratuvar flotasyon deneyleri sonuçlarını būyūk řartları ve sonuçları karřılařtınlınuřtur. Laboratuvar deneylerinde numune tenorunun daha yūksekte olmasına

karşılık orta ürün verimleri konsantre verimine dahil edilmemişlerdir. Pilot tesis deneylerinde genellikle reaktif sarfiyatı belirli bir şekilde azalmıştır.

TABLO 16 — Laboratuvar ve Pilot Deneylerin Karşılaştırılması

| | | Laboratuvar deneyi | pilot deney |
|------------------------|--------------|--------------------|-------------|
| Flotasyon giriş tenörü | % Hg | 0,11 | 0,067 |
| Artık tenörü | % Hg | eser | 0,006 |
| Konsantre tenörü | % Hg | 5,8 | 5,7 |
| Cıva verimi | % Hg | 92,8 | 91,0 |
| Konsantrasyon oranı | — | 1:53 | 1:85 |
| Ağırlık verimi | % | 1,7 | 1,8 |
| Öğütme inceliği | y — 200 mesh | 84 | 84,2 |
| pH - Değeri | pH | 7,1 | 8,0 |
| CuSO ₄ | g/t | 200 | 180 |
| Dekstrin | git | — | 280 |
| K-Amyl-Ksantat | git | 100 | 90 |
| Gaz yağı (kerosen) | git | 350 | 280 |

BİBLİYOGRAFİK TANITIM

- [1] Yazan, H.A.: "Biga-Hodulköy Cıva cevherinin gravimetrik yöntemle zenginleştirilmesi" M.T.A. Teknoloji Rapor No. 1440, 21.9.1970.
- [2] Mineral Facts and Problems, U.S. Bureau of Mines Bulletin 650, 1970 ed. S. 639-652.
- [3] Özbayoğlu, S.: "Halıköy İşletmesine ait düşük tenörlü cıva cevherlerinin zenginleştirilmesi ve değerlendirilmesi etüdü", Madencilik, Ağustos 1968, Cilt VH. Sayı 3, S. 147-157.
- [4] Town, J.W.: "Flotation of low grade ores" U.S. Bureau of Mines Publication No. 5748, 1961.
- [5] Pryor, E.J.: Mineral Processing, Elsevier Publishing Co. Ltd, New York 1965, s. 769.

- [6] Mineral Processing Flowsheets, Denver Equipment Co., Denver Colorado, 1962, S. 112-113.
- [7] Taggart, A.F.: Handbook of Mineral Dressing, John Wiley and Sons, Inc, New York 1966, S. 2-206/209.
- [8] Kaçı, M.A.: "Cıva üretiminde flotasyon" Türkiye Madencilik bilimsel teknik II. kongresi. 25-27 Şubat 1971, Ankara, S. 331-337.
- [9] Bekişoğlu, K.A.: "Türkiye cıva yatakları ve bunların ekonomik önemi" Madencilik, Cilt VIII, Sayı 1, Şubat 1969, S. 19-30.
- [10] Yazan, H.A.: "Biga-Hodulköy Cıva cevherinin flotasyonla zenginleştirilmesi etüdü" M.T.A. Teknoloji Rapor No. 1518, 11.1.1971.
- [11] Yazan, H.A.: "Biga-Hodulköy Cıva cevherinin pilot tesiste flotasyonla zenginleştirilmesi" M.T.A. Teknoloji Rapor No. 1619, 8.7.1971.
- [12] Elgin, G.: M.T.A., T.T.L. Rapor No. 6667.

BAZI BATI ANADOLU PERLİTLERİ VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDE BİR İNCELEME

K. Erol İZDAR*

Özet

Camsı volkanik bir kayaç olan perlit'in endüstri ham-maddesi olarak kullanılma alanlarının giderek çoğaldığı bilinmektedir. Anadolu'da 3 bölgede yoğunlaşma gösteren Perlit oluşumlarının, batıda kıyıya yakın olanları günümüzde önem arz etmektedir.

Dünya perlit üretiminin yarısına sahip, Akdeniz ve Doğu Avrupa ülkeleri arasında Yunanistan en önde gelmektedir (1971'de ham cevher üretimi 160 000 ton/yıl) Türkiye ise 1972 yılında 25.000 ton/yıl üretim ile altıncı sırayı işgal etmektedir.

Bugüne kadar Türkiye'de üretilen perlitin %90'ının çıkarıldığı Bergama-Kocaköy ve civan yataklarının oluşum koşulları ile petrokimyasal dengesi ve çevre volkanitlerinin jeolojisi incelenmiş ve bu yataklara alt fiziksel ve kimyasal özellikler ile bazı komşu ülke perlitlerinin karşılaştırmaları yapılmış, oluşum yönünden bu perlitlerin bünyesindeki 3U ile kayaç kimyasındaki Na, K, Ca ve Al elementleri artma ve azalmasının, genleşme olanaklarının farklı biçimlerde etkilenmelerine dair bazı iddialar ortaya konmuştur.

Çeşitli İstatistik bilgiler de konuya bütünleme amacıyla kapsama dahil edilmişlerdir.

(•) Doç. Dr., Ege Üniversitesi, Jeoloji Bölümü, Bornova - İzmir.

Abstract

Without no doubt, the world Industry is making effort to increase perlite production. In Anatolia, perlite mine are concentrated in three region, however, from the minning point of wiew, the west-coast occurences have primary importance.

The half of the world production of perlite has been produced by the Eastern European and the Mediterranean countries, among these, Greece is the Largest producer (the quantity of crude ore productst was 160.000 ton/year in 1971), mean while with a 25.000 ton/year crude ore in 1972 Turkey was the 6 th. largest producer in the world.

Up to day, the perlite occurences in Bergama-Kocaköy and their vicinities which are the suppliers of 90 % crude perlite production of Turkey had been searched by means of their physical and chemical characteristics and the comparison with some perlite occurences in the neighboring countries. The result of this study shows that, the decrease or increase of the amonts of water and chemical elements such as Na, K, Ca and Al in the perlite have basic effects on the capability of the expanding cofficiency of the perlite.

Varions statistical data is given in this study, they may lead to a better understanding of the topic.

1. Giriş

Perlit, doğal camı volkanik taşları ifade için kullanılmakta olan petrografik bir terimdir. Ancak kullanılma alanlarının giderek çoğalması, özellikle son on yıl içinde Türkiye'de endüstri hammaddeleri arasında sözü edilen ekonomik bir varlık haline gelmesine, neden teşkil etmiştir.

Genellikle üeri endüstri ülkelerinin çok yönlü olarak kullandıkları Perlit'in, volkanik faaliyetlerin yaygın olduğu Anadolu'da, önemli yataklar halinde oluştuğu da bilinmektedir. Perlit'in bugünkü koşullarda değerlendirilmesi, işeltilebilirliği ve nakledüebilirliği gibi ekonomik özelliklerinin uygun olması zorunluğunun yanısıra; fiziksel ve kimyasal davranışlarının da en iyi şekilde bilinmesi üe mümkün olmaktadır.

Türkiye'de Perlit üzerindeki çalışmaların tarihçesi 15 yılı aşmamaktadır. 1960 başlarında ilk üretim ve yurt dışına ihracat 700 tonluk veya bunu aşmayan miktarlarda, yapılmış günün maden yasaları dışında "Taşocağı Nizamnamesine" göre işletilme olanakları içinde gelişme göstermemiştir.

1965-1967 yılları içinde Maden Yardım Komisyonunun Batı Anadolu'daki Perlit zuhurlarına dönük prospeksiyonu, kısıtlı imkânlar içinde dahi olsa, Perlit'in bir endüstri hammaddesi olarak, Maden Kanununa alınmasına yardımcı olmuş, 1968-1970 yıllarında M.T.A. Enstitüsü Türkiye - italya bilimsel ve teknik işbirliği çerçevesinde (ZUCCHt, 1968; ORHUN - ZUCCHt, 1969 ve ZUCCHt, 1970) özellikle Batı Anadolu Bölgesi Perlit'leri üzerinde jeolojik ve çok sınırlı olarak da teknolojik değerlendirme çalışmalarını sürdürmüştür. Bu esnada bazı özel çalışmaların da yapılmakta olduğu; yersel jeolojik ve ekonomik değerlendirilmelere yönelmeler görülmektedir (İZDAR, 1972). M.T.A. Enstitüsü'nün çalışmaları sonucu elde edilen bulgular ise teknolojik ve ekonomik değerlendirme işlemleri için 1971'den sonra Etibank'a devredilmiştir.

Bu dönem içinde Türkiye'de bireysel teknolojik araştırma (YERLİCİ, 1966) ve kullanıma sahalarını işaret eden derlemeler (GERÇİN, 1969; ORHUN, 1969 ve TOPLUOĞLU, 1972) ; "Perlit" i Türkiye'de tanıtmaya çabalarını kapsayan ilk yayınlar olmuştur.

Türkiye'de, özellikle mevcut perlit yataklarının jeolojisini, oluşumunu ve fiziksel, kimyasal özelliklerini inceleyen ve bilimsel açıdan ayrıntılı araştırmalara, henüz yer verilmemiş olduğu görülmektedir.

2. Perlit Jeolojisi ve Oluşumu

Petrografik anlamda, Perlitik dokusal özelliği gösteren kayalar yalnızca genç Tersiyer-Kvarterner, yüzeysel volkanizma faaliyetleri sonucu oluşmaktadır. Hemen hemen bütün perlit oluşumlarının Kuvars-Latit, Riyolit ve Liparit gibi asitik volkanitlerle beraber bulunması ve perlit kimyasının bu kayaların kimyasal bileşimlerine eşdeğerde olmaları, ortam açısından,

tartışmasız kabul edilmesi zorunlu bağlantıyı ortaya koymaktadır. Genellikle yüzeyde görülen asitik, camsı volkanit damarları cam nodüllü veya camsı bağlayıcı breşimsi ve aglomeratik baca dolgualrı veya örtüleri, derinlerde genişleyen homojenleşen perlit oluşumlarının işareti sayılmaktadır.

Perlitleşme, hâlen üretim yapılan bazı alanlarda çok önemli kalınlıklara ulaşmaktadır, örneğin: New Mexico, da 150 m; Islanda adasında 60 m. Milos adasında deniz seviyesine kadar, 60 m. gibi.

Perlit yataklarında çoğunlukla daha geniş ve tamamı volkanik olan diğer türden (Bazalt, Andezit, liparit gibi) damarlara tesadüf edileceği gibi; bunun tersi durumlarda, Bazalt, Andezit, Lâtit, Liparit gibi türlerden bloklarda, özellikle baca şeklindeki yataklarda, perlit içinde, işletmeyi olumsuz yönden etkileyecek şekilde karışık olarak bulunurlar.

Perlit'in oluşumu hakkında, iki ayrı temelden geliştirmiş teori mevcuttur:

Perlit'in, zaman faktörü içinde dıştan ve sonradan etkileyen biçimde yapıya su moleküllerinin girmesi sureti üe oluştuğu tezini savunan araştırmacıların sayısı hiçte az olmamakla beraber bu iddiayı kanıtlayan bilimsel çalışmalar henüz neşredilmiş değildir.

Perlitleşme için birincil bir oluşuma işaret eden diğer grup izlenimler ise BATES, (1960) ve RİCHTER, (1961) tarafından açıklanmaktadır. Perlit yataklarında volkanitlerin soğuması esnasında, özel bazı koşulların, perlitik dokuyu oluşturan fiziksel dengeyi kurdukları, camlaşma olayında, su ve kayacın sıcaklığı gibi faktörlerin söz konusu koşulların en önemlileri oldukları, kayaç kimyası incelemelerinden ortaya çıkan inandırıcı sonuçlar olarak belirlemektedir.

MEMPEL (1968), Perlitleşmenin, kimyasal eşdeğer bir kayacın soğuyarak katılaşması esnasında kısıtlı miktarda silikatlara, fakat çoğunlukla kayacın sadece fiziksel açıdan bünyesine su buharı girmesi ile oluşabileceğini ifade etmektedir.

Oluşum hakkında açıklanan birinci yaklaşımla, perlitin ri-yolit veya benzeri kimyasal bileşimdeki kayacın bünyesine belli oranda su almak suretiyle oluşabileceğini açıklayan diğer görüş için müşterek bir başlangıcı sağlayabilecek tek faktör; viskoz halde birleşim noktasına ulaşan ve perlitin ana maddesini teşkil eden volkanitin, üzerinde ince bir örtü ve su tabakasının bulunmasıdır. Sıcaklığın düşme hızını kontrol ve belli oranda su molekülünün kayacın bünyesine girmesine olanak sağlayabilme yönünden bu koşulun bazı araştırmacılara göre, var olması muhtemelen gerekli olmuştur.

3. Perlit Yataklarının Yayılımı

Perlit'in dünya üzerindeki makro yayılım alanlarını genel olarak iki kuşak halinde belirlemek mümkündür. Genç volkanik faaliyetlerin yaygın olduğu alanların meydana getirdikleri "Akdeniz volkanik kuşağı" ve Pasifik Okyanusu'nu bir çember gibi çeviren "Pasifik volkanik kuşağı". Perlit oluşumlarının %90'nını kapsamaktadır (Şekil 1).



• Dünya üzerindeki bilinen önemli perlit yatakları

Şekil 1 — Dünyadaki bilinen önemli perlit yataklarının dağılım alanlarını gösterir harita.

Akdeniz Volkanik Kuşağı İçinde

İtalya: (Toskana bölgesi, Ponza ve Sardinia adaları)

Yugoslavya: Kratovo bölgesi

Yunanistan (Milos, Istanköy (Kos) ve Midilli adaları)

Türkiye: (Batı Anadolu bölgesi (Biga, Bergama, Zeytindağ, Foça, Eskişehir) Orta Anadolu ve Doğu Anadolu bölgeleri).

Akdeniz Kuşağının Dışında (veya bu kuşağa yakın bölgelerde) tee

izlanda adası

Fransa (Auvergne bölgesi)

Macaristan (Palkhaza bölgesi)

Bulgaristan (iki önemli saha)

Rusya (Kafkasya ve diğer alanlarda 60'a yakın önemli saha)

Moğolistan (10 kadar saha, en önemlisi; Eligen-Bulak).

Pasifik Volkanik Kuşağı içinde

ABD, (New Mexico, Colorado, Arizona v.b.)

Meksika

Yeni Zelanda

Avustralya (South Park bölgesi)

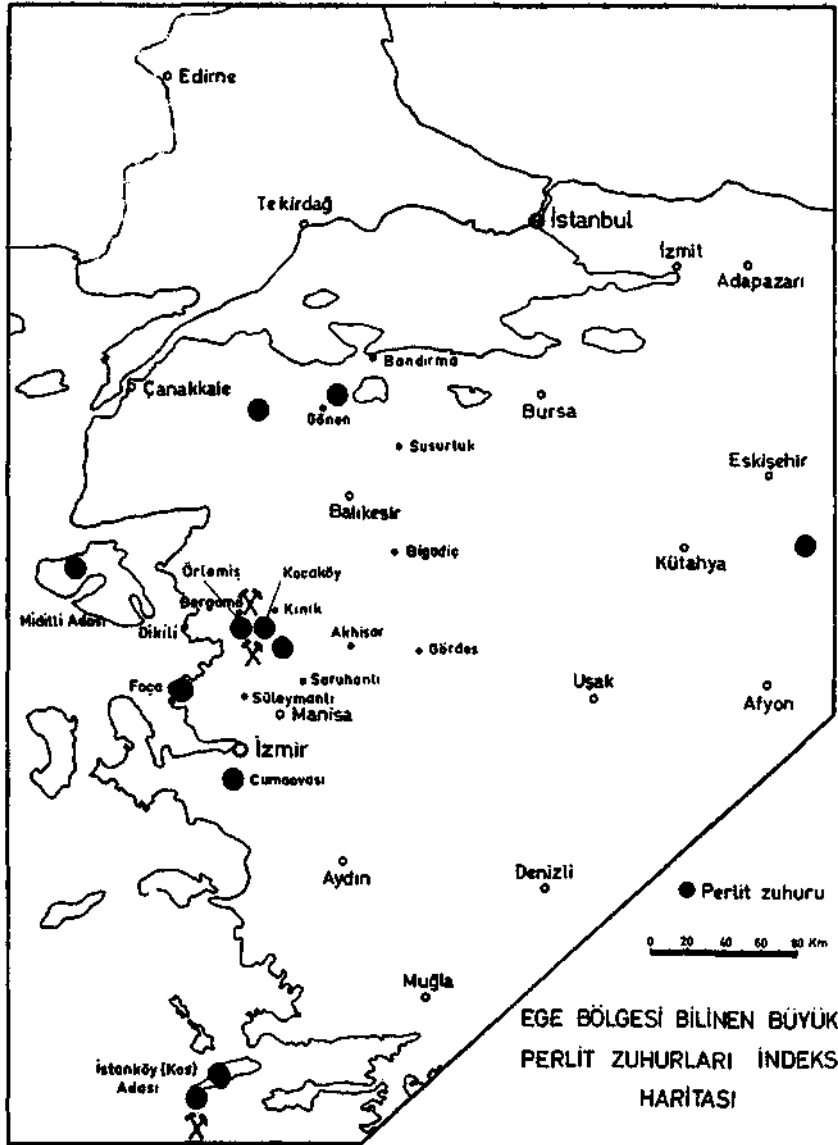
Filipinler (Lagaspi bölgesi)

Japonya (Fukushima, Saga bölgeleri)

gibi önemli perlit oluşum sahaları mevcuttur.

4. Batı Anadolu ve Ege Adalarındaki (Yunanistan) önemli Perlit Zuhurları

Akdeniz perlit kuşağı içinde yer alan, Batı Anadolu perlitleri, Türkiye'nin en iyi değerlendirilebilir özelliklerine sahip, zuhurlarının önemli bir kısmını teşkil etmektedir (ZUCCHI, 1970; IZDAR, 1972). Hâlen işletilmekte olan ve perlit üretiminin %90'ını kapsayan Koyuneli, örlemiş, Kocaköy Ocakları, Zeytindağ - Bergama - Manisa üçgeninin içindedir (haritaya bakınız). Diğer taraftan, Batı Anadolu'da önemli bir kapasiteye sahip Cumaovası perlitlerinin değerlendirilme çalışmaları Etibank tarafından yürütülmektedir (Şekil 2).



Şekil 2 — Ege bölgesinde bilinen büyük perlit zahurları indeks haritası.

Foça bölgesi, kalite bakımından farklı olan, değişik özellikte perlit türlerinin Riyoüt aglomerası, Riyodasit lavları içinde bulunduğu diğer bir alandır.

