

## Tane Boyut Dağılımının İzolatör Massesinin Ürün Özelliklerine Olan Etkisi

Aslı TAYÇU, Eda ELMAS, Nurcan SEYHAN, Ali KÜÇÜK

Kaleseramik, Çanakkale, Kalebodur Seramik San. A.Ş, Çanakkale/ÇAN

Geliş Tarihi: 26.10.2012; Kabul Tarihi: 11.11.2013

### Özet

**Anahtar kelimeler**  
İzolatör, Tane boyutu,  
Fiziksel özellikler

Bu çalışmada, izolatör çamuru tane boyutu ve dağılımının yarı mamul ürün özelliklerine olan etkileri incelenmiş ve üretim parametreleriyle olan ilişkisi açıklanmıştır. 45 µm üzerindeki elek bakiye değerleri yaklaşık 1,2,3,4,5 olacak şekilde deneme çamurları hazırlanmıştır. Hazırlanan çamurlar işletme şartlarında testlere tabi tutulmuştur. Yapılan testler çamurların tane boyutu ve dağılımı, litre ağırlığı, plastiklik sayısı, yoğrulma suyu, kuru dayanımı, enine ve boyuna küçülme testleridir. Tane boyutu düştükçe plastiklik katsayısının ve kuru dayanımın arttığı kuru küçülme değerlerinin ise birbirine yakın değerler aldığı görülmüştür. Bu çıkan sonuçlar endüstriyel olarak değerlendirilmiş ve endüstriyel olarak en uygun tane boyutu belirlenmiştir.

## Effect of Grain Size Distribution on the Product Properties of Isolator Masse

### Abstract

**Key words**  
Insulator, Particle  
Size, Physical Properties

In this study, the effect of particle size and distribution of porcelain insulator slurry on the properties of semi-finished product was investigated and results were represented according to the industrial conditions. For this reason, 1,2,3,4,5 on the sieve residue values to be about 45 µm as a industrial slurry were prepared. The Particle size and distribution of the slurry, liter weight, number of plasticity, plasticity water, dry strength, transverse and longitudinal shrinkage properties was tested under industrial conditions. It is observed that the small particle size led to increase the coefficient of plasticity and dry strength values were close to each other.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

### 1. Giriş

Porselen izolatörler kil, kaolen, kuvars, feldspat, alümina gibi inorganik maddelerin belirli oranlarda karıştırıldıktan sonra öğütülüp, uygun yöntemlerle şekillendirilip pişirilmesi ile elde edilir [1]. Daha sonra bu porselenler kullanım yerlerine bağlı olarak metal parçalar monte edilerek, elektrik enerjisi iletim ve dağıtımında, trafo merkezlerinde kullanılır [1]. Porselen izolatörlerin şekillendirilmesinde plastik şekillendirmeden faydalanılır ve çamurun plastikliği şekillendirme ve kurutma, kuru mukavemeti ise taşıma esnasında gereken dayanımın sağlanması açısından oldukça önemlidir [1,2]. Tane boyutu ve dağılımı ise ürünün şekillendirme, kuruma ve pişme esnasındaki davranışlarını etkiler [1,2,3,4,5]. Yapılan bu çalışmada, izolatör çamuru tane boyutu ve dağılımının yarı mamul ürün özelliklerine olan etkilerinin belirlenmesi ve endüstriyel olarak uygun

tane boyutu ve dağılımının belirlenmesi amaçlanmıştır.

