

FFC Seramik Sağlık Gereçlerinin Yarı Mamül ve Pişmiş Mamul Mukavemetlerini Arttırarak Ultra İnce FFC Lavaboların Üretimi

(The Production of Ultra-Thin FFC Sink by Increasing Resistance of FFC Ceramic Sanitaryware of Semi-Finished and Finished Cooked)

Nazım Kunduracı and Tuna Aydın

Canakçılar Ceramic Co., Gökçebey, Zonguldak, 67670 Turkey.
Metallurgy & Material Engineering Department, Kirikkale University, Kirikkale, 71451 Turkey
Phone: +90 (318) 357-4242; Fax: +90 (318) 357-2459, tunaaydin@kku.edu.tr, n.kunduraci@creavit.com.tr

Abstract— Large-sized products are casted by using FFC (fine fire clay) in ceramic sanitarywares production. Along with developing in the technology, high-pressure casting systems are increasingly common in forming processes. Depending on increasing in high-pressure systems, there is an increase in the use of FFC. One of the main raw materials in FFC production is fireclay. In Turkish ceramic sanitaryware production, fireclay is used in ratio of 30 % wt. in receipts. However, fireclay is mostly imported from foreign country. Fireclay is composed of 50 % mullite, 5 % cristobalite, 5 % corundum and 40 % amorphous phase. As fireclay is a semi-finished and fired raw material, it provides strength for FFC bodies. The aim of this study is to develop materials, which provide more strength and lower cost for ceramic sanitarywares production and will be produced in Turkey, instead of fireclay. Thus, there will be able to provide increase in competitiveness with foreign manufacturers. Also, it is considered that this material will bring a significant amount of incomes with producing and exporting of this material. Now, lack of such a raw material in international market is important too.

Index Terms— FFC ceramics, sanitaryware, ceramic, sintering, deformation

I. GİRİŞ

Seramik sağlık gereçlerindeki üretim maliyetlerini inceleyecek olursak, firmaların üretim maliyetleri sektördeki firma büyüklükleri ve yapıların çok farklı olmasından dolayı birbirlerinden önemli farklılıklar arz etmektedirler. Son yıllarda otomasyondaki artışa ve pişirim sürelerinin kısılması ile, enerji giderlerinin göreceli olarak azalmasına neden olmuştur. Tablo I’de yer alan seramik sağlık gereçleri üretim girdilerini incelediğimizde de, ilk üç sırayı işçilik, hammadde ve doğalgaz girdileri oluşturmaktadır. Otomasyon sistemlerin gelişim göstermesine paralel olarak işçilik maliyetlerinde azalmalar söz konusu olmuştur. Yine pişirim sürelerinin kısaltılması ile birlikte de doğalgaz ve elektrik girdilerinde bir avantaj sağlanmıştır. Ancak hammadde girdi maliyetlerinde bir azalmadan söz etmemiz mümkün olmamaktadır. Çünkü seramik sağlık gereçleri sektöründe kullanılan hammaddelerin büyük çoğunluğunu yerli hammaddeler oluşturmasına karşılık, kaolen, zirkon ve şamot gibi hammaddeler ithal edilmektedir. Bu veriler

doğrultusunda, seramik sağlık gereçlerinde önümüzdeki 10 yıl içerisinde işçilik ve enerji girdi maliyetlerindeki avantajın belirli bir doygunluğa ulaşarak durağan pozisyona geçeceği düşünülmektedir. Bu bağlamda hem yurt içinde hem de yurt dışında, seramik sağlık gereçlerinde rekabeti sağlamak amacıyla yurt dışından ithal edilen hammaddelerin yüzdesinde azalma olması gerekliliği öngörülmektedir. Ayrıca, ithal hammaddelerin yol açtığı lojistik maliyetleri de göz önüne alınacak olursa, rekabet gücünü azalttığı görülmektedir.

Seramik sağlık gereçleri ürünlerinde büyük ebatlı ürünler FFC (Fine fire clay) olarak bilinen pişmiş kil içeriği yüksek çamurlar ile dökülmektedir. Artan teknoloji ile birlikte şekillendirme proseslerinde, basınçlı döküm sistemleri de hızla yaygınlaşmaktadır [2]. Basınçlı şekillendirme sistemlerinin artışına bağlı olarak da kullanılan FFC çamurlarının üretiminde de giderek bir artış söz konusudur. FFC üretiminde kullanılan ana hammaddeler içerisinde şamot malzemesi yer almaktadır. Türkiye’deki seramik sağlık gereçleri üreticilerinin FFC ürün üretiminde reçetelerinde ortalama % 30 şamot malzemesi kullanılmaktadır. Şamot malzemesinin FFC bünyelere kattığı özellikler açısından inceleyecek olursak; pişmiş bir hammadde olduğu için FFC bünyelerde yarı mamul ve pişmiş mamul halinde iken ürüne mukavemet sağlamakta ve deformasyon davranışını minimize etmektedir.

