

# YALAZI/BALIKESİR TALK CEVHERİNİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

**Beneficiation of Yalazı/Balıkesir Talk Ore**

Mehmet YILDIRIM<sup>(\*)</sup>

## ÖZET

Bu yazıda, Yalazı/Balıkesir talk yatağından alınan cevher numunesinin zenginleştirme çalışmalarının sonuçları sunulmuştur. Manyetik mineral taşıyan serbestleşmiş tanecikler bir yüksek alan şiddetli yağ manyetik ayırıcı ile uzaklaştırılmıştır. Bu deneyde, demir içeriği bazında % 90,82 ayırma verimine ulaşılmıştır. Cevher içindeki manyetik olmayan yantaş mineralleri, doğal yüzebilirliği olan yaprağımsı talk mineral taneciklerinden flotasyon ile ayrılmışlardır. Bu çalışmalarla, % 6,99 demir içeren orijinal cevher numunesinden % 69,75 flotasyon verimi ile % 0,75 demir içeren bir talk konsantre elde edilebilmiştir. Son konsantrenin manyezit ve talk içerikleri termogravimetrik analizler ile belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Talk, Talk Cevheri Zenginleştirme, Manyezitin TG Analizi, Talk'in TG Analizi.

## ABSTRACT

in this paper, results of the beneficiation studies of the ore sample taken from the Yalazı/Balıkesir talc deposit were reported. A high intensity wet magnetic separator discarded magnetic mineral bearing particles liberated. in this experiment, 90,82 % separation recovery based on the iron content was achieved. The non-magnetic gangue minerals in the ore were separated from the foliated talc minerals that are naturally floatable. A talc concentrate containing 0,75 % iron was obtained from the original ore sample containing 6,99 % iron with 69,75 % flotation recovery. Magnesite and talc contents of the final concentrate were determined by the thermogravimetric analysis.

**Keywords:** Talc, Talc Ore Beneficiation, TG Analyse of Magnesite, TG Analyse of Talc.

<sup>(\*)</sup>Yrd. Doç. Dr. Çukurova Üniversitesi M.M.F., Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

## 1. GİRİŞ

Talk çok tüketilen önemli bir doğal mineraldir. Yaklaşık 60 endüstri kolunda kullanım alanı bulmaktadır. Genellikle toz granül (-0,208+0,001 mm) boyut aralığında üretilmekte ve dolgu maddesi olarak en çok kağıt, kauçuk, sabun ve boya endüstrisinde tüketilmektedir. Kozmetik endüstrisinde ise absorban olarak kullanılmaktadır. Çatı kaplama maddelerinin üretiminde ve çimentoda kullanılmaktadır.

Talk, serpantin, tremolit, piroksenit, manyezit ya da dolomitin bozunması sonucu oluşmuş ikincil bir üründür. Talka magnezyum hidro- silikat ( $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ ) da denmektedir. Bozunma tamamlanmamış olabilir ve birincil mineral cevher içerisindeki yantaşları ve safsızlıklar zaten içerebilir. Saf talk mineralinin yoğunluğu  $2,70-2,80 \text{ g/cm}^3$  ve sertliği  $3,50-4,00$ 'dür (Arthur,1976).

Bazı cevherlerinden talk konsantre elde edilmesi, öğütme, flotasyon ve demir oksit minerallerinin manyetik ayırma işlemleri ile gerçekleşmektedir. Flotasyon özellikle tercih edilen bir yöntemdir. Çünkü talk mineral taneciklerinin doğal yüzebilirlik özellikleri vardır ve genellikle sadece bir köpürtücü ayırım için yeterli olabilmektedir (Chase, 1963). Bu çalışmada, temiz bir talk konsantresini yeterli verim ile elde edebilmek amacı ile esas karbonatlı yantaş mineralleri olan manyezit ve dolomitin artıkta bırakılabilmesi için gerekli flotasyon şartları araştırılmıştır.

