

MİNERALLERİN İSLANABİLME VE YÜZEBİLME ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ İÇİN
TEMAS AÇISI ÖLÇÜMLERİ

CONTACT ANGLE MEASUREMENTS FOR ASSESSING THE WETTABILITY AND
FLOATABDLITY CHARACTERISTICS OF MINERALS

İ. SÖNMEZ

Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas

M. YEKELER

Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas

ÖZET: Minerallerin veya katıların ıslanabilme özelliklerinin tayini birçok metotla nicel olarak tahmin edilebilir. En çok kullanılan metotlardan birisi, mineral yüzeyinde yayılan ve damlacık oluşturan sıvının oluşturduğu temas açısı ölçümlerine dayanan yöntemdir. Bu yöntemle temas açısının (9) sıfır (0) veya $\cos 9 = 1$ değerinde elde edilen sıvının yüzey gerilimi ($\gamma_s H$) değeri "kritik ıslanma yüzey gerilimi, γ_c " olarak mineralin ıslanabilmesi hakkındaki sayısal parametreyi oluşturur. Bu çalışmada metanol çözeltileri kullanarak, pelet haline getirilmiş talk partikülü Uenrun YÇ değeri 26.6 din/cm bulunmuştur. Bu değer üstündeki sıvının yüzey gerilimi değerlerinde talk minerali ıslanmayıp, temas açısı oluşturacak ve bu nedenle flotasyon sırasında da ıslanmayarak yüzme eğilimi gösterecektir. Elde edilen temas açılan ve sıvının yüzey gerilimi arasındaki korelasyon aşağıdaki ilişkiyle verilir.

$$\cos 9 = 1 - 0.0075 (\gamma_s H - 26.6)$$

ABSTRACT: Wettability characteristics of minerals or solids can be estimated quantitatively by a number of methods. One of the major techniques which is based on contact angles formed on the mineral surfaces by solutions is the contact angle measurement technique. Plotting $\cos 6$ versus solution surface tension (YLV) ^m extrapolating to the value of YSH corresponding to $\cos 9 = 1$ gives "the critical surface tension of wetting of minerals, γ_c ". The γ_c value of talk samples prepared in the forms of pressed pellets using methanol solutions was obtained to be 26.6 din/cm. Talc mineral is dewetted by forming a contact angle at the value of surface tension above the YC value. Therefore, it will float during the flotation remaining unwetted. The correlation between contact angles (9) and solution surface tensions (YLV) 'S expressed in the relationship given below:
 $\cos 9 = 1 - 0.0075 (YLV - 26.6)$

1 GİRİŞ

Partiküllenn ıslanabilmesi, flotasyon, aglomerasyon, katı-sıvı ayırımı ve tozun bastırılması gibi pekçok teknolojik prosesi etkileyen önemli parametrelerden bin olduğu bilinmektedir (Fuerstenau vd., 1987). Katıların ıslanabilirliği/hidrofobluğu ve yüzeybilirliği katı-su ve katı-su buhan arayüzeyleri, kimyasal bağlar, bulk özelliklen, katıların kristal yapısı ve katının su ile reaksiyona girebilmesi gibi özellikler açısından incelenmiştir. Hidrofobluk her ne kadar katı-su-hava sistemindeki ilişkiden kaynaklansa da, hidrofobkju ve yüzeybilirliği hasıl erilliklerle ve

kurullarla ifade etmek için çalışmalar yapılmıştır (Drzymala, 1994).

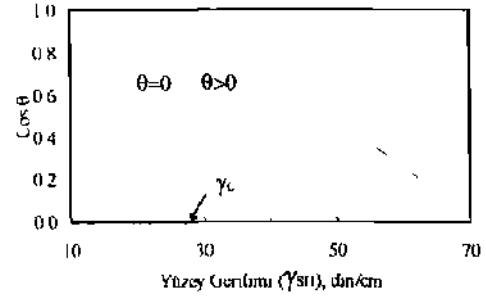
Gaudin ve arkadaşları (Gaudin vd., 1957) doğal yüzeybilirliğe etki eden faktörleri katıların kristal yapılan açısından incelemişlerdir. Katıların yüzeybilirliği yüzeylerinde hidrokarbon taşıyan iyonlar ve moleküller tarafından artmaktadır. Ancak, doğal yüzeybilirliğin atomlar arasındaki bağların kırılmadan en azından bazı kırılma yüzeyleri oluşmakla meydana geldiğini vurgulamaktadırlar. Kristal yapısı, iyonik bağları teşkil eden katılar için yüzeybilirliği menfi yönde etkilemektedir. Katıların veya minerallerin ıslanabilme ve yüzeybilirme özelliklerini böyle relatif

