



## **MgAlON Saydam Seramik Üretimi**

**Ali Can EREN**

Danışman : Prof. Dr. Alpagut KARA

### **Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Yüksek şeffaflığa sahip saydam seramikler, saf ve hayli yüksek teorik yoğunluğa sahip olmalıdır. Son ürünlerde yüksek saflığı elde edebilmek için başlangıç tozlarının çok hassas olarak üretilmesi gerekmektedir. Birçok malzemenin yüksek yoğunluklu ve saydam olarak üretilebilmesi için bu güne kadar farklı sinterleme yöntemleri kullanılmıştır. Aynı zamanda malzemelerin sinterlenebilirliğini arttırmak amacı ile çeşitli kimyasal toz sentezleme ve hazırlama yöntemleri geliştirilmiş, mikron altı hatta nanometrik boyutlarda başlangıç tozları üretilmiştir. Zırh ya da IR penceresi uygulamaları için kullanılan şeffaf seramikler iyi derecede saydamlığın yanı sıra üstün mekanik ve ısıl özelliklere sahip olmalıdır. Bu nedenlerden dolayı son zamanlarda nano boyutlu seramikler ve kompozitler üzerine olan ilgi gittikçe artmaktadır.

Günlük hayatta çokça kullanılan şeffaf malzemelerden başlıcaları camlar ve polimerlerdir. Fakat bu malzemeler ileri teknoloji seramiklere kıyasla daha zayıf mekanik özelliklere sahiptirler, bazı uygulamalar için yeterli kimyasal ve fiziksel kararlılığa sahip değildirler. Daha da önemlisi geleneksel şeffaf seramikler (camlar) kızılötesi boyutlardaki elektromanyetik dalgaları soğurduğundan kızılötesi saydamlık gerektiren uygulamalar için kullanılamazlar. Bunun yanı sıra ileri teknoloji seramiklere kıyasla çok daha düşük ergime sıcaklığına sahip olduklarından (<600°C) yüksek sıcaklık uygulamaları için de uygun değildirler. Sonuç olarak, sıradışı uygulamalarda ve zorlayıcı çevrelerde kullanılmak üzere yeni şeffaf malzemelerin tasarlanmasına ihtiyaç duyulmuştur.

MgAlON çok kristalin seramiklerin saydamlığı üzerinde yapılan çalışmalar olumlu sonuçlar vermiş ve MgAlON, saydam balistik seramikler için yeni bir çalışma alanı oluşturmuştur.



## TİTANYUM BAZLI MAX FAZLARIN SENTEZLENMESİ VE SİNTERLENMESİ

**Ayşe Nil ERTÜRK**

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Erhan AYAS

### **Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Projenin amacı, Ti(CN)/Si ve TiC/Si başlangıç tozları kullanılarak karşılaştırmalı olarak Ti<sub>3</sub>SiC<sub>2</sub> tozunu sentezlenmesi ve sinterlenmesidir. MAX fazlar, seramikler gibi düşük yoğunluk ve ısıl genleşme katsayısına, yüksek modülüs ve dayanıma ve yüksek sıcaklıkta iyi oksitlenme direncine sahiptir. Metaller gibi, ısıl ve elektriksel iletkenlikleri iyidir, kolaylıkla şekillendirilebilir, hasara karşı toleranslı ve ısıl şoka karşı dirençlidir. Ti<sub>3</sub>SiC<sub>2</sub>, MAX fazların en önemli üyelerinden biridir. Seramiklerin ve metallerin en iyi özelliklerinden bir araya gelmektedir. Projemiz katı-katı reaksiyonu ile toz sentezini ve sentezlenen tozun SPS metodu kullanılarak sinterlemesini amaçlamaktadır. Bu projenin motivasyonu diğer üretim yöntemlerine göre daha basit bir üretim yöntemi olan katı-katı reaksiyonu ile tozun üretimini ve üretilen bu tozun SPS yöntemi kullanılarak HIP, HP gibi yöntemlerden daha hızlı bir şekilde ve gerekli iç yapı özelliklerini düşük por miktarı, düşük tane boyutu sağlanarak Ti<sub>3</sub>SiC<sub>2</sub> üretimidir.



## GÖZENEKLİ TiNi ALAŞIMLARININ KIVILCIM PLAZMA SİNERLEMESİ METODUYLA ÜRETİLMESİ

**Aycan BAL**

**Uğur KOTANAK**

Danışmanlar: Yrd. Doç. Dr. Gül İpek NAKAŞ – Yrd. Doç. Dr. Erhan AYAS

### **Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

TiNi alaşımları üstün mekanik özelliklere sahip sıradışı mühendislik malzemeleridirler. Şekil hafızası, yüksek sönümlenme kapasitesi, süper elastisite ve biouyumluluk gibi özellikleri bu alaşımların sıcaklık kontrol sistemleri, telefon teknolojileri, biyomedikal ve havacılık uygulamaları gibi geniş bir uygulama alanına sahip olmalarını sağlamaktadır. TiNi alaşımları; döküm, metal çökeltme ve toz metalürjisi gibi yöntemlerle üretilebilmektedir.

Bu araştırma kapsamında, önceden alaşımlanmış TiNi tozlardan MgO boşluk yapıcı kullanılarak hacimce yaklaşık %70 gözenek oranına sahip TiNi köpükler üretilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada TiNi tozlarını sinterlemek için Kıvılcım Plazma Sinterlemesi (SPS) metodu kullanılmıştır. 1200 °C sıcaklık ve 10 MPa basınç altında, hacimce %70 oranında MgO içeren TiNi tozları sinterlenmiştir. Sinterlemeden sonra MgO'yu uzaklaştırmak amacı ile hacimce %5 oranında HCl solüsyonu kullanılmıştır. Üretilen gözenekli TiNi alaşımlarının mikroyapısal özellikleri SEM ile incelenmiştir. Faz analizleri için ise XRD analizi kullanılmıştır.



**RF PLAZMA KAPLAMA YÖNTEMİYLE ITO ALTLIK ÜZERİNE BÜYÜTÜLMÜŞ  
VANADYUM PENTAOKSİT İNCE FİMLERİN TERMOKROMİK ÖZELLİKLERİ  
VE KARAKTERİZASYONU**

**Betül ALTIN & Gökçenur ÇAKMAK**

Danışman : Prof. Dr. Ramis Mustafa ÖKSÜZOĞLU

Sanayi Kuruluşu Danışmanı: Prof. Dr. Lütfi ÖKSÜZ

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampüsü, 26470, Eskişehir

Ve

**Plazma Uygulama, Enerji, Üretim, Danışmanlık, Elektronik San. Tic. Ltd. Şti.**

Teknokent Binası, Süleyman Demirel Üniversitesi,

Batı Kampüsü, No: 109, Isparta

Termokromik malzemeler enerji ihtiyacı duymaksızın faz ve/veya yapı değişimi sayesinde ısıyla renk değiştirebilen malzemelerdir. Bu malzemelerin hijyenik, kolay kullanılabilir, güvenli ve ucuz olmasından dolayı akıllı camlardan şerit termometresine, pil ömrü ölçüm etiketinden, termal mürekkeplere kadar geniş kullanım alanlarına sahiptir. Bu proje kapsamında, RF plazma kaplama yöntemiyle üretilen, ITO altlık üzerine büyütülmüş Ti katkılı Vanadyum Pentaoksit polikristal ince filmlerin termokromik özellikleri incelenmiştir. Bu kaplama yönteminin tercih edilmesinin sebebi yapısal özelliklerin kontrolünü kolaylaştırmasıdır. Projenin amacı malzemenin faz geçiş sıcaklığını Ti katkılayarak oda sıcaklığına yakın değerlere düşürmektir. Numunelerin karakterizasyonu sırasında optik spektrometre, XRD, SEM, EDX ve AFM teknikleri kullanılmıştır. Bu projenin özgün değeri, termokromik malzemelerde yaygın olarak tercih edilen  $V_2O_5$  malzemesinin geçiş sıcaklığını yapı özellik ilişkisinin belirlenerek literatürden farklı olarak Ti ile katılanmasıdır. Elde edilen veriler yeni uygulama alanlarına örnek teşkil edecektir.



**TANE YÖNLENME ANALİZİ VE YÖNLENMENİN  $Al_2O_3$  SERAMİK OPTİK  
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**Burak DÜNYA**

Danışman : Yrd. Doç İ. Özgür ÖZER

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Transparan seramikler günümüzde askeri araçlarda, güdümlü füzelerde, kızılötesi geçirgen başlıklarda zırh olarak kullanıldığı gibi günlük hayatta sokak lambalarında bile kullanılmaktadır . Seramik malzemelerin yine bu alanlarda kullanılan cam malzemelere göre mekanik özelliklerinin (sertlik, mukavemet) çok daha iyi olması tercih edilmelerinin başlıca sebebidir. Ancak bu malzemelerde de ışık geçirgenliğini sağlamak asıl sorundur.

Çokkristalli bir seramik malzeme de ışığın malzeme içinden geçebilmesi çeşitli etmenlere bağlıdır. Öncelikle malzeme yüzeyinin oldukça düzgün olması gerekmektedir çünkü ışının malzemeyle ilk teması yüzeyde gerçekleşmektedir ve buradaki kayıplarının mümkün olduğunca en aza indirilmesi gerekir ve çok düzgün bir yüzey parlatma gerekmektedir. Diğer etmenler seramik malzeme içindeki boşluklardır. Işık bu boşluklardan yansımakta ve malzemenin optik özelliği düşmekte diğer bir deyişle şeffaflığı kaybolmaktadır. Bu etkiden kurtulmak için malzeme yoğunluğu %100 e yakın olmalıdır. Bu yoğunlukta bir seramik elde edebilmek için de basınçlı sinterleme teknikleri (SPS, HP gibi) kullanılmaktadır.