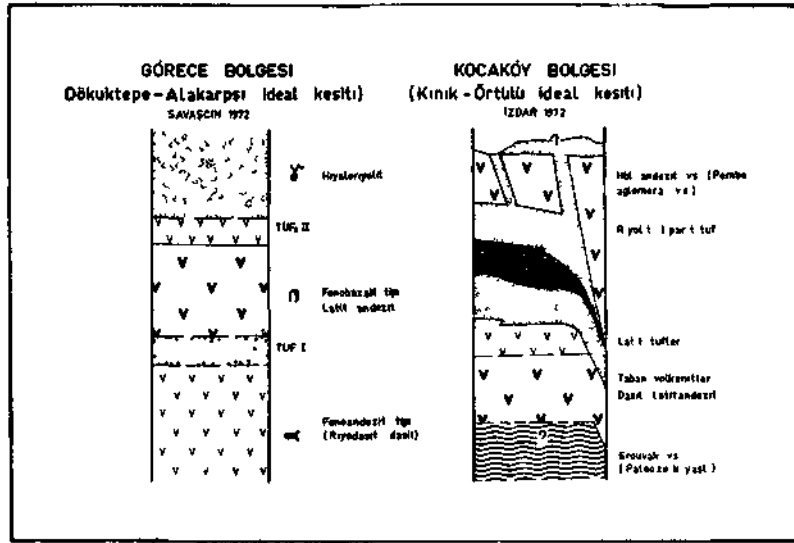
Ege Denizi'nde Yunanistan'a ait Milos, İstanköy (Kos) ve Midilli adalarında perlit zuhurları mevcuttur. Bunların arasında en önemlisi kuşkusuz "Silver and Barytes Ores Mining Co" tarafından işletilen Milos adası perlitleridir. Gerek son 3 yılın istatistiklerden; gerekse de önceki yıllara ait bilgilerden (ORHUN, 1969) anlaşılacağı gibi Yunanistan yalnızca Milos adasına ait istihsalı üe, dünyada Amerika Birleşik Devletlerinden sonra ikinci sırada ve Avrupa'da ise birinci sırada yer almaktadır, İstanköy (Kos) adasında "Mycobar Mining Co" üretim yapmaktadır. Midilli adasındaki küçük oluşumların ise üretime yönelik olmadıkları bilinmektedir (Şekü 2).

4.1. Kocaköy Perlit Yataklarına Ait Genel Bilgiler

ZUCCHT (1970) 'nin Batı Anadolu'daki perlit oluşumlarını gösteren 1/100 000 ölçekli haritasında; Bergama-Zeytindağ ve Manisa arasındaki bölgede, çok sayıda perlit zuhuru belirtilmektedir. Kocaköy yatağının, bu zuhurlar arasında görülmemesine rağmen, giderek önem kazandığı ve dört yıldan bu yana devamlı üretim yapılan tek yatak olduğu bilinmektedir (Harita).

Kocaköy perlit yatağı, Kocaköy üe örtülü arasından kuzeye doğru gittikçe alçalan ve Yağcılar köyünden sonra Bakırçay'a ulaşan tncirlik deresinin yarmış olduğu vadi içinde yer almaktadır. Yamaçlara doğru yükselen Dasit ve Andezit karakterdeki aglomera ve lavlardan oluşan volkanit istifler içinde yersel, ve daha asitik türevlerle yanıl ve dikey geçişleri izlenen perlit stok ve kubbeleri görülmektedir. Bölgede varlığı saptanan çok sayıdaki küçük zuhurların daha derin seviyelerde homojenleşmesi ihtimal dahilindedir (İZDAR, 1972).

Riyolitik ve Liparitik, camsı breş ve aglomeralar, perlit kimyasına yakın, öncü malzemeleri temsil etmektedir. Perlit oluşturulan volkanitler ise, zaman yönünden bunların devamını teşkil etmiş ve bazen aglomeratik ve breşli seviyelerin tabanına



Şekil 3 — Görece ve Kocaköy bölgeleri volkanitlerine alt dik kesitler

kadar sokulmuş, bazen de bu seviyeleri keserek daha üst kesimlere veya tavan düzeyine ulaşmışlardır (Harita ve Şekü 3).

Kocaköy yatağına ait ocaklarda, görünür hale gelmiş kısımlarda 20-25 m. kalınlığında homojen perlit mevcuttur. Yatağın yayılımı, rezervi v.b. detay bilgileri, İZDAR (1972) tarafından, daha önceki çalışmada açıklanmıştır.

5. Batı Anadolu'daki Bazı Perlit Oluşumları İle Volkaniklerin Petrolojik Bağlıları

Batı Anadolu kıyıları, güneyden, Bodrum yarımadasının uç kısmından başlayarak, kuzeye doğru kalınlıkları gittikçe artan, volkanitlerle örtülmüşlerdir. Andezit, kuvars-lattit, dasit, riyolit ve bazalt kimyasmdaki çeşitli piroklastikler ve lavlar, belli kesimlerde volkanik kompleksleri oluşturmuşlardır. Gerek yerel sedimanter kayalarla olan bağıntıları ve gerekse belli devirsellik özellikleri, bu istiflerin petrokimyasal gelişimini kısmen olsun açıklığa kavuşturabümiştir (SAVAŞÇIN, 1972).

Jeolojik bulguların yanısıra, Ege kıyılarına ve Midilli gibi yakın adalara ait volkanitlerin radyometrik değerleri (BORSt,

FERRARA, INNOCENT!, MAZZUOLÌ, 1972.) bunların yağlarının 21,5 milyon yıl üe 12,5 milyon yıl arasında olduklarını kanıtlamaktadır. Orta Miosenden - Pliosen başına kadar süren volkanizma faaliyetleri serisinin, çeşitli petrokimyasal ürünlerinin sergüendikleri, Ege kıyılarında ve iç bölgelerinde, özellikle Manisa - Foça arasındaki kompleksi ideal kesit olarak belirleyen Görece bölgesinde (Şekü 3), en altta Riyodasit, Dasit stokları güneye Yamanlar'a kadar takip edüebilmektedir. Kuzeye doğru ise Bergama, NNE'e devamla, İvrindi doğrultusunda uzanmaktadır. Bu gruba dahil volkanitler, yersel Aglomera seviyelerine sahiptir. Görünümünü birincü bloklu akmtıların oluşturduğu ifade edüebilir. Tüf çok kere çimento görevini yapmaktadır. Tablo 1'de görülen A grubu kimyasal analizleri Süleymanlı köyü riyodasit (SAVAŞÇIN, 1972) ve Yamanlar bölgesinde izlenen aynı tür volkanite (PECKETT, 1968) aittir.

Eski Süleymanlı riyodasitleri (SAVAŞÇIN, 1972) Aliğa, Çandark körfezi dasitleri (PECKETT, 1968) kimyasal yönden olduğu gibi muhtemelen yaş bakımından da önceki volkanit türleri üe eşittirler.

Bu seviyelerin üzerinde Foça'da, Menemen'de Bergama'da görülen koyu renkli, plaketli eklemlenmesi ve bazen sutunsal yapısı üe özellik arzeden Andesit ve Latit-Andesit bileşiminde, farklı kalınlıkta ve yerleşimdeki volkanitler yer almaktadır.

Riyolitik pekştayn, veya bazı araştırmacılar tarafından özellikle Foça yarımadasına doğru gelişen, petrokimyasal bir farklılaşma sonucu "obsidyene benzeyen Andezitik camsı lavlar" şeklinde ayırtlanan kayaçlar Görece dik kesitindeki en üst volkanik birimi oluşturmaktadır.

Mikro-prob ile yapılan analize göre:

| | |
|-------------------|------|
| SiO ₂ | 72,6 |
| CaO | 0,9 |
| Na ₂ O | 2,5 |
| K ₂ O | 6,5 |
| FeO | 1,5 |
| TiO ₂ | 0,1 |
| MgO | 0,1 |

büleşimindeki cam

damlacıkları, bu kayalarda süngerimsi, cüruf kısımlarla bir arada bulunmaktadır. Çok sayıdaki gazı kaçmış cürufa benzer lav bloklarının iç kısımları muhtemelen benzer kimyasal özellikte ve camsı görünümündedir (Tablo 1, 7 numaralı analiz).

STRECKEnSEN-çift üçgen diyagramı ile RİTTMANN-Norm'una göre Görece köyüne ait kayaç türlerinin (SAVAŞÇIN, 1972) Riyolit alanına girdikleri bilinmektedir. Bu tür kayalar %90-98 kripto kristalin-camsı hamurdan ve geri kalan %2-10 da Biotit, Sanidin v.b. Feno-kristallerinden ibarettir.

Kocaköy bölgesine ait (Şekü 3) Kınık-örtülü ideal kesitindeki volkanik ürünlerde Dasit (Latit Andezit)'ten, alkaliriyolit'e kadar değişen petrokimyasal bir gelişimin; derinlerde, volkaniti oluşturan magma kesimlerinde kısmen asitik (granitik) kayaların asimilasyonu üe mümkün olabileceği varsayımını kuvvetlendirmektedir.

Kocaköy ve çevresindeki perlit oluşumları da tamamen riyolit ve alkaliriyolit kayalarına eş kimyasal bileşimdedir. Bunu Tablo 1'deki 8 ve 10 numaralı analizlerin karşılaştırmasıyla da görmek mümkündür. Ancak daha önceki bölümde açıklanan, Kocaköy bölgesindeki durumu da aksettiren, Kınık-örtülü dik kesitinde, Dasit ve latitandezitik taban volkanitleri riyolitik tüf ve aglomeraları yer almakta, en üstte ise Andezitlerle, Riyolitler birbirini kesmektedir. Bu görüntü perlit yataklarında çok sık izlenmekte ve perlit oluşmamış alanlardaki normal istiflenmelere de uymamaktadır. Bu nedenle perlit yatakları ile riyolitik lav ve breşlerin, jeolojik çevre içinde yanyana bulunuşları, jenetik bir ilişkiyi kanıtlar durumdadır. Yersel, genç andezit lavlarının, sözkonusu asitik volkanit ve türevlerini kesmeleri veya bazen de üzerlerini örten şeküllerdeki yayılmalarını; yine perlit oluşum alanlarına özgü bir volkanit devirselliği şeklinde düşünmek, şimdilik en yakın bir ihtimal olarak belirlemektedir.

6. Çeşitli Perlitlerin Fiziksel özelliklerinin Karşılaştırılması

6.1. Perlitin Genleşme özelliği ve Saptanması

Bilindiği gibi perlitlerin, teknolojik yönden kullanılabilme olanağı, bu tür kayaların oluşumları esnasında, ne şekilde olur-

sa olsun, bünyesine giren suyun; çıkış reaksiyonunu, kayacın silikat hamurunun ısınması ile vizkoz hale gelmesi anında, hızlandırarak; bir cins çok ince gözenekli silikat süngerine haline getirmekle mümkün olmaktadır.

Böyle bir gelişim, bazen volkanitlerde, onların yerleşimi veya yeryüzüne çıkışları üe birlikte soğumalarından önce vuku bulmakta ve bilinen doğal sünger taşları oluşmaktadır.

özellikle vizkozitesi yüksek asitik volkanitlerin ilk katılaşmaya başlamaları anında gerekli koşulların paralelinde sünger taşlarını oluşturması; Perlitlerin sonradan genişletilmesi tekniğinin de esasını teşkil etmektedir.

Perlitin çok süratli bir şekilde 800-1200°C sıcaklığa ulaştırılması sonucu; ısınan perlitin hacminde büyük bir genişleme olur ve bu genellikle ham perlit hacminin 4 ile 20 katı şeklindedir*. Ancak deneysel çalışmalar endüstriyel üretimdekilere nazaran daha büyük genişleme değerleri ortaya çıkarmaktadır (Şekil 4). Endüstride genişleme reaksiyonu için zorunlu sıcaklık 1050°C ile 1160° C arasındadır ve perlitin şişme karakterine bağlı olarak değişmektedir. Genleşmiş perlitin hacimsel ağırlığı ortalama 30-100 kg/m³tür.

Perlitlerin genişleme özelliklerinin deneysel olarak saptanması için CECA-lâboratuvarlarında uygulanmakta olan bir dene modelinden yararlanılmıştır ve çok sayıda numuneden genişleme deneyleri yapılmıştır.

Bu deneylerde malzeme akışı, 50 gr/dakika olarak sabitleştirilmiştir. Genleşmeden sonra, %1-5 arası steril material "K" nm saptanmasına dahil edilmemiştir.

Numunelere ait verilerin değerlendirilmesi bir örnekle açıklanacak olursa, aşağıdaki şekilde yapılmıştır:

Deneyde kullanılan ham malzeme 100 gr.'dır.

Granule ham malzeme; 0,08-0,5 mm arası taneiriliğindedir.

Sıkıştırılmamış ham malzemenin 1 dm³'e ait ağırlık 1,140 gr. ölçülmüştür.

(*) Perlite Institute (1971), Technical data sheets, Nr 1-1, New York.

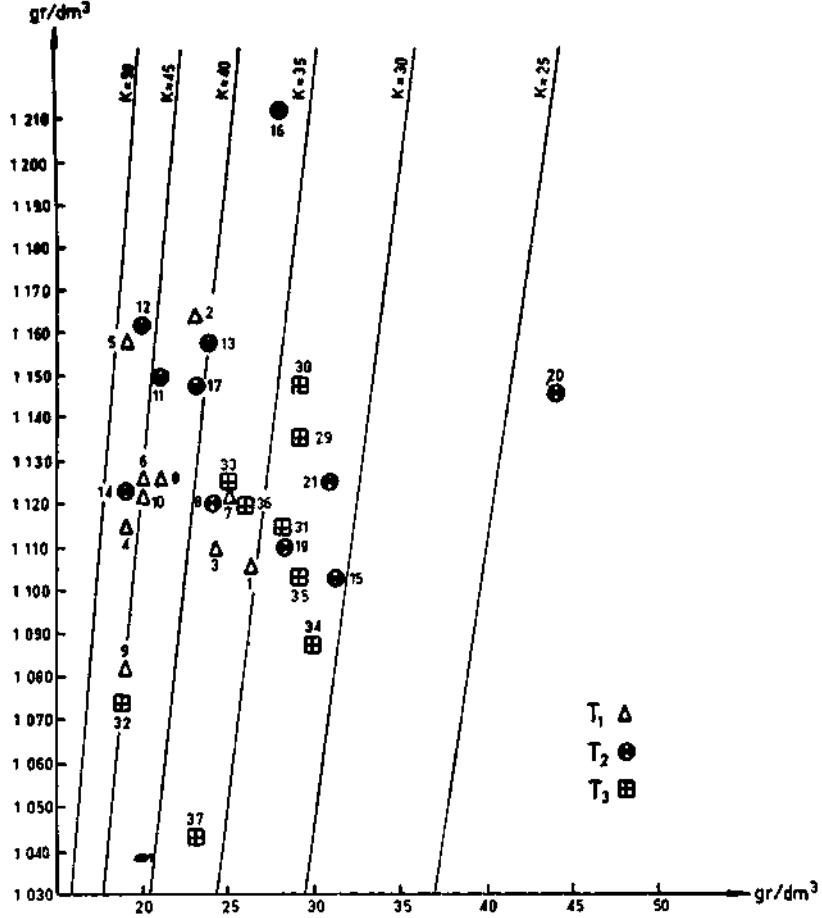
Sıkıştırılmamış, genişmiş malzeme 38 gr. olarak tartılmıştır.

"K" genişleme katsayısı (28X) olarak bulunmuştur.

Deneyde genişmiyen malzeme 4,5 gr'dır.

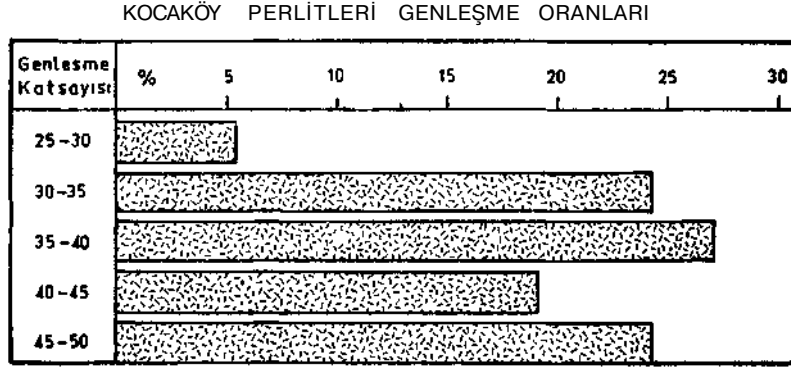
Steril malzeme oram %4,5 olarak bulunmuştur.

Çeşitli numunelerin genişleme "K" grafiği Şekil 4'te izlenmektedir.



Şekil 4 — 0,1-0,5 mm Ø granule ham perlit ile genleştirilmiş malzemeye ait hacim ağırlıklar oranları grafiği. ("K" genişleme katsayılarını vermektedir: T₁, T₂, T_j incelenen bölgelere ait numuneler yazı içinde açıklanmıştır.)

Kocaköy bölgesine ait muhtelif ocaklardan alınan numuneler, T_1 , T_2 ve T_3 olarak işaretlenmiştir (haritaya bakınız). Elde edilen "K" değerleri 30-48 arasındadır. 0,08-0,5 mm. granule malzemeye ait 37 numuneden, K ort. = 38 gibi çok iyi bir genleşme oranı elde edilmiştir.



Şekil 5 — Kocaköy perlitleri genleşme katsayısı ve %'ni gösterir grafik

Kocaköy perlitlerinin genleşme katsayılarının, diğerleri ile karşılaştırılmalarında; İstanköy (Kos) ve Milos perlitlerine ait örnekte "K" = 56 ve K = 45 gibi daha yüksek değerlerin saptanması, özelliğinin kimyasal bileşime bağlı olabileceği görüşünü kuvvetlendirmiştir (Tablo 3). Bulgaristan numunesi de, Eskişehir perlit örneklerine çok benzeyiş göstermekte fakat "K" değeri Kocaköy perlitlerinin karakterini yansıtmaktadır. Geniş potansiyele sahip Cumaovası perlitlerine ait örnek ise, genleşme ve diğer karakteristikleri yönünden Kocaköy perlitlerinden farklıdır. Kocaköy perlitlerinin lifli, (fibröz) yapışma karşılık Cumaovası perlitleri kompakt, genleşme (K = 28) ile Eskişehir perlitlerini andırır (K = 25), ancak ondan daha mat ve taşimsıdır.

