

PM-10.

## Ekonomik $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$ tozu içindeki metalik safsızlıkların SiAlON seramiklerinin mikroyapı ve mekanik özelliklerine etkisi

Nurcan Çalış Acıkbaş<sup>1</sup>, Hilmi Yurdakul<sup>2</sup>, Servet Turan<sup>2</sup> ve Hasan Mandal<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bilecik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina ve İmalat Mühendisliği Bölümü, Bilecik  
<sup>2</sup> Anadolu Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Eskişehir  
<sup>3</sup> Sabancı Üniversitesi, İstanbul

[nurcan.acikbas@bilecik.edu.tr](mailto:nurcan.acikbas@bilecik.edu.tr)

**Anahtar Kelimeler:** TEM, SiAlON, mikroyapı, safsızlık, sertlik

Başlangıç  $\text{Si}_3\text{N}_4$  tozunun polimorf tipinin ( $\alpha$  ya da  $\beta$ ) ve oranının mikroyapı gelişimi, faz gelişim sırası ve mekanik özellikler üzerine etkisi olduğu bilinmektedir [1-3].  $\alpha$  ve  $\beta$  olmak üzere iki farklı  $\text{Si}_3\text{N}_4$  başlangıç tozu polimorfu mevcuttur. Wild ve ark. [4]  $\alpha$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  atomik yapısına az miktarda oksijen yerleştiğini ve kimyasal formülünün yaklaşık  $\text{Si}_{11.5}\text{N}_{15}\text{O}_{0.5}$  olduğunu,  $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  tozunun ise saf  $\text{Si}_3\text{N}_4$  olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle reaktivitesi  $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  e göre yüksek olan  $\alpha$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  tozu SiAlON seramiklerinin üretiminde daha yaygın kullanılmaktadır. Ancak  $\sim 1410^\circ\text{C}$ 'de  $\alpha \rightarrow \beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  dönüşümü olduğundan  $\alpha$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  tozu elde etmek için kontrollü sıcaklık ve basınç gerektiğinden toz maliyeti daha fazladır.  $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$ 'ce zengin toz eldesi ise daha az zahmetli ve toz maliyeti de  $\sim 10$  kat daha azdır.  $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$ 'ce zengin toz kullanıldığı durumda daha düşük maliyette malzeme üretimine imkân sağlanacaktır. Özellikle büyük parçaların (rüzgar turbine, atritör kolları, vb.) üretiminde toz maliyeti önem kazanmaktadır. Bu nedenle yapılan çalışmada, oldukça kaba, metalik safsızlıklar içeren ancak ekonomik  $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  tozu kullanarak uygun kompozisyon, süreç, faz-denge ilişkileri ve mikroyapı tasarımları ile yapı-özellik ilişkileri kontrol edilerek SiAlON seramiklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

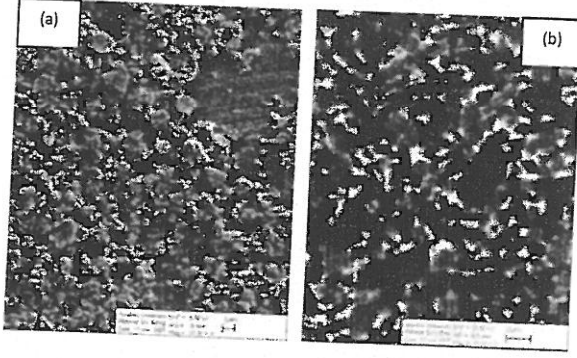
Malzemenin mikroyapısı incelendiğinde  $\alpha$ -SiAlON tanelerinin gelişiminin heterojen çekirdeklenme ile mevcut  $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  çekirdekleri üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Sinterleme sonrası oluşan taneler başlangıç  $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  tozunun partikül boyutuyla ve şekliyle benzer ( $\sim 1 \mu\text{m}$ ) (Şekil 1) olduğundan  $\beta$ -SiAlON tanelerinin de  $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  kristalleri üzerinde heterojen çekirdeklenmenin avantajını kullanarak geliştiğinin göstergesidir. Ancak malzemenin sertliği  $\alpha$ : $\beta$ -SiAlON kompozit olmalarına rağmen  $\beta$ -SiAlON seramiklerinin sertlik değerinden (15 GPa) daha düşük (14.22 GPa) olduğu görülmüştür. Bu durumu araştırmak için başlangıç  $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  tozunun kimyasal analizi ve tane ile tane sınır fazının ayrıntılı mikroyapı ve kimyasal analizleri yapılmıştır.  $\beta$ -SiAlON tanesinden alınan nokta TEM-EDX analizi sonuçları Şekil 2'de verilmektedir. Taneden alınan EDX analizi sonrasında Si-Al-O-N-Fe-Cr elementleri tespit edilmiştir. Yapılan EDX analizleri sonrasında demirin ve kromun  $\beta$ -SiAlON'un kristal yapısına yerleştiği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, ekonomik  $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  tozu kullanılarak yoğun, tasarlanan SiAlON faz oranlarına yakın ve başlangıç  $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  tozu içerisinde bulunan safsızlıkların  $\beta$ -SiAlON yapısına yerleştiği için yüksek sıcaklık uygulamalarında kullanılmak üzere yeterli mekanik özelliklerde SiAlON seramikleri geliştirilmiştir.  $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  tozundan SiAlON üretim sürecindeki  $\alpha$  ve  $\beta$ -SiAlON tane