Bu projeye paralel olarak yürütülen bir projede alümina içinde yansıma indisi farkı çok az olan camsı ikincil faz kullanılarak transparan bir malzeme elde edilmeye çalışılmaktadır. Bunun içinde daha önce de belirtildiği gibi yüksek yoğunluk sağlamak için SPS yöntemi kullanılmaktadır. SPS ise malzeme içindeki tanelerin yönelmesine sebep olmaktadır. Bu proje kapsamında ise yönelmenin malzemenin optik özelliklerine etkisini incelemek için taramalı elektron mikroskopunda kullanılan EBSD yöntemi kullanılacaktır. Pole figürleri oluşturulması vasıtasıyla malzemedeki yönelmenin şiddeti incelenebilecek ve yalnızca bu teknikle mümkün olan tane sınırları açısının incelenmesi mümkün olacaktır.



---

**KIRINIM İNDİSİ MATRİSLE UYUMLU İKİNCİL FAZ KULLANARAK SIVI FAZ  
SİNERLEMESİ İLE TRANSPARAN ALUMİNA ÜRETİMİ**

**Burak USLU**

**H.Emrah TAVŞANLI**

Danışman : Yrd. Doç İ. Özgür ÖZER

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Transparan seramikler yüksek mekanik ve optik özellikleri ile savunma uygulamalarında sıkça kullanılan malzemelerdir. Yüksek optik geçirimin sağlanması için bu malzemelerin mikroyapıları genelde tek fazlı sistemlerden oluşmaktadır. Ancak kırınım indisi matris faz ile uyumlu ikincil fazların sisteme eklenmesi ile çok fazlı transparan sistemler üretmek teorik olarak mümkün gözükmemektedir. Bu proje ile  $\alpha$  – alümina matris fazı ile uyumlu kırınım indisine sahip bir cam kompozisyonu geliştirilerek yüksek optik iletme sıvı faz sinterlemesi ile ulaşılması hedeflenmektedir. Eklenerek camı fazın mekanik özellikleri düşürmesi beklense de, geleneksel camlara kıyasla yüksek mekanik ve optik özelliklere sahip bir malzeme elde amaçlanmıştır. Sinterleme çalışmaları Spark Plazma Sintering tekniği ile yürütülecektir. Mikroyapı gelişimi taramalı elektron mikroskobu analizleri ile incelenecektir. Optik iletim ise FT-IR cihazı ile analiz edilecektir.



## ONKSİYONEL DERECELİ B<sub>4</sub>C - SiC - AL KOMPOZİTLERİNİN ÜRETİMİ

**Caner ERDAMAR**

Danışman : Doç. Dr. Gürsoy Arslan

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

FDM kavramı "Fonksiyonel Dereceli Malzemeler" olarak adlandırılabilir. Bu süreç ile tabakalar arası kompozisyon ve mikroyapı değişimi nedeniyle malzemenin farklı bölgelerinde farklı mekanik,elektronik veya termal özellikler gözlenir.

Mühendislik seramikleri yüksek aşınma ve korozyon direnci, yüksek elastik modülü, düşük termal genleşme katsayısı ve düşük yoğunluk gibi mükemmel özelliklere sahiptir. Fakat düşük kırılma toklukları ve yüksek maliyetleri bu seramiklerin endüstriyel kullanımını kısıtlar. Metaller ise genellikle sünektirler ve yüksek ısı ve elektrik iletkenliğine sahiptirler. Ancak metaller, yüksek sıcaklıklar için uygun değildir, korozyon ve kimyasal saldırılara karşı savunmasızdır ve sıcaklık değişimleri ile beraber çekme veya esneme yapabilirler. Bu nedenle FDM süreci ile istenmeyen özellikler ortadan kaldırılabilmekte ve farklı bölgelerde farklı özellikler gösteren malzemeler üretilmektedir.

Bu projenin amacı, balistik tehditlere karşı, düşük yoğunluklu ve yüksek sertlik ve tokluğa sahip olan B<sub>4</sub>C - SiC - Al kompozitlerinin FDM süreci ile üretilmesidir. FDM süreci ayırt edici özellikleri sayesinde bu alana potansiyel aday olarak düşünülebilir. Sert dış tabaka ve sünek iç tabaka kullanımı balistik tehditlere karşı verimli bir koruma sağlar. Sert dış tabakanın mermiyi kırarak parçalaması, iç sünek tabakanın ise merminin arta kalan kinetik enerjisini sönmüleyerek mermiyi durdurması beklenilmektedir. Yüksek sertliğe sahip B<sub>4</sub>C - SiC seramik kompozitine yüksek tokluğa sahip Al metali emdirilerek istenilen özelliklerin elde edilmesi amaçlanmaktadır.





## ALFA ALUMİNA HEKZAGONAL BOR NİTRÜR KOMPOZİT ÜRETİMİ

**CELAL ERKAL KAHRAMAN & Umutcan Yağız**

Danışman : Prof. Dr. NURAN AY

### **Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampüsü, 26555, Eskişehir

Bu çalışmada basınçsız sinterleme metodu ile alfa alümina ( $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) - hekzagonal bor nitrür(h-BN) kompozit yapı elde edilmesi amaçlanmıştır. Oluşturulan bu malzeme ile iyi işlenebilirlik, sıvı metale karşı mükemmel korozyon direnci, iyi ısıl şok direnci ve akışkan metale yapışmama davranışı göstermesi beklenmektedir. Bu metodun seçilmesindeki amaç kullanılabilir diğer metotlar olan SPS (Spark Plasma Sintering – Kıvılcım Plazma Sinterleme) ve Hot Pressing (Sıcak Presleme) yöntemlerine göre daha ekonomik olması ve bu yöntemlere göre daha kompleks şekilli ürünlerin elde edilebilir olmasıdır. Hedeflenen malzemenin sağlayacağı özelliklerden dolayı, kroze olarak ve metallerin izabe işlemlerinin yapıldığı potaların döküm uçlarında kullanılabilmesi öngörülmektedir. Nano boyuttaki tozların homojenizasyonun sağlanması için 16 saat süresince etanol ortamında bilyalı değirmende karıştırılmıştır. Ön şekillendirme manuel pres ile 1000 kg yük altında yapılmış, soğuk izostatik presleme (CIP) yöntemi ile 200MPa basınç altında şekillendirme tamamlanmıştır. 16mm çapında 5mm kalınlığında numuneler elde edilmiştir. Sinterleme işlemi 1750°C/2 saat azot atmosferinde basınçsız gerçekleştirilmiştir. Numunelerin karakterizasyonu XRD ve SEM ile yapılmıştır ve sertlik, yoğunluk ölçülmüştür, elastik modül, bulk modül, poisson oranı ultrasonic ses dalgalarıyla belirlenmiştir.



**YENİ NESİL ELEKTRONİK CİHAZLAR İÇİN ŞEFFAF, İLETKEN MicNo®  
ALÜMİNYUM KATKILI ÇİNKO OKSİT PARÇACIKLARIN GELİŞTİRİLMESİ**

**Ceren IRMAK**

Danışman : Prof. Dr. Ender SUVACI

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampüsü, 26555, Eskişehir

Son yıllarda, elektronik endüstrisinde bütünleşik devrelerin boyutlarında önemli derecede azalma görülmektedir. Elektronik bileşenlerdeki bu hızlı küçülme, daha hızlı ve pahalı olmayan üretim süreçlerini gerektirmektedir. Bu sebeplerle, elektronik bileşenlerin mürekkep püskürtmeli yazıcılardan iletken mürekkepler ile üretimi önem kazanmıştır. Elektronik bileşenlerin üretiminde kullanılacak mürekkep püskürtmeli yazıcı teknolojisi için iletken mürekkep üretiminde, saydam ve iletken oksitlerin kullanımı oldukça önem kazanmaktadır.

Ticari uygulamalarda yaygın olarak kullanılan saydam, iletken oksit indiyum kalay oksittir. (ITO) Fakat dünyada indiyum kaynaklarının az olması sebebi ile indiyum oldukça zor bulunan ve pahalı bir elementtir. Bunun yanı sıra insan sağlığına zararlı, zehirli özellik göstermektedir. Sonuç olarak, bu problemin çözümüne yönelik; indiyum kalay oksite alternatif olarak çinko oksit kullanımı görülmüştür. Çinko oksit, indiyum kalay oksite iyi bir alternatiftir çünkü kimyasal ve ısıl kararlılığı yüksek, kolay bulunabilen, zehirsiz ve düşük maliyetli bir malzemedir.

Mürekkep püskürtmeli yazıcı teknolojisi için, çinko oksitin tane büyüklüğü en önemli parametrelerden biridir. Nano boyutta, yapının yüzey alanı büyür. Yüzey alanındaki büyüme kimyasal ve fiziksel özelliklerde değişimi sağlar. Tane boyutundaki küçülme; fiziksel, kimyasal, optik, elektriksel özelliklerin iyileşmesini ya da ekstra özellikler kazanılmasını sağlar. Fakat nano boyutun avantajlarının yanı sıra, nano boyutlu malzemelerin çok küçük tane boyutuna sahip olması nedeni ile dezavantajları da bulunmaktadır. Nano partiküller, çok küçük tane boyutları sebebiyle çok yüksek yüzey enerjisine sahiptir. Bu yüksek yüzey enerjisinin düşürülmesi, nano boyutlu malzemenin topaklanma eğilimini arttırmaktadır. Bu topaklanma, tanenin mikron boyutuna ulaşmasına sebep olmaktadır. Topaklanma sırasında,



nano boyutlu taneler kontrolsüz olarak bir araya gelirler ve bu rassallık, yüzey alanının azalmasına sebep olur. Bu faktörler, nano boyutlu malzemelerin kullanımını zorlaştırmaktadır. Ayrıca, tanenin mikron boyutuna ulaşmış olması, nano boyut sayesinde kazanılan özelliklerin kaybolmasına sebep olmaktadır. Bir diğer problem ise ışık geçirgenliği yani opaklık ile ilgili problemdir. Malzeme nano boyutta olduğunda, opaklık problemi ortadan kalkmaktadır. Nano boyutta hem yapının çapının küçülmesi hem de opaklığın sebebi olan ışığın yansıtma derecesinin azalması sebebi ile parçacıklar saydam hale gelmektedir. Ancak nano boyuttaki malzemeler topaklandıklarında bu özelliği de kaybedebilmektedirler.

