



***Ulusal
İleri Malzemeler ve
Eklemeli İmalat Teknolojileri
Konferansı***

23-24 Ekim 2025

Konferans Özet Kitapçığı

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

Sivas, Türkiye



İÇİNDEKİLER (ÖZET BİLDİRİLER)

- **Dental Uygulamalarda Yer Alan Titanyum Mesh Yapılarının Sonlu Elemanlar Analizi ile İncelenmesi**_22_
Yazarlar: Ahmet Berkay Günyaktı, Mine Uslu Uysal, Güher Pelin Toker
- **Düşük Termal Genleşmeli Alaşımların Mekanik Özelliklerinin Hızlı Katılaştırma Yöntemi ile Geliştirilmesi**_24_
Yazarlar: Mehmet Kul, Bekir Akgül
- **Gaz Atomizasyonu ile Demir ve Demir Dışı Metal Tozlarının Üretimi ve Karakterizasyonu**_26_
Yazarlar: Onur Muratal, Rıdvan Yamanoglu
- **CoCrMo Alaşımlı İmplant Malzemesinin Gelişmiş Yüzey Kalitesi için Seçici Lazer Eritme Parametrelerinin Optimizasyonu**_28_
Yazarlar: Adem Şahin, Barış Özlü, Fulya Cemaloğlu, Halil Demir
- **DLP ile Üretilen BaO Katkılı Al₂O₃ Seramiklerde Yoğunluk, Faz Davranışı ve Mekanik Dayanım Üzerine Sistemantik Bir İnceleme**_30_
Yazarlar: Abuzer Açıkgoz, Bülent Aktaş, Gökhan Demircan
- **Hiyerarşik Gözenekli Polimerlerin Eklemeli İmalat ile Üretimi**_32_
Yazar: Nihan Şengökmen Özsöz
- **Ergiyik Yığılma Modelleme Yöntemiyle Doğrudan 4B Baskısı Yapılmış PLA'nın Termal Olarak Tetiklenen Şekil Hafıza Davranışının Deneysel Karakterizasyonu**_34_
Yazarlar: Sezin Selamoğlu, Ali Fallah
- **Eklemeli İmalat Yöntemiyle Üretilmiş Ti-6Al-4V Alaşımının Yüksek Şekil Değiştirme Hızı Davranışının SHPB Testleri ile İncelenmesi**_36_
Yazarlar: Guher Pelin Toker, Umut Çalışkan
- **Enerji Uygulamaları için Seramik Malzemelerin SLA Tabanlı Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisi ile Üretimi: Güncel Durum ve Geleceğe Bakış**_38_
Yazar: Elif Kabakcı
- **Subsonik Seyir Hızlarında Kullanılan Füzelerde Kanatçık Sistemleri için Alüminyum ve Karbon Fiber Malzemelerin Yapısal Performansı**_40_
Yazarlar: Sami Pekdemir, Burhanettin Tuzcu
- **Yüksek İrtifa Sonda Roketlerinde Kanatçık Malzemesi Seçimi: Karbonfiber ve Alüminyum 7075 Karşılaştırması**_42_
Yazarlar: Burhanettin Tuzcu, Doğukan Canbulat, Sami Pekdemir

- **Metal Eklemeli İmalat Endüstrisinde Konformal Soğutma Kanalları için Parametre Optimizasyonu Çalışması** _44_
Yazarlar: Ömer Faruk Yazıcı, Yahya Işık
- **Latis Yapıların ve Kürlenme Sürelerinin Dental Reçinelerde Çekme Dayanımına Etkisinin İncelenmesi** _46_
Yazarlar: Abdulkadir Orak, Furkan Naziker, Ali Kalyon
- **β -TCP'nin Özelliklerinin Üçlü İyon Doplaması İle Geliştirilmesi** _48_
Yazarlar: Azade Yelten Coşkun, Batur Ercan
- **Eğimli Yüzeylere Sahip FDM-PLA Numunelerde Lazer Parlatma ile Yüzey Pürüzlülüğünün İyileştirilmesi** _50_
Yazarlar: Mahmut Özer
- **FDM ile Üretilmiş ABS Parçaların Post-Proses İşlemler Sonrası Yüzey Pürüzlülüğünün Makine Öğrenmesine Dayalı Tahmini** _52_
Yazarlar: Hikmet Ayberk Güngör, Binnur Sağbaş
- **İzotropik Özelliklere Sahip Bir Kafes Hücre Tasarımı ve Eklemeli İmalat ile Üretimi** _54_
Yazarlar: Kenan Yılmaz, Recep M. Görgülüarslan
- **Periyodik Kafes Yapılarda Kontrollü Anizotropi için Üretken Tasarım Yaklaşımı** _56_
Yazarlar: Alptuğ Öztaşkın, Ulaş Yaman
- **Eklemeli İmalatla Üretilmiş Polimerik Gyroid Yapıların Yüksek Şekil Değiştirme Hızı Altındaki Dinamik Davranışı** _58_
Yazarlar: Umut Çalışkan, Çağlar Sevim, M. Didem Demirbaş, Safa Ekrikaya, Mevlüt Hakan
- **Eklemeli İmalatta Proses Parametrelerinin Ergiyik Havuz Dinamiği Üzerine Etkisi: HAD Simülasyonu ve Deneysel Validasyon** _60_
Yazarlar: Ali Onur Gündüztepe, İzzet Özgün Güler, Elif Demirel, Nazım Babacan
- **DLP 3B Baskı Teknolojisiyle Üretilen Kolemanit Katkılı Fotopolimer Kompozitlerin Gama Işını Zayıflatma Özelliklerinin İyileştirilmesi** _62_
Yazarlar: Yusuf Kavun, Selami Eken
- **Metal Çoklu Malzeme Eklemeli İmalatta Zorluklar ve Fırsatlar**..... _64_
Yazarlar: Beytullah Aydoğan
- **Kapasitif Mikroışlenmiş Ultrasonik Çevirgeç (KMUÇ) Üretiminde Kullanılan LTCC Alttaş** _66_
Yazarlar: Fikret Yıldız
- **SLA Esaslı Eklemeli İmalat Yöntemiyle Üretilen ZrO₂ İleri Seramik Balpeteği Yapıların Eğilme Dayanımlarının İncelenmesi** _68_
Yazarlar: Elif Işık, Betül Kafkaslıoğlu Yıldız, Ali Suat Yıldız

• **Hafif ve Fonksiyonel Yapılar için Nitinol-Tabanlı Gyroid Örgülerin Sayısal Değerlendirmesi** _70_
Yazar: Gülcan Aydın

• **Hava Aracı için ŞHA (Şekil Hafızalı Alaşım) Tahrikli İniş Takımı Kilit Mekanizmasının Tasarımı ve Optimizasyonu** _72_
Yazarlar: Ahmet Pınarbaşı, Hüseyin Cemal Taştan, Samet Can Akçay, Mahmut Esad Aslan

• **Terahertz Uygulamaları için Yüksek Performanslı 3B Baskılı Boşluklu Çekirdekli Antirezonans Negatif Eğrilikli Dalga Kılavuzu** _74_
Yazarlar: Yusuf Torun, Kağan Murat Pürlü, Şekip Dalgaç, Kholoud Elmabruk

• **Isıl İşlemin Polikristal Co–Cr–Al–Si Şekil Hafızalı Alaşımın Üzerindeki Etkileri...** _76_
Yazarlar: Rumeysa Özdemir, Muhammed Taha Yıldız, Toshihiro Omori, Xiao Xu, Nazım Babacan

• **BT Tabanlı Tasarım Ve Metal Katmanlı İmalat Kullanılarak Sağ Mandibula Rekonstrüksiyonu için Kişiselleştirilmiş Gonial İmplant** _78_
Yazarlar: Hüseyin Can Aksa, Kutay Çava, Altuğ Uşun, Hüseyin İpek, Mustafa Aslan

• **Stereolitografide Kullanılan Fotokürlenebilir Reçineler**..... _80_
Yazarlar: İbrahim Korkut

• **Hidrojen Gevrekliği ve Güncel Yaklaşımlar** _82_
Yazarlar: Selin Ada, Mert Korkut Çoban, Demircan Canadınç, Burak Bal

• **Ultrasonik Banyo ile Elek Temizliğinin Gaz Atomizasyon Tozlarının Eleme Verimine Etkisi**..... _84_
Yazarlar: Elif Demirel, Emre Yurtkuran

• **Alüminanın Farklı Dinamik Gerinme Hızlarındaki Mekanik Davranışlarının İncelenmesi** _86_
Yazarlar: Hakan Hafizoğlu, Mehmet Sarper Yavuz

• **Terahertz Tahribatsız Muayene Yönteminin Eklemeli İmalat ile Üretilen Parçalarda Kullanım Potansiyeli** _88_
Yazarlar: Yusuf Özdemir, Emre Yurtkuran, Kholoud Elmabruk

• **EYM Teknolojisiyle Üretilen Termoplastiklerin Çekme Dayanımına Baskı Parametrelerinin Etkisi** _90_
Yazarlar: Erhan Balcı, Hasan Hüseyin Sarıkaya

• **Dental Metal Eklemeli İmalatta Sürdürülebilirlik Yaklaşımları**..... _92_
Yazarlar: Binnur Sağbaşı, Tolga Mert, Aslı Günay Bulutsuz, Lukasz Zrodowski, Tomasz Choma

• **DED Prosesi Sonrasında Elektroşekillendirme ile Oluşturulan Katmanın Taban Malzemesinden Ayrılma Davranışının İncelenmesi** _94_
Yazarlar: Mertcan Başkan, Erkan Buğra Türeyen, Orkun Umur Önem

- **Seçici Lazer Toz Yatağı Eklemeli İmalat Yöntemi ile Üretilmiş 17-4 PH Paslanmaz Çeliğinde Eklemeli İmalat Proses Parametrelerinin Kalıntı Gerilimlerine Etkisi** _96_
Yazarlar: Gökhan Çelik, C. Hakan Gür, Caner Şimşir
- **Düşük Hızlarda Sıvı Metalin Parçalanma Mekanizmasının Tespitine Yönelik Çift Fazlı Gaz Atomizasyon İşleminin Sayısal Analizi** _98_
Yazarlar: Deniz Aktürk, Emre Yurtkuran
- **Ergiyik Metal Biriktirme Yöntemiyle Üretilen Al4043 Alaşım Parçaların Üretim Kalitesinin Değerlendirilmesi** _100_
Yazarlar: Arda Süren, Jonas Galle, Muhammed Taha Yıldız, Nazım Babacan
- **IR Frekanslarda Optik Bant Geçirgen Filtre Olarak Fotonik Kristaller** _102_
Yazarlar: Murat Gökhan Eskin, Onur Demirel, Kürşat Şendur
- **Akustik Sensörler için Tek Kristal Piezoelektrik Malzeme Geliştirilmesi** _104_
Yazarlar: Doğan Mansuroğlu, Hatice Kübra Gümüş, Ali Erdem Eken
- **17-4 PH Malzeme ve Seçici Lazer Ergitme Yöntemi ile Üretilmiş Mühimmat Yükleme Dişlisi ve Kilit Mesneti Parçasının Optimizasyonu ve Deneysel Doğrulanması** _106_
Yazarlar: Barış Çetin, Uğur Türkyılmaz, Mertcan Kırac, Fırat Güleç

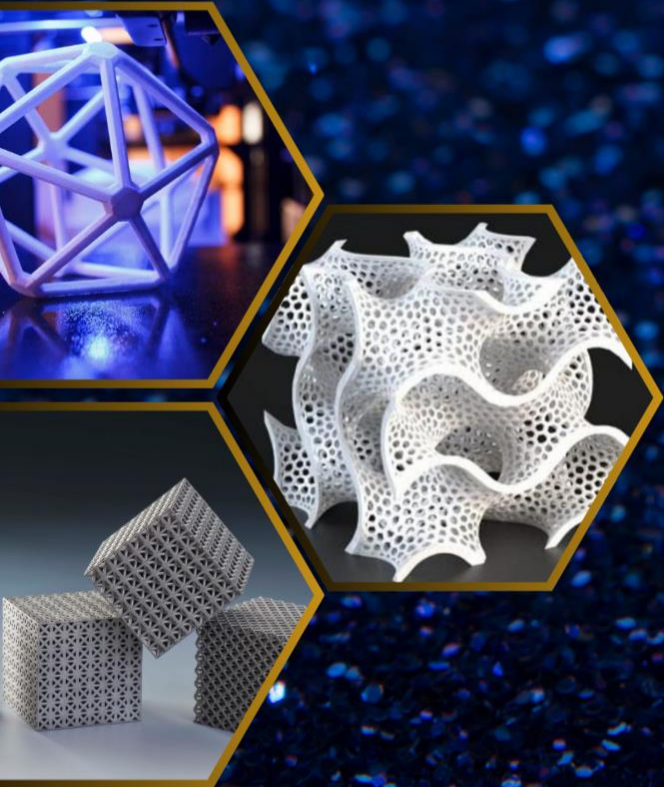


ULUSAL İLERİ MALZEMELER VE EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ KONFERANSI

22-24 EKİM 2025

KONFERANS PROGRAMI

22 EKİM 2025
ATÖLYE





SPONSORLARIMIZ



ALTIN



GÜMÜŞ



BRONZ



ATÖLYE DESTEĞİ

DESTEK SPONSORUMUZ



ÇANTA SPONSORUMUZ

İMEİT'25 DÜZENLEME KURULU

Onursal Başkan- Prof. Dr. Mehmet KUL

Düzenleme Kurulu Başkanı- Doç. Dr. Nazım BABACAN

Doç. Dr. Ali Suat YILDIZ

Doç. Dr. Betül KAFKASLIOĞLU YILDIZ

Doç. Dr. Kholoud Khaled Mustafa ELMABRUK

Dr. Öğr. Üyesi Güher Pelin TOKER

Dr. Öğr. Üyesi Emre YURTKURAN

Dr. Öğr. Üyesi Said ERAY

Arş. Gör. Elif IŞIK

Arş. Gör. Muhammed Taha YILDIZ

Arş. Gör. Kağan Murat PÜRLÜ

Arş. Gör. Şekip DALGAÇ

Arş. Gör. Deniz AKTÜRK

Arş. Gör. Elif DEMİREL

Arş. Gör. Taha OĞUZ

Rümeysa ÖZDEMİR

Cemre İrem AKCAN

Aleyna ATILGAN

Zeynep AKÇAKAYA

İMEİT'25 BİLİM KURULU

Prof. Dr. Alper UYSAL / Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Arif BALCI / Kafkas Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Beytullah AYDOĞAN / Bayburt Üniversitesi

Prof. Dr. Burak BAL / Abdullah Gül Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Burak DÖKMETaş / Kafkas Üniversitesi

Prof. Dr. Cihangir DURAN / Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Prof. Dr. Demircan CANADİNÇ / Koç Üniversitesi

Doç. Dr. Ekrem ALTUNCU / Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Elif KABAKÇI / Çanakkale 18 Mart Üniversitesi

Prof. Dr. Ender KESKİNKILIÇ / Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ / Gebze Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Kadir KİRAN / Süleyman Demirel Üniversitesi

Prof. Dr. Koray KÖKSAL / Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

Doç. Dr. Koray ÖZSOY / Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet BAKIR / Yozgat Bozok Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Çağrı TÜZEMEN / Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi

Doç. Dr. Mine Uslu UYSAL / Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Muharrem KARAASLAN / İskenderun Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa GÜDEN / İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü

Prof. Dr. Oğuzhan YILMAZ / Gazi Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Esra KASAPGİL / İzmir Bakırçay Üniversitesi

Doç. Dr. Fatih AKTAŞ / Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Galip YILMAZ / Ankara Üniversitesi

Dr. Gökhan BAŞMAN / Corex Holding B.V

Prof. Dr. Güney Güven YAPICI / Özyeğin Üniversitesi

Dr. Hakan HAFIZOĞLU / TÜBİTAK Savunma Sanayii
Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü (SAGE)

Prof. Dr. Rahmi ÜNAL / Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Recep Muhammet GÖRGÜLÜARSLAN / TOBB
Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

Prof. Dr. Rıdvan YAMANOĞLU / Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Ulaş YAMAN / Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Yahya Kemal TÜR / Gebze Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Yasemin TABAK / TÜBİTAK Ulusal Metroloji
Enstitüsü (UME)

KONFERANS PROGRAMI

22 EKİM 2025

- 09:30 – 16:50  Metal Tozu Üretim Atölyesi
Metal Eklemeli İmalat Atölyesi
İleri Seramikler Araştırma Atölyesi
Polimer Eklemeli İmalat & Terahertz Atölyesi

23 EKİM 2025

- 08:30 ● Kayıt Başlangıcı
09:00 – 09:30 ● Açılış
09:30 – 11:00 ● Bildiri Sunumları
11:00 – 11:30 ● Çay ve Kahve Arası
11:30 – 12:30 ● Türkiye’de Eklemeli İmalat Paneli
12:30 – 13:30 ● Öğle Yemeği Arası
13:30 – 14:30 ● Savunma Sanayisinde İleri Alışım Paneli
14:30 – 14:55 ● Altın ve Gümüş Sponsor Sunumları
14:55 – 15:20 ● Çay ve Kahve Arası
15:20 – 16:35 ● Bildiri Sunumları
16:35 – 19:00 ● Kültürel Gezi Programı
19:00– 21:00 ● Gala Yemeği

24 EKİM 2025

- 09:30 – 10:15 ● Türkiye’de Metal Tozu Üretim
Çalışmalarının Dünü, Bugünü Ve Yarını
10:15 – 10:40 ● Altın ve Gümüş Sponsor Sunumları
10:40 – 11:10 ● Çay ve Kahve Arası
11:10– 11:55 ● Bildiri Sunumları
11:55 – 13:30 ● Öğle Yemeği Arası
13:30 – 14:30 ● İleri Seramik Teknolojilerinde Güncel
Araştırmalar ve Uygulama Alanları Paneli
14:30 – 15:15 ● Bildiri Sunumları
15:15 – 15:45 ● Çay ve Kahve Arası
15:45 – 17:15 ● Bildiri Sunumları

TÜRKİYE'DE EKLEMELİ İMALAT PANELİ



Dr. Evren TAN

ASELSAN
Malzeme Tasarım
Kıdemli Baş Mühendisi



Prof. Dr. Oğuzhan YILMAZ

TAMA Yönetim Kurulu Başkanı
Gazi Üniversitesi Öğretim Üyesi



Prof. Dr. Ulaş YAMAN

ODTÜ Öğretim Üyesi
KATAMER - Kaynak Teknolojisi ve
Tahribatsız Muayene Merkezi Başkanı



Dr. Remzi Ecmel ECE

TUSAŞ - Türk Havacılık ve Uzay Sanayii
Eklemeli İmalat Müdürü

MODERATÖR

Doç. Dr. Nazım BABACAN



23 EKİM 2025
11.30-12.30



Sivas Bilim ve Teknoloji
Üniversitesi

imeit@sivas.edu.tr



SAVUNMA SANAYİSİNDE İLERİ ALAŞIMLAR PANELİ



Dr. N. Kaan ÇALIŞKAN

TÜBİTAK SAGE
İleri Malzeme Teknolojileri
Grubu Koordinatörü



Doç. Dr. Havva Kazdal ZEYTİN

BAYKAR
Teknoloji Danışmanı



Dr. Rifat YILMAZ

TEI
Alaşım Geliştirme Lideri



Dr. Ömür Can ODABAŞ

TÜBİTAK MAM
Kıdemli Uzman Araştırmacı
Başkan Yardımcılığı, Malzeme ve
Proses Teknolojileri

MODERATÖR

Prof. Dr. Ender KESKİNKILIÇ



23 EKİM 2025
13.30 - 14.30



Sivas Bilim ve Teknoloji
Üniversitesi

imeit@sivas.edu.tr



TÜRKİYE'DE METAL TOZU ÜRETİM ÇALIŞMALARININ DÜNÜ, BUGÜNÜ VE YARINI



Prof. Dr. Rahmi ÜNAL

**Gazi Üniversitesi
Öğretim Üyesi**



Prof. Dr. Ridvan YAMANOĞLU

**Kocaeli Üniversitesi
Öğretim Üyesi**



Çağrı GÜRBÜZ

**Sentes-BİR
Genel Müdür**

MODERATÖR

Dr. Öğr. Üyesi Emre YURTKURAN

imeit@sivas.edu.tr



**24 EKİM 2025
09.30-10.30**



**Sivas Bilim ve Teknoloji
Üniversitesi**



Sivas Bilim ve Teknoloji
Üniversitesi

İLERİ SERAMİK TEKNOLOJİLERİNDE GÜNCEL ARAŞTIRMALAR VE UYGULAMA ALANLARI PANELİ



Prof. Dr. Ebru MENŞUR

ASPİLSAN ENERJİ
Yönetim Kurulu Başkan Vekili
Gebze Teknik Üniversitesi Malzeme Bilimi
ve Mühendisliği Bölüm Başkanı



Doç. Dr. Yasemin TABAK

TÜBİTAK
Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME)
Kuantum Laboratuvarı Sorumlusu V.



Dr. Ozan KARALTI

NUROL TEKNOLOJİ
Ar-Ge Müdürü



Prof. Dr. Alpagut KARA

Sabancı Üniversitesi Nanoteknoloji
Araştırma ve Uygulama
Merkezi (SUNUM) Müdürü

MODERATÖR

Doç. Dr. Betül
KAFKASLIOĞLU YILDIZ



24 EKİM 2025
13.30 - 14.30

imeit@sivas.edu.tr

22 EKİM 2025 - ÇARŞAMBA

Metal Eklemeli İmalat Atölyesi

- 09:30 – 10:30 ➤ **Metal Eklemeli İmalat Nedir?**
- Metal Eİ teknolojisinin tanıtımı
 - Metal Eİ'nin avantajları ve sınırlamaları
 - Metal Eİ uygulamalarının sanayideki yeri
- 10:40 – 11:30 ➤ **Seçici Lazer Ergitme (SLM) ile Üretim için Örnek Parça Tasarımı**
- SLM teknolojisinin genel prensipleri
 - Tasarımda dikkat edilmesi gereken noktalar
 - Örnek parça tasarımı
- 11:30 – 12:30 ➤ **SLM ile Üretim Öncesinde Simufact Additive ile Üretim Simülasyonu**
- Simufact Additive yazılımının tanıtımı
 - Gerilme, çarpılma gibi faktörlerin simülasyonla incelenmesi
 - Simülasyon sonuçlarının parça tasarımına etkisi ve optimizasyon süreci
- 12:30 – 13:30 ➤ **Öğle Yemeği**
- 13:30 – 14:00 ➤ **SLM Cihazı Tanıtımı**
- SLM cihazlarının genel çalışma prensipleri
 - Üretim öncesi SLM cihazının hazırlanması
- 14:10 – 16:00 ➤ **SLM ile Örnek Parça Üretimi**
- Katılımcılarla birlikte seçilen parçaların SLM cihazında üretimi
 - Makine başında parça üretimi sürecinin adım adım izlenmesi
 - Süreç parametrelerinin üretimdeki önemini tartışılması
 - Üretim sonrası kalite kontrolü ve ölçüm teknikleri
- 16:10 – 16:50 ➤ **Atölye Değerlendirmesi ve Soru-Cevap**
- Değerlendirme ve katılımcılar ile üretim sürecinin tartışılması
 - Üretilen parçaların hatıra olarak hediye verilmesi ve sertifika takdimi

Metal Tozu Üretim Atölyesi

- 09:30 – 10:30 ➤ **Toz Metalurjisi Üretim Yöntemleri**
- Toz metalurjisi ile ilgili temel kavramlar
 - Uygulama alanları
 - Parça elde edilme süreci
- 10:40 – 12:30 ➤ **Metal Tozu Üretim Teknikleri**
- Su atomizasyon
 - Gaz atomizasyonu
 - Elektrot indüksiyon gaz atomizasyonu
 - Plazma Atomizasyon
 - Plazma döner elektrot atomizasyonu
- 12:30 – 13:30 ➤ **Öğle Yemeği**
- 13:30 – 14:10 ➤ **VIGA Sisteminin İncelenmesi**
- VIGA sisteminin çalışma prensipleri
 - Parametreler
- 14:10 – 16:10 ➤ **Tozların Karakterizasyonu ve Eklemeli İmalata Uygunluğu**
- Karakterizasyon işlemleri
 - Eklemeli imalata uygunluk
 - Toz özelliklerinin bitmiş parça üzerindeki etkileri
- 16:10 – 16:50 ➤ **Atölye Değerlendirmesi ve Soru-Cevap**
- Değerlendirme ve katılımcılar ile konunun tartışılması
 - Sertifika takdimi

22 EKİM 2025 - ÇARŞAMBA

Polimer Eklemeli İmalat & Terahertz Atölyesi

- 09:30 – 10:30 ➤ **Eklemeli İmalata Giriş ve SLA Teknolojisi**
- Stereolithografi (SLA) yöntemi nedir?
 - SLA'nın avantajları ve sınırlamaları
 - Uygulama alanları: mühendislik, biyomedikal, optik, tasarım
- 10:40 – 12:30 ➤ **SLA ile Üretim İçin Parça Tasarımı**
- SLA üretim süreci için tasarım kriterleri
 - Destek yapılarının önemi ve yerleşimi
 - SolidWorks ile örnek parça tasarımı
 - Dilimleme (slicer) yazılımları ve baskı ön hazırlığı
- 12:30 – 13:30 ➤ **Öğle Yemeği**
- 13:30 – 14:10 ➤ **SLA 3B Yazıcısının Tanıtımı**
- Reçine türleri ve malzeme seçiminde dikkat edilmesi gerekenler
 - Baskı ayarlarının (katman kalınlığı, UV gücü, süre) belirlenmesi
- 14:10 – 16:10 ➤ **SLA ile Örnek Parça Üretimi**
- Katılımcılar tarafından tasarlanan parçaların yazıcıya aktarılması
 - Üretim sürecinin izlenmesi
 - Reçine kalıntıların temizlenmesi (IPA temizleme, UV kürleme)
 - Son işleme teknikleri hakkında genel bilgi
- 16:10 – 16:50 ➤ **Atölye Değerlendirmesi ve Soru-Cevap**
- Katılımcıların sorularının paylaşması
 - Sertifika takdimi

Seramik Eklemeli İmalat Atölyesi

- 09:30 – 10:30 ➤ **Seramik Eklemeli İmalat Nedir?**
- Seramik Eİ teknolojisinin tanıtımı
 - Seramik Eİ'nin avantajları ve sınırlamaları
 - Seramik Eİ uygulama alanları
- 10:40 – 12:30 ➤ **Stereolithografi (SLA) ile Üretim için Örnek Parça Tasarımı**
- Seramik SLA teknolojisinin genel prensipleri ve avantajları
 - Tasarımda dikkat edilmesi gereken noktalar
 - Solidworks ile örnek parça tasarımı
- 12:30 – 13:30 ➤ **Öğle Yemeği**
- 13:30 – 14:10 ➤ **Seramik SLA Cihazı Tanıtımı**
- Seramik SLA cihazının çalışma prensibi
 - Üretim parametrelerinin ayarlanması
- 14:10 – 16:10 ➤ **Seramik SLA Cihazı ile Örnek Parça Üretimi**
- Katılımcılarla birlikte hazırlanan parçaların cihazda üretimi
 - Parça üretimi sürecinin adım adım izlenmesi
 - Temizleme istasyonunda parçaların temizlenmesi
 - Yaş numune üretimi sonrası ısıtma işlemi ve sinterleme süreçleri hakkında bilgilendirme
- 16:10 – 16:50 ➤ **Atölye Değerlendirmesi ve Soru-Cevap**
- Katılımcıların sorularının paylaşması
 - Sertifika takdimi

23 EKİM 2025 - PERŞEMBE

08:30	Kayıt Başlangıç
09:00 – 09:30	Açılış Programı

09:30 – 11:00 Salon - 1	Oturum Başkanı: Dr. Güher Pelin Toker	
	Binnur Sağbaş Tolga Mert Aslı Günay Bulutsuz Lukasz Zrodowski Tomasz Choma	Dental Metal Eklemeli İmalatta Sürdürülebilirlik Yaklaşımları
	Mertcan Başkan Erkan Buğra Türeyen Orkun Umur Önem	DED Prosesi Sonrasında Elektroşekillendirme ile Oluşturulan Katmanın Taban Malzemesinden Ayrılma Davranışının İncelenmesi
	Guher Pelin Toker Umut Çalışkan	Eklemeli İmalat Yöntemiyle Üretilmiş Ti-6Al-4V Alaşımının Yüksek Şekil Değiştirme Hızı Davranışının SHPB Testleri ile İncelenmesi
	Ömer Faruk Yazıcı Yahya Işık	Metal Eklemeli İmalat Endüstrisinde Konformal Soğutma Kanalları için Parametre Optimizasyonu Çalışması
	Gökhan Çelik C. Hakan Gür Caner Şimşir	Seçici Lazer Toz Yatağı Eklemeli İmalat Yöntemi ile Üretilmiş 17-4 PH Paslanmaz Çeliğinde Eklemeli İmalat Proses Parametrelerinin Kalıntı Gerilimlerine Etkisi
	Deniz Aktürk Emre Yurtkuran	Düşük Hızlarda Sıvı Metalin Parçalanma Mekanizmasının Tespitine Yönelik Çift Fazlı Gaz Atomizasyon İşleminin Sayısal Analizi

09:30 – 11:00 Salon - 2	Oturum Başkanı: Prof. Dr. Burak Bal	
	Ahmet Pınarbaşlı Hüseyin Cemal Taştan	Hava Aracı için ŞHA (Şekil Hafızalı Alaşım) Tahrikli İniş Takımı Kilit Mekanizmasının Tasarımı ve Optimizasyonu

	Samet Can Akçay Mahmut Esad Aslan	
	Sami Pekdemir Burhanettin Tuzcu	Subsonik Seyir Hızlarında Kullanılan Füzelerde Kanatçık Sistemleri için Alüminyum ve Karbon Fiber Malzemelerin Yapısal Performansı
	Fikret Yıldız	Kapasitif Mikroışlenmiş Ultrasonik Çevirgeç (KMUÇ) Üretiminde Kullanılan LTCC Alttaş
	Abuzer Açıkgöz Bülent Aktaş Gökhan Demircan	DLP ile Üretilen BaO Katkılı Al ₂ O ₃ Seramiklerde Yoğunluk, Faz Davranışı ve Mekanik Dayanım Üzerine Sistematik Bir İnceleme
	Burhanettin Tuzcu Doğukan Canbulat Sami Pekdemir	Yüksek İrtifa Sonda Roketlerinde Kanatçık Malzemesi Seçimi: Karbonfiber ve Alüminyum 7075 Karşılaştırması
	Selin Ada Mert Korkut Çoban Demircan Canadınç Burak Bal	Hidrojen Gevrekliği ve Güncel Yaklaşımlar

11:00 – 11:30	Çay ve Kahve Arası
11:30 – 12:30	Türkiye’de Eklemeli İmalat Paneli
12:30– 13:30	Öğle Yemeği Arası
13:30 – 14:30	Savunma Sanayisinde İleri Alaşımlar Paneli
14:30 – 14:55	Altın ve Gümüş Sponsor Sunumları Altın Sponsor: Vital Metal – Gia Foreign Trade Gümüş Sponsor: 3D Ceram- Nova Analitik Teknolojiler
14:55 – 15:20	Çay ve Kahve Arası