"Behrmann-Densitometre" ile ölçülen " D_n " yoğunlukların, Batı Anadolu perlitlerinde 2,230 - 2,467 arasında oldukları saptanmıştır.

Perlitin genleşme katsayıları ile genleşen malzemenin sıkıştırılmaya karşı davranışının ters oranda olduğu bilinmektedir.

(A)

| | 1 | 2 |
|--------------------------------|-------|--------|
| SiO ₂ | 59,63 | 61,28 |
| Al ₂ O ₃ | 15,87 | 15,82 |
| Fe ₂ O ₃ | 3,98 | 3,85 |
| FeO | 1,58 | 1,37 |
| MgO | 3,11 | 2,55 |
| CaO | 6,03 | 5,75 |
| Na ₂ O | 3,00 | 3,31 |
| K ₂ O | 3,30 | 3,28 |
| H ₂ O | 0,07 | 0,06 |
| TiO ₂ | 0,68 | 0,63 |
| ± H ₂ O | 1,76 | 2,39 |
| CO ₂ | 0,44 | - |
| P ₂ O ₅ | 0,31 | 0,13 |
| | 99,76 | 100,32 |

A. Gruba Analizler

- 1) Süleymanlı köyü Riyodasiti KSA. (SAVAŞÇIN (1972)**
- 2) izmir kuzeyi (Menemen arası) Riyodasit 321 (İZDAR, PECKETT, 1968)*

B. Grubu Analizler

- 3) Eski Süleymanlı köyü Riyodasit EDT. (SAVAŞÇIN, 1972)**
- 4) Eski Süleymanlı köyü Riyodasit BDM. (SAVAŞÇIN, 1972)**
- 5) Aliğa, Çandarlı körfezi Dasit 323 (İZDAR, PECKETT, 1968)*
- 6) Aliğa, Çandarlı körfezi Dasit 324 (İZDAR, PECKETT, 1968)*

C. Gruba Analizler

- 7) Görece köyü camısı riyolit GK (SAVAŞÇIN, 1972)**
- 8) Burgak tepe Alkali riyolit OGB (SAVAŞÇIN, 1972)**
- 9) Burçak tepe Obsidyen OGB (SAVAŞÇIN, 1972)**
- 10) Kocaköy, Bergama Perlit T, (IZDAR, 1972)***

(B) TABLO 1

| | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 58,98 | 59,83 | 59,28 | 59,22 |
| Al ₂ O ₃ | 15,76 | 15,70 | 15,72 | 15,87 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,27 | 1,47 | 1,24 | 1,61 |
| FeO | 4,07 | 3,67 | 3,89 | 3,98 |
| MgO | 3,58 | 3,46 | 3,51 | 4,61 |
| CaO | 5,89 | 5,75 | 6,43 | 6,03 |
| Na ₂ O | 2,69 | 2,73 | 3,21 | 3,06 |
| K ₂ O | 3,57 | 3,48 | 2,37 | 2,28 |
| H ₂ O | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,09 |
| TiO ₂ | 1,00 | 0,84 | 0,63 | 0,60 |
| ± H ₂ O | 1,53 | 1,48 | 2,28 | 2,09 |
| CO ₂ | 1,46 | 0,94 | 1,00 | - |
| P ₂ O ₅ | 0,31 | 0,30 | - | - |
| Toplam | 100,23 | 99,75 | 99,68 | 99,44 |

(C)

| | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| SiO ₂ | 68,80 | 73,20 | 70,30 | 71,13 |
| Al ₂ O ₃ | 15,90 | 14,00 | 14,00 | 14,38 |
| Fe ₂ O ₃ | 2,53 | 1,35 | 1,10 | 1,41 |
| FeO | 0,43 | 0,35 | 0,64 | - |
| CaO | 1,21 | 0,24 | 0,05 | 1,62 |
| MgO | 1,71 | 0,84 | 0,06 | 0,68 |
| Na ₂ O | 3,82 | 3,28 | 2,94 | 2,71 |
| K ₂ O | 5,28 | 5,73 | 6,37 | 4,68 |
| H ₂ O | 0,05 | 0,05 | 0,06 | - |
| TiO ₂ | 0,47 | 0,31 | 0,24 | 0,04 |
| ± H ₂ O | 0,23 | 1,03 | 3,52 | 3,63 |
| CO ₂ | 0,05 | 0,05 | 0,05 | |
| P ₂ O ₅ | 0,12 | 0,05 | 0,06 | |
| Toplam | 100,50 | 100,48 | 100,29 | 100,07 |

N Analizler ve yapıldığı laboratuvarlar:

(*) X-ışım floresans ve klasik kimya analizi, Üniv. Cambr. Dept. of. Geology.

(**) X-ışım floresans ve klâsik kimya analizi, Min.-Petr. Inst. der. Univ. Tübingen.

(***) X-ışım floresans ve Atom absorpsiyonu analizi, Inst. f. Mineralogie FU Berlin.

TABLO 2.

| Numune | Yunanistan I Milon | Yunanistan II Fos. | Bulgaristan - | Türkiye Kocaköy |
|---|-----------------------|-----------------------|------------------|--------------------|
| SiO ₂ | 66,60 | 69,20 | 72,75 | 71,13 |
| Al ₂ O ₃ | 18,30 | 15,60 | 13,15 | 14,38 |
| Fe ₂ O ₃ (Toplam Fe) | 3,20 | 2,80 | 1,50 | 1,41 |
| CaO | 1,50 | 1,65 | 1,00 | 1,62 |
| MgO | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,68 |
| Na ₂ O | 1,55 | 1,62 | 2,70 | 2,71 |
| K ₂ O | 4,50 | 4,70 | 4,80 | 4,68 |
| TiO ₂ | - | - | - | 0,04 |
| Ateşte kayıp | 3,83 | 3,90 | 3,60 | 3,42 |
| Toplam | 99,88 | 99,97 | 100,00 | 100,07 |

İOKAKİSTAN, BİLOAKİSTAN «E TÜMMİYE PSKİİT ORKEKLİBİNİ AİT KİHİASAI BİLS,İMLİİİ

Tablo % — Yunanistan, Bulgaristan ve Türkiye perlit örneklerine ait kimyasal oksit değerler

dir. Kalın çeperli boşluklu küreciklerden ibaret az genleşmiş agreganın basınca mukavemeti fazla olmakta ve bu nedenle de hafif beton agregası ve diğer inşaat alanlarında tercih edilen tür, malzemeyi oluşturmaktadır. K = 40'tan fazla genleşme gösteren perlitler ise genellikle ısı tecrit ve filtrasyon teknolojisi için kullanışlı olmaktadır. Tablo 3'ten de görüleceği gibi Es-kişehir ve Cumaovası perlitleri, inşaat alanı için; Kocaköy ve diğerleri de çoğunlukla fütrasyon ve ısı tecridi için tercih edilen türler olarak saptanmıştır.

7. Perlitin Genleşmesi İle Kimyası Arasındaki İlişkiler

Perlitin genleşmesinin ani ısıtma ile mümkün olduğu önceki bölümde açıklanmıştı. 1050 üe 1160°C arasındaki ani ısınma sonucu, perlit bünyesinde meydana gelen bu değişme, perlitli oluşturan büleşimin, ergime noktasına yaklaşan genel bir

TABLO 3

| Sıra | YER | ULKE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------|-------------|-------------|-------|-------|--------|----|---------------|
| 1 | - | Bulgaristan | 2,40 | 1,115 | 0,0293 | 38 | mat gri |
| 2 | Milon | Yunanistan | 2,45 | 1,090 | 0,0194 | 56 | açık bej |
| 3 | Kos | Yunanistan | 2,38 | 0,990 | 0,022 | 45 | açık gri |
| 4 | Cumhuriyet | Türkiye | 2,467 | 1,316 | 0,047 | 28 | gri |
| 5 | Feza | İZMİR | 2,23 | 1,154 | 0,052 | 22 | esilimsel gri |
| 6 | Kayuneli | Bergama | 2,29 | 1,162 | 0,056 | 32 | bej.gri |
| 7 | Kocaköy I | " | 2,30 | 1,105 | 0,031 | 35 | açık gri |
| 8 | Kocaköy II | " | 2,33 | 1,125 | 0,028 | 40 | açık gri |
| 9 | Kocaköy III | " | 2,33 | 1,097 | 0,030 | 36 | açık gri |
| 10 | Bektaşlı | " | 2,31 | 1,092 | 0,043 | 25 | mat gri |

Tablo 3 — Yunanistan, Bulgaristan ve Türkiye perlit örneklerine ait fiziksel özellikler mukayese tablosu

- 1) Ortalama yoğunluk (Sp. Gr.)
- 2) 0,00 - 0,5 mm dane boyulu gevşek malzemeye alt özgül ağırlığı.
- 3) 0,00-0,5 mm.'lik genişletilmiş perlitin sıkıştırılmamış haldeki özgül ağırlığı.
- 4) Perlit örneklerine ait genişleme katsayıları (K).
- 5) Perlit cevherleri genel renk görünümleri.
-) İşaretili analizler "CECA" Hofleur Lâb., Fransa'dan temin edilmiştir.

ağdalaşma özelliği kazandığı esnada, kayaca bağlı suyun hemen buharlaşarak ve gazların da açığa çıkarak iç gerilmelere, ve bunun da doğal sonucu olarak, yüzlerce küçük küresel şişmenin, neden teşkil ettiği ifade edülebilir.

O halde perlitin genişlemesini, perlit kimyasındaki camı silikatların, viskoz halde ikin köpürmesi şeklinde tanımlamak mümkündür.

Gerek bir önceki bölüme ait bilgilere dayanarak ve gerekse yukarıdaki açıklamaların ışığında, genişleme olayında, kayaç bünyesindeki suyun birinci derecede önemi olduğunu kabul etmek gerekir. Genellikle perlitlerde varlığı saptanan porsuyu (120)°C altında kayacın içerdiği su) dışındaki H₂O oranının

%2-6 arasında olduğu bilinmektedir. Araştırmaya konu olan perlit yataklarından alınan numunelerde ise toplam su miktarlarının %0,40-3,60 oranlarında değiştiği, analiz sonuçlarından ortaya çıkmaktadır (Tablo 1 ve 2).

Milos ve İstanköy (Kos) örneklerinde H_2O + Gaz miktarları oranı %3,83-3,90 gibi yüksek değerler vermektedir. Tablo 3'de, söz konusu örneklerle ait genişleme katsayılarının da (K = 56 ve 45) yüksek olması, perlitin içerdiği H_2O + Gaz miktarı ile genişleme arasındaki muhtemel ilgiyi belirtmektedir.

Perlitlerin oluştuğu alanlardaki volkanik istiflere ait kayaların kimyasal değerlerindeki oransal değişimler çok küçük olmakla beraber, devam etmekte olan volkanizma faaliyetlerinin, giderek daha asitik türevleri oluşturduğu, eldeki analiz sonuçlarından (Tablo 1) belirgin bir şekilde izlenmektedir.

Normal Riyodasitlerdeki CaO oranı %5,89-6,03 arasında iken, camsı riyolitte bu oran %1,21'e kadar düşmekte ve buna karşılık K_2O oranı %2,15 - 3,28'den, %5,28'e kadar yükselmektedir.

Alkaliriyolitlerle perlitlere ait K_2O oranları karşılaştırıldıklarında K_2O %5,73'ten %4,80 - 4,50'ye düşüş göstermekte, buna karşılık ise Al_2O_3 oranı %14,00'ten %14,38 - 18,30'a kadar bir yükselme göstermektedir. Alkaliriyolitlerdeki %0,24 olan CaO oranı, perlitlerde, %1,00 - 1,65'e yükselmektedir.

Özellikle perlitlere ait kimyasal analizlerin bulunduğu, Tablo 2 incelendiğinde; perlit genişlemesinin, SiO_2 , Na₂O, K_2O oranları ile ters ve Al_2O_3 oranı ile doğrusal bir artış gösterdiği açıkça ortaya çıkar.

| "K" | Genleşme | AL ₂ O ₃ | SiO ₂ | K ₂ O + Na ₂ O | |
|-----|----------|--------------------------------|------------------|--------------------------------------|--|
| 38 | 13,15 | 72,75 | 7,50 | Bulgaristan Perlitli | |
| 40 | 14,38 | 71,13 | 7,39 | Türkiye (Kocaköy) Perlitli | |
| 45 | 15,60 | 69,20 | 6,32 | Yunanistan (İstanköy) perlitli | |
| 56 | 18,30 | 66,60 | 6,05 | Yunanistan (Milos) perlitli | |

Ancak belirtilen ilişki, Batı Anadolu perlitleri arasında da mevcut olup olmadığını anlamak, elde kimyasal analizlerin bulunmaması nedeniyle mümkün değildir. Perlitin oluşturan volkanitlerin kayaç kimyası ile perlitin genişmesi arasındaki bu bağlantının, bir tesadüf olduğunu söylemek de imkânsızdır. Ancak H_2O + Gaz ortam gibi, Al_2O_3 artması; buna karşılık K_2O + N_2O ve SiO_2 azalmasının, perlit genişmesini etkileyen faktörlerden en önemlilerini teşkil edebileceği ihtimalinin giderek kuvvetlendiğini söylemek herhalde varılan en doğru sonuç olacaktır.

8. Perlitin Kullanılması; Dünya Perlit Üretimi ve Türkiye'nin Yeri

Amerika Birleşik Devletlerinde perlit 1946 yılından bu yana geniş çapta kullanılmaktadır.

ORHUN (1969), bu ülkede 78 kuruluşa ait 90'dan fazla genişletme tesisinin değişik özelliklerde perlit agregası imal ettiklerini açıklar. A.B.D. ve diğer üleri endüstri ülkeleri (İngiltere, Fransa, Almanya v.b. gibi) yılda ortalama 1 milyon tonun üzerinde ham perlitin çeşitli teknolojilerle genişletirler ve 10'dan fazla kullanım alanında değerlendirirler. Tablo 4'de belirlenen kullanım alanlarının dışında da çeşitli uygulama sahalarında genişletilmiş perlit talebi artmaktadır.

örneğin, birçok temizleme maddesi, cüa ve sabun türleri perlitin hafif aşındırıcı özelliğinden istifade edilerek imâl edilmişlerdir. Düşük sıcaklıklarda tatbik edilen yapıştırıcılarla imâl edilen aşındırıcı diskler, levhalar ve benzeri malzemelerde aşındırıcı özelliğinden yararlanan hafif perlit agregası kullanılmaktadır.

Döküm endüstrisinde uygulanan şekiller ve döküm tekniğinde perlitin önemli bir yeri vardır.

Yağ emici malzeme olarak, kirlenme teknolojisinde giderek önem kazanmaktadır.

izabe ve boya endüstrisi, refrakter malzeme ve asite dayanıklı seramik yapımı perlitin yeni kullanım alanlarıdır.

Tablo 4 — Perlitin çeşitli kullanılma alanları

| | | Avrupa Ülkeleri* | A. B. Devletleri** |
|--|---|-----------------------------|-------------------------------|
| Genleşmiş Perlitin kullanıldığı alanlar | | % | % |
| inşaat | inşaat hafif sıva agregası | 16 | 31 |
| | Duvar dolgu maddesi (ısı tecridi) | 1 | 2 |
| | Hafif beton agregası | 11 | 8 |
| | Prefabrike Levhalar (ısı ve ses tecridi için) | 3 | ? |
| Tarım | Tarım ilâçları taşıyıcı maddesi | | |
| | Toprak kültivasyonu Sera tesisleri | 3 | 3 |
| Kimya ve Petrokimya End. | L.P.G. tesisleri izolasyon maddesi | 2 | |
| | Biyolojik filtrasyon maddesi | 2 | 18 |
| | Genel filtre malzemesi | 1,5 | |
| Diğerleri | Antipolusyon maddesi diğer izolasyon teknolojisi v.b. | 47 | 38 |

(*) İZDAR 1972 ve TODD 1973'e göre.

(**) ORHUN 1969'a göre.

GROSSOU (1973), perlitin pazar analizini yapan inceleme-sinde Amerika Birleşik Devletleri ile Yunanistan'a ait üretim ve 2000 yılındaki talebin projeksiyonunu vermeğe çalışmıştır. Hafif agrega olarak perlit kaliteleri ve özelliklerinde yeni kri-tikleri açıklamıştır.

Türkiye'de perlitin kullanılması kısıtlıdır. Ancak İstanbul'-da mevcut 2-3 genleştirme tesisinde elde edilen genleşmiş perlit yalnızca ısı izolasyonu ile ilgili inşaat sahasında kullanılmakta-dır.

