



Yeni Nesil Alümina Esaslı Seramik Köpük Filtre Üretimi

The Production of New Generation Alumina Based Ceramic Foam Filter

Tuna Aydın¹ , Nazım Kunduraci^{*2} 

¹ Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği, 071450, Kırıkkale, TÜRKİYE
² Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği, 67980, Zonguldak, TÜRKİYE

Başvuru/Received: 24/05/2022 **Kabul / Accepted:** 25/05/2022 **Çevrimiçi Basım / Published Online:** 31/07/2022

Son Versiyon/Final Version: 31/07/2022

Öz

Bu deneysel çalışmada döküm prosesinde kullanılmak üzere ve SiC esaslı seramik köpük filtrelelere alternatif olarak yerli ve daha az maliyetli alümina esaslı seramik filtre üretmek amaçlanmıştır. Yöntem olarak replikasyon yöntemi uygulanarak 8-10 PPI'da iki farklı poliüretan süngerler kullanılmıştır. Seramik filtre denemeleri için farklı süspansiyon reçeteleri geliştirilmiştir. Replikasyon yönteminde kullanılan sünger için TG/DTA analizi yapılarak sinterleme rejimi belirlenmiştir. Sinterleme sonrası elde edilen numuneler Optik Mikroskop ile ağ yapısı ve gözenek büyüklükleri karakterize edilerek incelenmiştir. Yine numunelerin XRD analizleri yapılarak oluşan fazlar belirlenmiştir. Sonuçta numuneler metal döküm işleminde test edilmiştir. Uygun bulunan numunelerin maliyetleri SiC filtreler ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler

“Seramik, Köpük, Döküm, Filtre, Alümina, Poliüretan sünger, Replikasyon”

Abstract

In this study, it was aimed to produce to domestic and less costly alumina based ceramic filters to be used in casting process and as an alternative to SiC foam filters. Two different polyurethane sponges at 8-10 PPI were used in this application, by choosing the replication method. Different suspension recipes have been prepared for ceramic filter. The sintering regime was determined by analyzing the TG/TDA. After sintering, the samples were examined by using optical microscope for mesh and pore size. The phases of samples were determined by using XRD analysis. Finally, the samples were tested in metal casting process. The costs of the samples found suitable were compared with the SiC filters.

Key Words

“Cermic, foam, casting, filter, alümina, polyurethane sponge, replicaton”

1.Giriş

Seramik köpük esaslı malzemeler günümüzde yaygın olarak filtreleme yada yalıtım malzemesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Aydın 2018, Aydın 2019). Genellikle döküm prosesinde filtrasyon için kullanılan filtreler genel yapı itibarıyla köpük filtre ve bal peteği filtreler olmak üzere ikiye ayrılır (Çalışkan 2015). Köpük filtreler belirli gözenek açıklığına sahip süngerler sayesinde açık gözenekli olarak en çok replikasyon yöntemiyle üretilen süngerlerdir. Bal peteği filtreler ise ağısı yapıya sahip olmayıp uzun ince tüp şeklinde açıklıklarla filtrasyon yapan ekstrüzyon ve presleme yöntemiyle üretilmiş filtrelerdir. Köpük filtreler, bal peteği şekilli filtrelere göre daha yüksek filtrasyon özelliğine sahip olmasından dolayı ön plana çıkmaktadır. Köpük filtrelerin ağısı yapısı sayesinde ergimiş metal içerisindeki empüriteler daha yüksek oranlarda filtre edilip daha az hatalı ürün elde edilerek verimin artmasına sebep olur. Demir metallerinin filtrasyonunda 140 milyon filtre/yıl, alüminyum dökümde 20 milyon filtre/yıl ve çelik dökümde 2 milyon filtre/yıl olmak üzere filtre malzemesi olarak gözenekli seramiklerin kullanımı artarak devam etmektedir (Çalışkan, 2015, Jaunich vd, 2004). Günümüzde köpük filtrelerin üretiminde en çok kullanılan ana bileşenlerin fiyat ve özellikleri açısından araştırıldığında, SiC, Al₂O₃, ZrO₂ ve MgO gibi seramik esaslı malzemelerden elde edilen köpüklerin birim maliyetleri açısından döküm prosesinde kullanılmasında çok yüksek maliyetler ortaya çıkmaktadır (Çalışkan, 2015). Bu çalışmada, ithal seramik köpük filtrelere alternatif olarak yerli ve daha az maliyetli alümina esaslı seramik filtre üretmek bu çalışmada amaçlanmıştır.

