CONFERENCE BOOK

MUNZUR 8. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

TUNCELİ
11 - 13 NİSAN 2025

MUNZUR
8. ULUSLARARASI
UYGULAMALI
BİLİMLER
KONGRESİ



MUNZUR
8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI

ISBN : 978-625-5962-60-7
Academy Global Publishing House

MUNZUR 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
APRIL 11 - 13, 2025
TUNCELI

CONFERENCE ORGANIZING BOARD
Head Of Conference: Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli
Düzenleme Kurulu Başkanı: Dr. Gultekin Gurcay
Prof. Dr. Hülya Çiçek
Prof. Dr. Ali Bilgili
Prof. Dr. Başak Hanedan
Prof. Dr. Hajar Huseynova
Prof. Dr. Dwi Sulisworo
Prof. Zain Musa
Prof. Dr. Sameer Jain
Prof Yakup Babayev
Prof. Dr. Suyatno
Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran
Assoc. Prof. Dody Hartanto
Assoc. Prof. Dr. Rungchacadaporn
Assoc. Prof. Nazile Abdullazade
Assoc. Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi
Assoc Prof. Dr. Feran Aşur
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti
Assoc. Prof. Ivaylo Staykov
Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari
Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş
Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova
Assoc. Prof. Dr. Doğan Çiloğlu
Assist. Prof. Ihwan Ghazali
Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu
Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heydarlou
Dr. Dadash Mehravari
Dr. Gültekin Gürçay
Aynurə Əliyeva
Dr. Amaneh Manafidizaji

Issued: 15.05.2025
ISBN: 978-625-5962-60-7

CONFERENCE ID

MUNZUR 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE

APRIL 11 - 13, 2025 –
TUNCELI

ORGANIIZATION

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process.

PARTICIPATING COUNTRIES

Turkey – India – Spain-Iran - Azerbaijan- Pakistan- Romania – China- Nigeria- Fiji- Kazakhstan- Germany- Iran- Algeria- Mongolia – **Philippines-** Saudi Arabia- Afghanistan- Greece- South Korea – Mexico- Indonesia- Greece- Nigeria- Russia- Egypt- Kazakhstan-

-

PRESENTATION

Oral presentation

PERCENTAGE OF PARTICIPATION

29 papers presented by by participants from Turkey and 40 papers from other Countreies

Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an "official assignment letter"

Edited by

Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli

Scientific & Review Committee

Prof. Dr. Ali BILGILI – Turkiye
Prof. Dr. Naile BİLGİLİ – Türkiye
Prof. Dr. Başak HANEDAN – Türkiye
Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR – Turkiye
Prof. Dr. Emine KOCA – Turkiye
Prof. Dr. Fatma KOÇ – Turkiye
Prof. Dr. Hajar HUSEYNOVA – Azerbaijan
Prof. Dr. Dwi SULISWORO – Indonesia
Prof. Dr. Natalia LATYGINA – Ukraina
Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV – Russia
Prof. Muntazir MEHDI – Pakistan
Prof. Dr. Raihan YUSOPH – Philippines
Prof. Dr. Akbar VALADBIGI – Iran
Prof. Dr. F. Oben ÜRÜ – Turkiye
Prof. Dr. T.Venkat Narayana RAO – India
Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ – Turkiye
Prof. Dr. Mustafa BAYRAM – Turkiye
Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN – Turkiye
Prof. Dr. Hyeonjin LEE – China
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet AYDIN – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Dilorom HAMROEVA - Ozbekstan
Assoc. Prof. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran
Assoc. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Turkiye
Assoc. Prof. Ivaylo STAYKOV - Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Ümit AYATA – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Okan SARIGÖZ – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Eda BOZKURT – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Ahmet TOPAL – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Sandeep GUPTA – India
Assoc. Prof. Dr. Veysel PARLAK – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Nazile ABDULLAZADE – Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Aysel ARSLAN – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Bekir GÜRBULAK – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Erkan EFILTI - Kirgizhstan
Assist. Prof. Dr. Göksel ULAY – Turkiye
Assist. Prof. K. R. PADMA – India
Assist. Prof. Dr. Omid AFGHAN - Afghanistan
Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan ALANAZİ - Saudi Arabia
Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria

Assist. Prof. Dr. Baurcan BOTAKARAEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ahmad Sharif FAKHEER - Jordania
Assist. Prof. Dr. Gültekin GÜRÇAY – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Dody HARTANTO - Indonesia
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran
Assist. Prof. Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Mamatkuli JURAYEV – Ozbekistan
Assist. Prof. Dr. Kalemkas KALIBAEVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bouaraour KAMEL – Algeria
Assist. Prof. Dr. Alia R. MASALİMOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amanbay MOLDIBAEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bhumika SHARMA - India
Assist. Prof. Dr. Gulşat ŞUGAYEVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. K.A. TLEUBERGENOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA – Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Hoang Anh TUAN - Vietnam
Assist. Prof. Dr. Botagul TURGUNBAEVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA - Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Yang ZİTONG – China
Assist. Prof. Dr. Gulmira ABDİRASULOVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Imran Latif Saifi – South Africa
Assist. Prof. Dr. Zohaib Hassan Sain – Pakistan
Assist. Prof. Dr. Murat GENÇ – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India
Assist. Prof. Dr. Vaiva BALCIUNIENE – Lithuania
Assist. Prof. Dr. Meltem AVAN – Turkiye
Aynurə Əliyeva - Azerbaijan
Sonali MALHOTRA - India

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
11 Nisan / April 11, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Perihan ÇULUN**	1	TAKIM TALAŞ YÜZEYİ ÜZERİNE AÇILAN SOĞUTMA KANALI İLE YAPILAN SOĞUTMA İŞLEMİŞNDE TAKIM AŞINMASININ İNCELENMESİ	Doç.Dr, OKTAY ADIYAMAN GÜLÇİN ŞEKER
		2	Potovoltaik panel pasif soğutma sistemlerinde termoelektrik modüllerinin kullanılması	Perihan ÇULUN
		3	Termoelektrik ve Peltiyer Modüllerinin Farklı Uygulama Alanları	Perihan ÇULUN Cengiz ÖNER Nihat TARHAN
		4	INVESTIGATION OF SURFACE PERFORMANCE OF TEXTURED BEARINGS	Prof. Dr. CEM SİNANOĞLU Dr. Öğr. Üyesi FATMA NAZLI ÖZSOLAK ASLIHAN ÇOLAK
		5	*ZINGIBER OFFICINALE*/POLİETİLEN GLİKOL BİYOPOLİMER MATRİSİNDE ÇİNKO OKSİT NANOPARTİKÜLLERİN YEŞİL SENTEZİNİN OPTİMİZASYONU	Yüksek Lisans Öğrencisi, TUĞCE DİLBER Arş. Gör. GİZEM KARABULUT ŞEVK Doç. Dr. NURAY BEKÖZ ÜLLEN
		6	FARKLI YÜZEY PÜRÜZLÜLÜKLERİNİN ÇİNKO OKSİT NANOPARTİKÜL KAPLAMALARIN MORFOLOJİSİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, TUĞCE DİLBER Arş. Gör. GİZEM KARABULUT ŞEVK Doç. Dr. NURAY BEKÖZ ÜLLEN

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

FARKLI YÜZEY PÜRÜZLÜLÜKLERİNİN ÇİNKO OKSİT NANOPARTİKÜL KAPLAMALARIN MORFOLOJİSİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, TUGÇE DİLBER