	Oturum Başkanı: Prof. Dr. Munise Didem Demirbaş
--	--

15:20– 16:20 Salon - 1	Erhan Balcı Hasan Hüseyin Sarıkaya	FDM Teknolojisiyle Üretilen Termoplastiklerin Çekme Dayanımına Baskı Parametrelerinin Etkisi
	Alptuğ Öztaşkın Ulaş Yaman	Periyodik Kafes Yapılarda Kontrollü Anizotropi için Üretken Tasarım Yaklaşımı
	Mahmut Özer	Eğimli Yüzeylere Sahip FDM-PLA Numunelerde Lazer Parlatma ile Yüzey Pürüzlülüğünün İyileştirilmesi
	Umut Çalışkan Çağlar Sevim M. Didem Demirbaş Safa Ekrikaya Mevlüt Hakan	Eklemeli İmalatla Üretilmiş Polimerik Gyroid Yapıların Yüksek Şekil Değiştirme Hızı Altındaki Dinamik Davranışı

15:20– 16:35 Salon - 2	Oturum Başkanı: Doç. Dr. Recep M. Görgülüarslan	
	Barış Çetin Uğur Türkyılmaz Mertcan Kırac Fırat Güleç	17-4 PH Malzeme ve Seçici Lazer Ergitme Yöntemi ile Üretilmiş Mühimmat Yükleme Dişlisi ve Kilit Mesneti Parçasının Optimizasyonu ve Deneysel Doğrulanması
	Kenan Yılmaz Recep M. Görgülüarslan	İzotropik Özelliklere Sahip Bir Kafes Hücre Tasarımı ve Eklemeli İmalat ile Üretimi
	Hakan Hafızoğlu Mehmet Sarper Yavuz	Alüminanın Farklı Dinamik Gerinme Hızlarındaki Mekanik Davranışlarının İncelenmesi
	İbrahim Korkut	Stereolitografide Kullanılan Fotokürlenebilir Reçineler
	Yusuf Kavun Selami Eken	DLP 3B Baskı Teknolojisiyle Üretilen Kolemanit Katkılı Fotopolimer Kompozitlerin Gama Işını Zayıflatma Özelliklerinin İyileştirilmesi

16:35 – 19:00	Kültürel Gezi Programı
19:00 – 21:00	Gala Yemeği

24 EKİM 2025 - CUMA

09:30 – 10:15	Türkiye’de Metal Tozu Üretim Çalışmalarının Dünü, Bugünü ve Yarını Paneli
10:15 – 10:40	Altın ve Gümüş Sponsor Sunumları Altın Sponsor: Infotron Gümüş Sponsor: Aselsan
10:40 – 11:10	Çay ve Kahve Arası

11:10 – 11:55 Salon - 1	Oturum Başkanı: Doç. Dr. Binnur Sağbaş	
	Beytullah Aydoğan	Metal Çoklu Malzeme Eklemeli İmalatta Zorluklar ve Fırsatlar
	Arda Süren Jonas Galle Muhammed Taha Yıldız Nazım Babacan	Ergiyik Metal Biriktirme Yöntemiyle Üretilen Al4043 Alaşım Parçaların Üretim Kalitesinin Değerlendirilmesi
	Hüseyin Can Aksa Kutay Çava Altuğ Uşun Hüseyin İpek Mustafa Aslan	BT Tabanlı Tasarım Ve Metal Katmanlı İmalat Kullanılarak Sağ Mandibula Rekonstrüksiyonu için Kişiselleştirilmiş Gonial İmplant

11:10 – 11:55 Salon - 2	Oturum Başkanı: Doç. Dr. Kholoud Elmabruk	
	Abdulkadir Orak Furkan Naziker Ali Kalyon	Latis Yapıların ve Kürlenme Sürelerinin Dental Reçinelerde Çekme Dayanımına Etkisinin İncelenmesi
	Hikmet Ayberk Güngör Binnur Sağbaş	FDM ile Üretilmiş ABS Parçaların Post-Proses İşlemler Sonrası Yüzey Pürüzlülüğünün Makine Öğrenmesine Dayalı Tahmini
	Yusuf Torun Kağan Murat Pürlü Şekip Dalgaç Kholoud Elmabruk	Terahertz Uygulamaları için Yüksek Performanslı 3B Baskılı Boşluklu Çekirdekli Antirezonans Negatif Eğrilikli Dalga Kılavuzu

12:10 – 13:30	Öğle Yemeği Arası
13:30 – 14:30	İleri Seramik Teknolojilerinde Güncel Araştırmalar ve Uygulama Alanları Paneli

14:30 – 15:15 Salon - 1	Oturum Başkanı: Dr. Elif Kabakcı	
	Elif Işık Betül Kafkaslıoğlu Yıldız Ali Suat Yıldız	SLA Esaslı Eklemeli İmalat Yöntemiyle Üretilen ZrO ₂ İleri Seramik Balpeteği Yapıların Eğilme Dayanımlarının İncelenmesi
	Elif Kabakcı	Enerji Uygulamaları için Seramik Malzemelerin SLA Tabanlı Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisi ile Üretimi: Güncel Durum ve Geleceğe Bakış
	Yusuf Özdemir Emre Yurtkuran Kholoud Elmabruk	Terahertz Tahribatsız Muayene Yönteminin Eklemeli İmalat ile Üretilen Parçalarda Kullanım Potansiyeli

14:30 – 15:15 Salon - 2	Oturum Başkanı: Doç. Dr. Mustafa Aslan	
	Sezin Selamoğlu Ali Fallah	Ergiyik Yığılma Modelleme Yöntemiyle Doğrudan 4B Baskısı Yapılmış PLA'nın Termal Olarak Tetiklenen Şekil Hafıza Davranışının Deneysel Karakterizasyonu
	Ahmet Berkay Günyaktı Mine Uslu Uysal Güher Pelin Toker	Dental Uygulamalarda Yer Alan Titanyum Mesh Yapılarının Sonlu Elemanlar Analizi ile İncelenmesi
	Nihan Şengökmen Özsöz	Hiyerarşik Gözenekli Polimerlerin Eklemeli İmalat ile Üretimi

DENTAL UYGULAMALARDA YER ALAN TİTANYUM MESH YAPILARININ SONLU ELEMANLAR ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

Ahmet Berkay GÜNYAKTI

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye,
berkay.gunyakti@std.yildiz.edu.tr

Mine USLU UYSAL

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, mineuslu@yildiz.edu.tr

Güher Pelin TOKER

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, guhertoker@sivas.edu.tr

Özet

Bu sunulan çalışmada, dental uygulamalarda kullanılan, eklemeli imalat ile üretilen, Ti-6Al-4V titanyum mesh yapıların biyomekanik performansı kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Titanyum alaşımlı implant ile canlı kemik arasındaki arayüz bölgesi uyumu kritik öneme sahiptir. Ti6Al4V alaşımı, biyouyumluluğu, korozyon direnci ve yüksek mekanik dayanımı sayesinde dental implantolojide yaygın olarak tercih edilmektedir. Sunulan çalışmada, titanyum mesh modelleri literatür verileri temel alınarak oluşturulmuş ve gerçekçi cerrahi senaryolarla uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır. Üretimden önce, implant kemik arayüzünde oluşan gerilme dağılımlarının daha gerçekçi biçimde öngörülmesi için sonlu elemanlar yöntemi kullanılmıştır. Ara yüzeylerin katı cisim mekaniği temelli modellenmesi yapılmıştır.

Ti-6Al-4V titanyum mesh yapısı, üç değişken plak kalınlığı (0.2, 0.3 ve 0.4 mm) ve dairesel yapı geometrisi boşluğu dikkate alınarak modellenmiştir. Kortikal ve trabeküler kemik dokuları ile Ti6Al4V alaşımı homojen ve izotropik malzemeler olarak kabul edilmiştir. Sonlu eleman analizlerinde yer alan sınır koşullarında, kemik dokusunun anatomik özellikleri dikkate alınmıştır. Ti-mesh ile greft arasında sürtünmeli kontak bağlantıları tanımlanmıştır ($\mu = 0.2$). Bunun dışında kalan tüm sistem bileşenleri birbirine tam korelasyonlu şekilde bağlanmıştır. Bu katı cisim mekaniği temelli yaklaşım, implant kemik arayüzünde oluşan gerilme dağılımlarının daha gerçekçi biçimde incelenmesini sağlamıştır. Elde edilen sonlu elemanlar analiz sonuçları, Ti6Al4V mesh yapıların biyolojik dokularla etkin entegrasyon sağladığını ve kemik rejenerasyonunu desteklediğini göstermektedir. Plak kalınlığının ve dairesel yapı geometrisinin biyomekanik performansa etkileri, modellerdeki gerilme dağılımları dikkate alınarak detaylı olarak karşılaştırılmıştır. Tüm modellerde, Von Mises gerilmeleri alaşımın akma dayanımının altında kalarak güvenli sınırlar içinde bulunmuştur. Sonuç olarak, Ti6Al4V titanyum mesh yapıların farklı kalınlık ve farklı yapı geometrisi boşluklarının hem mekanik hem biyolojik açıdan güvenilir olduğu, kişiye özel implant tasarımlarında uzun dönem kullanım için yüksek potansiyel taşıdığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelime: Titanyum mesh, eklemeli imalat, sonlu elemanlar analizi

FINITE ELEMENT ANALYSIS OF TITANIUM MESH STRUCTURES USED IN DENTAL APPLICATIONS

Ahmet Berkay GUNYAKTI

Yıldız Technical University, Department of Mechanical Engineering, Istanbul, Türkiye,
berkay.gunyakti@std.yildiz.edu.tr

Mine USLU UYSAL

Yıldız Technical University, Department of Mechanical Engineering, Istanbul, Türkiye, mineuslu@yildiz.edu.tr

Guher Pelin TOKER

Sivas University of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering, Sivas, Türkiye,
guhertoker@sivas.edu.tr

Abstract

In the present study, the biomechanical performance of Ti-6Al-4V titanium mesh structures, manufactured by additive manufacturing and commonly used in dental applications, has been comprehensively investigated. The compatibility of the interface region between the titanium alloy implant and the living bone is of critical importance. Due to its biocompatibility, corrosion resistance, and high mechanical strength, the Ti-6Al-4V alloy is widely preferred in dental implantology. In this study, titanium mesh models were developed based on data from the literature and designed to be consistent with realistic surgical scenarios. Prior to fabrication, the finite element method was employed to predict the stress distributions occurring at the implant bone interface in a more realistic manner. The interfaces were modeled on the basis of solid mechanics principles.

The Ti-6Al-4V titanium mesh structure was modeled by considering three variable plate thicknesses (0.2, 0.3, and 0.4 mm) and a circular structural pattern with defined voids. Cortical and trabecular bone tissues, as well as the Ti-6Al-4V alloy, were assumed to be homogeneous and isotropic materials. In the finite element analyses, boundary conditions were defined by taking into account the anatomical characteristics of the bone tissue. Frictional contact interactions were introduced between the Ti-mesh and the graft ($\mu = 0.2$), while all other system components were connected with full correlations. This solid mechanics-based approach enabled a more realistic assessment of the stress distributions at the implant–bone interface. The results of the finite element analyses demonstrated that Ti-6Al-4V mesh structures provide effective integration with biological tissues and support bone regeneration. The effects of plate thickness and circular structural pattern on biomechanical performance were compared in detail by evaluating the stress distributions within the models. In all cases, the Von Mises stresses remained below the yield strength of the alloy, indicating safe mechanical performance.

In conclusion, the study reveals that Ti-6Al-4V titanium mesh structures with varying thicknesses and structural patterns are mechanically and biologically reliable, carrying high potential for long-term application in custom implant designs.

Keywords: Titanium mesh, additive manufacturing, finite element analysis

DÜŞÜK TERMAL GENLEŞMELİ ALAŞIMLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN HIZLI KATILAŞTIRMA YÖNTEMİ İLE GELİŞTİRİLMESİ

Mehmet KUL

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, mkul@sivas.edu.tr

Bekir AKGÜL

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Uçak Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, bekirakgul@sivas.edu.tr

Özet

Havacılık, savunma ve uzay endüstrileri açısından kritik bir malzeme olan, %36 nikel içeren demir esaslı invar 36 alaşımı, son derece düşük termal genleşme katsayısı sayesinde vazgeçilmezdir. İvmeölçerler, kompozit kalıpları, cam-metal contalamaları, hermetik paketlemeler ve opto-mekanik bileşenler gibi alanların yanı sıra TV maskesi gibi yüksek hassasiyetli elektronik uygulamalarda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, östenitik kristal yapısı alaşıma belirgin bir süneklik kazandırmakta, bu da görece düşük mekanik dayanımla sonuçlanarak kullanım alanlarını sınırlandırmaktadır. Ayrıca, zor işlenebilirliği üretim maliyetlerini yükseltmektedir. İnvar 36'nın mekanik özelliklerini iyileştirmek amacıyla çökeltme sertleşmesi (alaşım elementi ilavesi), tane inceltme ve aşırı plastik deformasyon yöntemleri denenmiştir. Literatürde rapor edilen bu yaklaşımlar, sertlik ve çekme mukavemetini artırsa da alaşımın benzersiz manyeto-büzülme özelliğini bozarak termal genleşme katsayısında belirgin artışa yol açmaktadır. Özellikle aşırı plastik deformasyon, mukavemeti artırırken yüksek kalıntı gerilme ve dislokasyon yoğunluğuna neden olarak sıcaklık yükselmeleri sırasında ani ve öngörülemeyen genleşme davranışları ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışmada, hızlı katılaştırma tekniklerinden eriyik eğirme yöntemi kullanılarak invar 36 alaşımı, literatürde ilk kez şerit formunda ve yaklaşık 10^6 °C s⁻¹ mertebesinde soğuma hızlarıyla üretilmiştir. Elde edilen şeritlerde sertlik, geleneksel döküm yöntemleriyle üretilen numunelere kıyasla iki kattan fazla artmış, 180 HV'den ~400 HV seviyesine ulaşmıştır. Kalınlıkları 20–120 µm, uzunlukları ortalama 200 mm olan bu şeritlerde, bakır diske temas eden yüzeylerde taneler nanoskopik boyutlara kadar incelmış; hava ile temas eden bölgelerin ortalama tane boyutu ise ~2 µm olarak belirlenmiştir. Böylece, mekanik özellikler önemli ölçüde artırılırken düşük termal genleşme karakterinin korunmasına yönelik umut vaat eden bir süreç geliştirilmiştir.

Anahtar Kelime: İnvar 36, termal genleşme, hızlı katılaştırma, eriyik eğirme.

IMPROVEMENT OF MECHANICAL PROPERTIES OF LOW THERMAL EXPANSION ALLOYS BY RAPID SOLIDIFICATION

Mehmet KUL

Sivas University of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering, Sivas, Türkiye,

mkul@sivas.edu.tr

Bekir AKGUL

Sivas University of Science and Technology, Department of Aeronautical Engineering, Sivas, Türkiye

bekirakgul@sivas.edu.tr

Abstract

Invar 36, an iron-nickel alloy with an extremely low thermal expansion coefficient, is a critical material for the aviation, defense, and space industries. Its applications are extensive, including but not limited to accelerometers, composite molds, glass-metal seals, hermetic packaging, opto-mechanical components, and high-precision electronic applications such as TV masks. However, the alloy's austenitic crystal structure affords it significant ductility, resulting in comparatively low mechanical strength and thus limiting its applications. Moreover, the enhanced difficulty of its machinability has been demonstrated to result in elevated production costs. In an effort to enhance the mechanical properties of Invar 36, various methods have been employed, including precipitation hardening (the addition of alloying elements), grain refinement, and severe plastic deformation. While these approaches have been demonstrated to enhance hardness and tensile strength, they concomitantly impair the alloy's distinctive magnetostriction property, thereby markedly increasing the thermal expansion coefficient. It has been demonstrated that severe plastic deformation increases strength; however, it concomitantly leads to the accumulation of high residual stress and dislocation density. This phenomenon results in sudden and unpredictable expansion behavior during periods of temperature increase. In this study, Invar 36 was produced in ribbon form for the first time using the melt spinning method, a rapid solidification technique, with cooling rates of approximately 10^6 °C/s. The hardness of the obtained strips increased by more than twofold compared to samples produced using traditional casting methods, reaching levels ranging from 180 to approximately 400 HV. The thickness of these strips ranges from 20 to 120 μm , with an average length of 200 mm. The grains on the surfaces that were in contact with the copper disk were refined to nanoscopic sizes. The mean grain size in regions that were in contact with air was determined to be approximately 2 μm . Consequently, a promising process has been developed that significantly improves mechanical properties while maintaining the characteristic of low thermal expansion.

Keywords: Invar 36, thermal expansion, rapid solidification, melt spinning.

GAZ ATOMİZASYONU İLE DEMİR VE DEMİR DIŞI METAL TOZLARININ ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU

Onur MURATAL

Kocaeli Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye,
onurmurata@gmail.com.tr

Rıdvan YAMANOĞLU

Kocaeli Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye,
ryamanoglu@kocaeli.edu.tr

Özet

Atomizasyon, ergimiş metalin yüksek basınç altında bir nozülünden geçirilerek damlacıklara dönüştürülmesi olarak basitçe tanımlanabilir. Bu üretim yaklaşımının temel prensibi, serbest düşen ergiyik demetinin yüzey gerilimi etkisiyle damlacıklara ayrılmasıdır. Atomizasyon tekniği hem küresel hem de düzensiz yapıya sahip metal tozlarının üretiminde kullanılabilir. Ergiyik metalin yüksek basınçlı azot, argon veya hava gazları ile ince damlacıklara kolaylıkla parçalanabilmesi nedeniyle gaz atomizasyonu, demir esaslı metal tozları ve demir dışı metal tozlarının üretiminde yaygın olarak kullanılan yöntem haline gelmiştir. Gaz atomizasyonu yöntemi ile küresel şekilli ve yüksek saflıkta tozların üretimi mümkündür. Üretilen tozların fonksiyonel özellikleri, otomotiv, havacılık, savunma, elektronik, biyosensörler, enerji ve güç sistemleri ile akıllı ambalaj gibi birçok sektörde geniş kullanım alanı bulmaktadır. Kullanılacak tozların özellikleri nihai parçanın performansı doğrudan etkilemektedir. Gaz atomizasyon işleminde kullanılan parametreler üzerinden tozların şekli, boyutu ve saflığı gibi özellikleri belirlenir. Bu parametrelerin başında nozul tipi, ergiyik akış tüpü, aspirasyon basıncı, atomizasyon gaz basıncı, ergiyik sıcaklığı ve atomizasyon atmosferi gelmektedir. Bu çalışmada çeşitli demir esaslı ve demir dışı metal tozlarının üretimi gerçekleştirilmiş ve farklı atomizasyon parametrelerinin toz özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen tozların yüzey ve şekil karakterizasyonları taramalı elektron mikroskobu ile gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelime: Toz metalurjisi, gaz atomizasyonu, demir esaslı tozlar, demir dışı tozlar, partikül karakterizasyonu.

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF FERROUS AND NON-FERROUS METAL POWDERS BY GAS ATOMIZATION

Onur MURATAL

Kocaeli University, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Kocaeli, Türkiye,
onurmuratal@gmail.com.tr

Rıdvan YAMANOGLU

Kocaeli University, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Kocaeli, Türkiye,
ryamoglu@kocaeli.edu.tr

Abstract

Atomization can be simply defined as the conversion of molten metal into droplets by being forced through a nozzle under high pressure. The fundamental principle of this production approach is the disintegration of the free-falling molten stream into droplets under the effect of surface tension. The atomization technique can be used for the production of metal powders with both spherical and irregular morphologies. Due to the ease with which molten metal can be fragmented into fine droplets by high-pressure nitrogen, argon, or air gases, gas atomization has become a widely used method in the production of both ferrous and non-ferrous metal powders. By means of the gas atomization method, it is possible to produce powders with spherical morphology and high purity. The functional properties of the produced powders provide a wide range of applications in many sectors such as automotive, aerospace, defense, electronics, biosensors, energy and power systems, and smart packaging. The properties of the powders to be used directly affect the performance of the final part. Properties such as shape, size, purity of the powders are determined by the parameters used in the gas atomization process. The most important of these parameters are nozzle type, melt delivery tube, aspiration pressure, atomization gas pressure, melt temperature, and atomization atmosphere. In this study, the production of various ferrous and non-ferrous metal powders was carried out, and the effects of different atomization parameters on powder properties were investigated. The surface and morphological characterizations of the obtained powders were performed by scanning electron microscopy (SEM).

Keywords: Powder metallurgy, gas atomization, ferrous powders, non-ferrous powders, particle characterization.

CoCrMo ALAŞIMLI İMPLANT MALZEMESİNİN GELİŞMİŞ YÜZEY KALİTESİ İÇİN SEÇİCİ LAZER ERİTME PARAMETRELERİNİN OPTİMİZASYONU

Adem ŞAHİN

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Divriği Nuri Demirağ Meslek Yüksekokulu, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye, ademsahin@cumhuriyet.edu.tr

Barış ÖZLÜ

Aksaray Üniversitesi, Aksaray Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Aksaray, Türkiye, barisozlu@aksaray.edu.tr

Fulya CEMALOĞLU

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Erzincan, Türkiye, fulya.cirakoglu@erzincan.edu.tr

Halil DEMİR

Karabük Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, Karabük, Türkiye, hdemir@karabuk.edu.tr

Özet

CoCrMo (Kobalt-Krom-Molibden) alaşımları, yüksek aşınma direnci, biyouyumluluk ve korozyon dayanımı gibi üstün özellikleri nedeniyle özellikle ortopedik ve diş hekimliği implantlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda, karmaşık geometrilerin üretilmesi, yüksek boyutsal hassasiyetin sağlanabilmesi ve malzeme israfının minimize edilebilmesi gibi avantajları sayesinde eklemeli imalat (Additive Manufacturing, AM) yöntemleri, bu alaşımın üretiminde önemli bir alternatif haline gelmiştir. Bu çalışmada, seçici lazer eritme (Selective Laser Melting, SLM) yöntemi ile üretilen CoCrMo implant numunelerinde üretim parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi deneysel olarak araştırılmış ve optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, üç farklı lazer gücü (P, 135–155–175 W), üç farklı tarama hızı (V, 450–550–650 mm/sn) ve üç farklı tarama mesafesi (h, 0,025–0,045–0,065 mm) değişkenleri esas alınarak Taguchi L9 deney tasarımı uygulanmıştır. Elde edilen veriler, varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiş ve her parametrenin yüzey kalitesi üzerindeki istatistiksel etkisi belirlenmiştir. Deneysel sonuçlar, lazer gücünün artırılmasının yüzey pürüzlülüğü değerlerini azalttığını göstermiştir. Buna karşın, tarama mesafesi ve tarama hızının artırılması yüzey pürüzlülüğünü olumsuz etkileyerek artmasına neden olmuştur. Deneysel bulgulara göre, en düşük yüzey pürüzlülüğü 0,025 mm tarama mesafesi, 155 W lazer gücü ve 550 mm/sn tarama hızı koşullarında 7,662 µm olarak ölçülmüştür. Ancak yapılan istatistiksel analizler sonucunda, en düşük yüzey pürüzlülüğünü veren S/N oranı 0,025 mm tarama mesafesi, 175 W lazer gücü ve 450 mm/sn tarama hızı olarak belirlenmiştir. Bu parametre kombinasyonu Taguchi L9 dizininde yer almadığından, belirlenen optimum koşullarda doğrulama deneyleri yapılmıştır. Doğrulama deneyleri sonucunda, en düşük yüzey pürüzlülüğü 4,394 µm olarak elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi (ANOVA) sonucunda, yüzey pürüzlülüğü üzerine en yüksek etki %46,39 ile tarama mesafesi olurken, bunu sırasıyla %18,21 ile tarama hızı ve %14,56 ile lazer gücü izlemiştir. Elde edilen sonuçlar, hem biyomedikal uygulamalarda daha uzun ömürlü ve güvenilir implant tasarımlarına katkı sağlamakta hem de SLM sürecinin endüstriyel ölçekte daha verimli kullanılmasına olanak tanımaktadır.

Anahtar Kelime: CoCrMo alaşımları, Seçici Lazer Eritme (SLM), Yüzey Pürüzlülüğü, İstatistiksel Analiz.

OPTIMIZATION OF SELECTIVE LASER MELTING PARAMETERS FOR ENHANCED SURFACE QUALITY OF CoCrMo ALLOY IMPLANTS

Adem SAHİN

Sivas Cumhuriyet University, Divriği Nuri Demirağ Vocational School, Department of Motor Vehicles and Transportation Technologies, Sivas, Türkiye, ademsahin@cumhuriyet.edu.tr

Barış OZLU

Aksaray University, Aksaray Technical Sciences Vocational School, Department of Machinery and Metal Technologies, Aksaray, Türkiye, barisozlu@aksaray.edu.tr

Fulya CEMALOĞLU

Erzincan Binali Yıldırım University, Vocational School, Department of Machinery and Metal Technologies, Erzincan, Türkiye, fulya.cirakoglu@erzincan.edu.tr

Halil DEMİR

Karabük University, Faculty of Technology, Department of Manufacturing Engineering, Karabük, Türkiye, hdemir@karabuk.edu.tr

Abstract

Cobalt-Chromium-Molybdenum (CoCrMo) alloys are widely used in orthopedic and dental implants due to their superior wear resistance, biocompatibility, and corrosion resistance. In recent years, additive manufacturing (AM) techniques have become a significant alternative for producing these alloys, owing to their ability to fabricate complex geometries, achieve high dimensional accuracy, and minimize material waste. In this study, the effects of Selective Laser Melting (SLM) process parameters on the surface roughness of CoCrMo implant specimens were experimentally investigated, and their optimization was carried out. Three different laser powers (P : 135–155–175 W), three scanning speeds (V : 450–550–650 mm/s), and three hatch spacings (h : 0.025–0.045–0.065 mm) were examined based on the Taguchi L9 orthogonal array design. The experimental data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) to determine the statistical significance and contribution of each parameter to surface quality. The results revealed that increasing laser power reduced surface roughness values, whereas increasing hatch spacing and scanning speed adversely affected surface quality, leading to higher roughness. The lowest surface roughness measured in the experiments was 7.662 μm under 0.025 mm hatch spacing, 155 W laser power, and 550 mm/s scanning speed. However, the statistical analysis indicated that the optimal signal-to-noise (S/N) ratio occurred at 0.025 mm hatch spacing, 175 W laser power, and 450 mm/s scanning speed. Since this parameter combination was not included in the original Taguchi L9 array, confirmation experiments were performed under these conditions. As a result of verification experiments, the lowest surface roughness was obtained as 4.394 μm . ANOVA results showed that hatch spacing had the highest influence on surface roughness (46.39%), followed by scanning speed (18.21%) and laser power (14.56%). The findings contribute to the development of longer-lasting and more reliable implant designs in biomedical applications, while enabling more efficient industrial-scale use of the SLM process.

Keywords: CoCrMo alloys, Selective Laser Melting (SLM), Surface Roughness, Statistical Analysis.

DLP İLE ÜRETİLEN BaO KATKILI Al₂O₃ SERAMİKLERDE YOĞUNLUK, FAZ DAVRANIŞI VE MEKANİK DAYANIM ÜZERİNE SİSTEMATİK BİR İNCELEME

Abuzer AÇIKGÖZ

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye
a.abuzer@harran.edu.tr

Bülent AKTAŞ

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye
baktas@harran.edu.tr

Gökhan DEMİRCAN

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye
gdemircan@harran.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, BaO katkılı Al₂O₃ esaslı biyoseramiklerin DLP (Digital Light Processing) tipi 3D yazıcı ile üretimi gerçekleştirilmiş ve fiziksel, yapısal ve mekanik özellikleri sistematik olarak değerlendirilmiştir. Araştırmada, katkı oranları %1, %3, %5 ve %10 olarak belirlenmiş; bulamaç optimizasyonu ve performans arasındaki ilişkiler ortaya konmuştur. Optimizasyonlar sonucunda %70 katı içerikli seramik bulamacı hazırlanmıştır. Hazırlanan bulamaçlar ile numuneler DLP tipi yazıcıda yüksek hassasiyetle üretilmiştir. Bağlayıcı uzaklaştırma işlemi DTA-TGA analizleri temel alınarak azot atmosferinde gerçekleştirilmiş, ardından numuneler 1600 °C’de 5 saat boyunca sinterlenmiştir.

Yoğunluk analizleri, %3 BaO katkısının en yüksek hacimsel (3.819 g/cm³) ve bağıl yoğunluk (%94.95) sağladığını, büzülme analizleri ise aynı grupta %57,9 gibi yüksek bir hacimsel büzülme oranı elde edildiğini göstermiştir. XRD analizleri, α-Al₂O₃’a ek olarak BaAl₂O₄, BaAl₁₂O₁₉ ve Ba₄Al₂O₇ fazlarının oluştuğunu ortaya koymuştur. SEM mikroyapı görüntüleri, AB3 numunesinin homojen, yoğun ve gözeneksiz bir yapı sergilediğini; ortalama tane boyutunun 2.317 µm olduğunu göstermiştir. SEM-EDX ve renkli haritalama analizleri, %3 katkıda Ba elementinin eşit dağıldığını, %10 katkıda ise faz ayrışması ve segregasyon eğilimi gösterdiği ortaya koyulmuştur.

Mekanik özellikler açısından, %3 BaO katkılı örneğin performans açısından en optimum katkı oranı olduğu görülmüştür. AB3 örneğinde Vickers sertlik değeri 16.790 GPa, kırılma tokluğu 6.415 MPa·m^{1/2}, eğilme dayanımı 315.86 MPa ve basma dayanımı 1192.31 MPa olarak ölçülmüştür. Bu artışlar, katkı ile birlikte mikroyapı homojenliğinin ve sinterleme veriminin artmasına bağlanmıştır. Ancak, %5 ve özellikle %10 katkılı numunelerde, ikincil faz birikimi ve gözenekliliğe bağlı olarak mekanik değerlerde belirgin düşüşler gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, %3 BaO katkısı, Al₂O₃ seramiklerde en yüksek yoğunluk, en homojen mikroyapı ve en üstün mekanik özellikleri sağlamıştır. Bu katkı oranında elde edilen kontrollü faz oluşumu ve düşük porozite, kırılma tokluğu ve mukavemet üzerinde olumlu etkiler yaratmıştır. Çalışma, katkı miktarının dikkatli optimizasyonu ile DLP tabanlı seramik üretiminde performansın belirleyici biçimde yönlendirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelime: BaO, Al₂O₃ esaslı seramikler, DLP 3D baskı, mikroyapı, mekanik özellikler

A SYSTEMATIC INVESTIGATION ON DENSITY, PHASE BEHAVIOR, AND MECHANICAL STRENGTH OF BaO-DOPED Al₂O₃ CERAMICS FABRICATED VIA DLP

Abuzer ACIKGOZ

Mechanical Engineering Department, Engineering Faculty, Harran University, Sanliurfa, Turkey
a.abuzer@harran.edu.tr

Bulent AKTAS

Mechanical Engineering Department, Engineering Faculty, Harran University, Sanliurfa, Turkey
baktas@harran.edu.tr

Gokhan DEMIRCAN

Mechanical Engineering Department, Engineering Faculty, Harran University, Sanliurfa, Turkey
gdemircan@harran.edu.tr

Abstract

This In this study, BaO-doped Al₂O₃-based bioceramics were fabricated using a Digital Light Processing (DLP) 3D printer, and their physical, structural, and mechanical properties were systematically evaluated. BaO was added at concentrations of 1%, 3%, 5%, and 10% by weight, and the relationship between slurry optimization and material performance was examined. As a result of the optimization, a ceramic slurry with 70 wt% solid content was successfully prepared. The slurries were used to fabricate high-precision samples via a DLP-type printer. Binder removal was performed under a nitrogen atmosphere based on DTA-TGA analysis, followed by sintering at 1600 °C for 5 hours.

