



SiC, MgCO₃ ve Li₂CO₃ İlavelerinin Seramik Köpükler Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Investigation of The Effects of SiC, MgCO₃ and Li₂CO₃ Additions on Ceramic Foams

Burak Doğan¹ , Tuna Aydın² 

¹ Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği, 071450, Kırıkkale, TÜRKİYE

² Sinerji Silah ve Mühimmat A.Ş. haritası

² Fabrikalar Mahallesi Silah OSB. 2. Sokak No:5, 71300, Kırıkkale, 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

Seramik köpük malzemeler günümüzde hem fitlere hem de yalıtım amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışmada SiC, MgCO₃ ve Li₂CO₃ ilavelerinin seramik esaslı köpüklerin özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda farklı katkı oranlarında kompozisyonlar hazırlanmıştır. Bu kompozisyonlar ile üretilen köpük numunelerinin SEM ve XRD gibi mikroyapı ve faz analizleri gerçekleştirilmiş ayrıca temassız optik dilatometre kullanarak sinterleme analizleri yapılmıştır. TG ve DTA analizleri ile de kütle kayıpları ve faz dönüşüm sıcaklıkları tespit edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda görülmüştür ki, katkılar beraber seramik köpüklerin teknolojik özelliklerinin geliştiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler

“Seramik Köpük, sinterleme, mikroyapı, termal özellikler”

Abstract

Ceramic foam materials are widely used today for both filter and insulation purposes. This study aimed to examine the effects of SiC, MgCO₃, and Li₂CO₃ additions on the properties of ceramic-based foams. In this direction, compositions with different additive ratios were prepared. Microstructure and phase analyses such as SEM and XRD of the foam samples produced with these compositions were performed, and sintering analyses were performed using a non-contact optical dilatometer. Mass losses and phase transformation temperatures were determined by TG and DTA analysis. As a result of the study, it was seen that the technological properties of ceramic foams improved with the additives.

Key Words

“Ceramic foams, sintering, microstructure, thermal properties”

1. Giriş

Seramikler gerek termal ve mekanik gerekse de elektriksel özellikleri nedeniyle çok önemli bir malzeme grubu olarak bir çok endüstriyel alanda kullanılmaktadırlar. Son zamanlarda özellikle endüstriyel alanda vazgeçilmez bir malzeme grubu olarak da dikkat çekmektedirler. Son 30 yılda özellikle inşaat sektörünün yanında savunma sanayi, demir-çelik, kimya ve makine sanayide de yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar. Seramik köpük malzemeler hem filtre hem de yalıtım malzemesi olarak kullanılabilirler. Filtre amacı ile geliştirilen seramik köpükler açık poroziteli bir yapıya sahipken yalıtım amacı ile kullanılanlar ise kapalı bir gözenek yapısına sahiptirler. Aslında kullanım alanına ve ihtiyaca bağlı olarak seramik köpük malzemeler üretilebilmektedirler. Çalışkan v.d. (2015) yaptıkları çalışmada ergimiş metal filtrasyonunda kullanılmak üzere poliüretan köpük (PUF) kullanılarak replikasyon yöntemiyle silisyum karbür esaslı seramik filtre üretimi gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada filtrasyon amacı ile geliştirilen seramik köpükler açık gözenek yapısına sahiptir. Aydın (2018) yapmış olduğu çalışmada yine replikasyon yöntemi kullanarak ısı yalıtımı sağlayan hafif seramik köpükler geliştirmiştir. Bu çalışmada geliştirilen seramik köpükler kapalı porozite yapısına sahiptir. Seramik köpük malzemelerin üretilmesine yönelik birçok bilimsel çalışma yapılmış ve halen daha yapılmaya da devam etmektedir. Andrei (2021) ve arkadaşları atık camlar üzerine yaptıkları çalışmada seramik köpük üretilebileceğini göstermişlerdir. Yaptıkları çalışmanın metodolojisi kil esaslı bir köpüğünün 800 ila 1050 °C arasında değişen sıcaklıklarda sinterlenmesini ve ağırlıkça %5, %7 ve %10 öğütülmüş cam kırıntıları ile karıştırılmasını içermektedir. Bin (2021) ve arkadaşları porselen karo parlatma atığı, uçucu kül kullanarak köpük geliştirmeye çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmada köpükleştirici herhangi bir ajan kullanmamışlardır. Seramik köpük malzemelerin kullanım esnasında gösterdikleri en önemli özellikleri termal özellikler iken kullanımını kısıtlayan en önemli faktörler ise mekanik özelliklerden mukavemettir. Bu bağlamda bu çalışmada seramik köpük malzemelerin yerine gözenek boyutu ve dağılıma etkisini geliştirmek amacı ile vitrifiye geri dönüşüm çamuruna SiC, MgCO₃ ve Li₂CO₃ ilaveleri yapılmıştır.

2. Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada ana iskelet yapıyı oluşturması amacı ile vitrifiye geri dönüşüm çamuru kullanılmıştır. Vitrifiye geri dönüşüm çamuru ECE Banyo A. Ş.'den sağlanmıştır. Bünyenin gözenekli hale getirilebilmesi için vitrifiye atık çamuruna belirli oranlarda köpürtücü özelliği olan yada yapıda gözenek oluşturabilecek SiC, MgCO₃ ve Li₂CO₃ ilavesi yapılarak reçeteler oluşturulmuştur. 3 adet deneme reçetesi hazırlanmıştır. Kullanılan vitrifiye geri dönüşüm çamurunun hammadde karışım oranları Tablo 1 de sunulmuştur.

Tablo 1. Vitrifiye geri dönüşüm çamuru

Hammadde	% Oran
Kil	25
Kaolen	25
Kuvars	10
Na Feldispat	40

Köpürme işleminin gerçekleşmesi karışım bir porselen kroze içersinde alınmıştır. Hammadde karışımlarına ait kimyasal analizler Tablo 2 de verilmiştir. Kimyasal analizlerden de görüldüğü üzere Karbonat esaslı katkılardan dolayı yüksek oranda CO₂ çıkış olmuştur.

Tablo 2. Hammadde karışımlarına ait kimyasal analizler

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	TiO ₂	P ₂ O ₅	CO ₂
SMLK 1	67.71	12.75	0.24	1.99	0.5	0.45	3.88	0.31	0.15	11.91
SMLK 2	74.28	11.52	0.2	2.06	0.49	0.34	1.16	0.29	0.16	9.5
SMLK 3	63.12	17.51	0.34	3.09	0.72	0.56	3.54	0.4	-	10.55

Bünye reçeteleri de Tablo 3 de sunulmuştur. Çalışmada vitrifiye geri dönüşüm çamurunun hem iskelet yapıyı oluşturması hem de bağlayıcılık görevini yapması amacı ile kullanılmıştır. Karbonat esaslı hammaddeler de hem boşluk hem de camsı yapıyı desteklemesi amacı ile kullanılmıştır. SiC'ün kullanılmasının amacı ise mekanik sertlik gibi mekanik özelliklerin geliştirilmesi amacı ile kullanılmıştır.

Tablo 3. Bünye reçeteleri

	Geri dönüşüm çamuru %	SiC	MgCO ₃	Li ₂ CO ₃
SMLK 1	50	20	20	10
SMLK 2	75	5	5	5
SMLK 3	80	5	10	5

Bu karışım oranlarına bağlı olarak hazırlanan reçeteler porselen krozelere alınmış ve belirli bir fırın rejimine bağlı olarak 1150°C de numuneler sinterlenmiştir. Sinterlenmiş numune görüntülerinde de anlaşılacağı üzere yüksek oranda gözenek içeren yapı bu yöntem kullanılarak elde edilebilmiştir.