## 2. MALZEME VE YÖNTEM

### 2.1. Malzeme

Temsili cevher numunesinin ince ve parlak kesitleri üzerinde yapılan mineralojik ve petrografik analizlerden cevherin esas olarak talk, manyezit, dolomit, hematit, manyetit, kalsit, illit ve klorit minerallerinden oluştuğu gözlenmiştir. Esas safsızlık minerallerinden demir ve manyezitin en küçük serbestleşme tane boyutları sırası ile  $0,100$  ve  $0,074$  mm'dir. Bu mineralojik özelliklere sahip paralel örneğin kimyasal analizinde; % 35,60 MgO, % 33,06

$SiO_2$ , % 6,99  $Fe_2O_3$ , % 0,90 CaO, % 0,75  $Al_2O_3$  ve % 22,25 kızdırma kaybı olduğu görülmüştür.

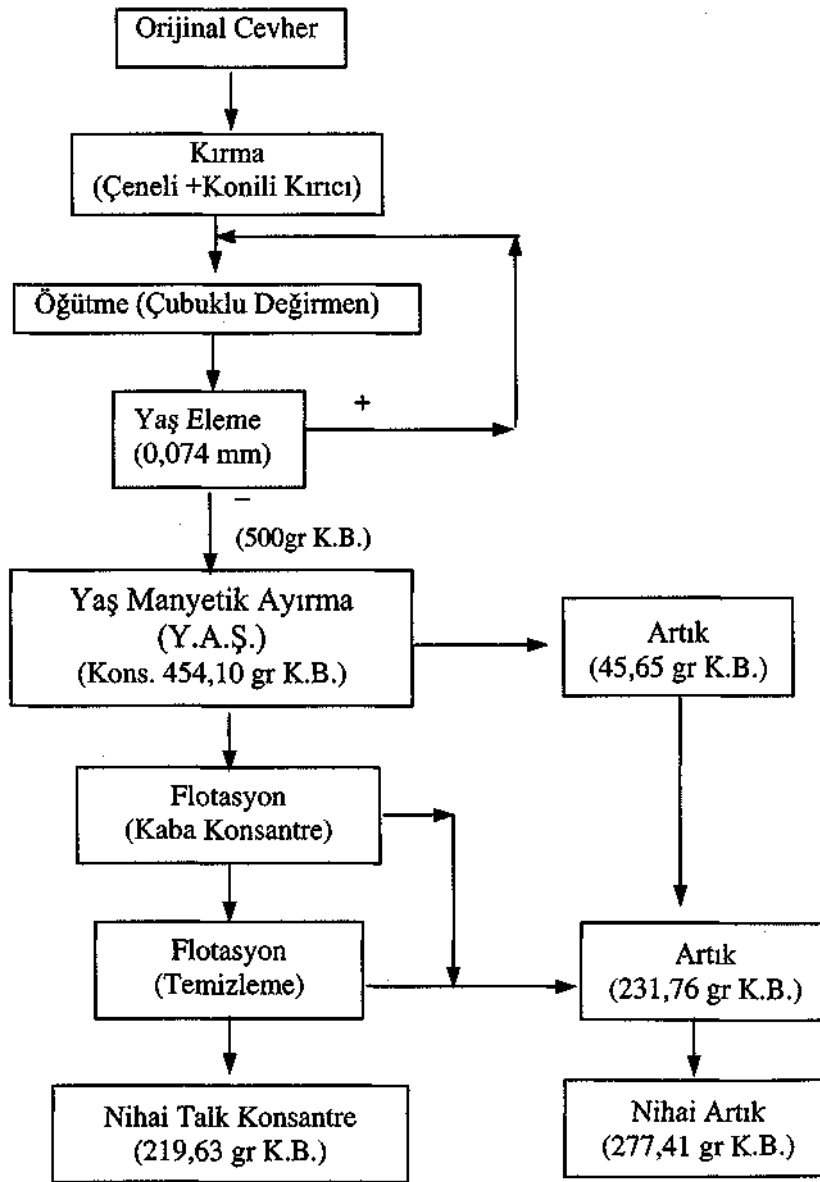
### 2.2. Yöntem

Orijinal cevher numunesi içindeki safsızlık minerallerinin (ağırlıklı olarak demir ve manyezit) en ince serbestleşme tane boyutu  $0,074$  mm'dir ve miktar olarak demir minerallerinin manyezitten daha az olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 1. ve Çizelge 2.). Bu nedenle, az miktardaki demir minerallerinin, bir yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırıcı ile, manyezit ve dolomitin ise diğer bir yaş yöntem olan flotasyon ile ayrılmasına çalışılmıştır. Numune ilk olarak  $0,074$  mm'nin altına öğütülmüş ve sınıflandırılmıştır. Bu boyuttaki cevher taneciklerinden % 20 katı içeren bir palp hazırlandıktan sonra Eriez tipi yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırıcıya beslenmiştir. Uygulanan alan şiddeti  $18000$  gauss'dur. Bu deney ile manyetik ve manyetik olmayan tanecikler ayrı ayrı ürünler halinde elde edilmişlerdir. Bu ürünler süzülüp kurutulduktan sonra tartılıp kimyasal analiz ile demir içeriği belirlenmiştir.

