

Farin İlavesinin Çini Bünye Özelliklerine Etkisi

Hülya KAFTELEN

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Trabzon
kaftelen@ktu.edu.tr

(Geliş/Received: 14.03.2016; Kabul/Accepted: 08.08.2016)

Özet

Bu çalışmada, Bilecik kaoleni, Mihallıçık kili, dolomit ve pudra kuvars karışımından bir çini bünye hazırlanmıştır. Çini bünyelerde hammadde olan dolomit yerine ağırlıkça % 0-15 arasında çimento sektöründe kullanılan farin ilavesi yapılarak 4 farklı çini bünye hazırlanmıştır. Çini bünyeler plastik olarak şekillendirildikten sonra 885 °C, 925 °C ve 975 °C sıcaklıklarda ayrı ayrı pişirilmiştir. Çini bünyelerin pişme küçülmesi, su emme ve mukavemet özelliklerine farin ilavesi ve pişirim sıcaklıklarının etkisi incelenmiştir. Pişme mukavemeti, en yüksek değerine (110 kg/cm²) ağırlıkça %15 farin ilaveli 975 °C 'de pişirilmiş numunelerde ulaşılırken, 885 °C'de pişirilmiş farin ilavesiz numunelerde en düşük mukavemet değerine (62 kg/cm²) ulaşılmıştır. Ayrıca, numunelerin su emme değerleri artan pişme sıcaklığı ve farin miktarı ile azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çini Bünye, Farin, Pişme Mukavemeti

Effect of Farine Addition on the Properties of Chinaware Bodies

Abstract

In this study, the chinaware was prepared by the mixture of Bilecik clay, Mihallıçık clay, dolomite and powders quartz. Four different chinawares were prepared by adding farine, which is used in cement industry, between 0-15 wt.% instead of dolomite used in chinaware as raw material. After the chinawares are shaped plastically and they were separately fired at temperatures of 885 °C, 925 °C ve 975 °C. The effect of farine addition and fired temperatures on the firing shrinkage, water absorption and flexural strength of chinawares were investigated. Flexural strength was reached the maximum value (110 kg/cm²) for sample containing 15 wt.% farine and fired at 975 °C, while the lowest flexural strength (62 kg/cm²) was obtained for the farine free sample fired at 885 °C. Additionally, the water absorption values of samples were decreased with increasing the amount of farine and firing temperature.

Keywords: Chinaware, Farine, Flexural Strength

1. Giriş

Farin, kalker ve kilin belirli oranlarda (%80-90 kalker, %10-20 kil) karıştırılarak öğütülmesinden elde edilen bir çimento hammaddesidir. Fransızca ince un anlamına gelen farinin kalitesi, çimento hammaddelerinin kalitesine ve karışma oranlarına bağlı olarak değişir [1]. Kalker ve kil içeren hammadde karışımının bilyalı değirmenlerde öğütüldükten sonra 90µm elekten geçirilmesiyle farin elde edilir. Farinin inceliği ve homojenliği kolay pişen bir farin hazırlamak açısından önemlidir.

Kaolen, kil, kuvars ve dolomit hammaddelerinin belirli oranlarda karıştırılarak şekillendirilmesi, desenlenmesi, sırlanması ve

pişirilmesi (900-1050°C) ile elde edilen seramik malzeme "çini" olarak adlandırılır. [2]. Çini bünyelerde kil, bünyeye yaş halde plastiklik özelliği kazandırarak şekil almasını sağlarken, kuvars ise yapıya mukavemet kazandırır ve pişme sırasında genleşmeyi azaltır. Kalsiyum ve magnezyum kaynağı olan dolomit ise, çini çamurlarını pekiştirerek bünyelerde ergiticilik görevi yapar [3]. Çini bünyelerde ergitici olarak görev alan dolomitte mevcut olan ve yüksek sıcaklıklarda pişmeyi sağlayan magnezyum miktarı azaltılarak daha düşük sıcaklıklarda pişirme işlemi gerçekleştirilebilir. Bu düşünceden yola çıkarak, çini bünyelerin özelliklerinden uzaklaşmadan daha düşük sıcaklıklarda pişmeyi sağlamak amacıyla, bünyede

mevcut olan dolomit miktarı azaltılarak yerine aynı oranlarda çimento sektöründe hammadde olan pişmeye hazır konumdaki farin (%5-15) ilavesi yapılmıştır. Farklı oranlarda farin içeren numuneler 3 farklı pişirme sıcaklığına (885°C, 925°C ve 975°C) tabi tutulmuşlardır. Ayrıca, karşılaştırma yapmak amacıyla farin içermeyen bir çini bünye de hazırlanmış ve bu numuneye de aynı pişirim sıcaklıkları uygulanmıştır. Bu çalışmada, farin ilavesi ve pişirme sıcaklıklarının çini bünyelerin kuru küçülmesi, su emme, pişme küçülmesi, pişme mukavemeti değerlerine etkisi incelenmiştir.

