

TANE BOYUTUNUN MASSENİN VE ÜRÜNÜN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Ali KARTAL, Zafer KURT

Afyon Kocatepe Üniversitesi Seramik Mühendisliği Bölümü, AFYON

ÖZET

Tane boyut dağılımı bir massenin reolojik davranışlarının yanı sıra ara ve nihai mamül teknik özelliklerini belirleyen en önemli parametrelerden bir tanesidir. Çoğu mamüllerde aranan sıkı yapı ancak ince taneli masse kullanımı, yüksek presleme basıncı ve yüksek pişirim sıcaklıklarının kombine edilmesiyle sağlanabilmektedir.

Çalışma kapsamında, farklı şekilde öğütülerek elde edilen yer karosu masse karışımlarının reolojik davranışları tespit edilmiş ve bu masselerden elde edilmiş ara ve 1200 °C de hızlı pişirilmiş numunelerin mukavemet, küçülme ve su emme davranışları belirlenerek karşılaştırılmıştır.

Tane boyutunun düşüşiyle aynı oranlarda su içeren süspansiyonların akışkanlıklarının kötüleştiği, mamül mukavemet ve küçülmelerinin arttığı su emmelerinin düştüğü tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Tane Boyutu, Yer Karosu, Öğütme, Fiziksel Özellikler

THE EFFECTS OF PARTICLE SIZE ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF BY-PRODUCT AND FINAL PRODUCTS

ABSTRACT

Particle size distribution in a ceramic body is one of the most important parameters which affects rheological behaviour of slips and technical properties of both by and final product.

In the present study, rheological behaviour of floor tile mixtures that were ground differently, mechanical strength, shrinkage and water absorbtion of by product and final tiles fast fired at 1200 °C were determined.

With the decrease in particle size flowing ability of suspensions containing same amount of water was worsened. Additionally, while water absorption decreased both strength and shrinkage values increased.

Key words: Particle Size, Floor Tile, Grinding, Physical Property

1. GİRİŞ

Öğütme işlemi istisnalar hariç tüm seramik ürün eldesinde uygulanan bir süreçtir. Prensip olarak spesifik yüzey alanının artırılması reaksiyon oluşumunu hızlandırdığı için sinterlenme ve erime kolaylaşmaktadır. İnce öğütme yüksek maliyetli bir süreç olması nedeniyle mamül teknik özelliklerinin yeterli olmasını sağlayacak şekilde sınırlandırılmaktadır. Tane boyut dağılımı masse suspansiyonunun akma ve kuruma gibi reolojik davranışlarının yanı sıra sinterlenme ve ergimesini de etkileyerek nihai ürünün mukavemet, su emme, küçülme gibi fiziksel özellikleri üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır.

Bu çalışma kapsamında yer karosu üretiminde kullanılan hammaddelerden oluşturulan ve 1200 °C sıcaklığında iyi sinterlenebilen bir masse bileşiminin farklı şekilde öğütülmesiyle elde edilen numunelerin teknik özelliklerinin tane boyut dağılımına bağlı olarak değişimleri araştırılmıştır.

2. ÇALIŞMADA UYGULANAN TEST YÖNTEMLERİ

2.1. Tane Boyut Dağılımı Ölçümleri

Öğütülen numunelerin tane boyut dağılımları Lazer Granulometre ile tespit edilmiştir. Ölçüm, seyreltilmiş olarak sıvı bir ortamda bulunan tanelere Lazer ışınları gönderilerek tanelerin arka zeminde oluşturdukları iz düşümü büyüklüğü ve her büyüklüğe denk gelen iz sayısı belirlenmek suretiyle gerçekleştirilmektedir. Tane büyüklüğü ile izdüşümü büyüklüğü arasında bir ters orantı vardır. Bilgisayar sistemi, bir haznedan geçerken lazer ışınları gönderilen suspansiyondaki tanelerin hepsinin izdüşüm büyüklüğünü ve her büyüklüğe tekabül eden iz sayısını otomatik olarak tespit edip tane boyut dağılımını % hacim cinsinden hesaplamaktadır. Numuneler suda oldukça seyreltilmiş haldedirler (1/2 litre suya ~ 1-2 damla suspansiyon ilavesi) ve yapışmayı önlemek için titreşim etkisine tabi tutularak ölçüm sistemine gönderilmektedir.