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

tugcedilbeer@gmail.com-ORCID: 0009-0002-5010-1881

Arş. Gör. GİZEM KARABULUT ŞEVK

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa,

gizem.karabulut@iuc.edu.tr -ORCID: 0000-0003-0930-5380

Doç. Dr. NURAY BEKÖZ ÜLLEN

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

nbekoz@iuc.edu.tr-ORCID:0000-0003-2705-2559

ÖZET

Bu çalışma, geleneksel ve uygun maliyetli bir talaşlı imalat yöntemi olan tornalama ile farklı yüzey pürüzlülük değerlerinde işlenen Ti6Al4V altlıkların zencefil bitkisi ile hazırlanan ZnO NP'lerle kaplama sonrası morfolojik açıdan incelenmesini ele almaktadır. Tornalama işleminde ilerleme hızının arttırılması ile yüzey pürüzlülük değerleri arttırılmış ve pürüzlülük değerleri yaklaşık 1-2 µm arasında değişen değerlerde altlıklar elde edilmiştir. Değişen yüzey pürüzlülük değerlerine sahip Ti6Al4V alt tabakalar üzerine damlatma yöntemiyle kaplanan ZnO NP'lerin morfolojisini karakterize etmek için SEM, yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, makro görüntü ve mikrosertlik analizleri yapılmıştır. Ayrıca kaplama öncesi ve sonrası altlık yüzeylerinde temas açısı ölçümleri de yapılmıştır. ZnO NP'lerinin kaplama yapısı içinde homojen dağılım sergilediği ve çoğunlukla ortalama boyutu 50 nm'den küçük olan küresel nano parçacıklardan oluştuğu belirlenmiştir. Artan yüzey pürüzlülük değeriyle mikrosertlik değerlerinde artış gözlenmiştir. Kaplama sonrası mikrosertlik değerlerinde belirgin artışlar tespit edilmiştir. Kaplama sonrası temas açısı ölçüm sonuçlarına göre tüm numunelerin yüzeyinde ölçülen temas açıları 90°'den küçüktür. Ti6Al4V alaşımının kaplama öncesi artan yüzey pürüzlülük değeri ile yüzey temas açısı azalmıştır ve yayılım artmıştır.

Anahtar Kelimeler : Nanoteknoloji, yüzey pürüzlülüğü, kaplama, temas açısı.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

1. GİRİŞ

Ti6Al4V alaşımı, olağanüstü korozyon direnci, mükemmel mekanik özellikleri, kemik benzeri elastikiyet modülü, düşük yoğunluğu ve minimum alerjenik potansiyeli nedeniyle ortopedi, diş hekimliği ve diğer tıbbi alanlarda metalik implant ve protez malzemesi olarak yaygın olarak kullanılmaktadır [1,2]. Bununla birlikte, metal bazlı implantlar, korozyon, aşınma ve yorgunluk dahil olmak üzere vücut sıvıları ve organlarla etkileşimler sonucunda yüzey bozulması yaşayabilir. Metal bazlı implantların yüzey kalitesi, performansları, güvenilirlikleri ve ömürleri için kritik öneme sahiptir. Hem malzemenin doğal fiziksel özellikleri hem de implantın dış katmanının yüzey bütünlüğü bu kalite üzerinde etkilidir. Farklı metal esaslı nanopartiküllerle (NP'ler) implant yüzey kaplaması, yüzey özelliklerini geliştirmek, işlevselliği iyileştirmek ve koruma sağlamak için önemli bir odak noktası haline gelmiştir [3–6]. Metal esaslı NP'ler, daha büyük ölçekli sistemlerde bulunmayan ayırt edici özelliklere sahip oldukları için çeşitli alanlarda yeni işlevlere olanak tanır. Bu nedenle, malzeme bilimi, elektronik, sağlık hizmetleri ve enerji alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır [7,8]. Metal esaslı NP'ler, işlevsellik, mekanik direnç, korozyon direnci ve biyolojik aktivite gibi yüzey özelliklerini geliştirme yetenekleri nedeniyle kaplama malzemeleri olarak önemli ilgi görmüştür [9]. Metal ve metal oksit NP'leri, mükemmel mekanik, kimyasal ve optik özellikleri nedeniyle kaplamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır [10]. Bunlar arasında, ZnO NP'leri güçlü UV engelleme yetenekleri, yüksek termal kararlılıkları ve antibakteriyel etkileri nedeniyle öne çıkmakta ve bunları çeşitli endüstrilerde koruyucu kaplamalar için ideal hale getirmektedir [11]. Bitki özleri kullanılarak sentezlendiklerinde, bu NP'ler biyolojik aktivite, azaltılmış toksisite ve çevresel etki dahil olmak üzere ek avantajlar sunmaktadır [12]. Bitkilerden elde edilen ZnO NP'leri yalnızca istenen işlevsel özelliklerini korumakla kalmaz, aynı zamanda tehlikeli kimyasalların kullanımını azaltarak ve atık oluşumunu en aza indirerek sürdürülebilirlik hedefleriyle de uyumludur [13]. Yeşil yolla sentezlenen metal esaslı NP'lerin bir diğer kullanım alanı da yüzey kaplamalarıdır.