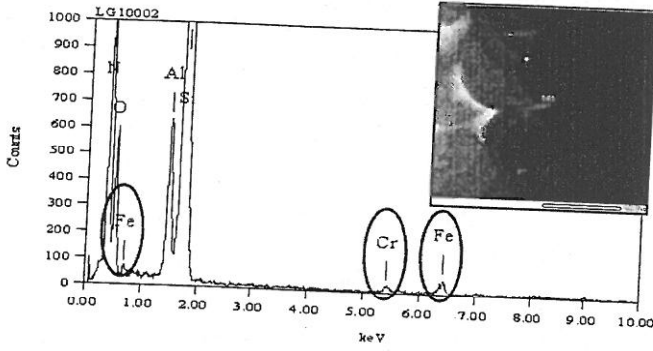
büyüme mekanizmaları tartışılmıştır. Ekonomik SiAlON seramiklerinin üretimi ile bu tür seramiklerin kullanım alanlarının artması beklenmektedir.

#### Kaynaklar

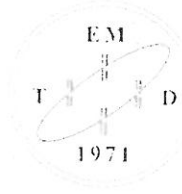
1. M. J. Hoffmann ve G. Petzow, *Pure & Appl. Chem.*, **66**, (1994), 1807-1814.
2. F. F. Lange, *J. Am. Ceram. Soc.*, **62**, (1979), 428-430.
3. M., Mitomo, H., Hirotsuru, H. Suematsu, ve T., Nishimura, *J. Am. Ceram. Soc.*, **78**, (1995), 211-214.
4. S. Wild, P. Grieveson ve K. Jack.: pp. 385-95 in *Special Ceramics*, Vol. 5. Edited by P. Popper. The British Ceramic Research Association, 1972.



Şekil 1. (a) Başlangıç  $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  tozu, (b)  $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$  tozundan üretilen SiAlON malzemesinin mikroyapı görüntüsü



Şekil 2. SiAlON malzemesinde  $\beta$ -SiAlON tanesinden alınan TEM-EDX alan analizi



