



Yüksek Fırın Cürufunun Seramik Sağlık Gereçleri Bünyeleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması

Investigation of The Effects of Blast Furnace Slag on Ceramic Sanitaryware Bodies

Tuna AYDIN¹

¹Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 71450, Kırıkkale

Başvuru/Received: 19/04/2018

Kabul/Accepted: 12/06/2018

Son Versiyon/Final Version: 29/06/2018

Öz

Bu çalışmada seramik sağlık gereçleri üretiminde vitreous china bünyelerde yüksek fırın cürufu (YFC) alternatif bir hammadde kaynağı olarak kullanılmıştır. Maksimum % 10 oranında yüksek fırın cürufu sodyum feldispat yerine kullanılmıştır. Tüm kompozisyonlar endüstriyel koşullar altında Ece Banyo fabrikasında hazırlanmıştır. Numuneler 1220 °C de 15 saat endüstriyel rulolu fırınlarda pişirilmiştir. Bu çalışma kapsamında, hazırlanan çamurların reolojik özellikleri yanında ayrıca pişirilmiş numunelerin küçülme, su emme, harkord ve eğme dayanımı gibi teknik özellikleri de incelenmiştir. Sonuç olarak yapılan bu çalışmada yüksek fırın cürufu içeren bünyeler standart bünyeye kıyasla teknolojik özellikler açısından üstünlük sağlamıştır. Bu sonuçlar seramik sağlık gereçleri üretiminde yüksek fırın cürufunun alternatif bir hammadde kaynağı olarak kullanılabilceğini göstermiştir

Anahtar Kelimeler

Geri dönüşüm, reoloji, seramik, vitrifiye

Abstract

In this study, blast furnace slag (YFC) was used as an alternative source of raw materials in vitreous china structures in the production of ceramic sanitary ware. A maximum of 10% of the blast furnace slag was used instead of sodium feldspar. All compositions were prepared under the industrial conditions at Ece Bath factory. Samples were fired at 1220 °C for 15 hour in a industrial roller kiln. In this study, beside the rheological properties of the prepared slips, technical properties such as shrinkage, water absorption and bending strength of fierd samples were also investigated. As a result, in this study, the blast furnace slag containing bodies were superior to the standard body in terms of technological properties. This findings shown that blast furnace slag can be used as an alternative raw material in the production of ceramic sanitaryware.

