

**T.C.
YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİ**

MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

**Farklı Şekillendirme Yöntemleri ile Aşamalı Gözeneğe Sahip Si3N4 Seramik Üretiminin ve Üretilen Malzemenin
Biyoseramik Malzeme Olarak Kullanım İmkânın Araştırılması**

SONUÇ RAPORU

PROJE KOD NO: 4116

**PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ :
GÜLSÜM TOPATEŞ**

A. PROJE RAPORU (Proje raporu aşağıdaki başlıklar dikkate alınarak hazırlanmalıdır)

1. Özet ve Abstract (En az 1 sayfa olmalıdır.)

Özet

Aşamalı gözeneğe sahip malzemelerde, malzeme kesiti boyunca gözenek miktarı, boyutu, şekli veya bunlardan ikisinin veya tamamının değişmektedir. Bu çalışma ile aşamalı gözeneğe sahip Si_3N_4 , gözenek oluşturu ilave (GOİ) kullanılarak, üç farklı seramik şekillendirme yöntemi (kuru presleme, şerit döküm ve jel döküm) ile şekillendirilmiştir. Üretilen malzemelerin yoğunluk, gözenek yapıları, mukavemet ve biyouyumluluk gibi malzeme özellikleri araştırılmıştır.

Aşamalı gözenek, kuru preslemede GOİ içeren ve içermeyen seramik toz karışımlarından hazırlanan yığınların tabakalı olarak preslenmesiyle, şerit dökümde GOİ içeren ve içermeyen şeritlerin laminasyonu ile ve jel dökümde ise GOİ içeren ve içermeyen süspansiyonların üst üste dökümü ile elde edilmiştir. GOİ ve şekillendirme sırasında kullanılan organik ilavelerin seramik yapıdan uzaklaşması için 600°C 'de, 1 saat ve hava ortamında ısı işlem uygulanmıştır. Sinterleme işlemi ise 1700°C 'de, 3 saat süre ile azot atmosferi altında kuru presleme ile şekillendirilmiş numunelere yapılmıştır (projede kullanılan fırının arıza yapması nedeniyle jel döküm numuneleri sinterlenememiştir.).

Üretilen numunelerin karakterizasyonunda ise Arşimet suda yüzdürme, porozimetre, 3 nokta eğme testi, x-ışınları difraksiyonu (XRD) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile yapılmıştır. Ayrıca, simüle vücut sıvısı (SVS) ve canlı kemik hücreleri ile biyouyumluluk testleri de gerçekleştirilmiştir. Üretilen numunelerde, aşamalı gözenek yapısı başarılı bir şekilde üretilmiştir, açık gözenek değerleri %46-49 arasında ölçülmüştür. Kullanılan GOİ sayesinde gözenek boyutu $0.1-175\ \mu\text{m}$ olarak elde edilmiştir. XRD analizi ise yapıda Si_3N_4 'ün hem α hem de β formunun bulunduğunu göstermiştir. SEM incelemesi ise yapıda eş eksenli ve çubuksu α ve β taneleri tespit edilmiştir. Malzemelerin mekanik dayanımları ise 3 nokta eğme mukavemeti ile ölçülmüştür. Kuru presleme ile üretilen numunelerin mukavemeti $61-154\ \text{MPa}$ olarak ölçülmüştür. SVS testlerinde ise ağırlıklı olarak Cl içerikli tuzların Si_3N_4 yüzeyinde çökeldiği görülmüştür. Canlı hücre testleri ise Si_3N_4 'ün toksik olmadığını ve hücre gelişimini teşvik ettiğini göstermiştir. Yapılan fluorensas mikroskopi çalışması, 36 saat ile test edilen Si_3N_4 numunelerinde kullanılan kemik hücrelerinin canlı olduğunu ve morfolojilerinde herhangi bir bozunmanın gerçekleşmediğini göstermiştir. Üretilen Si_3N_4 seramiklerinin biyouyumlu özellikleri nedeniyle malzeme zarar gören kemik dokusunun tamirinde veya yer değişiminde kemik grefti olarak kullanım potansiyelinin olduğu proje çalışması ile ortaya çıkarılmıştır.

Abstract

Porosity, pore size, shape or two of them or all of them have been varied along the cross section of material in graded porous materials. In this study, Si_3N_4 ceramics with graded porosity were shaped by applying three different shaping techniques (dry pressing, tape casting and gel casting) and by using pore former additive (PFA). Density, pore structure, strength and biocompatibility of samples were investigated.

In dry pressing, graded porosity was obtained by pressing the powder stacks that prepared with and without PFA. In tape casting, the structure was obtained via laminating the tapes that contains various amount of PFA. Ceramic slurries with and without PFA were casted one top of another and graded structure was obtained in gel casting. To burn-out PFA and organic additives all samples were heat treated at 600°C for 1 h under air atmosphere. For dry pressed samples, sintering was done at 1700°C 3 h under nitrogen atmosphere (due to break down of the furnace, gel casted samples weren't sintered).