2.2. Litre Ağırlığı ve Akışkanlığın Belirlenmesi

Suspansiyonun katı madde/su oranı ile direk ilişkili olan litre ağırlığı kontrol edilerek numuneler aynı katı madde/su oranlarında akma testine tabi tutulmuşlardır.

Test, 200 cc'lik bir silindir hazne kullanılarak yapılmış ve elde edilen değerler 5 ile çarpılarak litre ağırlığı bulunmuştur.

Suspansiyon haldeki numunelerin akışkanlıklarına 4 mm çapında açıklığa sahip olan bir akış viskozimetresi ile bakılmış ve her defasında haznenin boşalması için geçen süre tespit edilmiştir.

2.3. Numune Küçülme Oranlarının Tespiti

Kurutma ve pişirim proseslerinin uygun bir şekilde yapılabilmesi ve hedeflenen boyutlarda ürün eldesi için kullanılan massenin üretim prosesleri esnasında gösterdiği küçülme davranışlarının bilinmesi önem arz etmektedir. Küçülme kurutma ve pişirme esnasında gerçekleşir kuru, pişme ve toplam küçülme olmak üzere üç şekilde değerlendirilir. Kuru halde preslenerek şekillendirilen mamüllerde kuru küçülme nem oranına bağlı olarak ya hiç görülmemekte yada çok az oranda gerçekleşmektedir. Dolayısıyla çalışma kapsamında sadece pişme küçülmeleri üzerinde durulmuştur. % Pişme küçülmesi (% PK) şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\% PK = (l_{\text{kuru}} - l_{\text{pişmiş}}) \cdot 100 / l_{\text{kuru}}$$

l_{kuru} : Kurutma sonrası uzunluk $l_{\text{pişmiş}}$: pişme sonrası uzunluk

2.4. Çekme Gerilmesine Dayanım Tayini

Karolarda eğilmede çekme gerilmesine dayanım üç nokta eğme mukavemeti test yöntemiyle yapılmaktadır /TS-EN 100/. Bu yöntemde numune standardın belirlediği koşullar dahilinde iki destek üzerine yerleştirilir ve orta kısımdan kuvvet etki ettirilerek kırılmayı sağlayan değer tespit edilir. Eğme mukavemeti şu şekilde hesaplanır:

$$\sigma = 3F.l/2b.h^2$$

σ : Eğilme Mukavemeti F : Kırılmayı sağlayan kuvvet l : Mesnetler arası mesafe b : Numune genişliği h : Numune yüksekliği

2.5. Su Emme Tayini

Karolar da su emme tayini TS-EN 99 standardına göre yapılmaktadır. Prensipten tamamen kurutulmuş numunenin ağırlığı (M_{kuru}) ve suda öngörülen kurullar dahilinde kaynatıldıktan sonraki nemli ağırlığı (M_{nemli}) tespit edilerek % su emme oranı (%SE) şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\% SE = (M_{nemli} - M_{kuru}) \cdot 100 / M_{kuru}$$

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. Deneysel Çalışma Programı

Çizelge 1 ve 2 de sırası ile fiziksel özellikleri ve kimyasal bileşimleri belirtilmiş değişik killer, Na-feldspat, pegmatit ve kaolen kullanılarak elde edilen masse karışımları önce 2,5, 4 ve 6h gibi farklı sürelerde öğütülerek farklı tane boyut dağılımına sahip suspansiyonlar hazırlanmıştır. Litre ağırlığı, akışkanlık ve tane boyut dağılımı tespiti yapılan bu numuneler kurutulup ezilerek granül haline getirilip nemlendirilip preslenerek tablet formuna sokulmuştur. Kurutma işleminden sonra işletme koşullarında (1200 °C, 38 dak.) pişirilen numunelerin küçülme, mukavemet, su emme gibi fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

3.2. Masse Bileşiminin Oluşturulması

Genelde kaplama malzemeleri üretiminde kullanılan hammaddelerle yer karosu masse bileşimlerine benzer bir reçete hazırlanmıştır (Çizelge 2). Kullanılan killer İstanbul-Şile yöresi, pegmatit Söğüt, kaolen Uşak ve Na-Feldspat Aydın- Çine bölgelerine aittir.

