

TEMEL SERAMİK HAMMADDELERİNİN İŞ İNDEKSLERİNİN BELİRLENMESİ

Halil İPEK ¹, Yaşar UÇBAŞ ²

ÖZET : Bu çalışmada, temel seramik hammaddelerinin öğütülebilirlikleri Bond öğütülebilirlik testi kullanılarak incelenmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bond öğütülebilirlik test sonuçları incelendiğinde hammaddelerin iş indekslerinin hammadde sertliğine bağlı olduğu görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELER : Öğütme, iş indeksi, seramik hammaddeleri

DETERMINATION OF WORK INDEXES OF BASIC CERAMIC RAW MATERIALS

ABSTRACT : In this study, the grindability of basic ceramic raw materials have been investigated by using Bond grindability test and the results have been compared. Bond grindability test results show that work indexes of raw materials are dependent on their hardnesses.

KEYWORDS : Milling, work index, ceramic raw materials

^{1,2} Osmangazi Üniv.,Müh.Mim.Fak., Maden Müh. Böl., 26480 Batı Meşelik, ESKİŞEHİR

I. GİRİŞ

Kırma ve öğütmeyle gerçekleştirilen boyut küçültme, maden, metalürji, kimya ve seramik endüstrilerinde kullanılan önemli bir işlemdir. Seramik endüstrisinde malzemenin ortalama parça boyutunu düşürmek, parça porozitesini azaltmak, kolloit içeriğini arttırmak, parçanın şeklini değiştirmek, etkili bir dağıtma ve karıştırma sağlamak için oldukça yoğun kullanılır. Seramik endüstrisinde boyut küçültmenin diğer bir amacı, özellikle presleme, kurutma ve pişirme esnasında, tanelerin birbirleriyle olan reaksiyonlarını hızlandırmaktır [1]. Bilindiği gibi, öğütmeye harcanan enerjinin önemli bir miktarı ısı enerjisine dönüşmekte ve öğütmede etkili bir şekilde kullanılamamaktadır. Bu yüzden öğütme verimli bir proses değildir. Bununla beraber, daha az enerji tüketen daha etkili öğütme sistemlerinin elde edilmesi mümkündür. Bunun için de malzemelerin iş indekslerinin önceden belirlenmesi ve iş indekslerinin hangi parametrelere bağlı olduğunun bilinmesi gerekmektedir [2].

Bu çalışmanın amacı, seramik hammaddelerinin öğütülebilirliklerinin belirlenmesi ve bu değerler ile hammaddelerin sertlikleri arasında bir ilişki olup olmadığının araştırılmasıdır. Seramik hammaddelerinin öğütülebilirliklerinin belirlenmesinde Bond öğütülebilirlik test yöntemi kullanılmıştır.

II. BOND YÖNTEMİ

Öğütülebilirliğin en bilinen ölçüsü Bond'un öğütülebilirlik iş indeksidir. Bond öğütülebilirliği, endüstriyel boyuttaki bir aktarılan ortamı değirmenin pinyon şaftında gerekli olan enerji ile ilgilidir. Bundan yararlanılarak normal kapalı devre öğütme işlemlerinde gerekli olan değirmen gücü kolaylıkla hesaplanabilmektedir [3-5].

Teorik olarak sonsuz büyüklükteki bir parçanın %80'ini 100 mikronun altına indirmek için gereken enerji olarak adlandırılan iş indeksi malzemelerin öğütülebilirlik özelliklerine bağlıdır ve değirmenlerin boyutlandırılmasında ve enerji tüketimlerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır.

Malzemelerin iş indeksleri laboratuarda standart Bond öğütülebilirlik testi ile belirlenmektedir. Test değirmeni kapalı devre olarak çalışmakta ve öğütme devreden yük kararlı hale gelinceye kadar devam etmektedir. Bond'un ufalama teorisi iş indeksinin kırılmayla üretilen yeni çatlak uzunluğu ile orantılı olduğu temeline dayanmaktadır. Birim hacimdeki çatlak uzunluğu parça çapının kare kökü ile orantılı olduğu hesaba katılır. Pratik hesaplama için malzemenin %80'inin geçtiği mikron cinsinden boyut seçilir. Bu teori aşağıdaki denklemlerle açıklanır:

$$W = W_i \left(\frac{10}{\sqrt{P}} - \frac{10}{\sqrt{F}} \right) \quad (1)$$

Burada W değirmendeki enerji girdisi (kwh/t), W_i iş indeksi (kwh/t), F ve P sırasıyla besleme ve ürünün %80'inin geçtiği boyuttur (μm).