Archimedes' principle, porosimetry, 3 point bending test, x-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM) were used during the characterization of samples. Also, biocompatibility of samples was determined by simulated body fluid (SBF) and cell culture test. Graded porosity was successfully achieved by dry pressing and tape casting. The open porosity of dry pressed samples and tape casted samples varied between 46-49 %. Owing to PFA, the pore size was obtained as $50-75\ \mu\text{m}$. XRD analysis showed that both α and β - Si_3N_4 were formed in the samples. SEM investigation showed that equiaxed and elongated α and β - Si_3N_4 present in the structure. Mechanical resistance of samples was measured by 3p bending strength test. Strength of dry pressed graded samples was $65.8\ \text{MPa}$ as the strength of tape casted samples was $50.1\ \text{MPa}$. After SBF tests, Cl-containing phases were deposited on the surface of the samples. According to cell viability tests, sample was suitable for human body, it had no cytotoxic effect. Propagation of bone cells on the surface of the sample proved the proliferation ability

of Si₃N₄. The coverage of Si₃N₄ surface with bone cells was proved by the fluorescence microscopy study of the sample tested with bone cells for 36 hours. Due to biocompatible properties of Si₃N₄, the produced ceramic has a potential as bone graft that can be used to repair the damaged part of the bone or replace it.

2. Projenin Amacı, Önemi, Kapsamı ve Yapılan Çalışmaların Belirtilmesi (En az 1 sayfa olmalıdır.)

Biyoseramikler metal ve polimer muadillerine göre önemli avantajlar sunmaktadır. Vücut ile uyumlu kompozisyona sahip olması, korozyon dayanımlarının yüksek olması, ortalama elastik modülleri gibi özellikleri uygulama sırasında öne çıkan olumlu yönleridir. Ticari olarak kullanılan biyoseramikler arasında ZrO₂, Al₂O₃, hidroksiapatit, biyocamlar ve Si₃N₄ bulunmaktadır. Si₃N₄ seramikleri biyoseramik uygulamalarında yaklaşık olarak otuz yıldır araştırılmasına karşın son yıllarda, bu alanda artan sayıda yayınlar yapılmaya başlanmıştır.

Proje çalışması ile aşamalı gözeneğe sahip Si₃N₄ seramiklerin üretimi yapılmış olup, bilgimiz dahilinde bu alanda üç farklı şekillendirme yönteminin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Üretilen malzemenin çalışma ile karakterizasyonu yapılarak biyoseramik uygulamalarda kullanım imkanı araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında hedeflenen özellikleri sağlayacak şekilde Si₃N₄ toz karışımı veya süspansiyon hazırlanmış, kuru presleme, şerit döküm ve jel döküm olmak üzere üç farklı şekillendirme yöntemi kullanılarak aşamalı gözenek yapısına ulaşacak şekilde malzemeler şekillendirilmiştir. Isıl işlem ve sinterleme ile numunelerin üretimi tamamlanmıştır. Üretilen malzemelerin; yoğunluk, gözenek boyutu ve dağılımı, faz-mikroyapı analizleri ve mekanik dayanımları incelenmiştir. Ayrıca SVS ve canlı hücre testleri ile de kullanım potansiyelleri incelenmiştir.

Yapılan çalışmaların ilk aşamasını toz hazırlama oluşturmaktadır. Sinterleme sırasında sıvı faz oluşturarak taneler arası boyun vermeyi sağlayacak ve $\alpha \rightarrow \beta$ dönüşümünü hızlandıracak sinterleme ilaveleri kullanılmıştır. İlave olarak ağı. %1,5 CaCO₃ ve ağı. %1,5 Y₂O₃, α -Si₃N₄ (UBE E-10, d₅₀=0.9 μ m) tozuna ilave edilmiştir. Eksenel değirmen (MSE Teknoloji) kullanılarak 4 s. 180 rpm'de öğütme işlemi gerçekleştirilmiştir. Döner kurutucu (Heidolph Hei VAP) ile çamur toz haline getirilmiştir. Ağı. %10 oranında PMMA (polimetil meta akrilat) gözenek oluşturucu hazırlanan toz karışımına kuru yöntemle eklenmiştir.

Kuru presleme ile şekillendirmede PMMA içermeyen ve PMMA içeren tozlar kalıba sırasıyla eşit miktarlarda doldurulmuş ve 50 MPa basınç ile şekillendirilmiştir.