Kaplamaların yüzey bütünlüğü, yapışma mukavemeti, optik özellikler ve katalitik aktivite dahil olmak üzere performans özelliklerini tanımlamada kritik öneme sahiptir. Yüzey bütünlüğünün temel yapısal yönü olan yüzey pürüzlülüğünün ötesinde, yüzey topografyası, mikro yapı ve mikro sertlik gibi faktörler de metalik biyo-implantların çok işlevli performansına önemli ölçüde katkıda bulunur [14,15]. Son yıllarda implant uygulamalarında popülerlik kazanan yüzey modifikasyonları, implantların biyouyumluluğunu ve işlevselliğini artırmak için etkili çözümler sunar. Çalışmalar, bir implantın mekanik özelliklerinin, tasarımının, uyumluluğunun ve yük iletiminin yüzey bütünlüğünden büyük ölçüde etkilendiğini göstermektedir. Yüzey özellikleri kemik dokusu iyileşmesi için önemlidir; titanyum (Ti) ve alaşımları çok reaktiftir ve mikropların büyümesini etkiler [16]. Yüzey pürüzlülüğü kaplanabilirlikle yüksek bir ilişki gösterir ve bakteriyel yapışmayı önemli ölçüde etkiler [3,14,15,17]. Bu çalışmada, yeşil yolla sentezlenen ZnO NP'lerin yüzey pürüzlülüğü çevreci ve uygun maliyetli bir yöntem olan tornalama ile pürüzlendirilmiş Ti6Al4V altlık malzemelere kaplanması sonrası morfolojik ve ıslanmazlık özelliklerinin incelemesi gerçekleştirilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Altlık Malzemelerin Hazırlanması

Ti6Al4V titanyum alaşımı bar formunda Varzene Metal Firmasından temin edilmiştir. Firmadan temin edilen spektral analiz raporunda bulunan malzemenin kimyasal içeriği **Çizelge 1**'de sunulmuştur. ZnO NP'lerin hazırlanma süreci ile ilgili detaylı bilgi daha önceki çalışmalarda verilmiştir [18]. Ti6Al4V alaşımlı alt tabaka parçaları, 2 mm kalınlığında ve 25 mm çapında silindirik bir bloktan kesilerek hazırlamıştır. Kesme işlemi, X ve Z eksenlerine sahip bir CNC makinesinde, 550 mm işleme ve 3000 rpm hız kullanılarak YouJi Machine Industrial Co. LTD. tarafından gerçekleştirildi. Kesme işlemi sırasında %95 su ve %5 ESTRA 320 mikro emülsiyon metal işleme sıvısından oluşan bir kesme sıvısı kullanıldı. **Çizelge 2**'de verilen kesme koşulları kullanılarak, kesme işleminde TiCN+Al_2O_3+TiCN kaplamalı bir DNMG 1500608-MKS kesici uç kullanılmıştır. Farklı yüzey pürüzlülük değerlerine sahip parçalar üretmek için, kesme hızı ve derinliği sabit tutulurken ilerleme hızı değiştirildi. 0,15 mm/dev, 0,25 mm/dev ve 0,35 mm/dev ilerleme hızlarıyla işlenen Ti6Al4V alaşımının yüzey pürüzlülüğüne sırasıyla R1, R2 ve R3 adı verilmiştir. Hazırlanan altlık malzemeler kesme sıvısı, kir ve toz gibi safsızlıklardan arındırmak amacıyla ultrasonik banyoda etanol-aseton-saf su karışımında 30 dak boyunca temizlenmiştir. Ardından 80 ºC sıcaklıkta 30 dak etüvde kurutulduktan sonra, damlatma kaplama yoluyla ZnO NP'lerle kaplama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Altlık malzemelerin kimyasal kompozisyonu

Element	Al	V	Fe	C	N	H	O	Ti
Miktar (ağ.%)	6,09	3,91	0,13	0,02	0,01	0,001	0,09	Kalan

Çizelge 2. Deneysel çalışmalarda kullanılan tornalama parametreleri

Kesme hızı, m/dak	İlerleme hızı, mm/devir	Kesme derinliği, mm
100	0,15	2
	0,25	
	0,35	