Tablo 1 Kil Grubuna Ait Fiziksel Özellikler (1200°C)

Fiziksel Özellikler	Kil I	Kil II	Kil III
Kuru Mukavemet (kg/cm ²)	19,1	17,3	18,4
Pişme Mukavemeti (kg/cm ²)	419	346	322
% Pişme Küçülmesi	9,8	8,4	9,6
% Su Emme	0,7	3,3	0,8

Tablo 2. Hammaddelerin Kimyasal Bileşimleri
(Fabrikada alınan verilerdir) ve Massedeki % Miktarları

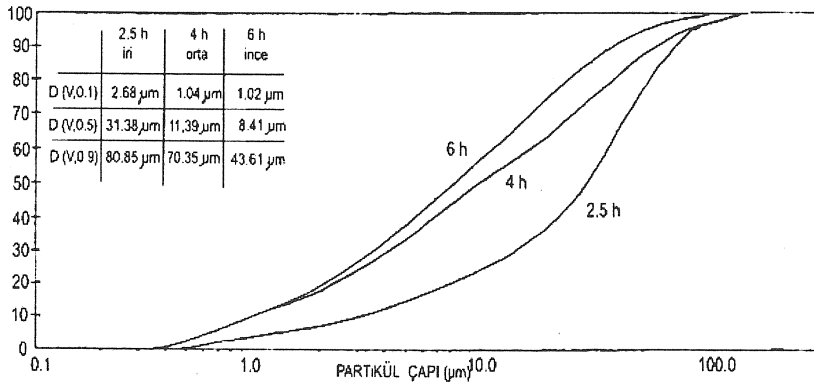
Ham-Madde	Reç. %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	A.K.*
Kaolen	3	69	11	0,8	5,0	2,5	2,3	1,6	0,4	7,0
Kil I	10	56	27	0,3	2,7	0,7	0,2	3,3	1,3	8,0
Kil II	15	59	27	0,1	2,5	0,6	0,1	2,7	1,1	7,5
Kil III	22	58	26	0,5	2,5	0,9	0,4	3,0	1,0	8,2
Na.-Fel.	25	69	18	11	0,1	0,0	0,5	0,1	0,3	0,2
Pegmatit	25	74	12	4,5	2,0	0,7	2,0	1,0	0,2	2,7
MASSE	100	63	20	3,7	1,9	0,6	0,8	1,7	0,7	6,6

A.K.: Ateş kaybı

3.3. Massenin Farklı Sürelerde Öğütülmesi

Reçeteler 5000 g kuru madde ve 2500 g su toplam 7500 g (katı madde/su = 67:33) olacak şekilde Laboratuvar alümina bilyeli öğütücüde ayrı numuneler halinde 2,5, 4 ve 6 saat sürelerle öğütülmüştür. Katı madde bazında toplam %0,4 oranında STPP (Sodyum tri poli fosfat) ve cam suyu katkıları (Na₂O/SiO₂ = 1:3) kullanılmıştır.

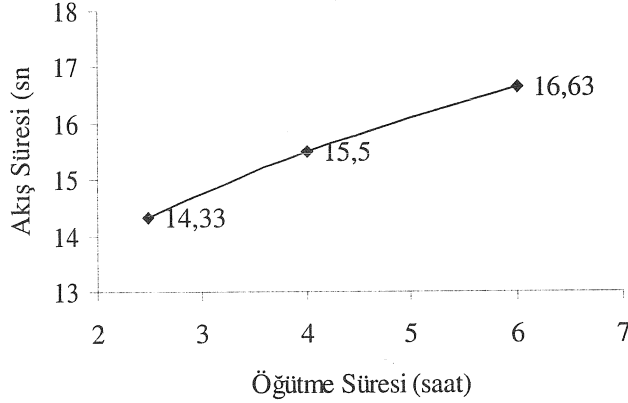
Numunelerin Lazer Granulometre ile elde edilen tane boyut dağılımları Şekil 1 de verilmiştir. Bu numunelerin 63 µm elek bakiyeleri sırası ile %8,2, %4,5 ve %0,8 ayrıca 45 µm elek bakiyeleri ise sırası ile %15,5, %10,5 ve %3,4 olarak belirlenmiştir. Öğütme süresine bağlı olarak tane boyutu belirgin bir şekilde düşmüştür.