Density measurements showed that the 3% BaO-doped sample (AB3) achieved the highest bulk density (3.819 g/cm³) and relative density (94.95%). Shrinkage analysis indicated that this sample also exhibited the highest volumetric shrinkage at 57.9%. XRD analysis revealed the presence of secondary phases including BaAl₂O₄, BaAl₁₂O₁₉, and Ba₄Al₂O₇ in addition to α -Al₂O₃. SEM micrographs showed that the AB3 sample had a homogeneous, dense, and pore-free microstructure with an average grain size of 2.317 μ m. SEM-EDX and elemental mapping confirmed uniform Ba distribution at 3% doping, while 10% BaO led to phase segregation and Ba accumulation at grain boundaries.

In terms of mechanical performance, the 3% BaO-doped sample exhibited optimal behavior. The Vickers hardness was measured as 16.790 GPa, fracture toughness as 6.415 MPa·m^{1/2}, flexural strength as 315.86 MPa, and compressive strength as 1192.31 MPa. These enhancements were attributed to improved microstructural homogeneity and sintering efficiency due to the dopant. However, in samples with 5% and especially 10% BaO, secondary phase accumulation and increased porosity led to significant decreases in mechanical properties.

In conclusion, the 3% BaO doping provided the highest density, most homogeneous microstructure, and best mechanical performance in Al₂O₃ ceramics. Controlled phase formation and reduced porosity at this level had a direct positive impact on fracture toughness and strength. This study demonstrates that precise dopant optimization can effectively tune the performance of DLP-printed ceramic components.

Keywords: BaO, Al₂O₃ based ceramics, DLP 3D printing, microstructure, mechanical properties,

HİYERARŞİK GÖZENEKLİ POLİMERLERİN EKLEMELİ İMALAT İLE ÜRETİMİ

Nihan ŞENGÖKMEN ÖZSÖZ

Gebze Teknik Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Gebze, Kocaeli, Türkiye
nihans.ozsoz@gtu.tr

Özet

Gözenekli polimer malzemeler; hafiflik, yüksek yüzey alanı ve ayarlanabilir mekanik özellikler gibi avantajları sayesinde filtrasyon, kataliz, doku mühendisliği, enerji sönümlleme ve yapısal dolgu uygulamalarında geniş bir kullanım potansiyeline sahiptir. Bu bağlamda, polimerize yüksek iç fazlı emülsiyonlar (polyHIPE), birbirine bağlı açık hücreli yapılarıyla dikkat çeken ve %74'ün üzerinde iç faz içeriğine sahip HIPE'lerin (yüksek iç fazlı emülsiyonlar) polimerizasyonu ile elde edilen özel bir gözenekli polimer alt sınıfını temsil etmektedir. PolyHIPE yapılar aynı zamanda gözenekli metal, seramik, karbon ve kompozitlerin üretiminde şablon olarak da kullanılabilir.

Bu çalışmada, emülsiyon şablonlama tekniği ile eklemeli imalatın bir araya getirildiği yenilikçi bir üretim yöntemi sunulmaktadır. Kullanılan fotopolimer reçine sistemi, 2-etilheksil akrilat (EHA) ve izobornil akrilat (IBOA) bazlı olup Hypermer B246 yüzey aktif maddesi ile stabilize edilmiş bir su-içinde yağ (W/O) tipi HIPE formundadır. Bu HIPE sistemleri, DLP (Digital Light Processing) yöntemiyle üç boyutlu olarak basılarak karmaşık geometri ve hiyerarşik gözenekli kafes yapılar üretilmiştir. Reçine formülasyonları ışıqla kürlenebilirlik, baskı çözünürlüğü ve yapısal stabiliteyi optimize edecek şekilde tasarlanmıştır. Özellikle ışıqla saçılmasını azaltmak ve baskı çözünürlüğünü artırmak amacıyla beta-karoten ve tartrazin içeren bir ışıqla emici sistem kullanılmıştır.

Ayrıca sistematik monomer varyasyonu ile farklı reçine bileşimlerinin baskı performansı ve mekanik özellikler üzerindeki etkileri detaylı şekilde değerlendirilmiştir. Sadece elastik modül değil, aynı zamanda enerji absorpsiyon kapasitesi gibi fonksiyonel performans göstergeleri de analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, düşük yoğunluklu ($\leq 0.25 \text{ g/cm}^3$) ve ayarlanabilir enerji sönümlleme özelliklerine sahip polyHIPE yapıların, uygulamaya özel iç dolgu malzemeleri olarak özelleştirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma, fotopolimer reçine mühendisliğine dayalı olarak eklemeli imalatla üretilebilen gözenekli polimer sistemlerinin tasarımını ve işlevsel performansını kapsamlı bir şekilde ortaya koymakta; hafif, çok işlevli ve enerji sönümleyici malzeme uygulamaları için yeni bir üretim yaklaşımı sunmaktadır.

Anahtar Kelime: Eklemeli imalat, Gözenekli polimer, polyHIPE, Emülsiyon şablonlama, Enerji sönümlleme

FABRICATION OF HIERARCHICALLY POROUS POLYMERS via ADDITIVE MANUFACTURING

Nihan SENGOKMEN OZSOZ

Gebze Technical University, Department of Materials Science and Engineering, Gebze, Kocaeli, Turkey
nihans.ozsoz@gtu.tr

Abstract

Porous polymeric materials possess significant potential for applications such as filtration, catalysis, tissue engineering, energy absorption, and structural filling, owing to their low density, high surface area, and tunable structural properties. In this context, polymerized high internal phase emulsions (polyHIPEs) represent a distinct subclass of porous polymers, formed by the polymerization of HIPEs—emulsions with internal phase volumes exceeding 74%. These materials exhibit interconnected open-cell morphologies and can also serve as templates for the fabrication of porous metals, ceramics, carbons, and composites.

This study presents an innovative fabrication strategy that integrates emulsion templating with additive manufacturing based on digital light processing (DLP). The photopolymer resin system employed consists of 2-ethylhexyl acrylate (EHA) and isobornyl acrylate (IBOA), stabilized with a surfactant (Hypermer B246), forming a water-in-oil (W/O) HIPE. These HIPE formulations were three-dimensionally printed via DLP to obtain complex, hierarchical porous lattice structures. The resin formulations were tailored to be photo-curable and were optimized for print resolution and structural fidelity. A combination of beta-carotene and tartrazine was incorporated as a light absorber to reduce light scattering and enhance print quality.

Furthermore, the influence of systematic monomer variation on print fidelity and mechanical performance was comprehensively evaluated. In addition to elastic modulus, critical functional parameters such as energy absorption capacity were also investigated. The results demonstrate that polyHIPE structures with low densities ($\leq 0.25 \text{ g/cm}^3$) and tunable energy absorption characteristics can be customized as application-specific lightweight inner core filler materials.

This work systematically interprets the design and functional performance of porous polymer systems manufactured via additive techniques based on photopolymer resin engineering and introduces a novel approach for developing advanced multifunctional material solutions.

Keywords: Additive manufacturing, Porous polymer, polyHIPE, Emulsion templating, Energy absorption

ERGİYİK YIĞMA MODELLEME YÖNTEMİYLE DOĞRUDAN 4B BASKISI YAPILMIŞ PLA'NIN TERMAL OLARAK TETİKLENEN ŞEKİL HAFIZA DAVRANIŞININ DENEYSEL KARAKTERİZASYONU

Sezin SELAMOĞLU

Atılım Üniversitesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, selamoglu.sezin@student.atilim.edu.tr

Ali FALLAH

Atılım Üniversitesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, Ali.fallah@atilim.edu.tr

Özet

Polilaktik asit (PLA), şekil hafızalı özelliklere sahip biyoçözünür bir termoplastiktir ve doğrudan 4B baskı için umut verici bir adaydır. Doğrudan 4B baskıda programlama adımı doğrudan baskı sürecine entegre edilir, böylece ek ön-germe veya son işlem gerekliliği ortadan kalkar ve şekil değiştiren yapıların düşük maliyetli üretimi mümkün hale gelir. Bu özellik, basit tasarım ve düşük enerji girişi gerektiren yumuşak robotik, uyarlanabilir cihazlar ve akıllı ambalajlama gibi uygulamalar için özellikle değerlidir.

Bu çalışmada, Ergiyik Yığma Modelleme (EYM) yöntemiyle üretilen çift katmanlı PLA dikdörtgen yapıların termal uyarı altında kendiliğinden bükülme davranışı incelenmiştir. Tüm numuneler sabit baskı ucu sıcaklığı (190 °C), tarama açısı (0°) ve katman kalınlığı (0,1 mm) ile basılmıştır. Alt ve üst katmanlar için farklı baskı hızları (10, 30, 50 ve 70 mm/s) kullanılmış, ayrıca katman kalınlıkları (0,4 mm ve 0,8 mm) değiştirilerek bükülme üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Numuneler üretimden sonra programlanan şeklin geri kazanımı için 85 °C sıcak su banyosuna daldırılmış ve oluşan bükülme açısı ile eğrilik yarıçapı ölçülmüştür.

Sonuçlar, katmanlar arasındaki baskı hızı farkının oluşturduğu termal genleşme farkından kaynaklanan kendiliğinden bükülmeyi ortaya koymaktadır. Eşit hızlarla basılan numunelerde bükülme ihmal edilebilir düzeyde kalırken, en büyük hız farkına sahip numuneler (alt katman 10 mm/s, üst katman 70 mm/s) tam bir daire oluşturacak şekilde bükülmüştür. Daha hızlı basılan katmanın kalınlığının artırılması bükülmeyi azalttığı ve katman konfigürasyonu ile şekil geri kazanımı arasındaki güçlü ilişkiyi doğruladığı gözlemlenmiştir.

Bu çalışma, PLA'nın doğrudan 4B baskı sürecindeki kendiliğinden bükülme tepkisinin baskı hızı ve katman kalınlığı kontrolüyle hassas bir şekilde ayarlanabileceğini göstermekte ve işlevsel, yeniden yapılandırılabilir bileşenlerin tasarımı için önemli tasarım rehberleri sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Doğrudan 4B baskı, Şekil hafızalı polimer, polilaktik asit, Kendiliğinden bükülme davranışı, Ergiyik yığma modelleme

EXPERIMENTAL CHARACTERIZATION OF THERMALLY INDUCED SHAPE MEMORY BEHAVIOR OF FUSED DEPOSITION MODELING DIRECT 4D-PRINTED PLA

Sezin SELAMOGLU

Atilim University, Department of Automotive Engineering, Ankara, Turkey
selamoglu.sezin@student.atilim.edu.tr

Ali FALLAH

Atilim University, Department of Automotive Engineering, Ankara, Turkey, Ali.fallah@atilim.edu.tr

Abstract

Polylactic acid (PLA) is a biodegradable thermoplastic with shape memory properties, making it a promising candidate for direct 4D printing. In direct 4D printing, the programming step is integrated into the printing process itself, eliminating the need for additional pre-straining or post-processing and enabling cost-effective fabrication of shape-morphing structures. This capability is particularly valuable for applications in soft robotics, adaptive devices, and smart packaging, where simple design and low energy input are desired.

In this study, the thermally induced self-bending behavior of bi-layer PLA rectangular structures fabricated via fused deposition modeling (FDM) was investigated. All samples were printed at a fixed nozzle temperature of 190 °C, raster angle of 0°, and layer height of 0.1 mm. The bottom and top layers were assigned different printing speeds (10, 30, 50, and 70 mm/s), while layer thickness was also varied (0.4 and 0.8 mm) to examine its influence on bending. After fabrication, the samples were immersed in an 85 °C water bath to trigger recovery of the programmed shape, and the resulting bending angle and curvature radius were measured.

The results reveal that self-bending arises from differential thermal expansion induced by the printing speed mismatch between layers. For samples printed with equal speeds, bending was negligible, whereas specimens with the largest mismatch (10 mm/s bottom, 70 mm/s top) bent to form a complete circle. Increasing the thickness of the faster-printed layer reduced bending, confirming the strong coupling between layer configuration and shape recovery.

This study demonstrates that the self-bending response of PLA in direct 4D printing can be precisely tailored through control of print speed and layer thickness, providing design guidelines for functional and reconfigurable components in emerging engineering applications.

Keywords: Direct 4D Printing, Shape Memory Polymer, Polylactic Acid, Self-Bending Behavior, Fused Deposition Modeling.

EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMİYLE ÜRETİLMİŞ Tİ-6AL-4V ALAŞIMININ YÜKSEK ŞEKİL DEĞİŞTİRME HIZI DAVRANIŞININ SHPB TESTLERİ İLE İNCELENMESİ

Güher Pelin TOKER

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, guhertoker@sivas.edu.tr

Umut ÇALIŞKAN

Erciyes Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye, ucaliskan@erciyes.edu.tr

Özet

Ti-6Al-4V alaşımı, yüksek özgül mukavemet, korozyon direnci ve biyouyumluluk gibi üstün özellikleri sayesinde havacılık, savunma ve biyomedikal alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda lazer toz yataklı füzyon (LPBF) yöntemi gibi eklemeli imalat teknolojileri, bu alaşımın karmaşık geometrilerde üretimini mümkün kılarak mikro yapı ve mekanik özellikler üzerinde belirgin etkiler yaratmaktadır. Bu çalışmada, LPBF yöntemi ile farklı lazer gücü parametrelerinde (150 W, 200 W, 250 W ve 300 W) üretilen Ti-6Al-4V numunelerin yüksek şekil değiştirme hızı altındaki mekanik davranışları incelenmiştir. Enerji yoğunluğu değerleri, lazer gücü, tarama hızı, tarama mesafesi ve katman kalınlığı parametreleri kullanılarak hesaplanmıştır. Numuneler, Split Hopkinson Basınç Çubuğu (SHPB) düzeneğinde üç farklı nominal şekil değiştirme hızında ($\sim 1000 \text{ s}^{-1}$, $\sim 2000 \text{ s}^{-1}$ ve $\sim 3000 \text{ s}^{-1}$) dinamik basma testlerine tabi tutulmuştur. 6 mm çapında 6 mm boyunda numuneler kullanılmıştır. Testler sırasında gerilme-gerinim eğrileri elde edilmiş, akma dayanımı, maksimum basma dayanımı ve şekil değiştirme sertleşmesi davranışları karşılaştırılmıştır. Bulgular, şekil değiştirme hızının artmasıyla birlikte tüm numunelerde akma ve maksimum dayanım değerlerinin belirgin şekilde yükseldiğini, ancak süneklik değerlerinde hafif bir azalma eğilimi olduğunu göstermektedir. Ayrıca, daha yüksek enerji yoğunluğu ile üretilen numunelerin gözenek oranının düştüğü ve bu durumun dinamik mukavemeti olumlu etkilediği gözlemlenmiştir. LPBF yöntemiyle üretilmiş Ti-6Al-4V alaşımının yüksek şekil değiştirme hızı altında sergilediği mekanik performansın, üretim parametreleriyle doğrudan ilişkili olduğu ortaya konmuştur. Elde edilen verilerin, yüksek hızlı yüklemelere maruz kalan titanyum bileşenlerin tasarımında ve eklemeli imalat sürecinin optimizasyonunda yol gösterici olacağı değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelime: Ti-6Al-4V, Lazer Toz Yataklı Füzyon (LPBF), Split Hopkinson Basınç Çubuğu (SHPB), Yüksek Şekil Değiştirme Hızı.

HIGH STRAIN RATE BEHAVIOR OF ADDITIVELY MANUFACTURED Ti-6Al-4V ALLOY INVESTIGATED BY SHPB TESTING

Guher Pelin TOKER

Sivas University of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering, Sivas, Türkiye,
guhertoker@sivas.edu.tr

Umut CALISKAN

Erciyes University, Department of Mechanical Engineering, Kayseri, Türkiye, ucaliskan@erciyes.edu.tr

Abstract

Ti-6Al-4V alloy is widely used in aerospace, defense, and biomedical applications due to its superior specific strength, corrosion resistance, and biocompatibility. In recent years, additive manufacturing (AM) technologies such as Laser Powder Bed Fusion (LPBF) have enabled the production of this alloy in complex geometries while significantly influencing its microstructure and mechanical properties. In this study, Ti-6Al-4V specimens were produced via LPBF under different laser power settings (150 W, 200 W, 250 W, and 300 W) to investigate their high strain rate mechanical behavior. The volumetric energy density values were calculated based on laser power, scan speed, hatch distance, and layer thickness parameters. The specimens were subjected to dynamic compression tests using a Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB) apparatus at three nominal strain rates ($\sim 1000 \text{ s}^{-1}$, $\sim 2000 \text{ s}^{-1}$, and $\sim 3000 \text{ s}^{-1}$). Specimens 6 mm in diameter and 6 mm in length were used. Stress–strain curves were obtained during the tests, and the yield strength, ultimate compressive strength, and strain hardening behavior were compared. The results revealed that increasing the strain rate led to a noticeable rise in both yield and ultimate strength across all specimens, accompanied by a slight reduction in ductility. Furthermore, specimens produced with higher energy density exhibited reduced porosity, which positively affected their dynamic strength. The high strain rate mechanical performance of LPBF-produced Ti-6Al-4V alloy was found to be directly related to the manufacturing parameters. The findings of this study are expected to provide valuable insights for the design of titanium components exposed to high-speed loading conditions and for the optimization of additive manufacturing processes.

Keywords: Ti-6Al-4V, Laser Powder Bed Fusion (LPBF), Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB), High Strain Rate.

ENERJİ UYGULAMALARI İÇİN SERAMİK MALZEMELERİN SLA TABANLI ÜÇ BOYUTLU YAZICI TEKNOLOJİSİ İLE ÜRETİMİ: GÜNCEL DURUM VE GELECEĞE BAKIŞ

Elif KABAKCI

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Çanakkale, Türkiye,
elifkabakci@comu.edu.tr

Özet

Her geçen gün artan enerji ihtiyacı ve sürdürülebilirlik gereksinimleri, yüksek performanslı ve özelleştirilmiş seramik malzemelere olan ilgiyi artırmıştır. Seramikler; yakıt hücreleri, bataryalar, termoelektrik cihazlar ve katalitik sistemler gibi pek çok enerji uygulamasında üstün ısı ve kimyasal kararlılıkları sayesinde kritik bir rol oynamaktadır. Geleneksel üretim yöntemleri, seramiklerin karmaşık geometrilerde ve hassas boyutlarda üretimini sınırlarken, eklemeli imalat (additive manufacturing) teknolojileri bu alanda yeni fırsatlar sunmaktadır. Stereolitografi (SLA), yüksek çözünürlük, yüzey kalitesi ve karmaşık tasarımları gerçekleştirebilme kapasitesi ile seramik üretiminde öne çıkan bir üç boyutlu yazıcı tekniğidir. SLA süreci, CAD yazılımları kullanılarak oluşturulan dijital modelle başlayıp, seramik tozlarının UV ışığa duyarlı reçinelerle homojen olarak disperse edilmesi, katmanlı fotopolimerizasyonla şekillendirilmesi ve ardından debinding ile sinterleme aşamalarının gerçekleştirilmesiyle tamamlanır. Üretilen parçanın reçine formülasyonu ve geometrik tasarımı, parçanın nihai teknolojik özelliklerini belirleyen en kritik parametrelerdir. Özellikle katı oksit yakıt hücreleri (KOYH) gibi yüksek sıcaklıkta çalışan sistemlerde, seramiklerin yapısal ve fonksiyonel özellikleri enerji dönüşüm verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Son yıllarda, KOYH’de kullanılan YSZ elektrolitlerinin yüksek çözünürlükte üretilmesi ve katalitik reaksiyonlar için yüksek yüzey alanına sahip karmaşık geometrili alümina monolitik yapıların başarıyla elde edilebilmesi, SLA teknolojisinin enerji dönüşüm sistemlerindeki potansiyel kullanımına ilişkin önemli ilerlemeler olarak değerlendirilmektedir. SLA teknolojisinin proses optimizasyonu, çok malzemeli baskı ve ölçeklenebilir üretim gibi alanlarda yapılacak araştırmaları ile enerji sektöründe yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler geliştirilmesine önemli katkılar sunacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelime: Stereolitografi, Seramik Malzemeler, Enerji Uygulamaları, KOYH, Katalitik Yapılar.

MANUFACTURING CERAMIC MATERIALS VIA SLA-BASED 3D PRINTING FOR ENERGY APPLICATIONS: CURRENT STATUS AND FUTURE OUTLOOK

Elif KABAKCI

Canakkale Onsekiz Mart University, Department of Materials Science and Engineering, Canakkale, Türkiye,
elifkabakci@comu.edu.tr

Abstract

The increasing energy demand and sustainability requirements have heightened interest in high-performance and customized ceramic materials. Ceramics play a critical role in many energy applications such as fuel cells, batteries, thermoelectric devices, and catalytic systems owing to their superior thermal and chemical stability. Traditional manufacturing methods limit the production of ceramics with complex geometries and precise dimensions, whereas additive manufacturing technologies offer new opportunities in this field. Stereolithography (SLA) stands out as a three-dimensional printing technique in ceramic production due to its high resolution, excellent surface quality, and ability to fabricate complex designs. The SLA process begins with a digital model created using CAD software, followed by the homogeneous dispersion of ceramic powders into UV-light-sensitive resins, shaping through layer-by-layer photopolymerization, and subsequent debinding and sintering steps. The resin formulation and geometric design of the part are the most critical parameters that determine the final technological properties of the product. Particularly in high-temperature operating systems such as solid oxide fuel cells (SOFCs), the structural and functional properties of ceramics directly affect energy conversion efficiency. In recent years, significant advancements have been made in the successful fabrication of high-resolution YSZ electrolytes used in SOFCs and complex geometrical alumina monolithic structures with high surface area for catalytic reactions. These developments highlight the potential of SLA technology in energy conversion systems. It is anticipated that further research on process optimization, multi-material printing, and scalable production using SLA technology will make significant contributions to the development of innovative and sustainable solutions in the energy sector.

Keywords: Stereolithography, Ceramic Materials, Energy Applications, KOYH, Catalytic Structures.

SUBSONİK SEYİR HIZLARINDA KULLANILAN FÜZELERDE KANATÇIK SİSTEMLERİ İÇİN ALÜMİNYUM VE KARBON FİBER MALZEMELERİN YAPISAL PERFORMANSI

Sami PEKDEMİR

Erciyes Üniversitesi, Uçak Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye, samipekdemir@erciyes.edu.tr

Burhanettin TUZCU

Erciyes Üniversitesi, Uçak Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye, burhanettintuzcu@gmail.com

Özet

1 Mach altı seyir hızlarında görev yapan füze kanatçık sistemlerinde kullanılmak üzere 5754 alüminyum alaşımı ile epoksi matrisli yüksek modüllü karbon fiber takviyeli polimer (CFRP) malzemeler yapısal ve aerodinamik performans açısından karşılaştırılmıştır. İlk aşamada, ANSYS Fluent kullanılarak gerçekleştirilen CFD analizleri ile kanatçık yüzeylerindeki basınç dağılımları elde edilmiş; burun bölgesindeki maksimum basınç noktaları, kanatçık kök ve ön kenar bölgelerindeki yük konsantrasyonları net şekilde belirlenmiştir. Ardından bu basınç verileri, sonlu elemanlar analizlerinde yükleme koşulu olarak uygulanarak her iki malzeme için gerilme dağılımları, maksimum deformasyon değerleri, güvenlik katsayıları ve titreşim özellikleri hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlar, karbon fiberin düşük yoğunluğu ve yüksek elastisite modülü sayesinde daha düşük deformasyon ve daha yüksek rijitlik sunduğunu, bu sayede aeroelastik dayanımı artırarak flutter frekansını yükselttiğini ortaya koymuştur. Alüminyum alaşımı ise daha yüksek sönüm oranı ile bazı titreşim koşullarında avantaj sağlamakta, ayrıca üretim kolaylığı, düşük maliyet ve bakım-onarım süreçlerinde pratik çözümler sunmaktadır.

Sonuç olarak, hafiflik, yüksek rijitlik ve düşük deformasyon gereksinimlerinin ön planda olduğu 1 Mach altı füze kanatçık tasarımlarında CFRP malzemeler mühendislik açısından daha uygun görünmektedir. Ancak maliyet, üretim hızı ve bakım kolaylığının öncelikli olduğu senaryolarda alüminyum alaşımları hâlen güçlü ve güvenilir bir alternatif olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle nihai malzeme seçimi, görev profili, bütçe kısıtları ve bakım stratejileri göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.

Anahtar Kelime: Kompozit, Karbonfiber, Alaşım, ANSYS ACP

SUBSONIC CRUISE SPEED MISSILES WINGLET SYSTEMS STRUCTURAL PERFORMANCE OF ALUMINUM AND CARBON FIBER MATERIALS

Sami PEKDEMİR

Erciyes University, Department of Aeronautical Engineering, Kayseri, Turkey, samipekdemir@erciyes.edu.tr

Burhanettin TUZCU

Erciyes University, Department of Aeronautical Engineering, Kayseri, Turkey, burhanettintuzcu@gmail.com

Abstract

5754 aluminum alloy and epoxy matrix high modulus carbon fiber reinforced polymer (CFRP) materials were compared in terms of structural and aerodynamic performance for use in missile wing systems operating at subsonic speeds. In the first stage, CFD analyses were performed using ANSYS Fluent to obtain pressure distributions on the winglet surfaces; maximum pressure points in the nose region and load concentrations in the winglet root and leading edge regions were clearly determined. These pressure data were then applied as loading conditions in finite element analyses to calculate stress distributions, maximum deformation values, safety factors, and vibration characteristics for both materials.

The results revealed that carbon fiber offers lower deformation and higher stiffness due to its low density and high elastic modulus, thereby increasing aeroelastic strength and raising the flutter frequency. Aluminum alloy, on the other hand, provides advantages in certain vibration conditions due to its higher damping ratio, and also offers production ease, low cost, and practical solutions in maintenance and repair processes.

In conclusion, CFRP materials appear to be more suitable from an engineering perspective for sub-Mach 1 missile winglet designs where lightweight, high stiffness, and low deformation requirements are prioritized. However, in scenarios where cost, production speed, and maintenance ease are priorities, aluminum alloys can still be considered a strong and reliable alternative. Therefore, the final material selection should be made by considering the mission profile, budget constraints, and maintenance strategies.

Keywords: Composite, Carbon Fiber, Alloy, ANSYS ACP

YÜKSEK İRTİFA SONDA ROKETLERİNDE KANATÇIK MALZEMESİ SEÇİMİ: KARBONFİBER VE ALÜMİNYUM 7075 KARŞILAŞTIRMASI

Burhanettin TUZCU

Erciyes Üniversitesi, Uçak Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye, burhanettintuzcu@gmail.com

Doğukan CANBULAT

Erciyes Üniversitesi, Uçak Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye, 1140110399@erciyes.edu.tr

Sami PEKDEMİR

Erciyes Üniversitesi, Uçak Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye, samipekdemir@erciyes.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, yüksek irtifa sonda roketlerinde kullanılacak kanatçık malzemesinin belirlenmesi amacıyla karbonfiber ve Alüminyum 7075 malzemeleri karşılaştırılmıştır. Kanatçıklar, roketin kararlılığına doğrudan etki eden kritik bileşenler olup uçuş sırasında yüksek aerodinamik yükler, termal etkiler ve titreşim gibi zorlayıcı koşullara maruz kalmaktadır. Çalışmada, öncelikle her iki malzemenin yoğunluk, akma dayanımı, elastiklik modülü ve termal iletkenlik gibi mekanik özellikleri incelenmiştir. Karbonfiberin 1,78 g/cm³ yoğunluk ve 4850 MPa akma dayanımı ile yüksek spesifik mukavemet sunduğu, Alüminyum 7075'in ise 2,81 g/cm³ yoğunluğa rağmen iyi mekanik dayanım ve yüksek termal iletkenlik sağladığı belirlenmiştir.

Aerodinamik etkilerin belirlenmesi amacıyla Ansys 2022 R1 yazılımında hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) analizleri gerçekleştirilmiş, süpersonik hızlarda kanatçık çevresinde oluşan akış yapıları, basınç dağılımları ve sürüklenme kuvvetleri incelenmiştir. Elde edilen aerodinamik yükler, yapısal analizlerde sınır koşulu olarak kullanılmıştır. Yapısal analizler sonucunda, karbonfiber kanatçıkların yüksek mukavemet-ağırlık oranı sayesinde daha düşük deformasyon gösterdiği, Alüminyum 7075 kanatçıkların ise termal yükler altında daha kararlı sıcaklık dağılımı sunduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, üretim sürecinde malzeme işlenebilirliği, temin edilebilirlik ve maliyet kriterleri de değerlendirilmiş, böylece yalnızca mühendislik performansı değil, uygulama kolaylığı da dikkate alınmıştır.

Sonuç olarak, karbonfiber malzeme, ağırlığın kritik olduğu görevlerde avantaj sağlarken; Alüminyum 7075, yüksek termal iletkenlik gerektiren senaryolarda tercih edilebilir. Elde edilen bulgular, yüksek irtifa sonda roketleri için malzeme seçiminde görev gereksinimlerine göre optimizasyon yapılması gerektiğini göstermektedir. Bu kapsamda, gelecekte yapılacak çalışmaların, farklı kompozit türlerinin performansını deneysel testlerle karşılaştırarak daha kapsamlı bir veri seti sunması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelime: Roket, Kanatçık, Kompozit Malzemeler, Karbonfiber, Alüminyum

HIGH-ALTITUDE SOUNDING ROCKET FIN MATERIAL SELECTION: COMPARISON OF CARBON FIBER AND ALUMINUM 7075

Burhanettin TUZCU

Erciyes University, Department of Aeronautical Engineering, Kayseri, Türkiye, burhanettintuzcu@gmail.com

Doğukan CANBULAT

Erciyes University, Department of Aeronautical Engineering, Kayseri, Türkiye, 1140110399@erciyes.edu.tr

Sami PEKDEMİR

Erciyes University, Department of Aeronautical Engineering, Kayseri, Türkiye, samipekdemir@erciyes.edu.tr

Abstract

This study compares carbon fiber and Aluminum 7075 materials to determine the optimal fin material for high-altitude sounding rockets. Fins are critical components that directly affect rocket stability and are exposed to high aerodynamic loads, thermal effects, and vibrations during flight. Initially, the mechanical properties of both materials, such as density, yield strength, elastic modulus, and thermal conductivity, were examined. Carbon fiber offers high specific strength with a density of 1.78 g/cm³ and yield strength of 4850 MPa, while Aluminum 7075 provides good mechanical performance and high thermal conductivity despite its higher density of 2.81 g/cm³.