MicNo® teknolojisi, nano tozların herhangi bir yabancı madde ile kaplanmadan ve tozların tane boyutu büyütülmeden, mikron boyutlu ZnO plakalarının üretilmesidir. MicNo® teknolojisinin kullanımı ile, nano parçacıkların birbirine mikron boyutlu plakaları oluşturacak şekilde bağlanması sağlanmaktadır. MicNo® parçacıklar ile hem nano boyutlu tozlarda ortaya çıkan topaklanma problemi hem de mikron boyutta ortaya çıkan yüzey kaplama probleminin önüne geçilmektedir. MicNo® teknolojisi ile sentezlenen çinko oksit kaplama özelliğinin iyileştirilmesi, bütünlük elektronik devrelerin bileşenlerinin mürekkep püskürtmeli yazıcı ile üretimi sırasında daha az malzeme kullanımını sağlayacaktır. Böylece düşük maliyetli çinko oksit plakalarının üretimine olanak sağlanacaktır. Daha yüksek kaplama özelliği ve düşük maliyetli üretim ile, elektronik bileşenlerin düşük maliyetli üretimi sağlanacaktır.

Sonuç olarak, bu projenin amacı öncelikle alüminyum ile katkılanmış çinko oksit MicNo® parçacıkların üretimi ve daha sonra bu parçacıkların, elektronik endüstrisinde bütünlük elektronik devrelerin üretiminde kullanılacak saydam iletken mürekkeplerin üretimidir. Alüminyum katkılı çinko oksit; yüksek elektriksel iletkenliği, yüksek ışık geçirgenliği, düşük maliyeti ve zehirsiz olması sebebi ile elektronik endüstrisinde kullanımı yaygın olan kalay katkılı indiyum oksite en iyi alternatiflerden biridir. Bu proje ile, elektronik devre üretiminde malzeme kullanımı, nano boyutlu parçacıklardan oluşan mikron boyutlu plakaların kullanımı ile azaltılacaktır. MicNo® parçacıkların topaklanmaması ve yüzey kaplama özelliğinin mikron boyuta göre iyileştirilmiş olması, malzeme kullanımını azaltacaktır. Bu da daha az maliyetle, daha çok üretimi sağlayacaktır. Ayrıca bu çalışma, nano boyutlu çinko oksit in cilde penetrasyon gibi zararlarını engelleyerek çevreye katkıda bulunacaktır



## **B<sub>4</sub>C-SiC AI KOMPOZİTLERİNİN SPARK PLAZMA SİNERLEME YÖNTEMİYLE SİNERLENMESİ**

**DUYGU ŞANLI**

**TENNUR GÜLŞEN ÜNAL**

Danışman : Doç. Dr. Gürsoy ARSLAN

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

B<sub>4</sub>C ve SiC gibi seramik malzemeler yüksek sertlik, yüksek elastik modülü ve yüksek mukavemet özelliklerinin kombinasyonunu göstermektedir; ancak kırılğındırlar. Bu seramiklerin yapısal ve fonksiyonel uygulamalarda kullanımı giderek artmaktadır. Bununla birlikte düşük güvenilirlik ve üretim aşamasının pahalı olması kısıtlayıcı yanlarıdır. Seramik-metal kompozitler enerji, otomotiv ve askeri uygulamalarda geniş bir uygulama alanına sahiptir. Seramik hacim oranı yüksek olan seramik matrisli kompozitler için en uygun üretim yöntemi metal emdirme yöntemidir. Metal olarak seçilen alüminyumun tercih edilmesinin başlıca sebepleri; kolay bulunabilir olması, hafif ve mukavim olması, korozyon direncinin yüksek, erime sıcaklığının düşük olmasıdır.

Emdirmede kullanılan toz ve metalin ıslatılabilirlik özelliklerinin birbiri ile uyumlu olması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, B<sub>4</sub>C nin hafif ve zırh malzemeleri için istenilen sertlik ve mukavemet değerlerini sağlaması, B<sub>4</sub>C nin bu uygulamalarda kullanımını yaygın kılmaktadır. Fakat B<sub>4</sub>C nin yüksek maliyeti, bu uygulamalarda kullanımını sınırlamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada optimum B<sub>4</sub>C-SiC oranı belirlenerek yüksek performanslı ve düşük maliyetli zırh



malzemesi üretilmesi amaçlanmaktadır. Bu süreçte  $B_4C$ -SiC spark plazma sinterleme metoduyla istenen porozitede paletler oluşturulup beraberinde optimum sıcaklık ve sürede alüminyum emdirilecektir. Üretilen kompozit zırhın XRD, SEM ve SEM-EDX yöntemleriyle karakterizasyonu yapılacaktır.



## **MgO-Spinel Refrakterlerin TiO<sub>2</sub> katkısı ile mekanik ve ısıl özelliklerinin geliştirilmesi**

Danışman : Prof. Dr. Cemail AKSEL

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampüsü, 26555, Eskişehir

Bu çalışma MgO-spinel refrakter malzemelere farklı oranlarda TiO<sub>2</sub> ilavesi ile mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi, kırılmaya karşı direncinin artırılması, yüksek sıcaklıkta kullanılan bu malzemelerin ısıl şok parametre değerlerini iyileştirerek ısıl şoklara karşı daha yüksek dayanımın elde edilmesi ve dolayısıyla servis ömrünün artırılması amacıyla planlanmıştır. M-S-TiO<sub>2</sub> kompozit refrakter malzemelerin tespit edilen mukavemet, elastik modülü ve K<sub>1C</sub> mekanik özellik değerlerinde, M-S malzemelere ilave edilen TiO<sub>2</sub> miktarının artmasıyla genel olarak önemli ölçüde bir iyileşme gözlenmiştir. Yapılan katkı ilaveleriyle kritik hata boyutu ve kırılma için gerekli iş enerjisi verileri yükselmiş olup, ortalama MgO tane boyutu değerleri önemli ölçüde azalmıştır. M-%30S-%5TiO<sub>2</sub> malzemede en yüksek kritik hata boyutu ve kırılma için gerekli iş enerjisi değerleri elde edilmiştir. Katkı malzemelerinin ısıl genleşme katsayıları arasındaki fark nedeniyle meydana gelen çekme gerilmeleri sonucunda MgO tane sınırlarında ve içinde oluşan mikroçatlaklar, spinel tanelerinden daha etkili bir biçimde, TiO<sub>2</sub> içerikli tanecikler arasında bir köprü görevi oluşumunu sağlayacak şekilde birbirlerine bir ağ şeklinde bağlanarak sapma ve dallanma göstererek, TiO<sub>2</sub> içerikli tanecikler ile gözeneklere ulaştığında durmaktadırlar. Bu da yüksek c değerleriyle bütünleşmektedir. MgO malzemenin kırılma yüzeyinde baskın olarak gözlenen tane-içi kırılma daha baskın hale gelerek yüksek kırılma için gerekli iş enerjisi değerlerinin elde edilmesine yol açmaktadır. MgO ile TiO<sub>2</sub> nin reaksiyona girmesiyle Mg<sub>2</sub>TiO<sub>2</sub> fazı oluşumu sonrasında M-S- TiO<sub>2</sub> refrakter malzemelerde gözlenen mikroyapısal değişimler, kırılma tipinde oluşan dönüşümler, ayrıca TiO<sub>2</sub> ilavesiyle kritik hata boyutu, kırılma için gerekli iş enerjisi ile yoğunluk değerlerinin artması ve ortalama MgO tane boyutu değerlerinin azalması, M-S- TiO<sub>2</sub> refrakter malzemelerin belirtilen mekanik özelliklerindeki iyileşmeyi belirleyen temel parametreler olarak tespit edilmiştir. M-%30S-%5 TiO<sub>2</sub> malzemede en yüksek ısıl parametre değerleri elde edilmiş olup, üretilen TiO<sub>2</sub> katkılı malzemelerin ısıl verileri M-S malzemelerden genel olarak önemli derecede yüksektir. Bu da endüstriyel kullanımda yüksek sıcaklıklarda TiO<sub>2</sub> katkılı malzemelerde oluşabilecek düşük mukavemet kaybıyla, yüksek ısıl şok hasar direnciyle ve daha uzun servis ömrüyle bütünleşmektedir.



## **CAM FİBERİN BETONUN MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

**Ece AR- İsmail Eren AKKAYA**

Danışman: Yard. Doç. Dr. İrfan TÖRE

**Malzeme Bilimi Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Beton, yapı uygulamalarında oldukça geniş kullanım alanı olan bir malzemedir. Yine de, kırılma dayanımı yüzünden bazen değişik malzemeler ile desteklenmesi gerekebilir. Cam lifli betona katılarak daha sünek bir malzeme elde edilebilir. Cam lifli katkı, betonda oluşan çatlakların yayılmasını önleyerek betonun direncini artırır.

Çalışmamızdaki temel amaç cam lifinin beton üzerindeki mekanik etkisini incelemektir. C20 standartındaki beton reçetemize 5-20 mm boyut aralıklarında atık cam lifli ilave ettik. Numunelerde hacimce 0.2% ( $5\text{kg/m}^3$ ) ve 0.4% ( $10\text{kg/m}^3$ ) oranlarında cam lifli kullanıldı.