Şerit döküm sırasında ise hazırlanan PMMA içermeyen ve PMMA içeren tozlar, alkol esaslı bir bağlayıcı sistem ile ağı. 40/60 oranında karıştırılmıştır. Her bir şerit döküm çamuru ayrı ayrı 400 μ m açıklığa sahip bıçak ile şerit şeklinde dökülmüştür. Hazırlanan şeritlerden 5x5 cm boyutunda parça alınmıştır ve sırasıyla 20 adet PMMA içermeyen ve 20 adet PMMA içeren parçalar üst üste dizilmiş ve 50 MPa basınç altında lamine edilmiştir.

Jel döküm ile aşamalı gözenek yapısı üretmek için su esaslı bir monomer çözeltisi hazırlanmıştır. Akrilamid (AM) ve metilenbisakrilamid (MBAM) zincir yapıcı ve çapraz bağlayıcı monomerler olarak kullanılmıştır. Si₃N₄ tozu (PMMA içermeyen ve içeren, ayrı ayrı olarak) monomer çözeltisine ağı. 45/55 oranında eklenmiş, çift yönlü asimetrik santrifüj karıştırıcı (Speed Mixer TM) ile karıştırılmıştır. Kararlı bir sistem hazırlamak amacıyla ağı. %0.1 oranında NH₄-PAA karışıma ilave edilmiştir. Ardından ağı. %1 APS (amonyum per sülfat) (polimerleşme reaksiyonunu başlatan) ve ağı. %0.3 TEMED (tetrametil etilendiamin) (katalizör) ilave edilmiştir. Hazırlanan Al kalıplara önce PMMA içermeyen ardından PMMA içeren süspansiyonlar dökülmüş ve oda sıcaklığında 5 dk. beklenecek şekilde jelleşme sağlanmıştır.

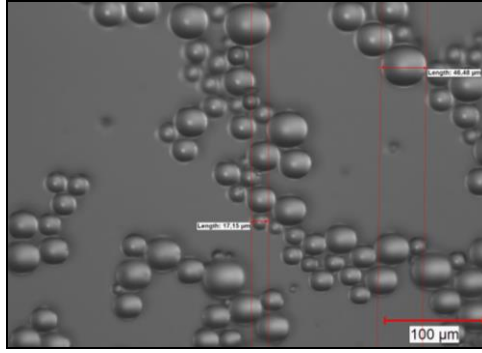
Şekillendirme işleminin ardından kullanılan PMMA'ların ve organik ilavelerin yapıdan uzaklaşması için 600°C'de 1 s. ısıl işlem uygulanmıştır. Sonrasında 1700°C'de 3 s. azot atmosferi altında sinterleme yapılmıştır (fırın arızasından dolayı jel döküm numuneler sinterlenememiştir).

Karakterizasyon aşamasında ise Arşimet yüzdürme tekniği ile açık gözenek ve bulk yoğunluk ölçümü yapılmıştır. Civalı porozimetre (Micromeritics AutoPore IV 9500 V1.09) kullanılarak gözenek boyutu ve dağılımı belirlenmiştir. X-ışınları difraksiyon (XRD) (Miniflex 600) cihazı ile faz analizi, taramalı elektron mikroskobu (SEM) (Zeiss, Supra 40 VP) ile mikroyapı analizi yapılmıştır. Hazırlanan yapay vücut sıvısı ile malzemenin biyoaktivitesi incelenmiştir. Canlı kemik hücreleri ile yapılan testlerle de biyoyumluluk özellikleri araştırılmıştır. ASTM C1161-18 standardına göre çubuk şeklinde hazırlanan numunelere 3 nokta eğme testi (Instron 5581, UK) yapılmıştır.

3. Projenin Yöntemi (En az 1 sayfa olmalıdır.)

Projede takip edilen yöntem kullanılan şekillendirme tekniğine bağlı olarak farklı olmakla birlikte bazı ortak noktalar da bulunmaktadır. Yöntem sırasıyla şu aşamalardan oluşmaktadır;

a) Toz karışımının hazırlanması; Çalışmada başlangıç tozu olarak α -Si₃N₄ (UBE E-10, d₅₀=0,9 μ m) ve sinterleme ilavesi olarak ağırlık % 1,5 CaCO₃ (Riedel-de Haen) ve ağırlık % 1,5 Y₂O₃ (Grade C, H.C. Starck) kullanılmıştır. Yatay bilyeli değirmende (MSE Teknoloji) 4 saat süre ile 180 rpm’de öğütülmüştür ve çamur döner kurutucu ile toz haline getirilmiştir. Ardından ağırlık % 10 miktarında PMMA (polimetilmetaakrilat, d₅₀=44,92 μ m) küreler (Şekil 1.) gözenek oluşturucu olarak karışımlara eklenmiş, çift asimetrik merkezkaç karıştırıcı (Speed Mixer) ile kuru karıştırma yapılmıştır. Proje çalışmasının ilk aşamasında kullanılan PVC büyük tane boyutu ve yüksek hacimde gaz oluşumuna yol açtığından, ara raporda belirtildiği gibi tabakalar arası ayrılmaya neden olmuştur. Bu nedenle PVC yerine gözenek oluşturucu olarak PMMA kullanılması tercih edilmiş (düşük tane boyutu ve az miktarda gaz oluşumuna neden olduğundan) ve tek bir katkı oranında aşamalı yapı üretilmiştir.