Key Words

Recycling, reology, ceramic, sanitaryware

1. GİRİŞ

Günümüzde gittikçe azalan hammadde rezervleri seramik malzeme üretiminde yüksek kaliteli hammaddelere erişimi zor hale getirmektedir. Bu durum üreticileri daha düşük kalitede hammaddeler kullanmaya zorlamaktadır. Oysa ki daha düşük kalitede hammadde yerine, üretimden gelen atık malzemelerin ve/veya başka endüstriyel alanlardan sağlanan atık yada bir başka deyişle ikincil hammadde olarak adlandırılan bu malzemelerin tekrardan kullanılması sayesinde ekonomiye tekrar kazandırılması hem ekonomik hem de çevre sorunları açısından çok büyük yararlar sağlamaktadır. Atık yönetimi açısından sadece ortadan kaldırmak düşünülmemeli bu malzemeler katma değeri daha yüksek alanlarda alternatif hammadde olarak kullanılmalıdır (Kaya G., & Turan S). Bayer Öztürk'ün de (2015) yaptığı çalışmalarda gösterdiği gibi son yıllarda bu alanlara yönelik olarak katı atıkların yeniden kullanılması ile ilgili çalışmalar durmadan artmaktadır. Bir endüstriyel atık malzeme olan cüruf, metal filizlerinin fırınlarda arıtılması işlemi ile elde edilir (Pehlivan, 2014). Düşük soğuma oranı ile üretilen cüruflar hava ile soğutulan cüruflardır. Hava ile soğutulan bu cüruflar su spreylere kullanılarak da soğutulur. Bu tür cüruflar, yol kaplamalarında, demiryolu balastlarında, çimento sanayinde, beton agregasında, toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirmekte, yalıtımda cüruf yünü olarak kullanılmaktadırlar. Yüksek soğuma oranı ile üretilen cüruflar topraklama veya granüle cüruflar olarak adlandırılırlar. Çoğu zaman su ile birlikte döner tambur üzerine sıvı cüruf boşaltılması ile üretilirler. Bu tip cüruflar genişçe bir su çukurunun içerisine direk sıvı cürufun boşaltılması yöntemi kullanarak veya oluşan cüruf damlacıklarının üzerine basınçlı su spreyi uygulanarak üretilirler. Basınçlı su spreyi yöntemiyle cüruf damlacıklarının kırılması sağlanmaktadır. Bu tip cürufların kullanım alanları hava soğutmalı cürufların kullanım alanları ile benzer olmakla beraber ayrıca cam ve çimento hammaddesi olarak da kullanılmaktadır (Kaya G., & Turan S). Emiroğlu (2011) çalışmasında yüksek fırının cürufunun betonun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Bu çalışmada yüksek fırın cürufu ile taze sertleşmiş beton özelliklerinin değiştiği tespit edilmiştir. %10 yüksek fırın cürufu içeren betonların en uygun özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir. Ünal (2016) gazbeton üretiminde yüksek fırın cürufu kullanılabilirliğinin araştırılması başlıklı çalışmasında gazbeton üretiminde kullanılan silis kumunun yerine YFC numune geliştirmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen numunelerin ticari olarak üretilen gazbeton numuneleri ile fiziksel ve mekanik özellikler açısından benzer özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir. Baycık (2003) granüle yüksek fırın cüruflarının karo sektöründe kullanılabilirliğinin araştırılması başlıklı yüksek lisans tezinde laboratuvar ve endüstriyel koşullarda "sır" ve "masse" çalışmaları yapmıştır. Masse çalışmalarında mukavemetin % 20 oranlarında arttığı ve pişme sıcaklığının düşürülebildiği bu çalışmada gösterilmiştir. Sır çalışmalarında ise cüruf kaynaklı bir gaz çıkışı tespit edilmiştir. Bu durumun üretilen malzeme yüzeylerinde istenmeyen bozulmalara sebep olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada Zonguldak Ereğli Demir Çelik fabrikasının yüksek fırın cürufu (YFC) kullanılmıştır. Standart bir vitreous china seramik sağlık kompozisyonunda kullanılan sodyum feldispat yerine ağırlıkça en fazla % 10 yüksek fırın cürufu kullanılmıştır. Kullanılan Yüksek fırın cürufunun çamurun reolojik özellikleri üzerine etkisi ve pişmiş numunelerde de teknolojik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Kil, kaolen, sodyum feldispat ve kuvars gibi seramik hammaddeleri kullanılarak elde edilen standart bir vitreous china seramik sağlık gerci bünyesinde sodyum feldispat yerine ağırlıkça % 1, % 5 ve % 10 yüksek fırın cürufu kullanarak hazırlanan hammadde karışımı bilyalı değirmenlerde öğütülerek sıvı çamur elde edilmiştir. Elde edilen çamurun litre ağırlığı piknometre kullanarak çamurun viskozitesi ise fordakup kullanarak ölçülmüştür. Hazırlanan çamurun tiksotropisi Gallenkamp tipi Torsion viskozimetresi kullanılarak belirlenmiştir. Numuneler slip döküm yöntemi ile alçı kalıp içerisinde şekillendirilmiştir. Alçı kalıpta şekillendirilen numuneler daha sonra 110 °C de 1 saat kurutulduktan sonra 1220°C de 15 saat endüstriyel bir rulolu fırında pişirilmiştir. Pişmiş numunelerin su emme, termal şok direnci, deformasyon, mukavemet ve küçülme gibi teknolojik özellikleri incelenmiştir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1. Kimyasal analiz ve bünye reçeteleri

Hammadde kimyasal analizleri Tablo 1 de verilmiştir. Bu çalışmada 2 çeşit kil ve 2 çeşit kaolen kullanılmıştır. Kil 1 hammaddesi yüksek oranda Al₂O₃ içermektedir. Kaolen 1 hammaddesi ise yüksek oranda SiO₂ içermektedir. Yüksek fırın cürufu yüksek oranda CaO ve beraberinde de MgO içermektedir.

