

# FARKLI HAMMADDE KAYNAKLARINDAN KORDİYERİT SERAMİK ÜRETİMİ

Serkan ABALI\*

Onsekiz Mart Üniversitesi, Endüstriyel Seramik Bölümü

## Özet

Bu çalışmada, başlangıç malzemesi olarak kil, talk ve alümina tozlarının kullanımı ile kordiyerit seramik üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu tozlardan sinterlenmiş numuneler, X-ray difraktometre (XRD) ve taramalı elektron mikroskopisi (SEM) ile karakterize edilmiştir. Kordiyerit fazı büyük oranda 1100°C'nin üzerinde gözlenmiş, yüksek yığımsal yoğunluk ve eğilme mukavemetine 1300°C'de sinterlenmiş numune ile erişilmiştir. Bu numunenin termal genleşme katsayısı  $2.56 \times 10^{-6}/K$ , yoğunluğu  $2.47 \text{ gr/cm}^3$  ve mukavemeti ise 96.28 MPa olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kordiyerit, Kil, Talk, Alümina

## PRODUCING CORDIERITE CERAMICS FROM DIFFERENT RAW MATERIALS

### Abstract

In this study, cordierite ceramics have been fabricated by using starting materials such as clay, talc and alumina powders. Sintered samples of the powders were characterized by X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscope (SEM).  $\alpha$ -cordierite major phase was observed over 1100°C. High bulk density and bending strength were achieved at 1300°C by using clay, talc and alumina powders. Thermal expansion coefficient, bulk density and three point bending strength of the sample were determined  $2.56 \times 10^{-6}/K$ ,  $2.47 \text{ gr/cm}^3$  and 96.28 MPa, respectively.

**Key Words:** Cordierite, Clay, Talc, Alumina

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: e-mail: sabali@comu.edu.tr Tel: (0286) 416 77 05

## 1. GİRİŞ

Kordiyerit ( $2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$ ) MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> sistemindeki en önemli fazlardan birisidir. Kordiyerit seramikleri düşük termal genleşme katsayısı, mükemmel termal şok direnci, yüksek kimyasal dayanım, yüksek refrakterlik ve yüksek mekanik dayanım özelliklerine sahiptir. Tüm bu özellikleri sayesinde kordiyerit seramiklerinin, otomobil eksoz sistemlerindeki katalitik konverterlerden refrakter malzemelere kadar çeşitli uygulama alanları mevcuttur [1-3]. Kordiyerit seramiklerinin üretiminde, özellikle refrakter gibi endüstriyel uygulamalarda doğal hammaddelerden yararlanılır. Bu nedenle yüksek sıcaklıklara dayanımı açısından sinterleme esnasında olabildiğince az camsı fazın oluşumu istenir.

Benzer çalışmalarda kordiyeritin üretiminde magnezyum bileşikleri, kaolen, alümina, talk, uçucu kül, sepiyolit ve feldspat gibi doğal hammaddelerin kullanıldığı rapor edilmiştir [4-6]. Saf kordiyerit seramiklerin üretimine dair birkaç çalışma vardır. Fakat genellikle kordiyerit ile birlikte düşük miktarlarda müllit, korund, spinel, forsterit ve kristobalit fazlarına da rastlanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, yeni doğal hammaddeleri kullanarak olabildiğince saf ve endüstriyel ölçekteki kordiyerit seramiklerin spesifik özelliklerine sahip malzemeyi üretmektir.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMA

Başlangıç hammaddeleri olarak ağırlıkça %40 kil (Ezine-Çanakkale), %30 alümina (Seydişehir) ve %30 talk (Finlandiya) kullanılmıştır. Talk ve kilin kimyasal kompozisyonu Tablo 1.'de görülmektedir (XRF, ARL 8660). Bu şartlar altında oluşacak kordiyerit fazının stokiometrik kompozisyonu, %13.7 MgO, %36 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve %50.3 SiO<sub>2</sub>'dir. Ağırlıkça yukarıdaki yüzdelerde alınan karışım 9 saat alümina bilyalı değirmende öğütüldükten sonra etüvde 105°C'de 20 saat kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan numunelerin agatta 20 dak. ezildikten sonra ölçülen ortalama tane boyutu 8.6µm'dir (Malvern Instruments). Kurutulan tozlar 120mm x 50mm x 9mm boyutlarında 50MPa'lık basınç altında tek yönlü aksenal olarak preslenmiş ve daha sonra kamara fırında 1100°C-1300°C sıcaklıklarda 10°C/dak.'lık bir ısıtma hızı ile 1 saat sinterlenmişlerdir.