Yaptığımız çalışmada 3 çeşit numunemiz bulunmaktadır. 1-)10\*20 lik silindirik katkısız referans beton 2-)10\*20 lik silindirik % 0.2 oranında cam fiber katkılı beton 3-) 10\*20 lik silindirik % 0.4 oranında cam fiber katkılı beton .

3 farklı numuneye de yarıda çekme deneyleri uygulandı ve cam lifli miktarının betonun çekme dayanımına etkisi incelendi. Deneysel çalışmaların sonucu olarak cam lifli miktarının artışı ile betonda dayanım olarak artış gözlemlendi.



**LİTYUM LANTANYUM ZIRKONYUM OKSİT ( LLZO ) KATI HAL Lİ PİL  
ELEKTROLİTLERİNİN SENTEZLENMESİ VE KARAKTERİZASYONU**

**EREN ÇEKİÇ**

Danışman : Prof. Dr. Servet Turan

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Tekrar şarj edilebilir lityum iyon piller sergiledikleri yüksek enerji yoğunlukları ve toksik olmamaları nedeniyle tercih edilmektedir. Li iyon piller, taşınabilir elektrik ve elektronik cihazlarda ve elektrikli arabalarda kullanımının artması ile gün geçtikçe değer kazanmaktadır. Günümüzde kullanılan lityum iyon pillerindeki problem sıvı elektrolit den kaynaklanan patlamalar ve deformasyona karşı olan düşük kararlılıktır. Katı hal elektrolitler kullanarak bu problemlerin önüne geçmek mümkündür. Ancak katı hal LLZO elektrolitlerde tetragonal faza göre ( $10^{-6}$  S/cm) daha yüksek iyonik iletkenliği olan kübik fazı ( $10^{-4}$  S/cm) kararlı yapmak yüksek sıcaklıklar ve uzun sürelerde sinterleme (1230°C /36 saat ) ile mümkündür. Bu koşullar ise enerji ve maliyet açısından pek uygun değildir. Bu projenin amacı Alüminyum (Al) ilavesi ile LLZO pil elektrolitinin daha düşük sıcaklıklarda ve sürelerde kübik faz olarak kararlı hale getirilmesidir. Yapılan çalışmalarda ise farklı Al içerikleri (0,20 -0,25-0,30 mol % Al ) ve farklı sinterleme sıcaklık (1100 ve 1150 °C ) ve süreler (12 ve 24 saat ) uygulanarak kübik yapıda LLZO üretilmiştir. Elde edilen kübik fazın miktarının artan Al miktarı, artan sinterleme sıcaklığı ve sinterleme süresi ile arttığı gözlemlenmiştir.





**FARKLI TÜRDE Kİ FİBERLERİN ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN İSTATİSTİKSEL  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Enes İbrahim DÜDEN**

Danışman : Doç. Dr. Abdullah Tuğrul SEYHAN

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Fiber takviyeli kompozit malzemeler, otomobil, uzay ve havacılık endüstrilerindeki yapısal tasarımlarda giderek artan oranlarda kullanım alanı bulmaktadır. Hafif olmaları, yüksek özgül dayanımları, yüksek elastik modül katsayıları, korozyon ve mekanik yorulmaya karşı dirençleri ve düşük termal genişleme sabiti gibi özellikleri ile geleneksel mühendislik malzemelerine göre daha avantajlıdır. Kompozit üretim yöntemlerinden biri olan elyaf sarma tekniğini oldukça yüksek otomasyona sahip makinalara sahiptir ve seri üretime çok uygundur. Bu makinalarla yüksek performanslı kompozit malzemeler üretilir. Fakat bir problem vardır, üretim aşamasında ki en önemli parametrelerinden biri olan ön gerilme fiberler üzerinde mukavemet kaybına sebep olmaktadır. Bu çalışmada nominal ön gerilme değerinin sürekli fiber demetleri(cam, karbon ve bazalt) üzerinde çekme mukavemetinde ki kaybı sayısal olarak incelenip, tasarım aşamasında yardımcı olabilmesi için istatistiksel bir sonuç ortaya konulacaktır. Böylece elde edilen veriler sayesinde üretilen kompozit malzemelerinin eniyilemesi (optimizasyon) çalışılmalarından biri yapılmış olunacaktır.



## **AION Seramikleri**

**Ertuğ İhsan TANIŞAN**

Danışman : Prof. Dr. Ferhat KARA

### **Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

AION (Alüminyum Oksinitrür) seramikler alüminyum, oksijen ve nitrojenin birleşiminden oluşan %80 ve üzeri optik geçirgenliğe sahip termal ve mekanik yönden iyi derecede stabiliteye sahip saydam seramiklerdir. Başlıca kurşun geçirmez zırh olmak üzere birçok balistik uygulamada kullanıma uygundur. Özellikle AION seramikler askeri alanda birçok soruna çözüm oluştururlar. Diğer dayanıklı malzemelere göre hafif olması, saydam olması özelliğiyle görüş açısı sağlanabilmesi hareket ve savunma kabiliyetini arttırıcı özelliktedir. Ülkemizin bulunduğu konumu düşünerek askeri çıkarlarımız açısından bu uygulamalar savunma sanayi açısından avantajlar sağlayacaktır. Sıydam olması , üretim maliyetinin diğer sert ve saydam malzemelere göre çok daha uygun olması ve hafif olması AION'u diğer malzemelere göre avantajlı yapar. Bu projede, AION (Alüminyum Oksinitrür) üretimi için AlN (Alüminyum Nitrür) ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Alüminyum Oksit) toz karışımı reaksiyon sinterleme methodu ile basınçsız olarak ve spark plazma sinterleme methodu ile sinterlenmiş ve oluşan malzemeler XRD ve taramalı elektron mikroskobu yardımıyla karakterize edilmiştir.

---



**SAF TİTANYUMUN  $H_2SO_4$  VE  $H_3PO_4$  SOLÜSYONLARINDAKİ DAVRANIŞININ  
İNCELENMESİ VE KARAKTERİZASYONU**

**Öykü YAZICI, Eyüp YOL**

Danışman : Asst. Prof. Gül İpek NAKAŞ

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampüsü, 26555, Eskişehir

Yürütülen bu proje ile saf titanyum metalinin sülfürik asit ve fosforik asit solüsyonları içerisinde, çeşitli voltaj değerlerinde anotlama yöntemiyle renklendirilmesi amaçlanmıştır. Bu sayede elde edilen oksit tabakasının morfolojisi ve ortaya çıkan fazlar sayesinde anotlama sonucu elde edilen malzemelerin özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu projede esas olarak malzeme yüzeyinde oluşan oksit tabakasının fonksiyonu ve büyümesi sayesinde elde edilen özellikler üzerinde çalışılmıştır. Projede kullanılan numuneler iki gruba ayrılarak çeşitli parlatma yöntemleri uygulanmıştır. Parlatma aşamasından sonra ise belirli bir kompozisyona sahip olan sülfürik ve fosforik asit solüsyonlarında anotlama işlemi tabi tutulmuştur. Anotlama ile yüzeyler renklendirildikten ve oksit tabakası oluşumu sağlandıktan sonra ise renk aralığı ölçüm cihazı olan renk spektrofotometresinde test edilmiş ve renkleri doğru olarak saptanmıştır. Numunelerin karakterizasyonları sırasında, SEM ve XRD teknikleri kullanılacaktır. Konu ile ilgili literatür bilgileri dikkate alınarak, uygulanan testler ve sonuçları değerlendirilecektir. Konu ile ilgili karakterizasyon çalışmaları devam etmektedir.



## **HfO<sub>2</sub> İLAVELİ SiC SERAMİKLERİNİN OKSİTLENME DİRENCİNİN İNCELENMESİ**

**Fatma YARAR**

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Erhan AYAS

### **Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

İleri teknoloji malzemeleri sınıfında yer alan Aşırı Yüksek Sıcaklık Seramikleri (Ultra High Temperature Ceramics- UHTC) Si, Zr, Hf, Ti ve Ta gibi geçiş metallerinin borür ve karbür yapılarını içine alan özel bir seramik malzeme grubudur. Sahip oldukları yüksek ergime sıcaklığı (>3000°C), metallere yakın ısıl ve elektriksel iletkenlikleri, yüksek aşınma ve korozyon direnci gibi özellikleri sayesinde özellikle çok yüksek sıcaklıkların ve korozif ortamların olduğu uzay ve havacılık endüstrisi, savunma sanayi gibi uygulama alanlarında önemli kullanım potansiyelleri mevcuttur. Özellikle son yıllarda hipersonik uçuş sistemleri ve roket nozülü uygulamalarının en popüler malzemeleri haline gelmiştir. Bu uygulama alanlarında kullanılacak malzemelerin seçiminde dikkat edilecek en önemli kriterler; en yüksek ergime sıcaklığına sahip, 1500°C ve üzeri sıcaklıklarda oksitlenme ve korozyon dayanımı yüksek ve bu sıcaklıklarda yüksek ısıl iletkenliktir. Yapılan laboratuvar çalışmalarında silisyum karbür esaslı granüller hafniyum oksit ile mekanik olarak kaplanarak oksitlenme direnci iyileştirilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada yoğunlaşma ve yapı içerisinde mukavemet artışını sağlamak için spark plazma sinterleme yöntemi kullanılmıştır. Küp şeklinde hazırlanan numuneler 1400-1600°C sıcaklık aralığında 5 saat süre ile oksitleme işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre granüllerin % 10 HfO<sub>2</sub> ilavesi ile daha iyi kaplandığı tespit edilmiştir. Oksitleme işlemi sonrası



sıcaklığa bağı olarak numunelerin artan oranda kütle kaybettiğı görülmüştür. Bu durumun SiC'ın aktif oksitlendiğinin bir göstergesidir.