Seramik sağlık gereçleri sektöründe hammadde kaynaklı dezavantajların olmasından dolayı, bu çalışmada FFC seramik sağlık gereçleri üretiminde kullanılan şamot malzemesinin yerine alternatif malzeme kullanımı incelenmiştir. Çalışmadaki öncelikli hedef; rekabet gücünü arttıracak şamot alternatifi hammaddelerin kullanımı ile daha ince ürünlerin üretilmesi olmuştur. Böylelikle, çamur tüketiminden avantaj sağlanması ve hafif ürünlerin üretimi ile nakliye, lojistik gibi birimlerden de tasarruf sağlanabileceği düşünülmüştür.

TABLO I
SERAMİK SAĞLIK GEREÇLERİ ÜRETİM GİRDİLERİ [1].

	ORAN (%)
Hammadde	23
Yardımcı Madde	10
Elektrik	6
Doğalgaz	12
İşçilik	29
İşletme Malzemesi	10
Diğer	11
Toplam	100

II. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

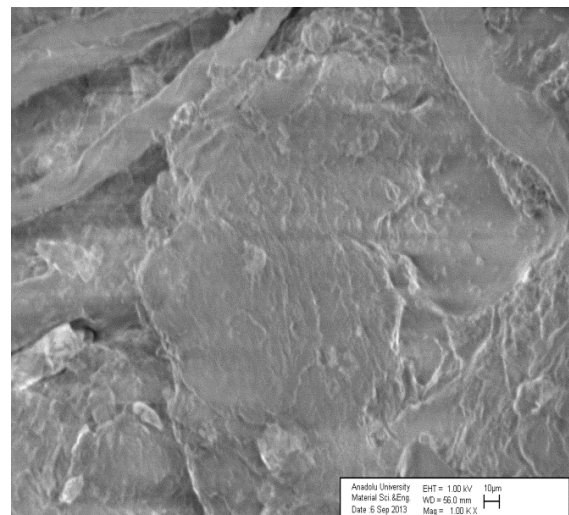
İnce kesit lavaboların üretilmesi için, öncelikli olarak FFC bünyelerin detaylı olarak incelenmesinin ve kullanılan malzemelerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesinin gerekli olduğu düşünülmüştür. Çünkü ürün kalınlıkları incelidikçe mukavemet değerlerinin ürünü taşıyabilmesi gerekmektedir. Ayrıca pişirim esnasındaki sinterleme davranışında ürünün ince olmasına bağlı olarak deformasyonun da minimize edilmesi gerekmektedir. FFC bünyelerde yüksek mukavemet ve düşük deformasyon için şamot olarak isimlendirilmiş pişmiş kil kullanılmaktadır. Şamot malzemesinin yerine maliyet artışına neden olmadan performansı yüksek bir malzemenin kullanımının araştırmasına geçilmeden önce şamotun XRD (minerolojik) analizi incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre şamot malzemesi içerisinde, müllit, kuvars, kristobalit ve camsı fazlar tespit edilmiştir. Fazların miktarsal dağılımları ise Tablo II'de yer almaktadır.

TABLO II
ŞAMOT MALZEMESİNİN MINERALLERİNİN
MIKTARSAL ANALİZ SONUÇLARI

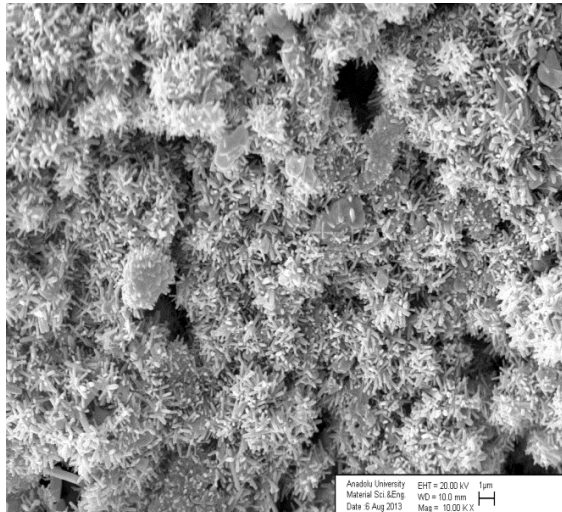
Fazlar	Miktar (%)
Müllit	50
Kuvars	10
Kristobalit	5
Cam	35