Sinterlenen numunelerin (1100°C-1300°C) arşimet metodu ile hacimsel yoğunlukları belirlenmiş ve dilatometre (Netzsch DIL 402) ile 50-800°C sıcaklık aralığındaki termal genleşme katsayıları tespit edilmiştir. Ayrıca 1100°C ve 1300°C'de sinterlenmiş numunelerin XRD (rigaku) ile faz kompozisyonları,

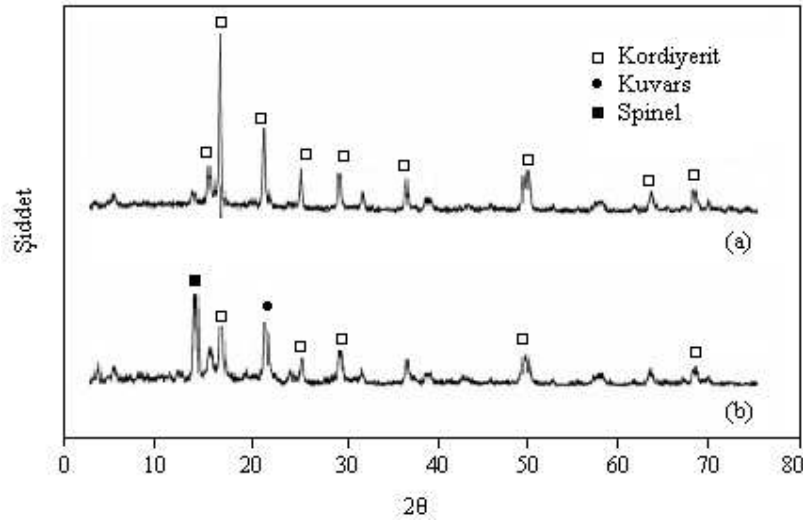
SEM ile mikroyapı analizleri (Camscan S4) tespit edilerek 3 noktalı eğme mukavemeti (Ceramics Instruments, Mor 3E) testi ile de eğilme mukavemetleri belirlenmiştir.

Tablo 1. Talk ve kilin kimyasal kompozisyonu

Oksit	Kompozisyon (%)	
	Talk	Kil
SiO <sub>2</sub>	61.2	64.3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.4	26.7
MgO	32.0	-
CaO	0.8	-
Na <sub>2</sub> O	-	0.1
K <sub>2</sub> O	-	0.1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5	0.2
A.Z.	5.1	8.6

### 3. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Şekil 1.'de 1100°C ve 1300°C sıcaklıklarda sinterlenen numunelerin faz kompozisyonları görülmektedir. Her iki sıcaklıkta da sinterlenen numunelerde kordiyerit fazı oluşmuştur. Ancak 1100°C'deki kordiyerit piki çok zayıftır ve kordiyerit fazının büyük oranda oluşumu 1300°C sıcaklıkta meydana gelmiştir.



Şekil 1. (a) 1100°C ve (b) 1300°C'de sinterlenen numunelerin faz kompozisyonları

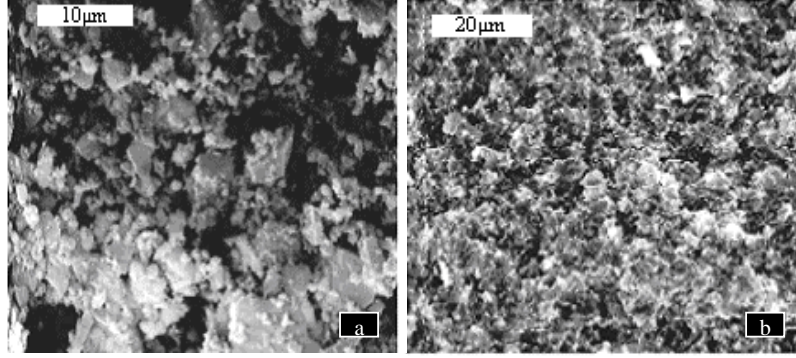
Şekilden de görüldüğü gibi 1100°C'de SiO<sub>2</sub>, kuvars formundadır ve kristobalit fazı dahi henüz oluşmamıştır. Ayrıca bu sıcaklıkta kordiyerit fazının yerine büyük oranda spinel fazının oluşumu görülmektedir.