Şekil 1. PMMA kürelere ait optik mikroskop görüntüsü

b) Aşamalı gözenek yapısına sahip seramiklerin şekillendirilmesi;

b1) Kuru presleme; Tek eksenli kuru pres ile 20 mm çapa sahip kalıp kullanılarak 2 g. ağırlığında numuneler 50 MPa basınç altında şekillendirilmiştir. Aşamalı gözenek yapısı oluşturulurken GOİ içermeyen karışımdan 1 g. kalıba dökülmüş, ardından GOİ içeren karışımda da 1 g. eklenmiş, aynı şekilde presleme yapılarak aşamalı yapı elde edilmiştir. Fırın arızası nedeniyle sadece kuru presleme ile mekanik özellikleri incelemek amacıyla numune üretilebilmiştir.

b2) Şerit döküm; Birinci aşamada hazırlanan toz karışımına yine ağırlık %10 oranında PMMA ilave edilmiş, alkol-keton esaslı bağlayıcı sistem kullanılarak ağırlık % 40/60 oranında hazırlanmış, Her bir toz karışımı ayrı ayrı 400 μ m açıklığa sahip bıçak ile şerit şeklinde dökülmüştür. Hazırlanan şeritlerden 5x5 cm boyutunda parça alınmıştır ve sırasıyla 20 adet PMMA içermeyen ve 20 adet PMMA içeren parçalar üst üste dizilmiş ve 50 MPa basınç altında lamine edilmiştir.

b3) Jel döküm; Birinci aşamada hazırlanan toz karışımına yine ağırlık %10 oranında PMMA ilave edilmiş, su esaslı bir monomer çözeltisi ile ağırlık % 45/55 oranında eklenmiş, kullanılan ilavelerde çamura dahil edilmiştir. Hazırlanan Al kalıplara önce PMMA içermeyen ardından PMMA içeren süspansiyonlar eşit miktarda dökülmüş ve oda sıcaklığında 5 dk. beklenerek jelleşme sağlanmıştır.

c) Isıl işlem ve sinterleme; İlave edilen PMMA'nın ve organiklerin, seramik yapıdan ayrılması için hava ortamında, 600°C’de ve 1 saat süre ile kamara tipi fırında ısıl işlem yapılmıştır. Son olarak seramikler 1700°C’de, 3 saat, azot atmosferi altında sinterlenmiştir.

d) Üretilen malzemelerin in vitro karakterizasyonu; In vitro testler MG-63 osteosarcoma hücreleri kullanılarak yapılmıştır. Kalorimetrik metotla, WST tetrazolyum tuzları kullanılarak renk değişikliği spektrofotometre ile ölçülmüştür. 36 saat sonrasında hücreler DAPI ile boyanarak flüoresans mikroskopunda Si₃N₄ yüzeyleri incelenmiştir.

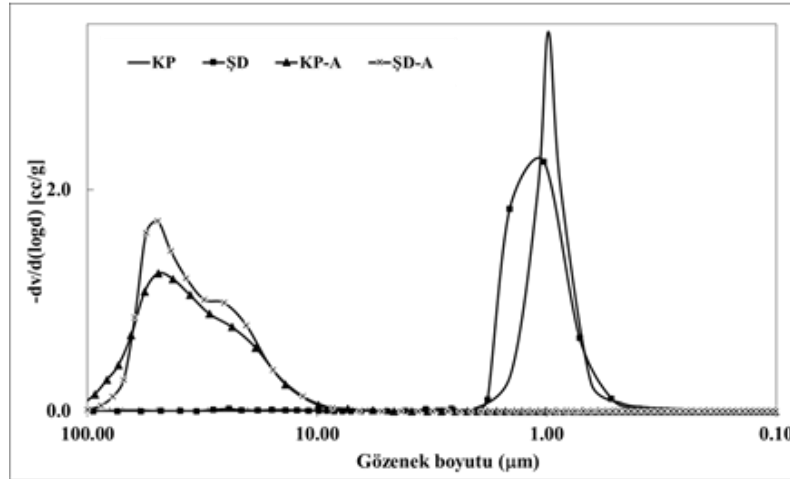
4. Projenin Sonuçları/Bulguları (En az 1 sayfa olmalıdır.)