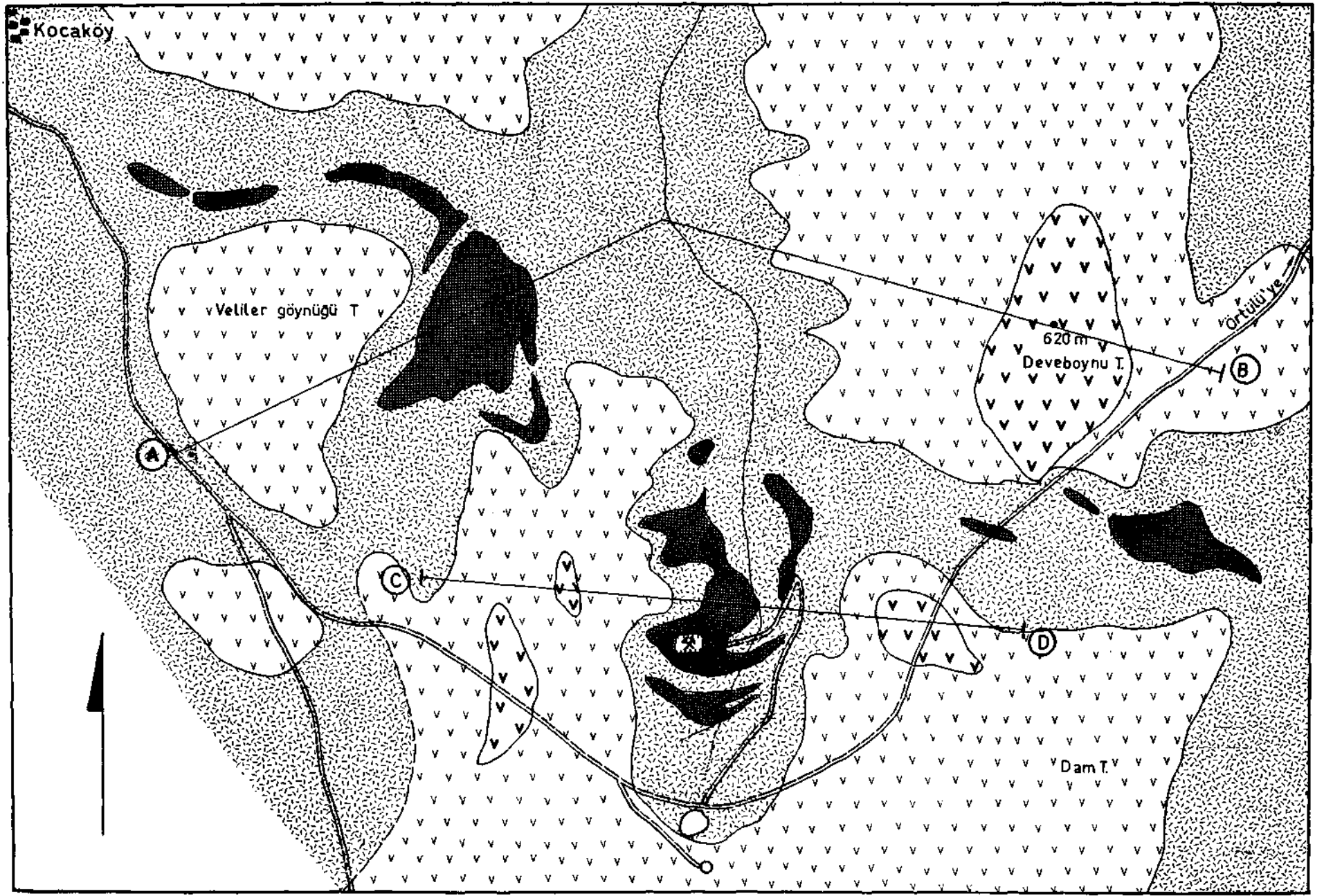
TOPLUOĞLU (1972)'nin tablo halinde vermiş olduğu di-ğer ülkelere ait kullanılan miktarları belirten rakkamlarm, Dünya üretim değerleri ile karşılaştırıldıklarında kabartılmış ol-dukları görülür. Belki sözkonusu değerlerin "Ton" yerine "m³" olarak verildiğini düşünmek daha doğru olacaktır*.

| Bilinen ?•rlit üretici Ülkeler | 1969 | 1970 | 1971 | 1971 DUny* üretimine ülke katkıları |
|--|----------|---|------------------|-------------------------------------|
| AVBJPA, Bulgaristan | 17.800 ? | Bilgi temin edilemedi *) | | * |
| Romanya | | Bilgi Tenin e d i l e 0 e d i *) | | * |
| Yugoslavya, Kratovo | | « r e t i n e J e ç i s | | * |
| Macaristan | 61,183 | 60,180 | -50,000 | * 3.65 |
| italya,Sardunya, Ht. Arci | 60,000 | 80,000 | ~ 80,000 | * 5.79 |
| Yunanistan Parça (Miloa ve Kos.) »ranile | 256. 415 | 168.588 106,728 | 160.614 9^823 | * 18,04 |
| Türkiye, Koyuneli, kocakoy vs. | 1.050 | 3.232 | -18,000 | % 1,3 |
| AVRUPA TOPLAM | 506, Vt8 | 568,736 | 553, ^37 ***) | |
| DİBERLERİ , Rusya | | B i l g i t e m i n e d i l e n e d i *) | | |
| A.B.D. | 613.000 | 610.000 | - 600.000 | % 42,64 |
| Meksika | 11.170 | 12,112 | (**) | |
| •Japonya, Fukushima, -3«ga | | - | -50,000 | * 3.65 |
| ?lipinler La^aspi, | - ft | 13,200 | (**) | |
| Yeni Zelanda, Atriamuri | n | 2,000 | (**) | |
| Arust ıralya | • | 825 | »*) | |
| 1971 Toplan Üretimi (*) ve (**) işaretli ülkelere ait Üretim dahil | | | 1.383.437 Ton | |

Tablo: 5

SON ÜÇ YILLIK DÜNYA PERLİT ÜRETİMİNİN BELLİBAŞLI ÜLKELERE DAĞILIMI

- (*) Bulgaristan, Romanya, Rusya ile Çekoslovakya'nın 1971 yılı üretimini 150.000 ton olduğu tahmin edilmektedir.
 (*•) 1971 yılına ait üretim rakkamları henüz elde edilemeyen ülkeler iğemiş yıllara göre 28.000 - 30.000 ton)
 (**•) Avrupa toplam rakkamına Bulgaristan, Romanya, Rusya ve Çekoslovakya'nın tahmini üretim miktarı ilâve edilmiştir.



65
60
55
50
45
40
35

65
60
55
50

Günümüzde A.B.D.'nin perlit üretimi, dünya perlit üretim ve tüketiminin %42,64'ünü teşkü etmektedir (Tablo 5). Dünya üretimine Türkiye'nin katkı oranı %1,3, tüketim oranı ise %0,025'tir. Ancak Türkiye'nin Batı Anadolu'da sahip olduğu ham perlit potansiyeli üe dış ülkelerin ihtiyacına cevap vermesinden daha önemli olarak, çeşitli endüstri dallarında giderek ihtiyacını hissettiği bu yeni ham maddeyi, ülke içinde de tanıtması gerekmektedir. Bu yazı içinde Perlit üretimi ile ilgili bilgiler (Tablo 5) yalnızca ham perlit cevherine ait bulunmaktadır. Halihazırdaki dünya ham perlit üretiminde A.B.D. başta ve onu takiben % 18,04 orandaki katkısı üe Yunanistan ikinci sırada yer almaktadır. Yunanistan'ın 1971 yılı ocaktan üretimi 160.000 ton civarındadır. Türkiye'nin üretimi 1972 yılında 25.000 tona ulaşmıştır. 1968'de 40 ton olarak resmi kayıtlara geçen perlit üretiminin 5 yıl içindeki artışı önemlidir (Tablo 6).

9. Sonuç

Batı Anadolu'da jeolojik yapısı incelenen, Kocaköy perlit yatakları üe büinen diğer Foça, ödemiş, Cumaovası, Eskişehir oluşumları ve Ege Denizi Adaları, Müos üe İstanköy (Kos), perlitlerine ait numunelerin özellikleri mukayese edilmiştir.

Türkiye'nin batı kesimindeki yataklarından çıkardan perlitin, genişleme özelliğinde olanları ile inşaat alanına; genişmesi fazla olanlar ile de özel izolasyon ve fütürasyon endüstrisine, gerekli nitelikte ham madde olabileceği bulguların karşılaştırılması üe saptanmıştır.

Jeolojik olarak perlitlerin, Riyolit, Liparit kimyasındaki volkanitlere ait, camsı türevler oldukları yapıları analizler sonucu saptanmıştır. N-Ca-Na, K üe genişleme aramda $\text{H}_2\text{O} + \text{Gaz}$ oranının yanısıra, belli bir iğinin bulunduğu ifade edilmiştir.

Batı Anadolu'da jeolojik olarak yaşları istisnasız Üst Mio-sen, Pliosen olarak saptanan bu volkanitlerin içerdikleri çeşitli perlit yataklarına ait bilgilerin azlığı ve Kocaköy bölgesindeki oluşumların teknolojik değerlendirilmelerine ait bilgilerin yetersizliği, genetik açıdan bilinen bazı varsayımların saptanma-

Tablo 6 — Türkiye'nin resmi kayıtlara göre son 12 yıldaki **taam** perlit
üretimi

| işletilme Yd | Taşocaklan Nizamnamesine göre | | | | | | Maden Kamarana Göre | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|---------------------|------|------|------|--------|--------|
| | 1961 | 1962 | 196S | 1964 | 196S | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 |
| Miktar/ton | 700 | 700 | 20 | (?) | (?) | (?) | 20 | 40 | 1050 | 3232 | 18.000 | 25.000 |

sma ve bölgeye özgü yeni ilgilerin ortaya çıkanlmasma henüz imkân vermemektedir.

Teşekkür: Yazar, bu çalışmaya temel olan bğileri toplamak için, Perlite Institute Inc (New York) ilgililerine ve Winkelmann Mineraria s.p.a. (Milano) Teknik Direktörü Dr. CSrillo'ya; lüzumlu bazı deneyler için C.E.C.A. Carbonisation et Charlons Actifs S.A. (Paris)'in Honfleur tesisleri Direktörü Mr. Petris'e; Milos adasındaki perlit yataklarım ve tesislerini incelemek imkânını sağladıkları için, Silver and Baryte Ores Mining Co. (Atina), direktörü Dr. Vassiliou'ya ve üretim sahalarında incelemeleri destekleyen Eg.e Perlit Ltd. Sti (İZMİR) ilgililerine söz konusu ilgi ve yardımlarından ötürü teşekkürü borç bür.

Bibliyografya

- ALBERT, J. (1958): Geblaechter Perlite. Silikattekh., 9, 453-457, Berlin.
- BATES, R. L. (1960): Geology of the industrial rocks and minerals. Harpers Geoscience Ser. 12, 441 p., New York.
- C.E.C.A. (1961): Methode de contrôle des Minerais de Perlite. Paris.
- GERÇİN, S. (1969): Perlit, Endüstride yeni bir madde; Erdemir. Derg. 11, s. 9-12, Ankara.
- GROSSOU, M. G. (1973): Perlite processing and use (Yunanca makale). Greek Mining Metallurgical Chronicles, 10, p. 61-56, Athènes.
- İZDAR, E. (1972): Bergama-Kocaköy perlit yataklan ve çevresi jeolojisi ile perlit hakkında yeni bilgiler. Rapor izmir.
- MEMPEL, G. v. (1968): Perlite, in Lehrbuch der Angew. Geologie. Editors BENTZ, A. U. MARTINI, H. J. Ferdinand Enke, Verl. Stuttgart.
- ORHUN, O. ve ZUCCHI, F. (1969): Türkiye'de perlit sanayiinin durumu. M.T.A. Rap. Ankara.
- ORHUN, O. (1969): Perlit. "Madencilik" Cilt 8., Nr. 4. Ankara.
- PECKETT, A. (1968): Analysis of volcanic rocks from W-Anatolia (Foça, Bergama etc.), Unpubl., London.
- PERLİTE INST. (1971): Techical data sheets. N. 1, 2. etc. New York.
- RICHTER, K. (1961): Über Perlite usw, Zeitschr. deutsch, geol. Ges., 112, 197-207. Hannover.
- SAVAŞÇIN, M. Y. (1972): Zeiträge zur Frage der Genese west anato-lischer Andésite und Basalte. Tübingen Üni. (Doktora tezi).
- TODD, A. H. J. (1973): Perlite in "Mining annual review, 1972" Publ. by Mining Journal, London.
- TOPLUOĞLU, S. (1972): Perlit. Prospektör dergisi Nr. 1, 95-105, Ankara.
- YERLİCİ, V. (1966): Perlit Hafif Agregası. Türkiye Müh. Haberleri 12, 136, s. 30-34, Ankara.
- ZUCCHI, F. (1970): Batı Türkiye Perlit Yatakları. İzmlr-Manisa bölgesi, M.T.A. Rap. Ankara.

OLİVİNİN KROMİTEN FLOTASYONLA AYRIŞMASI

Zeki M. DOĞAN*

özet

Dodesil amonyum klorür ve sodyum dodesil sülfonatu kollektör olarak kullanmak suretiyle kromit ve olivinin flotasyon özellikleri "Hallimond" selülinde incelenmiştir. Dodesil amonyum klorürle kromitin olivinden ayrışması kabildir. Bu ayrışma, olivinin sodyum dodesil sülfonatla flote edilmesi ve kromitin pH 5 - 7 değerleri arasında sodyum tartratla bastırılması suretiyle de mümkündür. "Zetameter" cihazında yapılan elektrokinetik ölçmelerde sodyum tartratın, kromitin zeta potansiyelinin sıfır (0) olduğu pH değerini düşürdüğü görülmüştür.

Dodesil amonyum klorürün kollektör olarak kullanıldığı flotasyon işleminde palpin şlamı alınması ve devreye heptanol ilâvesi halinde flotasyon randımanında biraz artış olmuştur. Bu deneyde randıman %68.0'e yükselmiş ve krom konsantrasyonunun tenörü %36.0 da kalmıştır. Diğer taraftan kromitin sodyum tartratla bastırılması ve sodyum dodesil sülfonatu kollektör olarak kullanmak suretiyle yapılan flotasyon deneylerinden daha iyi bir sonuç alınamamıştır.

Synopsis

Plotabilities of chromite and olivine were investigated with dodecyl ammonium chloride and sodium dodecyl sulphate as collector in the Hallimond cell. Chromite could be

(*) Assoc. Prof. Dr. Maden Müh. Bölümü, O.D.T.U., Ankara.

separated from olivine with dodecyl ammonium chloride. Separation was also possible when olivine was floated with sodium dodecyl sulphonate and chromite was depressed with sodium tartrate at pH value between 5.0 and 7.0. It was determined in the "Zetameber" that the pzc (point of zero charge) of chromite was lowered in the presence of sodium tartrate.

Batch flotation experiments showed improved recovery figure on de-slimes chrome ore with dodecyl ammonium chloride when heptanol was added to the circuit. Chromite concentrate grade was 36.0% Cr₂O₃ with a 68% recovery. A better result cannot be obtained by floating olivine with sodium dodecyl sulphonate while chromite was depressed with sodium tartrate.

1 — Giriş

Krom yatakları peridotit (ültrabazik) kayalar içinde yer aldığından genellikle serpantin ve olivin başlıca gang minerali olarak bulunur. Düşük dereceli krom cevherleri gravite usulleriyle özellikle sarsıntılı masalarda konsantre edilerek %45 veya daha yüksek Cr^C tenörlü konsantreler elde olunur. Ancak gravite yoluyla yapılan konsantrasyon işleminde 200 mesh altında yani ince fraksiyonlarda konsantrasyon randımanı düşmektedir. Bu fraksiyonlara flotasyon sistemini uygulayarak kromitin olivin ve serpantinden ayrışması suretiyle randımanın artırılması uygun bir metod olarak gözükmektedir.

Krom cevherlerinin flotasyon yolu ile zenginleştirilmesi için çok sayıda laboratuvar araştırması yapılmış olup deneylerde genellikle anyonik veya katyonik kollektörle kromit flote edilmiş ve gang mineralleri bastırılmıştır.

Endüstriyel çapta flotasyon, krom cevherlerine nadir olarak uygulanmaktadır. Sommerlatte (1) Zambiya'da ayda 10000 ton konsantre kapasiteli bir flotasyon tesisini izah etmektedir.

Sher, MUoshevich ve Bulatovich (2), % 18.13 Cr₂O₃ içeren bir cevherin %49'unu 43 mikronun altına öğütürerek, pH 11 -11.5 da sodyum silikatı dispersant ve CMC (karboksi-metil-sellüloz)

iy selektif flokülant ve bir yağ asiti olan (tall-oil) u kollektör olarak kullanmak suretiyle palpin şlamını almadan %81 randımanla %52 CTBCVIU bir konsantre elde etmişlerdir. Lâboratuvar çapında yapılan deneylerden sonra saatte % tonluk pilot tesiste de aynı tenor ve randımanla konsantre elde edilmiştir.

Göksaltık (3) Batı Kef krom cevherini 100 mikronun altına öğütürerek Önce pH 12'de serpantini, sonra da H_2SO_4 ilâvesiyle pH 3 de kromiti flote etmiştir. Kollektör olarak "Coco" amin HCl ve köpürtücü olarak da aromatik bir büegik olan tragol kullanılmıştır. %46 Cr_2O_3 içeren krom konsantresinde flotasyon randımanı % 70-80 arasında olmuştur.

Doğan ve Bhappu (4) anyonik ve katyonik kollektörlerle kromitin gang minerali olan serpantin ve olivinden flotasyon yoluyla ayrışmasını denemiş ancak olivini bastırmak kabil olmadığından tam başarılı olamamışlardır. Diğer taraftan anyonik flotasyonda pH 11.3 de sodyum silikat ve CMC kullanarak serpantin kolayca bastırılmıştır (2).

Sobieraj ve Laskowski (5) kromit ve spinel minerallerinin flotasyonunu etüd etmiş olup, bu mineraller yakın flotasyon özellikleri göstermektedir. Alüminyum iyonları pH 4.5 ile pH 8.0 değerleri arasında kromiti bastırmakta, fakat pH 10 ile pH 12 arasında ise kromiti aktifleştirmektedir. Aktifleşme mineralin yüzeysel özelliğinden üeri gelmektedir. Serpantin kolayca çözünür olduğundan artığa terkedilmesi zor değildir. Kuvvetli adsorplamadan dolayı amin flotasyonunda olivinin bastırılmasında başarı sağlanamamaktadır. Kromitin başlıca gang minerali olan serpantin ve olivinden ayrışmasında amfoterik kollektörlerle iyi sonuç alınmıştır.

Deju ve Bhappu (6) (7) yaptıkları araştırmada, öğütülmüş silikat mineralleri suya konduğunda suyun pH değerinin zamanla arttığını izlemişlerdir. Silikat mineralleri arasında özellikle olivin çok etküü olup pH artışı, suda bulunan hidrojen iyonunun olivin kristalindeki magnezyum katyonu ile yer değiştirmesinden üeri gelmektedir. Olivinin zeta potansiyeli pH 4.1 de sıfır olduğundan sülfonat tipi bir kollektörle olivin asit ortamda kolayca flote edilmektedir.

Krom cevherlerinin flotasyonunda gang minerali olan olivin önemli bir rol oynadığından kromit ve olivinin yüzey-kimyasal özellikleri, zeta potansiyel ölçmeleri ve "Hallimond" selül flotasyon deneyleriyle incelenmiştir. Sonra da Batı Kef krom cevheri ile laboratuvar flotasyon deneyleri yapılmıştır.

2 — Deneyler

2.1. Zeta Potansiyel

Elektrokinetik ölçmeler, "Zetameter" cihazında saf kromit veya olivinle yapılmıştır.

Saf kromit, —65 + 200 meş'lik Batı Kef krom konsantresinin yeniden sarsıntılı masada zenginleştirilmesinden elde edilmiştir. Konsantrenin içinde kalmış olan gang taneleri binoküler mikroskop yardımıyla atılmıştır.