Benzer şekilde iş indeksi test sırasında kararlı duruma ulaşıldıktan sonra aşağıdaki denklemlerle hesaplanmaktadır:

$$W_i = 1.10 \frac{44.5}{P_1^{0.23} G_{bp}^{0.82} 10 \left[\frac{1}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{1}{\sqrt{F_{80}}} \right]} \quad (2)$$

Burada P_1 test eleğinin boyutu (μm), G_{bp} değirmen dönüşü başına taze elek altıdır (gr/dev) ve bu değer değirmen kararlı duruma ulaştıktan sonraki son üç ürünün ortalama öğütülebilirlik değerinden elde edilmektedir.

III. DENEYSEL ÇALIŞMA

III.1. Malzeme

Deneysel çalışmalarda Kaltun Madencilik A. Ş. tarafından sağlanan Aydın Çine kuvarısı, Mısır potasyum feldspatı ve Toprak Madencilik A.Ş. tarafından sağlanan Sivas kaoleni kullanılmıştır. Her üç numunede yaklaşık olarak 100 kg ve 30-40 cm

boyutlarındadır. Bu malzemeler çekiçle kırılarak yaklaşık 10 cm boyuta indirilmiş ve içerisinde bulunan makroskopik boyuttaki safsızlıklar temizlenmiştir. Temizlenmiş numunelerden temsili olarak yaklaşık 20 kg örnek alınmıştır. Bu örnekler çeneli kırıcı ile tamamı 6 mesh (3350 mikron)'in altına geçecek şekilde, az ince oranı üretmek için kapalı devre olarak kırılmıştır. Bu numunelere ait kimyasal özellikler Çizelge 1'de verilmiştir. Numunelerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde yoğunluk tayini için piknometre ve sertliğinin belirlenmesi için ise Mohs sertlik kalemleri kullanılmıştır. Bunların sonucunda kuvars, K-feldspat ve kaolene ait yoğunluk değerleri sırasıyla 2.68 gr/cm³, 2.63 gr/cm³ ve 2.61 gr/cm³, sertlikleri ise 7, 6 ve 3 olarak bulunmuştur [2].

Çizelge 1. Deney numunelerinin kimyasal analiz değerleri

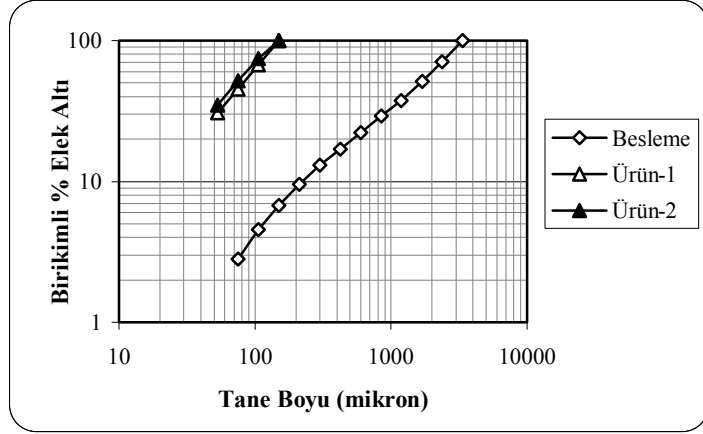
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	A. Z.	Toplam
Kuvars	98.43	0.87	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.15	99.50
Kaolen	57.37	29.75	0.31	0.85	0.11	0.02	0.04	0.04	11.22	99.71
Feldspat	65.41	18.86	0.10	0.01	0.07	0.02	2.33	12.66	0.17	99.63