Çizelge 1.'de numunelere ait açık gözenek ve yığınsal yoğunluk değerleri görülmektedir. Numunelerin yoğunluk değerleri benzer olmasına karşın, standart sapma değeri, kuru preslenen numunelerde daha yüksek çıkmıştır. Kullanılan GOİ'lerin sistem içinde kuru karıştırmada uniform olarak dağıtılamaması nedeniyle bu sorun yaşanmıştır.

Çizelge 1. Üretilen numunelerin açık gözenek ve bulk yoğunluk değerleri (KP-A; kuru presleme aşamalı, ŞD: şerit döküm aşamalı,

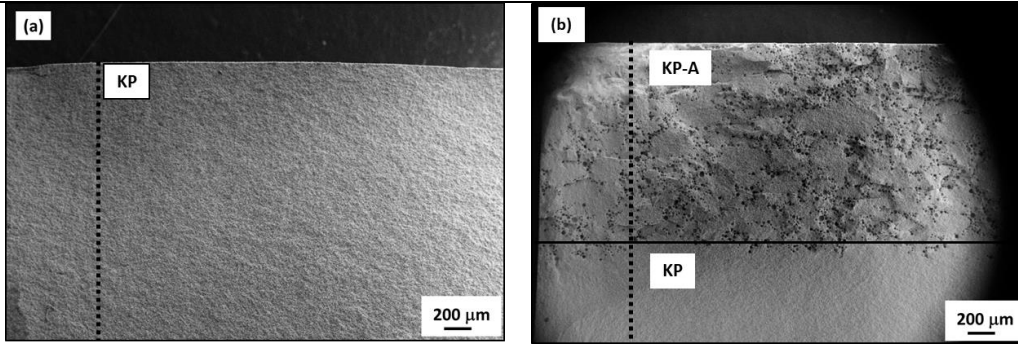
Numune	Açık gözenek (%)	Yığınsal Yoğunluk (g/cm ³)
KP	46,4 (±1,89)	1,70 (±0,02)
KP-A	50,8 (±3,02)	1,70 (±0,02)
ŞD	49,5 (±1,55)	1,72 (±0,02)
ŞD-A	51,6 (±1,98)	1,68 (±0,01)

Numunelerin gözenek boyutu ve dağılımı ise Şekil 2.'de grafikte görülmektedir. GOİ içermeyen ve içeren numunelerin incelemeleri, civa porozimetresi ile yapılmış, bu sayede PMMA'nın da etkisi gözlemlenmiştir. PMMA ilavesi ile gözenek boyutu artış göstermiş, 50 µm değerine ulaşmıştır.



Şekil 2. Üretilen seramiklerin gözenek boyutları ve dağılımları

Civalı porozimetre sonuçlarını değerlendirmek ve numunelerin mikroyapılarını incelemek amacıyla SEM-ikincil elektron analizi yapılmıştır. Aşamalı gözenek yapısının elde edildiğini göstermek amacıyla KP ve KP-A numunelerinden alınan kesitler düşük büyütmede incelenmiş ve Şekil 3. (a-c) arasında gösterilmiştir. Şekil 3. (b)'de görüldüğü üzere, üst kısımda PMMA kürelerinin oluşturduğu gözenekli yapı bulunurken, alt kısım ise gözenek boyutu çok daha küçük ve daha az gözeneklidir. PMMA kürelerinin bir araya gelmesi ile beklenenden daha büyük boyutta gözenekler oluşmuştur. Bu da civalı porozimetre ile ölçülen 50 µm boyutunda gözeneklerin nasıl oluştuğunu göstermektedir. PMMA'nın kullanılması ile tabakalanma hatasının engellendiği görülmüştür.



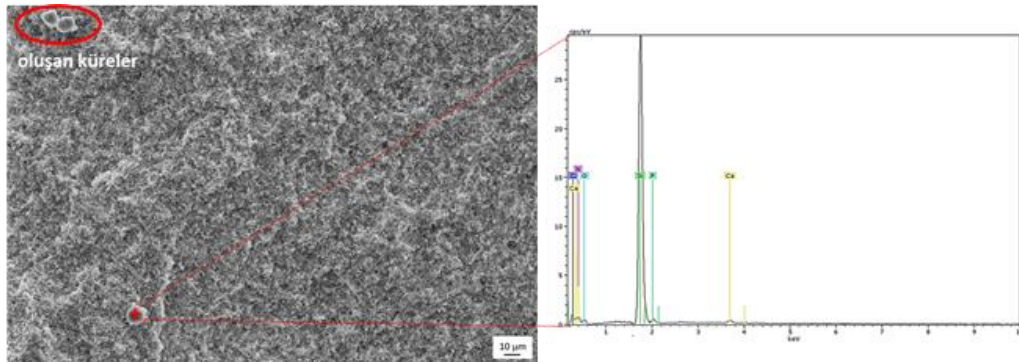
Şekil 3. Numunelerin kesitlerine ait SEM görüntüleri; (a) KP ve (b) KP-A.