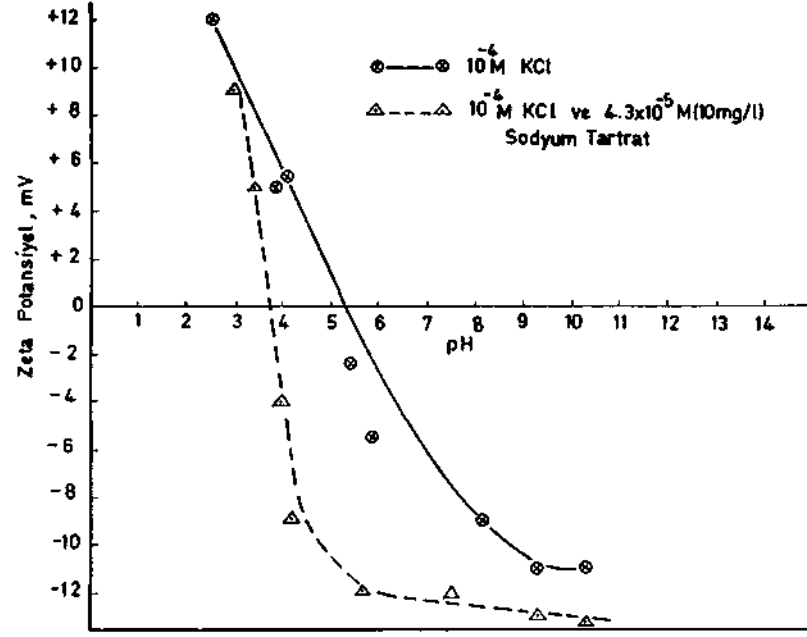
Saf olivin ise Batı Kef krom cevherinin —65 + 200 meş'lik fraksiyonunun sarsıntılı masa konsantrasyon artıklarından serpantinden ayrılarak elde edilmiştir. Birkaç deney sonucu toplanmış olan olivinli artık manyetik separatörden geçirilmiş ve demirli kısımlar atılarak saf olivin alınmıştır.

Kromitin zeta potansiyeli pH 2.5 ta + 12 mV ile pH 10.3i de —11 mV arasında değişmekte ve pH 5.3 de Zeta potansiyeli (0) sıfır olmaktadır. 4.3×10^{-8} M sodyum tartratm çözeltide bulunmasıyla bu değer pH 3.7'ye düşmektedir. Bunun nedeni de tartrat iyonunun adsorplanması sonucu kromit yüzeyinde daha çok negatif elektrik yük meydana gelmesidir (Şekil 1).

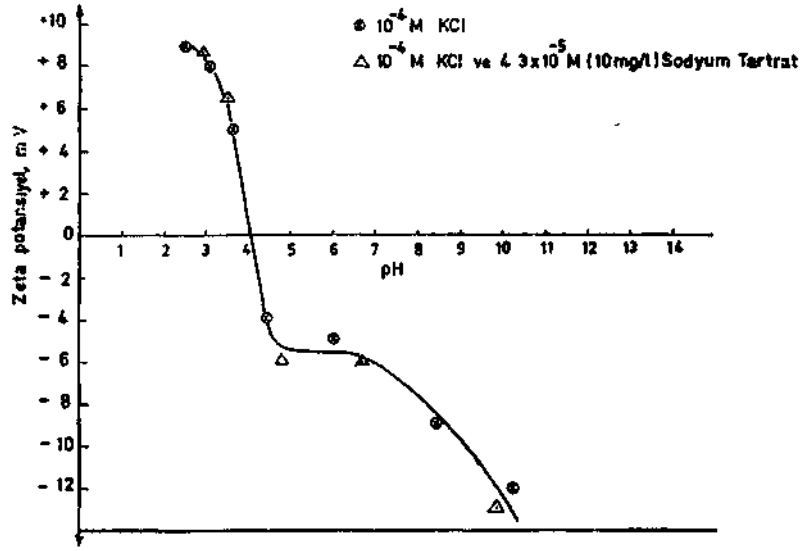
Şekil 2'de olivinin zeta potansiyeli görülmektedir. Olivinin zeta potansiyeli pH 4.1 de (0) sıfır değer almakta ve buna sodyum tartratm hiçbir etkisi olmamaktadır.

2.2. "Hallimond" Selül

"Hallimond" selül flotasyon deneylerinde 1.5 gramlık —65 -f 200 meş saf kromit veya olivin kullanılmıştır.



Şekil 1- Sodyum Tartratın Kromitin Zeta potansiyeline etkisi



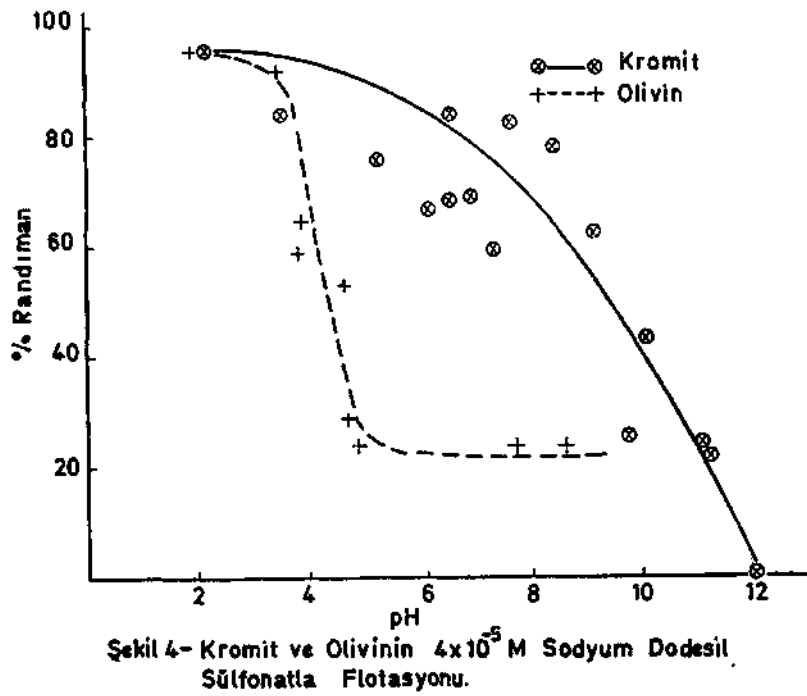
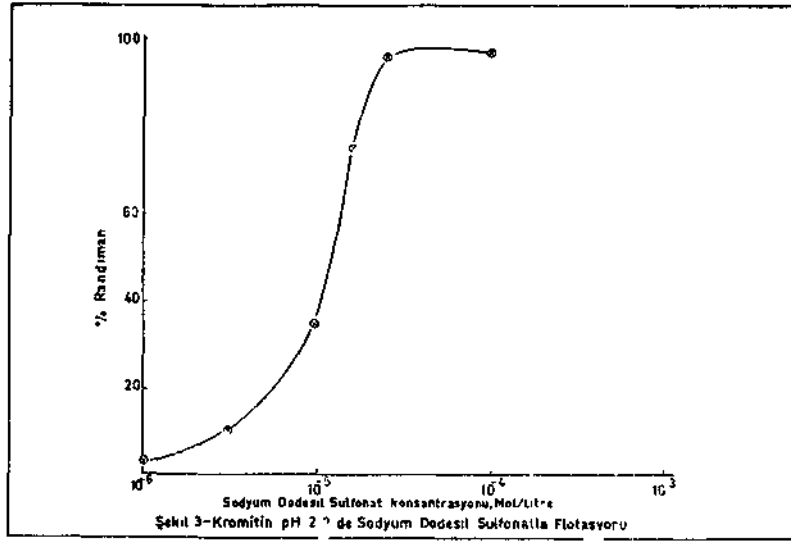
Sekit 2 - Sodyum Tartratın olivinin Zeta potansiyeline etkisi.

100 ml. kollektör içeren çözeltinin pH'ı (pHi) ölçülerek 1.8 gramlık numune ve çözelti "Hallimond" selülüne konmuştur. Manyetik karıştırıcı ile beş dakika kondisyonlandıktan sonra 30 cm⁸ nitrojen gazı selülden bir dakika flotasyon süresi içinde geçirilmiş ve flote eden konsantre alınmıştır. pH tekrar ölçülerek pHf kaydedilmiş ve flote etmeyen kısım artık kurutulup tartılarak randıman yüzdesi hesaplanmıştır.

Önce hiçbir kollektör üâve etmeden kromit veya olivinden beş dakikalık kondisyonlama ve bir dakika flotasyon süresinden sonra elde olunan randıman yüzdesi saptanmış, bunun %1-2 gibi çok düşük olduğu görülmüştür.

4 X 10⁻⁵ M sodyum dodesü sülfonatla kromitin pH 2.2 de yüzde yüze yakın flote edildiği 3 no.lu şekilde görülmektedir.

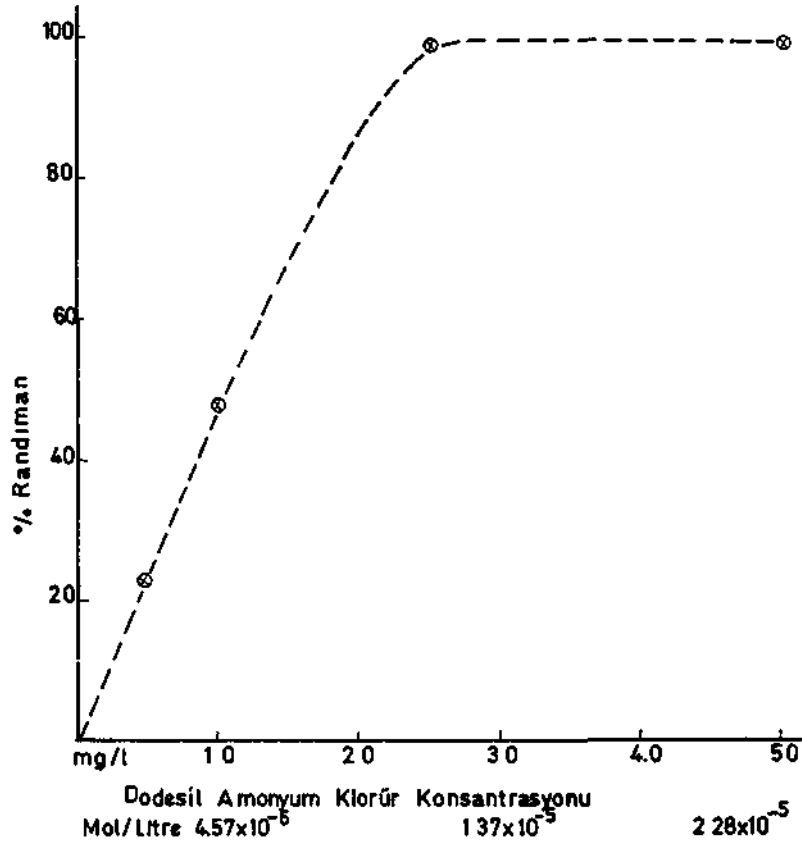
4 X 10⁻⁵ M sodyum dodesü sülfonatla pH'a bağlı olarak kromit ve olivinin flotasyonu 4 no.lu şekilde verilmiştir. pH'm 2 üe 3 değerleri arasındaki her iki mineral yüzeyi negatif elektrik yüküne sahip olduklarından flotasyon randımanı en yüksek seviyededir.



Kromit, 1.37×10^{-5} M dodesil amonyum klorürle tamamen flote etmektedir (Şekil 5). 1.37×10^{-5} M dodesil amonyum klorürü kullanmak suretiyle pH 6.5 ve pH 10.00 değerleri arasında kromitin olivinden ayrışmasının kabil olabileceği 6 no.lu şekilden anlaşılmaktadır.

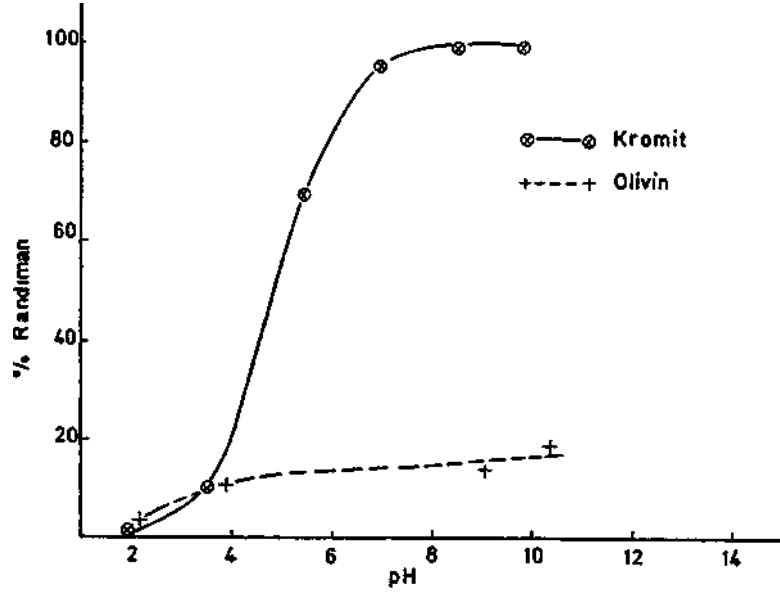
Saf kromit veya olivin yerine kromit-olivin karışımı "Halimond" selülünde kullanılarak kromitin olivinden ayrışması denenmiştir. Bu karışım 0.9 gr. saf kromit ve 0.5 gr. olivinden ibaret olup %33.6 Cr₂O₃ içermektedir.

Sodyum dodesil sülfonatla kromit-olivin arasında bir ayrışma sağlanmamıştır. Sodyum sitrat veya sodyum "EDTA" ilâ-



Şekil 5- Kromitin Dodesil Amonyum Klorürle Flotasyonu.

vesi olivini bastırmada etkili olamamış, ancak sodyum tartrat çözeltiye eklenildiğinde olivin flote etmiş diğer taraftan kromit bastırılmıştır.



Şekil 6-Kromit ve Olivinin 137×10^{-5} M Dodesil Amonyum Klorurle Flotasyonu

7.5×10^{-5} M sodyum sülfonat ve 4.3×10^{-5} M sodyum tartaratla kromit olivin karışımının "Hallimond" selülünde yapılan flotasyon deney sonuçları 7 no.lu şekilde görülmektedir. En iyi sonuç pH 5 ile 7 arasında alınmış olup randıman %80'den fazla ve kromit konsantrasyonunun tenörü %42 Cr_2O_3 'den yüksektir.

Diğer taraftan 1.37×10^{-5} M dodesil amonyum klorurle kromit-olivin karışımının flotasyon sonuçları 1 no.lu Tabloda gösterilmiştir.

Dodesil amonyum klorurle de "Hallimond" selülünde kromitin olivinden ayrışması kabildir.

2-3. Flotasyon

"Hallimond" selülünde elde olunan sonuçların, tenörü %30 Cr_2O_3 ve gang mineralinin büyük bir kısmı olivin olan Batı Kef

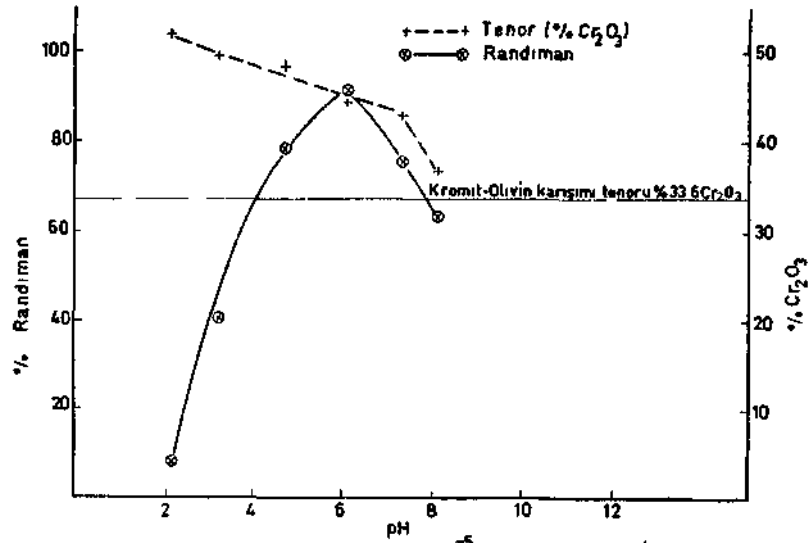
Tablo 1 — Kromit-Olivin Karışımının 3 mg/litre ($1.3 \times 10^{-5} M$) Dodesil Amonyum Klorürle Flotasyonu

| pHf | Kromit Konsantresi | |
|------|----------------------------------|------------|
| | % Cr ² O ₃ | % Bandıma» |
| 8.6 | 42.2 | 70.5 |
| 9.4 | 44.4 | 70.3 |
| 10.4 | 42.3 | 83.3 |

krom cevheri ile 2 litrelik "Galligher-Agitair" flotasyon selülünde tekrarına girişilmiştir.

Krom cevheri önce 7 1/2 inç X 12 inç çubuklu değirmende 65 meşin altına öğütülerek şlamı alınmış ve 240 gr/ton konsantresyonda dodesil amonyum klorür kollektör olarak kullanılarak pH 9.1'de 5 dakika kondisyonlamadan sonra 4 dakika süre ile köpük alınmıştır. Bu deneyin sonucu 2 no.lu Tablo'da gösterilmiştir.

Kromit konsantre tenörü en düşük değer olan %45 Cr₂O₃ ün altındadır. İri kromit taneleri artıkta kalmıştır.



Şekil 7- Kromit-Olivin karışımının $7.5 \times 10^{-5} M$ Sodyum Dodesil Sulfonat ve $4.3 \times 10^{-5} M$ Sodyum Tartratla Flotasyonu

Tablo % — Krom Cevherinin Dodesil Amonyum Klorürle Flotasyonu

| Numune | % Ağırlık | % Cr_2O_3 | % Randıman |
|-----------------|--------------|-------------|-------------|
| Konsantre | 46.0 | 35.4 | 54.3 |
| Artık | 30.4 | 32.2 | 32.7 |
| Şlam | 23.6 | 16.6 | 13.0 |
| Beslenen Cevher | 100.0 | 30.0 | 100.0 |

Çok fazla miktarda köpük meydana geldiğinden amin flotasyonunda köpük kontrolü çok önemlidir. Dodesil amonyum klorürle yapılan deneylerde heptanol ile köpüğün kontrol altına alınması yoluna gidilmiştir. Bu şekilde yapılan deneylerden birinde dodesil amonyum klorür 240 gr/ton ve heptanol 80 gr/ton konsantrasyonda 100 meşin altına öğütülmüş cevherle pH 8.1 de kondisyonlama süresi 1 dakika uygulanmış ve köpük 5 dakika sürede alınmıştır. Bu deneye ait sonuç 3 no.lu Tablo'da verilmiştir.