Şamot malzemesinin minerolojik içeriğini incelediğimizde; % 50 civarlarında müllit, % 5 civarlarında

kristobalit, % 5 korundum, %40 civarlarında da amorf faz bulunduğu görülmektedir. Bu fazlar arasında müllit fazının seramik bünyelerde mukavemet sağladığı bilinmektedir [3]. Müllit, düşük ısıl genleşme, yüksek ergime noktası, iyi sürtünme dayanımı, düşük ısıl iletkenlik ve kimyasal kararlılık gibi özellikleri ile son yıllarda yüksek sıcaklık uygulamalarında kullanılabilen malzemeler arasına girmiştir. Müllit; kaolen tipi minerallerin ısıtılması ile oluştuğu gibi, alümina-silika karışımlarının reaksiyonu sonucunda da elde edilmektedir. $Al_2O_3-SiO_4$ sistemi seramikte en önemli ikili sistemlerden birisi olup, bu sistemde termodinamik olarak kararlı oluşan tek ara bileşik müllittir [3,4,5]. Bu veriler ışığında, Türkiye'de ve Avrupa'da ürün inceliği yönünden öncülük edebilecek seramik lavabo üretimleri için bünye içerisinde müllit fazının artırılması gerektiği belirlenmiştir. Müllit fazı içeriği şamot malzemesinden yüksek olan hammaddeler ile çalışılması düşünülmüştür. Bu çalışmada müllit içeriği yüksek olan Symlox tozu ile yeni FFC reçeteleri hazırlanarak deneme sonuçları referans reçete ile karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Symlox malzemesini faz analizi sonuçlarına göre, % 95 oranında müllit fazı % 5 oranında da amorf faz tespit edilmiştir. Şekil 1 ve Şekil 2 de Symlox malzemesi ile şamot malzemesinin elektron mikroskopunda görüntüleri de incelenmiştir. Şekil 2'de yer verilen görüntülere göre, symlox malzemesinin kristal yapısının visker şeklinde uzadığı görülmektedir. Böyle bir morfolojiye sahip malzeme kullanımı ile yarı mamul ve pişme mukavemetlerinin arttırılabileceği öngörülmüştür. Bunun için, deneme reçetesinde % 31 şamot yerine % 5 Symlox kullanılarak reçete revize edilerek deneme sonuçları karşılaştırılmıştır. Tablo III'te referans ve deneme reçetelerine yer verilmektedir. Referans reçetede şamot malzemesinin yerine Symlox malzemesinin kullanımı ile çamur ton maliyetlerinin % 6 oranında azaldığı belirlenmiştir.



Şekil 1. Şamot malzemesinin SEM görüntüsü



Şekil 2. Symlox malzemesinin SEM görüntüsü

TABLO III
Referans ve Deneme FFC Çamur Reçetelerinin Karşılaştırılması

Hammaddeler	FFC Referans(%)	FFC Deneme (%)
Feldspat	3	4
Kuvars	18	20
Kil-1	15	20,5
Kaolen-1	10	16,5
Şamot	31	-
Kil-2	13	18
Kaolen-2	10	16
Symlox	-	5
Reçete Maliyeti	410 TL\Ton	384TL\Ton

III. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

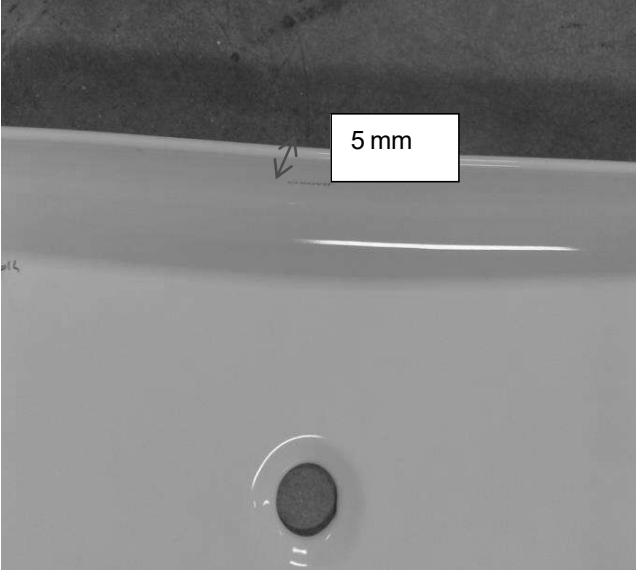
Çalışmada, referans ve deneme FFC çamurları ile hazırlanan plaka ve çubuklara yarı mamul mukavemet ve pişmiş ürün mukavemet ölçümleri yapılmıştır. Çamurların reolojik özelliklerini incelemek amacıyla, litre ağırlığı, vizkozite ve tiksotropi değerleri kontrol edilmiştir. Pişme plakalarından, küçülme, su emme ve harkort ölçümleri yapılmıştır. Pişme çubuklarından da deformasyon ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Tablo IV'te her iki reçetenin pişirim öncesi ve sonrasındaki değerleri verilmektedir

TABLO IV
Deneme FFC çamuru sonuçlarının referans FFC çamuru ile karşılaştırılması.