Döküm sektöründe özellikle de Dökme demir uygulamalarında Silisyum Karbür kullanılması en önemli sebebi döküm sıcaklığına dayanabilmesi ve basma direncinin yüksek olmasıdır. SiC ün maliyetinin de düşük olması önemli avantajdır. Alüminyum döküm uygulamalarında ise yüksek sıcaklık gerekmediği ve Silisyum Karbürden daha düşük fiyatta olduğu için Alümina tercih edilmektedir. Zirkonyum ve Magnezyum fiyatları yüksek olduğu için ticari uygulamalarda genellikle tercih edilmez. Bu çalışmada alümina esaslı filtrelere alternatif daha düşük sıcaklıklarda sinterlenebilen seramik filtrelerin üretimi amaçlanmıştır.

2.Deneysel Çalışma

2.1 Reçete oluşturma

Alümina esaslı köpük filtremizin iskelet yapısını oluşturmak için 8-10 PPI gözenek yoğunluğuna sahip poliüretan süngerleri temin ederek kullanılmıştır. Süspansiyon için 1800 gr/lt ağırlığında çalışılmıştır. Reçete hazırlanmasında SiC 'e alternatif olması amacıyla müllit ve alümina birlikte kullanılmıştır. Sistem içerisindeki sıvı fazı arttırmak için feldspat ilavesi tercih edilmiştir. Tablo 1'de geliştirilen reçete ve Tablo 2'de de reçetede kullanılan hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları verilmiştir. Reçete dahilinde uygun litre ağırlığına ayarlanan süspansiyon değirmende ortalama kadar 30 dakika 100 RPM hızında öğütülerek homojen bir şekilde hazırlanmıştır.

Tablo 1. Geliştirilen reçete oranları. (ağırlıkça)

Hammadde	% Miktar (%ağırlıkça)
Feldspat	25
Kil 2	20
Müllit	35
Alümina	25

Tablo 2. Kullanılan hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları.

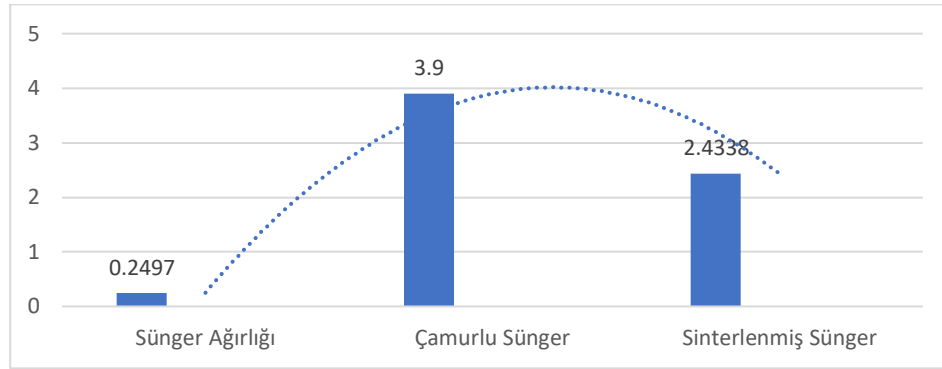
AZ	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	WC	
Feldspat	0.4	71	17.5	0.1	0.22	0.85	0.1	9.5	0.2	0
Müllit	0,3	34	62					0.1	0.2	3
Kil	10.5	57.5	27.5	1.6	1.2	0.2	0.4	0.2	1.5	0