Tablo 3 — Krom Cevherinin Dodesil Amonyum Klorür - Heptanol'la Flotasyonu

| Numune | % Ağırlık | * < * / > , | % Randıman |
|-----------------|--------------|-------------|--------------|
| Konsantre | 56.8 | 35.9 | 68.0 |
| Artık | 12.4 | 18.8 | 11.1 |
| Şlam | 30.8 | 20.3 | 20.9 |
| Beslenen Cevher | 100.0 | 30.0 | 100.0 |

Konsantrenin tenörü bir iki temizleme işlemi ile yükseltilememiştir.

Sodyum dodesil sülfonat (250 gr/ton) ve sodyum tartratla (300 gr/ton) 65 meşe öğütülmüş cevherde kromitin bastırılması ve olivinin flotasyonu yoluna gidilmiştir. Bu deneye ait sonuç 4 no.lu Tablo'da gösterilmiş olup pH başlangıçta pH_i 5.2 değerinden 5 dakika sonunda pH_f 6.5'a yükselmiştir.

Tablo 4 — Krom Cevherinin Sodyum Dodesil Sülfonat ve Sodyum Tartratla Flotasyonu

| Numune | % Ağırlık | % Cr ₂ O ₃ | % Randıman |
|------------------------|--------------|----------------------------------|--------------|
| Konsantre | 19.7 | 21.9 | 14.8 |
| Artık | 59.2 | 36.5 | 76.5 |
| Şlam | 21.1 | 15.5 | 11.0 |
| Beslenen Cevher | 100.0 | 29.1 | 100.0 |

"Hallimond" selülünde elde olunan sonuçlar "Agitair" flotasyon selülünde Batı Kef krom cevheriyle tekrarlanamamıştır. Flotasyon selülünde Batı Kef krom cevherinden iyi bir randımanla %45 Cr₂O₃ veya daha yüksek tenörde bir krom konsantresi elde edilmesi için flotasyon parametrelerinin bir çok deneyle tahkiki gerekmektedir.

3. Sonuç

- i. "Hallimond" selülünde kromitin olivinden ayrışması, kromiti 1.37×10^{-5} M dodesü amonyum klorürle flote etmek veya kromiti 4.3×10^{-5} M sodyum tartratla bastırmak ve olivini 7.5×10^{-5} M sodyum dodesü sülfonata flote etmekle de kabildir.
- ü. "Zetameter" de yapılan ölçmelerde kromitin zeta potansiyelinin (0) sıfır olduğu pH 5.3 olivinin ki ise pH 4.1 değerleri bulunmuştur. 4.3×10^{-5} M sodyum tartrat kromitin elektrik yükünün (0) sıfır olduğu pH 5.3 değerini pH 3.7'ye düşürmüştür. Diğer taraftan sodyum tartrat olivinin zeta potansiyeline bir etki göstermemiştir.
- ii. Batı Kef krom cevherinin flotasyonunda dodesil amonyum klorür - Heptanol ve sodyum dodesü sülfonat - sodyum tartrat sistemlerinden ümit verici sonuçlar alınmıştır. Ancak başarılı bir flotasyon ayrışması için krom konsantresinin tenor ve randımanının geliştirilmesi gerekmektedir.

Referanslar

- (1) Sommerlatte, H., "Zur Flotation von Chromerzan Z. Erzbergb. Metallhütten W., 15, 602 - 4, 1962.
- (2) Sher, P., M. Miloshevich ve P. Bulatovich "Anionic Flotation of Chromite in an Alkaline Media without Preliminary Desliming", Vm th International Mineral Processing Congress, Leningrad, 1968.
- (3) Göksaltık, S. "Kefdağı Krom Cevheri Selektif Flotasyonu", Doktora Tezi, Clausthal, Almanya, 1956.
- (4) Doğan, Z. M., ve R. B. Bhappu, Yayınlanmamış Rapor, 1970.
- (5) Sobieraj S., ve J. Laskowski, "Flotation of Chromite", Tarns. Inst. Min. Metall. (Sect. C: Mineral Process. Extr. Metall.), Vol. 83, pp. C. 207 - C 213, 1973.
- (6) Deju, R. A., ve R. B. Bhappu, "Surface Properties of Silicate Minerals", New Mexico State Bureau of Mines and Mineral Resources, Circular 82, p., 1965.
- (7) Deju, R. A., ve R. B. Bhappu, "A Correlation Between Surface Phenomena and Flotation in Silicates", New Mexico State Bureau of Mines and Mineral Resources, Circular 90, 22 p., 1967.

HIZLI NÖTRON AKTİVASYON ANALİZİ YARDIMI İLE FOSFAT KAYALARINDA FLUOR TAYINI

S. DİNÇER* - H. ÖZYOL** - E. BARUTÇUGİL*** - H. SEVİMLİ****

Ozet

Bu çalışmada hızlı nötron aktivasyon analizi ile fosfat kayalarında flor tayin edilmiştir. Analiz, $^{19}\text{F}(n,p)^{18}\text{O}$ reaksiyonundan yararlanarak yapılmış ve gamma spektrumlarının alınmasında, ayırma gücü yüksek Ge-Li sayaçlı gamma spektrometresi kullanılmıştır. ^{18}O 'un yarı ömrünün kısa olması (27 sn) nedeni ile numuneler, nötron jeneratörü ve spektrometre arasında hızlı çalışan hava basınçlı pnömomatik sistem yardımı ile taşınmıştır.

Abstract

In this work, elemental fluorine has been determined in the phosphate rocks by means of fast neutron activation analysis. The method based on the reaction $^{19}\text{F}(n,p)^{18}\text{O}$. In order to get the gamma spectrum of activated samples, high resolution gamma spectrometer with the Ge-Li detector was used. Samples has been transferred between the neutron field and detectors by the pneumatic transfer system.

(•) Dr. Fizik Y. Müh. Nükleer Araştırma Merkezi, Ankara.

(*) Fizik Y. Müh. Nükleer Araştırma Merkezi, Ankara.

(***) Fizik Y. Müh. Nükleer Araştırma Merkezi, Ankara.

(****) Fizik Y. Müh. Nükleer Araştırma Merkezi, Ankara.

1. Giriş

Fosforik asit, süper fosfat, fosfor ve fosfor bileşiklerinin hammaddesini teşkil eden fosfat kayaları $\text{Ca}_{10}\text{F}_2(\text{PO}_4)_6$ fluor ihtiva etmektedir. Mineralin fabrikasyonunda, hidroflorik asit halinde açığa çıkan fluor, kontrol altına alınıp kendisinden yan ürün olarak yararlanılmadığı takdirde, önemli bir problem haline gelmektedir. Çünkü, hidroklorik asit cam, porselen ve metalleri aşındıran korrosif aynı zamanda da zehir etkisi olan bir maddedir (1,2). Bu balomdan fosfat kayalarının içerisinde bulunan fluor miktarının, işletmede bir güçlük yaratmaması bakımından bir limitin altında bulunması istenmektedir.

Fluorun alışagelmış kimyasal metotlarla kantitatif analizi çok zaman almakta ve numune bünyesi analiz anında bozunuma uğramaktadır. Nötron aktivasyon analizi (NAA) ile fluor tayini ise kolay olmakla birlikte, kısa zamanda gerçekleşmekte ve numune bünyesi üzerinde de kimyasal bir işlem yapılmadığı için aynı numune defalarca analiz edilebilmektedir. Nötron aktivasyon analizinin mahiyeti ve diğer metotlar arasındaki yeri (3) de verilmiştir.

Nötron aktivasyon analizi ile fluor tayinine yarayan reaksiyonlar Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1 — Fluorun Nötron Reaksiyonları (4)

| Reaksiyon | 14 MeV nötronlar | Ürün radyoizotopun | |
|--|------------------------|--------------------|-----------------|
| | İçin tesir kesiti (mb) | Yarı ömrü | Gamma en. (MeV) |
| $\text{F}^{19}(\text{n},\gamma)\text{F}^{20}$ | 9.8±0.7 (Termik) | 11.2 sn | 1.63 |
| $\text{F}^{19}(\text{n},2\text{n})\text{F}^{18}$ | 47±4 | 109.7 dak | 0.51 |
| $\text{F}^{19}(\text{n},\text{p})\text{O}^{19}$ | 20±2 | 27 sn | 0.2;1.37 |
| $\text{F}^{19}(\text{n},\alpha)\text{N}^{16}$ | 15±5 | 7.1 sn | 5-7 arası |

Analiz için ele alınan numuneler toprak numunesi olduğu için içerisinde fluordan başka çok sayıda çeşitli elementler vardır. Bu elementlerin fluor üzerindeki Spektrum girişimlerini mümkün olduğu kadar azaltmak bakımından, yukardaki reaksiyonlar arasından $\text{F}^{19}(\text{n},\text{p})\text{O}^{19}$ reaksiyonu analiz için uygun gö-

rülmüştür. Bu reaksiyonda ortaya çıkan ^{18}O 'un yarı ömrünün kısa olması, süratli çalışan bir pnömatik transfer sistemi gerektirmiştir. Diğer taraftan spektrum anaJizinin 0.2 MeV'lik fotopike dayanması, düşük enerji bölgesindeki bu gammanın ayrılabilmesi için ayırma gücü fazla olan Ge-Li sayacı kullanma zorunluğunu doğurmuştur.

Numuneler öğütülmüş olarak M.T.A. Enstitüsü'nden temin edilmiş ve standart olarak da NaF kullanılmıştır.

2. Ölçülerin Alınması ve Değerlendirme

a. Denel Düzenek

Nötron aktivasyon analizi üe fluor tayininde kullanılan denel düzenek üç bölümden ibarettir. Bunlar nötron kaynağı, pnömatik transfer sistemi ve gamma spektrometresidir.

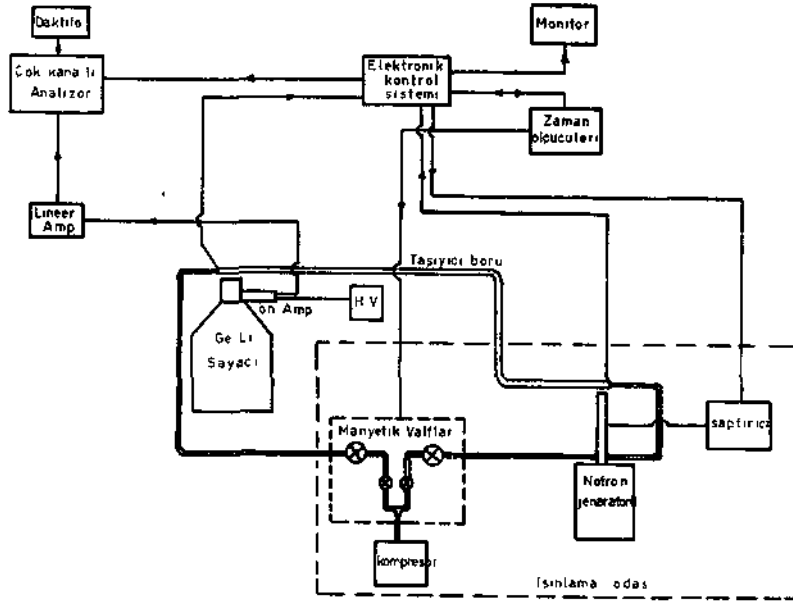
Nötron kaynağı olarak Cockcroft-Walton tipi nötron jeneratörü kullanılmıştır. Jenaratör $\text{H}^3(\text{d},\text{n})\text{He}^4$ reaksiyonu sonucu 14 MeV enerjili nötronlar oluşturmaktadır. Nötron akısı 10^{10} n.cm⁻².sn⁻¹ mertebesindedir.

Numunelerin ışınlanması için nötron jeneratörünün hedefi önüne gönderilmesi, belirli bir süre ışınlanmasından sonra saniyenin kesri içinde gamma spektrometresinin önüne getirilmesi için basınçlı hava ile çalışan pnömatik transfer sistemi kullanılmıştır (5). Şekü l'de denel düzenek görölmektedir.

Gamma spektrometresi Ge-Li sayacı, çok kanallı puls yüksekliği analizörü ve bağı elektronik ünitelerden ibarettir. Sayacın ayırma gücü (rezülasyon) 3 KeV ve toplam enerji pik verimi 3x3 inçlik Nal kristalli sayaca göre % 10'dur.

b. Spektrumların Alınması ve Değerlendirme

Deneyde standart olarak NaF kullanılmıştır. Toz halinde bulunan standart ve numuneler polietilen kapsüller içerisinde ışınlanıp spektrumları alınmıştır, önce standart üe birlikte numune olarak saf CaF² alınmış ve bundan fluor tayini yapılmıştır. CaF₂ içerisindeki fluorun teorik ve NAA üe bulunan de-



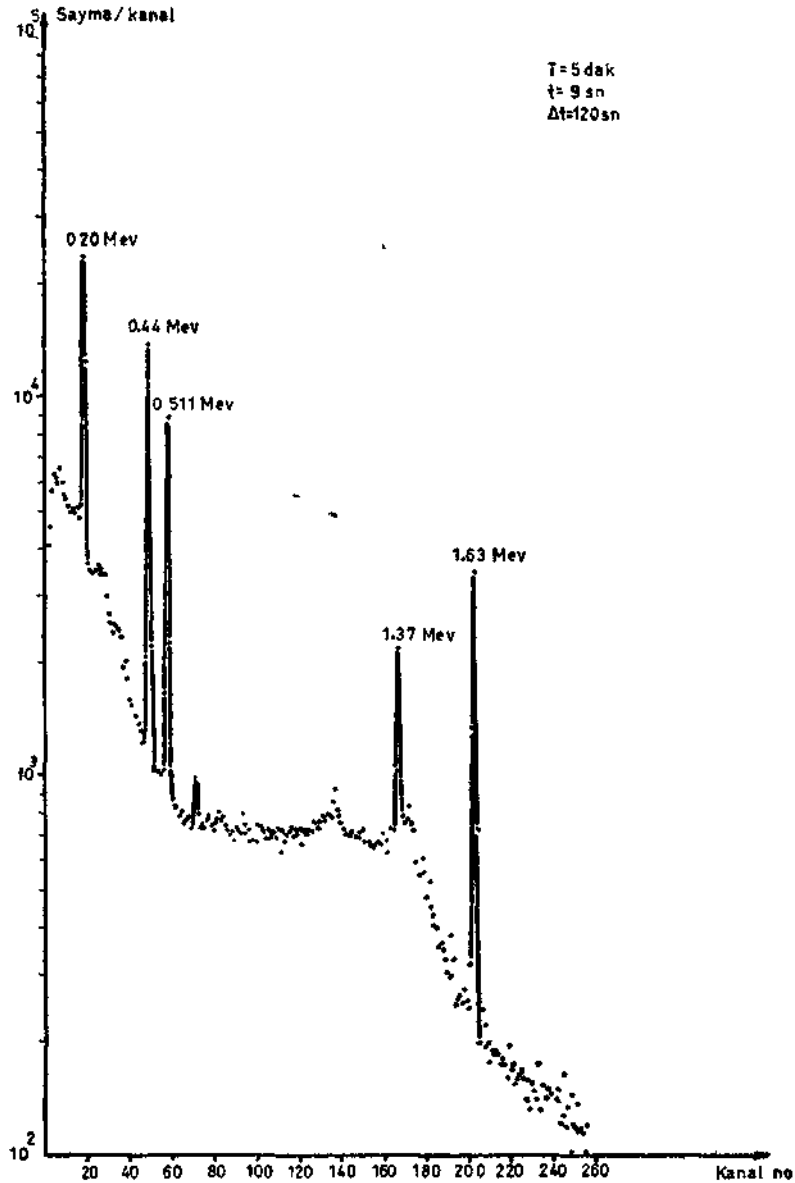
Şekil 1 Deney düzeneginin blok diyagramı

ğerleri arasında hata limitleri dahilinde bir uygunluk elde edildikten sonra numunelerin analizine geçilmiştir.

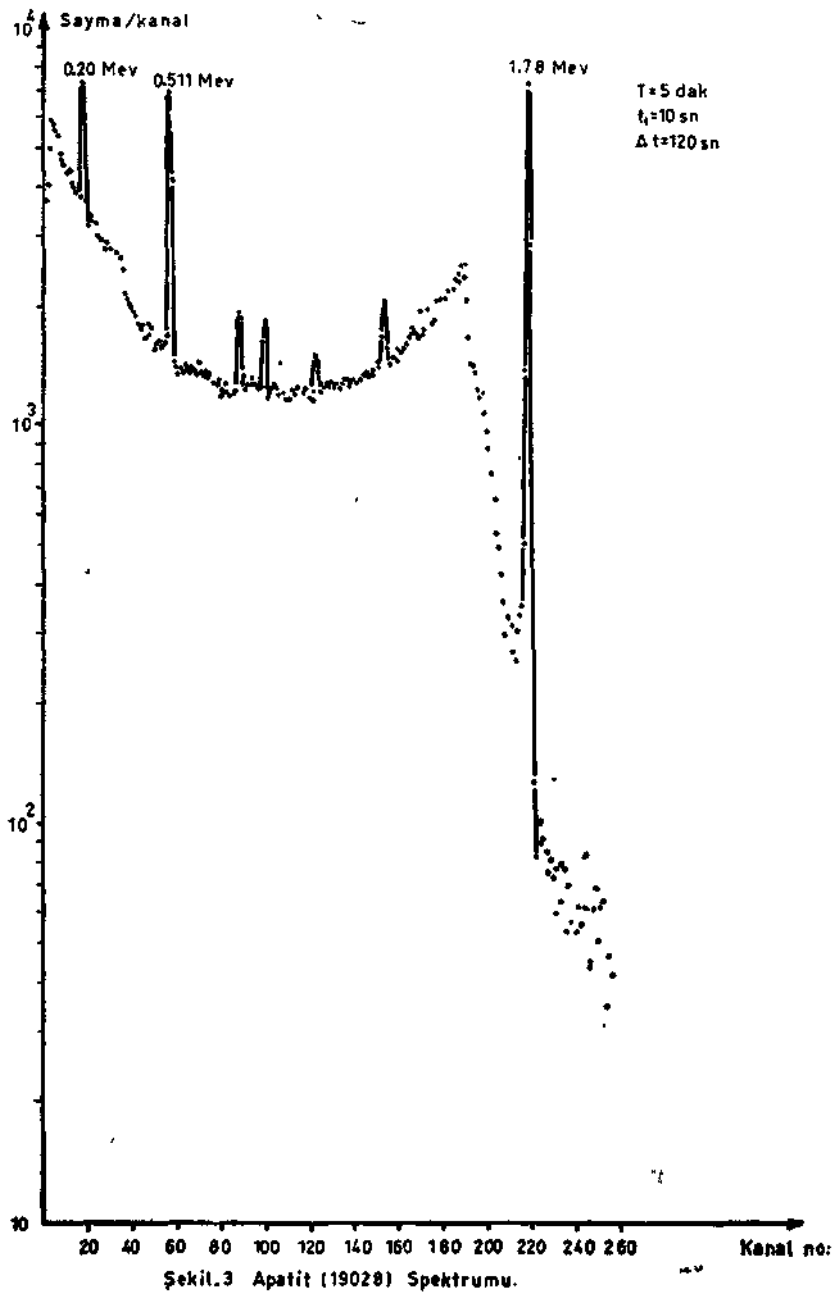
Standart NaF ün gamma ışını spektrumu Şekil 2'de ve apatit numunelerinden birine ait spektrum da Şekil 3'de görülmektedir. Spektrumlardaki O^{19} a ait 5.2 MeV'lük toplam enerji pikinin ölü zaman, tabii fon düzeltmeleri yapıldıktan sonra alan değerleri Covell metodu ile hesaplanmıştır. Toplam enerji pik alanları, numune ve standartdaki fluor miktarları ile orantılı olduğu için, bunların aşağıdaki denkleme uygulanması ile numunelerdeki fluor miktarları bulunmuştur.

$$m = m_s \cdot S/S_s \cdot e^{-\lambda t_1} / e^{-\lambda t_{1s}} \cdot \Phi_s / \Phi$$

Burada m_s , standartdaki fluor miktarı, λ , O^{19} un parçalanma sabiti, t_1 ler numunelerin ve standartın soğuma zamanları ve Φ ler de ışınlamalar esnasındaki nötron akışım karakterize eden monitör değerleridir.