Talkça zengin bir konsantre elde edebilmek için manyetik olmayan üründeki talk tanecikleri köpük flotasyonu ile esas yan taşı oluşturan manyezit taneciklerinden ayrılmaya çalışılmıştır. Talk flotasyonunda doğal yüzebilirliği nedeni ile talk taneciklerinin yüzdürülmesi kolaylıkla sağlanmıştır. Asıl problemin karbonatlı taneciklerin (dolomit, dolomitik kireçtaşı ve manyezit) bastırılması olduğu gözlenmiştir. Talk taneciklerinin kolaylıkla yüzebilmesi nedeni ile kuvvetli bir toplayıcı reaktif kullanılmamıştır. Palpın pH'sı % 10'luk  $Na_2CO_3$  çözeltisi ile kontrol edilmiştir. Manyeziti bastırmak için de %10'luk  $Na_2SiO_3$  çözeltisi kullanılmıştır. Köpürtücü olarak, % 42 gazyağı, % 52 su, % 6 emulgosen STH karışımında emülsiyon damla damla ilave edilen çamyacı ile birlikte kullanılmıştır (Norman vd., 1939; Chase 1963). Manyetik ayırıcıdan alınan talkça zengin ürünün  $454,10$  gramı,  $1600$ dev/dak karıştırma hızında  $1000$  ml'lik Denver hücrelerinde %45 katı yoğunluğunda koşullandırılmıştır. Sonra, karıştırıcı hızı  $1000$  dev/dak düşürülmüş ve pH  $11$ 'e ayarlandıktan sonra bir başka hücrede % 25

yoğunluğunda 4 dakika süre ile köpük alınmıştır. Elde edilen bu kaba konsantreden alınan örneğin mikroskop incelemesinde bir temizleme-flotasyon işleminin daha yapılmasının faydalı olacağı düşünülerek %6, %11 ve %16 katı yoğunluklarında, aynı pH'da sadece bir miktar  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (65 g/t) ilave edilerek yeniden köpük alınmıştır. Elde edilen konsantrelerden alınan örneklerin mikroskop incelemesi sonucu % 16 katı yoğunluğunda yeterli seçimliliğe ulaşamadığı gözlenmiştir. % 6 ve % 11 katı yoğunluklarında yapılan deneylerden alınan

örneklerin yakın özelliklerde olduğu saptanmıştır. Bu nedenle temizleme-flotasyon işleminde % 11 katı yoğunluğunun yeterli olacağı görülmüştür. Ürünler süzülüp kurutulduktan sonra kimyasal analiz ve mineral bazında manyezit ve talk içeriklerinin belirlenmesi için termogravimetrik analiz yapılmıştır. Flotasyon işlemlerinde reaktif tüketimi Çizelge 1'de, deneysel işlemlerin akım şeması Şekil 1'de, analiz sonuçları Çizelge 2, Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'de görülmektedir.