### 2. Materyal ve Metot

Kaleseramik İzolatör üretim tesisinde kullanılan işletme çamuru, 45 µm üzeri yaklaşık % 1,2,3,4,5 olacak şekilde 5 ton kapasiteli değirmenlerde ayrı olarak hazırlanmıştır. Sert malzemeler değirmende öğütülmüş ve kil ayrı bir yerde açılarak değirmen çamuru ile karıştırılmıştır. Yaklaşık 1550 g/litre ağırlığında ki çamurlar, filter preste 13 bar basınçta yaklaşık % 20 rutubete gelene kadar sıkılarak kekler hazırlanmıştır. Hazırlanan kekler 9 devir/dak. hızla dönen vakum presten geçirilerek homojenleştirilmiştir. Vakum presten çıkan kütüklerin yaklaşık rutubeti % 19 ve sıcaklığı 35 °C' dir. Değirmenlerde hedeflenen değerlere gelinceye kadar öğütülen çamurların +45, +63 ve +90 µm elek bakiye değerleri kontrol edilmiş ve hedeflenen elek bakiye değerine gelen çamurların tane boyut

dağılımı Malvern marka Hydro 2000G model lazer kırınım cihazında ölçülmüştür (Çizelge-1). Vakum presten çıkan kütüklerin dış yüzeyinden alınan parçalar 110 °C sıcaklıktaki etüvde 1 gün bekletilmiş ve kuru ağırlıkları tartılarak vakum rutubeti hesaplanmıştır. Bünyelerin kuru mukavemetleri Gabrielli marka crometre model cihazda ölçülmüştür. Çamurların plastiklik ve yoğrulma suları Pfefferkorn plastiklik testi ile ölçülmüştür.

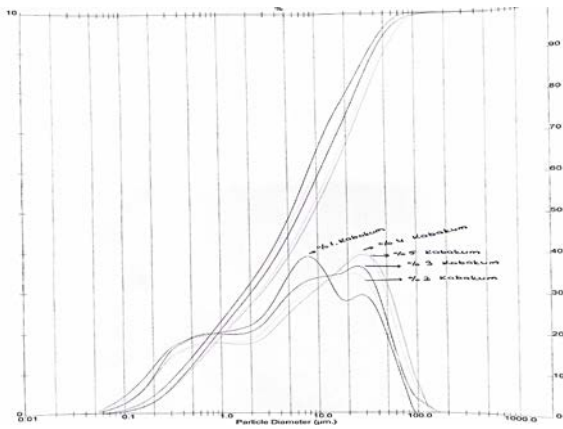
### 3. Bulgular

#### 3.1. Çamurların tane boyutu ve dağılımı

Çizelge-1 de verilen elek bakiye değerleri hedeflenen değerleri yaklaşık olarak vermektedir. Şekil-1' de tane boyutu ve dağılımlarına bakıldığında 4, 5 hedef elek bakiye değerli çamurların tane boyutu ve dağılımı birbirine yakın değerler almaktadır. 2, 3 hedef elek bakiye değerli çamurun tane boyutu ve dağılımı 10 m $\mu$  altına kayarken 1 hedef elek bakiye değerli çamurun tane boyutu ve dağılımı diğerlerine göre dar aralıktadır.

**Çizelge-1.** Deneme çamurlarının tane boyutu ve dağılımları

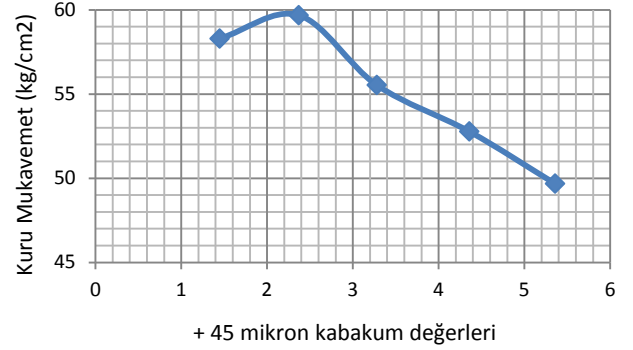
Hedef +45 $\mu$ m elek bakiye değerleri		5	4	3	2	1	
Elek Analizi	0.090	%	0.04	0.04	0.04	0.1	0.02
	0.063	%	0.98	0.84	0.58	0.27	0.25
	0.045	%	4.34	3.48	2.66	2	1.18
	Toplam	%	5.36	4.36	3.28	2.37	1.45
Tane Boyut Dağılımı	D(v0,1)	$\mu$ m	0.44	0.42	0.42	0.36	0.35
	D(v0,5)	$\mu$ m	8.95	8.06	6.58	5.84	5.32
	D(v0,9)	$\mu$ m	48.71	44.55	38.66	37.09	33.54
Öğünme süresi	Dak.	95	140	185	235	295	