2.2. Karakterizasyon Çalışmaları

Yüzey morfolojisi ve element haritalaması, FEI tarafından QUANTA FEG 250 SEM ile enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) modu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yüzey pürüzlülük ölçümleri, Mitutoyo marka Surftest SJ-210 model cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Yüzey pürüzlülük değerleri beş ölçümden sonra ortalama alınarak belirlenmiştir. Yüzeylerin stereo mikroskop görüntüleri ve sertlik ölçümleri YAMER marka YHV-50Z dijital mikro-Vickers sertlik test cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Sertlik değerleri üç ölçümden sonra belirlenmiştir. Kaplamasız yüzeylerde kaplama çözeltisinin dağılımının yüzey pürüzlülüğüne bağlı olarak değişimi temas açısı ölçüm yöntemi ile gerçekleştirildi. İncelemeler uygun

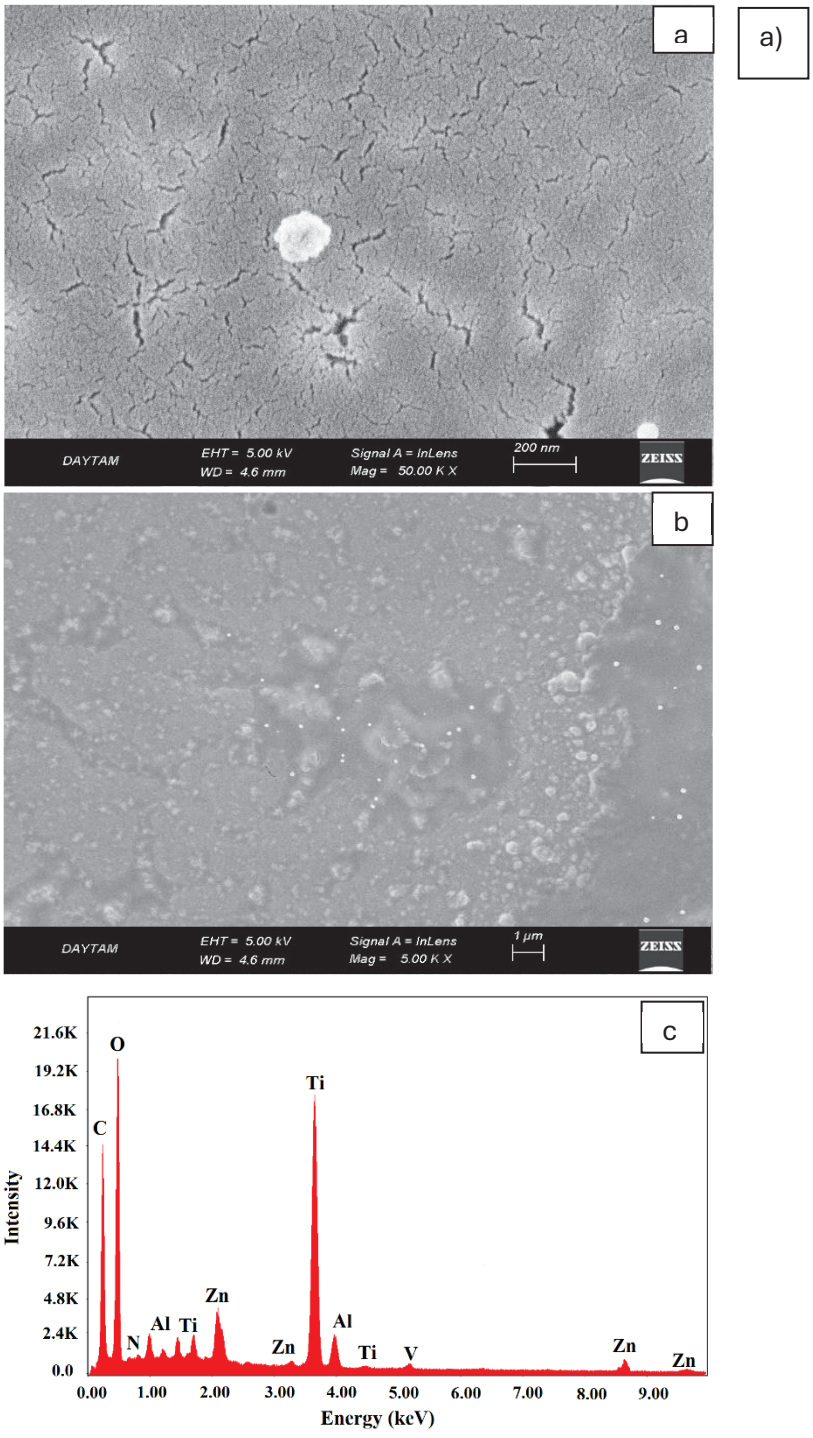
ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