	FFC Referans	FFC Deneme
Litre Ağırlığı (gr\lt)	1875	1875
Viskozite (cp)	655	645
Torsion 1(derece)	310	305
Torsion 6 (derece)	255	245
Torsion Fark (derece)	55	60
Kuru Küçülme (%)	2	2.8
Pişme Küçülme (%)	3,8	6.7
Toplam Küçülme (%)	5,8	9.5
Deformasyon (mm)	8-9	9-9
Su Emme (%)	9.5	6.21
Harkort Çamur (°C)	210+	210+
Harkort Sır (°C)	210+	210+
Kuru Mukavemet (kg\cm ²)	26.93	31.73
Pişmiş Mukavemet (kg\cm ²)	378.74	467.93

Deneme sonuçları incelendiğinde, deneme çamuru kuru mukavemet ve pişmiş mukavemet değerlerinin referans çamura göre % 25 daha fazla mukavemet sağladığı görülmüştür. Mukavemet sonuçlarının öngörülen şekilde yüksek olmasına paralel olarak denemenin büyük boyutlu olarak çalışılmasına yol göstermiştir. Normal FFC lavaboların et kalınlıkları 10-12 mm aralığında modelden modele değişim göstermektedir. Yapılan deneme çamuru mukavemet değerlerinin yükseldiğinin belirlenmesi ile et kalınlığı 5 mm olacak şekilde yeni lavabo modeli oluşturulmuştur. FFC deneme çamuru ile bu yeni model alçı kalıpta döküm yapılarak üretim gerçekleştirilmiştir. Şekil 3'de bu lavaboya ait fotoğraf görüntüsüne yer verilmiştir. Fırın çıkışı deneme ürünü incelendiğinde, et kalınlığının yarıya düşürülmesine karşılık deformasyon yönünden referans lavabo ile aynı referans değerlerine sahip olduğu görülmüştür.

Diğer deneme sonuçlarını incelediğimizde ise, toplu küçülme değerlerinin referans reçeteye göre yüksek olduğu, deformasyon değerlerinin referans reçeteye aynı olduğu ve su emme değerlerinin referans reçeteden daha düşük olduğu bulunmuştur.



IV. SONUÇLAR

Bu proje kapsamında, Türkiye ve Uluslararası Seramik Sağlık Gereçleri Sektörlerinde ilk kez seramik reçetesi kullanılarak 5mm kalınlığına lavabo üretimi gerçekleştirilmiştir. Ortalama bir lavabonun 18 kilogram ağırlığında üretimi yapılırken bu çalışmada 9 kilogram ağırlığında ultra ince lavabo üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu durumda üretimde kullanılacak çamur miktarı yarı yarıya azalmaktadır. Hem çamur tasarrufu sağlanması hem de reçete maliyetinin ucuzlamasına bağlı olarak ülkemiz adına seramik sağlık gereçleri sektöründe rekabet gücünü arttıracak bir çalışma olmuştur. Yine bu çalışma ile Avrupa ve Ülkemizde bu incelikte bir üretim ilk kez gerçekleştirilmiştir. Su emme değerlerinin düşük olmasından dolayı da ürün ömürlerinde artış görüleceği beklenilmektedir. Alçı kalıplarda ince kalınlıklarda üretim yapılacağı için döküm sürelerinde azalma ve kalıp ömürlerinde artış sağlanacaktır.

Bu çalışma ile, ülkemizde seramik sağlık gereçleri sektöründeki üreticilere rekabet gücü sağlayacak bir çalışma olmuştur. Üretim esnasında bir çok proses aşamasında üretim

maliyetlerini azaltabilen bu çalışma ile seramik sağlık gereçleri sektöründe incelik açısından da bir ilk olmuştur.

V. REFERENCES

- [1] Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Seramik Sağlık Gereçleri Sektörü, Dokuzuncu Kalkınma Planı, 2007-2013
- [2] Sacmi, "Applied Ceramic Technology", Vol. 1-2, Editrice La Mondragora S.R.L. Imola, Italy, 2002.
- [3] D. Michel, L. Mazerolles, R. Portier, Directional solidification in the alumina-silica system: microstructure and interfaces, Ceram. Trans. Vol. 6 pp. 435-437, 1990
- [4] H. Schneider, M. Schmücker, K. Ikeda and W.A. Kaysser, Optically translucent mullite ceramics. J. Am. Ceram. Soc. Vol. 76, pp. 2912-2914, 1993
- [5] J.S. REED, Introduction to the Principles of Ceramics Processing, Alfred University, New York, 382, 1988