2. Malzeme ve Yöntem

Bu çalışmada, kaolen, kuvars, dolomit ve kil hammaddelerinden oluşan standart çini bünyesi ve %5, %10 ve %15 farin içeren çini bünyeler

olmak üzere toplamda 4 farklı kompozisyona sahip numuneler hazırlanmıştır. Bilecik kaoleni, Mihallıçık kili ve Kütahya Saka köyü yöresinden temin edilen dolomit ile Mersin ÇimSA fabrikasından elde edilen farin hammaddelerinin X-ışını floresans (XRF, Rigaku) spektrometresinden kimyasal analiz sonuçları Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmektedir.

Deneylerde hazırlanan numunelere ait kompozisyonlar Tablo 3'de verilmektedir. Tabloda farin katkısız standart çini bünye N1, %5 farin katkılı çini bünye N2, %10 farin katkılı çini bünye N3, %15 farin katkılı bünye ise N4 olarak adlandırılmıştır. Döküme elverişli N1 standart çini reçetesinde pişirme sıcaklığını düşürmek için reçetede mevcut olan dolomit miktarının azaltıldığı oranda bunun yerine çimentonun ana hammaddesi olan farin ilavesi yapılmıştır.

Tablo 1: Hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları

Hammadde	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	BaO	SO ₄	A.Z.
Bilecik kaoleni	80	6.19	4.54	2.35	0.35	0.08	0.81	0.30	3.02	0.19	7.75
Mihallıçık kili	51.18	8.52	3.2	13.45	2.98	7.00	2.6	0.27	-	0.10	11.0
Dolomit	12.20	1.05	21.56	18.02	0.65	0.02	0.08	0.12	-	-	47.55

Tablo 2. Farinin kimyasal analiz sonuçları

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	Serbest kuvars
42.81	13.53	3.07	2.33	1.57	0.44	0.12	0.05	2.12

Tablo 3'de ağırlıkça yüzdeleri verilen hammaddeler %55 katı, %45 sıvı içerecek şekilde bilyalı değirmende 2 saat süreyle öğütülerek homojen bir çamur elde edilmiştir. Yarı yaş şekillendirme işlemi için filtreden alınan çamur, düzgün yüzeyli, 50 cm x 50 cm x 4cm boyutlarındaki alçı plaka üzerine dökülerek %35 oranındaki nemin %20'ye düşürülmesi sağlanmıştır. Alçı kalıplarda nemi alınan çini bünyeler, serbest şekillendirme ile şekillendirilmişlerdir.

Numuneler, iki gün oda sıcaklığında ve sonrasında etüvde 105 °C' de 1 saat süreyle kurutulmuştur. Pişirme işlemi, her kompozisyon için 885 °C, 925°C ve 975°C olmak üzere 3

farklı sıcaklık kullanılarak kül fırında (Refsan marka) gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3. Çini bünyelerin bileşimi

Hammadde	Ağırlıkça %			
	N1	N2	N3	N4
Bilecik kaoleni	55	55	55	55
Dolomit	20	15	10	5
Mihallıçık kili	20	20	20	20
Kuvars	5	5	5	5
Farin	0	5	10	15

2.1. Karakterizasyon Çalışmaları

2.1.1 Çini bünye çamurlarına uygulanan testler

Hazırlanan çamurların % elek bakiyesi, % nem miktarı ve litre ağırlığı değerlerine bakılmıştır. Çamurlardan 10-15 gr alınarak maksimum 150°C sıcaklığa çıkabilen elektronik nem cihazında % nem miktarları belirlenmiştir. Çamurların litre ağırlığı 250 ml'lik cam piknometre yardımı ile ölçülmüştür. Elek bakiyesi testi ile çamurun öğütme sonucunda istenen tane iriliğine ulaşip ulaşmadığı kontrol edilmiştir. Elek bakiyesi tayini için numunelerden 250 ml'lik çamur elekten (100 DIN) yıkanarak geçirilmiştir. Elek üstü 110 °C' de etüvde 30 dk bekletildikten sonra hassas terazide tartılmış ve g/lt cinsinden elek bakiyesi değeri hesaplanmıştır.