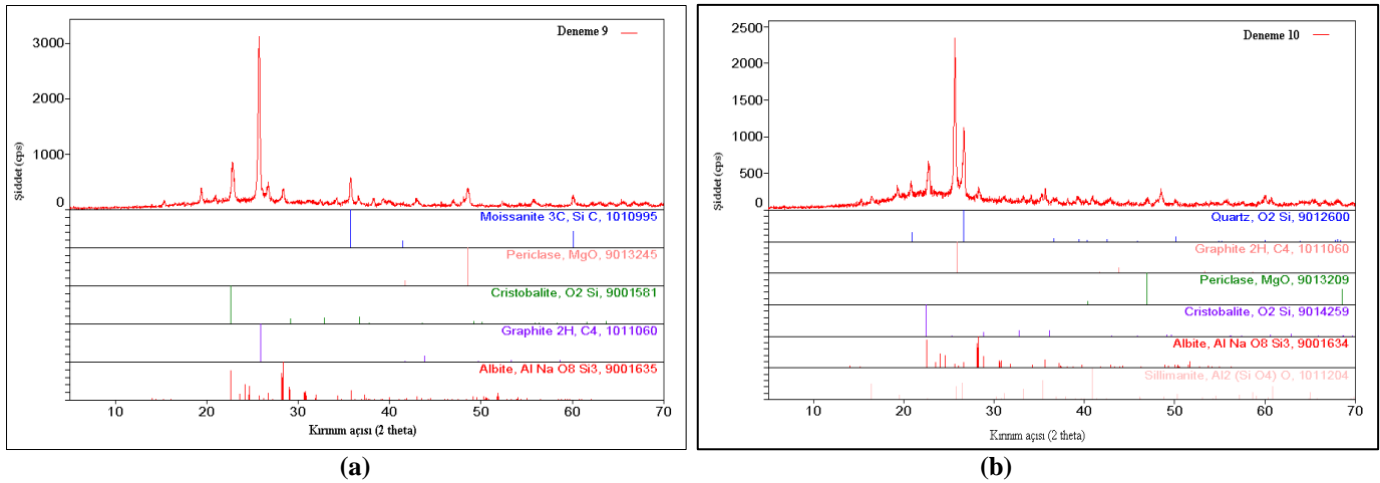


Şekil 1. 1150 °C pişirimi yapılmış numnelere ait görüntüler (a): SMLK 1, (b): SMLK 2, (c): SMLK 3.

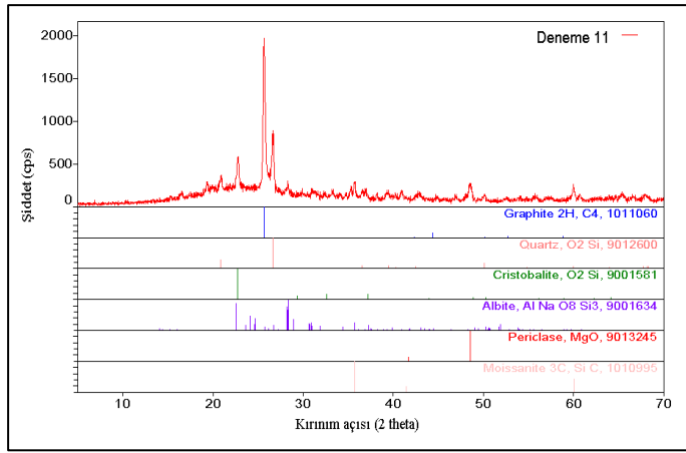
2.1. Faz analizleri (XRD)

1150 °C de pişirimi yapılan numunelerin faz oluşumlarının incelenmesi amacı ile XRD analizi yapılmıştır. Numunelere ait XRD analizi sonuçları Şekil 2 sırasıyla verilmiştir. SMLK 1 bünyesine ait XRD patternini incelendiğinde silisyum karbür, periklas (magnezyum oksit), kristobalit ve albit fazları görülmektedir. SMLK 2 bünyesine ait XRD grafiğine göre bünye kuvars , grafit, periklas, kristobalit ve albit fazları içermektedir. SMLK 3 bünyesi ise grafit, kuvars kristobalit, albit ve periklas fazlarını içermektedir. Seramik bünyelerde albit fazı kalıntı bir faz olarak yapıda bulunmaktadır.(Tarhan ve Tarhan 2019, Tarhan ve Tarhan 2019, Tarhan 2019, Tarhan ve Tarhan 2019). David (2012) ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada 500°C den sonra SiC, grafit benzeri bir tabakanın eşzamanlı oluşumu ile kademeli olarak SiO₂ e dönüştüğü ve daha fazla O₂ varlığında ise, grafit benzeri tabakanın da CO ve CO₂'e daha da oksitlendiğini göstermişleridir. XRD patternleri incelendiğinde özellikle de SMLK 2 Ve SMLK 3 bünyelerinde bu durum tespit edilmiştir. Bu iki bünyede SiC ün oksitlenerek SiO₂ oluşturması ile yüksek oranda amorf yapı meydana geldiği görülmektedir.

Özellikle amorf yapıların gösterdiği karakteristik amorf tümseklik hem SMLK 2 hem de SMLK 3 bünyesinde net bir şekilde görülmektedir.



Şekil 2. Numunelere ait XRD grafikleri (a): SMLK 1, (b): SMLK 2, (c): SMLK 3

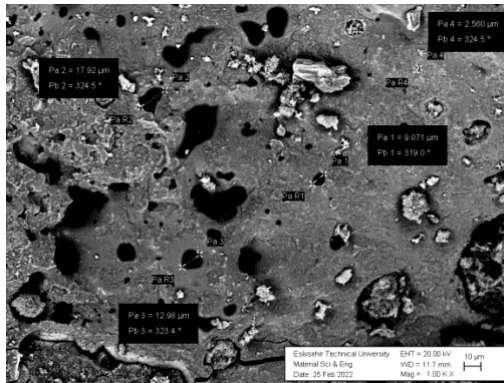


(c)