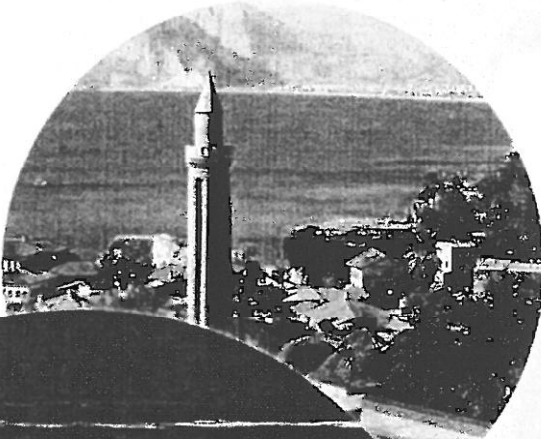
**TEMED**



40. yıl

# 20. Ulusal Elektron Mikroskopi Kongresi

Uluslararası Katılımlı  
**ÖZET KİTABI**

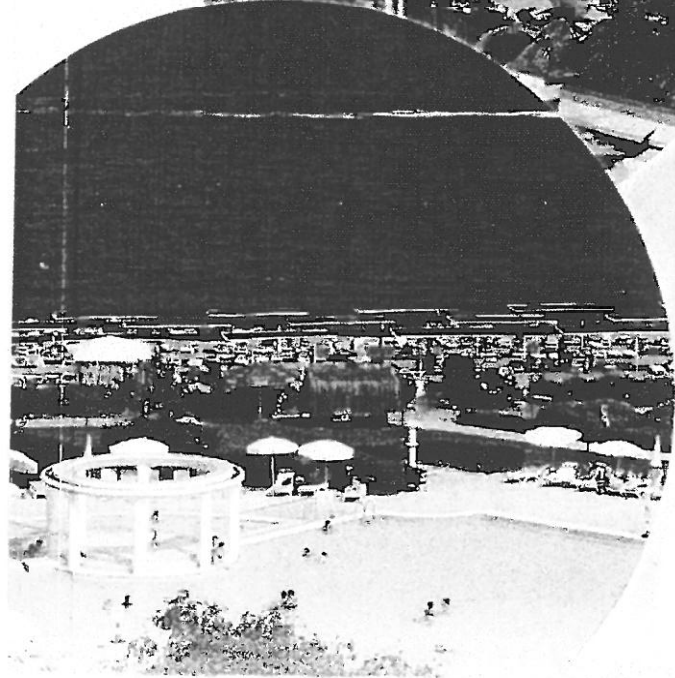


KEMER  
EMK 2011  
25-28 Ekim

**Mirage Park Otel**

Düzenleyen:  
Türk Elektron Mikroskopi Derneği

[www.elektronmikroskopi2011.com](http://www.elektronmikroskopi2011.com)



# EMK 2011 KONGRE KURULLARI

## ONURSAL BAŞKANI

Prof. Dr. Yurdagül CANBERK

## DÜZENLEME KURULU

Prof.Dr. Serap ARBAK (Başkan)  
Prof.Dr., Selma YILMAZER (Başkan Yardımcısı-Biyolojik Bilimler)  
Prof.Dr. Servet TURAN (Başkan Yardımcısı-Malzeme Bilimleri)  
Prof.Dr. Suzan DAĞLIOĞLU  
Prof.Dr. Melek ÖZTÜRK  
Prof.Dr. Mehtap KUTLU  
Doç.Dr. Serap ŞİRVANCI  
Doç.Dr. Abit AKTAŞ  
Yard.Doç.Dr. Erman BENGÜ  
Uzm.Müh. Attila ALKAN

## ÖZET KİTABI DÜZENLEME KURULU

Prof.Dr. Melek ÖZTÜRK  
Doç.Dr. Abit AKTAŞ

## TÜRK ELEKTRON MİKROSKOPİ DERNEĞİ YÖNETİM KURULU

Prof. Dr. Yurdagül CANBERK (Onursal Başkan)  
Prof. Dr. Serap ARBAK (Başkan)  
Prof. Dr. Suzan DAĞLIOĞLU (2. Başkan )  
Prof. Dr. Selma YILMAZER (Genel Sekreter)  
Prof. Dr. Servet TURAN (Sayman)  
Prof. Dr. Melek ÖZTÜRK (Üye)

## ONURSAL KURUL

Prof.Dr. Ergin AÇIKALIN  
Prof.Dr. Yaşa Doğan ANIL  
Prof.Dr. Yener AYTEKİN  
Prof.Dr. Zişan BULDAN  
Prof.Dr. Nusret ÇİFTÇİ  
Prof.Dr. Fatma ERDİNÇ  
Prof.Dr. Aliye ERKOÇAK  
Prof.Dr. Sacide GAZİLERLİ  
Prof.Dr. Firdevs GÜRER  
Prof.Dr. Erdoğan GÜRİSOY  
Prof.Dr. Osman HASSA  
Prof.Dr. Sabire KARAÇALI  
Prof.Dr. Sevinç KAROL  
Prof.Dr. Mehmet KAYA  
Prof.Dr. Kaya KILIÇTURGAY

Prof.Dr. Esin KORMAN  
Prof.Dr. Türkan KÜÇÜKALİ  
Prof.Dr. Ayşe Işık OĞUZ  
Prof.Dr. Ülken ÖRS  
Prof.Dr. Aytekin ÖZER  
Prof.Dr. Mahmut SAĞLAM  
Prof.Dr. Refik SOYLU  
Prof.Dr. Güngör ŞATIROĞLU  
Prof.Dr. Aysel ŞEFTALIOĞLU  
Prof.Dr. Attila TANYOLAÇ  
Prof.Dr. Meral TEKELİOĞLU  
Prof.Dr. Erdoğan TEKİN  
Prof.Dr. Nejat TOPÇUOĞLU  
Prof.Dr. Mine YURTSEVEN  
Prof.Dr. Şükriye ZALOĞLU