olarak ifade etmek yerine daha kalitatif bir şekilde açıklamak uygun olacaktır. Bu amaçla, minerallerin veya katıların ıslanma ve yuzebilme karakterlerini deneysel ve ampirik olarak üzere pekçok yöntemle tayin etmek mümkündür. Bu tekniklerden elde edilen sayısal değere sahip parametre "kritik ıslanma yüzey gerilimi, γ_c " dır (Zisman, 1964, Parekh vd, 1974, Yarar vd, 1984, Yekeler vd, 1994). Bu γ_c değerinden düşük sıvının yüzey gerilimlerinde mineral bu çözelti tarafından tamamıyla ıslanmak suretiyle hidrofobluk veya yuzebilirlık özelliğini kaybeder. İyi bir temas açısının (katı-sıvı-hava arayüzeylen arasında), yani $\theta > 0$ olması için kullanılan sıvının yüzey geriliminin mineralin γ_c değerinden büyük olması gerekmektedir. Bu da flotasyonun başarılı olmasını gerektiren koşullardan birincisidir (Laskowski, 1986).

Minerallerin veya katıların hidrofobluğunu, dolayısıyla ıslanmazlığını ve iyi flotasyonunu tayin eden γ_c değerinin eldesi için kullanılan bir çok leknikten en çok kullanılan iki tanesi "temas açısı ölçümü yöntemi" ve "flotasyon yöntemidir".

1.1 Temas Açısı Ölçümü Yöntemi

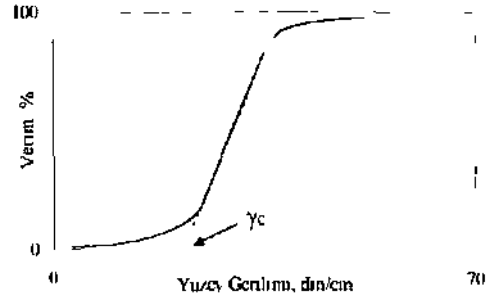
Saf sıvılan ve çözeltiilen kullanarak parlatılmış ve preslenmiş katı veya mineral yüzeyi üzerinde damla oluşturmak suretiyle statik halde temas açısı ölçümüne (9) dayanan ve yaygın olarak kullanılan metottur. Damlacığı oluşturan saf sıvıların veya çözeltiilerin yüzey gerilimleri (YSH) önceden tayin edildiği için elde edilen deney serisi için $\cos\theta$ -yüzey gerilimi(YSH) grafiği çizilerek $\gamma_c^* = \cos\theta - 1$ deki değen ekstrapolasyonla γ_c (kritik ıslanma yüzey gerilimi) değerini verir. Metoda ait grafiksel yaklaşım Şekil 1' de görülmektedir.



Şekil 1 γ_c değerini tayin etmek için temas açısı yöntemi (Zisman, 1964)

1.2 Flotasyon Yöntemi

% Verime karşı çözelti yüzey gerilimi grafiği çizmek suretiyle elde edilen γ_c değeri, $\gamma_{c,j}$ değeri için $\%Verim = 0$ 'da elde edilen değerdir. Kullanılan çözelti yüzey gerilimi önceden tayin edilmiş olan ve her deney için flotasyon ortamını oluşturan pulun sıvısından başka birşey değildir. Yönteme ait grafiksel yaklaşım Şekil 2' de görülmektedir.