**ZİRKONYA KATARAK MAGNEZYA SPİNEL KOMPOZİT REFRAKTERLERİN  
MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

**Gülşah KALAN**

Danışman : Prof. Dr. Cemail AKSEL

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

MgO'e spinel partikülleri ilavesi, refrakterlerin ısı şok direncini ve dolayısıyla kullanım ömrünü arttırmaktadır. Buna rağmen, MgO-spinel refrakterlerin mekanik özellikleri oldukça düşüktür. Bu nedenle bu çalışmada MgO-spinel kompozitlerin mekanik özelliklerini iyileştirebilmek için, değişik oranlarda spinel ve ZrO<sub>2</sub> ilavesinin etkileri incelenmiştir. Mekanik özellikler ile mikroyapısal değişimler arasındaki ilişkiler detaylı olarak araştırılmıştır. MgO-spinel kompozitlere ZrO<sub>2</sub> partiküllerinin ilavesiyle mekanik özellikler önemli ölçüde yükselmiştir. MgO-Spinel-(ZrO<sub>2</sub>) kompozit refrakter malzemelerin mekanik özelliklerini arttıran önemli parametreler: i) yapıda oluşan mikroçatlakların katkı tanelerinin üzerine geldiğinde birbirlerine bir ağ şeklinde bağlanarak dallanması, sapması veya gözeneğe ulaştığında durması, ii) kırılma tipinin artan katkı miktarıyla tane içi kırılmadan taneler-arası kırılmaya doğru dönüşme eğilimi göstermesi, iii) kristal tane boyutunun MgO'e göre artan katkı miktarıyla önemli ölçüde azalması, iv) yoğunluk değerlerinin ve kritik çatlak boyutunun da artan katkı miktarıyla yükselmesi olarak belirlenmiştir. ZrO<sub>2</sub> ilaveli malzemelerin ısı şok direncinde önemli miktarda artış olduğu ve dolayısıyla bu malzemelerin yüksek sıcaklık uygulamalarında daha uzun kullanım ömrüne sahip olacağı ısı şok parametresi R<sub>st</sub> ile tespit edilmiştir.



**OTOMOTİV CAMLARINA YÖNELİK KİMYASAL TEMPERLENMİŞ LİTYUM  
ALÜMİNA SİLİKAT CAM-SERAMİKLERİ**

**Gamze KARAKEDİ**

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Emrah DÖLEKÇEKİÇ

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Otomotiv sektörü, birçok sektörü etkileyen, iç hacmi, istihdam ve ekonomiye katkı açısından katma değeri çok yüksek olan güçlü bir sektördür. Otomotiv Endüstrisi, gelenen süreçte, Türkiye'nin toplam ihracatının beşte birini gerçekleştirmektedir. Türkiye otomotiv sektöründeki üreticiler, önümüzdeki 5 yıl içerisinde üretimin %93 oranında artacağını ve üretimin 1,3 milyon üzerine çıkacağını belirtmektedirler. Ancak artan araç sayısına bağlı olarak, atmosferde kirletici emisyonların ve karbondioksit gazı miktarının artması, dolayısıyla sera etkisinin oluşması ve iklim değişiklikleri gibi sorunlar, alternatif yakıtları kullanarak çalışabilen araçların ihtiyacını arttırmıştır. Ayrıca fosil yakıtların azalması nedeniyle, otomobil üreticileri farklı enerji kaynaklarıyla çalışan araba tasarımı arayışına girmişlerdir. Elektrikli araçların çevreci, daha ekonomik ve elektrik enerjisinin birçok kaynaktan sağlanabiliyor olması bu tip araçların alternatif enerji uygulamalarında en çok tercih edilmesini sağlamaktadır. Bilindiği üzere, bu tip araçların ağırlıklarının olabildiğince az olması istenir.

Bu çalışma kapsamında, kimyasal temperleme yöntemiyle lityum alümina silikat cam-seramikleri temperlenerek, istenilen dayanım değerlerinden ödün vermeden, elektrikli araçlarda kullanılan camların hafifletilmesiyle, yakıt ve ağırlık kazançlarının artırılması amaçlanmıştır. Kimyasal temperleme işlemiyle



Üretilen camların mkemmел optik kalite sağlaması bu yöntem ile üretilen camların, oto camlarına uygunluğunu arttırır. Kimyasal temperleme metoduyla, lityum alümina silikat cam-seramikleri temperlenmiş yüksek dayanımlı ve ince cam-seramik eldesi sağlanmıştır. Normal cam ile kıyaslandığında dayanımın 3-4 kat arttığı saptanmıştır..Bu sayede, elektrikli araç camlarının toplam ağırlıklarının iyileştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Kimyasal temperlenmiş lityum alümina silikat cam-seramikleri taramalı elektron mikroskobu (SEM), dört nokta eğme testi ve mikrosertlik cihazları ile karakterizasyonları yapılmıştır ve sonuçlar deneysel verilerle desteklenmiştir.





**MgO-MgOAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Kompozitlerinin Mekanik Özelliklerinin Geliştirilmesinde  
SnO<sub>2</sub>' nin etkisi**

**Görkem Yıldız**

Danışman : Prof. Dr. Cemail Aksel

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

MgO-spinel refrakterler, özellikle döner çimento fırınlarında yüksek sıcaklıkların ve şiddetli ısıl şokların olduğu bölgede, diğer refrakterlere göre 1,5 ile 2 kat arası daha uzun ömürlüdürler, fakat kırılmaya karşı dirençleri çok düşüktür. MgO-spinel tuğlalar, serviste soğutma ile ısıtma arasında yüksek sıcaklık farkından dolayı meydana gelen ısıl gerilmelerin ve dolayısıyla şiddetli ısıl şokların oluştuğu soğuma ve geçiş bölgelerinde tercih edilmektedir. Buna ilave olarak, yüksek sıcaklıkta mukavemet gerektiren sinterleme bölgesinde de kullanılması ekonomik kazanç sağlamaktadır. Ayrıca alumina kökenli potalar ile döner çimento fırınlarında astar olarak kullanılan stokiyometrik spinel, kalsiyum-alüminyum-silikat içeren bileşenlerin neden olduğu korozyona ve aşınmaya karşı da yüksek direnç göstermektedirler. MgO-spinel refrakter malzemelerin ısıl şoklara karşı gösterdiği yüksek direnç, MgO (13,5 MK<sup>-1</sup>) ve spinelin (7,6 MK<sup>-1</sup>) ısıl genleşme katsayıları arasındaki önemli derecedeki farklılıktan dolayıdır. Üretimin gerçekleştirildiği 1700°C civarındaki sıcaklıkta sinterleme sonrasında, soğuma sonrasında α farklılıklarından dolayı spinel partiküllerin etrafında büyük 'hoop' çekme gerilmeleri oluşmaktadır ve bunlar çok büyük miktarda mikroçatlaklara yol açarak, mukavemet ile elastik modulünü azaltmaktadırlar. Buna rağmen spinel miktarı arttıkça, kritik çatlak uzunluğu ile



numunenin tamamının kırılması için gerekli iş enerjisi miktarı artmaktadır. Oluşan mikroçatlakların birbirine bağlanarak tane sınırları etrafında ve tane içindeki ilerlemesi gerilim-deformasyon eğrisi altında kalan toplam alanın artmasına yol açarak, MgO-spinel refrakter malzemelerde daha kararlı çatlak ilerlemesine ve dolayısıyla da servis ömrünün artmasına yol açtığı belirtilmiştir. Bu çalışma; MgO-spinel refrakter malzemelerde farklı oranlarda SnO<sub>2</sub> ilavesiyle mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi, kırılmaya karşı direncinin arttırılması, yüksek sıcaklıkta kullanılan bu malzemelerin ısı şok parametre değerlerini iyileştirerek ısı şoklara karşı daha yüksek dayanımın elde edilmesi ve dolayısıyla servis ömrünün arttırılması amacıyla planlanmıştır.



---

**NÜKLEER ATIKLARIN İMMOBİLİZASYONU İÇİN KULLANILAN CAMLARIN  
İNCELENMESİ**

**HİMMET ABDULLAH ÇELİK - OGÜN ABUKAN**

Danışman : Yard. Doç. Dr. EMRAH DÖLEKÇEKİÇ

**Malzeme Bilimleri ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampüsü, 26555, Eskişehir

Günümüzde, modern nükleer santrallerde kullanılan nükleer yakıt ve atıkların idaresi çok ciddi bir yaklaşım gerektirir. Filyon sonrası oluşan nükleer atıkların yönetimi 21. yüzyılın en çok tartışılan konuları arasında ilk sırada yer almaktadır. Nükleer radyoaktif atıkların bilinen tasfiye işlemi; kullanılmış nükleer yakıtların kimyasal olarak işlendiği durumda yakıtın yüksek radyoaktivite içeren % 1'lik kısmı bir nitrat çözeltisi şeklinde ayrılması ve yüksek sıcaklıkta cam eriyiği ile karıştırılıp , metal silindirler içinde soğutulularak camlaştırılması işlemidir. Ülkemizde yeni kurulacak nükleer santrallerden çıkacak nükleer atıkların da bu şekilde depolanması gerekmektedir. Her ülke camlaştırma işlemi için kendi cam kompozisyonunu kullanmaktadır. Bu çalışmada diğer ülkelerin cam kompozisyonları referans alınarak iki farklı borosilikat camı kompozisyonu belirlenip kimyasal temperlemenin etkisiyle camların kimyasal dayanıklılıklarının ölçülmesi amaçlanmıştır.