Şekil 3 (a) ve (b)'de mikroyapıları verilen seramiklerin 3 nokta eğme mukavemeti ve elastik modül değerleri Çizelge 2.'de verilmiştir. Her iki numune de yüksek gözenek değerlerine sahip olmalarına karşın, ölçülen mukavemet değerleri biyomalzeme uygulaması için oldukça uygundur. Yaygın kullanılan biyoseramiklerden olan Al_2O_3 'ün yoğun haldeki 3 nokta eğme mukavemeti 580 MPa iken, %5 gözenekli halinde bu değer 210-340 MPa kadar düştüğü görülmüştür [advanced ceram1, modern ceramic engineer].

Çizelge 2. Üretilen numunelerin 3 nokta eğme mukavemeti ve elastik modül değerleri

Numune	3 nokta eğme mukavemeti (MPa)	Elastik modül (GPa)
KP	154,39 (± 10)	58,34 (± 1)
KP-A	65,84 (± 17)	51,83 (± 3)

Proje çalışmasının son döneminde de kuru presleme ile hazırlanan numuneler SVS'de 25 gün 36.5°C sıcaklıkta bekletilmiştir. SVS'nin derişiminin değışmesi nedeniyle her iki günde bir sıvı yenilenmiştir. Belirlenen sürenin bitmesinden sonra numune yüzeyleri saf su ile yıkanmış ve desikatörde kontrollü ortamda kurutulmuştur. Si_3N_4 malzeme yüzeyinde hedeflenen minerallerinin oluşup oluşmadığının kontrolü SEM ile topografik ve EDX ile kimyasal olarak yapılmıştır. 25 gün bekletme sonrasında, numune yüzeyinde farklı morfolojiye sahip küre şekilli tanelerin oluştuğu Şekil 4'de görülmektedir. Bu tanelerin EDX analizi ise Ca, P ve Si içerikli bir faz oluştuğunu göstermiştir. Bu dönemde yıkama işlemi daha dikkatli yapılmış ve Cl elementi tespit edilmemiştir.



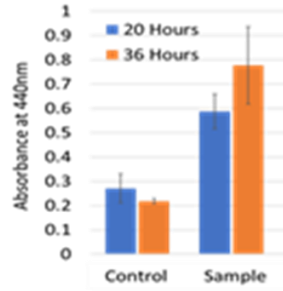
Şekil 4. SVS içinde 25 gün bekletilmiş KP-A'ya ait SEM görüntüsü ve yüzeyinde oluşan mineral yapının EDX analiz sonucu

EDX analizine sonrası çökelen fazdaki elementlerin ağırlıkça değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. SVS ile oluşturulan mineral tabakasındaki Ca/P ağırlıkça oranı; 2 hesaplanmıştır. Literatürde ise ağırlıkça oranın 2 olduğu görülmektedir [1]. Çökelen tabakadaki Ca miktarı HAP'de oluşan miktara yakın olması HAP'e benzer bir tabakanın çökeldiğini göstermiştir.

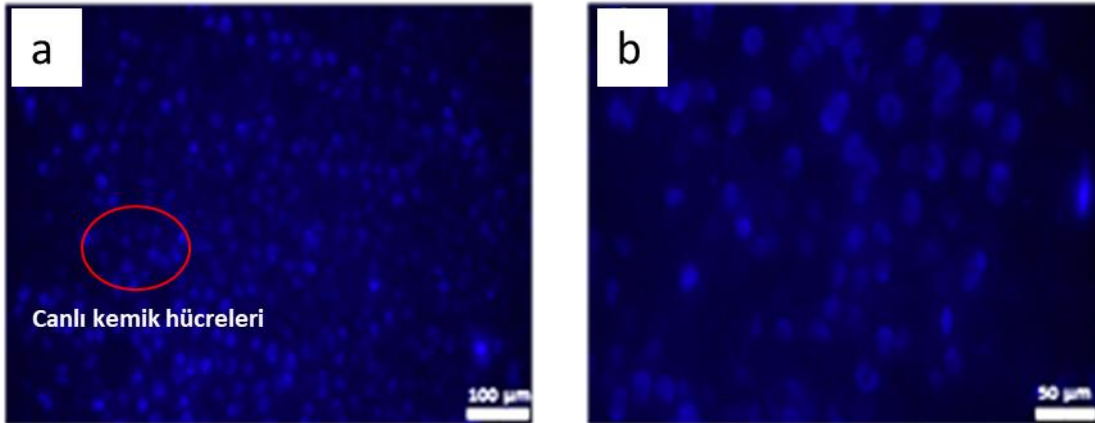
Çizelge 3. Çökelen fazdaki elementlerin ağırlıkça % dağılımları