maliyetli ve kullanımı kolay yapay zeka destekli bir yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Temas açısı analizi için damlacık görüntüleri 640x480 piksel görüntü çözünürlüğüne sahip Nikon marka D3000 model 10 MP çözünürlüklü cihaz kullanılarak alınmıştır. Çekimler kontrast ve seri çekim modunda yapılmıştır. Kamera damlayı yüzeye dik açıdan görebilecek şekilde yerleştirildi ve fotoğrafları çekilmiştir. Tüm temas açıları oda sıcaklığında (25 °C) her damlacık için 5 µL olarak ölçülmüştür. Olası topografik homojensizlikleri hesaba katmak için her numune için temas açısı değeri aynı numune üzerinde seçilen üç farklı pozisyonun ortalamasıdır. Yüzeye bırakılan damlanın sağ ve sol taraflarının temas açıları ölçülerek ortalaması alınmıştır. Ölçümler Image J programında drop analysis-LB-ADSA modunda gerçekleştirilmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

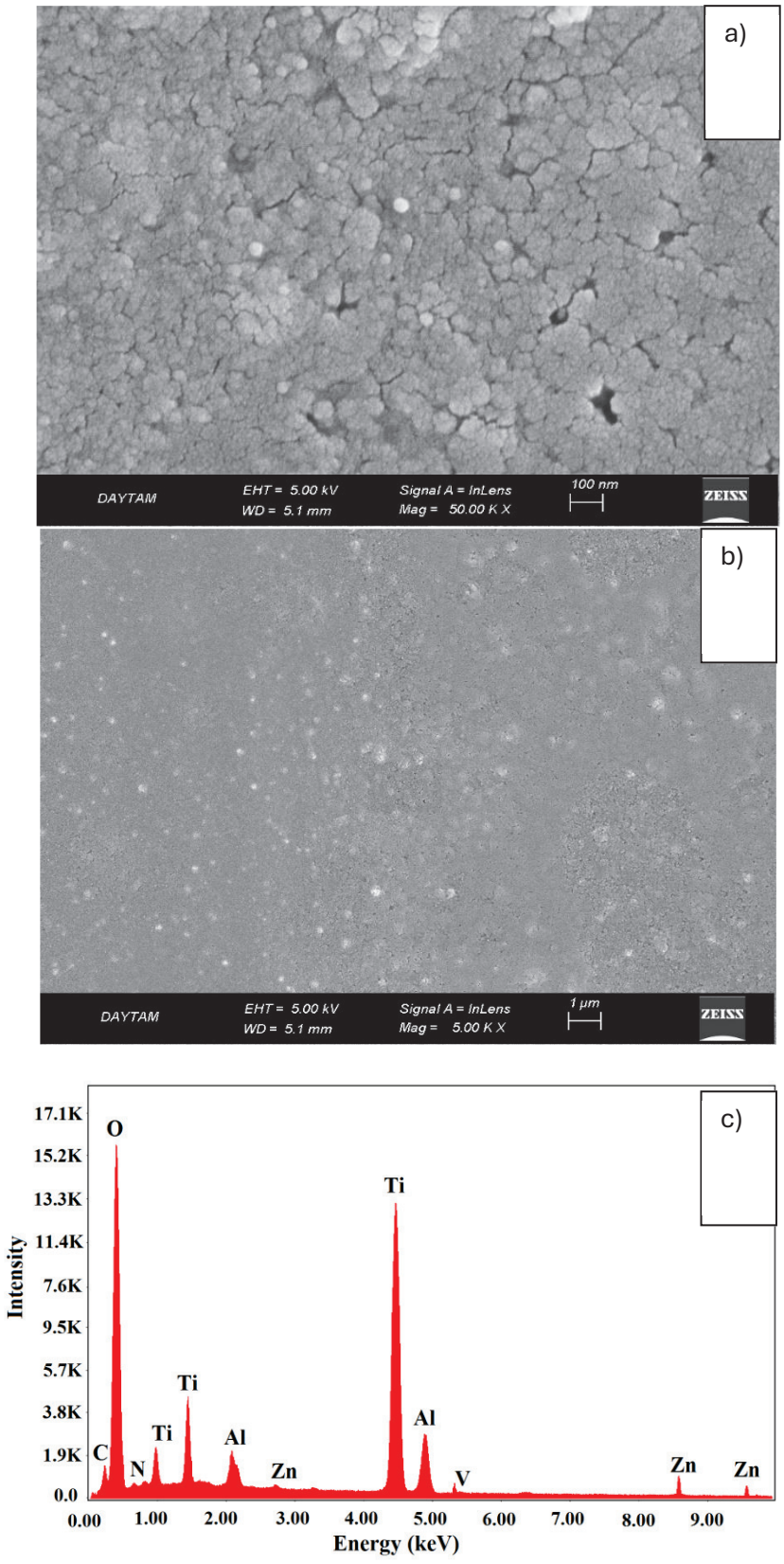
Farklı yüzey pürüzlülük değerlerinde hazırlanan Ti6Al4V altlık malzemelerin kaplama sonrası SEM-EDS görüntüleri farklı büyütmelerde olacak şekilde Görsel 1-3'te sunulmuştur. Yapılan incelemelerde tüm yüzeylerde aralıksız ve sürekli bir şekilde ZnO NP'lerle başarılı şekilde kaplama gerçekleştirilmiştir. ZnO NP'lerin küresel şekli tüm yüzeylerde belirgindir. R1 kodlu numunelerde (Görsel 1) ZnO NP'lerin yüzeyde bazı rastgele kümelenmiş kaplama parçacıkları oluşturduğu görülmektedir. Bu kümelenmiş parçacıklar yüzeye yapışarak düzensiz bir yüzey morfolojisi oluşturmaktadır. ZnO NP'ler yüzeyde nispeten homojen bir boyut aralığında dağılmıştır. Küresel