To assess aerodynamic effects, Computational Fluid Dynamics (CFD) analyses were conducted using Ansys 2022 R1. Flow structures, pressure distributions, and drag forces around the fins at supersonic speeds were examined. The aerodynamic loads obtained were used as boundary conditions in structural analyses. Results indicated that carbon fiber fins exhibited lower deformation due to their high strength-to-weight ratio, whereas Aluminum 7075 fins offered more stable temperature distribution under thermal loads. Additionally, manufacturability, availability, and cost criteria were considered, ensuring that both engineering performance and practical feasibility were addressed.

In conclusion, carbon fiber is advantageous for missions where weight is critical, while Aluminum 7075 is preferable in scenarios requiring high thermal conductivity. The findings highlight the importance of optimizing material selection based on mission requirements. Future studies aim to compare the performance of different composite types through experimental testing to provide a more comprehensive dataset.

Keywords: Rocket, Fin, Composite Materials, Carbon Fiber, Aluminum

METAL EKLEMELİ İMALAT ENDÜSTRİSİNDE KONFORMAL SOĞUTMA KANALLARI İÇİN PARAMETRE OPTİMİZASYONU ÇALIŞMASI

Ömer Faruk YAZICI

ADDME (Coşkunöz), Uygulama Mühendisi, Bursa, Türkiye, ofyazici@coskunoz.com.tr

Yahya IŞIK

Bursa Uludağ Üniversitesi, Eklemeli İmalat Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, yahya@uludag.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, metal eklemeli imalat yöntemiyle üretilen konformal soğutma kanallarının yüzey kalitesini ve geometrik doğruluğunu artırmak amacıyla üretim parametrelerinin optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmalar, AlSi10Mg alaşım tozu kullanılarak SLM 500 makinesi ile yürütülmüş; üç farklı kanal çapı (4 mm, 8 mm, 12 mm), üç farklı katman kalınlığı (30 µm, 60 µm, 90 µm) ve üç farklı üretim yönü dikkate alınmıştır. Deney tasarımı Taguchi L9 ortogonal dizisine göre yapılmış, sertlik (HV) ve yüzey pürüzlülüğü (Ra) ölçümleri üzerinden değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Kanal tasarımları CAD ortamında oluşturulmuş, üretim sonrası numunelerden Vickers mikrosertlik ölçümleri ve profilometre ile yüzey pürüzlülüğü analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, katman kalınlığı, kanal çapı ve gaz akış yönünün hem yüzey pürüzlülüğü hem de sertlik dağılımı üzerinde belirgin etkileri olduğunu göstermektedir. Taguchi analizine göre, ortalama sertlik için en uygun parametre kombinasyonu 4 mm kanal çapı, 60 µm katman kalınlığı ve 90° üretim yönü olarak belirlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü açısından ise 8 mm kanal çapı, 60 µm katman kalınlığı ve 0° üretim yönü en iyi sonucu vermiştir. Bu çalışma, konformal soğutma kanallarının üretim kalitesini artırmak için parametre optimizasyonunun önemini ortaya koymakta ve SLM ile üretimde tasarım-parametre ilişkisine dair uygulamalı veriler sunmaktadır.

Anahtar Kelime: Eklemeli imalat, konformal soğutma kanalı, parametre optimizasyonu, yüzey pürüzlülüğü, Taguchi yöntemi

PARAMETER OPTIMISATION STUDY FOR CONFORMAL COOLING CHANNELS IN THE METAL ADDITIVE MANUFACTURING INDUSTRY

Omer Faruk YAZICI

ADDME(Coşkunoz), Application Engineer, Bursa, Türkiye, ofyazici@coskunoz.com.tr

Yahya ISIK

Bursa Uludağ University, Department of Additive Manufacturing, Bursa, Türkiye, yahya@uludag.edu.tr

Abstract

This study aims to optimize manufacturing parameters to enhance the surface quality and geometric accuracy of conformal cooling channels produced by metal additive manufacturing. Experimental studies were carried out using AlSi10Mg alloy powder on an SLM 500 machine, considering three channel diameters (4 mm, 8 mm, 12 mm), three layer thicknesses (30 μm , 60 μm , 90 μm), and three build orientations. The experimental design was based on the Taguchi L9 orthogonal array, and evaluations were performed using hardness (HV) and surface roughness (Ra) measurements. Channel designs were created in CAD software, and post-production analyses included Vickers microhardness measurements and profilometry for surface roughness. The results showed that layer thickness, channel diameter, and gas flow direction had significant effects on both surface roughness and hardness distribution. According to the Taguchi analysis, the optimal parameter combination for average hardness was determined as 4 mm channel diameter, 60 μm layer thickness, and 90° build orientation. For surface roughness, the best result was obtained with 8 mm channel diameter, 60 μm layer thickness, and 0° build orientation. This study highlights the importance of parameter optimization in improving the manufacturing quality of conformal cooling channels and provides practical data on the design–parameter relationship in SLM production.

Keywords: Additive manufacturing, conformal cooling channel, parameter optimization, surface roughness, Taguchi method

LATİS YAPILARIN VE KÜRLENME SÜRELERİNİN DENTAL REÇİNELERDE ÇEKME DAYANIMINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Furkan NAZİKER

Yalova Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Yalova, Türkiye, fnaziker@gmail.com

Abdulkadir ORAK

Yalova Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Yalova, Türkiye, abdulkadir.orak@yalova.edu.tr

Ali KALYON

Yalova Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Yalova, Türkiye, ali.kalyon@yalova.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, dental reçinenin çekme özellikleri üzerine latis yapı tasarımı ve kürleme süresinin etkileri deneysel olarak araştırılmıştır. Çalışma kapsamında üç farklı latis yapı tipi (Gyroid, Diamond, Lidinoid) ve üç farklı kürleme süresi (2, 4, 6 dakika) kullanılarak her biri için 10 numune üretilmiştir. Tüm latis yapılar, 2x2x2 mm hücre boyutuna ve 0,5 mm hücre duvarı kalınlığına sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. SolidWorks programında tasarlanan çekme numunelerine, nTopology yazılımında belirlenen latis yapı tasarımları uygulanmıştır. Numuneler, stereolitografi (SLA) yöntemiyle yüksek hassasiyetli olarak üretilmiş ve ardından izopropil alkol (IPA) ile yüzey temizliği yapılmıştır. Temizlik işleminin ardından, belirlenen kürleme sürelerinde UV ışık altında post-processing işlemleri gerçekleştirilmiştir. Çekme testleri, her tasarım ve kürleme süresi kombinasyonu için ayrı ayrı yapılmış, elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiş ve L9 ortogonal dizi yaklaşımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, latis yapının geometri tipinin ve kürleme süresinin dental reçinenin mekanik performansı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Diamond latis yapılar, diğer geometrilere kıyasla daha yüksek çekme dayanımı sergilemiştir. Bu dayanım farkı, Diamond yapısındaki sürekli yük aktarım yolları ve homojen gerilme dağılımı sayesinde malzemenin lokal zayıflıklarının azalmasından kaynaklanmaktadır. İstatistiksel analizler sonucunda anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir. Kürleme süresi açısından ise 6 dakikalık uygulama, 2 ve 4 dakikalık uygulamalara kıyasla belirgin şekilde üstün performans sağlamıştır. Elde edilen bulgular, dental uygulamalar ve fonksiyonel prototip üretiminde mekanik özelliklerin optimizasyonu için latis yapı seçimi ve kürleme süresinin kritik parametreler olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca sonuçların güvenilirliği, bu mekanik gerekçelerin değerlendirilmesiyle desteklenmiştir.

Anahtar Kelime: SLA, Dental reçine, Latis yapı, Kürleme, Optimizasyon.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF LATTICE STRUCTURES AND CURING TIMES ON TENSILE STRENGTH IN DENTAL RESINS

Furkan NAZIKER

Yalova University, Department of Mechanical Engineering, Yalova, Türkiye, fnaziker@gmail.com

Abdulkadir ORAK

Yalova University, Department of Mechanical Engineering, Yalova, Türkiye, abdulkadir.orak@yalova.edu.tr

Ali KALYON

Yalova University, Department of Mechanical Engineering, Yalova, Türkiye, ali.kalyon@yalova.edu.tr

Abstract

In this study, the effects of lattice structure design and curing time on the tensile properties of dental resin were experimentally investigated. Three different lattice types (Gyroid, Diamond, Lidinoid) and three different curing times (2, 4, and 6 minutes) were used to produce the test specimens. All lattice structures were designed with a cell size of 2x2x2 mm and a wall thickness of 0.5 mm. Tensile specimen geometries were created in SolidWorks, and the selected lattice designs were applied using nTopology software. The samples were manufactured with high precision via the stereolithography (SLA) method, followed by surface cleaning with isopropyl alcohol (IPA). After cleaning, post-processing was carried out under UV light for the specified curing durations. Tensile tests were performed separately for each combination of design and curing time, and the obtained data were statistically analyzed using the L9 orthogonal array approach. The results clearly indicate that both lattice geometry type and curing time have a significant effect on the mechanical performance of dental resin. Among the tested geometries, the Diamond lattice exhibited higher tensile strength compared to the others. In terms of curing time, the 6-minute condition demonstrated noticeably superior performance compared to 2- and 4-minute curing durations. These findings emphasize that lattice structure selection and curing time are critical parameters for optimizing the mechanical properties of dental resins in dental applications and functional prototype manufacturing. These two parameters show that higher tensile strength can be achieved by optimizing the cell size parameter.

Keywords: SLA, Dental resin, Lattice structure, Curing, Optimization.

β-TCP’NİN ÖZELLİKLERİNİN ÜÇLÜ İYON DOPLAMASI İLE GELİŞTİRİLMESİ

Azade YELTEN COŞKUN

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, İstanbul, Türkiye,
azade.yelten@iuc.edu.tr

Batur ERCAN

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Ankara, Türkiye, baercan@metu.edu.tr

Özet

β-trikalsiyum fosfat (β-TCP, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) sert doku iyileştirme uygulamalarında geniş çapta kullanım alanı bulmaktadır. β-TCP biyoemilebilir bir biyoseramik olduğu için dokularla biyokimyasal bağ kurabilme kapasitesi yüksektir. Bu bakımdan β-TCP’den toz, macun, kaplama vb. gibi çeşitli formlarda yararlanılarak kemik rejenerasyonu verimli bir şekilde sağlanabilmektedir. Ayrıca β-TCP’nin özellikleri farklı iyonların kristal yapısına dahil edilmesi sayesinde değiştirilebilmektedir. Örneğin Ce^{3+} antibakteriyel aktivite özelliği için kullanılmaktadır. Benzer şekilde, antibakteriyel davranış sağlaması için β-TCP yapısına SeO_3^{2-} de katılabilmektedir. Vücut için önemli bir element olan Se, vücut fonksiyonlarının düzgün bir şekilde yürütmesinde rol alma, antikanser ve antimikrobiyal etkiler gösterme ve kemik dokusu oluşumunu artırma özellikleriyle de bilinmektedir. Diğer bir önemli iyon katkısı olarak Sr^{2+} ise osteoporoz kaynaklı kemik kırıklarının tedavi ve kemiğin mukavemetini artırma uygulamalarında yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada da Ce, Se ve Sr’nin kendilerine özgü potansiyelleri göz önünde bulundurularak üçlü iyon katkılı β-TCP tozları mikrodalga destekli sentez yöntemiyle üretilmiştir. Deneysel prosedür Ca ve P kaynak çözeltilerinin hazırlanmasıyla başlamaktadır. SeO_3^{2-} iyon katkısı P çözeltilisine; Ce^{3+} ve Sr^{2+} iyon katkıları ise Ca çözeltilisine yapılmaktadır. Proses Ca ve P çözeltilerinin karıştırılması ve akabinde karışıma 800 W gücünde mikrodalga ışımasının uygulanmasıyla devam etmektedir. Daha sonra söz konusu karışım, santrifüj ve vorteks işlemlerinden geçirilmiş olup ardından kurutulmuş ve en nihayetinde kristalin β-TCP tozlarının elde edilebilmesi için 900 °C’de ısıtılma işlemine tabi tutulmuştur. Üçlü iyon katkılı β-TCP tozlarının faz, moleküler bağ, yüzey morfolojisi/elementel haritalama ve termal özellikleri sırasıyla X-Işını Difraksiyonu (XRD), Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR), Taramalı Elektron Mikroskobu/Enerji Dağılım Spektroskopisi (SEM/EDS) ve Diferansiyel Termal Analiz/Termogravimetrik Analiz (DTA/TGA) ile incelenmiştir. Karakterizasyon çalışmaları Ce-Se-Sr ile doplama yapılmış mikron-altı partikül boyutlarındaki uniform β-TCP tozlarının pratik bir şekilde sentezlendiğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelime: biyoseramikler, β-trikalsiyum fosfat, üçlü iyon doplama, mikrodalga destekli sentez.

ENHANCING THE PROPERTIES OF β -TCP BY TRIPLE ION DOPING

Azade YELTEN COSKUN

Istanbul University-Cerrahpasa, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Istanbul, Turkiye,
azade.yelten@iuc.edu.tr

Batur ERCAN

Middle East Technical University, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Ankara, Turkiye,
baercan@metu.edu.tr

Abstract

β -tricalcium phosphate (β -TCP, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) is widely used for hard tissue healing applications. Since β -TCP is a bioresorbable bioceramic, it has a high capacity for forming biochemical bonds with the tissues. Hence, efficient bone regeneration can be achieved by utilizing β -TCP in various forms, such as powder, putty, coating, etc. Moreover, properties of β -TCP can be altered depending on the incorporation of different ions into its crystal structure. For instance, Ce^{3+} is used for its antibacterial activity. Likewise, SeO_3^{2-} can also be introduced to β -TCP to present antibacterial behaviour. Additionally, Se, as a significant element for the body, is well-known for playing a role in the proper body function, exhibiting anti-cancer and antimicrobial effects, and enhancing bone tissue formation. Another important ion, Sr^{2+} , can work in the treatment of bone fractures caused by osteoporosis and help improve bone strength. According to the individual potential of each ion, β -TCP powders triple-doped with Ce, Se, and Sr were produced via microwave-assisted synthesis in this research. The procedure involved the preparation of Ca and P source solutions, where the SeO_3^{2-} ion was added to the P, while the Ce^{3+} and Sr^{2+} ions were added to the Ca solution. The process continues with mixing the Ca and P solutions, followed by the application of microwave radiation at 800 W to the mixture. Afterwards, the mixture is centrifuged and vortexed, then dried, and subsequently heat-treated at 900 °C to obtain the crystalline β -TCP powders. Phase, molecular bonding, surface morphology/elemental mapping, and thermal properties of the triple-ion doped β -TCP powders were examined by the X-Ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR), Scanning Electron Microscope/Energy Dispersive Spectroscopy (SEM/EDS), and Differential Thermal Analysis/Thermogravimetry Analysis (DTA/TGA), respectively. Characterisation studies demonstrated that Ce-Se-Sr-doped β -TCP powders with sub-micron particle sizes and fine particle shapes were practically synthesized.

Keywords: Bioceramics, β -tricalcium phosphate, triple ion-doping, microwave-assisted synthesis.

EĞİMLİ YÜZEYLERE SAHİP FDM-PLA NUMUNELERDE LAZER PARLATMA İLE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN İYİLEŞTİRİLMESİ

Mahmut ÖZER

Amasya Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Amasya, Türkiye, mahmut.ozer@amasya.edu.tr

Özet

Bu çalışma, Eriyik Yığma Modelleme (FDM) yöntemiyle üretilen PLA numunelerin yüzey pürüzlülüğünü azaltmaya yönelik lazer parlatma (LP) uygulamalarını incelemektedir. Katmanlı imalatın (AM) sunduğu avantajlara rağmen yüksek yüzey pürüzlülüğü, mekanik dayanımı sınırlayan önemli bir dezavantaj olarak görülmektedir. Literatürde baskı parametrelerinin optimizasyonu ve son işlem yöntemleri ile yüzey kalitesinin geliştirilebildiği gösterilmiştir. Ancak eğimli yüzeylerde lazer-malzeme etkileşiminin farklılaşmasına rağmen, çalışmalar çoğunlukla yatay yüzeylere odaklanmıştır.

Bu araştırmada, 30°, 45° ve 60° yapı açılarında üretilen PLA numuneler üzerinde 4 farklı enerji yoğunluğu seviyesinde ve her bir seviyede 5 farklı lazer gücü ve tarama hızında lazer parlatma işlemi uygulanmıştır. Yüzey kalitesi Ra, Rq, Rz, Rsk ve Rku parametreleri ile değerlendirilmiştir. Ölçümler Mitutoyo SJ-210 cihazı ile yapılmış ve her parametre için beş tekrarlı veri toplanmıştır.

Sonuçlar, lazer parlatma ile yüzey pürüzlülüğünün %80'e varan oranda iyileştiğini göstermiştir. Özellikle 60° yapı açısında, yüzey asimetrisinin (Rsk) daha simetrik hale geldiği, Rq ve Rz değerlerinin ise belirgin şekilde azaldığı bulunmuştur. Optik mikroskop gözlemleri de uygun enerji yoğunluğu seviyelerinde yüzeyin daha düzgün ve homojen hale geldiğini, düşük tarama hızlarında ise aşırı ergime nedeniyle bozulmaların oluştuğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelime: Eriyik Yığma Modelleme (FDM), Polilaktik Asit (PLA), Lazer Parlatma, Yüzey Pürüzlülüğü

SURFACE ROUGHNESS IMPROVEMENT OF INCLINED FDM-PRINTED PLA PARTS BY LASER POLISHING

Mahmut OZER

Amasya Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Amasya, Türkiye, mahmut.ozer@amasya.edu.tr

Abstract

This study investigates the use of laser polishing (LP) to reduce the surface roughness of FDM-printed PLA specimens. Despite the advantages of additive manufacturing (AM), high surface roughness remains a major drawback that limits the mechanical performance of printed parts. Previous research has demonstrated that surface quality can be improved through optimization of printing parameters and post-processing methods. However, most studies have focused on horizontal surfaces, while the laser-material interaction on inclined surfaces remains underexplored.

In this research, PLA specimens were fabricated at build angles of 30°, 45°, and 60°. Laser polishing was performed at four different energy density levels, and for each level, five different combinations of laser power and scan speed were applied. Surface quality was evaluated using Ra, Rq, Rz, Rsk, and Rku parameters. Measurements were conducted with a Mitutoyo SJ-210 device, and five repeated measurements were collected for each parameter to ensure statistical reliability.

The results demonstrated that surface roughness was improved by up to 80% after laser polishing. For 60° build angle samples, surface asymmetry (Rsk) shifted towards a more symmetric profile, while Rq and Rz values significantly decreased, indicating a smoother and more uniform texture. Optical microscopy observations confirmed that properly balanced LP parameters led to improved surface uniformity, whereas low scan speeds resulted in excessive melting and surface degradation.

Keywords: Fused Deposition Modelling (FDM), Polylactic Acid (PLA), Laser Polishing, Surface Roughness

FDM İLE ÜRETİLMİŞ ABS PARÇALARIN POST-PROSES İŞLEMLER SONRASI YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN MAKİNE ÖĞRENMESİNE DAYALI TAHMİNİ

Hikmet Ayberk GÜNGÖR

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, hayberkgungor@gmail.com

Binnur SAĞBAŞ

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, bzeybek@yildiz.edu.tr

Özet

Son yıllarda öne çıkan imalat yöntemlerinden biri eklemeli imalat (Eİ) olmuştur. Katman katman üretim yaklaşımı sayesinde, karmaşık geometriye sahip parçalar geniş bir malzeme yelpazesıyla, klasik talaşlı yöntemlere kıyasla daha sürdürülebilir şekilde üretilebilmektedir. Bununla birlikte, Eİ yöntemleri genellikle üretilen parçaların yüzey pürüzlülüğü, katmanlı yapıdan kaynaklanan basamaklanma (stair-step) etkisi ve destek yapılarına duyulan ihtiyaç gibi dezavantajlar nedeniyle post-proses işlemlerine ihtiyaç duymaktadır. Eİ teknikleri arasında uygun maliyetli oluşu, basitliği ve geniş kullanım alanları sayesinde ergitilmiş yığma modelleme (FDM) en çok tercih edilen ve erişilebilen yöntemlerden biridir. Ancak FDM parçalar, diğer birçok Eİ tekniğine göre daha düşük yüzey kalitesine sahiptir. Bu durumun temel nedenleri baskı çözünürlüğündeki kısıtlamalar ve destek yapılarına duyulan ihtiyaçtır. Yüzey pürüzlülüğü, parçaların yorulma ömrü ve mekanik performansını doğrudan etkileyen kritik bir parametre olduğundan, bu dezavantajların giderilmesi amacıyla çeşitli post-proses teknikleri uygulanmaktadır. Literatürde ABS malzemesi üzerine yapılan çalışmalarda, buharla parlatma, mekanik parlatma ve titreşimli parlatma yöntemleri incelenmiş olsa da bu tekniklerin etkilerinin makine öğrenmesi (ML) ile modellenmesine yönelik sınırlı sayıda araştırma mevcuttur. Ayrıca, FDM ile üretilmiş ABS parçaların as-built (işlenmemiş) ve post-proses durumları arasındaki yüzey pürüzlülüğü değişimlerinin birden fazla teknik karşılaştırılarak ML ile tahminine yönelik kapsamlı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada aynı üretim parametreleri ile üretilmiş 27 ABS numune kullanılarak, farklı post-proses teknikleri sonrası yüzey pürüzlülüğünü tahmin etmek üzere ML modelleri geliştirilecektir. Her işlem sırasında belirli zaman aralıklarında alınan çoklu ölçümlerin ortalamalarıyla girdi-çıkı ilişkileri oluşturulacak, regresyon tabanlı ve birleşik (ensemble) yöntemler kullanılacak ve k-katlı çapraz doğrulama ile doğrulama yapılacaktır. Modellerin başarımı ortalama kare hatası (MSE), kök ortalama kare hatası (RMSE), ortalama mutlak hata (MAE) ve determinasyon katsayısı (R^2) ile değerlendirilecektir. Böylece farklı algoritmaların performansları karşılaştırılarak yüzey pürüzlülüğü değişimlerinin tahmini sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: eklemeli imalat, makine öğrenmesi, fdm, post-proses, yüzey pürüzlülüğü

MACHINE LEARNING-BASED PREDICTION OF SURFACE ROUGHNESS AFTER POST-PROCESSING OF FDM MANUFACTURED ABS PARTS

Hikmet Ayberk GUNGOR

Department of Mechanical Engineering, Yildiz Technical University, Istanbul, Turkey,
hayberkgungor@gmail.com

Binnur SAGBAS

Department of Mechanical Engineering, Yildiz Technical University, Istanbul, Turkey, bzeybek@yildiz.edu.tr

Abstract

As one of the latest emerging manufacturing methods, additive manufacturing (AM) enables the manufacturing of complex geometrical parts layer-by-layer with a wide range of materials, while being more sustainable compared to conventional manufacturing methods. However, AM methods often require post-processing due to disadvantages such as surface roughness, the stair-step effect caused by the layered process, and the need for support structures. Among AM techniques, fused deposition modeling (FDM) is one of the most commonly preferred methods due to its affordability, simplicity, and applications. Nevertheless, FDM parts generally exhibit lower surface quality compared to those manufactured by other AM techniques. The primary reasons for this are printing resolution limitations and the requirement for support structures. Since surface roughness directly affects the fatigue life and mechanical performance of parts, various post-processing techniques are applied to overcome these disadvantages. In the literature, studies on ABS material have focused on vapor-smoothing, mechanical polishing, and vibrational polishing. However, research integrating machine learning (ML) to model the effects of these post-processing techniques remains limited. Moreover, no comprehensive studies have applied ML to predict surface roughness changes between as-built and post-processed states of FDM-manufactured ABS parts while comparing multiple post-processing techniques. In this study, a dataset consisting of 27 ABS samples manufactured under identical manufacturing parameters will be used to develop ML models. During each post-process, surface roughness measurements taken at specific time intervals will be averaged to establish input-output relationships. Regression-based and ensemble ML algorithms will be implemented, and model validation will be performed using k-fold cross-validation. The performance of the models will be evaluated using mean squared error (MSE), root mean squared error (RMSE), mean absolute error (MAE), and the coefficient of determination (R^2). Through this approach, the performance of different algorithms will be compared, enabling prediction of surface roughness changes in FDM-manufactured ABS parts.

Keywords: additive manufacturing, machine learning, fdm, post-process, surface roughness

İZOTROPİK ÖZELLİKLERE SAHİP BİR KAFES HÜCRE TASARIMI VE EKLEMELİ İMALAT İLE ÜRETİMİ

Kenan YILMAZ

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye,
kenanyilmaz@etu.edu.tr

Recep M. GÖRGÜLÜARSLAN

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye,
rgorguluarslan@etu.edu.tr

Özet

Kafes yapılar, farklı yönlerde yönlendirilen ve farklı açılara sahip çubuklardan oluşan ve tüm yönlerde periyodik şekilde tekrarlanan yapılardır. Eklemeli imalatın son on yıllarda ortaya çıkışı ve kendi içinde hızlı gelişmesi sayesinde söz konusu kafes yapıların hızlı ve maliyet etkin üretilmesi mümkün hale gelmiştir böylelikle kafes yapıların havacılık, termal sistemler vb. alanlarda kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu çalışmada kafes yapıyı oluşturan tüm çubuk elemanların aynı çap değerine sahip olacak şekilde tasarlanması üzerine çalışılmıştır. Çalışma sonucunda izotropik özelliklere sahip kafes yapıya ulaşmak için daha önce literatürde çubuk merkezli kafes yapı tasarımında kullanılmamış farklı bir yöntem benimsenmiştir. Bu yöntemde bir kübik hücrenin her yüzeyindeki bir köşegen birbirini tamamlayacak şekilde birleştirilir bu köşegenlerin içerisinde kalan hacim bir üçgen piramit(dört yüzlü) hacim eleman oluşturur. Elde edilen üçgen piramitin iç hacim merkez noktası köşe ve kenar orta noktaları ile çeşitli kombinasyonlarda çubuk elemanlarla birleştirilir. Üçgen piramitin her yüzeyinde aynalama işlemi yapılır ve istenilen boyutlarda kübik bir kafes yapı oluşturulacak şekilde dış kısmı kesilir. Bu yapılan işlemler sayesinde kafes yapı kübik simetriye sahip olur. Söz konusu tasarım stratejisi ile dört farklı kafes yapısı tasarlanmıştır. Elde edilen kafes yapıların Python programlama dili ile parametrik modelleri geliştirilmiştir. Bu sayede farklı çap ve boyutlara sahip kafes yapılar hızlı ve kolay şekilde tasarlanabilir hale getirilmiştir. Bu çalışmada $20 \times 20 \times 20 \text{ mm}^3$ hücre boyutlarında 0.1 ile 0.9 göreceli yoğunluklar arasında 0.1 artışlarla tüm göreceli yoğunluklara denk gelecek çubuk çapları belirlenerek bu kafes hücrelerin modelleri oluşturulmuştur. Bu modellerin ABAQUS yazılımında ikinci dereceden dört yüzlü katı sonlu elemanlar (C3D10) ile yapılan ağ yakınsaması çalışması sonucu 0.25mm eleman boyutu kullanılarak çözüm ağı oluşturulmuştur. Tasarlanan kafes yapıların sonlu elemanlar analizi kullanılarak sayısal homojenizasyon yöntemi ile farklı göreceli yoğunluklarda homojenize elastik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bahse konu tasarım stratejisi ile tasarlanan kafes yapıların izotropik olup olmadığı Zener oranı eşitliği kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu eşitlik homojenize elastisite modülü, kesme modülü ve Poisson oranı arasındaki ilişkiye bağlı olarak anizotropi derecesini tanımlamaktadır. Tüm göreceli yoğunluk değerlerinde izotropiye yakın özellikler gösteren bir kafes yapı tasarımı bu analizler sonucu tespit edilmiştir. Söz konusu kafes yapının tasarımı literatürde daha önce mevcut olmadığından bu çalışmanın özgünlüğünü oluşturmaktadır. Tasarlanan kafes yapı malzeme ekstrüzyonu eklemeli imalat yöntemi ile üretilerek, üretilebilirlik performansı da değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelime: Kafes Yapı, Eklemeli İmalat, Homojenizasyon, İzotropi, Sonlu Elemanlar Analizi

DESIGN OF A LATTICE CELL WITH ISOTROPIC PROPERTIES AND FABRICATION BY ADDITIVE MANUFACTURING

Kenan YILMAZ

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye,
kenanyilmaz@etu.edu.tr

Recep M. GORGULUARSLAN

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye,
rgorguluarslan@etu.edu.tr

Abstract

Lattice-structured materials are obtained by arranging strut elements in different orientations within a unit cell and periodically repeating this lattice cell in all directions. The recent emergence and rapid advancement of additive manufacturing have enabled the fast and cost-effective production of such lattice structures. Consequently, their use has become widespread in fields such as aerospace and thermal systems. For engineering applications, it is essential that lattice-structured materials exhibit consistent properties under loads applied from different directions. However, existing lattice structures often display anisotropic characteristics, which limit their performance in this regard. To address this issue, the present study focuses on the design of a lattice cell with isotropic elastic properties while maintaining identical strut diameters within the cell. To achieve isotropic behavior, a method that has not been previously utilized in strut-based lattice design in the literature was adopted. In this approach, diagonals on each face of a cubic cell are combined to form a triangular pyramid (tetrahedral) volume element. The centroid of this tetrahedron is then connected to the vertices and midpoints of its edges through struts in various combinations. Each face of the triangular pyramid is mirrored, and the outer region is trimmed to obtain a cubic lattice structure with the desired dimensions. Using this strategy, four different lattice structures were designed, and their parametric models were developed in Python. This allowed rapid and flexible generation of lattices with varying diameters and dimensions. In this work, lattice cells with dimensions of $20 \times 20 \times 20 \text{ mm}^3$ were modeled for relative densities ranging from 0.1 to 0.9 with increments of 0.1, and the corresponding strut diameters were determined. Finite element meshes were generated using second-order tetrahedral solid elements (C3D10) in ABAQUS, with a mesh convergence study resulting in a 0.25 mm element size. Numerical homogenization was then applied to determine the effective elastic properties of the designed lattice structures across different relative densities. The isotropy of the structures was assessed using the Zener ratio, which relates the homogenized elastic modulus, shear modulus, and Poisson's ratio to quantify anisotropy. Among the designs, one lattice structure demonstrated properties close to isotropy across all relative densities, highlighting the originality of the proposed method. Finally, the manufacturability of the designed lattice was evaluated through experimental fabrication using the material extrusion additive manufacturing process.