Şekil 2 γ_c değerini tayin etmek için kullanılan Rotasyon yöntemi (Yarar vd , 1984)

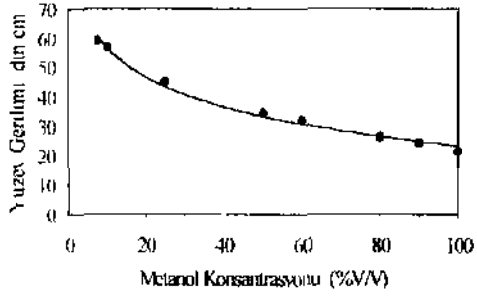
2 MALZEME VE YÖNTEM

Deneylerde doğal hidrofob olarak kabul edilen ve Cülsöy Madencilik' ten elde edilen talk minerali kullanılmıştır. Pres altında 1.2 cm çapında pelet haline getirilen, -38 um partikül leiden oluşan numuneler üzerinde temas açısı ölçümleri yapılmıştır. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış metanol (metil alkol) çözeltileriyle ölçümler gerçekleştirilmiştir. Çözeltilerin yüzey gerilimi değeri Damla-Ağırlık

metoduyla tayin edilmiştir (Padday, 1968) İcinas açısı ölçümleri ise Rame-Hart İne' in 100 NRL modelindeki Contact Angle Gometer'ı ile yapılmıştır

3 BULGULAR VE TARTIŞMA

Talk mineraline ait temas açısı ölçümlerinde kullanılan melanol çözeltilerine ait yüzey gerilimi (YSH) değerleri Şekil 3' de verilmiştir Grafikten de görüldüğü gibi su içinde metanol % sı arttıkça, yüzey gerilim değerlerinin azalan bir trend gösterdiği gerçektir

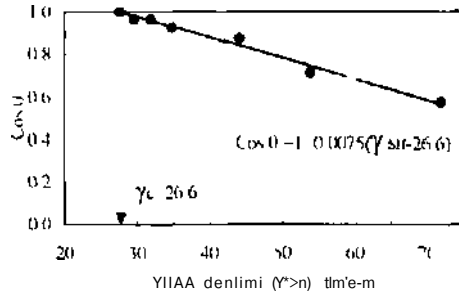


Şekil 1 Metanol çözeltilerinin yüzey gerilimi değeri

Temas açısı ölçümü sonuçları $\cos \theta$ ya karşılık çözelti yüzey gerilimi (YSH) değeri ile ilişkilendirilmiştir. İlgili veriler Şekil 1'de sunulmuştur. Talk mineraline ait kritik ıslanma yüzey gerilimi değeri γ_c değeri 26.6 dyne/cm olarak bulunmuştur. Bu değerin altında bulunan yüzey gerilimi değerlerinde çözelti, mineralin yüzeyine yayılmayıp, damlacıklar halinde kalır. Bu nedenle, 26.6 dyne/cm değerini aşan yüzey gerilimi değerlerinde çözelti, mineralin yüzeyine yayılmayıp, damlacıklar halinde kalır. Bu nedenle, 26.6 dyne/cm değerini aşan yüzey gerilimi değerlerinde çözelti, mineralin yüzeyine yayılmayıp, damlacıklar halinde kalır.

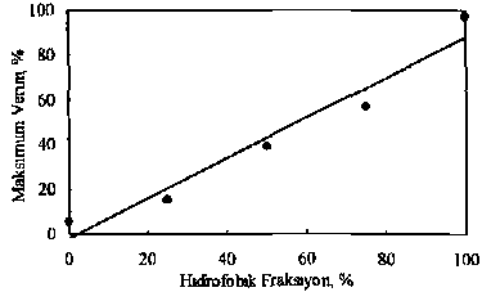
lablolu talk mineraline ait temas açısı ölçümleri, kullanılan metanol konsantrasyonları ve yüzey gerilimi değerleri

Melanol Konsantrasyonu (%V/V)	Yüzey Gerilimi (YSH), dyne/cm	Cos θ
0	71.5	0.57
12.3	53.9	0.71
24.0	44.2	0.87
45.7	34.9	0.93
55.8	32.0	0.97
65.4	29.6	0.97
74.6	27.8	1.00