Şekil 1. Yalazi/ Balıkesir talk cevheri zenginleştirme akım şeması (K.B.: kuru bazda)

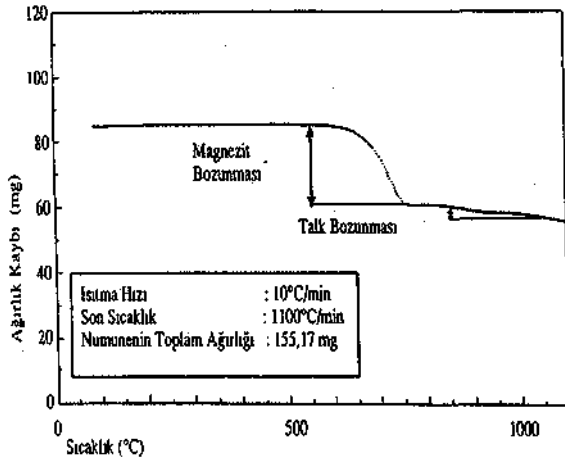
Çizelge 1. Flotasyon Deneylerinde Reaktif Tüketimi

Reaktif	Kaba Konsantre (g/t)	Temizleme (g/t)
Sodyum Karbonat	450	225
Sodyum silikat	150	65
Çamyağı	45	—
Gazyağı	450	—
Emulgosen STH	64	—

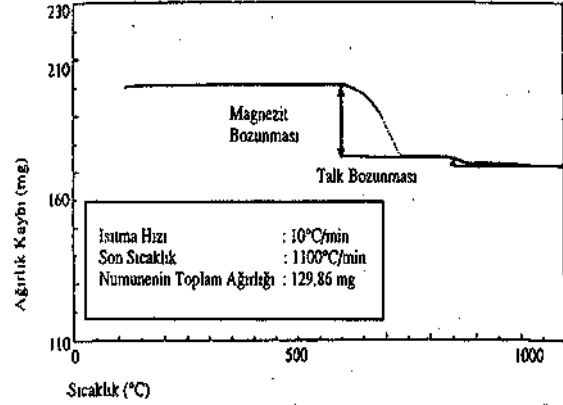
Çizelge 2. Beslenen Cevher Numunesinin ve Elde Edilen Konsantrelerin Kimyasal Analizleri

Elementel İçerik	Beslenen Cevher (%)	Manyetik Konsantre (%)	Nihai Konsantre (%)
MgO	35,60	39,97	34,00
SiO <sub>2</sub>	33,06	32,84	56,32
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,45	1,37	1,36
Fe	6,99	1,48	0,75
CaO	0,90	1,05	—
CO <sub>2</sub>	14,60	19,65	2,10
K.K.	22,25	24,57	7,19

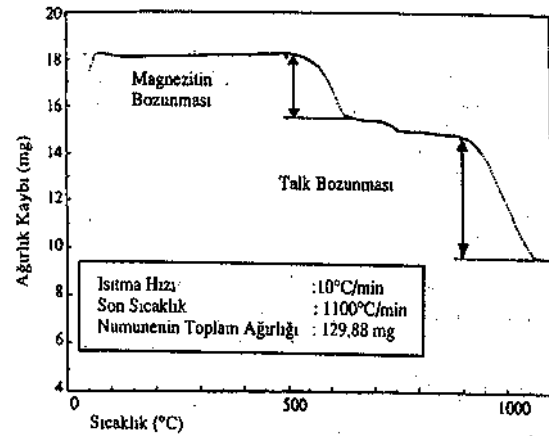
K.K. : Kızdırma Kaybı



Şekil 2. Beslenen orijinal cevherin termogravimetric ağırlık kaybı eğrisi



Şekil 3. Sadece manyetik ayırma ile elde edilen ürünün termogravimetric ağırlık kaybı eğrisi