2.2 Replikasyon prosesi

Şekil 1 de replikasyon prosesi ana şeması verilmiştir. Bu ana şemaya bağlı kalarak seramik köpük üretim süreci ile 2cmX2cm boyutundaki poliüretan süngeri 1800 gr/lt yoğunluğa sahip süspansiyona daldırma yöntemi ile süngerin çamur ile kaplanması sağlanmıştır. Sünger hacmindeki fazla çamuru sistemden çıkarmak için sünger merdaneden geçirilmiştir. İşlem sürecinde sünger ağırlık değişimi Şekil 2'de verilmiştir.



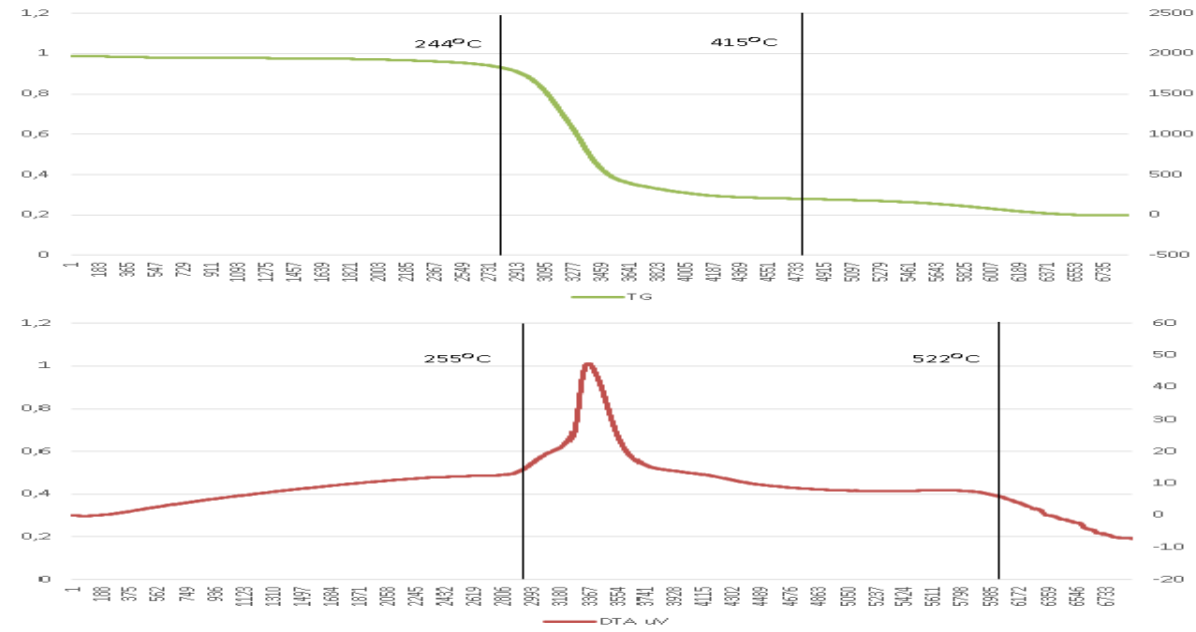
Şekil 1.Replikasyon Proses Şeması



Şekil 2. İşlem sürecince elde edilen ağırlık değişim grafiği

2.3 Termal analizler ve sinterleme

Bu çalışmada şekillendirilmede kullanılan proform malzeme poliüretan süngerin Bülent Ecevit Üniversitesi Araştırma Merkezinde DTA ve TG analizleri yapıldı. Bu analiz sonuçları aşağıdaki grafiklerde görülmektedir.