Keywords: Lattice Structure, Additive Manufacture, Homogenization, Isotropy, Finite Element Analysis

PERİYODİK KAFES YAPILARDA KONTROLLÜ ANİZOTROPİ İÇİN ÜRETKEN TASARIM YAKLAŞIMI

Alptuğ ÖZTAŞKIN

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye,
alptug.oztaskin@metu.edu.tr

Ulaş YAMAN

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye,
uyaman@metu.edu.tr

Özet

Kullanım alanına özgü, hafifletilmiş yapılar elde etmek için kafes yapılar, eklemeli imalat teknolojileriyle yaygın olarak üretilmektedir. Bu alandaki çalışmalar, özellikle otokodlayıcıların yardımıyla giriş tabanlı kafes yapıların istenilen mekanik özelliklere göre tasarlanmasına odaklanmaktadır. Ancak, bu gelişmiş yöntemlerin üçlü periyodik minimal yüzey (TPMS) yapılarına uygulanması konusunda literatürde ciddi bir boşluk bulunmaktadır. Ayrıca, TPMS yapılarının eşyönsüzlük kazanmasına yönelik çalışmalar da henüz çok sınırlıdır. Bu eksiklikler, daha yüksek performanslı ve karmaşık periyodik yapıların tasarımını engelleyebilmektedir. Çalışma, bu boşluğu doldurmayı ve TPMS yapılarının potansiyelini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Çalışmada, β -koşullu otokodlayıcılar ile regresyon ağları birleştirilerek, çeşitli TPMS yapıları arasındaki gizli uzay derinlemesine incelenmiştir. Bu entegre yaklaşım sayesinde, farklı TPMS yapıları arasındaki geometrik ve mekanik özellik geçişleri analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, gizli uzayda ara değer hesaplaması ile yeni TPMS varyasyonlarının keşfedilmesini sağlayan bir yöntem ve belirli porozite ve yönlü elastik modül gibi özellik vektörlerine dayanan tersine tasarım yöntemleri önerilmiştir. Bu yenilikçi yaklaşımlar, TPMS yapılarının daha kontrollü ve optimize edilmiş bir şekilde tasarlanabilmesinin önünü açmaktadır.

Anahtar Kelime: TPMS, Eşyönsüzlük, Tersine Tasarım, Kafes Yapı

GENERATIVE DESIGN APPROACH FOR CONTROLLED ANISOTROPY IN PERIODIC LATTICE STRUCTURES

Alptug OZTASKIN

Middle East Technical University, Department of Mechanical Engineering, Ankara, Turkiye,
alptug.oztaskin@metu.edu.tr

Ulas YAMAN

Middle East Technical University, Department of Mechanical Engineering, Ankara, Turkiye,
uyaman@metu.edu.tr

Abstract

Lattice structures are commonly produced using additive manufacturing technologies to obtain application-specific, lightweight structures. Studies in this field have primarily focused on designing beam-based lattice structures with desired mechanical properties, especially with the help of autoencoders. However, there is a significant gap in the literature regarding the application of these advanced methods to Triply Periodic Minimal Surface (TPMS) structures. Additionally, research on making TPMS structures anisotropic is still very limited. These shortcomings can hinder the design of higher-performance and more complex periodic structures. This study aims to fill this gap and unlock the potential of TPMS structures. The hidden space between various TPMS structures was examined in depth by combining β -conditional autoencoders with regression networks. This integrated approach allowed for the analysis of transitions in geometric and mechanical properties between different TPMS structures. Based on these findings, the study proposes a method for exploring new TPMS variations through interpolation in the hidden space, as well as inverse design methods based on specific property vectors like porosity and directional elastic modulus. These innovative approaches pave the way for a more controlled and optimized design of TPMS structures.

Keywords: TPMS, Anisotropy, Inverse Design, Lattice Structure

EKLEMELİ İMALATLA ÜRETİLMİŞ POLİMERİK GYROİD YAPILARIN YÜKSEK ŞEKİL DEĞİŞTİRME HIZI ALTINDAKİ DİNAMİK DAVRANIŞI

Umut ÇALIŞKAN

Erciyes Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye, ucaliskan@erciyes.edu.tr

Çağlar SEVİM

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Niğde, Türkiye, caglar.sevim@ohu.edu.tr

Munise Didem DEMİRBAŞ

Erciyes Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye, mddemirbas@erciyes.edu.tr

Safa EKİRİKAYA

Kayseri Üniversitesi, Kaynak Teknolojileri Bölümü, Makine ve Metal Teknolojileri, Kayseri, Türkiye, safaekrikaya@kayseri.edu.tr

Mevlüt HAKAN

Erciyes Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye, mevluthakan@erciyes.edu.tr

Özet

Gözenekli mimarilerde, darbeli yükleme altında spesifik enerji emilimi (SEA) ve gerilme-şekil değiştirme davranışında tabaka kalınlığına bağlı iyileşmeler yaygın olarak görülmektedir. Üçlü periyodik minimal yüzey (TPMS) geometrileri arasında, keskin köşeleri olmayan düzgün kavisli topolojileri sayesinde, gyroid yapılar erken burkulma tetikleyicilerini önler ve özellikle yüksek gerilme oranlarında polimer bazlı 3D baskılı parçalarda kararlı ezilme modları ve yüksek enerji dağıtım potansiyeli sunar. Bu çalışmada, PLA ve ABS'den eklemeli imalat (FDM) ile üretilen katı ve gyroid silindirik numunelerin (15 mm çap × 15 mm yükseklik) yüksek gerilme hızı sıkıştırma tepkileri, Split Hopkinson Basınç Çubuğu (SHPB) kullanılarak incelenmiştir. Testler, çubuk-numune dalga etkileşimlerini hesaba katan klasik üç dalga yöntemi ile değerlendirilmiş ve gerilme-gerinim eğrileri, akma gerilimi, kırılma şekil değiştirmesi ve birim kütle başına özgül enerji emilimi elde edilmiştir. Bulgular, katı numunelerin daha yüksek akma gerilimi sergilerken, gyroid numunelerin ilerleyen hücre duvarı burkulma ve ezilme mekanizmaları nedeniyle daha düzgün bir gerilme ve üstün SEA sağladığını göstermektedir. Malzeme açısından, PLA daha yüksek sertlik ve akma gerilimi gösterirken, erken çatlak oluşumuna daha yatkındır, ABS ise daha geniş plastik deformasyon aralığı ile daha sünek bir çökme sergiler. Temel polimerden bağımsız olarak, gyroid topolojisi gerilme hızı arttıkça belirgin bir hız duyarlılığı gösterir. Bu sonuçlar, kişisel koruyucu ekipman, insansız hava aracı bileşenleri ve otomotiv iç güvenlik parçaları gibi düşük ağırlık ve verimli darbe azaltma gerektiren uygulamalar için, malzeme seçiminin gyroid geometri tasarımıyla eşleştirilmesi yoluyla performansın optimize edilebileceğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelime: Katmanlı imalat, Polimerik gyroid, TPMS kafes, Yüksek şekil değiştirme hızında basma, Split Hopkinson Basma Çubuğu

HIGH STRAIN-RATE DYNAMIC BEHAVIOUR OF ADDITIVELY MANUFACTURED POLYMERIC GYROID STRUCTURES

Umut CALISKAN

Erciyes University, Mechanical Engineering Department, Kayseri, Turkiye, ucaliskan@erciyes.edu.tr

Caglar SEVIM

Niğde Ömer Halisdemir University, Mechanical Engineering Department, Niğde, Turkiye, caglar.sevim@ohu.edu.tr

Munise Didem DEMIRBAS

Erciyes University, Mechanical Engineering Department, Turkiye, mddemirbas@erciyes.edu.tr

Safa EKRIKAYA

Kayseri University , Welding Technology Program, Department of Mechanical and Metal Technologies, Vocational College of OSB, Kayseri, Turkiye, safaekrikaya@kayseri.edu.tr

Mevlut HAKAN

Erciyes University, Mechanical Engineering Department, Kayseri, Turkiye, mevluthakan@erciyes.edu.tr

Abstract

Layer thickness–dependent improvements in specific energy absorption (SEA) and stress–strain plateau behaviour under impact/impulsive loading are widely reported for porous architectures. Among triply periodic minimal surface (TPMS) geometries, gyroid structures—owing to their smoothly curved topology without sharp corners—suppress premature buckling triggers and offer stable crushing modes and high energy-dissipation potential in polymer-based 3D-printed parts, especially at elevated strain rates. In this study, the high strain-rate compressive responses of solid and gyroid cylindrical specimens (15 mm diameter × 15 mm height) fabricated from PLA and ABS via fused deposition modelling (FDM) were investigated using a Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB). Tests were evaluated with the classical three-wave method, accounting for bar–specimen wave interactions, and stress–strain curves, peak/yield stress, plateau stress, fracture strain, and specific energy absorption per unit mass were obtained. The findings indicate that, while solid specimens exhibit higher peak stress, gyroid specimens deliver a smoother plateau and superior SEA due to progressive cell-wall buckling and crushing mechanisms. Material-wise, PLA shows higher stiffness and peak stress but a greater propensity for early crack initiation, whereas ABS exhibits more ductile collapse with a wider plastic deformation window. Regardless of the base polymer, the gyroid topology displays pronounced rate sensitivity as the strain rate increases. These results highlight that, for applications requiring low weight and efficient impact mitigation—such as personal protective equipment, unmanned aerial vehicle components, and automotive interior safety parts—performance can be optimised by matching material selection with gyroid geometry design.

Keywords: dditive manufacturing; Polymeric gyroid; TPMS lattice; High strain-rate compression; Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB)

EKLEMELİ İMALATTA PROSES PARAMETRELERİNİN ERGİYİK HAVUZ DİNAMİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ: HAD SİMÜLASYONU VE DENEYSEL VALİDASYON

Ali Onur GÜNDÜZTEPE

iog mühendislik, Ankara, Türkiye, onur.gunduztepe@iog.com.tr

İzzet Özgün GÜLER

iog mühendislik, Ankara, Türkiye, ozgun.guler@iog.com.tr

Elif DEMİREL

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Sivas, Türkiye, elifdemirel@sivas.edu.tr

Nazım BABACAN

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Sivas, Türkiye, nazimbabacan@sivas.edu.tr

Özet

Eklemeli imalat teknolojilerinde proses parametrelerinin ergiyik havuz davranışı üzerindeki etkisinin anlaşılması, nihai ürün kalitesinin artırılması açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışmada, farklı toz serimleri, lazer gücü ve tarama hızlarının ergiyik havuz oluşumu üzerindeki etkileri hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) tabanlı sayısal simülasyonlar ile incelenmiş ve sonuçlar deneysel verilerle karşılaştırılmıştır. Simülasyonlar FLOW-3D AM yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve sıvı–gaz arayüzünü doğru şekilde modelleyebilmek amacıyla Volume of Fluid (VOF) metodu uygulanmıştır. Lazerin toz yatağı ile etkileşimini gerçekçi biçimde temsil edebilmek için Ray Tracing yöntemi kullanılmış, çoklu yansıma etkilerini hesaba katmak üzere Fresnel Reflection modeli entegre edilmiştir. Ayrıca ergime–katılaşma faz değişimleri dikkate alınarak malzemenin termal davranışı modellenmiş, yüzey gerilimi etkisi de simülasyonlarda hesaba katılmıştır. Böylece, lazerle toz yatağı ergime sürecinde ortaya çıkan karmaşık akış ve ısı transferi mekanizmaları ayrıntılı şekilde çözümlenmiştir. Elde edilen simülasyon ve deney sonuçları, lazer gücü ve tarama hızındaki değişimlerin ergiyik havuzun boyutu ve geometrisi üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, toz serim kalınlığının da ergiyik havuz derinliği ve katılaşma bölgesinin boyutunu etkilediği görülmüştür. Bu bulgular, proses parametrelerinin doğru seçiminin, istenilen mikroyapı ve mekanik özelliklere sahip ürünlerin üretiminde kritik rol oynadığını göstermiştir.

Anahtar Kelime: Lazer toz yatağı ergitme, Ergiyik havuz dinamikleri, Hesaplamalı akışkanlar dinamiği, FLOW-3D AM, Hacimsel akışkan metodu (VOF), Işın takibi (Ray tracing)

EFFECT OF PROCESS PARAMETERS ON MELT POOL DYNAMICS IN ADDITIVE MANUFACTURING: CFD SIMULATION AND EXPERIMENTAL VALIDATION

Ali Onur GUNDUZTEPE

iog engineering, Ankara, Türkiye, onur.gunduztepe@iog.com.tr

Izzet Ozgun GULER

iog engineering, Ankara, Türkiye, ozgun.guler@iog.com.tr

Elif DEMIREL

Sivas University of Science and Technology, Sivas, Türkiye, elifdemirel@sivas.edu.tr

Nazım BABACAN

Sivas University of Science and Technology, Sivas, Türkiye, nazimbabacan@sivas.edu.tr

Abstract

Understanding the influence of process parameters on melt pool behaviour in additive manufacturing technologies is of critical importance for improving the quality of the final product. In this study, the effects of different powder layer thicknesses, laser power, and scanning speeds on melt pool formation were investigated through computational fluid dynamics (CFD)-based numerical simulations and results compared with experimental data. The simulations were performed using the FLOW-3D AM software, where the Volume of Fluid (VOF) method was applied to accurately capture the liquid–gas interface. To realistically represent the interaction between the laser and the powder bed, the Ray Tracing approach was employed, and the Fresnel Reflection model was integrated to account for multiple reflection effects. Furthermore, melting–solidification phase transitions were considered to model the thermal behaviour of the material, while surface tension effects were also incorporated into the simulations. In this way, the complex flow and heat transfer mechanisms that occur during the laser powder bed fusion process were analysed in detail. The experimental and simulation results obtained so far demonstrate that variations in laser power and scanning speed have a decisive impact on the size and geometry of the melt pool. Similarly, powder layer thickness was found to affect both the melt pool depth and the size of the solidified region. These findings highlight the critical role of selecting appropriate process parameters to achieve desired microstructural features and mechanical properties in the manufactured parts.

Keywords: Laser powder bed fusion (LPBF), Melt pool dynamics, Computational fluid dynamics (CFD), FLOW-3D AM, Volume of Fluid (VOF), Ray tracing

DLP 3B BASKI TEKNOLOJİSİYLE ÜRETİLEN KOLEMANİT KATKILI FOTOPOLİMER KOMPOZİTLERİN GAMA IŞINI ZAYIFLATMA ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Yusuf KAVUN

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Görüntüleme
Teknikleri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

Selami EKEN

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kahramanmaraş, Türkiye

Özet

Verimli radyasyon zırhlama malzemelerinin geliştirilmesi, iyonlaştırıcı radyasyonun olumsuz etkilerini azaltmak için kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, Dijital Işık İşleme (DLP) tabanlı 3B baskının zırhlama uygulamaları için işlevsel kompozitler üretme potansiyeli araştırılmıştır. Fotopolimer reçineler, gama ışını zayıflatma performansını artırmak için doğal olarak oluşan bir bor içeren mineral olan kolemanit ile %0, %1, %2 ve %5 ağırlık oranlarında takviye edilmiştir. Üretilen kompozitlerin zırhlama verimliliği, bir NaI(Tl) (ORTEC® 905-4) dedektörü kullanılarak 356, 662, 1173 ve 1333 keV foton enerjilerinde değerlendirilmiştir. Ayrıca, kompozitlerin yapısal ve fizikokimyasal özellikleri SEM, XRD, FTIR ve TG analizleriyle incelenmiş, mekanik davranışları ise basınç ve çekme dayanımı testleri ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, kolemanit içeriği ile gama ışını emilim kapasitesi arasında doğrudan bir ilişki olduğunu ve daha yüksek yüklemelerin zayıflatma performansını önemli ölçüde iyileştirdiğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: DLP 3D Baskı, Fotopolimer Kompozitler, Radyasyon Kalkanı

DEVELOPMENT OF DLP-PRINTED COLEMANITE-DOPED PHOTOPOLYMER COMPOSITES FOR ENHANCED GAMMA-RAY ATTENUATION

Yusuf KAVUN

Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Vocational School of Health Services, Department of Medical Imaging Technologies, Kahramanmaraş, Türkiye

Selami EKEN

Kahramanmaraş Sutcu Imam University Faculty of Medicine, Kahramanmaraş, Türkiye

Abstract

The development of efficient radiation shielding materials is critical to mitigating the adverse effects of ionizing radiation. In this study, the potential of Digital Light Processing (DLP)-based 3D printing to produce functional composites for shielding applications was investigated. Photopolymer resins were doped with colemanite, a naturally occurring boron-containing mineral, at 0, 1, 2, and 5 wt% to improve gamma-ray attenuation performance. The shielding efficiency of the produced composites was evaluated at photon energies of 356, 662, 1173, and 1333 keV using a NaI(Tl) (ORTEC® 905-4) detector. In addition, the structural and physicochemical properties of the composites were investigated by SEM, XRD, FTIR, and TG analyses, while their mechanical behavior was evaluated by compressive and tensile strength tests. The results revealed a direct relationship between colemanite content and gamma-ray absorption capacity, with higher loadings significantly improving attenuation performance.

Keywords: DLP 3D Printing, Photopolymer Composites, Radiation Shielding

METAL ÇOKLU MALZEME EKLEMELİ İMALATTA ZORLUKLAR VE FIRSATLAR

Beytullah AYDOĞAN

Bayburt Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Bayburt, Türkiye,
bevtullahaydogan@bayburt.edu.tr

Özet

Tek bir bileşen içerisinde birden fazla metalik malzemenin bütünleştirilmesi, eklemeli imalat (Eİ) alanındaki en önemli gelişmelerden birini temsil etmektedir. Bu yaklaşım, farklı termal, mekanik ve fonksiyonel özelliklerin bir arada kullanılabilmesine olanak sağlayarak, geleneksel imalat veya birleştirme yöntemleriyle elde edilmesi zor olan çözümleri mümkün kılmaktadır. Geleneksel yöntemler çoğunlukla kaynak, lehimleme veya mekanik bağlama gibi tekniklere dayanmakta olup, bu süreçler zayıf ara yüzeylerin oluşmasına, artık gerilmelere veya geometrik karmaşıklıklara neden olabilmektedir. Buna karşılık, özellikle lazer yönlendirmeli enerji biriktirme (laser-DED) gibi Eİ süreçleri, çoklu malzeme yapılarının tek adımda nete yakın şekillendirilmesini mümkün kılarak tasarım esnekliği ve azalmış işlem gereksinimleri sunmaktadır.

Bu avantajlara rağmen, güvenilir çoklu malzeme sistemlerinin üretilmesi çeşitli zorluklar barındırmaktadır. Kimyasal uyumsuzluklar, gevrek ara metalik veya karbür fazlarının oluşumu ve ara yüzeylerdeki özellik uyumsuzlukları bu zorluklara örnektir. Paslanmaz çelik-Inconel ve kobalt esaslı alaşımlar üzerinde yapılan son araştırmalar, üretilmiş çoklu malzeme bölgelerinin, tek malzemeli muadillerine kıyasla mekanik performans açısından zayıf olabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte, bileşim optimizasyonu ve ısıtma işlemi gibi özelleştirilmiş son işlem yöntemlerindeki gelişmeler, sünek fazların stabilize edilmesi, mikro yapıların iyileştirilmesi ve mekanik bütünlüğün yeniden kazanılabilmesi açısından önemli potansiyeller ortaya koymuştur.

Bu bulgular, çoklu malzeme Eİ'nin başarılı bir şekilde uygulanmasının, mikro yapısal evrimin, faz kararlılığının ve ara yüzey davranışının anlaşılmasına bağlı olduğunu vurgulamaktadır. Bu zorlukların aşılmasıyla birlikte, çoklu malzeme Eİ; havacılık, enerji ve yüksek performans gerektiren mühendislik sistemlerinde dönüştürücü uygulamaların önünü açarak, entegre işlevselliğe, üstün dayanıklılığa ve eş benzeri görülmemiş tasarım özgürlüğüne sahip bileşenlerin üretilmesine imkan tanıyacaktır. Endüstriyel açıdan bakıldığında, bu ilerlemeler; havacılıkta gelişmiş termal dirence sahip fonksiyonel kademeli türbin kanatlarının, enerji sektöründe alaşımın bölgesel olarak optimize edildiği yüksek verimli ısı değiştiricilerinin ve imalat endüstrilerinde aşınmaya dayanıklı, hafif takım sistemlerinin üretiminin önünü açmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çoklu malzeme eklemeli imalat, Lazer yönlendirmeli enerji biriktirme (Laser-DED), Mikro yapısal evrim, Mekanik performans, Ara yüzey bütünlüğü, Faz kararlılığı.

CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN METAL MULTI-MATERIAL ADDITIVE MANUFACTURING

Beytullah AYDOGAN

Bayburt University, Technical Sciences Vocational Schools, Bayburt, Türkiye,
beytullahaydogan@bayburt.edu.tr

Abstract

The integration of multiple metallic materials within a single component represents one of the most significant advancements in additive manufacturing (AM), providing pathways to combine distinct thermal, mechanical, and functional properties that are otherwise challenging to achieve through conventionally. Traditional methods often rely on welding, brazing, or mechanical fastening, which can introduce weak interfaces, residual stresses, or limitations in geometric complexity. In contrast, AM processes—particularly laser directed energy deposition (laser-DED)—enable near-net-shape fabrication of multi-material structures in a single step, offering design flexibility and reduced processing requirements.

Despite these advantages, fabricating reliable multi-material systems presents unique challenges, including chemical incompatibilities, the formation of brittle intermetallic or carbide-rich phases, and property mismatches across interfaces. Recent investigations on stainless steel–Inconel and cobalt-based alloys have shown that as-fabricated multi-material regions can suffer from degraded mechanical performance compared to their single-material counterparts. However, advancements in composition optimization and tailored post-processing, such as heat treatment, have demonstrated the potential to stabilize ductile phases, refine microstructures, and restore mechanical integrity.

These findings emphasize that successful adoption of multi-material AM relies on understanding microstructural evolution, phase stability, and interfacial behavior. By overcoming these challenges, multi-material AM can unlock transformative applications in aerospace, energy, and high-performance engineering systems, enabling components with integrated functionality, superior durability, and unprecedented design freedom. From an industrial perspective, these advancements open pathways for the fabrication of functionally graded turbine blades with enhanced thermal resistance in aerospace, high-efficiency heat exchangers with site-specific alloying in the energy sector, and wear-resistant, lightweight tooling systems in manufacturing industries.

Keywords: Multi-material additive manufacturing, Laser directed energy deposition (Laser-DED), Microstructural evolution, Mechanical performance, Interfacial integrity, Phase stability.

KAPASİTİF MİKROİŞLENMİŞ ULTRASONİK ÇEVİRGEÇ (KMUÇ) ÜRETİMİNDE KULLANILAN LTCC ALTTAŞ

Fikret YILDIZ

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Uçak Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye,
fyildiz@sivas.edu.tr

Özet

Kapasitif Mikroişlenmiş Ultrasonik Transdüser (çevirgeç) (CMUT- Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer), mikro elektro mekanik sistem (MEMS) teknolojisini kullanan gelişmiş bir ultrasonik dönüştürücü teknolojisidir. Kapasitif Mikroişlenmiş Ultrasonik Çevirgeç (kMUÇ)’in yapısı, bir oyuk üzerinde askıya alınmış mikro işlenmiş bir diyafram (zar), sabit bir alt elektrot ve bir üst elektrottan oluşur. Diyafram malzemesi olarak çoğunlukla silisyum kullanılmaktadır. kMUÇ üretiminde yüzey işleme ve wafer (gofret) yapıştırma yöntemleri kullanılmaktadır. Gofret yapıştırma yöntemleri arasında da anodik yapıştırma yöntemi (cam alttaş-silisyum alttaş), düşük sıcaklık işleme uyumluluğu nedeniyle kMUÇ’ların ve farklı MEMS çiplerin (cihazların) üretimi ve paketlenmesi (elektronik entegrasyon) proseslerinde sıkça tercih edilen bir yöntemdir. Literatürde cam alttaşa alternatif olarak, LTCC (Low Temperature Co-Fired Ceramic- Düşük sıcaklıkta pişirilmiş seramik) alttaşın LTCC-Silisyum arasındaki anodik yapıştırma prosesi için iyi malzeme özelliklerine sahip olması nedeniyle mikro-elektro-mekanik sistemler (MEMS) uygulamaları ve 3D kompakt cihazların paketlenmesi için umut vadeden bir malzeme olduğu gösterilmiştir. LTCC alttaşın yoğunluğu, young modülü ve termal genişleme katsayısı cam alttaşa yakın özellik göstermektedir ve bu nedenle Silisyum ile anodik yapıştırma prosesi için uygundur. Bu çalışmada, metal iç bağlantılara ve “yeşil levha (green sheet)” olarak bilinen seramik tozu ile cam tozunun karışımından yapılmış bir alt tabaka olan LTCC alttaş kullanılarak farklı uygulamalar için geliştirilen kMUÇ cihazlarından bahsedilecektir. Ayrıca, kMUÇ üretimi için LTCC alttaşın avantajları/dezavantajları, LTCC alttaş ve kMUÇ üretiminde karşılaşılan zorluklar ve gelecek çalışmalarla ilgili önerilerden bahsedilecektir.

Anahtar Kelime: CMUT, LTCC, MEMS, anodik yapıştırma,

CAPACITIVE MICROMACHINED ULTRASONIC TRANSDUCERS (CMUT) USING LOW TEMPERATURE CO-FIRED CERAMIC (LTCC) SUBSRATE

Fikret YILDIZ

Sivas University of Science and Technology, Department of Aeronautical Engineering, Sivas, Turkiye,
fyildiz@sivas.edu.tr

Abstract

The Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducers (CMUTs) is an advanced ultrasonic transducer technology based on Microelectromechanical systems (MEMS) technology. The structure of the CMUT consists of a micromachined diaphragm (membrane) suspended over a cavity, a fixed bottom electrode, and a top electrode. Silicon is commonly used diaphragm material of CMUT. In CMUT fabrication, surface micromachining and wafer bonding are commonly used methods. Among the wafer bonding methods, anodic bonding (between a glass substrate-a silicon substrate) is often preferred in the fabrication and packaging (electronic integration) processes of CMUTs and various MEMS chips (devices) due to its compatibility with low-temperature processing. In the literature, as an alternative to glass substrates, Low Temperature Co-Fired Ceramic (LTCC) has been shown to be a promising material for Microelectromechanical systems (MEMS) applications and for packaging of 3D compact devices due to its material properties for the anodic bonding process between LTCC and silicon. The density, Young's modulus, and coefficient of thermal expansion of LTCC substrates are similar to those of glass substrates, which makes them suitable for the anodic bonding process with silicon. In this study, CMUT devices on LTCC substrate that includes a mixture of ceramic powder and glass powder known as “green sheets” and internal metal interconnections developed for different applications will be discussed. Moreover, the advantages/disadvantages of LTCC substrates for CMUT fabrication, difficulties related with the fabrication process of LTCC substrates and CMUTs, and future works will be discussed.

Keywords: CMUT, LTCC, MEMS, anodic bonding.

SLA ESASLI EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMİYLE ÜRETİLEN ZrO_2 İLERİ SERAMİK BALPETEĞİ YAPILARIN EĞİLME DAYANIMLARININ İNCELENMESİ

Elif IŞIK

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye,
elif.isik@sivas.edu.tr

Betül KAFKASLIOĞLU YILDIZ

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye,
bkyildiz@sivas.edu.tr

Ali Suat YILDIZ

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, suat@sivas.edu.tr

Özet

İleri seramiklerin geleneksel yöntemlerle karmaşık geometrilerde üretiminde yaşanan zorluklar, bu malzemelerin birçok uygulama alanı için kullanımını sınırlandırmaktadır. Ancak, ileri seramik 3D yazıcı teknolojisi, ileri seramiklerin şekillendirilmesi için çözüm sunmakta, pahalı takım ve kalıplar gerektirmeksizin, özelleştirilmiş ve tasarım esnekliği yüksek üç boyutlu seramik parçaların elde edilebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada, stereolitografi (SLA) esaslı 3D seramik yazıcı teknolojisi kullanılarak üretilen, farklı hücresel geometrilerde (daire ve üçgen) sahip ZrO_2 bal peteği sandviç yapıların yoğunluğu, elastik modülü ve eğilme dayanımı incelenmiştir. 3D seramik yazıcı kullanılarak üretilen numunelerin bağlayıcı uzaklaştırma işlemi $615^{\circ}C$ 'ye kadar kademeli olarak azot atmosferinde, sinterleme işlemi ise $1450^{\circ}C$ 'de basınçsız hava ortamında gerçekleştirilmiştir. Sinterleme sonrası numunelerin elastik modülleri rezonans frekans yöntemi, eğilme dayanımları üç nokta eğme testi ve yoğunlukları Arşimet metoduyla belirlenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, üçgen geometriye sahip bal peteği sandviç numunelerin yoğunluğunun ($53,8 \pm 0,9$) daire geometrili ($51,8 \pm 0,9$) numunelerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca mekanik test sonuçlarında da aynı durum gözlenmiş ve üçgen geometrili yapıların elastik modül ve eğilme dayanımlarının (122 GPa, 398 ± 73 MPa) daire geometrili yapılara (116 GPa, 304 ± 55 MPa) kıyasla daha yüksek değerlere sahip olduğu ortaya konulmuştur. Elde edilen deneysel verilerden dairesel geometriye sahip bal peteği sandviç yapıların, üçgen geometrili forma sahip numunelerden daha düşük dayanım sergilediği görülmüştür. Sonuç olarak bu çalışma, SLA esaslı eklemeli imalat yöntemiyle üretilen üçgen geometrili ZrO_2 bal peteği yapıların, özellikle hafifliğin ön planda olduğu uygulamalar için bir alternatif olabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelime: ZrO_2 , SLA, bal peteği yapılar, eğilme dayanımı.

INVESTIGATION OF THE FLEXURAL STRENGTH OF ZrO₂ ADVANCED CERAMIC HONEYCOMB STRUCTURES PRODUCED BY SLA-BASED ADDITIVE MANUFACTURING METHOD

Elif ISIK

Sivas University of Science and Technology, Department of Metallurgy and Materials Engineering, Sivas, Türkiye, elif.isik@sivas.edu.tr

Betul KAFKASLIOGLU YILDIZ

Sivas University of Science and Technology, Department of Metallurgy and Materials Engineering, Sivas, Türkiye, bkyildiz@sivas.edu.tr

Ali Suat YILDIZ

Sivas University of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering, Sivas, Türkiye, suat@sivas.edu.tr

Abstract

The difficulties in producing complex-shaped parts of advanced ceramics through conventional methods limit their use in applications requiring customizable designs. However, advanced ceramic 3D printing technology provides a solution for shaping advanced ceramics, enabling the production of customized, highly design-flexible three-dimensional ceramic parts without the need for expensive tools and molds. In this study, the density, elastic modulus, and flexural strength of ZrO₂ honeycomb sandwich structures with different cellular geometries (circular and triangular), produced using stereolithography (SLA)-based 3D ceramic printing technology, were investigated. The binder removal of the samples produced using a 3D ceramic printer was performed gradually up to 615°C in a nitrogen atmosphere, while the sintering process was carried out at 1450°C in a pressureless air environment. After sintering, the elastic modulus of the samples were determined by the resonance frequency method, their flexural strengths by three-point bending tests, and their densities by the Archimedes method. According to the results, honeycomb sandwich samples with triangular geometry exhibited a higher density (53.8 %± 0.9) compared to those with circular geometry (51.8%± 0.9). Moreover, the mechanical test results showed the similar trend, with the triangular-geometry structures exhibiting higher elastic modulus and flexural strength (122 GPa and 398 ± 73 MPa) compared to the circular-geometry structures (116 GPa and 304 ± 55 MPa). The experimental results revealed that honeycomb sandwich structures with circular geometry demonstrated lower strength than those with triangular geometry. Consequently, this study demonstrated that triangular-geometry ZrO₂ honeycomb structures produced using SLA-based additive manufacturing could serve as a promising alternative, particularly for applications where lightweight design is a priority.