şekle yakındır ve aglomerasyon diğer numunelerden daha fazladır. R2 kodlu numunelerde (Görsel 2) belirgin şekilde küresele yakın bir formda ZnO NP'lerin oluştuğu görülmektedir. Nano yapıların parçacık boyutları birbirine çok yakın ve dağılımları oldukça homojendir. Aglomerasyonun fazla olmadığı bir kaplama görüntüsü vardır. R3 kodlu numunelerde (Görsel 3) nanoyapıların oldukça homojen bir dağılım sergilediği ve küresel formda olduğu görülmektedir. Yüzeye tutunan nanoyapıların formu yüzey pürüzlülüğünün artmasıyla değişmiştir. Bu, substrat yüzeyinin kaplamanın büyümesini önemli ölçüde etkilediğini ve NP'lerin boyutunu, şeklini ve dağılımını belirlemede önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Görüntülere geniş planda bakıldığında bağlanmanın iyi olduğu ve kaplama yapısının katmanlı bir görüntüye sahip olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, yüzey pürüzlülüğünün kaplama morfolojisi, boyutu ve boyut dağılımı üzerine belirgin oranda etkisinin olduğu söylenebilir. Pürüzsüz yüzeylerle karşılaştırıldığında, pürüzlü yüzeyler NP'lerin yayılması için daha fazla yüzey alanına sahiptir. Yüzey pürüzlülüğü değiştikçe, mikro yapısal ve yüzey bileşimindeki değişiklikler nedeniyle yüzeylerde oluşan nanoyapı kümelerinin boyutunda, şeklinde ve miktarında değişiklikler olacağı rapor edilmiştir [19–21]. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, yüzey pürüzlülüğünün kaplama morfolojisi, boyutu ve boyut dağılımı üzerine belirgin oranda etkisinin olduğu söylenebilir.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