Şekil 1. Numunelerin öğütme sürelerine (2,5, 4 ve 6 saat) bağlı olarak lazer granulometre ile tespit edilen tane boyut dağılımları % hacim cinsinde.

3.4. Tane Boyutunun Süspansiyonun Akma Davranışları Üzerindeki Etkileri

Çok belirgin farklar olmamakla birlikte numune tane boyutlarının düşmesiyle akma süresinin arttığı yani akışkanlığın kötüleştiği görülmektedir (Şekil 2).



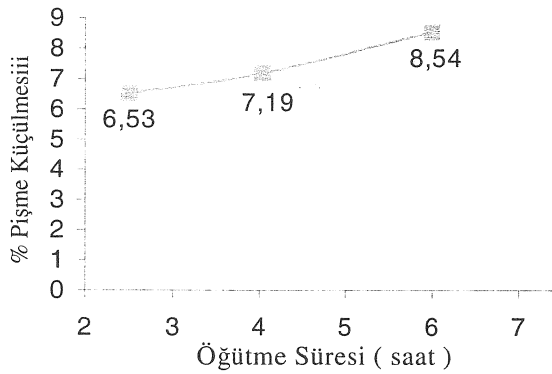
Şekil 2. Öğütme derecesine bağlı olarak akma sürelerinin değişimi

3.5. Şekillendirme ve Pişirme

Öğütülen masse suspansiyonları kurutulup, ezilip granül haline getirildikten sonra püskürtme ile ~%5 oranında nemlendirilerek laboratuvar presinde 200 kg/cm^2 lik bir yük uygulanarak $200 \times 80 \text{ mm}^2$ ebatlarında numuneler 200 kg/cm^2 basınçla şekillendirilmiştir. Farklı öğütme sürelerine sahip her üç masseden 15'er numune hazırlanmıştır. Numuneler laboratuvar etüvünde 110°C 'de bir saat süreyle kurutulup Umpaş Seramik üretim fırınında 1200°C 'de 38 dakikada pişirilmiştir.

3.6. Tane Boyutunun Küçülme Üzerindeki Etkileri

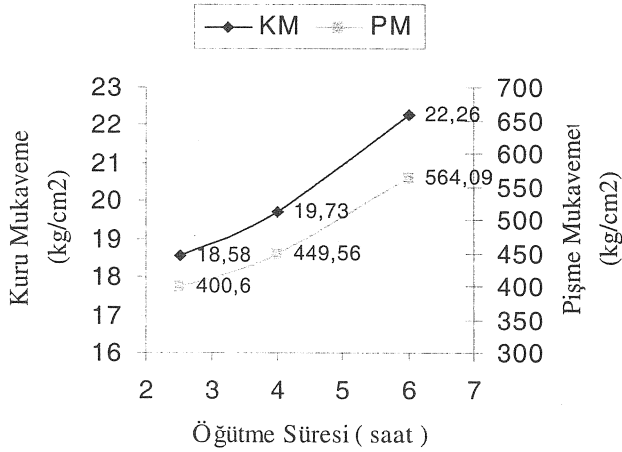
Her defasında 15 numune üzerinde yapılan pişme küçülmesi ölçüm değerleri Şekil 3'te grafiğe aktarılmıştır.