Şekil 4. Elde edilen nihai ürünün termogravimetric ağırlık kaybı eğrisi

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Beslenen Cevherdeki, Manyetik Konsantredeki ve Nihai Üründeki Manyezit ve Talk İçeriklerinin Hesaplanması

Belirtilen örneklerin termogravimetric analizleri sonucu elde edilen Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'deki eğrilerde, belirli sıcaklıklardaki "ağırlık kaybına" karşılık gelen miktar, talk ve manyezit minerallerinin bileşimleri dikkate alınarak bu minerallerin her örnekteki içerikleri aşağıdaki yaklaşım ile hesaplanmıştır.

#### a. Beslenen Cevher

Şekil 2'deki eğriden görüldüğü gibi 600°C'dan itibaren 725 °C'ye kadar 22,50 mg'lık bir ağırlık kaybının olduğu görülmektedir. Bu kaybın MgCO<sub>3</sub> bileşimine sahip manyezit minerali içindeki CO<sub>2</sub> nin bozunma sonucu açığa çıkması ile oluştuğu varsayılırsa;

% Manyezit :

MgCO<sub>3</sub> → MgO + CO<sub>2</sub> (Chester, 1973)

Eğriden elde edilen ağırlık kaybı (Şekil 2) : 22,50 mg

Analiz örneğinin toplam ağırlığı: 155,17 mg

Oluşan CO<sub>2</sub> miktarı : (22,50/155,17) x 100  
: % 14,50

MgCO<sub>3</sub>' ün CO<sub>2</sub> içeriği % 52,19 ' dur. Örnekteki CO<sub>2</sub> miktarı % 14,50 olduğu için MgCO<sub>3</sub> içeriği % 27,78' dir.

% Talk:

Aynı eğriden görüldüğü gibi 840°C'den itibaren ağırlık kaybı 3.00 mg'dır. Talk minerali bünyesindeki 1 molekül suyu 750-900°C arasında kaybetmektedir.

$3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O \xrightarrow{750-900^\circ C} 3MgO \cdot 4SiO_2 + H_2O$   
(Lawrence, 1975).

Eğriden elde edilen ağırlık kaybı : 3,00 mg

Analiz örneğinin toplam ağırlığı : 155,17 mg

Oluşan H<sub>2</sub>O miktarı : (3,00/ 155,17)x100  
: % 1,93

Talk: % 31,89 MgO, % 63,36 SiO<sub>2</sub>, % 4,75 H<sub>2</sub>O içermektedir. Buradan;

% Talk miktarı : (1,93/ 4,75)x100  
: % 40,63

Şekil 3 ve Şekil 4' deki eğrilerdeki değerlerden yararlanılarak benzer şekilde, manyetik konsantredeki, flotasyon işleminden sonra elde edilen nihai konsantredeki hesaplanan manyezit ve talk içerikleri aşağıda görülmektedir,

#### b. Manyetik Konsantre

Manyezit içeriği: % 37,62

Talk içeriği : % 48,64

#### c. Nihai Ürün (Flotasyon Konsantre)

Manyezit içeriği : % 3,90

Talk içeriği : % 76,18

#### 4. SONUÇLAR

% 100 'ü. -0,074 mm boyutuna kırılıp, öğütülüp sınıflandırılan cevherden elde edilen örneğin manyetik ayırma işlemi sonucu % 90,82 demir uzaklaştırma verimi ile % 1,48 Fe içeren bir konsantre elde edilebilmiştir (Çizelge 2). Oldukça yüksek bir verim ile Fe içeriğinin azaltıldığı görülmektedir. Buradan elde edilen sonuç mineralojik ve petrografik analiz ile bulunan demir mineralleri serbestleşme boyutu için belirlenen minimum 0,074 mm sonucunu desteklemektedir. Flotasyon işlemleri ile çok yüksek verimlere ulaşılmasa da Fe içeriği düşük, talk içeriği ise yüksek bir konsantre elde edilebilmiştir. Diğer taraftan, flotasyona giriş örneği olan manyetik konsantrenin manyezit içeriği % 37,62 iken bu son üründe ise, %3,90'a indirilebilmiştir. Buradan görülmektedir ki flotasyon için belirlenen şartlar ve kullanılan reaktifler uygundur.