Şekil.2 NaF Spektrumu



Değerlendirmeler sonucu numunelerde bulunan fluor miktarları gram cinsinden ve yüzde olarak Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo Z — NAA tie Apatit Numunelerinde Bulunan
Fluor Miktarı

| Numune | | Fluor miktarı (gr.) | Fluor Yüzdesi % |
|------------------|---------------|------------------------|--------------------|
| No. | Kütlesi (gr.) | | |
| 17908 | 3.6254 | 0.4764+0.0101 | 13.14+0.28 |
| 19028 | 3.0520 | 0.1203+0.0063 | 3.94+0.20 |
| CaF ₂ | 4.1649 | 2.0306+0.0411 | 48.75+0.98 |

Numunelerin her biri en az altı defa analize tabi tutulmuştur. Sonuçlar üzerindeki verilen hata miktarları ortalama değerler üzerindeki hatalardır.

Referanslar

- (1) R. Norris Shreve. "Chemical Process Industries" (1967).
- (2) N. Irvin Sax "Dangerous Properties of Industrial Materials" (1957).
- (3) S. Dinçer - E. Barutçugil "Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik m Kongresi" Sahife 675, (1973).
- (4) "Handbook on Nuclear Activation Cross-Sections" I.A.E.A. Technical Report Series No. 156, (1974).
- (5) S. Dinçer - H. özyol - H. Sevimli - E. Barutçugil" Turkish Atomic Energy Commission Ankara Nuclear Research Center Technical Journal", Vol. 1, No. 3, (1974).

TEBLİĞLER VE YAZABLARININ LİSTESİ

| Soyadı, Adı | Tebliğın Başlığı | Görev ve Kuruluşu |
|------------------|--|---|
| AKIN, Serap | Çarşamba - Ünye Sahil Kumlarından Demir Kazanma Olanakları | Metalürji Müh. M.T.A.E. . Ankara |
| ALP, İsmail | Madencilüğimizin Yasal Sorunları | Maden Y. Müh. M.T.A.E. - Ankara |
| ATAK, Sona | Çamdağı Demir Cevherinin Zenginleştirilmesi | Maden Y. Müh. I.T.Ü. . İstanbul |
| ATAMAN, Gürol | Yerbilimleri Eğitiminde Başlıca Sorunlar | Prof, Dr. H. Ü. Müh. Fak. Dekanı _ Ankara |
| ATAMAN, Tacettin | Uzun Ayaklarda Tahkimat Esasları | Assoc. Prof. Dr, O.D.T.Ü. - Ankara |
| AYIŞKAN, özer | Türkiye Fosfat Yatakları ve Değerlendirme İmkanları | Dr. Maden Y. Müh. M.T.A.E. - Ank. |
| BARUTÇUGİL, Erol | Hızlı Nötron Aktivasyon Analizi Yardımı ile Fosfat Kayalarında Flor Tayini | Fizik Y. Müh. Nükleer Araştırma Merkezi - Ankara |
| BAŞERDEM, İsmet | Rakkamlarla Madencilüğümüz | Hukukçu, D.I.E., Maden 1st Şb. Md. - Ankara |
| BAYSAL, Orhan | Türkiye Bor Hammadde Üretim Politikası | Doçent Dr. Mineralog, H.Ü. - Ankara |
| BÖLÜKBAŞL Naci | Pulluklu Kazıda öngerilmenin Pulluk Zinciri ve Tesbit Sistemi Kuvvetlerine Yaptığı Etkinin Araştırılması | Dr. Maden Y. Müh. O.D.T.Ü . Ankara |
| ÇİLİNGİR, Yalçın | Madencilüğimizin Evrimine Toplu Bir Bakış | Maden Y. Müh. T.M.M.O.B. Maden Müh. Odası, - Ankara |

| Soyadı, Adı | Tebliğın Başbđı | Görev ve Kuruluğu |
|-----------------------------|---|--|
| DİNÇER, Salih | Hızlı Nötron Aktivasyon Analizi Yardımı ile Fosfat Kayalarında Flor Tayini | Dr. Fizik Y. Müh. Nükleer Araştırma Merkezi - Ankara |
| DOĞAN M. Zeki | Olivinin Kromitten Flotasyonla Ayrışması | Assoc. Prof. Dr, O.D.T.Ü. - Ankara |
| ESKİKAYA, Şinasi | Madencilik Araştırma Kurumları ve Türkiye | Dr. Maden Y. Müh., I.T.Ü. - İstanbul |
| GAZANFER, Sabahattin | G.L.I Soma Açık işletmelerinde Delme, Ateşleme, Yükleme ve Taşıma Faaliyetlerine ilişkin Araştırmalar | Maden Y. Müh. G.L.I. - Soma |
| İNCEEFE, Seçkin | Ankara Andeziti, Kireçtaşı ve Bazı Travertenlerin Yorulma Karakteristikleri | Maden Y. Müh. M.T.A.E. - Ankara |
| İZDAR, Erol | Bazı Batı Anadolu Perlitleri ve Fiziksel özellikleri Üzerinde Bir İnceleme | Doçent Dr. E.Ü. - İzmir |
| İZDAK, Erol | Türkiye Borat Yataklarının Jeolojisi ve Yeni Saha Potansiyelleri ile ilgili Bazı Görüşler | Doçent Dr. E.Ü. - İzmir |
| KASAPOGLU K., Ercin | Uluslararası Kayaç Mekanik Terminolojisi, Simgeleri ve Birimleri | Dr. H.Ü. - Ankara |
| KAYADELEN, Mehmet | Çarşamba-Ünye Sahil Kumlarından Demir Kazanma Olanakları | Maden Müh. M.T.A.E. - Ankara |
| KÖKSOY, Mümin | Doğu Karadeniz Plaser Manyetit Yatakları | Doçent Dr. H.Ü. - Ankara |
| KÖKTÜRK, Uğur | Türkiye Borat Yataklarının Jeolojisi ve Yeni Saha Potansiyelleri ile ilgili Bazı Görüşler | Jeoloji Y. Müh. E.Ü. - İzmir |

| Soyadı, Adı | Tebliğın Başlığı | Görev ve Kuruluşu |
|---------------------------|--|---|
| ÖCAL, Muammer | Madencilüğimizin Genel özellikleri ile Mesleki Eğitim İlişkileri | Maden Y. Müh. Etibank Kırka Tesis Md. - Eskişehir |
| ÖNAL, Güven | Mazıdağ Fosfat Cevherlerindeki Uranyumdan Yararlanma Olanakları | Dr. Maden Y. Müh. İ.T.Ü. . İstanbul |
| ÖZLÜTAŞ, Hüseyin | Enerjinin Üretim Birimleri Açısından Toplama Yansıması | Maden Müh. - İstanbul |
| ÖZYOL, Haldun | Hızlı Nötron Aktivasyon Analizi Yardımı ile Fosfat Kayalarında Flor Tayini | Fizik Y. Müh. Nükleer Araştırma Merkezi - Ankara |
| PAŞAMEHMETOĞLU, A. Günhan | Kaya Mekanığı Dalında Endüstri ve Üniversite İşbirliği | Dr. Y. Müh. O.D.T.U. - Ankara |
| SEVtMLt, H. | Hızlı Nötron Aktivasyon Analizi Yardımı ile Fosfat Kayalarında Flor Tayini | Fizik Yük. Nükleer Araştırma Merkezi - Ankara |
| UZKUT, İsmet | Türkiye Hammadde Sorunu | Dr. Mineralog E.Ü. - İzmir |
| ÜNAL, Erdal | Beypazarı O.A.L. İşletmesindeki Uzun Ayaklarda Tabaka Hareketinin ve Tavan Denetimi Sorunlarının İncelenmesi | Maden Y. Müh. O.D.T.Ü . Ankara |
| ÜSTÜNKOL, Şerafettin | Toz Problemi ve E.K.I. Kilimli Bölümü Kömür Ocaklarındaki Tozlanma Durumunun Etüdü | Maden Y. Müh. E.K.I. - Zonguldak |
| YALGIN, Oktay | Çarşamba-Ünye Sahil Kumlarından Demir Kazanma Olanakları | Maden Y. Müh. M.T.A.E. - Ankara |
| YAZAN, H. Avni | Düşük Tenörlü Civa Cevherlerinin Flotasyon Yöntemi ile Liaboratuvar ve Pilot Çapta Zenginleştirilmesi | Dr. Maden Y. Müh. T.D.C. İşi. Gnl. Md. Mua. - Karabük |

Reklamlar

AZOT SANAYİİ T.A.Ş.

SERMAYESİ :900.000.000.. TL.

- AZOTLU, FOSFATLI KİMYEVİ GÜBRELERİ İLE MÜSTAHSİLİN;
- DERİŞİK NİTRİK ASİT - TEKNİK AMONYUM NİTRAT - MAYİ AMONYAK - AZOT GAZI - OKSİJEN GAZI İLE TÜRK SANAYİCİSİNİN EMRİNDE VE HİZMETİNDEDİR.

ÜRETTİĞİMİZ KİMYEVİ GÜBRELER :

- AMONYUM NİTRAT GÜBRESİ (% 20,5 N) 50.000 TON/YIL % 50 NH_4 + % 50 NO_3 (N_2) LU NEM % 05
- AMONYUM NİTRAT GÜBRESİ (% 25,8- % 26,2 N) 338.500 TON/YIL % 50 NH_4 + % 50 NO_3^+ (N_2) LU, NEM % 04
- AMONYUM SÜLFAT GÜBRESİ (% 21 N) 60.000 TON/YIL NEM % 05, H_2SO_4 AZAMI % 003
- TRİPLSÜPERFOSFAT GÜBRESİ (TOTAL P_2O_5 % 46,6-47,0) 220.000 TON/YIL SUDA ÇÖZÜNÜR P_2O_5 % 43,5-44, SERBEST H_3PO_4 % 3,5-4,5 NEM % 3-5
- DİAMONYUM FOSFAT GÜBRESİ (18-46-0) 227.000 TON/YIL TOTAL P_2O_5 ASGARİ % 46, SUDA ÇÖZÜNÜR P_2O_5 % 42,3, % 18 (N_2) LU /
- NORMAL SÜPERFOSFAT GÜBRESİ 220.000 TON/YIL TOTAL P_2O_5 ASGARİ % 18, SUDA ÇÖZÜNÜR P_2O_5 ASGARİ % 17,5

DİĞER MAMÜLLERİMİZ :

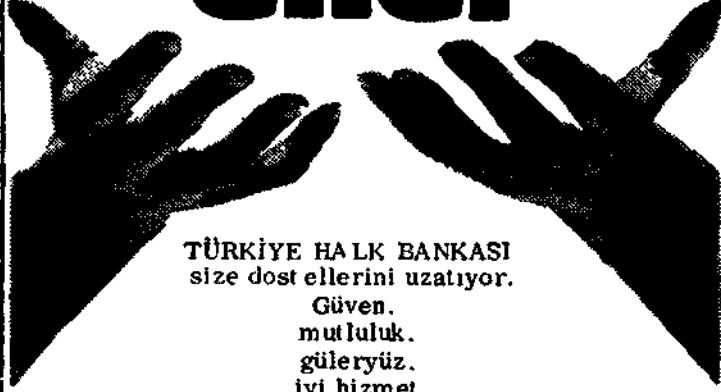
- DERİŞİK NİTRİK ASİT 6.000 TON/YIL, ASGARİ % 98 HNO_3 , N_2O_4 AZAMI % 05
- TEKNİK AMONYUM NİTRAT 15.000 TON/YIL, KRİSTAL VE GRANÜL % 34,7 N, % 02 NEM, Cl AZAMI % 0002, Fe^{+++} , Fe^{++} Eser Halde
- MAYİ AMONYAK 1.000 TON/YIL, % 99,8 NH_3 , NEM % 02
- AZOT GAZI % 99,992 SAFİYETTE (TALEBE GÖRE)
- OKSİJEN GAZI % 96-98 SAFİYETTEDİR. (TALEBE GÖRE)

AZOT SANAYİİ KÜTAHYA, SAMSUN, ELÂZİĞ İŞLETMELERİ İLE YURT KALKINMASINDA TÜRK ÇİFTÇİSİNİN VE TÜRK SANAYİCİSİNİN EMRİNDE VE HİZMETİNDEDİR.

ADRESLER :

- ★ AZOT GENEL MÜDÜRLÜK - ANKARA - TEL: 18 41 50
- ★ AZOT İŞLETMELERİ MÜDÜRLÜĞÜ - KÜTAHYA - TEL: 1977
- ★ AZOT FABRİKASI - SAMSUN - TEL: 6100
- ★ AZOT SANAYİİ SÜPERFOSFAT FABRİKASI - ELÂZİĞ - TEL: 1787

dost eller



TÜRKİYE HALK BANKASI
size dost ellerini uzatıyor.

Güven.
mutluluk.
güleryüz.
iyi hizmet.

modern uygulama

Halkın bankası olan

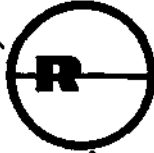
TÜRKİYE HALK BANKASI

daima

hizmetinizdedir.

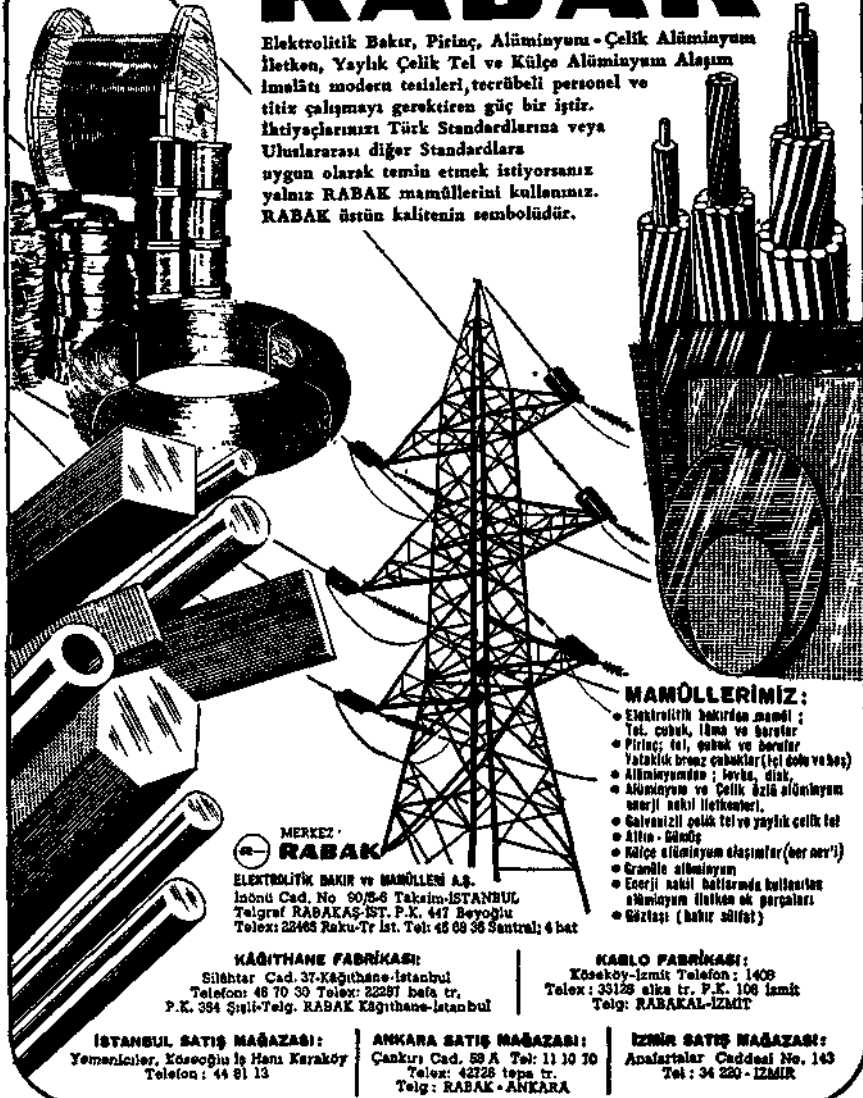


TÜRKİYE HALK BANKASI
halkın bankasıdır



ELEKTROLİTİK BAKIR ve ALÜMİNYUM MAMÜLLERİ İMALİNDE TEK İSİM **RABAK**

Elektrolitik Bakır, Pirinç, Alüminyum - Çelik Alüminyum İletken, Yaylık Çelik Tel ve Külçe Alüminyum Alaşım imalatı modern tesisleri, tecrübeli personel ve titiz çalışmayı gerektiren güç bir iştir. İhtiyaçlarınızı Türk Standardlarına veya Uluslararası diğer Standardlara uygun olarak temin etmek istiyorsanız yalnız RABAK mamüllerini kullanınız. RABAK üstün kalitenin sembolüdür.