Keywords: ZrO₂, SLA, honeycomb structure, flexural strength.

HAFİF VE FONKSİYONEL YAPILAR İÇİN NİTİNOL-TABANLI GYROİD ÖRGÜLERİN SAYISAL DEĞERLENDİRMESİ

Gülcan AYDIN

Fizik Bölümü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli 41001, Türkiye, gulcan.aydin@kocaeli.edu.tr

Özet

Günümüz mühendisliğinin temel gerekliliği, özellikle biyomedikal implantlar, darbe emici sistemler ve titreşim sönümleyiciler gibi kritik uygulamalar için hafiflik, yüksek özgül dayanım ve şekil hafıza etkisi gibi çoklu fonksiyonları birleştiren yenilikçi malzemelerdir. Bu bağlamda, üç boyutlu kafes yapı metamateryaller ile süperelastik özelliklere sahip Nitinol (NiTi) alaşımlarının entegrasyonu, öne çıkan bir araştırma alanıdır. Bu çalışmada, periyodik geometrisi ve yüksek enerji absorpsiyon potansiyeli nedeniyle öne çıkan Gyroid örgü yapıları, Nitinol malzeme modeli kullanılarak sayısal olarak incelenmiştir. Metodoloji kapsamında, 10 mm birim hücreden yola çıkılarak $1 \times 1 \times 1$, $2 \times 2 \times 2$ ve $3 \times 3 \times 3$ boyutlarında örgü yapıları oluşturulmuştur. %7,3-7,7 nominal gerinim seviyesine ($3 \times 3 \times 3$ örgü için 2,4 mm deplasman) kadar uygulanan Sonlu Elemanlar Analizleri (SEA) ile Kuvvet-Deplasman eğrileri, Şekil Değiştirme Enerjisi ve Eşdeğer Gerilme çıktıları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Analizler sonucunda, tüm yükleme döngüleri sonunda %99'un üzerinde geri kazanılabilir deformasyon elde edildiği ve Nitinol'un tipik martensitik faz dönüşümünü yansıtan belirgin plato bölgelerine sahip geniş histerezis döngüleri gözlemlenmiştir. Yapısal boyutların etkisini ortaya koyan ana bulgu, enerji sönümleme kapasitesinin örgü hacmiyle doğrudan orantılı bir artış göstermesidir: $3 \times 3 \times 3$ örgü (27 hücre), $1 \times 1 \times 1$ örgüye göre 27 kat daha büyük hacme sahip olmasına rağmen, bir histerezis döngüsündeki enerji sönümleme kapasitesi ≈ 32 kat artmıştır. Bu bulgu, birim hacim başına enerji sönümleme verimliliğinin boyutla birlikte arttığını kanıtlamakta ve bu kompozit yapıların ölçeklendirilebilirliği konusunda güçlü bir gösterge sunmaktadır. Öte yandan, aynı gerinim altında, $3 \times 3 \times 3$ örgüdeki maksimum eşdeğer gerilme değeri, $1 \times 1 \times 1$ yapıya kıyasla yaklaşık olarak %58,4 azalmış olup, 10143 MPa'dan 4221 MPa'ya düşmüştür. Bu bulgular, Nitinol malzemesi ile oluşturulan Gyroid örgülerinin hem enerji sönümleme performansının hem de yapısal bütünlüğünün tasarım boyutu ile doğrudan ve öngörülebilir şekilde kontrol edilebileceğini kanıtlamaktadır.

Anahtar Kelime: Metamateryal, gyroid, nitinol, süperelastisite, sonlu elemanlar yöntemi, enerji absorpsiyonu.

NUMERICAL EVALUATION OF NITINOL-BASED GYROID LATTICES FOR LIGHTWEIGHT AND FUNCTIONAL STRUCTURES

Gulcan AYDIN

Department of Physics, Kocaeli University, Kocaeli 41001, Turkey, gulcan.aydin@kocaeli.edu.tr

Abstract

The core requirement of modern engineering necessitates innovative materials that integrate multiple functionalities, such as lightweight, high specific strength, and shape memory effects, for critical applications including biomedical implants, impact absorbers, and vibration dampers. In this context, the integration of three-dimensional lattice metamaterials with superelastic Nitinol (NiTi) alloys constitutes a prominent research area. This study numerically investigates Gyroid lattice structures, which are noted for their periodic geometry and high potential for energy absorption, utilizing a Nitinol material. As part of the methodology, lattice structures sized $1 \times 1 \times 1$, $2 \times 2 \times 2$, and $3 \times 3 \times 3$ were constructed, originating from a 10 mm unit cell. Finite Element Analyses (FEA) were conducted up to 7.3-7.7% maximum strain level (2.4 mm displacement for the $3 \times 3 \times 3$ lattice), involving the comparative examination of Force-Displacement curves, Strain Energy, and Equivalent Stress outputs. The analyses revealed large hysteresis loops with distinct plateau regions, reflecting the typical martensitic phase transformation of Nitinol. Numerical results demonstrated over 99% recoverable deformation upon completion of all loading cycles, indicating negligible permanent deformation. The principal finding elucidating the effect of structural dimensions is a positive scaling effect: the energy dissipation capacity increased at a rate that surpassed the increase in lattice volume. Specifically, while the $3 \times 3 \times 3$ lattice (27 cells) has 27 times the volume of the $1 \times 1 \times 1$ lattice, its energy dissipation capacity per hysteresis cycle increased by approximately 32 times. This result proves that the energy dissipation efficiency per unit volume actually improves with size, providing a strong foundation for the scalability of these composite structures. Furthermore, at the same strain, the maximum equivalent stress value in the $3 \times 3 \times 3$ lattice decreased by approximately 58.4% compared to the $1 \times 1 \times 1$ structure, falling from ~ 10143 MPa to ~ 4221 MPa. These findings substantiate that both the energy dissipation performance and structural integrity of Gyroid lattices constructed with Nitinol material can be directly and predictably controlled by the design dimension.

Keywords: Metamaterial, gyroid, nitinol, superelasticity, finite element modelling, energy absorption.

HAVA ARACI İÇİN ŞHA (ŞEKİL HAFIZALI ALAŞIM) TAHRİKLİ İNİŞ TAKIMI KAPAK KİLİT MEKANİZMASININ TASARIMI VE OPTİMİZASYONU

Ahmet PINARBAŞI

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,
Ankara, Türkiye, apinarbasi@aybu.edu.tr

Hüseyin Cemal TAŞTAN

Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye,
huseyincemal.tastan@tai.com.tr

Samet Can AKÇAY

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,
Ankara, Türkiye, 23050551010@aybu.edu.tr

Mahmut Esad ASLAN

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,
Ankara, Türkiye, 21505011005@aybu.edu.tr

Özet

Geleneksel iniş takımı kapak kilit mekanizmaları, hidrolik ve elektromekanik sistemlere dayanır; ancak bu sistemler, yapısal karmaşıklık, yüksek ağırlık ve artan arıza riski gibi ciddi dezavantajlara sahiptir. Bu durum, özellikle ağırlık ve hacim kısıtlarının kritik olduğu insansız hava araçları (İHA) gibi modern platformlarda verimliliği ve operasyonel güvenilirliği düşürmektedir. Bu çalışma, bu sorunlara çözüm olarak, Şekil Hafızalı Alaşım (ŞHA) tahrikli, kanca tipi yeni ve özgün bir kapak kilit mekanizmasının tasarımını, optimizasyonunu ve deneysel doğrulamasını sunmaktadır. Literatürde geleneksel kapak kilit sistemlerinin toplam ağırlığı üzerine yeterince sayısal bir veri bulunmamasına rağmen, bu sistemlerin kapak kilit mekanizması, hidrolik borulama hatları, valfler ve sensörler gibi çok sayıda bileşenden oluştuğu bilinmektedir. Buna karşın, önerilen mekanizmanın sadece elektriksel aktivasyonu, minimum sayıda eleman içeren kompakt ve kendiliğinden kilitlenen tasarımı sayesinde ciddi bir ağırlık kazanımı sağlayacağı öngörülmektedir.

Geliştirilen mekanizma, NiTi-esaslı bir ŞHA yayının Joule ısıtması ile aktif olarak kilit açma işlemini gerçekleştirirken, kilitlenmeyi ön yüklü germe yayları aracılığıyla pasif ve otomatik olarak sağlar. Bu dual-fonksiyonlu tasarım, az sayıda hareketli parça içermesi ve kilitli kalmak için sürekli güç gerektirmemesi sayesinde hem güvenilirliği artırır hem de önemli bir enerji verimliliği sunar. Katmanlı imalat ile üretilen prototipin performans testlerinde 15 saniyelik bir aktivasyon süresi elde edilmiştir. Mekanizmanın yeniden kurulum (kapanma) süresi de yine 15 saniye olarak ölçülmüştür; bu değer, geleneksel bir sistemin yaklaşık 11 saniyelik operasyon süresiyle karşılaştırıldığında aradaki farkın azlığı, geliştirilen sistemin güçlü bir alternatif olduğunu desteklemektedir. Ayrıca, prototipteki bu aktivasyon süresinin, alaşım kompozisyonunun değiştirilmesi ve uygulanan elektriksel gücün artırılmasıyla 5-10 saniye aralığına indirilebileceği ve böylece anlık tahrik kabiliyetiyle rakip sistemlere daha da güçlü bir alternatif sunabileceği düşünülmektedir. Ek olarak, ŞHA elemanının kolayca değiştirilebilir olması bakım kolaylığı sağlamaktadır. Sonuç olarak bu çalışma, ŞHA tabanlı aktüatörlerin; ağırlık, potansiyel aktivasyon hızı, mekanik basitlik ve bakım kolaylığı gibi kritik metriklerde geleneksel sistemlere göre üstün ve enerji verimli bir alternatif olduğunu kanıtlamaktadır.

Anahtar Kelime: Şekil Hafızalı Alaşımlar (ŞHA), NiTi Yaylar, Akıllı Malzemeler, Uçak İniş Takımı, Kanca Kilit Mekanizması, Kompakt Aktüatör.

DESIGN AND OPTIMIZATION OF SMA ACTIVATED LANDING GEAR DOOR LOCKING MECHANISM OF AN AIR VEHICLE

Ahmet PINARBASI

Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, Ankara, Türkiye, apinarbasi@aybu.edu.tr

Huseyin Cemal TASTAN

Hacettepe University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Mechanical Engineering, Ankara, Türkiye, huseyincemal.tastan@tai.com.tr

Samet Can AKCAY

Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, Ankara, Türkiye, 23050551010@aybu.edu.tr

Mahmut Esad ASLAN

Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, Ankara, Türkiye, 21505011005@aybu.edu.tr

Abstract

Conventional landing gear door locking mechanisms rely on hydraulic and electromechanical systems; however, these systems have significant disadvantages in terms of efficiency and cost due to their structural complexity, high weight, and increased risk of failure. This situation reduces efficiency and operational reliability, especially on modern platforms like unmanned aerial vehicles (UAVs) where weight and volume constraints are critical. As a solution to these problems, this study presents the design, optimization, and experimental validation of a novel and original hook-type door lock mechanism driven by a Shape Memory Alloy (SMA). Although sufficient numerical data on the total weight of conventional door lock systems is not available in the literature, it is known that these systems consist of numerous components such as the lock mechanism, hydraulic piping lines, valves, and sensors. In contrast, it is envisaged that the proposed mechanism will provide significant weight savings thanks to its electrical-only activation, compact design with minimal components, and self-locking feature.

The developed mechanism actively performs the unlocking action through Joule heating of a NiTi-based SMA spring, while locking is achieved passively and automatically via preloaded tension springs. This dual-function design enhances reliability and offers significant energy efficiency by not requiring continuous power to remain locked. Performance tests on the additively manufactured prototype have demonstrated an activation time of 15 seconds. The mechanism's reset (closing) time was also measured at 15 seconds; when compared to the approximately 11-second operational time of a conventional system, the small difference supports that the developed system is a strong alternative. Furthermore, it is considered that this activation time can be reduced to the 5-10 second range by changing the alloy composition and increasing the applied electrical power, thus offering a more potent alternative to rival systems with its instantaneous actuation capability. Additionally, the ease of replacing the SMA element provides maintenance advantages. In conclusion, this study proves that SMA-based actuators are a superior and energy-efficient alternative to conventional systems across critical metrics such as weight, potential activation speed, mechanical simplicity, and ease of maintenance.

Keywords: Shape Memory Alloys (SMA), NiTi Springs, Smart Materials, Aircraft Landing Gear, Hook Lock Mechanism, Compact Actuator.

TERAHERTZ UYGULAMALARI İÇİN YÜKSEK PERFORMANSLI 3B BASKILI BOŞLUKLU ÇEKİRDEKLİ ANTİREZONANS NEGATİF EĞRİLİKLİ DALGA KILAVUZU

Yusuf TORUN

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik - Elektronik
Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, 240202032@sivas.edu.tr

Kağan Murat PÜRLÜ

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik - Elektronik
Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, kagan.purlu@sivas.edu.tr

Şekip DALGAÇ

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik - Elektronik
Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, sdalgac@sivas.edu.tr

Kholoud ELMABRUK

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik - Elektronik
Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, elmabruk@sivas.edu.tr

Özet

Terahertz (THz) bandı (0.1–10 THz); spektroskopi, görüntüleme, algılama ve kablosuz iletişim gibi alanlarda gelecek vadedenden bir pencere olarak öne çıkmaktadır. Buna karşılık geleneksel dalga kılavuzu teknolojileri, malzeme Emilimi ve eğim hassasiyeti nedeniyle yüksek iletim kayıplarıyla karşı karşıyadır. Bu çalışmada özellikle THz dalga iletimi için optimize edilmiş boşluklu çekirdekli antirezonsans negatif eğrilikli dalga kılavuzlarının (ARNCWs) tasarım, sayısal analiz, üretim ve karakterizasyonunu sunuyoruz.

Biri sekiz tüp konfigürasyonuna dayalı, diğeri ek bir iç halka yapısı içeren iki ayrı geometri incelenmiştir. Her iki tasarım da antirezonsans yansımaları ve kılavuzlanan modun geometrik izolasyonuna olanak tanıyan negatif eğrilik sınırlamalarına sahip, birbirine temas etmeyen dairesel kılcal tüpler tarafından sarıli merkezi bir hava çekirdeğinden yararlanmaktadır. Sonlu elemanlar yöntemine (FEM) dayalı COMSOL Multiphysics simülasyonları kullanılarak 0.1-1 THz frekans aralığındaki mod sınırlaması, dağılma özellikleri ve iletim performansı hesaplanmıştır. İç halkanın dahil edilmesiyle yüksek mertebeli modların daha da bastırıldığı ve sınırlama kayıplarının azaltıldığı, böylece tek mod işleminin ve spektral saflığın iyileştirildiği gösterilmiştir. Kılcal duvar kalınlıkları ve çekirdek çapı gibi yapısal faktörler, performansı optimize etmek amacıyla parametrik olarak çalışılmıştır. En iyi performansa sahip geometri Stereolitografi (SLA) tabanlı eklemeli imalat teknolojisi kullanılarak üretilmiştir. Son olarak üretilen ARNCW'lar Terahertz Time-Domain Spectroscopy (THz-TDS) sisteminde karakterize edilmiştir.

Sonuçlar, dikkatli bir şekilde tasarlanan geometrilerin uygulamalı THz sistemleri için uyumlu, düşük kayıplı ve geniş bantlı çalışma koşullarına ulaşılabilirliğini göstermektedir. Bu çalışma yapısal değişikliklerin mod davranışı üzerine etkisi hakkında fikir vermekte, ayrıca verimli ve kompakt bir THz dalga kılavuzunun üretimine yönelik bir tasarım yaklaşımı önermektedir. Bulgular ARNCW tabanlı THz bileşenlerinin teorik temeline ve uygulamaya yönelik geliştirilmelerine katkıda bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Terahertz, SLA imalatı, Dalga kılavuzları, Antirezonsans kılavuzlama, Negatif eğrilikli fiber, Mod sınırlaması.

HIGH-PERFORMANCE 3D PRINTED HOLLOW-CORE ANTIRESONANT NEGATIVE CURVATURE WAVEGUIDE FOR TERAHERTZ APPLICATIONS

Yusuf TORUN

Sivas University of Science and Technology, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Electrical and Electronics Engineering Department, Sivas, Türkiye, 240202032@sivas.edu.tr

Kagan Murat PURLU

Sivas University of Science and Technology, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Electrical and Electronics Engineering Department, Sivas, Türkiye, kagan.purlu@sivas.edu.tr

Sekip DALGAC

Sivas University of Science and Technology, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Electrical and Electronics Engineering Department, Sivas, Türkiye, sdalgac@sivas.edu.tr

Kholoud ELMABRUK

Sivas University of Science and Technology, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Electrical and Electronics Engineering Department, Sivas, Türkiye, elmabruk@sivas.edu.tr

Abstract

The terahertz (THz) band (0.1–10 THz) has emerged as a promising window for applications in spectroscopy, imaging, sensing, and wireless communication. However, conventional waveguide technologies suffer from high transmission losses due to material absorption and bending sensitivity. In this study, we present the design, numerical analysis, fabrication and characterization of hollow-core antiresonant negative curvature waveguides (ARNCWs) specifically optimized for THz wave transmission.

Two distinct geometries are investigated; one based on an eight-tube configuration and another incorporating an additional inner ring structure. Both designs utilize non-touching circular capillaries with negative curvature boundaries surrounding a central air core, enabling antiresonant reflection and geometric isolation of the guided mode. Using finite element method (FEM) simulations in COMSOL Multiphysics, we evaluate mode confinement, dispersion characteristics, and transmission performance across the 0.1–1 THz frequency range. The inclusion of the inner ring is shown to further suppress higher-order modes and reduce confinement loss, enhancing single-mode operation and spectral uniformity. Structural parameters such as capillary wall thickness and core diameter are parametrically studied to optimize performance. The geometry that has the best performance is fabricated utilizing Stereolithography (SLA) additive manufacturing technology. Finally, the fabricated ARNCWs are characterized in Terahertz Time-Domain Spectroscopy (THz-TDS) system.

Results indicate that carefully engineered geometries can achieve low-loss, broadband operation suitable for practical THz systems. This study provides insight into the impact of structural modifications on modal behavior and offers a design framework for fabricating efficient, compact THz waveguides. The findings contribute to both the theoretical understanding and practical advancement of ARNCW-based THz components.

Keywords: Terahertz, SLA fabrication, Waveguides, Antiresonant guidance, Negative curvature fiber, Mode confinement.

ISIL İŞLEMİN POLİKİKRİSTAL Co–Cr–Al–Si ŞEKİL HAFIZALI ALAŞIMIN ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Rumeysa ÖZDEMİR

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye,
ozdemirrumeysa98@gmail.com

Muhammed Taha YILDIZ

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, mtyildiz@sivas.edu.tr

Toshihiro OMORI

Tohoku Üniversitesi, Malzeme Bilimleri Bölümü, Sendai, Japonya, omori@material.tohoku.ac.jp

Xiao XU

Tohoku Üniversitesi, Malzeme Bilimleri Bölümü, Sendai, Japonya, xu@material.tohoku.ac.jp

Nazım BABACAN

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye,
nazimbabacan@sivas.edu.tr

Özet

Şekil hafızalı alaşımlar (SMA), geri dönüşlü martenzitik faz dönüşümleri sayesinde süperelastisite ve yüksek enerji sönümleme özellikleri sergileyen fonksiyonel malzemeler olarak ileri mühendislik ve biyomedikal uygulamalarda büyük ilgi görmektedir. Bu alaşımların mikroyapı ve mekanik davranışları, uygulanan üretim yöntemleri ve ısıtma işlem koşullarına doğrudan bağlıdır. Literatürde döngüsel ısıtma işlemleriyle elde edilmiş Co–Cr–Al–Si (CCAS) alaşımının potansiyeli sergilenmiş olup, bu çalışmada alaşımın polikristal formu ele alınmış ve farklı ısıtma işlemlerin mikroyapı, mekanik özellikler ve süperelastisite üzerindeki etkileri incelenmiştir. Argon atmosferinde indüksiyon ısıtma yöntemiyle üretilen silindirik CCAS ingotlar, 1000, 1100 ve 1200 °C’de üç saat ısıtma işlemine tabi tutulmuş, ardından havada, suda veya buzlu suda soğutulmuştur. Numuneler mikroyapısal olarak incelenmiş; mekanik davranışları basma testleri, çevrimsel süperelastisite deneyleri ve impuls uyarım yöntemiyle belirlenen elastik modül ölçümleriyle değerlendirilmiştir. Sonuçlar, soğutma tipinin mikroyapısal ve mekanik performans üzerinde kritik rol oynadığını göstermiştir. Buzlu suda soğutulan numuneler tek fazlı östenitik yapıyı korurken, 1200 °C’de ısıtma işleminden sonra su ile soğutulan ve yaklaşık 800–900 MPa gerilme değerlerine ulaşan süperelastisite ve yüksek enerji sönümleme kapasitesi sergilemiştir. Yavaş soğutma ise ikincil faz oluşumunu artırarak kırılganlığı yükseltmiştir. Ayrıca, elastik modül değerlerinin hızlı soğutma ile yaklaşık %50 oranında düştüğü gözlemlenmiş, bu da alaşımın esnekliğini artırmıştır. Elde edilen bulgular, polikristal CCAS alaşımında ısıtma işlem ve soğutma parametrelerinin kontrollü uygulanmasıyla ayarlanabilir mekanik ve fonksiyonel özellikler sağlanabileceğini ortaya koymakta ve alaşımın geri dönüşlü şekil değiştirme ile yüksek sönümleme verimliliği gerektiren uygulamalar için önemli bir potansiyel sunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelime: Şekil hafızalı alaşım, Co–Cr–Al–Si, ısıtma işlem, soğutma hızı, mikroyapı, süperelastisite

HEAT TREATMENT EFFECTS ON THE POLYCRYSTALLINE Co–Cr–Al–Si SHAPE MEMORY ALLOY

Rumeysa OZDEMIR

Sivas University of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering, Sivas, Türkiye,
ozdemirrumeysa98@gmail.com

Muhammed Taha YILDIZ

Sivas University of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering, Sivas, Türkiye,
mtyildiz@sivas.edu.tr

Toshihiro OMORI

Tohoku University, Department of Materials Science, Sendai, Japan, omori@material.tohoku.ac.jp

Xiao XU

Tohoku University, Department of Materials Science, Sendai, Japan, xu@material.tohoku.ac.jp

Nazım BABACAN

Sivas University of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering, Sivas, Türkiye,
nazimbabacan@sivas.edu.tr

Abstract

Shape memory alloys (SMAs) are functional materials that exhibit superelasticity and high energy dissipation through reversible martensitic transformations, making them attractive for advanced engineering and biomedical applications. Their microstructure and mechanical response are strongly dependent on processing and heat treatment conditions. In the literature, the potential of the Co–Cr–Al–Si (CCAS) alloy obtained through cyclic heat treatments has been demonstrated. In this study, the polycrystalline form of the alloy was investigated, and the effects of different heat treatments on the microstructure, mechanical properties, and superelasticity were examined. Cylindrical CCAS ingots were produced by induction melting under argon atmosphere, heat treated at 1000, 1100, and 1200 °C for three hours, and subsequently quenched in air, water, or ice water. The samples were examined microstructurally, and their mechanical behavior was evaluated through compression tests, cyclic superelasticity experiments, and elastic modulus measurements determined using the impulse excitation method. The results reveal that cooling type plays a decisive role in structural evolution and performance. The samples quenched in ice water retained a single-phase austenitic structure, while those water-quenched after heat treatment at 1200 °C exhibited superelasticity with stress levels reaching approximately 800–900 MPa and demonstrated high energy dissipation capacity. Slow cooling promoted secondary phase formation, increasing brittleness. Rapid quenching reduced the elastic modulus by nearly 50%, indicating improved flexibility. Overall, the study demonstrates that controlled heat treatment and cooling parameters allow tailoring of mechanical and functional properties in polycrystalline CCAS alloys, highlighting their strong potential for applications requiring recoverable deformation and efficient energy dissipation.

Keywords: Shape memory alloy, Co–Cr–Al–Si, heat treatment, cooling rate, microstructure, superelasticity

BT TABANLI TASARIM VE METAL KATMANLI İMALAT KULLANILARAK SAĞ MANDİBULA REKONSTRÜKSİYONU İÇİN KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ GONİAL İMPLANT

Hüseyin Can AKSA^{a,b,c}, Kutay ÇAVA^{a,b}, Altuğ UŞUN^{b,d}, Hüseyin İPEK^b, Mustafa ASLAN^{a,b*}

^a Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, TÜRKİYE

^b Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıbbi Cihaz Tasarım ve Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi, TÜRKİYE

^c Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Biyomedikal Cihaz Teknolojisi Programı, TÜRKİYE

^d Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, TÜRKİYE

hcaksa@ktu.edu.tr, cavakutay@ktu.edu.tr, altug@ktu.edu.tr, hipek@ktu.edu.tr, maslan@ktu.edu.tr*

Özet

Gonial implantlar, yüz ve mandibular deformitelerin düzeltilmesinde, travma sonrası hasarların onarımında ve yüz dengesini ile estetiğini yeniden sağlamaya yönelik uygulamalarda yaygın olarak kullanılan önemli tıbbi çözümlerdir. Geleneksel olarak bu implantlar, standart ve önceden üretilmiş modeller kullanılarak cerrahi yöntemlerle uygulanmaktadır; ancak bu yaklaşımlar, çoğu zaman bireylerin özgün anatomik farklılıklarını yeterince karşılayamamaktadır. Katmanlı imalat teknolojilerinin ve tıbbi görüntüleme yöntemlerinin gelişmesiyle birlikte, hasta özelinde tasarımlar mümkün hale gelmiş ve daha hassas, etkili tedavi sonuçları sunulmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, hastanın sağ mandibula bölgesinde bulunan doğuştan anatomik bir deformitenin düzeltilmesi için kişiye özel bir gonial implant tasarlanmış ve üretilmiştir. Yüksek çözünürlüklü bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleri elde edilerek kraniyofasiyal yapıya ait detaylı anatomik veriler çıkarılmıştır. Bu görüntüler *Materialise Mimics* yazılımı ile işlenmiş, implant tasarımı ise *Materialise 3-Matic* bilgisayar destekli tasarım araçları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kişiselleştirilmiş implant, biyouyumlu Ti-6Al-4V (Grade 23) tozları kullanılarak, 15–45 µm boyut aralığında küresel morfolojiye sahip partiküller ile seçici lazer ergitme (SLM) yöntemiyle üretilmiştir. Üretim süreci, boyutsal hassasiyet ve yüzey detaylarını sağlamak amacıyla 20 µm katman kalınlığında gerçekleştirilmiş, ardından yüzey pürüzlülüğünü azaltmak ve biyouyumluluğu artırmak için parlatma işlemi uygulanmıştır. Bu vaka çalışması, ileri görüntüleme teknikleri, CAD yazılımları ve metal katmanlı imalat teknolojilerinin entegre edilerek fonksiyonel ve kişiselleştirilmiş tıbbi implantların üretilebileceğini ortaya koymakta ve gelecekteki kraniyofasiyal rekonstrüktif uygulamalara yol göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kişiye özel protez, Seçici Lazer Ergitme, Eklemeli Üretim, Gonial İmplant

PERSONALIZED GONIAL IMPLANT FOR RIGHT MANDIBULAR RECONSTRUCTION USING CT-BASED DESIGN AND METAL ADDITIVE MANUFACTURING

Huseyin Can AKSA^{a,b,c}, Kutay CAVA^{a,b}, Altug USUN^{b,d}, Huseyn IPEK^b, Mustafa ASLAN^{a,b*}

^aKaradeniz Technical University, Faculty of Engineering, Department of Metallurgy and Material Engineering, TURKIYE

^bKaradeniz Technical University, Medical Device Design and Production Application and Research Center, TURKIYE

^cKaradeniz Technical University, Trabzon Vocational School, Electronics and Automation, Biomedical Device Technology, TURKIYE

^dKaradeniz Technical University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, TURKIYE

hcaksa@ktu.edu.tr, cavakutay@ktu.edu.tr, altug@ktu.edu.tr, hipek@ktu.edu.tr, maslan@ktu.edu.tr*

Abstract

Gonial implants are essential medical solutions widely used in the correction of facial and mandibular deformities, the repair of post-traumatic injuries, and for aesthetic enhancements aimed at restoring facial balance. Traditionally, these implants have been surgically applied using standardized and premanufactured models, which often fail to address the unique anatomical variations of individual patients. With the development of additive manufacturing technologies and medical imaging methods, patient-specific designs have become feasible, offering more precise and effective treatment outcomes. In this study, a personalized gonial implant was designed and manufactured to correct a congenital anatomical deformity located in the patient's right mandibular region. High-resolution computed tomography (CT) images were acquired to capture detailed anatomical data of the craniofacial structure. These images were processed and segmented using Materialise Mimics software, and the implant design was completed with Materialise 3-Matic computer-aided design tools. The customized implant was manufactured by selective laser melting (SLM) using biocompatible Ti-6Al-4V (grade 23) powders with a spherical morphology and a size distribution of 15–45 μm . The process was carried out with a 20 μm layer thickness to ensure dimensional accuracy and surface detail. After production, the implant underwent polishing to reduce surface roughness and improve biocompatibility. This case demonstrates how advanced imaging, CAD software, and metal additive manufacturing can be integrated to produce functional and personalized medical implants, highlighting the potential of such technologies for future craniofacial reconstructive applications.