III.2. Yöntem

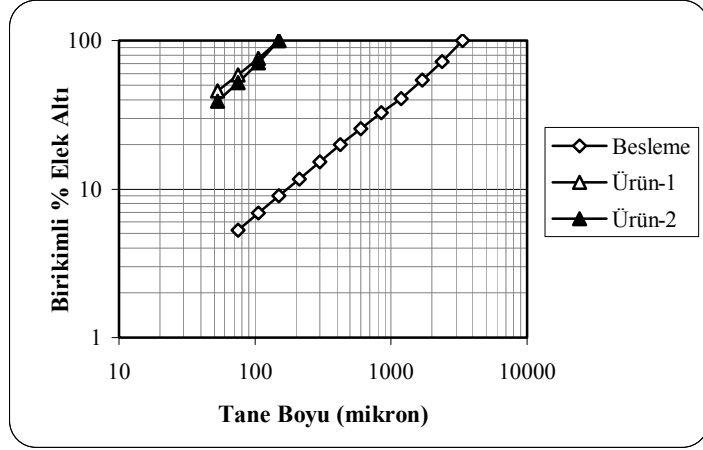
Kuvars, kaolen, K-feldspat'ın öğütülebilirlik değerleri standart Bond Öğütülebilirlik testi kullanılarak belirlenmiştir. Bunun için 12x12 inç boyutlarında standart bilyalı değirmen kullanılmış ve -6 mesh boyutundaki malzeme kuru olarak beslenmiştir. Deney yöntemi kaynaklarda [2-5] belirtildiği şekilde 150 mikron (100 mesh) referans eleği için iki kere tekrar edilerek yapılmış ve hesaplamalarda bunların ortalamaları kullanılmıştır.

IV. SONUÇLAR

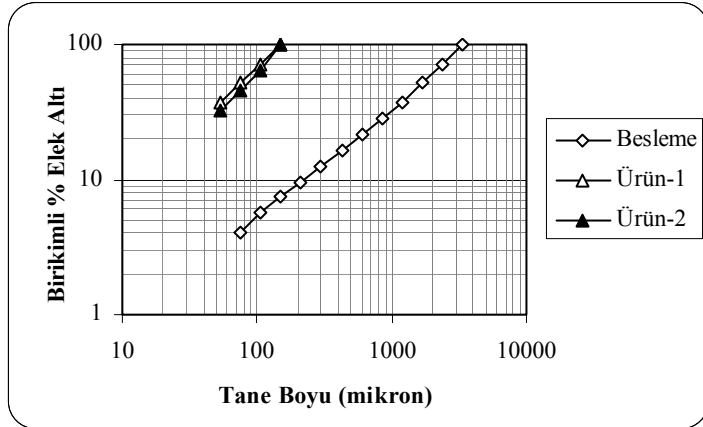
Seramik hammaddelerine ait besleme ve ürün boyut dağılımları Şekil 1-3'de, Denklem (2) kullanılarak hesaplanan Bond iş indeksi sonuçları ise Çizelge 2'de gösterilmiştir [2].



Şekil 1. Kuvars'ın besleme ve ürün % elek altı grafiği



Şekil 2. Kaolen'in besleme ve ürün % elek altı grafiği



Şekil 3. K-Feldspat'ın besleme ve ürün % elek altı grafiği

Çizelge 2. Standart Bond testi öğütülebilirlik sonuçları

	F₈₀	P₈₀	G gr/dev	W_i kwh/t	W_i Ort.
Kuvars-1	2659.5	124.2	2.273	11.21	11.38
Kuvars-2		122.8	2.173	11.55	
Kaolen-1	2599.3	114.8	2.247	10.80	10.52
Kaolen-2		113.3	2.374	10.24	
K-Feldspat-1	2655.3	120.3	2.231	11.15	11.14
K-Feldspat-2		120.8	2.246	11.12	

Çizelge 2 incelendiğinde Kuvarsın iş indeksinin en yüksek kaolenin ise en düşük değerde olduğu görülmektedir.

V. GENEL SONUÇLAR

Kuvars, kaolen ve K-feldspatın Standart Bond değirmeninde yapılan Bond testi sonucunda kuvars, kaolen ve K-feldspat için iş indeksi değerleri sırasıyla 11.38, 10.52 ve 11.14 kWh/t olarak bulunmuştur. Hammaddelerin sertlikleri ile iş indeksleri incelendiğine hammaddelerin öğütülebilirliklerinin hammaddelerin sertliği ile doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] J. S. Reed, “Principles of Ceramics Processing”,. 2nd Edn, John Wiley, NY,1995.
- [2] H. İpek, Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, 2003.
- [3] F. C. Bond, “ Crushing and Grinding Calculations Part 1”, Br. Chem. Eng., Vol 6, No 6, pp 378-385, 1961.
- [4] R. F. Yap, J. L. Sepulveda, R. Jauregui, “Determination of the Bond Work Index Using an Ordinary Laboratory Batch Ball Mill”, Design and Installation of Comminution Circuits, SMEAIME, N.Y, pp 176-203, 1982.
- [5] T.S.E., 1989, “Öğütme İş İndeksi Tayini”, TS 7700