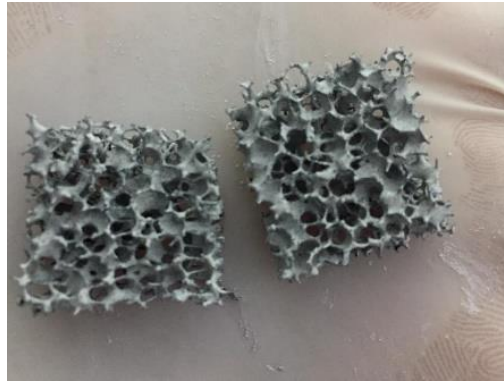
Şekil 3. Poliüretan Süngerin DTA-TG Analizi

Tablo 3 de görüldüğü üzere yapılan bu DTA analizinde poliüretan süngerin 255°C'de reaksiyonu başlamış olup 522°C'ye kadar bu reaksiyonların devam ettiği görülmüştür. TG analizinde ise sıcaklığın etkisiyle ağırlık kaybı 244°C'de başlayıp bu ağırlık kaybının 415°C'de son bulduğu görülmüştür. Replikasyon yöntemi kullanarak şekillendirilen numunelerin TG/DTA analiz sonuçları da göz önünde bulundurularak Tablo 4'de yer alan sinterleme rejimi uygulanmıştır. Hazırlanan numunelerin sinterlenmesi için tüp fırın kullanılmıştır.

Tablo 3. Uygulanan sinterleme rejimi

Sıcaklık (°C)	Isıtma/Soğutma Hızı (°C/dak)	Süre (dak)
21°C-450°C	8°C/dak (Isıtma)	95 dak
450°C-650°C	8°C/dak (Isıtma)	125 dak
650°C-1350°C	8°C/dak (Isıtma)	88 dak
1350°C	Bekleme	60 dak
1350°C-21°C	Fırında kendiliğinden soğuma	-

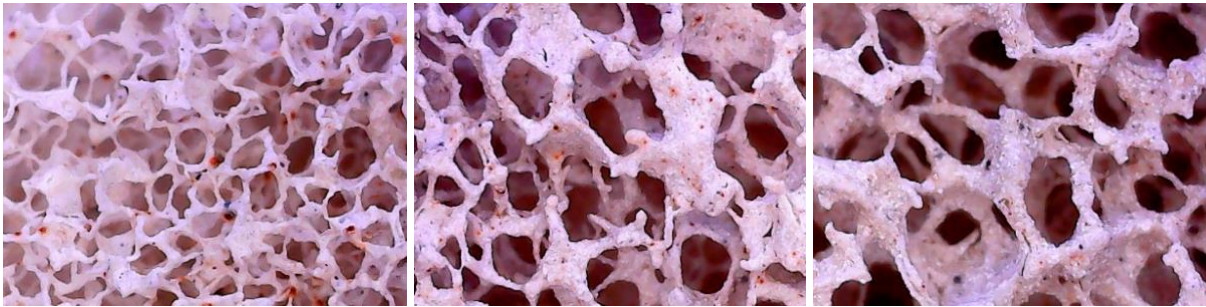
Sinterleme işlemi 1350°C, 1300°C, 1250°C farklı tepe sıcaklıklarında tekrarlanarak sinter sıcaklıklarının sıvı alaşımlara karşı direnç özellikleri ve mekanik özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sinterlenmiş numunelere ait görüntüler Şekil 4 de sunulmuştur.



Şekil 4. Replikasyon Prosesi Uygulanmış Sünger

3.Karakterizasyon Çalışmaları

Elde edilen numuneler Optik Mikroskop ile karakterize edilmiş ve görüntüler Şekil 5 de sunulmuştur. Replikasyon yöntemi ile elde edilmiş numunelerin birbirleriyle temas halindeki açık gözenekler içerdiği ve bu gözeneklerin sürekli bir seramik bağ ile bağlanmasından oluştuğu ve üç boyutlu gözenekli bir yapıya sahip olduğu karakterize edilmiştir (Aydın, 2018, Aydın 2019) Literatür incelemelerinde de bu durum desteklenmektedir (Çalışkan, 2015).