Tablo 2.'de 1100°C ve 1200°C sıcaklıklarda sinterlenen numunelerle endüstriyel bazdaki kordiyeritin [7,8] yoğunluk, eğilme mukavemeti ve termal genişleme katsayıları görülmektedir.

Tablo 2. Endüstriyel kordiyerit ile kil, talk ve alümina tozlarından farklı sıcaklıklarda elde edilen numunelerin fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması

	1100°C	1300°C	End. Kordiyerit
Yoğunluk, gr/cm <sup>3</sup>	2.20	2.47	2.50
Mukavemet, MPa	56.80	96.28	110
Term. G. Kats., $\alpha$	$3.38 \times 10^{-6}/K$	$2.56 \times 10^{-6}/K$	$2.50 \times 10^{-6}/K$

1100°C'de yeterli düzeyde eğilme mukavemetine ulaşamaması kordiyerit fazının yeterince teşekkül edememesinden kaynaklanırken, 1300°C'de yoğunluğun daha yüksek olması Şekil 2b.'de de görüldüğü gibi kordiyerit fazının çok iyi sinterlendiğini ve bölgesel boşluklardan uzak olduğunu göstermektedir. 1100°C'de sinterlenen malzemede termal genleşme katsayısı, kordiyerit fazı dışında oluşan diğer fazlar nedeniyle (spinel, kuvars) 1300°C'de sinterlenen malzemeye göre daha yüksektir. Bilindiği gibi spinel fazının termal genleşme katsayısı kordiyeritten yüksektir.



Şekil 2. (a) 1100°C ve (b) 1300°C'de sinterlenen numunelerin mikroyapı analizleri

Her iki malzemenin de yoğunlukları arasındaki fark çok önemli olmamakla birlikte eğilme mukavemetleri arasında bu derece fark olması kordiyerit fazının kil talk ve alümina tozlarından sinterlenmesi ile 1300°C'de yeterli düzeyde elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. Şekil 2a.'da görülen bölgesel boşluklar malzemenin yeterince yoğunlaşmamasının bir sonucudur.

#### 4. SONUÇLAR

Yeni kil, talk ve alümina tozlarından yeterli düzeyde kordiyerit fazı 1300°C'de elde edilmiştir. Daha düşük sıcaklıklarda ise oluşan kordiyerit fazı düşük miktarda ve safsızlıktadır. Kil, talk ve alümina tozlarından 1300°C'de sinterlenerek elde edilen kordiyerit seramiğin hacimsel yoğunluğu  $2.47\text{gr/cm}^3$ , eğilme mukavemeti 96.28 MPa ve termal genleşme katsayısı  $2.56 \times 10^{-6}/\text{K}$ 'dir. Bu kordiyerit seramik endüstride kullanılabilir fiziksel ve mekanik özelliklere sahiptir.

#### KAYNAKLAR

- [1] A. Yamuna, R. Johnson, Y.R. Mahajan, M. Lalithambika, J. Eur. Ceram. Soc. 24 (1) (2004) 65-73.
- [2] Y. Kobayashi, K. Sumi, E. Kato, Ceram. Int. 26 (2000) 739-743.
- [3] D.U. Tulyaganov, M.E. Tukhtaev, J.I. Escalante, M.J. Ribeiro, J.A. Labrincha, J. Eur. Ceram. Soc. 22 (2002) 104-108.
- [4] S. Kumar, K.K. Singh, P. Ramachadrarao, J. Mater. Sci. Lett. 19 (2000) 1263-1265.
- [5] J.R. Gonzalez-Velasco, M.A. Gutierrez-Ortiz, R. Ferret, J. Mater. Sci. 34 (1999) 1999-2002.
- [6] S. Tamborenea, A.D. Mazzoni, E.F. Aglietti, Thermochim. Acta 411 (2003) 224-219.
- [7] Lynch, C.T., 1974. Handbook of Materials Science, 2nd edition. CRC Press, pp. 375.
- [8] Augis, J.A., Bennett, J.E., Journal of Thermal Analysis 13, (1978) 283-292.