**Şekil-1.** Çamurların tane boyutu ve dağılımı

#### 3.2. Kuru mukavemet değerleri

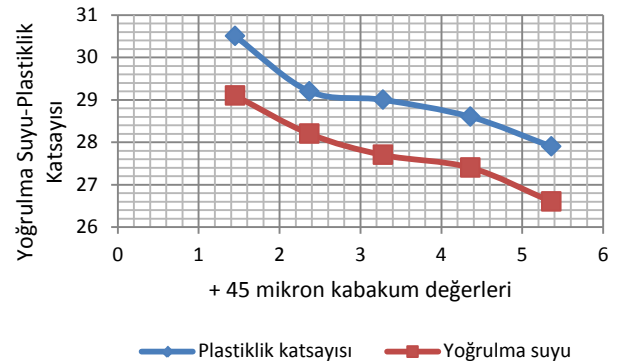
Kuru dayanım değerleri plastiklik katsayısına benzer şekilde tane boyutu düştükçe artmıştır (Şekil-2). Elek bakiyeleri 1 ve 2 olan bünyelerin kuru mukavemet değerleri yaklaşık 60 kg/cm<sup>2</sup> iken, elek bakiyesi 1 olan bünyenin kuru mukavemet değeri 50 kg/cm<sup>2</sup> dir.



**Şekil-2.** Elek bakiye değerlerine bağlı olarak kuru mukavemet değişimi

#### 3.3. Plastiklik ve yoğrulma suyu değerleri

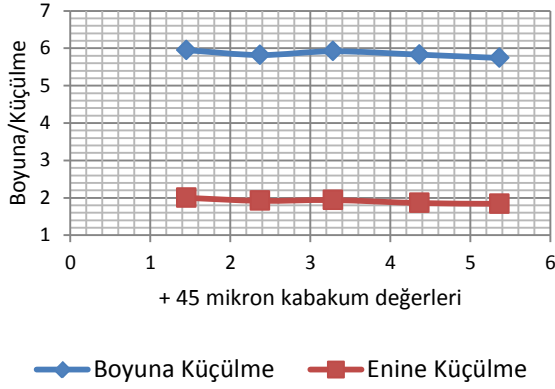
Tane boyutu değerlerine bağlı olarak çamurların plastiklik değerlerine bakıldığında tane boyutu düştükçe plastiklik sayısının ve yoğrulma suyunun özellikle 2 elek bakiyeden sonra hızla arttığı görülmektedir (Şekil-3). Hedef elek bakiye değeri 5 olan çamurun plastiklik sayısı 27.9 iken, aynı değer 1 olduğunda plastiklik sayısı 30.5 olmuştur. Aynı şekilde hedef elek bakiye değeri 1 olan çamurun yoğrulma suyu yaklaşık % 30 iken, aynı değer 5 olduğunda çamurun yoğrulma suyu yaklaşık % 28' dir.



**Şekil-3.** Elek bakiye değerlerine bağlı olarak plastiklik katsayısı ve yoğrulma suyu değişimi.

### 3.4. Kuru küçülme değerleri

Enine ve boyuna kuru küçülme değerleri birbirine yakın değerler almıştır. Hedef elek bakiye değeri 5 olan çamurun boyuna kuru küçülmesi % 5.74 iken, aynı değeri 1 olan çamurun kuru küçülmesi % 5.95'dir.



Şekil-4. Elek bakiye değerlerine bağlı olarak boyuna ve enine küçülme değişimi.