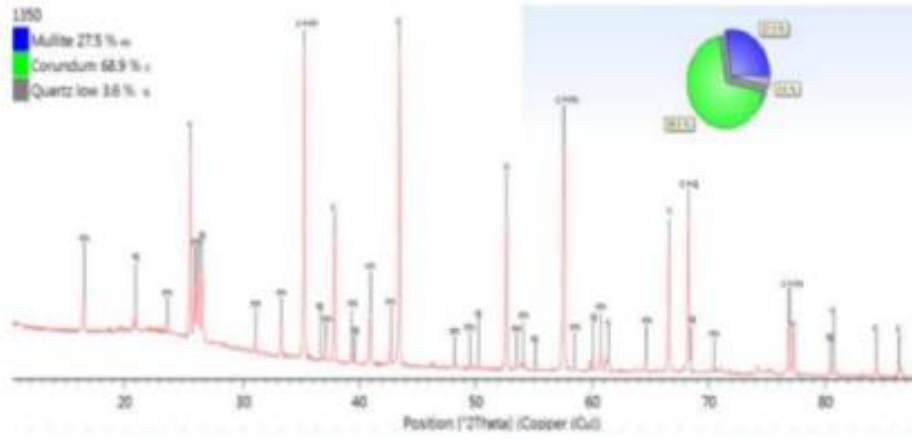
(a)

(b)

(c)

Şekil 5. Isıl işlem uygulanmış numunelerin optik mikroskop görüntüleri. a-) 1350 C, b-) 1300 C, c-) 1250 C.

Şekil 6 da 1350 °C de sinterlemesi yapılmış numuneye ait X ışınları kırınım analizi sonucu verilmiştir. XRD paternleri incelendiğinde numunede oluşan fazlar mullite, korundum ve quartz olarak tespit edilmiştir. Geleneksel seramik bünyelerde kuvars artıkfaz olarak yapıda bulunurken müllit fazı sinterleme esnasında başlangıç kompozisyonunda bulunan kil minerallerinden gelişir (Tarhan ve Tarhan 2019, Tarhan ve Tarhan 2019, Tarhan ve Tarhan 2019). Geliştirilen alumina esaslı filtre kompozisyonunda bir kısım müllit reçeteye doğrudan ilave edilirken bir kısım müllit sinterleme sürecinde gelişmiştir.



Şekil 6. Numunelere ait XRD analizi

Numunelere mekanik özellikleri açısından incelemek amacı ile Basma mukavemeti testi yapılmıştır. 2 cm x 2 cm x 2cm ebatlarında hazırlanan numuneler üzerinde çekme cihazında standart basma plakaları kullanarak numunelerin sinterleme sıcaklığına bağlı olarak basma mukavemetleri tespit edilmiştir. Sonuçlar Tablo 5 de verilmiştir. Sinterleme sıcaklığındaki artışa bağlı olarak numunelerin basma dayanımları artış göstermiştir. Özellikle müllit oluşumu ile ve sıcaklık artışı ile de müllit miktarındaki artış ve ayrıca korundum oluşumu ile de beraber mukavemetlerde artış olduğu düşünülmektedir. Seramik malzemelerde mekanik mukavemeti veren ana faz müllit fazıdır(Tarhan, 2016, Cam, 1998 Tarhan, 2022, Tarhan 2017).

Tablo 5. Numulere ait basma dayanımı sonuçları

	Basma Mukavemeti (kN)
1250 °C	0.4
1300 °C	0.7
1350°C	2

Sıvı alaşımlara karşı direnç özellikleri incelenen numunelere ait bir görüntü Şekil 7 de verilmiştir. Eriyik Alüminyum Türkiye Taş Kömürleri İşletmesinde geliştirilen seramik filtrelerden geçirilmiştir. Filtrede tıkanma, kırılma veya sızdırmazlık kaçırma gibi istenmeyen durumlar gerçekleşmediği tespit edilmiştir.