2.1.2 Çini bünyelere uygulanan testler

Kuru küçülme (K.K.) testi, gerek şekillendirmenin ve gerekse reçetenin uygun olup olmadığını ve şekillendirilmiş malzemenin kuruma sırasında ne kadar küçüldüğünü tespit etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Alçı kalıpta şekillendirilen numunelerin boyutları, kurutma işlemi öncesi ve sonrası dijital kumpasla ölçülerek % değişim olarak aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$K. K\% = \frac{\text{Plastik uzunluk} - \text{Kuru uzunluk}}{\text{Plastik uzunluk}} \times 100 \quad (1)$$

Numunelerin pişme küçülmesi (P.K.) miktarı (%) Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$P. K\% = \frac{\text{Kuru uzunluk} - \text{Pişmiş uzunluk}}{\text{Kuru uzunluk}} \times 100 \quad (2)$$

Pişirilmiş numunelerin su emme deneyleri TS-605 standardına uygun test metoduyla gerçekleştirilmiştir. Deney öncesi her bir kompozisyon için 3 farklı numune alınarak kuru ağırlık değeri (w_1) hassas terazide ölçülmüştür ve numuneler 24 saat su emme testine tabi tutulmuştur. Deney sonrası yaş ağırlıkları (w_2) belirlenmiştir. Su emme miktarı (%) Eşitlik 3 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$S. E (\%) = \left[\frac{(w_2 - w_1)}{w_2} \right] \times 100 \quad (3)$$

Pişirme işlemi sonrası silindirik (L=140 mm, $\varnothing=12$ mm) çubuk şekilli numuneler üç nokta eğme mukavemetine tabi tutulmuştur. 3-nokta eğme deneyi sonucu mukavemet değerleri Eşitlik 4'den hesaplanmıştır [4].

$$\sigma_{e,max} = \frac{M_e}{Z} = \frac{P_{max} \times L}{4Z} \quad (4)$$

Burada,

$\sigma_{e,max}$: Eğilme Dayanımı (N/m²)

L: Mesnet merkezleri arası açıklık (m)

Z: Kesit modülü (m³)

P_{max} : Kırılma anında numuneye uygulanan kuvvet (N)

Bu çalışmada, mesnetlerarası mesafe L= 80mm olarak alınmıştır. Dairesel kesitli numuneler için kesit modülü (Z) değeri numune çapı (D) kullanılarak aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$Z = \frac{\pi D^3}{32} \quad (5)$$

3. Bulgular ve Tartışma

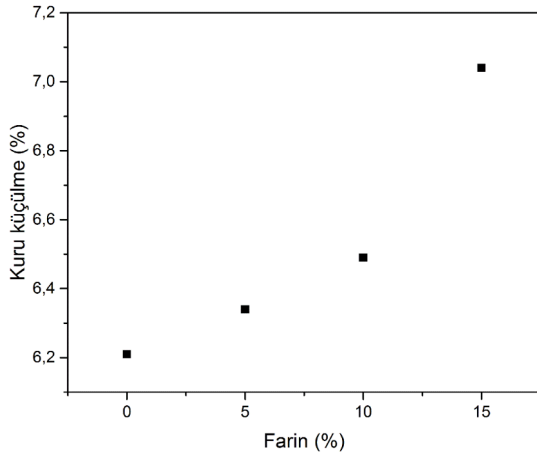
Tablo 4'de hazırlanan çamurların % elek bakiyesi, % nem miktarı ve litre ağırlığı sonuçları verilmiştir.

Tablo 4. Hazırlanan çamurların % elek bakiyesi, % nem miktarı ve litre ağırlığı sonuçları

Testler	Reçete			
	N1	N2	N3	N4
% Elek Bakiyesi	3,54	3,41	3,27	3,01
% Nem Miktarı	38,34	39,67	40,56	41,44
Litre Ağırlığı (gr/lt)	1315	1297	1289	1284