Table 1. Hammadde kimyasal analizleri

	A.Z.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	Diğer oksitler
Kuvars	2.00	89.9	5.6	0.62	1.00	-	-	0.25	0.12	-	
Kil 1	8.55	56.20	30.00	1.85	1.13	0.29	0.50	0.21	1.6		
Kil 2	10.05	56.75	27.14	1.92	1.01	0.19	0.57	0.19	1.61	0.06	
Kaolen 1	9.02	64.71	24.21	0.64	0.34	0.09	0.05	0.08	0.21	0.47	
Kaolen 2	11.40	48.02	36.01	1.02	0.06	0.07	0.40	0.13	2.73	-	
Sodyum feldispat	0.39	69.96	17.84	0.16	0.19	0.57	0.26	9.92	0.41	-	
Yüksek fırın curufu	2.54	40.14	8.97	1.06	1.14	36.68	4.52	0.24	0.67	1.08	5.36

A.Z.: Ateş zayıyat

Bünye reçeteleri Tablo 2 de verilmiştir. Standart bir vitreous china seramik sağlık gereci bünyesi reçetesinde sodyum feldispat yerine ağırlıkça % 1, % 5 ve % 10 yüksek fırın cürufu (YFC) kullanılmıştır.

Tablo 2. Bünye reçeteleri

	STD	YFWC1	YFWC2	YFWC3
Kuvars	17.5	17.5	17.5	17.5
Kil 1	18.41	18.41	18.41	18.41
Kil 2	11.66	11.66	11.66	11.66
Kaolen 1	12.75	12.75	12.75	12.75
Kaolen 2	13.66	13.66	13.66	13.66
Sodyum feldispat	26	25	21	16
Yüksek fırın curufu	-	1	5	10

3.2. Çamur Reolojik Özellikleri

Çamur litre ağırlığı, Silikat miktarı, kalınlık alma, çamur tiksotropisi ve çamur viskozite sonuçları Tablo 3 de sunulmuştur. YFC ilavesi ile beraber kalınlık alma değerleri ve tiksotropi değerleri standart bünyeye göre arttığı tespit edilmiştir. Kalınlık alma değerlerindeki artış önemli bir sonuçtur. Bu veri özellikle mamulün kalıpta kalma süresinin azaltılması yönünde önemli bir sonuçtur. Bu sayede bir kalıptan daha kısa sürede çok daha fazla ürün alınabilecektir. Ancak YFC ilavesi ile beraber yüksek katı oranlarına çıkılamamıştır. YFC ilavesi ile beraber çamur viskoziteleri azalmıştır.

Tablo 3. Reolojik özellikler

Numuneler	Litre ağırlığı g/cm ³	Silikat (%)	Tiksotropi (G°)	Viskozite (G°)	Kalınlık alma (60 dak)
STD	1859	0.23	69	315	7.3
YFWC1	1821	0.22	70	312	7.92
YFWC2	1817	0.23	72	309	8.88
YFWC3	1815	0.23	80	306	10.2

3.3. Teknolojik Özellikler

Bünyelere ait teknolojik özellikler Tablo 4 de verilmiştir. Sodyum feldispat yerine %1 YFC ilavesi ile beraber kuru küçülme, pişme küçülmesi, toplu küçülme, su emme, deformasyon ve mukavemet değerlerinde standart bünyeye kıyasla önemli bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak % 5 ve % 10 YFC ilavesi ile teknolojik özelliklerde kayda değer değişiklikler gözlemlenmiştir.

% 5 ve % 10 YFC ilavesi ile su emme, kuru, pişme ve toplu küçülme değerleri azalmıştır. Deformasyon değerleri ve mukavemet değerleri ise artmıştır. Deformasyon değerlerinde yaklaşık olarak % 25'lik bir artış olması olumsuz bir sonuç olarak ortaya çıkmış olsa da aslında bu durum yüksek sıcaklık viskozitesinin YFC ilavesi ile beraber düştüğünü göstermektedir. Deformasyon malzemelerin yüksek sıcaklıklarda düşen viskozite ile beraber kendi ağırlıklarının ve yerçekiminin de etkisi ile aşağı doğru çökmesidir (Aydın, 2014). YFC ilavesi ile mukavemetlerde yaklaşık % 15 artış sağlanmıştır. Mukavemetlerdeki bu artışta YFC'nin yüksek oranda CaO içermesinin önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Yüksek CaO içeriği bünyelerde anortit fazının oluşmasını sağlayarak müllit kristallerinin yanında ikinci bir kristal faz ilavesi ile mukavemetlerde artış sağlamaktadır. Yapılan bu çalışmada da anortit kristallerinin oluştuğu düşünülmektedir (Tarhan, 2016).

