

## Fonksiyonel Derecelendirilmiş $\text{Si}_3\text{N}_4$ Esaslı Seramiklerin Üretiminde Farklı Soğuk İzostatik Pres (CIP) Basınçlarının Etkisinin İncelenmesi

*Examination of the Effect of Different Cold Isostatic Pressures in the Production of Functionally Graded  $\text{Si}_3\text{N}_4$  Based Ceramics*

DOI: <http://dx.doi.org/10.29228/JCHAR.57257>

Beyza KASAL, Ertançan BABAÇ, Yasemin TABAK, Bayise KAVAKLI VATANSEVER, Ayşen KILIÇ, Metin USTA

### Özet

Silisyum nitrür seramikler sitotoksik olmaması, yüksek kırılma tokluğu, uzun ömürlü olması, aşınma direnci ve düşük sürünme katsayısı gibi üstün özellikleri nedeniyle biyo uygulamalarda gün geçtikçe daha fazla kullanım alanı bulmaktadır. Bu çalışmada, şerit döküm yöntemi ile biyomalzeme uygulamalarında kullanılmak üzere fonksiyonel derecelendirilmiş  $\text{Si}_3\text{N}_4$  malzemesinin, organik bazlı süspansiyonlarının hazırlanması ve hazırlanan şeritlerin farklı soğuk izostatik pres basıncında (1000-1500-2000-2500 bar) preslenmiştir. Kullanılan hammaddelere XRD, SEM, tane boyut analizi yapıp hazırlanan süspansiyonun zeta potansiyeli ve reolojik ölçümleri yapılmış, optimum koşullarda döküm işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneysel çalışmada ana hammadde olan  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 'ün dışında solvent, bağlayıcı, plastikleştirici, sinterleme katkısı ve por yapıcı (grafit tozu) gibi ilaveler kullanılmıştır. Hazırlanan süspansiyonlar 18 saat karıştırılmış ve şerit döküm cihazı ile döküm yapılarak ham şeritler elde edilmiştir. Ham şeritler kurutulduktan sonra belirlenen boyutlarda kesilip 4 farklı porozite oranında (her katman 5 şerit olacak şekilde) lamine edilmiştir. Ardından üretilen silisyum nitrür şeritlerin şekillendirmesi için ise soğuk izostatik presleme (CIP) yöntemi kullanılmıştır. Şekillendirilen parçalara bağlayıcı giderme işlemi uygulanmış olup ardından hava ortamında 1500 °C'de sinterleme işlemi yapılmıştır. Sinterlenmiş olan poroz numunelerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile yapılan mikroyapı analizlerinde şeritler arasındaki bağlanma, grafitin por oluşumuna etkisi, por yapısı ve dağılımı, sinterlenmenin gelişimi incelenmiştir. Sinter sonrası XRD analizi yapılarak fazlar incelenmiş olup sonuçların değerlendirildiğinde 1500 °C sadece % 100 Nierit fazı mevcut olduğu saptanmış olup, SEM analizleri değerlendirildiğinde CIP basıncı açısından en iyi 2500 bar basınçtaki numuneye ait olduğu görülmüştür.

### Anahtar Kelimeler

Fonksiyonel Derecelendirilmiş Malzeme, Silisyum Nitrür, Soğuk İzostatik Presleme, Şerit Döküm

### Abstract

Silicon nitride ceramics are finding more and more uses in biocompatibility due to their outstanding properties such as non-cytotoxic, high fracture toughness, long life, wear resistance and low creep coefficient. In this study, it was aimed to prepare organic-based suspensions of functional graded  $\text{Si}_3\text{N}_4$  material for use in biomaterials applications by tape casting method and to press the prepared tapes at different cold isostatic press pressure (1000-1500-2000-2500 bar). XRD, SEM, grain dimensional analysis were performed on the raw materials used and zeta potential and rheological measurements of the prepared suspension were made, casting process was performed under optimal conditions. In addition to  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , which is the main raw material, additions such as solvent, binder, plasticizer, sintering additive and por maker (graphite powder) were used in the experimental study. The prepared suspensions were mixed for 18 hours and raw tapes were obtained by casting with a tape casting device. After drying, the raw tapes are cut to the specified sizes and laminated at 4 different porosity ratios (each layer is 5 tapes). The Cold isostatic Press (CIP) method was then used to shape the silicon nitride tapes produced. Binder removal was applied to the formed parts and then sintering was performed at 1500 °C in the air

environment. In microstructure analyses of sintered porose samples with scanning electron microscopy (SEM), the binding between decays, the effect of graphite on por formation, por structure and distribution, and the development of sintering were examined. After sintering process, XRD analysis were examined about phases and when XRD results assess, it was seem only 100% Nierite phase at 1500 C. When SEM analyses assess, it was seem the best result belong sample which has 2500 bar pressure.

### **Keywords**

Cold Isostatic Pressing, Functionally Graded Material, Silicon Nitride, Tape Casting

### **References**

- [1] G. Ziegler, J. Heinrich, G. Wotting, "Relationships between processing, microstructure and properties of dense and reaction bonded silicon nitride," Journal of Material Science, vol. 22, pp. 3041-3086, 1987.
- [2] E. Ayas, "Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> esaslı kompozit malzemelerin elektriksel ve ısıl iletkenliklerinin geliştirilmesi", Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2009.
- [3] B. Cecen, G. Topates, A. Kara, S. O. Akbulut, H. Havitcioglu, L. D. Kozacı, "Biocompatibility of silicon nitride produced via partial sintering & tape casting," Ceramics International, vol. 47, no.3, Feb., pp.39383945, 2021.
- [4] H. Ünsal, "Biyomalzeme Üretiminde Su bazlı silisyum nitrür şerit döküm süspansiyonlarının reolojik optimizasyonu" Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli 2018.
- [5] Y. Tabak, "Silisyum nitrür esaslı biyomalzemelerin yapay kemik uygulamaları için şerit döküm yöntemi ile üretimi ve karakterizasyonu" Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli 2018.

[Tam metne ulaşmak ve tüm referansları görmek için tıklayın.](#)