Çizelge 2' deki analiz değerleri ile termogravimetrik analiz ile elde edilen eğri kullanılarak ulaşılan sonuçlara bakıldığında, örneğin CO<sub>2</sub> içeriği için her iki analiz yöntemi ile de yakın sonuçlar elde edilebilmiştir. Örneğin, beslenen cevherdeki kimyasal analiz ile bulunan CO<sub>2</sub> % 14,60, termogravimetrik analiz sonucu yapılan hesaplama ile elde edilen sonuç ise % 14,50'dir. Elde edilen sonuçların çok yakm ve birbirini destekler durumda oluşu, yapılan analizlerin doğruluğu açısından önemlidir.

Ancak, termogravimetrik analiz değerleri ile elde edilen sonuçların yarı sayısal nitelikte olmasına karşın kimyasal analiz sonuçlarına yakm sonuçlar elde edilmiştir.

Lawrence (1975)'e göre seramik endüstrisinde kullanılacak talk konsantresi % 80 talk, % 10 talk olmayan mineraller, %1,50 CaO, % 4,00 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve maksimum % 1,50 Fe içermelidir.

Çizelge 2'deki değerlere bakıldığında elde edilen ürün içeriği itibarı ile seramik endüstrisinde kullanılabilecektir. Aynı kaynağa göre plastik endüstrisinde kullanılacak talk konsantresi düşük 4emir içermeli ve ince tane boyutuna öğütülmüş olmalıdır. Talkın önemli tüketim alanlarından olan kağıt ve kozmetik endüstrileri için uygun olup olmadığını belirleyebilmek için beyazlık testi, %Pb, %Zn, % alkali içeriğinin belirlenmesi gerekmektedir. Çizelge-2'de görülen nihai ürün sadece % 0,75 Fe içermektedir.

Bu ürünün, % 50 ' lik HCl çözeltisinde 30 dakika kaynatılıp bütün çözülebilir materyallerin yıkanarak filtre edildikten sonra % 84,4 beyazlığa ulaştığı görülmüştür. Orijinal cevherin aynı yöntem ile elde edilen beyazlığı ise % 74,3 idi. Yaklaşık % 14 ' lük bir beyazlık artışı sağlanmıştır.

Elde edilen akım şemasına göre (Şekil 1) manyetik ayırıcıya giren cevher ve flotasyondan alınan nihai konsantre ağırlıkları ve hesaplama ile elde edilen talk içerikleri dikkate alındığında % 82,36 zenginleştirme verimine ulaşıldığı görülmektedir. Bu ise belirlenen konsantrasyon şartları ile bu cevherden yüksek verim ile konsantre ürün alınabileceğini göstermektedir.

## KAYNAKLAR

Arthur, F.T., 1976; "Handbook of Mineral Dressing", John Wiley and Sons, Inc. 22 bölüm.

Chase, W.E., 1963; "Platy Talc Beneficiation", U.S. Patent, No.3,102, 856.

Chester, J. H., 1973; "Refractories, Production and Properties", Iron and Steel Institute, London, s.118-176.

Lawrence, A.Roe, 1975; "Talc and Pyrophyllite", Industrial Minerals and Rocks, 4\*. Edition, A.I.M.E., s. 1127-1147.

Norman, J.E, O'Meara, R.G. and Baumert F.X., 1939; "Froth Flotation of Talk Ores from Gouverneur", New York, Cilt. 18 , Sayı. 8. s. 292 -296.