Şekil 4 Talk mineraline ait ıslanma diyagramı

1 temas açısı ölçümleri yapılan talk minerali doğal olarak hidrofobik bir mineral olduğu için flotasyonda ayrıca hidrofobik yapıcı için bir kollektor kullanmaya ihtiyaç yoktur. Ancak saf olmadığı takdirde veya çözeltilerinde bulunan emülsiyonlar (safsızlıklar) nedeniyle, kollektörün hidrofobik özelliği etkilenir. Bu nedenle, kollektörün etkisini nitel olarak açıklamak için, talk mineraline kademeli olarak kalınan hidrofobik olan bu mineralin (kalsiyum talk) ıslanma eğrisi Şekil 4'te görülmüştür. Talk minerali, 26.6 dyne/cm değerini aşan yüzey gerilimi değerlerinde çözelti, mineralin yüzeyine yayılmayıp, damlacıklar halinde kalır. Bu nedenle, 26.6 dyne/cm değerini aşan yüzey gerilimi değerlerinde çözelti, mineralin yüzeyine yayılmayıp, damlacıklar halinde kalır.



Şekil 5 Talk mineralinin % saflık değerine karşılık flotasyon verimini sonuçları

4 SONUÇLAR

i. Herhangi bir mineralin veya katının ıslanma özelliklerini nicel olarak tayin etmek mümkündür

ii. Tayin tekniklerinden en çok kullanılanı, katı üzerinde sıvı damlacığın oluşturduğu temas açısının ölçümüne dayanan yöntemden elde edilen "kritik ıslanma yüzey gerilimi, γ_c " değeridir. Bu değer altındaki sıvı yüzey geriliminde ve bu değere sahip olan flotasyon ortamlarında mineral tamamıyla ıslanmak suretiyle yüzmeyecektir.

iii. Bu çalışmada kullanılan talk mineralinin γ_c değeri 26.6 din/cm bulunmuştur. Temas açısı oluşması ve ıslanmayı sağlamak için $\gamma > \gamma_c$ 26.6 din/cm olmalıdır

iv. Temas açısı ölçümleri için kullanılan çözülünün yüzey gerilimi ve kritik ıslanma yüzey gerilimi arasındaki korelasyon

$$\cos \theta = 1 - 0.0075 (\gamma - \gamma_c)^{2.66}$$

ilişkisiyle ampirik olarak verilebilir

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı mali katkılarıyla destekleyen Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma Fon Saymanlığı'na teşekkürlerimizi bildiririz

KAYNAKLAR

Drzymala, J. 1994. *Hydrophobicity and Collectorless Flotation of Inorganic Materials*. Advances in Colloids and Interface Science, 50 M.1-1K1

Fuerstenau, D.W. ve Williams, M.C. 1987. *A New Method for Characterization of the Surface Energy of Hydrophobic Particles*. Part Charact., 4: 7-13.

Laskowski, J. 1986. *The Relationship Between Floatability and Hydrophobicity*. Adv. in Mineral Processing, P. Somasundaran (Editor), SME, Littleton, CO, USA 189-208

Parekh, B.K. ve Aplan, F.F. 1974. *Wetting Properties of Minerals Coated with Surfactants*. Proc. of Chem Inst Canada, Flocculant and Dispersion Symposium, Toronto: 21-35

Padday, J.F. 1968. *Surface and Colloid Science*, E. Matijevic (Editor), New York: 101-149.

Yarar, B. ve Kaoma, J. 1984. *Estimating of the Critical Surface Tension of Wetting of Hydrophobic Solids by Flotation*. Colloids and Surfaces, 11 426-429

Yekeler, M. ve Yarar, B. 1994. *Critical Surface Tension of Wetting of Low Surface Energy Minerals and Their Separations by Gamma Flotation: Realgar, Talc, Stibnite and Sulfur*. SME Annual Meeting, New Mexico, USA- 17-94.

Yekeler, M. ve Sönmez, İ. 1997. *Effect of the Hydrophobic Fraction and Particle Size in the Collectorless Column Flotation Kinetics*. Baskıda, Colloids and Surface A, Elsevier Science B.V., Amsterdam, The Netherlands

Zisman, W.A. 1964. *Relation of Equilibrium Contact Angle to Liquid and Solid Constitution in Contact Angle, Wettability and Adhesion*, (R.F. Gould, Editor), Advances in Chemistry Series No. 43, American Chem Soc, 1-51.