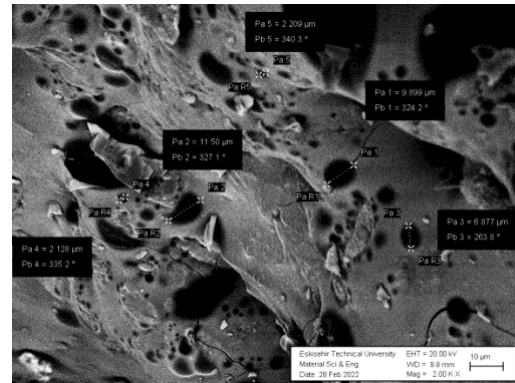
Şekil 2 (devam). Numunelere ait XRD grafikleri (a): SMLK 1, (b): SMLK 2, (c): SMLK 3

2.3. Mikroyapı analizleri (SEM-EDX)

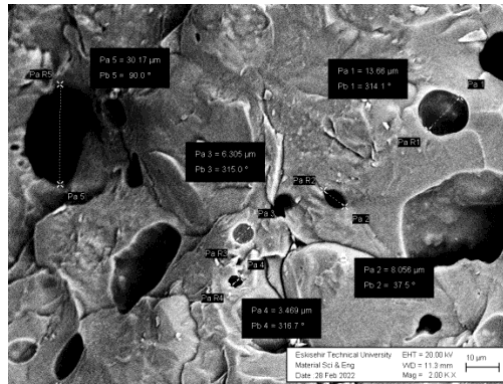
3 farklı reçete kullanarak geliştirilen numunelere taramalı elektron mikroskobu ile geri yansıyan elektronlar kullanılarak mikroyapı incelemesi ve elementel analiz amacı ile de EDX analizi yapılmıştır. Şekil 3 de numunelere ait SEM görüntüleri sunulmuştur. Bu görüntülere göre 3 numunede yüksek oran da porozite içerdiği tespit edilmiştir. Gözenek boyutu ve dağılımı açısından bakıldığında en yüksek gözenek boyutu ve dağılımına sahip numune SMLK 2 bünyesine aittir. Bünyelere ait ortalama por çapı değerler sırası ile 27.22 μm , 36.64 μm ve 12.33 μm 'dir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 3. Numunelere ait mikroyapı görüntüleri (a): SMLK 1, (b): SMLK 2, (c): SMLK 3

Tablo 4. Numunelere ait EDX analizi sonuçları

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO
SMLK 1	70.29	10.23	0.97	6.11	1.44	0.52	10.43
SMLK 2	65.52	23.52	-	2.64	1.28	1.20	5.84
SMLK 3	63.61	25.72	2.37	6.49	1.40	-	0.41

3. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada ECE Banyo A.Ş.'den temin edilen vitrifiye geri dönüşüm çamuruna SiC, MgCO₃ ve Li₂CO₃ ilaveleri ile seramik köpük malzemesi üretmek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda yapılan çalışmalar sonucunda görülmüştür ki vitrifiye geri dönüşüm çamurundan ilavelerle beraber yüksek oranda gözenekli ve homojen dağılımlı seramik köpükler elde edilebilmektedir. Üretilen seramik köpüklerin mikroyapı analizlerinden de görüldüğü üzere ortalama gözenek boyutu en düşük olan bünye SMLK 3 bünyesi iken, ortalama gözenek boyutu en yüksek olan bünye SMLK 2 bünyesidir. Faz analizi sonuçlarına göre de SiC'ün bri kısmının fırın atmosferinde ki O₂ ile reaksiyona girerek SiO₂ oluşturduğu düşünülmektedir. XRD patternlerinden de anlaşıldığı gibi SMLK 2 ve SMLK 3 bünyelerinde camsı fazın arttığı tespit edilmiştir.

Referanslar

- Andrei S., Hakim A., Gaurav G., Julite P., Darryl N., Jurijs O.,(2021). Journal of Cleaner Production Volume 282, 124546
- 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
- Bin L., Mingxing Z., Hao L., Ming Z., Pengfei X., Leibo D., (2021) Preparation of ceramic foams from ceramic tile polishing waste and fly ash without added foaming agent. Ceramics International 47, 23338–23349.
- Çalışkan, F., Yılmaz, F., & Tatlı, Z. (2015). Silisyum Karbür Esaslı Seramik Köpük Filtre Üretimi. ISITES2015 Valencia –Spain
- David A. N., Debasis S, Hosein F., Michael F., Russo C.T, Adri C. T. (2012), J. Phys. Chem. C. 116, 30, 16111–16121
- Tarhan B. ve Tarhan M. (2019) Çanakkale bölgesi alkali kaynağının seramik sağlık gereçleri bünyesi ısı 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.43330