### **HBN-Ni Mekanik Alaşımlandırma**

HALİLÜR RAHMAN YILMAZ  
Danışman Prof. Dr. NURAN AY

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**  
Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi  
İkiEylül Kampüsü, 26555, Eskişehir

Bor nitrür, düşük reaktifliği ve birçok uygulaması olan inorganik bir malzemedir. Hegzagonal bor nitrür, ısı iletkenlik, elektriksel yalıtkanlık, kimyasal kararlılık ve yağlayıcılık gibi özelliklere sahiptir. Nikel paslanmaz çelik, mıknatıs, bozuk para ve özel alaşımlar gibi birçok endüstriyel ve son kullanıcı ürünlerinde kullanılmaktadır. Nikel her şeyden önce bir alaşım metalidir. Bu nedenle alaşım olarak birçok kullanım alanı mevcuttur. HBN ısı şoklara karşı kararlı oluşunun yanısıra mükemmel elektrik yalıtkanlığı , bakır kadar iyi ısı iletkenliği ve UV ışınları yansıtma özelliği bulunmaktadır bunun yanında mükemmel yağlayıcılık özelliğine sahiptir. HBN inert bir malzemedir, kimyasal tepkimeye girmez ve toksit değildir. Bu özelliklerinden dolayı Hbn alaşımlandırma yapılarak çok farklı kullanım alanlarında yer almaktadır. Hexagonal bor nitrür-nikel kuru yağlayıcı olarak kullanılmaktadır. HBN-Ni yüksek sıcaklıklarda stabil (1000 °C), yüksek yağlayıcı özelliği sayesinde düşük aşınma, düşük ısı genleşme katsayısı ve ısı iletkenliği sağlamaktadır. Bu özelliklerinden dolayı da mekanik parçaların kaplanması veya toz kuru yağlayıcı olarak kullanılmıştır.

HBN-Ni farklı alaşımlandırma yöntemleri bulunmasının yanısıra üretim hızı ve maliyeti açısından farklı yöntemler denenmektedir. Bu alışıldık üretim methodlarının dışında hızlı ve diğerlerine göre daha düşük maliyetli olan mekanik alaşımlandırma yöntemini uyguladık. Bu araştırmamızda alaşımlandırmayı mekanik olarak yaptık ve başarılı olduk. Hbn ve Ni tozlarımızı planatery değirmende 15dk öğütme ile istenilen tane boyutuna düşürdük ve ardından SPS(spark plasma sintering) yaparak alaşımlandırmayı daha hızlı ve düşük maliyetlerle gerçekleştirdik.



**İndüksiyon Ocağı Astar Malzemesinin Farklı Katkı Malzemeleri ile Kullanım Performansının Arttırılması**

**Yasemin COŞKUN-Halime TURAN**

Danışman: Prof. Dr. Semra KURAMA

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

İndüksiyonla ısıtma, metalik iş parçalarını belirten sıcaklık ve sürelerde ısıtmakta kullanılan temassız bir ısıtma yöntemidir. Elektrikle çalışan ocakların en önemlisi indüksiyon ocaklarıdır. Denetim kolaylığı, yüksek verimliliği, madde kayıplarının son derece düşük olması, tam otomatik üretime uygunluğu ve çevre kirliliği yaratmaması gibi nedenlerden dolayı indüksiyon ocaklarına eğilim artırmıştır.

Genel olarak üretilen refrakter malzemelerin ağırlıkça % 72-75 arasında değişen miktarı Demir Çelik Sanayi tarafından tüketilmektedir. Dünya refrakter tüketimi rakamları olarak Demir Çelik sanayinin toplam refrakter malzeme tüketimi üretilen her ton sıvı çelik başına 10 kg olarak hesaplanmaktadır.

Demir çelik sanayi üretim prosesleri genel olarak demir cevherinden üretim yapan entegre tesisler ile hurda demir çeliği hammadde olarak kullanan İndüksiyon ocağı ile üretim yapan tesislerden oluşmaktadır. Haznedar olarak her iki tür prosesin tüm basamaklarında uygun refrakter çözümleri ve yüksek kalite kriterlerine sahip ürünleri ile bu sektörün hizmetindedir. Demir çelik üretiminde maliyet optimizasyonu çalışmaları gereği refrakter malzemelerin performanslarında sürekli iyileştirme faaliyetleri zorunlu olmaktadır. Aynı



zamanda kendiliğinden dökülebilen, dövme harçları ve yapıştırıcı karışımlar gibi monolitik refrakterlerin demir & çelik üretiminde kullanımı artmıştır.

Son yıllarda bilim ve teknolojideki ilerlemeler enerji tasarrufu, çevre dostu ve performans artışı üzerine yapılan çalışmaların hızlanmasında önemli rol oynamaktadır. Bu amaçla özellikle Demir - Çelik endüstrisinin olmazsa olmazı sayılabilecek inovatif ergitme sistemlerinden biri olan indüksiyon ocaklarında mevcut kullanılan astar malzemelerinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Bu proje kapsamında, farklı oranlarda ve tiplerde katkı maddesi ilavesi yapılarak indüksiyon ocağı astar malzemesi olarak kullanılacak olan spinel içerikli alümina bazlı monolitik nötr astar malzemesi üretimi hedeflenmiştir.



**REFRAKTER TUĞLA ÜRETİMİNİN  
YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİNİN YAPILMASI**

**Levent KARACASULU**

Danışman : Doç. Dr. Müfide BANAR

Danışman : Prof. Dr. Alpagut KARA

**Çevre Mühendisliği & Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Refrakter üretimi, içindeki pişirme ve kurutma işlemlerinden dolayı, yoğun enerji tüketen bir sektör olup, kullanılan hammaddelere ve yakıtlara bağlı olarak, çeşitli emisyonlara neden olabilmektedirler. Bu çalışmada, refrakter tuğla üretiminin yaşam döngüsü değerlendirmesinin (LCA) yapılması amaçlanmıştır ve öncelikle, projenin uygulanacağı tesisin mevcut durumu (üretim verileri, çevresel durumu vb.) ortaya konulmuştur. LCA'nın ilk aşaması olan hedef ve kapsam tanımı kapsamında fonksiyonel birim olarak *1 ton manyezit spinel tuğla* belirlenmiştir. Yaşam döngüsü envanter analizi için (LCI) malzeme ve enerji akışının sayısal verileri fonksiyonel birim ile ilişkilendirilmiştir. Lisanslı SimaPro 8.0.1 yazılımında CML IA yöntemi kullanılarak, refrakter tuğla üretiminin çevresel etkileri; etki kategorileri (*abiyotik kaynakların tükenmesi, küresel ısınma potansiyeli, asidifikasyon potansiyeli, ötrofikasyon potansiyeli, insanlar üzerine olan toksik etki, ekotoksosite, ozon tabakasının tükenme potansiyeli, fotokimyasal oksidasyon potansiyeli*) bazında belirlenmiştir. LCA analizi sonuçları yorumlanarak, firmanın çevresel performansının iyileştirilmesine yönelik öneriler sunulmuştur.



## LİTYUM DİSİLİKAT CAM SERAMİKLERİNİN BİYUYUMLULUĞU

**Müzeyyen DUMAN**

Danışman : Yrd.Doç. Dr. Emrah Dölekçekiç

### **Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Lityum disilikat cam seramikleri ilk kez 1959 yılında geliştirilmiştir. Ancak bu materyal düşük kimyasal direnci, yetersiz yarı geçirgenliği, kontrol edilemeyen mikro çatlak oluşumu ve laboratuvar safhasının komplike ve zaman alıcı olması gibi dezavantajları nedeniyle dış malzemelerinde yerini alamamış ve kullanımı terk edilmiştir[1] Sistemin gelişimini 1984 yılında Headley ve Loehmen isimli araştırmacılar  $\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O}$  yapısındaki cam faza  $\text{P}_2\text{O}_5$  ilavesi sonucu lityum disilikat ( $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ ) ve lityum ortofosfat ( $\text{Li}_3\text{PO}_4$ ) kristalleri oluşturarak sağlamışlardır. Günümüzde kullanılan lityum disilikatın kimyasal yapısı 1998 yılında Schweiger ve arkadaşları tarafından açıklanmıştır (%57-80  $\text{SiO}_2$ , %0-5  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , %0.1-6  $\text{La}_2\text{O}_3$ , %0-5  $\text{MgO}$ , %0-8  $\text{ZnO}$ , %0-13  $\text{K}_2\text{O}$ , %11-19  $\text{Li}_2\text{O}$ , %0.5-11  $\text{P}_2\text{O}_5$ , %0-6 katkı maddeleri ve renk pigmentleri)[2]. Lityum disilikat esaslı seramikler lōsit iēerikli seramiklere oranla mekanik yapıyı güçlendirirken, aynı zamanda doğal dişlere benzer optik özellikte restorasyonlar yapmaya da imkan verirler.

Lityum disilikat cam seramikleri ayrıca dolgu,onlay,diş kaplamaları,anteriyor,iē iēe geçmeli birincil kaplamalarda kullanılır.

İnsan vücudunda kullanılması bu malzemenin biyoyumluluğunun araştırılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.Biyoyumluluğunu ölçmek adına

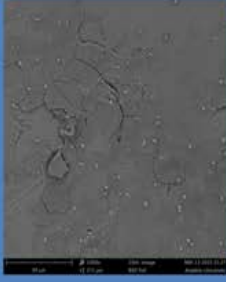




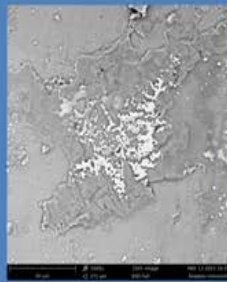
Laktatlı Ringer Solüsyonu kullanılarak lityum disilikat cam seramiğinin kimyasal direnci ölçülüp herhangi bir alerjik etkiye sahip olmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca mikroyapı analizlerinde gözlemlenen malzeme üstünde oluşan tabakanın çatlak oluşumunu engellediği ve malzemenin direncinin arttığı gözlemlenmiştir.