MERKEZ
RABAK

ELEKTROLİTİK BAKIR ve MAMÜLLERİ A.Ş.
İskânî Cad. No 90/56 Taksim-İSTANBUL
Telgraf RABAKAŞ-İST. P.K. 441 Beyoğlu
Telex: 22465 Raku-Tr İst. Tel: 45 60 36 Santral; 4 hat

KÂĞITHANE FABRİKASI:

Silâhtar Cad. 37-Kâğıthane-İstanbul
Telefon: 46 70 30 Telex: 22287 hafa tr.
P.K. 384 Şişli-Teleg. RABAK Kâğıthane-İstanbul

İSTANBUL SATIŞ MAĞAZASI:
Yemeniciler, Köseoğlu İş Hanı Karaköy
Telefon: 44 81 13

ANKARA SATIŞ MAĞAZASI:
Çankırı Cad. 53 A. Tel: 11 10 10
Telex: 42726 tepe tr.
Telg: RABAK-ANKARA

MAMÜLLERİMİZ:

- Elektrolitik bakırdan mamül ;
Tel. çubuk, lüma ve borular
- Pirinç; tel, çubuk ve borular
Yataklık bronz çubuklar (tel çubuğu ve boru)
- Alüminyumdan ; levha, disk,
- Alüminyum ve Çelik özlü alüminyum
enerji nakil iletkenleri.
- Galvanizli çelik tel ve yaylık çelik tel
- Alümin - Gümüş
- Külçe alüminyum alaşım (her nevi)
- Granül alüminyum
- Enerji nakil hatlarında kullanılan
alüminyum iletken ok parçaları
- Gümüş; (bahir salıf)

KABLO FABRİKASI:

Köseköy-İzmit Telefon: 1409
Telex: 33128 alka tr. P.K. 106 İzmit
Telg: RABAKAL-İZMİT

İZMİR SATIŞ MAĞAZASI:
Anafartalar Caddesi No. 143
Tel: 34 220 - İZMİR



TÜMAŞ

TÜRK MÜHENDİSLİK, MÜŞAVİRLİK
VE MÜTEAHHİTLİK A.Ş.

TÜRK SANAYİCİ VE YATIRIMCILARININ HİZMETİNDE

- KİMYA, PETROL, PETROKİMYA VE GÜBRE
- MAKİNA İMALÂT SANAYİİ
- GIDA SANAYİİ
- PAMUK İPLİĞİ, PAMUKLU DOKUMA
- MADENCİLİK
- TURİZM
- ORMAN ÜRÜNLERİ
- YEM SANAYİİ
- BİTKİSEL YAĞ
- VE DİĞER SANAYİ KONULARINDA

- YATIRIM KONUSU ARAŞTIRMALARI
- FİZİBİLİTE ETÜDLERİ
- PAZAR ARAŞTIRMALARI
- GENEL ETÜDLER VE ÜRETİM PLÂNLAMASI
- KREDİ TEMİNİ HİZMETLERİ
- PROSES SEÇİMİ
- DETAY MÜHENDİSLİK
- MÜŞAVİRLİK HİZMETLERİ
- NEZARET VE KONTROLLUK HİZMETLERİ
- SATINALMA HİZMETLERİ
- İŞLETMEYE ALMA HİZMETLERİ
- MEVCUT TESİSLERİN DAR BOĞAZLARININ
GİDERİLMESİ HİZMETLERİ

MERKEZ ANKARA : Ziya Gökalp Cad. No.17/2 Tel. 181941 - 181968 - 181981

TLX - 42265 TMAŞ TR.

ŞUBE İZMİR : Gazi Osman Paşa Bul. No.16/6 Tel. 27095

1929 yılından beri memleket hizmetinde

Anadolu Çimentoları T.A.Ş.

Kartal - İSTANBUL

- Yılda 500.000 ton portland çimento üretimi,
 - 500'e yakın personeli,
 - İhracaatı ile yurda getirdiği önemli miktarda dövizi,
 - 45 yıllık tecrübesi ile
- güçlü bir kuruluştur.

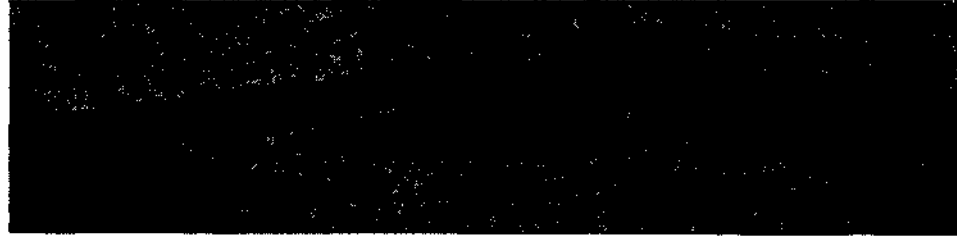
Ç İ N K U R

Ç İ N K O - K U R Ş U N M E T A L S A N A Y İ İ A . Ş .

Montaj çalışmaları hızla devam eden Ç İ N K U R Tesisleri, yıllık 40.000 ton metal çinko üretimi ile 1975 yılı ikinci yarısında faaliyete geçecektir.



Üretime hazır hale getirilmiş olan Aladağ Maden İşletmesi.



Tesislerden bir görünüş.

REFRAKTER SANAYİNDE TÜRK SERMAYESİNİN GÜÇLÜ ATILIMI

Km KÜMAS

KÜTAHYA MANYEZİT İŞLETMELERİ A. Ş.

HEDEFLER :

- 70.000 ton/yıl sinter manyezit üretimi
- yaklaşık 1000 kişiye iş
- yılda 14 milyon dolar döviz geliri
- 1976'da üretim

VARILAN NOKTA :

- teknolojik imalatın %75'i
- maden makinelerinin %95'i
- tesis inşaatının %25'i

yatırım başlangıcı 15 Eylül 1974 ile 1974 sonu arasında
TAMAMLANMIŞTIR.

Genel Müdürlük : Necatibey Cad. 57, Yenigehir - ANKARA

İrtibat Bürosu : Hükümet Cad. 1/4 - KÜTAHYA

Fabrika : Eskişehir Yolu 9. km. - KÜTAHYA

Maden Şantiyesi : Eskişehir Yolu 20. km. - KÜTAHYA



AR 92 AS 22
ağır yük
lastikleri

**zaman
yürürken pirelli koşar!**

AR 92 kolay kolay AR 92 olmadı.
AS 22 de tesadüfen AS 22 değil. Koskoca bir Pirelli aradı, uğraştı, denedi bunları.
Dağ tepe gitsin, tepe tepe kullanılsın diye.
Bugün kullandığın AS 22, AR 92 yarının da lastiğidir.
Pirelli tekniği zamandan da hızlı gider.

Türk PIRELLI

ENDÜSTRİ TESİSLERİ KURULMASINDA



ENDÜSTRİ TESİSLERİ İMALAT
VE MONTAJ TAHHÜT A.Ş.

PETRO KİMYA
YİYECEK ENDÜSTRİSİ
TEKSTİL
ÇELİK YAPILAR
FABRİKALAR
TANKLAR
TRANSPORT SİSTEMLERİ
SOĞUTMA

MÜHENDİSLİK • İMALAT • YAPI • MONTAJ



OZKOSEÖĞLÜ GURUBUNUN BİR BÖLÜMÜDÜR

NECATİBEY CADDESİ 151 KARAKÖY İSTANBUL

TELEFON 49 81 98 TELEX 22261 İST 45

ENTES 1981

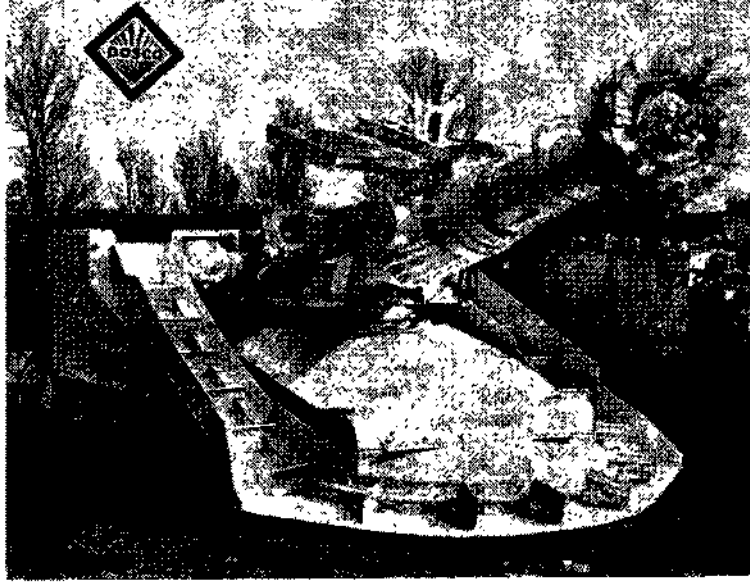
vitra  **bütün**
inşaatlarda 
 **elli**  **eins**
mamulü ile her
türlü  **sıhhi**
 **tesisat** 
ihtiyacını
karşılar 

VITRA SİHİ TESİSAT MALZEMESİ
ECZACIBAŞI SERAMİK FABRİKALARI AŞ

D O S C O
OVERSEAS ENGINEERING LIMITED
TÜNEL AÇMA MAKİNASI

—Roadheader Mk2A—

TÜRKİYE'DE
TUNÇBİLEK YERALTI İŞLETMESİNDE



Diğer makineler:



Türkiye yetkili mümessili:

PETROKEMA
Sanayi Mühendisliği Müessesesi
Hemşeri Sokak 18/7, Gaziosmanpaşa - Ankara
Tel: 26 17 50

EN MÜKEMMEL
HİZMETİ SUNABİLMEK GAYESİ İLE
DAİMA EMRİNİZDE!



PETROKEMA
Sanayi Mühendisliği Müessesesi
Hemşeri Sokak 18/7, Gaziosmanpaşa - Ankara
Tel: 26 17 50

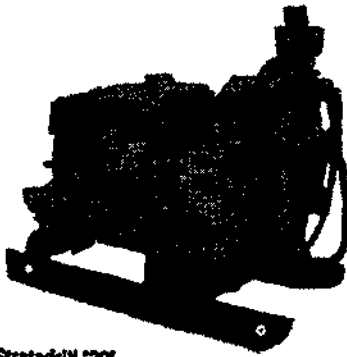
English Drilling Equipment Co. Ltd.

Yeraltı Sondaj
Makinaları:
Türkiye'de
Kozlu Kömür
İşletmesinde

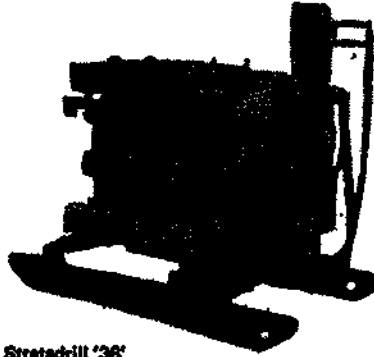


Karot sondaj
makinaları
Çamur pompaları
Sondaj tiftleri
Karotiyerler
Karot matkapları
Elmas matkaplar
Sondaj matkapları
Muhafaza boruları
Boru kılavuzları
Tahliye aletleri

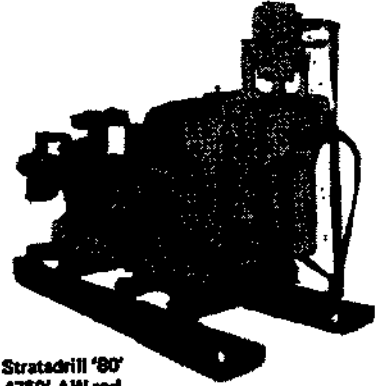
Çeşitli sondaj makinaları:



Stratadrill '20'
1100' AW rod



Stratadrill '36'
2300' AW rod



Stratadrill '80'
4750' AW rod

Türkiye yetkili mümessili:

PETROKEMA

Sanayi Mühendisliği Müessesesi

Hemşeri Sokak 18/7, Gaziosmanpaşa - Ankara

Tel: 26 17 50

DEMİRCİ

Madencilik Ltd. Şti.

Çan Linyit Kömürleri İşletmesi

Yıllık İstihsal : 250.000 Ton

HALKIN SOBA ve

KALORİFERLERİ İÇİN

TÜRKİYE'NİN EN İYİ

YAKITIDIR.

Ege Metal Madencilik A.Ş.

Cumhuriyet Cad. Kaya Apt. No. 349/9-10
Harbiye - İSTANBUL

- Her nevi maden istihraç ve ihracatı
- Antimuan ve krom konsantre işleri

Telefon: 46 32 90 - 47 46 96 - 48 13 03
P.K.: 285, Osmanbey - İstanbul
Telgraf: TECHNOLOGY - İSTANBUL
Telex: 407 EGE-İST., 471 EGE-İST.

Terakki Madencilik ve Sanayi Limited Şti.

Harbiye Cumhuriyet Cağ. Fransız Geçidi Sok.
Kaya Apt. No. 349/9, İSTANBUL - TÜRKİYE

**Antimuan cevheri istihsalı, Konsantre
ve Metal imalatı ve ihracatı**

Telefon: 48 41 74 (3 Hat)
Telgraf: TERAMADEN - İST.

ALTIN VE GÜMÜS
üreten tek banka

ETİBANK
SİZİNDİR

kale mühendislik

TARAFINDAN YAPILAN TEŞVİK BELGELİ FİZİBİLİTE ETÜDÜ
KONULARI (1974 Yılı sonu itibariye)

- tarım ve uçakla zirai mücadele
- turizm
- madencilik
- otomotiv sanayii
- deniz ve kara taşımacılığı
- endüstriyel hammadde işleme
- gıda sanayii
- mermercilik
- madeni eşya imalatı

Teşvik belgeli yatırım tutarı : 522 Milyon TL.

Toplam fizibilite etüdüleri tutarı: 1,5 Milyar TL.

kale mühendislik

Bayındır sok 49/2 Yenışehir/Ankara Tel:183083-181810

BÜTÜN MÜHENDİSLİK KONULARINDA HİZMETİNİZDEDİR



MANNESMANN - SÜMERBANK

BORU ENDÜSTRİSİ T.A.Ş. İZMİT

İMALATA ESAS OLAN STANDARTLAR:

Orta ağırlıkta dış çelik borular :

TS 301/2, DIN 2440,

ISO R/65 Medium, BS — 1387 . 1957 Medium

**BOYUNA KAYNAK
DİKİŞLİ BORULAR**

1/4" — 6 5/8" (13,7 — 168,3 mm)

**SIYAH
GALVANİZLİ
BİTÜMLÜ**

Ağır dış çelik borular

TS 301/3, DIN 2441,

ISO R/65 Heavy, BS 1387 : 1957 Heavy

ISO R/65 Light II

ASTM — A — 120 — 69 — T (Standard Weight)

ASTM — A — 120 — 69 — T (Extra Strong)

**NORM DIŞI ET
KALINLIĞINDA VE
ÇAPLARDA ÖZEL
BORULARLA, HASSAS
BORULAR**

**API
PETROL
BORULARI**

**GAZ VE SU
BORULARI**

**KAZAN
BORULARI**

**YAĞMUR
SULAMA
TESİSLERİ**

**PROFİL
BORULAR**

**TÜRKİYE
KÖMÜR İŞLETMELERİ**

SERMAYESİ: 1.500.000.000,— TL.

MERKEZİ: ANKARA

EKİ ZONGULDAK
GLİ TAVŞANLI
KST ANKARA

İŞLETMELERİ:

ALPAGUT - DODURGA

Ç O R U M

ORTA ANADOLU LİNYİTLERİ

ÇAYIRHAN / NALLİHAN

ŞARK LİNYİTLERİ

AŞKALE / ERZURUM

E. N. EGERAN

MÜŞAVİR MÜHENDİSLİK FİRMASI

- JEOLÖJİK ETÜDLER
- JEOFİZİK ETÜDLER
- FİZİBİLİTE ETÜDLERİ
- ULAŞIM ETÜDLERİ
- ŞEHİRCİLİK ETÜDLERİ
- ENDÜSTRİ ETÜDLERİ
- ALT YAPI ETÜDLERİ
- MÜHENDİSLİK PROJELERİ
- PROJE UYGULAMALARI
- ENERJİ ETÜD VE TESİSLERİ
- MADEN ARAMALARI
- MADEN İŞLETMELERİ
- İZABE TESİSLERİ

Vali Dr. Reşit Cad. 8/1-3, Kavakhdere - Ankara

Tel: 17 97 62 - 12 73 21

P A B A L K

Türkiye
Perlitlerini
Değerlendirdi

PERLISOL

Harika Malzeme

PERLISOL

Tarımın, endüstrinin
teknik hizmetinde

PERLISOL

**Modern Mimarının
ve**

**Yapı Endüstrisinin Hizmetinde
Yapılarınız İçin**

İdeal İzolasyon Malzemesi

**Isı geçirmez, ses geçirmez, yanmaz, uygulanması
çok kolaydır ve tüy gibi hafiftir.**

P A B A L K

TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ

İthalât - İhracat - Komisyon - Müessesillik

**İstanbul, Tepebaşı, Meşrutiyet Cad.
Tarhan Han No. 99 Kat 1**

Telefon: 45 80 37 (3 Hat)

Telg.: PABALK - İSTANBUL

Telex: 22209 pab. tr.

Madencilik Atlas Copco ile problem değildir.



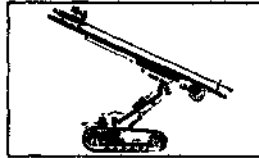
Atlas Copco Mamulu itici kızakla teçhiz edilmiş bir delici

Atlas Copco. Kaya Delme Tekniğini çağdaş madencilik kavramına göre geliştiren asırlık bir kuruluştur. Açık veya kapalı madenler ile ocaklardaki her türlü maden arama, istihsal ve etüd çalışmaları için ge-

rekli komple makine, alet ve teçhizatı Atlas Copco mamulleri arasında bulabilirsiniz. Her geçen gün bu araçlar madenci veya etüdcünün en iyi şekilde yararlanabilmesi için geliştirilmektedir.



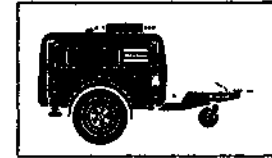
Delici Tabancalar Sandvık Coromant Matkap ve Uçları Seyyar Makinaları



Paletli Deliciler

Seyyar hava kompresörleri, delici ve kırıcı tabancalar bileme tezgâhları, yağdanlıklar. Bütün bunlar, Atlas Copco şirketinin Tuzla'daki fabrikalarında imal edilirler.

Atlas Copco aynı zamanda



Seyyar Hava Kompresörleri

tazyikli hava sahasında güvenle danışabileceğiniz bir şirkettir.

Daha geniş bilgi için en yakınınızdaki Atlas Copco şube ve bayiine baş vurmanız yeterlidir.