### 4. Tartışma ve Sonuç

Porselen izolatör çamurlarının tane boyutu ve dağılımı öğünme süresi arttıkça azalmış ve öğütme için gereken zaman artmıştır. Öğütme için gereken zamanın artması öğütme için verilmesi gereken kinetik enerjinin artmasından kaynaklanmaktadır [4]. Öte yandan çamur tane boyutu ve dağılımının dar aralıkta değerler alması tanelerin paketleme dolgu faktörünü ve dolayısıyla çamurun plastiklik özelliklerini etkilemektedir [4,5,6]. Geniş dağılımlı tanelerin arasında ki boşluklar azdır ve iri tanelerin arasına ince taneler sıkışarak sıkı bir paket yapısı oluşur. Moore ve Lockett [6], geniş tane boyutu ve dağılımlı çamurların plastiklik değerlerinin dar dağılımlı olanlara göre çok daha yüksek olduğunu söylemişlerdir. Öte yandan yapılan diğer çalışmalarda, malzemelerin plastik özelliğini iyileştirmek için tane boyutunun azaltılması gerektiğinden bahsedilmektedir [3,7,8]. Yapılan çalışmada, hedef elek bakiye değeri 2 ve 1 olan çamurlarda iri taneler azalmış ve plastiklik sayısı ve yoğrulma suyu artmaya başlamıştır. Yoğrulma suyunun artması çamuru plastik hale getirmek için gereken su miktarının arttığını göstermektedir. Çamurların plastik özelliklerini etkileyen parametreler çamurun kuru mukavemet değerlerini de etkilemektedir [3,7,8]. Çamurun tane

boyutunun düşmesi ile tanelerin etrafı daha fazla su tabakası ile sarılmış ve çamurun bağlayıcılığı ve dolayısıyla kuru mukavemeti artmıştır [3,7,8]. Yoğrulma suyunun artması bunu doğrulamaktadır. Öte yandan tane boyutu ve dağılımı çamurun kuru küçülme değerini çok fazla etkilememiştir.

Sonuç olarak +45 µm elek bakiye değeri yaklaşık % 3 değerinin altına düştüğü zaman çamuru plastikleştirmek için gereken su miktarı ve plastiklik sayısı artmakta ve dolayısıyla kurutma esnasında bünyeden atılması gereken su miktarı artmaktadır. Bu durum, bünyenin homojen kurumamasına bağlı olarak çatlama riskini arttırmaktadır. Bu nedenle çamurun +45 µm elek bakiye değerinin, şekillendirme esnasında sahip olması gereken plastiklik sayısı da dikkate alınarak yaklaşık 2-4 olması gerektiği belirlenmiştir.

### Kaynaklar

- Aras, A., 2004, The change of phase composition in kaolinite- and illite-rich clay-based ceramic bodies, *Applied Clay Science*, 257-269 pp.
- Bambang I., S., 2005., The Influence of Fines Content and Plasticity on The Strength and Permeability of Aggregate for Base Course Material, *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 8, 845-856.
- Carty, W., M., Rossington, K., R., 1998. Plasticity Revisited, *Proceedings of the 1998 Science of Whitewares II Conference at Alfred University, Alfred, NY, USA*.
- Carty, W., Senapati, U., 2003. *Porcelain-Raw Materials, Processing, Phase Evolution, and Mechanical Behavior*, *Journal of the Am.Ceram.Soc.* 81, 1, 3-20.
- Glasson, N., Forbes, K., 2001., Clay Systems For Improved Performance, *CFI/Ber.DKG*, 78, 3, 22-27.
- Reed, S., J., 1995. *Principles of Ceramic Processing*, John Wiley & Sons, New York, 200-203.
- Tuna, A., 2006. Alumina Esaslı Elektroporselen Bünyelerin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Seramik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 106.
- Thanaboonsombut, A., Panupat, A., 1998., *Alumina-Mullit Porcelain as a Compromised Product for High Voltage and Low-Sintering Insulators*, *Journal of the Ceramic Society of Japan*, 112, 5, 191-195.