Element	Ağırlıkça %
Karbon	8.51
Azot	29.24
Oksijen	14.19
Silisyum	46.38
Fosfor	0.56
Kalsiyum	1.12

Yapılan in vitro hücre canlılığı testinin sonuçları Şekil 5’de görülmektedir. Si_3N_4 ’ün, kontrol numunesine göre daha yüksek absorbans değerine sahip olması, daha fazla tetrazolyum tuzlarının canlı enzimler aracılığı ile formazana dönüştüğünü göstermektedir ki bu da Si_3N_4 toksik olmadığını ve hücre gelişimini teşvik ettiğini göstermektedir. Flüoresans mikroskobu görüntüleri (Şekil 6. (a) ve (b)) ise 36 saat sonrasında Si_3N_4 yüzeyine ekilmiş olan kemik hücrelerinin hala canlı olduğunu ve morfolojilerinde herhangi bir bozulma olmadığını göstermektedir.



Şekil 5. 440 nm dalga boyutunda referans ve Si_3N_4 numuneye ait spektrofotometre ölçüm değerleri



Şekil 6. MG-63 osteosarcoma hücreleri ekilmiş Si_3N_4 numunesinin yüzeyinin 36 saat sonraki flüoresans mikroskobu görüntüleri; (a) 20x ve (b) 40x büyütme değerlerinde

5. Bilim ve teknolojiye katkısı nelerdir

Çalışma ile malzeme mühendisliği ve tıp alanlarında ortak çalışma yapılmış, disiplinler arası bir proje çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonraki çalışmalar için ortak bir çalışma grubu kurulmasına katkı sağlamıştır.

Aşamalı gözenek yapısı başarılı bir şekilde hem kuru presleme hem de şerit dökümle üretilen numunelerde elde edilmiştir. Jel döküm ile ilk denemelerde aşamalı yapı oluşturulurken katmanlar arasında birleşme sağlanamamış, son dönem çalışmalarında katmanlar birleştirilmesine karşın fırın arızası nedeniyle sinterleme işlemleri yapılamamıştır. Bilgimiz dahilinde jel döküm ile Si_3N_4 katmanlı yapı üretilmemiş olup, numunelerin sinterlenmesi durumunda çalışma özgün bir değer taşıyacaktır. Bu nedenle de çalışmanın indeksli uluslararası bir dergide yayınlanma potansiyeli yüksek olacaktır.

6. Projeden Yapılan Yayınlar/Bilimsel Faaliyetler:

a) Proje kapsamında yayın yapılmış mı?

Evet Hayır

Makale Detay*: 1. Şerit dökümle üretilen numunelerin in-vitro sitotoksosite ve hücre proliferasyon özelliklerinin incelendiği bir makale yazım aşamasındadır.

Bildiri Detay*: 1. Proje bütçesinden temin edilen hammaddeler kullanılarak 28-29 Mayıs 2019 tarihlerinde Ankara'da düzenlenen "2nd International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences" konferansından sözlü bir sunum yapılmış ve tam metin bildiri hazırlanmıştır. Çalışma konferans bildiriler kitabında basılacaktır.

2. Şerit döküm ile üretilen numunelerin detaylı biyoyumluluk çalışmalarını kapsayan bir çalışma 19 Eylül 2019 tarihinde, Ankara'da yapılacak olan "5th International Conference on Engineering Sciences" konferansında sunulmak üzere tam metni ile konferans komitesine sunulmuştur.

3. Kuru presleme ile üretilen numunelerin mekanik karakterizasyonuna yönelik çalışma 14-16 Ekim 2019 tarihinde Afyon'da yapılacak "Uluslararası Katılımlı X. Seramik Kongresi"nde sözlü metin olarak sunulacaktır. Kabul edilen çalışmaların tam metinleri Ulakbim tarafından taranan Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Özel Serisinde Online olarak basılacaktır.

Tez Detay*:

Diğer Detay*:

*Detay: Makale Başlığı, Yayınlandığı Dergi, Yıl, Cilt, Sayı ve Sayfa numarasını belirtiniz.

b) Projede patent alma potansiyeli var mı?

Evet Hayır

c) Proje kapsamında patent/Fikri Mülkiyet Hakkı alınmış mı?