Tablo 4. Teknolojik özellikler

	Kuru Küçülme (%)	Pişme Küçülmesi (%)	Toplu Küçülme (%)	Su Emme (%)	Deformasyon (cm)	Mukavemet (kg/cm ²)
STD	2.2	8.4	10.6	0.07	2.4	270
YFWC1	2.3	8.6	10.9	0.07	2.6	270
YFWC2	2	7.5	9.5	0.02	3.0	280
YFWC3	1.8	6.8	8.6	0.01	3.0	310

3.4. SONUÇLAR

Zonguldak Ereğli Demir Çelik fabrikasının yüksek fırın cürufunun kullanıldığı bu çalışmada; standart bir vitreous china seramik sağlık kompozisyonunda kullanılan sodyum feldispat yerine ağırlıkça en fazla % 10 yüksek fırın cürufu kullanılmıştır. Kullanılan Yüksek fırın cürufunun çamurun reolojik özellikleri üzerine etkisi ve pişmiş numunelerde de teknolojik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Yapılan bu çalışma neticesinde artan oranlarda yüksek fırın cürufunun kullanılması ile standart bünyeye kıyasla hazırlanan döküm çamurlarının çok daha fazla kalınlık alabildiği tespit edilmiştir. Bu sonuç özelliikle aynı kalıptan çok daha fazla ürünün çıkarılabilmesine olanak sağlanacağına bir göstergesidir. Ancak yüksek fırın cürufu ilavesi ile beraber litre ağırlıkları düşmüştür yani yüksek katı oranlarına çıkılamamıştır bu olumsuz bir durum olarak gözükmektedir. Teknolojik özelliklerde ise su emme ve küçülme değerleri standart bünyeye kıyasal azalmıştır. Deformasyon değerlerinde ise artış görülmüştür. Deformasyon değerlerindeki artış olumsuz gibi görünmesine rağmen bu bünyelerin daha düşük sıcaklıklarda pişirilmesi ile çözülebilecek bir sorun olarak görünmektedir. Yüksek fırın cürufu ilavesi mukavemetlerde yaklaşık olarak % 15'lik bir artış sağlamıştır. Bu çalışmadan elde edilen verilen ışığında her ne kadar birçok olumlu sonuç elde edilmiş olsa da yüksek fırın cürufunun seramik sağlık gereçleri bünyelerinde kullanımının uygunluğunun net bir şekilde gösterilebilmesi için faz oluşumları, mikroyapı ve termal özelliklerin daha ayrıntılı olarak çalışılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Çalışmalar bu kapsamda devam etmektedir.

TEŞEKKÜR

Yapılan bu çalışmada katkılarından dolayı Ece Banyo ve çalışanları Mustafa Yaman ve Eray Çayın'a çok teşekkür ederim.

REFERANSLAR

Kaya G., & Turan S., Yüksek Fırın Cürufunun Seramik Sektöründe Katma Değeri Yüksek Ürünlerin Eldesinde Değerlendirilmesi, Mühendis ve Makina Cilt: 45 Sayı: 536

Pehlivan E., Yazıcı M., & Güner G., (2014) Endüstriyel Katı Atıklar ve Geri Kazanım, ISEM2014 Adıyaman-Türkiye

Bayer Ozturk Z., & Eren E., (2015). Preparation of ceramic wall tiling derived from blast furnace slag. Ceramics International, 41(9), 12020-12026

Bayer Ozturk Z., Atay B., Çakı M., & Ay N., (2015). An investigation of color development by means of the factorial design in wall tile glazes with ferrochromium fly ash. Indian Journal of Engineering & Materials Sciences, 22, 215-224

Bayer Ozturk Z., & Ay N. (2010). The effect of ferrochromium fly ash as a pigment on wall tile glaze. Advances in Science and Technology, 68, 213-218 Doi: 0.4028/www.scientific.net/AST.68.213.

Emiroğlu M., Koçak Y., Subaşı, S., (2011) Yüksek Fırın Cürufunun Betonun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkisi, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 16-18 May 2011, Elazığ, Turkey

Ünal O., Güçlüer K., (2016) Gazbeton Üretiminde Yüksek Fırın Cürufu (YFC) Kullanılabilirliğinin Araştırılması, AKU J. Sci.Eng. 16 Özel Sayı (218-221)

Baycık S., (2003)) Granüle Yüksek Fırın Cüruflarının Karo Sektöründe Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enst., İstanbul Teknik Üniversitesi

Aydin T., & Kara A. (2014). Effect of spodumene addition on pyroplastic deformation of porcelain stoneware
Journal of Ceramim Processing Research. Vol. 15, No. 6, pp 486-491

Tarhan M., Tarhan B., Aydin T., (2016). The effects of fine fire clay sanitaryware wastes on ceramic wall tiles, *Ceramics International* 42, 17110–17115