Keywords: Personalized prosthesis, Selective Laser Melting, Additive Manufacturing, Gonial Implant

STEREOLİTOGRAFİDE KULLANILAN FOTOKÜRLENEBİLİR REÇİNELER

İbrahim KORKUT

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, ikorkut@sivas.edu.tr

Özet

Eklemeli imalat, bir malzemenin katman katman eklenerek üretilmesi işlemidir. Geleneksel üretim yöntemlere göre, eklemeli imalat daha kısa sürede ve düşük maliyet ile karmaşık geometrideki parçaların üretilmesi avantajına sahiptir. Eklemeli imalat yöntemlerinden bir tanesi de plastik veya seramiklerin üretiminde kullanılan, SLA (Stereolitografi) 3 boyutlu basım teknolojisidir. Bu işlemde, bir stereolitografi (SLA) cihazı, sıvı reçineyi (termoset ya da termoplastik) istenen geometriye katılaştırmak için kullanılır. Burada kullanılan yöntem, sıvı reçinenin fotopolimerizasyon kaynaklı katılaşmasına dayanır. Bir lazer, reçine kabında belirli bir derinliğe yönlendirilerek lokal polimerizasyonu sağlar ve böylelikle reçinenin katılaşmasıyla sonuçlanır. Katılaşma, 3 boyutlu katı bir nesne oluşana kadar katman katman devam eder. Reçine, ışıqla aydınlatıldığında hızla katılaşan bir sıvı olmalıdır. Stereolitografide kullanılmak üzere geliştirilen ilk reçineler, foto-başlatmalı polimerizasyon ve çapraz bağlama ile camsı ağlar oluşturabilen düşük molekül ağırlıklı poliakrilat veya epoksi oligomerlerden oluşmakta iken son yirmi yıl içerisinde farklı birçok reçine geliştirilmiştir. Geliştirilen reçinelerin kürlemeden sonra elde edilen 3 boyutlu ağ yapısının, farklı mekanik özellikleri sahip olması sebebiyle geniş bir kullanım alanı mevcuttur. Stereolitografi ile üretilen parçaların özellikleri sürekli gelişmekte ve bu da onları yalnızca prototip olarak değil, aynı zamanda daha zorlu son kullanım uygulamaları için de işlevsel parçalar olarak kullanılabilmesini sağlamaktadır. Örneğin, yüksek sıcaklık dayanımı gereken uygulamalar için 250°C'ye kadar sıcaklık dayanımı olan reçineler geliştirilmiştir. 360° büküldüğünde bile kırılmayan, kopmadaki uzama değeri %70 olan yüksek dayanımlı aşırı esnek reçineler mühendislik uygulamalarında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Biyomedikal mühendisliğinde implantların üretiminde, dental uygulamalarda, ilaç salınım sistemlerinde, giyilebilir sensörlerde ve doku mühendisliğinde biyouyumlu reçinelerin kullanılması yaygınlaşmaktadır. SLA ayrıca seramik parçaların üretimi için de kullanılır. Seramik parçacıklar (örneğin alümina tozu) stereolitografi reçinesinde homojen bir şekilde disperse edilir ve SLA ile foto polimerleştirilir. Seramik bazlı reçinenin işlenmesi, seramik tozu içermesi nedeniyle daha zordur, çünkü reçinenin viskozitesi seramik tozu eklendikçe önemli ölçüde artar. Ayrıca, parçaların doğru bir şekilde hazırlaması için seramik tozu parçacık boyutunun basım sürecindeki katman kalınlığından daha küçük olması gereklidir. Seramik stereolitografi en yüksek çözünürlüğü sahip olmakla birlikte, üretim süresi nispeten uzundur. Hibrit sistemlerin kullanılması ile bu problemin çözülebileceği öngörüldüğünden hibrit sistemler üzerine arge çalışmaları devam etmektedir. 3D basım işleminin, ardından kompozit yapıdaki polimer yakılır ve geri kalan kısım sinterlenerek nihai seramik parçanın üretimi gerçekleştirilir.

Anahtar Kelime: Reçine teknolojisi, UV kürleme, Fotopolimerizasyon, Termoset reçineler

PHOTOCURABLE RESINS USED IN STEREOLITHOGRAPHY

Ibrahim KORKUT

Sivas University of Science and Technology, Department of Chemical Engineering, Sivas, Türkiye,
ikorkut@sivas.edu.tr

Abstract

Additive manufacturing is the process of building a material layer by layer. Compared to traditional manufacturing methods, additive manufacturing offers the advantage of producing parts with complex geometries in less time and at lower cost. Among additive manufacturing techniques, one widely employed for the fabrication of plastics and ceramics is stereolithography (SLA), a three-dimensional printing technology based on photopolymerization. In this process, a stereolithography (SLA) device is used to solidify a liquid resin (thermoset or thermoplastic) into the desired geometry. The method used here is based on photopolymerization-induced solidification of the liquid resin. A laser is directed to a specific depth within the resin container, causing local polymerization, resulting in the solidification of the resin. Solidification continues layer by layer until a solid 3D object is formed. The resin must be a liquid that solidifies rapidly when illuminated with light. The first resins developed for use in stereolithography consisted of low-molecular-weight polyacrylate or epoxy oligomers capable of forming glassy networks through photo-initiated polymerization and cross-linking. Over the past two decades, many different resins have been developed. The three-dimensional network structure formed after the curing of these resins possesses various mechanical properties, which leads to a wide range of applications. The properties of objects produced by stereolithography are constantly evolving, making them suitable not only for prototypes but also for functional objects for more demanding end-use applications. For instance, resins with thermal resistance up to 250 °C have been developed for applications requiring high-temperature endurance. Ultra-flexible and high-strength resins with an elongation at break of 70%, capable of withstanding a 360° twist without fracture, have been designed for use in engineering applications. In biomedical engineering, the utilization of biocompatible resins is becoming increasingly widespread, particularly in the fabrication of implants, dental applications, drug delivery systems, wearable sensors, and tissue engineering. Stereolithography (SLA) is also employed in the production of ceramic materials. In this approach, ceramic particles (e.g., alumina powder) are uniformly dispersed within the stereolithography resin and subsequently photopolymerized by SLA. Processing ceramic-based resins is more challenging due to the presence of ceramic powders, as the viscosity of the resin increases significantly with the addition of ceramic powder. Furthermore, for accurate fabrication, the particle size of the ceramic powder must be smaller than the layer thickness used in the printing process. Although ceramic stereolithography offers the highest resolution, the overall production time is relatively long. Hybrid systems have been proposed as a potential solution to these limitations, and current research and development activities are focused on this approach. Following the 3D printing process, the polymeric polymer matrix in the composite is removed through burnout, and residual ceramic is sintered to obtain final ceramic material.

Keywords: Resin technology, UV curing, Photopolymerization, Thermoset resins

HİDROJEN GEVREKLİĞİ VE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Selin ADA

Koç Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, sada24@ku.edu.tr

Mert Korkut ÇOBAN

Erciyes Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye, mertcoban@erciyes.edu.tr

Demircan CANADINÇ

Koç Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, dcanadinc@ku.edu.tr

Burak BAL

Abdullah Gül Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye, burak.bal@agu.edu.tr

Özet

Hidrojen gevrekleşmesi (HG), metallerde absorbe edilen hidrojenin sünekliği ve kırılma tokluğunu azaltarak yük altında gevrek kırılmaya yol açan bir bozulma sürecidir. Sıcaklık, pH ve elektrokimyasal potansiyel gibi çevresel faktörler, mekanik gerilmelerle bir arada hidrojen alımını ve çatlak oluşumunu yönetir. Bu etkiler literatürde sıkça çalışılmıştır. Yüksek mukavemetli çelikler, artan gerilme seviyeleri ve malzeme özellikleri nedeniyle hidrojen kaynaklı çatlamaya karşı daha yüksek duyarlılık gösterir. Farklı alaşım sistemlerindeki HG mekanizmalarının karmaşık doğası, yapay zekayı malzeme keşfi ve belirli koşullar altındaki malzeme davranışını tahmin etme için giderek daha önemli kılmakta olan gelişmiş hesaplamalı yaklaşımlar gerektirir. Bu çalışma, metalik alaşımlarda gevrekleşme miktarını tahmin etmek için HG mekanizmalarının araştırılmasına yapay zekayı başlangıç seviyesinde entegre etmektedir. Yapay zeka destekli yaklaşım, hidrojen gevrekleşmesine karşı geliştirilmiş dirençli alaşımlar tasarlamak için gelişmiş içgörüler sunar.

Anahtar Kelime: Hidrojen Gevrekleşmesi, Dislokasyon Etkileşimleri, Makine Öğrenimi, Yapay Zeka

HYDROGEN EMBRITTLEMENT AND CURRENT APPROACHES

Selin ADA

Koç University, Department of Mechanical Engineering, İstanbul, Türkiye, sada24@ku.edu.tr

Mert Korkut COBAN

Erciyes University, Department of Computer Engineering, Kayseri, Türkiye,
mertcoban@erciyes.edu.tr

Demircan CANADINC

Koç University, Department of Mechanical Engineering, İstanbul, Türkiye, dcanadinc@ku.edu.tr

Burak BAL

Abdullah Gül University, Department of Mechanical Engineering, Kayseri, Türkiye,
burak.bal@agu.edu.tr

Abstract

Hydrogen embrittlement (HE) is a degradation process in metals whereby absorbed hydrogen reduces ductility and fracture toughness, leading to brittle failure under load. Environmental factors such as temperature, pH, and electrochemical potential, coupled with mechanical stresses, govern hydrogen uptake and crack initiation. These influences on HE behavior are well documented in the literature. High-strength steels exhibit increased susceptibility to hydrogen-induced cracking due to their elevated stress levels and material properties. Nowadays, artificial intelligence is highly important for the discovery of new materials and predicting the behavior of the materials under certain conditions. This study presents a preliminary artificial intelligence integration into the investigation of HE mechanisms to predict embrittlement severity. The AI-driven approach offers enhanced insights for designing alloys with improved resistance to hydrogen embrittlement.

Keywords: Hydrogen Embrittlement, Dislocation Interactions, Machine Learning, Artificial Intelligence

ULTRASONİK BANYO İLE ELEK TEMİZLİĞİNİN GAZ ATOMİZASYON TOZLARININ ELEME VERİMİNE ETKİSİ

Elif DEMİREL

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, elifdemirel@sivas.edu.tr

Emre YURTKURAN

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, yurtkuranemre@sivas.edu.tr

Özet

Bir malzemenin tozunu üretmek önemli olsa da elde edilen tozun amaçlanan kullanıma uygunluğunu belirleyen temel süreç üretim sonrası boyut sınıflandırmasıdır. Çünkü üretim sonrası boyutsal sınıflandırma sonuçları parametre optimizasyonunu etkilemektedir. Boyutsal sınıflandırma işleminde en etkin ve yaygın kullanılan yöntem ise elek analizidir. Belirli miktarda bir toz kütlesi farklı ağ açıklıklarına sahip kat kat dizilmiş eleklerden elenerek üzerinde kalan toz kütlesi kaydedilmekte ve boyutsal olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak, elde edilen tozların belirli boyut aralıklarına ayrılmasında kullanılan eleklerde, zamanla meydana gelen partikül birikimi ve tıkanmalar eleme verimini olumsuz etkilemektedir. Bu durum, üretim süreçlerinde istenen tane boyutu dağılımının sağlanmasını güçleştirmekte aynı zamanda eleklerin kullanım ömrünü de kısaltmaktadır.

Bu çalışmada, Üniversitemiz İleri Alaşımlar Üretim Merkezinde bulunan gaz atomizasyon yöntemiyle üretilmiş CoCrMo (ASTM F75) metal tozlarının eleme veriminin artırılmasına yönelik olarak ultrasonik banyo ile gerçekleştirilen elek temizliğinin etkinliği araştırılmıştır. Deneylerde 20 µm, 50 µm, 75 µm ve 100 µm ağ açıklığına sahip elekler kullanılmıştır. Elekler, belirli periyotlarla saf su kullanılarak ultrasonik banyoda temizlenmiş ve işlem öncesi ile sonrası performansları karşılaştırılmıştır. Temizlik işlemleri sonrasında eleklerin performansındaki değişimler değerlendirilmiştir.

Deneysel bulgular, ultrasonik banyo ile temizlenen eleklerde partikül birikiminin önemli ölçüde azaldığını ve gaz atomizasyon tozlarının eleme veriminin belirgin şekilde arttığını ortaya koymuştur. Yendiren eleme sonucu 53-75 ve 75-100 µm aralıklarından yaklaşık 500 gr toz kazanımı sağlanmıştır. Yeniden elenen toz kütlelerinin parçacık boyut ölçüm analizi (PSD) ilk eleme sonuçlarıyla uyumludur. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri yeniden elenen tozların şekil özellikleri bakımından küresel ve az uydulu olduğunu göstermiştir. Uzun süreli eleme neticesinde, elek ağının yıpranmış olmasının bir sonucu olarak geçmesi muhtemel olan büyük ve düzensiz şekilli tozların yokluğu, boyutları açısından PSD analizi ve şekil özellikleri bakımından ise SEM görüntüleriyle teyit edilmiştir. Ayrıca bu temizleme yönteminin, eleklerin kullanım ömrünü uzatarak bakım ve sarf maliyetlerinde önemli ölçüde tasarruf sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelime: Gaz atomizasyon, metal tozu, eleme verimi, ultrasonik banyo, elek temizliği

EFFECT OF ULTRASONIC BATH SIEVE CLEANING ON THE SIEVING EFFICIENCY OF GAS-ATOMIZED POWDERS

Elif DEMİREL

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, elifdemirel@sivas.edu.tr

Emre YURTKURAN

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, yurtkuranemre@sivas.edu.tr

Abstract

Although producing a material powder is important, the fundamental process that determines the suitability of the resulting powder for its intended use is post-production particle size classification. This is because the results of post-production dimensional classification influence parameter optimization. The most effective and widely used method in dimensional classification is sieve analysis. A specific mass of powder is sieved through layered sieves with different mesh sizes, and the remaining powder mass on each sieve is recorded and dimensionally classified. However, particle accumulation and clogging that occur over time in the sieves used for separating the powders into specific size ranges negatively affect sieving efficiency. This situation not only makes it difficult to achieve the desired particle size distribution in production processes but also shortens the service life of the sieves.

In this study, the effectiveness of sieve cleaning performed with an ultrasonic bath was investigated to improve the sieving efficiency of CoCrMo (ASTM F75) metal powders produced by the gas atomization method at our University's Advanced Alloys Production Centre. Sieves with mesh sizes of 20 μm , 50 μm , 75 μm , and 100 μm were used in the experiments. The sieves were periodically cleaned in an ultrasonic bath using deionized water and their performance before and after the process was compared. Changes in the sieves' performance following the cleaning procedures were then evaluated.

Experimental findings revealed that ultrasonic bath cleaning significantly reduced particle accumulation on the sieves and markedly improved the sieving efficiency of the gas-atomized powders. As a result of re-sieving, approximately 500 g of powder was recovered in the 53–75 μm and 75–100 μm ranges. The Particle Size Distribution (PSD) analysis of the re-sieved powder mass was consistent with that of the initially sieved powders. Scanning Electron Microscope (SEM) images showed that the re-sieved powders were morphologically spherical with few satellites. Furthermore, the absence of large and irregularly shaped powders—which might be expected to pass through the sieves because of mesh wear due to prolonged sieving—was confirmed by the PSD and SEM analyses. In addition, this cleaning method was observed to extend the service life of the sieves, thereby providing significant savings in maintenance and consumable costs.

Keywords: Gas atomization, metal powder, sieving efficiency, ultrasonic bath, sieve cleaning

ALÜMİNANIN FARKLI DİNAMİK GERİNME HIZLARINDAKİ MEKANİK DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

Hakan HAFIZOGLU

TÜBİTAK Savunma Sanayii Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü, Ankara, Türkiye,
hakan.hafizoglu@tubitak.gov.tr

Mehmet Sarper YAVUZ

TÜBİTAK Savunma Sanayii Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü, Ankara, Türkiye, sarper.yavuz@tubitak.gov.tr

Özet

Seramik malzemeler düşük yoğunluk, yüksek sertlik ve basma dayanımı, iyi aşınma ve korozyon dirençleri gibi olağanüstü mekanik ve fiziksel özelliklere sahiptir. Bu doğal malzeme özellikleri, seramiği savunma sanayinde araç ve personel zırh sistemleri için en yaygın kullanılan malzemelerden biri haline getirmiştir. Savunma sanayindeki önemli rollerinden dolayı seramiklerin dinamik koşuldaki mekanik ve kırılma davranışlarının incelenmesi önemlidir. Bu çalışmada, alümina seramiğinin Split Hopkinson Basınç Çubuğu kullanılarak gerçekleştirilen dinamik basma testleri ile mekanik özellikleri ve deformasyon davranışları incelenmiştir. Dinamik basma testlerinde numune ve barlar arasına tungsten karbür arayüz kullanılmıştır. Dinamik basma testleri oda koşullarında 130, 250, 320 ve 620 /s gerinme hızlarında gerçekleştirilmiştir. Basma numuneleri 5 mm çapında ve 5 mm boyunda olacak şekilde hazırlanmıştır. Deneysel sonuçlar incelendiğinde maksimum basma dayanımının gerinme hızı 250 /s'ye kadar arttığında artış eğiliminde olduğu, gerinme hızının 250/s'den 620 /s'ye arttırıldığında ise azalma eğiliminde olduğu görülmüştür. Numunelerin maksimum gerinmeleri ise gerinme hızı artışıyla artmıştır. Numunelerin dinamik basma koşullarındaki deformasyon davranışları incelendiğinde her bir gerinme hızında basma dalgalarının numunede ilerlemesi ile numunelerin parçalandığı görülmüştür. Bu davranış, alümina numunelerde dinamik yükleme sırasında meydana gelen gerilme konsantrasyon bölgelerinin oluşumu ve ilerlemesi sonucu gevrek hasar bölgelerinin oluşumuyla gerçekleşmiştir.

Anahtar Kelime: Alumina, split Hopkinson basınç çubuğu, dinamik basma testleri, parçalanma

INVESTIGATION OF MECHANICAL BEHAVIOR OF ALUMINA AT DIFFERENT DYNAMIC STRAIN RATES

Hakan HAFIZOGLU

TUBITAK Defense Industries Research and Development Institute, Ankara, Türkiye,
hakan.hafizoglu@tubitak.gov.tr

Mehmet Sarper YAVUZ

TUBITAK Defense Industries Research and Development Institute, Ankara, Türkiye,
sarper.yavuz@tubitak.gov.tr

Abstract

Ceramic materials possess outstanding mechanical and physical properties such as low density, high hardness and compressive strength, good wear and corrosion resistance. These inherent material properties have established ceramics as one of the most extensively used materials for vehicle and personnel armor systems in the defense industry. Because of their significant roles in defense industries, investigation of mechanical and deformation behaviors of ceramics at dynamic conditions is of critical importance. In this study, mechanical properties and deformation behavior of alumina ceramic was investigated with dynamic compression tests by using Split Hopkinson Pressure Bar. Tungsten carbide interfaces were used between bars and specimens to prevent damage at bars. Dynamic compression tests were performed at 130, 250, 320 and 620 /s strain rates at room temperature. Compression specimens were prepared as 5 mm in length and 5 mm in diameter. When the experimental results were examined, it was seen that the maximum compressive strength tended to increase when the strain rate increased up to 250 /s, and tended to decrease when the strain rate increased from 250 /s to 620 /s. Maximum strains of the specimens increased with the increase of strain rate. As the deformation behaviors of the specimens at dynamic compression conditions were investigated, it was observed that the specimens were fragmented with the propagation of compression waves through the specimens at each strain rate. This behavior occurred due to the progression of brittle damage zones which was a result of formation and propagation of stress concentration regions during dynamic loading in alumina samples.

Keywords: Alumina, split Hopkinson pressure bar, dynamic compression tests, fragmentation

TERAHERTZ TAHRİBATSIZ MUAYENE YÖNTEMİNİN EKLEMELİ İMALAT İLE ÜRETİLEN PARÇALARDA KULLANIM POTANSİYELİ

Yusuf ÖZDEMİR

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye,
ozdemiryusuf@sivas.edu.tr

Emre YURTKURAN

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye,
yurtkuranemre@sivas.edu.tr

Kholoud ELMABRUK

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye,
elmabruk@sivas.edu.tr

Özet

Eklemeli imalat havacılık, biyomedikal ve otomotiv gibi kritik sektörlerde kullanılmak üzere karmaşık ve özel tasarımı parçalar üretme yeteneği sayesinde büyük bir ilgi görmektedir. Bu yöntem, üç boyutlu dijital bir model kullanarak malzemelerin katmanlar halinde yığılmasını sağlar, karmaşık tasarım geometrilerinin üretimini basitleştirir ve kalıp üretiminin kısıtlamalarını aşar. Bu özelliklerinden dolayı kişiselleştirilmiş ürünler üretme yeteneği sayesinde birçok alanda yoğun bir ilgi görmektedir. Bununla birlikte, üretim parametrelerindeki farklılıklardan kaynaklanabilen gözeneklilik, katman ayrılması ve çatlaklar gibi kusurları tespit ederek belirli bir kalite kontrol düzeyi sağlamak için bazı tahribatsız muayene yöntemleri kullanılmaktadır. Eklemeli imalat yöntemiyle üretilen malzemelerin Terahertz (THz) radyasyonu kullanılarak incelenebilecek temel özellikleri ve kusurları hem metal hem de metal dışı yapılar için tahribatsız muayene çerçevesinde geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. THz, eklemeli imalatla üretilen metalik bileşenlerin yüzey karakterizasyonu için potansiyel sunmakta ve bu teknik sayesinde ortalama pürüzlülük profili ve yükseklik düzeyi gibi parametreler temassız olarak hızlı bir şekilde değerlendirilebilir potansiyeli taşımaktadır. Eklemeli imalat ile üretilen polimerik ve kompozit yapılarda ise malzemelerin içindeki gözeneklilik, katman ayrılması ve çatlaklar gibi iç kusurlarının tespiti ve görselleştirilmesine yönelik ciddi bir potansiyel taşımaktadır. Ayrıca insan sağlığı için tehlikesiz olması da büyük bir avantaj olarak görülmektedir. Bu çalışmada Terahertz teknolojisi kullanılarak eklemeli imalat yöntemi ile üretilmiş kompozit malzemelerin iç kusurlarının detaylı ve kapsamlı bir şekilde incelenebileceğini gösteren çalışmalardan derlenen bilgiler sunulacaktır.

Anahtar Kelimer: Eklemeli İmalat, Tahribatsız Muayene, Terahertz, Kusur.

THE POTENTIAL USE OF TERAHERTZ NON-DESTRUCTIVE TESTING METHODS IN PARTS MANUFACTURED USING ADDITIVE MANUFACTURING

Yusuf OZDEMIR

Sivas University of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering, Sivas, Türkiye,
ozdemiryusuf@sivas.edu.tr

Emre YURTKURAN

Sivas University of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering, Sivas, Türkiye,
yurtkuranemre@sivas.edu.tr

Kholoud ELMABRUK

Sivas University of Science and Technology, Department of Electrical and Electronics Engineering, Sivas, Türkiye, elmabruk@sivas.edu.tr

Abstract

Additive manufacturing is gaining significant attention due to its ability to produce complex and custom-designed parts for critical industries such as aerospace, biomedical, and automotive. This method uses a three-dimensional digital model to deposit materials in layers, simplifying the production of complex design geometries and overcoming the limitations of mold production. Due to these characteristics, it is in high demand in many areas thanks to its ability to produce customized products. However, non-destructive testing methods are used to ensure a certain level of quality control by detecting defects such as porosity, layer separation, and cracks that may arise from differences in production parameters. The fundamental properties and defects of materials produced by additive manufacturing that can be examined using Terahertz (THz) radiation cover a wide range within the framework of non-destructive testing for both metallic and non-metallic structures. THz offers potential for surface characterization of metallic components produced by additive manufacturing, and this technique has the potential to quickly evaluate parameters such as average roughness profile and height level in a non-contact manner. Additive manufacturing holds significant potential for detecting and visualizing internal defects such as porosity, layer separation, and cracks in polymeric and composite structures produced through this method. Furthermore, its safety for human health is considered a major advantage. This study will present information compiled from studies showing that Terahertz technology can be used to examine the internal defects of composite materials produced by additive manufacturing in a detailed and comprehensive manner.

Keywords: Additive Manufacturing, Non-Destructive Testing, Terahertz, Defect.

EYM TEKNOLOJİSİYLE ÜRETİLEN TERMOPLASTİKLERİN ÇEKME DAYANIMINA BASKI PARAMETRELERİNİN ETKİSİ

Erhan BALCI

Kocaeli Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye, erhan.balci@kocaeli.edu.tr

Hasan Hüseyin SARIKAYA

Kocaeli Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye, huseyin.srkyaa@gmail.com

Özet

Eklemeli imalat yöntemleri, geometrik olarak karmaşık ve kişiselleştirilmiş parçaların üretiminde merkezi bir rol oynamaktadır. Bu teknolojiler arasında, maliyet etkinliği ve erişilebilirliği sayesinde en çok tercih edilen yöntemlerden biri Eriyik Yığma Modelleme (EYM) teknolojisidir. EYM ile üretilen parçaların mekanik özellikleri, malzeme seçimi yanı sıra katman kalınlığı ve doluluk oranı gibi üretim parametrelerine doğrudan bağlıdır. Bu çalışmanın amacı, EYM ile üretilen termoplastik parçaların mekanik performanslarının (maksimum yük ve akma dayanımı) üretim parametreleriyle nasıl değiştiğini deneysel olarak analiz etmektir. Çalışmada BASF firmasına ait üç farklı filament türü (PLA, PLA Tough ve ABS) kullanılmıştır. Toplam 24 numune, iki farklı katman kalınlığı (0.10 mm ve 0.20 mm) ve dört farklı doluluk oranı (%25, %50, %75, %100) kombinasyonunda, ASTM D638 Type I standardına uygun olarak üretilmiştir. Numuneler, Instron 4411 evrensel test cihazında çekme testine tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar, doluluk oranının tüm malzemelerin hem çekme hem de akma dayanımı üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. En yüksek mekanik değerlere ulaşan PLA malzemesi, doluluk artışından en fazla etkilenen malzeme olmuştur. PLA için, %100 doluluk ve 0.10 mm ince katman kombinasyonu, 0.20 mm katmana göre maksimum yükte %10.39 artış sağlayarak en yüksek mekanik performansı sunmuştur. Yüksek darbe dayanımı için modifiye edilmiş PLA Tough ise, katman kalınlığı değişimine karşı yüksek tolerans göstermiş ve performans farkı minimum düzeyde (%0.4) kalmıştır. ABS, genel olarak daha düşük dayanım sergilese de dengeli sonuçlar vermiştir. Bu bulgular, EYM parçalarında yapısal bütünlüğü maksimize etmek için malzeme tipine özgü parametre optimizasyonunun önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelime: Eklemeli imalat, EYM, doluluk oranı, katman kalınlığı, mekanik özellikler.

INFLUENCE OF PRINTING PARAMETERS ON TENSILE STRENGTH OF THERMOPLASTICS PRODUCED BY FDM TECHNOLOGY

Erhan BALCI

Kocaeli University, Department of Mechanical Engineering, Kocaeli, Türkiye, erhan.balci@kocaeli.edu.tr

Hasan Huseyin SARIKAYA

Kocaeli University, Department of Mechanical Engineering, Kocaeli, Türkiye, huseyin.srkyaa@gmail.com

Abstract

Additive Manufacturing (AM) methods have become central to modern production, particularly for manufacturing geometrically complex and customized parts. Among these technologies, Fused Deposition Modeling (FDM) is the most favored due to its cost-effectiveness, widespread accessibility, and user-friendly nature. The mechanical properties (such as strength, stiffness, and ductility) of parts produced via FDM are directly dependent not only on the chosen polymer but also on critical process parameters, specifically layer height and infill density. This study aims to experimentally analyze how the mechanical performance (maximum load and yield strength) of FDM-produced thermoplastic parts changes with variations in these manufacturing parameters. The research utilized three distinct BASF filaments: PLA, PLA Tough (an impact-modified PLA derivative), and ABS. A total of 24 samples were manufactured according to the ASTM D638 Type I standard, incorporating two different layer heights (0.10 mm and 0.20 mm) and four infill densities (25%, 50%, 75%, 100%). Tensile tests were conducted using an Instron 4411 universal testing machine. The results demonstrated that infill density had a defining effect on both the tensile and yield strength across all materials. PLA achieved the highest mechanical values and was the most significantly influenced by increasing infill. Specifically for PLA, the combination of 100% infill and a thin 0.10 mm layer offered the highest performance, resulting in a 10.39% increase in maximum load compared to the 0.20 mm layer. Conversely, PLA Tough, modified for high impact resistance, displayed remarkable tolerance to layer thickness variations, showing only a minimal difference of approximately 0.4% in maximum load. ABS generally exhibited lower strength but presented balanced results. These findings underscore the necessity of material-specific parameter optimization to maximize structural integrity in FDM-manufactured functional components.

Keywords: Additive manufacturing, FDM, infill density, layer height, mechanical properties

DENTAL METAL EKLEMELİ İMALATTA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK YAKLAŞIMLARI

Binnur SAĞBAŞ

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, bzeybek@yildiz.edu.tr

Tolga MERT

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, tmert@yildiz.edu.tr

Aslı GÜNAY BULUTSUZ

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, gunay@yildiz.edu.tr

Lukasz ZRODOWSKI

AMAZEMET Sp. z o. o., Warszawa, Poland, lukasz.zrodowski@amazemet.com

Tomasz CHOMA

AMAZEMET Sp. z o. o., Warszawa, Poland, tomasz.choma@amazemet.com

Özet

Eklemeli İmalat (Eİ), diş hekimliği alanında etkin bir teknoloji olarak öne çıkmakta; yüksek hassasiyet ve biyouyumluluk ile kişiselleştirilmiş implantların, protezlerin ve ortodontik bileşenlerin üretimine olanak sağlamaktadır. Eİ teknikleri arasında, özellikle metal esaslı Lazer Toz Yatak Füzyon (LTYF) yöntemi, karmaşık geometrilerin dijital modellerden doğrudan üretimini mümkün kılması nedeniyle dental uygulamalarda giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bununla birlikte, küresel imalat ortamının sürdürülebilirliğe yönelmesi, dental Eİ süreçlerinin Birleşmiş Milletler (BM) Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) bağlamında değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu çalışmada, diş hekimliğinde uygulanan metal Eİ süreçlerinin sürdürülebilirlik açısından ortaya çıkardığı zorluklar ve sunduğu fırsatlar, özellikle kaynak verimliliği ve döngüsel ekonomi perspektifinde ele alınmaktadır. Bu bağlamda, dental imalat süreçlerinde oluşan hatalı parçalar, destek yapıları ve kullanılmamış ya da kısmen oksitlenmiş metal tozlarının geri dönüşüm yöntemleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular, dental Eİ teknolojilerinin; SKH 3 (Sağlık ve Kaliteli Yaşam) ile hasta odaklı ve erişilebilir sağlık çözümleri geliştirme, SKH 9 (Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı) ile ileri üretim teknolojilerinin benimsenmesi, SKH 12 (Sorumlu Tüketim ve Üretim) ile malzeme verimliliğinin artırılması ve atıkların azaltılması, SKH 13 (İklim Eylemi) ile de optimize edilmiş üretim stratejileri sayesinde emisyonların düşürülmesi yönlerinden uyum sağladığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak, dental metal Eİ süreçlerinde sürdürülebilir tasarım ve geri dönüşüm stratejilerinin entegrasyonu hem endüstriyel verimliliğin artırılmasına hem de küresel sürdürülebilirlik hedeflerinin ilerletilmesine önemli katkılar sunmaktadır.

Anahtar Kelime: Metal eklemeli imalat, Dental eklemeli imalat, Sürdürülebilirlik, Geri dönüşüm

SUSTAINABILITY APPROACHES in DENTAL METAL ADDITIVE MANUFACTURING

Binnur SAGBAS

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, bzeybek@yildiz.edu.tr

Tolga MERT

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, tmert@yildiz.edu.tr

Ash GUNAY BULUTSUZ

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, gunay@yildiz.edu.tr

Lukasz ZRODOWSKI

AMAZEMET Sp. z o. o., Warszawa, Poland, lukasz.zrodowski@amazemet.com

Tomasz CHOMA

AMAZEMET Sp. z o. o., Warszawa, Poland, tomasz.choma@amazemet.com

Abstract

Additive Manufacturing (AM) has emerged as an effective technology in the field of dentistry, enabling the production of personalized implants, prostheses, and orthodontic components with high precision and biocompatibility. Among AM techniques, metal-based Laser Powder Bed Fusion (LPBF) is increasingly applied in dental practice due to its ability to directly manufacture complex geometries from digital models. However, the global shift of manufacturing towards sustainability necessitates the evaluation of dental AM processes within the framework of the United Nations (UN) Sustainable Development Goals (SDGs). In this study, the challenges and opportunities of metal AM processes in dentistry are examined from a sustainability perspective, particularly in terms of resource efficiency and the circular economy. Within this context, the recycling methods of defective parts, support structures, and unused or partially oxidized metal powders generated during dental manufacturing processes are investigated. The findings indicate that dental AM technologies align with SDG 3 (Good Health and Well-being) Developing patient-specific and accessible healthcare solutions, SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure) Adoption of advanced manufacturing technologies, SDG 12 (Responsible Consumption and Production) Improving material efficiency and reducing waste, SDG 13 (Climate Action) Reducing emissions through optimized production strategies. In conclusion, integrating sustainable design and recycling strategies into dental metal AM processes contributes significantly both to enhancing industrial efficiency and to advancing global sustainability goals.