## BİYOUYUMLULUK TESTİ VE SONUÇLARI

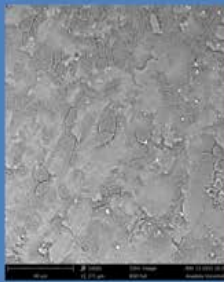
**Bıyoyumluluk:** Malzeme ve vücut sıvılarının kimyasal etkileşimi ve bu etkileşimin fizyolojik sonuçlarının vücuda ne kadar zarar verip vermediğidir. Bir malzemenin bıyoyumlu olması için bulunduğu canlıdaki fizyolojik ortam tarafından kabul edilmesi gerekir. Lityum disilikat cam seramiğinin uyumluluğunun ölçülmesi için laktatlı ringer solüsyonunda aynı kompozisyona sahip 8 numune 1,3,5,7,14,21 ve 30 gün içerisinde bekletilip sonuçlar gözlemlenmiştir. Yapılan ICP testine göre eser miktarda Bor ve Lityum çözülmüştür. Mekanik özelliklerini iyileştiren kaplama da gözlemlenmiştir.



1 Gün süreli kalıt (D<sub>2</sub>) numune yüzeyi



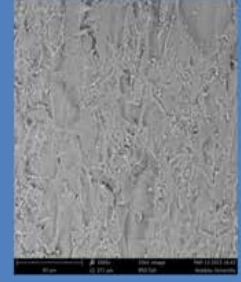
10 Gün süreli kalıt (D<sub>2</sub>) numune yüzeyi



14 Gün süreli kalıt (D<sub>2</sub>) numune yüzeyi



21 Gün süreli kalıt (D<sub>2</sub>) numune yüzeyi



30 Gün süreli kalıt (D<sub>2</sub>) numune yüzeyi



## **BaTiO<sub>3</sub> SERAMİKLERİNİN MİKROYAPI KONTROLÜ**

**M.Emin BELLİ**

Danışman : Doç. Dr. Emel ÖZEL

### **Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Baryum titanat mükemmel ferroelektrik, dielektrik ve piezoelektrik özellikleri nedeniyle çeşitli uygulamalar için ferroelektrik seramik olarak akla gelen ilk adaydır. Baryum titanat perovskit olarak adlandırılan, genel formülü  $ABO_3$  olan bileşiklerin büyük ailesinin bir üyesidir. Bu projede, perovskit yapıdaki kurşun titanatlara alternatif olarak kurşunun çevreye olan zararlı etkisini azaltmak üzere Baryum Titanatların geliştirilmesi hedeflenmektedir. Baryum titanat, farklı yöntemler kullanılarak hazırlanabilir. Sentez yöntemi, nihai ürün haline getirilmesi için uygulanan şekillendirme ve sinterleme prosesi arzu edilen özelliklere ulaşılmasında kontrol edilmesi gereken aşamalardır. Baryum titanat malzemelerinin yapısı ve özellikleri üzerinde önemli bir etkisi vardır. Bu çalışmada,  $BaTiO_3$  tozu sentezlendikten sonra şekillendirildikten sonra farklı sıcaklıklarda sinterlenerek mikroyapı gelişimleri ve malzeme özellikleri incelenmiştir.



---

**ELEKTROKROMİK AKILLI CAMLAR İÇİN KOMPOZİT POLİMER ELEKTROLİT  
SİSTEMLERİNİN TASARLANMASI**

**Oğuzhan SAKARYA**

Danışman: Prof. Dr. Semra KURAMA

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Dünyada ve özellikle ülkemizde son yıllarda enerji ve CO<sub>2</sub> emisyonları ile ilgili çeşitli sorunlarla karşı karşıya kalınması, mevcut enerji kaynaklarının daha bilinçli kullanılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Aydınlatma alanında, güneşin eski çağlardan günümüze kadar etkin bir rol alması ve günışığının aydınlatma ve enerji sağlama amacıyla kullanımı ve cam teknolojisinin gelişmesine paralel olarak mimar ve mühendislere geniş tasarım imkânları sunarak devam etmektedir. Bu sayede, mekanlarda iç ve dış görünüş estetiği iyileştirilirken; kullanıcıların görsel ve ısıl konforu (doğal aydınlatma performansı) sağlanmaktadır. Buna ek olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının daha etkin kullanımı sağlanarak, yapıların enerji maliyetlerinin düşürülmesi için cam üretimi sürekli geliştirilerek mimar ve mühendislere enerji etkin binalar ve iç hacimler tasarlayabilmeleri için geniş çaplı seçenekler sunmaktadır. Enerji maliyetlerinin düşürülmesi sadece iç aydınlık düzeyinin artırılıp elektrik enerjisinin azaltılması açısından değil, dolaysız gelen günışığının oluşturacağı aşırı ısınmaya karşı soğutma yüklerinin de azaltılması açısından değerlendirilmelidir.



Elektrolitler güneş pilleri, lityum-iyon piller, fotovoltaikler ve elektrokromik camlar vb. uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu alanda yaygın olarak kullanılan sıvı elektrolitler bozunma, sistemde kırık oluştuğunda akma veya sızma gibi problemlerden dolayı zaman içinde yerini polimer elektrolitlere bırakmıştır. Çok iyi iyonik iletkenliğe sahip sıvı elektrolitlerde yaşanan bu sorunları minimuma indirmek veya giderebilmek amacı ile son yıllarda polimer elektrolitler geliştirilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır. Polimer elektrolitlerin, elektrokromik camlarda kullanılması “yüksek iyonik iletkenlik ve yüksek geçirgenlik” olarak tanımlanan iki temel özelliğine dayanmaktadır. Polimer elektrolitler bu özelliklere sahip olsalar da iyonik iletkenlikleri sıvı elektrolitlerin iletkenlik seviyesine ulaşamamıştır. Bu nedenle daha yüksek iyonik iletkenliğe sahip kompozit yani seramik oksit katkılı polimer elektrolitlerin geliştirilmesi elektrokromik camların performanslarının iyileştirilmesine yönelik yapılacak çalışmaların en önemli basamağı olduğu keşfedilmiştir.

Bu çalışmada, her geçen gün kullanım alanı artan elektrokromik akıllı camların polimer elektrolit sistemlerinin, optimum kompozisyonlarda seramik oksit katkılarla iyonik iletkenliklerinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmış ve sonuçların elektriksel ve optik özelliklere olan etkileri incelenmiştir.



**NANO BOYUTLU  $MgAl_2O_4$  TOZLARIN EŞ-ÇÖKTÜRME YÖNTEMİYLE DÜŞÜK SICAKLIKLARDA ÜRETİLMESİ**

**Pınar ŞENGÜN**

Danışman : Prof. Dr. Ender SUVACI

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampüsü, 26555, Eskişehir

Magnezyum Aluminat ( $MgAl_2O_4$ ) Spinel sahip olduğu mekanik ve kimyasal özellikler doğrultusunda farklı alanlarda kullanılmakta fakat sahip olduğu yüksek ergime noktası ( $2135^{\circ}C$ ) ve korozyon direncinden dolayı ana uygulama alanı refrakterlerdir. ( $MgAl_2O_4$ ) Spinel fazın elde edilmesi için yaygın olarak katı hal reaksiyonu sentezi kullanılmaktadır. Katı hal reaksiyon sentez yönteminde  $MgO-Al_2O_3$  ham maddeleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemde Spinel fazın oluşumu için yüksek kalsinasyon sıcaklığına ihtiyaç duyulmaktadır( $1200-1300^{\circ}C$ ). Kimyasal toz sentezi yöntemlerinde ise daha düşük sıcaklıklarda spinel faz elde edilebilmektedir.

Bu projede ( $MgAl_2O_4$ ) Spinel tozu eş - çöktürme sentezi ile düşük sıcaklıkta ve mikron altı boyutta sentezi yapılmıştır.



**SOĞUTMASIZ MİKROBOLOMETRELERDE KULLANILAN VO<sub>x</sub> İNCE FİLM  
DİRENÇ MALZEMELERİNDE ELEKTRİKSEL ÖZELLİK ve 1/f GÜRÜLTÜ  
İLİŞKİSİ**

**Rifat KAÇAR**

Danışman : Prof. Dr. Ramis Mustafa ÖKSÜZOĞLU

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Sıcaklık değişimi Vanadyum Oksit ince filmlerde direnç değişimine neden olmaktadır. Vanadyum oksit bu özelliğinden dolayı mikrobolometre uygulamalarında kullanılan en önemli malzemedir. Bu uygulamalarda mikrobolometre sıcaklık değişimini elektriksel sinyale çevirir ve bunu işleyip veri elde eder. Yüksek hassasiyetli mikrobolometreler için TCR (temperature coefficient of resistance), direnç, öz direnç ve 1/f gürültü parametreleri çok önemlidir. Hassas bir mikrobolometrede direncin hassas sıcaklık değişimlerinden etkilenmesi için TCR değerinin yüksek olması gerekir. Termal gürültü ve enerji harcanımını en aza indirmek için düşük elektriksel direnç değeri gerekmektedir. Direnç değişimini elektriksel sinyale dönüştürdüğünden, düşük frekanslarda ortaya çıkan 1/f gürültü değerinin de asgari seviyede olması, yüksek çözünürlüklü bir mikrobolometre için gereklidir. Bu tezde uygun süreç parametreleri kullanılarak Vurmalı DC Reaktif Magnetron Sıçratma (Pulsed DC Reactive Magnetron Sputtering) tekniği ile üretilen vanadium oksit ince filmlerin elektriksel özellikleri (TCR, direnç ve öz direnç) dört nokta iğne (FPP) tekniği ile analiz edilmiştir. Ayrıca inşa edilen gürültü ölçüm ön analiz düzeneği ile mikrobolometre çözünürlüğü için önemli olan 1/f gürültü analizleri yapılarak gürültünün diğer parametrelerle olan ilişkisi incelenmiştir.