## BİLİMSEL DANIŞMA KURULU

### BİYOLOJİK BİLİMLER

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ	Trakya Üniversitesi
Prof. Dr. Faruk ALKAN	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Oktay ARDA	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Esin AŞAN	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Reşat Nuri AŞTI	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Cengiz BAYÇU	Osmangazi Üniversitesi
Prof. Dr. Tülin BAYKAL	Mersin Üniversitesi
Prof. Dr. Ayhan BİLİR	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Şehnaz BOLKENT	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Belgin CAN	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Nur ÇAKAR	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. İkin ÇAVUŞOĞLU	Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr. Atilla DAĞDEVİREN	Başkent Üniversitesi
Prof. Dr. Hakkı DALÇIK	Kocaeli Üniversitesi
Prof. Dr. Feruzan DANE	Trakya Üniversitesi
Prof. Dr. Necdet DEMİR	Akdeniz Üniversitesi
Prof. Dr. Ramazan DEMİR	Akdeniz Üniversitesi
Prof. Dr. Cihan DEMİRCİ-TANSEL	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Feriha ERCAN	Marmara Üniversitesi
Prof. Dr. Esra ERDEMLİ	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Deniz ERDOĞAN	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr. Nevin ERENŞOY	Balıkesir Üniversitesi
Prof. Dr. Semiha ERŞOY NOYAN	Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr. Oya EVİRGEN	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Sevinç İNAN	Celal Bayar Üniversitesi
Prof. Dr. Zeynep KAHVECİ	Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet KAYA	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Figen KAYMAZ	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. M. Aydın KETANİ	Dicle Üniversitesi
Prof. Dr. Emel KOPTAGEL	Cumhuriyet Üniversitesi
Prof. Dr. Petek KORKUSUZ	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Aysel KÜKNER	İzzet Baysal Üniversitesi
Prof. Dr. Sevdâ MÜFTÜOĞLU	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Yusuf NERGİZ	Dicle Üniversitesi
Prof. Dr. Hüseyin OKTAR	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Kemal ÖZBİLGİN	Celal Bayar Üniversitesi
Prof. Dr. Nesrin ÖZFİLİZ	Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr. Candan ÖZOĞUL	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr. Sait POLAT	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. İsmail SEÇKİN	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Şahin SIRMALI	Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr. Seyhun SOLAKOĞLU	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Suna SOLMAZ	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Zekiye SULUDERE	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa TAŞYÜREKLİ	İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Meral Ünal	Marmara Üniversitesi
Prof. Dr. İsmail ÜSTÜNEL	Akdeniz Üniversitesi
Prof. Dr. Birkan YAKAN	Erciyes Üniversitesi
Prof. Dr. Engin YENİLMEZ	Karadeniz Teknik Üniversitesi

### MALZEME BİLİMLERİ

Prof. Dr. Kerim ALLAHVERDİ	TÜBİTAK MAM
Prof. Dr. Yalçın ELERMAN	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Gültekin GÖLLER	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa GÜDEN	Yıldız Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. M. Ali GÜLGÜN	Sabancı Üniversitesi
Prof. Dr. Ali Arslan KAYA	Muğla Üniversitesi
Prof. Dr. Lütfü ÖVEÇOĞLU	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Macit ÖZENBAŞ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Orhan ŞAHİN	Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Prof. Dr. Mustafa ÜRGEN	İstanbul Teknik Üniversitesi
Yard Doç. Dr. Yunus Eren KALAY	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Yard Doç. Dr. Ahmet ORAL	Sabancı Üniversitesi



**TEMB**  
40. yıl

## 20. Ulusal Elektron Mikroskopisi Kongresi

Uluslararası Katılımlı



KEMER  
EMK 2011  
25-28 Ekim

## KATILIM BELGESİ

### Sayın Nurcan Çalış AÇIKBAŞ

Türk Elektron Mikroskopisi Derneği tarafından 25-28 Ekim 2011 tarihlerinde Mirage Park Hotel, Kemer, Antalya'da düzenlenmiş olan 20. Ulusal Elektron Mikroskopisi Kongresi (Uluslararası Katılımlı)'ne katılmıştır.

Saygılarımızla,

Prof. Dr. Serap ARBAK

Kongre Başkanı

Prof. Dr. Selma YILMAZER

Başkan Yardımcısı  
(Biyolojik Bilimler)

Prof. Dr. Servet TURAN

Başkan Yardımcısı  
(Malzeme Bilimleri)