Keywords: Metal additive manufacturing, Dental additive manufacturing, Sustainability, Recycling

DED PROSESİ SONRASINDA ELEKTROŞEKİLLENDİRME İLE OLUŞTURULAN KATMANIN TABAN MALZEMESİNDEN AYRILMA DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

Mertcan BAŞKAN

Roketsan A.Ş., Ankara, Türkiye, mertcan.baskan@roketsan.com.tr

Erkan Buğra TÜREYEN

Roketsan A.Ş., Ankara, (Halen: The University of Sheffield, AMRC, UK) Türkiye

Orkun Umur ÖNEM

Roketsan A.Ş., Ankara, Türkiye, orkun.onem@roketsan.com.tr

Özet

Elektroşekillendirme işlemi, elektrolitik kaplama esaslarına dayanan bir üretim yöntemidir. Bu proses ile konvansiyonel kaplama işlemlerine kıyasla oldukça kalın et kalınlıkları elde edilebilmektedir. Öte yandan, elektroşekillendirme prosesinin doğası gereği katotta açığa çıkan hidrojen gazının yüzeyden uzaklaştırılamadığı durumda porozite riski oluşmakta ve tamir ihtiyacı doğmaktadır. Ayrıca, elektroşekillendirme prosesi ile kontrollü lokal kalınlık değişiklikleri çok pratik olmadığından unsur oluşturma faaliyetleri ardıl işlemler ile sağlanabilmektedir. Yönlendirilmiş Enerji Biriktirme prosesi her iki ihtiyaç için de çözüm olanağı sunabilecek yenilikçi eklemeli imalat proseslerindendir. Bu süreçte metal tozu bir hareket sistemi yardımı ile tanımlanan alana beslenirken bir yandan da ısı kaynağı ile ısıtılır ve katılaşma sonrası yapısal bütünlüğü olan bir katman elde edilir. Fakat, proses sırasında oluşan termal gerilimler, elektroşekillendirme ile oluşturulan katman ile taban malzemesi arasında ayrılmalara sebep olabilmektedir. Bu durum, özellikle elektroşekillendirme ile oluşturulan katmanın taban malzemesi ile kullanıldığı uygulamalar için sakıncalı bir durumdur. Bu çalışmada, Taguchi deney tasarımı modeli kullanarak deneysel çalışmalar yürütülmüş ve belirtilen ayrılmaların en aza indirilmesi hedeflenmiştir. Yapılan ön çalışmalarda Inconel 713LC ve Inconel 625 tozları kullanılmış, yüksek tokluğu sebebiyle deney tasarımı kapsamındaki çalışmalar Inconel 625 tozları ile yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre kanallar arasında ayrılmanın en fazla 3mm olduğu, en iyi durumda ise herhangi bir ayrılmanın yaşanmadığı belirlenmiştir. Prosesin doğası gereği oluşan ısınmalar kaynaklı olarak nikel katmanının sertliğinde ise %50'ye varan düşüşler tespit edilmiştir.

Anahtar Kelime: Yönlendirilmiş Enerji Biriktirme, Elektroşekillendirme, Arayüz, Deneysel Tasarım.

INVESTIGATION THE SEPARATION BEHAVIOR OF THE ELECTROFORMED LAYER FROM THE BASE MATERIAL AFTER DED PROCESSING

Mertcan BASKAN

Roketsan A.Ş., Ankara, Türkiye, mertcan.baskan@roketan.com.tr

Erkan Buğra TUREYEN

Roketsan A.Ş., Ankara, (Halen: The University of Sheffield, AMRC, UK) Türkiye

Orkun Umur ONEM

Roketsan A.Ş., Ankara, Türkiye, orkun.onem@roketan.com.tr

Abstract

The electroforming process is a manufacturing method based on the principles of electrolytic plating. Compared to conventional plating processes, this method allows for the achievement of significantly thicker coating thicknesses. On the other hand, due to the nature of the electroforming process, if the hydrogen gas released at the cathode cannot be removed from the surface, there is a risk of porosity, which requires a need for repair. Additionally, since controlled local thickness variations are not very practical with the electroforming process, feature formation activities can only be achieved through subsequent operations. The DED (Directed Energy Deposition) process is one of the innovative additive manufacturing methods that can offer solutions for both of these needs. In this process, metal powder is fed into a defined area with the help of a movement system, while simultaneously being melted by a heat source, and a structurally sound layer is formed after solidification. However, the thermal stresses generated during the DED process can lead to separations between the layer formed by electroforming and the base material. This situation is particularly problematic for applications where the electroformed layer is used in conjunction with the base material. In this study, experimental work was conducted using the Taguchi design of experiments model, aiming to minimize the aforementioned separations. In the preliminary investigations, Inconel 713LC and Inconel 625 powders were utilized; owing to its superior toughness, the experimental studies within the scope of the design were conducted using Inconel 625 powders. The results indicated that the maximum separation between the channels did not exceed 3 mm, while in the optimal case, no separation was observed. Due to the inherent thermal effects of the process, a reduction of up to 50% in the hardness of the nickel layer was identified.

Keywords: Directed Energy Deposition, Electroforming, Interface, Design of Experiment.

SEÇİCİ LAZER TOZ YATAĞI EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMİ İLE ÜRETİLMİŞ 17-4 PH PASLANMAZ ÇELİĞİNDE EKLEMELİ İMALAT PROSES PARAMETRELERİNİN KALINTI GERİLİMLERİNE ETKİSİ

Gökhan ÇELİK

ROKETSAN, Kemalpaşa Mah., Şehit Yüzbaşı Adem Kutlu Sok. No:21, Elmadag, gokhan.celik@roketsan.com.tr

C. Hakan GÜR

ODTÜ, Üniversiteler Mah, Dumlupınar Blv. No No:1, 06800 Çankaya/Ankara, chgur@metu.edu.tr

Caner ŞİMŞİR

ODTÜ, Üniversiteler Mah, Dumlupınar Blv. No No:1, 06800 Çankaya/Ankara, csimsir@metu.edu.tr

Özet

Lazer Toz Yatak Füzyon (LTYF) prosesi, metal toz malzemeden, karmaşık ve fonksiyonel parçaların üretimi için en iyi bilinen eklemeli üretim yöntemlerinden biridir. Parça üzerinde oluşan kalıntı gerilimleri, LTYF prosesine engel oluşturmakta ve özellikle ileri teknoloji uygulamalarında parçaların kullanılabilmesini kısıtlayabilmektedir. Eklemeli imalat prosesinde, proses parametrelerinin kalıntı gerilimleri üzerine önemli etkisi vardır ve kalıntı gerilimleri malzeme özelliklerinin güvenilirliğini değiştirmektedir. Bu sebeple, tasarım ve üretimde güvenilir mekanik özellikler sağlamak için LTYF prosesinde, proses parametrelerinin kalıntı gerilimleri üzerindeki etkilerinin araştırılması gerekmektedir.

Bu bildiride, tarama stratejilerinin etkisi, lazer gücü, maruz kalma süresi, hacimsel enerji yoğunluğu, tarama mesafesi, nokta atış mesafesi, katman kalınlığı, alt plakadan ayrılma etkisi, LTYF eklemeli imalat yöntemi ile üretilen 17-4 PH paslanmaz çelikleri ile yüzeyde ve çok yüzeye yakın bölgede kalıntı gerilimi birikimi açısından X-Işını Kırınım (XRD) yöntemi ile incelemesi gerçekleştirilmiştir.

Analizler, hacimsel enerji yoğunluğunun (HEY), lazer gücünün ve maruz kalma süresi optimizasyonunun kalıntı gerilimin en aza indirilmesinde çok önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Öte yandan, tanımlanmış aralıklar içinde nokta atış mesafesi ve tarama mesafesinin; hacimsel enerji yoğunluğu, lazer gücü ve maruz kalma süresinin etkisine kıyasla daha az bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Üretilen parçalarda proses parametre optimizasyonu ile kalıntı gerilimlerinin ~%67'ye kadar azaltılabileceği ancak, malzemenin çekme ve akma mukavemetinde sırasıyla %14 ve %12'e kadar düşüş yaşanabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kalıntı Gerilimi, Eklemeli İmalat, Lazer Toz Yatak Füzyon, 17-4 PH Paslanmaz Çelik

THE INFLUENCE OF ADDITIVE MANUFACTURING PROCESS PARAMETERS ON RESIDUAL STRESS OF 17-4 PH STAINLESS STEEL PARTS MANUFACTURED BY LASER POWDER BED FUSION ADDITIVE MANUFACTURING SYSTEM

Gökhan CELİK

ROKETSAN, Kemalpaşa Mah., Şehit Yüzbaşı Adem Kutlu Sok. No:21, Ankara, Elmadag,
gokhan.celik@roketsan.com.tr

C. Hakan GUR

ODTÜ, Üniversiteler Mah, Dumlupınar Blv. No No:1, 06800 Çankaya/Ankara, chgur@metu.edu.tr

Caner SIMSİR

ODTÜ, Üniversiteler Mah, Dumlupınar Blv. No No:1, 06800 Çankaya/Ankara, csimsir@metu.edu.tr

Abstract

One of the most well-known additive manufacturing (AM) processes for creating complex part geometries from metal powder is laser powder bed fusion (LPBF) process. For the aerospace, defense, medical equipment, automotive, and energy industries, in particular, LPBF makes it possible to manufacture functioning parts. Residual stresses seriously hinder the LPBF process and limit the parts' capacity to be serviced, especially in high-tech applications. Process variables play a significant role in the production of residual stresses, which affect the dependability of material properties. For 17-4 Precipitation Hardened (PH) stainless steel parts produced by LPBF additive manufacturing system, the effects of scanning strategies, laser power, exposure time, volumetric energy density, hatch distance, point distance, layer thickness, preheating of baseplate, layer rotation effect, separation from base plate, height, and area effect were examined by X-Ray Diffraction (XRD). According to the analysis, the primary factors influencing the production of high residual stress are laser power, exposure time, volumetric energy density, and scanning strategies.

The analyses show that, volumetric energy density (VED), laser power, and exposure time optimization played a crucial role in residual stress minimization. VED parameter optimization was crucial for overall penetration and surface residual stress formation on material. On the other hand, point distance and hatch distance had a slight influence when compared with the effect of volumetric energy density, laser power, and exposure time within the defined ranges.

The as built parts' residual stresses could be reduced by up to ~67%. However, the tensile strength and yield strength of a material could also be decreased by 14% and 12%, respectively.

Keywords: Residual Stress, Additive Manufacturing, Laser Powder Bed Fusion, 17-4 PH Stainless Steel

DÜŞÜK HIZLARDA SIVI METALİN PARÇALANMA MEKANİZMASININ TESPİTİNE YÖNELİK ÇİFT FAZLI GAZ ATOMİZASYON İŞLEMİNİN SAYISAL ANALİZİ

Deniz AKTÜRK

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, dakturk@sivas.edu.tr

Emre YURTKURAN

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye,
yurtkuranemre@sivas.edu.tr

Özet

Kesişen akışlarda atomizasyon yönteminin bilinmesi, eklemeli imalat teknolojilerinde kullanılan ince ve küresel metal tozlarının üretiminde yaygın olarak kullanılan gaz atomizasyon işlemi açısından önemlidir. Atomizasyon sürecinin doğru anlaşılması ve optimize edilmesi, yüksek kaliteli toz üretimi ve buna bağlı olarak eklemeli imalat süreçlerinde son ürün performansının artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, düşük hızlar altında parçalanma mekanizmasının analiz edilmesi ve yüksek hızlar için bir yaklaşım oluşturulması amacıyla Co-Cr alaşımının azot gazı kullanılarak atomizasyon süreci üç boyutlu nümerik olarak edilmiştir. Bu analizlerde, çok fazlı akışların çözümünde etkin bir yöntem olan Volume of Fluid (VOF) yaklaşımı kullanılmıştır. Simülasyonlar, açık kaynak kodlu OpenFOAM yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada dört farklı gaz hızı (10, 25, 50 ve 75 m/s) için parçalanma mekanizmaları incelenmiş, damlacık oluşum ve parçalanma davranışları değerlendirilmiştir. Ayrıca her bir hız koşulu için Weber sayıları hesaplanarak gaz hızının damlacık parçalanması üzerindeki etkisi nümerik olarak incelenmiştir. Sonuç olarak, hesaplanan Weber sayıları kapsamında parçalanma mekanizmasının özellikle titreşimsel ve tabaka parçalanması şeklinde parçalanma tipleriyle gerçekleştiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelime: Atomizasyon, Co-Cr Alaşımı, Volume of Fluid, OpenFOAM

NUMERICAL ANALYSIS OF TWO-PHASE GAS ATOMIZATION PROCESS FOR THE DETERMINATION OF LIQUID METAL BREAKUP MECHANISM AT LOW VELOCITIES

Deniz AKTURK

Sivas University of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering, Sivas, Türkiye,
dakturk@sivas.edu.tr

Emre YURTKURAN

Sivas University of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering, Sivas, Türkiye,
yurtkuranemre@sivas.edu.tr

Abstract

Understanding atomization methods in crossing flows is important in terms of the gas atomization process, which is widely used in the production of fine and spherical metal powders employed in additive manufacturing technologies. Correctly understanding and optimizing the atomization process is of great significance for producing high-quality powders and, consequently, for improving the performance of final products in additive manufacturing processes. In this study, the atomization process of a Co-Cr alloy using nitrogen gas was numerically analyzed in three dimensions in order to analyze the breakup mechanism at low velocities and to establish an approach for high velocities. In these analyses, the Volume of Fluid (VOF) method, which is an effective approach for solving multiphase flows, was employed. The simulations were carried out using the open-source software OpenFOAM. The breakup mechanisms were investigated for four different gas velocities (10, 25, 50, and 75 m/s), and droplet formation and breakup behaviors were evaluated. In addition, Weber numbers were calculated for each velocity condition, and the effect of gas velocity on droplet breakup was numerically examined. As a result, within the scope of the calculated Weber numbers, it was determined that the breakup mechanism primarily occurred in the form of vibrational and sheet breakup modes.

Keywords: Atomization, Co-Cr Alloy, Volume of Fluid, OpenFOAM

ERGİYİK METAL BİRİKTİRME YÖNTEMİYLE ÜRETİLEN AL4043 ALAŞIM PARÇALARIN ÜRETİM KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Arda SÜREN

ValCUN BV, Langerbruggestraat 33, Oostakker, 9041, Belçika, arda.suren@valcun.be

Jonas GALLE

ValCUN BV, Langerbruggestraat 33, Oostakker, 9041, Belçika, jonas.galle@valcun.be

Muhammed Taha YILDIZ

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, mtyildiz@sivas.edu.tr

Nazım BABACAN

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, nazimbabacan@sivas.edu.tr

Özet

Eklemeli imalat (Eİ) teknolojileri, hafif alaşımların karmaşık geometrilerle üretilmesinde önemli avantajlar sunmakta ve farklı endüstrilerde hızla yaygınlaşmaktadır. Özellikle alüminyum esaslı alaşımlar, hafiflikleri, özgül dayanımları ve iyi işlenebilirlikleri sayesinde otomotiv, havacılık ve savunma sanayiinde tercih edilmektedir. Bununla birlikte, üretim sürecinde ortaya çıkan gözenekler, bağlantı hataları ve özellikle sınır bölgelerinde (border) görülen kusurlar, nihai parçaların mekanik performansını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Literatürde bu tür kusurların yorulma ömrü, kırılma davranışı ve yük taşıma kapasitesine etki edebileceği rapor edilmiştir. Bu çalışmada, Valcun Minerva cihazında uygulanan ergiyik metal biriktirme (EMB) teknolojisi kullanılarak Al4043 alaşımıyla üretilmiş parçaların üretim kalitesi değerlendirilmiştir. EMB yöntemi, tel veya toz tabanlı geleneksel yöntemlerden farklı olarak sıvı metalin doğrudan damlacıklar halinde biriktirilmesine dayanmaktadır ve bu yönüyle proses esnekliği ve uygulama çeşitliliği açısından dikkat çekmektedir. Çalışmada numunelerin ölçekli fotoğrafları alınarak boyutsal ölçümler yapılmış, ayrıca kesitler üzerinden sınır bölgeleri ve katmanlar arası birleşim alanları ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Bulgular, dolgu ve dış duvar katmanlarının tasarlanan geometriyle uyumlu şekilde birleştiğini ve yalnızca sınırlı düzeyde boşluk ile hataların mevcut olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, Al4043 alaşımında EMB yöntemiyle elde edilen üretimlerin başarılı olduğu ortaya konmuş; sınır bölgelerinin kalite değerlendirmesinde kritik rol oynadığı vurgulanmıştır. Bu bulgular, EMB teknolojisinin alüminyum esaslı alaşımların endüstriyel ölçekte kullanımı için umut vadeden bir yaklaşım olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Eklemeli imalat, ergiyik metal biriktirme (EMB), Al4043 alaşımı, üretim kalitesi

QUALITY ASSESSMENT OF AL4043 COMPONENTS MANUFACTURED VIA MOLTEN METAL DEPOSITION (MMD)

Arda SUREN

ValCUN BV, Langerbruggestraat 33, Oostakker, 9041, Belgium, arda.suren@valcun.be

Jonas GALLE

ValCUN BV, Langerbruggestraat 33, Oostakker, 9041, Belgium, jonas.galle@valcun.be

Muhammed Taha YILDIZ

Sivas University of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering, Sivas, Turkiye,
mtyildiz@sivas.edu.tr

Nazım BABACAN

Sivas University of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering, Sivas, Turkiye,
nazimbabacan@sivas.edu.tr

Abstract

Additive manufacturing (AM) technologies offer significant advantages in producing lightweight alloys with complex geometries and are rapidly expanding across various industries. Aluminium-based alloys, in particular, are widely used in automotive, aerospace, and defence applications due to their low density, high specific strength, and good processability. However, defects such as porosity, lack of fusion, and especially flaws occurring in border and interlayer regions can adversely affect the mechanical performance of the final components. Previous studies have reported that such defects may contribute to reduced fatigue life, compromised fracture behaviour, and limited load-bearing capacity. In this study, the Molten Metal Deposition (MMD) technology implemented in the Valcun Minerva system was employed to manufacture Al4043 alloy parts, and their production quality was evaluated. Unlike conventional wire- or powder-based AM processes, MMD relies on the direct deposition of molten metal droplets, which provides potential advantages in process flexibility and applicability. Scaled photographs of the fabricated samples were taken for dimensional assessments, and cross-sectional analyses were performed to examine border regions and interlayer bonding areas. The results revealed that the infill and outer wall layers were consistently aligned with the designed geometry, while only a limited number of voids and defects were identified. Overall, the findings demonstrate that the MMD process enables the reliable production of Al4043 alloy parts. Furthermore, the study highlights the critical role of border regions in quality assessment and suggests that MMD has promising potential for the industrial-scale application of aluminium-based alloys.

Keywords: Additive manufacturing, molten metal deposition (MMD), Al4043 alloy, Quality assessment

IR FREKANSLARDA OPTİK BANT GEÇİRGEN FİLTRE OLARAK FOTONİK KRİSTALLER

Murat Gökhan ESKİN

ASELSAN A.Ş., 06830, Gölbaşı, Ankara, Türkiye, geskin@aselsan.com

Onur DEMİREL

ASELSAN A.Ş., 06830, Gölbaşı, Ankara, Türkiye, onurdemirel@aselsan.com

Kürşat ŞENDUR

Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği, İstanbul, Türkiye
kursat.sendur@sabanciuniv.edu

Özet

Radyasyon mühendisliğinde, Dağıtımlı Bragg Reflektörler (Distributed Bragg Reflectors, DBR) veya fotonik kristallere, yakın kızılötesi bantta (NIR) yüksek yansıtıcılık uygulamaları için sıklıkla başvurulmaktadır. İstenilen efektif yansıtıcılık ve geçirgenlik özelliklerini elde edebilmek amacıyla, yüksek ve düşük kırılma indisli dielektrik malzemelerden oluşan katmanlar dönüşümlü olarak kullanılmaktadır. Işık yayan diyotlar (LED) ve dikey boşluk yüzeyinden yayımlı lazerler (VCSEL) , fotonik kristallerin kullanıldığı sistemlere örnek olarak verilebilir. Ayrıca, NIR spektral rejiminde anahtarlanabilir (switchable) yayılım elde edebilen uygulamalara, özellikle uzayda kullanılmak üzere ısı yönetim açısından büyük talep vardır .

Bu çalışmada, NIR rejiminde bir optik bant geçirgen filtre olarak çalışabilecek ince filmlerin tasarımı için Transfer Matris Yöntemi (TMM) ve Zamanda Sonlu Farklar Yöntemi (FDTD) kullanılmıştır. Nihai tasarım, fiziksel temelli optimizasyon ve empedans uyumsuzluğu temelli optimizasyon teknikleri uygulanarak elde edilmiştir. Ek olarak, yapıya fonksiyonellik kazandırmak amacıyla faz değişken bir malzeme olan VO₂ de dahil edilmiştir.

Elde ettiğimiz sonuçlar, uygulanan optimizasyon sürecinin fotonik kristallerin yansıtıcılık özelliklerini önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Yapıya VO₂ eklenmesi, yansıtıcılıkta küçük bir azalmaya yol açsa da ayarlanabilir spektral özellikler sağlamıştır. Ayrıca, VO₂'nin metalik fazda fotonik kristalin üstünde bulunduğu yapılar ile dielektrik fazda üstte bulunduğu yapılar arasında belirgin bir spektral fark gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelime: Radyasyon mühendisliği, fotonik kristaller, dağıtımlı Bragg reflektörler, faz değişken malzemeler.

PHOTONIC CRYSTALS AS OPTICAL BAND PASS FILTERS IN IR FREQUENCIES

Murat Gokhan ESKIN

ASELSAN Inc., 06830, Golbasi, Ankara, Turkiye, geskin@aselsan.com

Onur DEMIREL

ASELSAN Inc., 06830, Golbasi, Ankara, Turkiye, onurdemirel@aselsan.com

Kursat SENDUR

Sabanci University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Mechatronics Engineering, Istanbul, Turkiye
kursat.sendur@sabanciuniv.edu

Abstract

In radiation engineering, Distributed Bragg Reflectors (DBRs) or photonic crystals are frequently employed for near-infrared band (NIR) high reflectivity applications. Alternating layers of high-index and low-index dielectric materials are employed for desired effective reflectivity and transmittivity properties. Light-emitting diodes (LEDs) and vertical cavity surface-emitting lasers (VCSELs) are just two examples that utilize photonic crystals. Furthermore, applications that can achieve switchable radiation in the NIR spectral regime are in high demand for thermal management, particularly to be employed in space .

In this study, Transfer Matrix Method (TMM) and Finite Difference Time Domain (FDTD) calculations are used for designing the thin films that can work as an optical bandpass filter in the NIR regime. The final design was acquired after an optimization process that was conducted via a physical based optimization and an impedance mismatch-based optimization. A phase-change material, VO₂, was also incorporated into the structure for functionality.

Our results showed that an optimization process results in significant enhancing of the reflectivity properties for the photonic crystals. Addition of the VO₂ provided adjustable spectral properties, while causing a slight decrease in the reflectivity. A substantial spectral change was observed between structures where VO₂ in the metallic phase was on top of the photonic crystal and VO₂ in the dielectric phase was on top of the photonic crystal.

Keywords: Radiation engineering, photonic crystals, distributed Bragg reflectors, phase change materials.

AKUSTİK SENSÖRLER İÇİN TEK KRİSTAL PİEZOELEKTRİK MALZEME GELİŞTİRİLMESİ

Doğın MANSUROĞLU

ASELSAN A.Ş., 06830, Gölbaşı, Ankara, Türkiye, dmansuroglu@aselsan.com

Hatice Kübra GÜMÜŞ

ASELSAN A.Ş., 06830, Gölbaşı, Ankara, Türkiye, hkgumus@aselsan.com

Ali Erdem EKEN

ASELSAN A.Ş., 06830, Gölbaşı, Ankara, Türkiye, aeken@aselsan.com

Özet

Tek kristal piezoelektrik malzemeler, daha yüksek performanslı akustik transdüserlerin üretiminde temel yapı taşı olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, tek kristal piezoelektrik malzemeler Bridgman kristal büyütme yöntemi ile elde edilmiş ve karakterizasyonları yapılmıştır. Elde edilen malzemelerin kristal özellikleri X-ışını Difraktometresi (XRD) ile, kristal yönelimleri ise Laue kamera kullanılarak belirlenmiştir. Piezoelektrik yük katsayısı (d_{33}) ve dielektrik sabiti ölçülerek piezoelektrik özellikleri incelenmiş, sonuçların seramik malzemelere kıyasla çok daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Üretilen tek kristal piezoelektrik malzemelerin sensör performansını değerlendirmek amacıyla aktif ve pasif olmak üzere iki tip transdüser tasarlanarak üretilmiştir. Yapılan akustik testler sonucunda, seramik malzemelere kıyasla tek kristal piezoelektrik malzemelerle üretilen transdüserlerin daha yüksek performansa sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelime: Tek kristal piezoelektrik, Bridgman yöntemi, transdüser, XRD, Laue kamera.

DEVELOPMENT OF SINGLE CRYSTAL PIEZOELECTRIC MATERIAL FOR ACOUSTIC SENSORS

Dogan MANSUROGLU

ASELSAN Inc., 06830, Golbasi, Ankara, Turkiye, dmansuroglu@aselsan.com

Hatice Kubra GUMUS

ASELSAN Inc., 06830, Golbasi, Ankara, Turkiye, hkgumus@aselsan.com

Ali Erdem EKEN

ASELSAN Inc., 06830, Golbasi, Ankara, Turkiye, aeken@aselsan.com

Abstract

Single crystal piezoelectric materials are considered the fundamental building blocks for development of high-performance acoustic transducers. In this study, single crystal piezoelectric materials were grown by the Bridgman crystal growth method and subsequently characterized. The crystal structures were examined using X-ray Diffractometry (XRD), and the crystal orientations were determined by Laue camera analysis. Piezoelectric coefficient (d_{33}) and dielectric constant measurements were measured to evaluate their piezoelectric properties, which were found to be significantly higher compared to ceramic materials. To evaluate sensor performance, two types of transducers-active and passive-were designed and fabricated using the grown single crystals. Acoustic testing results demonstrated that the transducers produced with the single crystals piezoelectric materials exhibited enhanced performance compared to ceramic-based transducers.

Keywords: Single crystal piezoelectric, Bridgman method, transducer, XRD, Laue camera.

17-4 PH MALZEME VE SEÇİCİ LAZER ERGİTME YÖNTEMİ İLE ÜRETİLMİŞ MÜHİMMAT YÜKLEME DİŞLİSİ VE KİLİT MESNETİ PARÇASININ OPTİMİZASYONU VE DENEYSEL DOĞRULANMASI

Barış ÇETİN

FNSS Savunma Sistemler A.Ş., Ar-Ge Merkezi, Ankara, Türkiye, cetin.baris@fnss.com.tr

Uğur TÜRKYILMAZ

FNSS Savunma Sistemler A.Ş., Ar-Ge Merkezi, Ankara, Türkiye, ugur.turkylmaz@fnss.com.tr

Mertcan KIRAC

Ermaksan Makina San.ve Tic. A.Ş., Ar-Ge Merkezi, Bursa, Türkiye, mertcan.kirac@ermaksan.com.tr

Fırat GÜLEÇ

Ermaksan Makina San.ve Tic. A.Ş., Ar-Ge Merkezi, Bursa, Türkiye, firat.gulec@ermaksan.com.tr

Özet

Seçici Lazer Ergitme (SLM), lazer ışını kullanılarak metal tozlarının katman katman birleştirilmesi prensibine dayanan eklemeli üretim teknolojileri içinde öne çıkan bir yöntemdir. SLM yöntemi, özellikle kafes yapı tabanlı geometri tasarımı sayesinde topoloji optimizasyonu ve ağırlık azaltma açısından birçok avantaj sağlamaktadır. 17-4 PH malzeme üstün mekanik özelliklere sahiptir ve bu özellikler uygun ısıtma işlem reçeteleri ile daha da iyileştirilebilmektedir. Bu açıdan, 17-4 PH metal tozunun SLM süreciyle entegre şekilde kullanımı, aşırı zorlayıcı ömür koşulları ve yükleme senaryolarına sahip savunma sanayi uygulamaları için önem arz etmektedir. Bu çalışma, belirlenen malzemeden SLM yöntemiyle üretilen iki farklı FNSS parçasının, kalifikasyon ve doğrulama süreçlerini konu almaktadır. Prototip parçalar üzerinde yapılan makro-mekanik, mikro yapısal ve montaj denemelerinin sonuçları, SLM yöntemi ve önerilen malzeme/proses reçetesinin tüm tasarım gereksinimlerini karşılayabileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelime: 17-4 PH, Seçici Lazer Ergitme, Topoloji optimizasyonu, eklemeli imalat

OPTIMIZATION AND EXPERIMENTAL VALIDATION OF AMMUNITION LOADING GEAR AND HATCH RETAINER PARTS PRODUCED WITH 17-4 PH MATERIAL VIA SLM PROCESS

Baris CETIN

FNSS Savunma Sistemler A.Ş., R&D Center, Ankara, Türkiye, cetin.baris@fnss.com.tr

Ugur TURKYILMAZ

FNSS Savunma Sistemler A.Ş., R&D Center, Ankara, Türkiye, ugur.turkyilmaz@fnss.com.tr

Mertcan KIRAC

Ermaksan Makina San.ve Tic. A.Ş., R&D Center, Bursa, Türkiye, mertcan.kirac@ermaksan.com.tr

Firat GULEC

Ermaksan Makina San.ve Tic. A.Ş., R&D Center, Bursa, Türkiye, fiat.gulec@ermaksan.com.tr

Abstract

Selective Laser Melting (SLM) is a prominent method within additive manufacturing technologies that operates on the principle of fusing metal powders layer by layer using a laser beam. The SLM process has many advantages in terms of topology optimization and weight reduction, especially by means of lattice-structure-based geometry design. Furthermore, the 17-4 PH material exhibits promising mechanical properties, and the as-built performance can be easily enhanced through proper heat treatment. In this perspective, the use of 17-4PH metal powder with the SLM process is a viable option in defense industry applications where harsh service conditions and loading scenarios are present. This study was devoted to the qualification and verification processes of two distinct FNSS parts produced by SLM from the designated material. The results of macro-mechanical, microstructural, and assembly trials revealed that the proposed manufacturing method and material is able to satisfy all design requirements.

Keywords: 17-4 PH, SLM, Topology optimization, Additive manufacturing