## KATKILI ÇOK KATMANLI PİEZOELEKTRİK SERAMİKLERİN DÜŞÜK SICAKLIKTAKİ SİNERLENMESİ

**Sezgi AKYOL, Yasemin MERDEŞE**

Danışman : Prof. Dr. Aydın DOĞAN

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Malzeme biliminin tarihsel gelişimi incelendiğinde, yapısal sonrasında fonksiyonel son olarak da akıllı malzemelere doğru gelişme göstermektedir. Yapısal malzemelere örnek olarak çimento, tahta, demir gibi malzemeler örnek gösterilebilir. Fonksiyonel malzemeler ise sahip olduğu özelliklerinden dolayı teknolojiye ayak uydurabilirler. Akıllı malzemeler, çevresindeki değişikliklere tepki verebilen ve kendisinden beklenen davranışları belli sürede gerçekleştirebilen malzeme olarak tanımlanırlar. Piezoelektrik malzemeler akıllı malzemeler sınıfına girmektedir

Merkezi simetrik olmayan kristallerin mekanik gerilmelere maruz kaldıklarında potansiyel fark veya akım oluşturarak verdikleri tepkiye piezoelektrik adı verilir. Piezoelektrik etki, kristal malzemelerin mekanik gerilim uygulandığında elektrik alanı yaratması veya elektrik alanına tabi tutulduğunda mekanik deformasyona uğramasıdır.

Piezoelektrik malzemeler farklı formlarda şekillendirilir ve farklı uygulama alanlarına sahiptir. Eyleyici olarak adlandırılan aktüatör uygulamalarında yüksek yer değiştirme (deplasman) istenmektedir. Yüksek hassasiyette bunu karşılayabilmek için çok katmanlı multilayer yapılara ihtiyaç duyulmaktadır. Çok katmanlı yapıların üretimleri oldukça zor bir süreçtir. Bu seramiklerin üretiminde en büyük problem co-firing sinterleme olarak adlandırılan kompozit yapıların sinterlenmesinde yaşanmaktadır. Piezoelektrik seramiklerin normal şartlar altında optimum sinterleme sıcaklıkları 1200-1300 derece arasındadır. Ama çok katmanlı seramiklerin sinterlenmeleri daha düşük sıcaklıklarda gerçekleşmektedir. Çünkü bu yapıları üretmek için kullanılan internal (iç) elektrotun çalışma sıcaklık aralığı daha düşüktür. Bu projenin amacı olarak çok katmanlı seramiklerin üretiminde kullanılacak olan piezoseramik malzemelerin sinterleme sıcaklıklarını yapıya farklı katkıları ekleyerek düşürmektir. Farklı oranlarda eklenecek olan Li ve B elementlerinin sinterleme sürecine etkisi, karakterizasyon yöntemleri kullanılarak araştırılmıştır.



## ELEKTROKOAGÜLASYON İLE SÜT ENDÜSTRİSİ ATIKSUYU ARITIMI

**Serdar Gökay Küçük**

Danışman : Cem Sevik

### **Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Günümüz bilgisayar teknolojileri sayesinde, basit nano yapıların gerçek uygulamalarından minimum miktarda sapma ile hesaplanmaları mümkün olmuştur. Bu gelişmeler, hesaplamalı-malzeme mühendisliği isminde bir bilim dalı oluşturmuştur. Bu bilim dalı, malzemelerin ısısal, elektriksel ve vibrasyonel özelliklerinin, malzemeyi gerçekten sentezlemeden önce hesaplanması üzerine odaklanmıştır. Özellikle pil teknolojileri ve nano materyaller üzerine yapılan araştırmalarda, bu metod süreç hızlandırması sağladığı gibi, sentezlenmesi imkansız olarak tahmin edilen bazı malzemelerin sentezlenebilir olduğunu da göstermiştir.

Bu tez çalışmasında, VASP ve VESTA isimli uygulamalar temel olarak kullanılmıştır. Bu uygulamaların kurulması ve kullanılması aşamaları detaylarıyla araştırılmıştır. Karbon bazlı materyallerden Graphene ve Karbon Nanotüpler detaylıca incelenmiştir. Araştırma sonuçları, gerçek ölçümlerle karşılaştırılmıştır.





**ELEKTRO-EĞİRME YÖNTEMİNİN PARAMETRELERİ İLE hBN KATKILI PMMA  
LİF ÜRETİMİ**

**SELİN UZUNER**

Danışman : Doç. Dr. A. Tuğrul SEYHAN

**Malzeme Bilimleri ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampüsü, 26555, Eskişehir

Bu çalışmanın amacı , bazı işlem parametrelerinin PMMA nano liflerinin morfolojisine ve çaplarına etkisini incelemektir. Elektro eğirme işlemi aynı polimer çözücü sisteminde değişen voltaj, uç-toplayıcı mesafesi ve akış hızı ile gerçekleştirilmiştir. Nano liflerin morfolojisi için taramalı elektron mikroskobu kullanılmıştır. Taramalı elektron mikroskobu görüntüleri analiz edilmiş ve değişkenlerin etkisi tartışılmıştır. PMMA da hBN katkısı ile meydana gelen ısı özelliğinde ki değişim ise diferansiyel taramalı kalorimetri cihazıyla analiz edilmiştir. Uygulanan voltajın ,uzaklığın ve akış hızının lif çapı ve boncuk oluşumunda etkili olduğu görülmüştür. Aynı voltaj ve akış hızı seviyesinde uzaklığın arttırılması ile daha düzgün yapıların elde edilebildiği görülmüştür. Aynı akış hızı ve mesafe değerlerinde ise artan voltaj ile kritik bir değere kadar lif oluşumu artmış ve boncuk yapısı azalmıştır. Aynı voltaj ve mesafe değerlerinde akış hızının arttırılması ile fiber oluşumunun arttığı ve boncuk yapısının azaldığı tespit edilmiştir.



**ELEKTRO-EĞİRME YÖNTEMİNİN PARAMETRELERİ İLE hBN KATKILI PMMA  
LİF ÜRETİMİ**

**SELİN UZUNER**

Danışman : Doç. Dr. A. Tuğrul SEYHAN

**Malzeme Bilimleri ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampüsü, 26555, Eskişehir

Bu çalışmanın amacı , bazı işlem parametrelerinin PMMA nano liflerinin morfolojisine ve çaplarına etkisini incelemektir. Elektro eğirme işlemi aynı polimer çözücü sisteminde değişen voltaj, uç-toplayıcı mesafesi ve akış hızı ile gerçekleştirilmiştir. Nano liflerin morfolojisi için taramalı elektron mikroskobu kullanılmıştır. Taramalı elektron mikroskobu görüntüleri analiz edilmiş ve değişkenlerin etkisi tartışılmıştır. PMMA da hBN katkısı ile meydana gelen ısı özelliğinde ki değişim ise diferansiyel taramalı kalorimetri cihazıyla analiz edilmiştir. Uygulanan voltajın ,uzaklığın ve akış hızının lif çapı ve boncuk oluşumunda etkili olduğu görülmüştür. Aynı voltaj ve akış hızı seviyesinde uzaklığın arttırılması ile daha düzgün yapıların elde edilebildiği görülmüştür. Aynı akış hızı ve mesafe değerlerinde ise artan voltaj ile kritik bir değere kadar lif oluşumu artmış ve boncuk yapısı azalmıştır. Aynı voltaj ve mesafe değerlerinde akış hızının arttırılması ile fiber oluşumunun arttığı ve boncuk yapısının azaldığı tespit edilmiştir.



**Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'İN SiAlON SERAMİKLERİN SİNERLEME DAVRANIŞINA VE  
ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

**Yasemin ÇETİN**

Danışman : Prof. Dr. Servet TURAN

**Malzeme Bilimi ve Mühendisliği**

Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi

İki Eylül Kampusu, 26555, Eskişehir

Silisyum nitrür esaslı SiAlON seramikler, yüksek kesme hızları ve bunun sonucunda kısalan işleme süreleri, daha uzun takım ömrü, yüksek sıcaklıklarda mukavemetini koruması ve hassas yüzey işleme kabiliyetlerinden dolayı havacılık ve otomotiv endüstrisinde kesici uç olarak kullanılmaktadır. SiAlON seramiklere skandiyum oksit ilavesiyle sertlik ve tokluğun geliştirilmesine yönelik çalışmalar çok azdır. Bu çalışmada, şuan kullanılan sinterleme ilavelerinin yerine skandiyum oksit kullanılarak, bunun SiAlON seramiğinin sinterlenmesi üzerindeki etkileri,  $\alpha/\beta$ -SiAlON faz oranları ile SiAlON seramiğinin mikro yapı ve mekanik özelliklerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sinterlenen her bir kompozisyonun Arşimet prensibiyle yoğunluk ölçümlerinin yanısıra, sertlik ve toklukları ölçülmüş, SEM ile mikro yapıları ve XRD ile faz oranları belirlenmiştir. Projenin sonunda, skandiyum oksitin  $\beta$ -SiAlON fazını  $\alpha$ -SiAlON fazına göre daha kararlı hale getirdiği bunun sonucunda da sertliklerin düştüğü görülmüştür. Mikro yapılardan da anlaşılacağı üzere, skandiyum oksitin samaryum ve kalsiyum ile birlikte kullanıldığı kompozisyonlarda uzamış tanelerin kararlı yapıya ulaştığı ve bu sayede yüksek tokluğa ulaşıldığı aynı zamanda da skandiyum oksitin yoğunlaşmayı az oranda etkilediği anlaşılmış



olup bunların daha yüksek sıcaklıklarda sinterlenmesiyle daha yüksek yoğunluklara ulaşabileceği anlaşılmıştır.