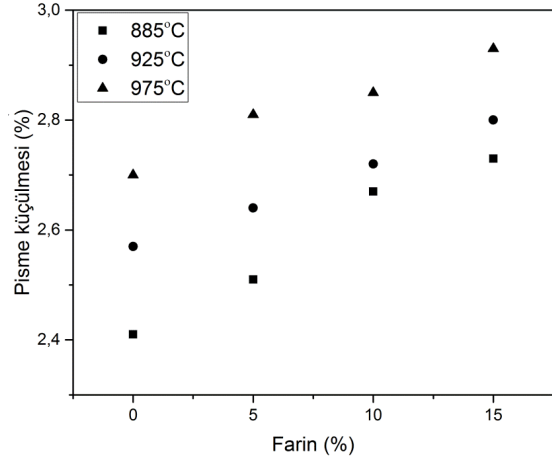
Tablodan da görüldüğü gibi çini bünyelerde farin miktarının artmasıyla % elek bakiyesi azalmış ve litre ağırlığı ise 1315-1284 g/lt arasında değişmiştir. Hazırlanan çamurların % elek bakiyesinin azalmasının nedeni, dolomit yerine 90µm elek altı farin kullanılması ile açıklanabilir. Nem miktarının (%) farin ilavesi ile artması ise, farin ilavesi ile gelen kil miktarının çamurda artması ve dolomit miktarının azalmasıyla açıklanır.

Değişik oranlarda farin içeren çini numunelerinin kuru küçülmesi değerlerinin farin yüzdesi ile değişimi Şekil 1'de verilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, çini bünyeye ilave edilen farin miktarının artması ile kuru küçülme değerlerinde artış görülmüştür. Kuru küçülmenin artmasının nedeni, farin ilavesi ile birlikte gelen kil miktarının artmasından kaynaklanmaktadır. Kil tanecikleri arasındaki su, kilden uzaklaştıkça taneler birbirine yaklaşır ve kuruma ile küçülme ortaya çıkar [5]. Pişme küçülme değerlerinin farin ilavesi ile artması, farin bünyesinde bulunan CaCO₃ miktarının yüksek olması (~%90) nedeniyle gaz çıkışlarından ve kristal suyun uzaklaşmasından kaynaklanmaktadır [6].



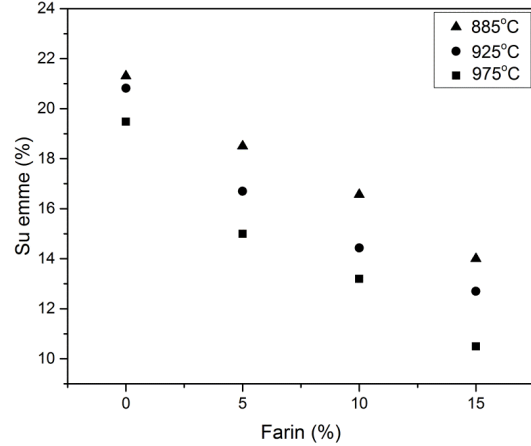
Şekil 1. Kuru küçülme değerlerinin farin yüzdesi ile değişimi

Şekil 2'de üç farklı sıcaklıkta (885°C, 925°C ve 975 °C) pişirilmiş % 0, %5, %10 ve %15 oranında farin içeren numunelere ait pişme küçülmesi değerlerinin farin yüzdesi ile değişimi verilmektedir. Numunelerin pişme küçülme oranlarının sabit bir sıcaklık değeri için farin ilavesi ile arttığı ve aynı zamanda pişirme sıcaklığının artması ile doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir. En yüksek pişme küçülmesi (%) değeri 975 °C' de pişirilmiş %15 farin içeren numunede (N4) görülmekte iken 885 °C' de pişirilmiş farin içermeyen referans numunesi (N1) en düşük pişme küçülmesi değerine sahiptir.

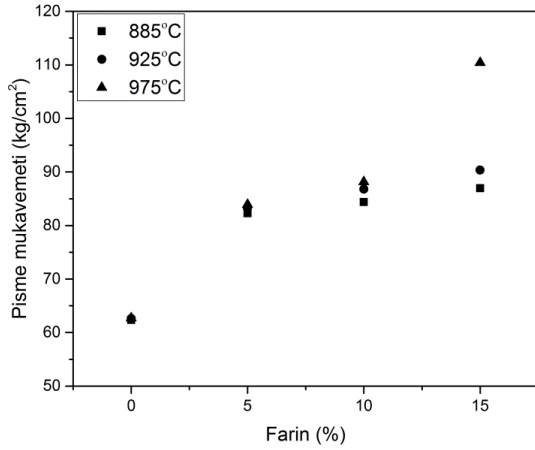


Şekil 2. Farklı sıcaklıklarda pişirilmiş numunelerin pişme küçülmesi değerlerinin farin yüzdesi ile değişimi.