Şekil 3. Öğütme sürelerine bağlı olarak pişme küçülmesi değerlerinin değişimi

3.7. Tane Boyutunun Mukavemet Üzerindeki Etkileri

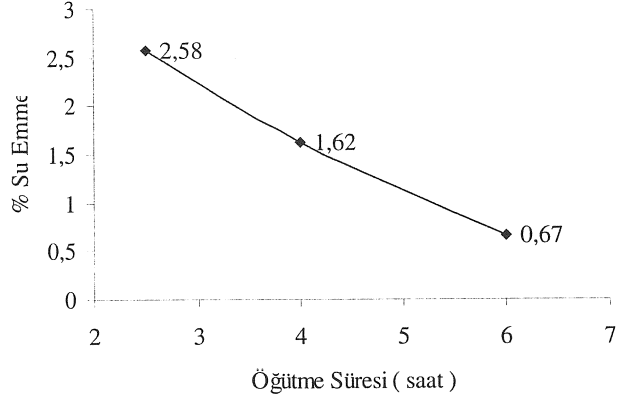
Farklı tane boyutuna sahip her bir masseden kuru ve pişme mukavemetlerinin tespiti için her defasında altı numune teste tabi tutulmuştur. Elde edilen değerlerin ortalamaları oluşturularak Şekil 4'de sunulmuştur.



Şekil 4. Mukavemet değerlerinin öğütme sürelerine bağlı olarak değişimi

3.8. Tane Boyutunun Su Emme Üzerindeki Etkileri

Her numune grubundan üçer adet numune üzerinde su emme testleri yapılmış elde edilen ortalama değerler Şekil 5'de grafiğe aktarılmıştır.



Şekil 5. Su emme değerlerinin öğütme sürelerine bağlı olarak değişimi

4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Elde edilen sonuçlar, masse tane boyutunun küçültülmesinin fiziksel özellikler üzerindeki etkilerini değişik kaynaklarda genel olarak ifade edildiği gibi belirgin bir şekilde ortaya koymaktadır. 63 μm elek bakiyesinin %8,2'den %4,5'e düşürülmesi pişme küçülmesinin %6,5'tan %7,2'ye, pişme mukavemetinin 400 kg/cm^2 'den 450 kg/cm^2 'ye çıkmasına ve su emmenin %2,6'dan %1,6'ya düşmesine yol açmıştır. Elek bakiyenin % 4,5' dan %0,8'e düşürülmesi pişme küçülmesinin %7,2'den %8,5'e pişme mukavemetinin 449 kg/cm^2 'den 564 kg/cm^2 'ye çıkmasına ve % su emmenin 1,6'dan 0,7'ye düşmesine neden olmuştur. Tane boyutunun düşürülmesi ile artan tane spesifik yüzeyi pişirim esnasında taneler arası bağ oluşumunu yani sinterlenmeyi olumlu etkileyerek düşük porozite sayesinde su emme oranının düşmesini ve mukavemetin artmasını sağlamıştır. İncelen tanelerle birlikte taneler arası sınırların artması ve dolayısı ile pişirme esnasında tanelerin daha sık bir yapı oluşturması neticesinde küçülmede artmıştır.

İnce öğütmenin akışkanlığı olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Tane spesifik yüzeylerinin artması ile aynı katı madde su oranlarında suyun tane yüzeylerini tamamen kaplamaya yetmemesi akışkanlığı kötüleştirmektedir.

KAYNAKLAR

1. Kurt Z., Bir Yer Karosu Massesinde Tane Boyutunun Teknik Özellikler Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Mezuniyet Tezi, AKÜ- Mühendislik Fakültesi Seramik Müh. Bl., (2001).
2. Kartal A., İşletme Koşullarında Masse Teknik Özellikleri Üzerinde Çalışmalar, Yayınlanmamış Notlar, AKÜ- Mühendislik Fakültesi Seramik Müh Bl.
3. SALMANG Scholze, Keramik Teil 2, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, (1982).
4. MAZZACANI P., BİFFI G., Handbook for the Technician of Ceramics Production, Gruppo Editoriale Faenza Editrice S.p.A, Faenza, (1977).
5. From Technology Through Machinery to Kilns for Sacmi Tile, Sacmi Experimental Centre, (1986).