Evet Hayır Başvuru yapılmış

7. Kaynaklar

1. James F. Shackelford, Advanced Ceramics, Volume 1, Bioceramics, Taylor & Francis Group, 2005.

2. David. W. Richerson, Modern Ceramic Engineering, Taylor & Francis Group, 2006.

8. Ekler

Fırın tamiri için verilen teklifler;



MSE Teknoloji Kimya Enerji Tekstil İncan San. ve Tic. Ltd. Şti.
İnönü Mh. Güzelier OSB, Galatasaray Sitesi Akşam Karaböke Sok.
No:4/18 06010 Gölbaşı, Ankara - Türkiye
☎ +90 262 644 81 13 ☎ +90 262 641 81 13
✉ info@mseteknoloji.com.tr
www.mseteknoloji.com.tr

Fatura Adresi	Kargo Adresi
YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ BAP KOORDİNATÖRLÜĞÜ Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Projeler Ofisi Çankırı Caddesi, Çiçek Sokak, No:3, Kat:1 Ulus, Altındağ, ANKARA	YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ Malzeme Mühendisliği Bölümü Etlik Batı Yerleşkesi, Ayvalı Mahallesi, 150.sokak, A-Blok, Oda No: 521, 06010 Keçiören/ANKARA

FİYAT TEKLİFİDİR

Referans Numaranız	2015471	Teklif No	250320190952
İstek Tarihi	25/03/2019	Teklif Tarihi	25.03.2019
İlgili	SN. Gülsüm Topateş	Müşteri No	2015471
Telefon	0532 230 96 53	Kontakt	Cansu Safdır
Faks		Telefon	00 90 530 243 60 34
E-mail	topatesates@gmail.com	Faks	00 90 262 641 81 13
		E-mail	sales@mseteknoloji.com.tr

No	Ürün Kodu	Açıklama	Teslimat	Miktar	Birim Fiyat (€)	Toplam (€)
1	ATM_ELV_1800_5_Rf	Refrakter Seri Değişimi	4-5 Hafta	1 set	5.050,00	5.050,00

Toplam: 5.050,00 EUR

ÖDEME ŞARTLARI

- Fatura tarihi itibarı ile 30 gün içerisinde banka havalesi yapılacaktır.
- Fiyatlarımıza %18 KDV dahil değildir.



MSE Teknoloji Kimya Enerji Tekstil İrsaat San. ve Tic. Ltd. Şti.
İbni M. Gazeller OSB Galvano Sanayi Sitesi Kazım Karabekir Sk.
No:4/10 41400 Gebze, Kocaeli - Türkiye
☎ +90 262 644 93 73 ☎ +90 262 641 81 13
✉ info@mseteknoloji.com.tr
www.mseteknoloji.com.tr

Fatura Adresi	Kargo Adresi
YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ BAP KOORDİNATÖRLÜĞÜ Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Projeler Ofisi Çankırı Caddesi, Çiçek Sokak, No:3, Kat:1 Ulus, Altındağ, ANKARA	YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ Malzeme Mühendisliği Bölümü Etlik Batı Yerleşkesi, Ayvalı Mahallesi, 150.sokak, A-Blok, Oda No: 521, 06010 Keçiören/ANKARA

FİYAT TEKLİFİDİR

Referans Numaranız	2015471	Teklif No	250320190950
İstek Tarihi	25/03/2019	Teklif Tarihi	25.03.2019
İlgili	SN. Gülsüm Topateş	Müşteri No	2015471
Telefon	0532 230 96 53	Kontak	Cansu Safdır
Faks		Telefon	00 90 530 243 60 34
E-mail	topatesates@gmail.com	Faks	00 90 262 641 81 13
		E-mail	sales@mseteknoloji.com.tr

No	Ürün Kodu	Açıklama	Teslimat	Miktar	Birim Fiyat (€)	Toplam (€)
1	ATM_ELV_1800_5_Rz	Rezistans Seti	6 Hafta	1 set	7.250,00	7.250,00

Toplam: 7.250,00 EUR

ÖDEME ŞARTLARI

- Fatura tarihi itibari ile 30 gün içerisinde banka havalesi yapılacaktır.
- Fiyatımıza %18 KDV dahil değildir.

B. PROJE BÜTÇESİ ÖZET BİLGİLERİ

PROJE SÜRESİ 18 Ay				
Başlama Tarihi	Bitiş Tarihi	Ek Süre (Ay)	Ek Süre Dahil Bitiş Tarihi	Toplam Proje Süresi (Ay)
04/05/2017	04/11/2018	6 ay	04/05/2019	18
Bap Komisyonu Tarafından Desteklenen Miktar	Diğer Kaynaklar Tarafından Sağlanan Destek Miktarı	Şimdiye Kadar Harcanan Miktar	Kalan Miktar	
60256	0	33841.59	26414.41	
Bütçe İle İlgili Görüşler				
Fırın arızası sonrasında, proje bütçesinde kalan kısmın tamamı fırının tamiri amacıyla bütçe değişikliği talep edilerek makine-teçhizata aktarılmıştır. Fakat fırın tamiri için fırın üreticisi firmadan alınan teklif (eklerde verilmiştir) kalan bütçenin oldukça üzerinde olduğundan harcama yapılamamıştır.				