Şekil 3 farklı oranlarda farin içeren ve 3 farklı sıcaklıkta pişirilmiş çini bünyelere ait su emme değerlerini göstermektedir. Artan pişirme sıcaklığı ile birlikte numunelerin su emme değerlerinde önemli derecede bir azalma gözlenmiştir. Standart çini numunesi ile karşılaştırıldığında %15 farin katkısı ile birlikte su emme değerinin farklı pişirme sıcaklıkları için yaklaşık % 34 ile % 46 aralığında azaldığı görülmüştür.



Şekil 3. Farklı sıcaklıklarda pişirilmiş numunelerin su emme değerlerinin farin yüzdesi ile değişimi.



Şekil 4. Farklı sıcaklıklarda pişirilmiş numunelerin pişmiş mukavemet değerlerinin farin yüzdesi ile değişimi.

Çini bünyelerin pişme sıcaklıklarındaki artış ve farin miktarının artmasıyla birlikte numunelerin pişme mukavemetlerinin arttığı Şekil 4 'de görülmektedir. 975 °C'de pişirilen standart çini numunesinin pişme mukavemet değeri ~63 kg/cm² iken %15 farin katkılı çini bünyesinin mukavemet değeri 110 kg/cm² değerine ulaşmıştır. Bununla birlikte 885 °C' de pişirilen %15 farin katkılı çini numunesinin pişme mukavemeti değeri 87 kg/cm² olarak bulunmuştur. Mukavemet değerlerinin aynı sıcaklıkta farin miktarının artmasıyla yükselmesi farinde yüksek miktarda mevcut olan kalsiyum karbonatların sıvı faz pişmesini arttırması ve bunun sonucunda camsı fazın poroz yapıyı doldurmasıyla açıklanabilir [6]. Ayrıca, sıcaklığın artmasıyla yapı daha yoğun hale geldiğinden mukavemet değerleri de artmıştır.

4. Sonuçlar

4 farklı reçetede hazırlanan çamurların elek bakiyeleri (%) ve litre ağırlıkları farin katkısı ile azalmış, çamurların % nem miktarları ise artmıştır. Çini bünyeye ilave edilen artan oranlardaki farin miktarı, numunelerin kuruma ve pişme küçülmesi

değerlerini arttırmıştır. Bünyeye %5-15 oranlarında ilave edilen farin miktarının artmasıyla birlikte su emme değerlerinde bir azalış, bunun sonucunda mukavemet değerlerinde bir artış gözlenmiştir. Farin ilavesi ile bünyede bulunan CaCO₃ pişme sırasında camsı faz oluşumunu sağlayarak yapıdaki gözeneklerin doldurması sonucu daha yoğun bir çini bünyesi yapı eldesine imkan vermiştir ve bununla birlikte farin miktarının artması ile kırılma mukavemeti değerlerinde artış gözlenmiştir. Ayrıca, farin ihtiva eden bünyelerde su emmenin azalması ve mukavemetin artmasıyla elde edilen çini bünyelerin dış cephelerde ve sıcaklık farklılıklarının yüksek olduğu yerlerde kullanılabilirliği sağlanmaktadır. Hazırlanan çini bünyelerde düşük sıcaklıklarda (885 °C) bile yaklaşık 990 °C' lere pişen standart çini bünyelere nazaran daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

5. Kaynaklar

1. Söğüt, Z., Oktay, Z., Karakoç, H., Yörü, Y. (2010). Kuru tip çimento üretiminde farin değirmeninin termo ekonomik analizi, *Isı bilimi ve tekniği*, **30** (1) 59-72.
2. Yamık, A., Akbaş, M., Çınar, M., Karagüzel, C. (1999). Duvar Karosunda Kalsit ve Dolomit Miktarının Bünye Fiziksel Özelliklerine Etkisi, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **1**, 119-126.
3. Arcasoy, A. (1983). Seramik Teknolojisi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi yayınları, no. 2, İstanbul, 116.
4. Raimando M., Zanelli C., Guarini G., Dondi M., Fabbroni R., Cortesi T. (2009). Process of Pyroplastic Shaping for Special-Purpose Porcelain Stoneware Tiles, *Ceramics International*, **35**, 1975-1984.
5. Worrall W.E. (1986). Clays and Ceramic Raw Materials, Elsevier Applied Science Publishers, London, 89.
6. Kingery, W. D., Bowen, H. K., Donald, R. (1976). Introduction to Ceramics, Cilt 2 (Ed.) Wiley – Interscience, A.B.D, 1056.