Şekil 7. Sıvı alaşımlara karşı direnç özellikleri incelenen numuneler

4. Sonuçlar ve Öneriler

Yapılan deneysel faaliyetler neticesinde Replikasyon yöntemi ile yerli ve daha az maliyetli yeni nesil köpük filtre üretimi hedeflenmiştir. 2. Reçetede bağlayıcılığın artırılması için Kil 1 yerine Kil 2'nin kullanılması ve ergiticinin %5 artırılması, seramik yapıdaki bağlayıcılığı artırarak mukavemeti etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca Albit ile Müllit'in oranlarının yeniden düzenlenmesi sonucu 1350°C, 1300°C ve 1250°C istenilen mekanik özelliklere ulaşılmıştır. Sinterleme sıcaklığının artması ile beraber filtrelerin

basma dayanımlarında artış gözlenmiştir. Çalışma oluşan faz değişimlerinin mekanik ve kullanım özelliklerine etkisinin araştırılmasına yönelik olarak.

Referanslar

- Aydın T., (2018). Development of porous lightweight clay bricks using a replication method, J Aust Ceram Soc., 54:169–175
- Aydın T., (2019). The development of porcelain foams lighter than water for heat isolation application, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry volume 136, pages535–539
- Cam WM, Senapati U. (1998) Porcelain-raw materials, processing, phase evolution, and mechanical behaviour. J Am Ceram Soc. 81(1):3–20.
- Çalışkan, F., Yılmaz, F., & Tath, Z. (2015). Silisyum Karbür Esaslı Seramik Köpük Filtre Üretimi. ISITES2015 Valencia -Spain
- Jaunich, H., Aneziris, C. G. ve Hubalkova, J. (2004). Innovative filter and feeder approaches for advanced metal casting technologies. Interceram Refractories Manual, 18-21.
- Tarhan M, Tarhan B, Aydın T. (2016) The effects of fine fire clay sanitaryware wastes on ceramic wall tiles. Ceram Int. 42:17110–5
- Tarhan M, Tarhan B, Aydın T. (2016) The effects of fine fire clay sanitaryware wastes on ceramic wall tiles. Ceram Int. 42:17110–5
- Tarhan, B. & Tarhan, M. (2022). Alümina Porselen Bünyelerde Spodumen İlavesinin Teknik Özelliklere Etkisinin Araştırılması . International Journal of Engineering Research and Development , 14 (1) , 262-270 . DOI: 10.29137/umagd.1036965
- Tarhan, B., Tarhan, M., & Aydın, T., (2017), Reusing sanitaryware waste products in glazed porcelain tile production. Ceramics International, 43(3), 3107-3112.
- Tarhan B. ve Tarhan M. (2019) Çanakkale bölgesi alkali kaynağının seramik sağlık gereçleri bünyesi ısıl ve mikroyapı özellikleri üzerine etkisi, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, c. 10, sayı. 2, ss. 675-687, Haz. 2019, doi:10.24012/dumf.504331
- Tarhan, M. & Tarhan, B. (2019). Sırlı Porselen Karo Üretimi için Alternatif Hammadde Olarak Eşme/Uşak Feldispatı . Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19 (2) , 429-438. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akufemubid/issue/48783/523365>
- Tarhan, M. (2019). Whiteness improvement of porcelain tiles incorporated with anorthite and diopside phases. J Therm Anal Calorim 138, 929–936. <https://doi.org/10.1007/s10973-019-08268-8>
- Tarhan, M., Tarhan, B. (2019). Afyon Kilinin Porselen Karo Bünyelerinde Kullanımının Araştırılması. International Journal of Engineering Research and Development, 11 (1) , 275-281 . DOI: 10.29137/umagd.433307