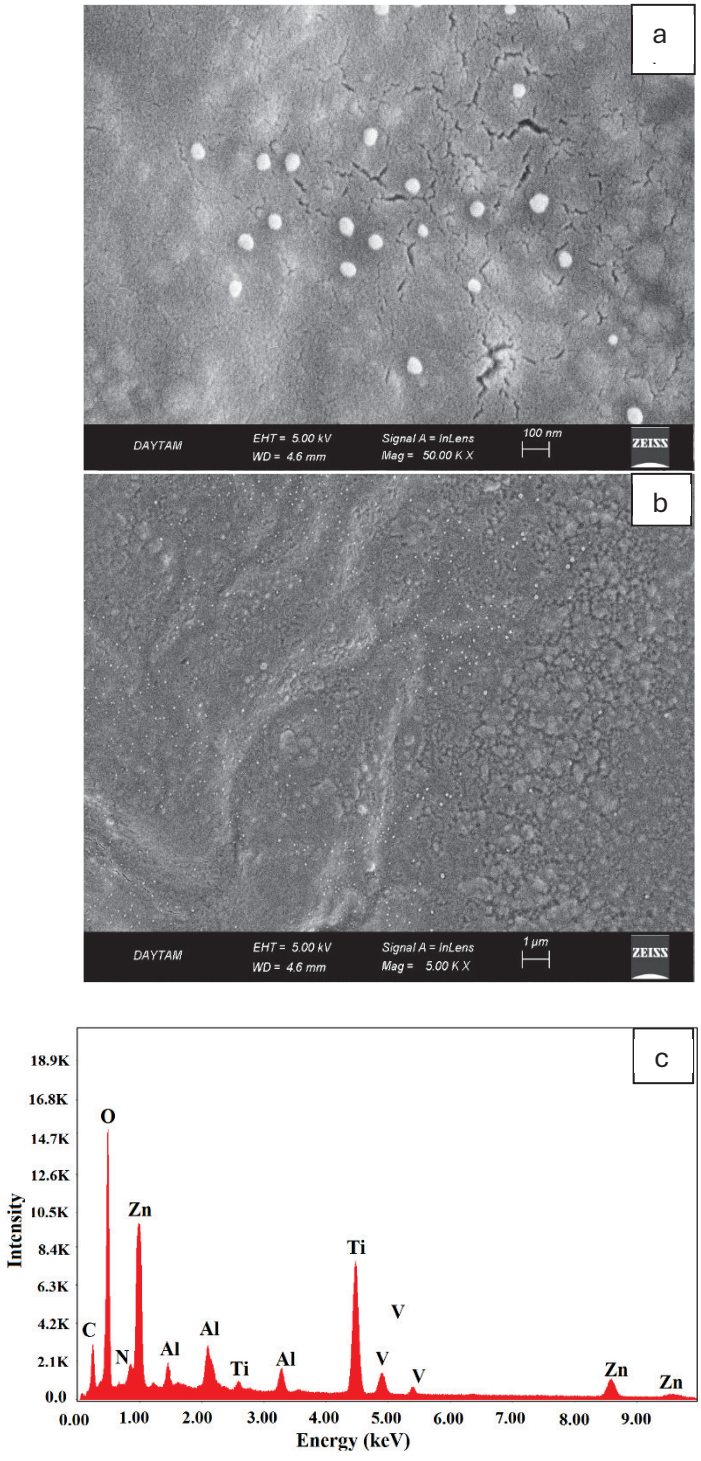
Görsel 1. R1 kodlu numunelerin SEM-EDS görüntüleri a) x50.000 b) x5.000 ve c)EDS

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Görsel 2. R2 kodlu kaplanmış numunelerin SEM-EDS görüntüleri a) x50.000 b) x5.000 ve c)EDS

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Görsel 3. R3 kodlu kaplanmış numunelerin SEM-EDS görüntüleri a) x50.000 b) x5.000 ve c)EDS

Çizelge 3'te farklı pürüzlülük değerindeki Ti6Al4V parçaların kaplama öncesi ve Zencefil/PEG-ZnO NP ile nano-ölçekte kaplama sonrası ortalama pürüzlülük değerlerindeki değişimler verilmiştir. Tabloda kaplama öncesi ve sonrası farklı pürüzlülük değerlerinde yarattığı farklılık % olarak verilmiştir. Altlık malzemesinin farklı yüzey pürüzlülük değerleri Ti6Al4V alaşım yüzeyinin farklı ilerleme hızlarında tornalanmasıyla elde edilmiştir. Tornalama işlemi sonrasında ilerleme

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

hızının 0,15 mm/dev'den 0,25 mm/dev'e çıkarılması Ra değerinde %50,46'lik bir artışa yol açarken, 0,25 mm/dev'den 0,35 mm/dev'e çıkarılması Ra değerinde %27,76'luk bir artışa yol açmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ilerleme hızının artmasıyla ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinde belirgin artışlar olmuştur. Nano ölçekte gerçekleşen kaplamalar yüzey pürüzlülüğünü mikrometre cinsinden azaltmıştır. R1, R2 ve R3 kodlu numunelerin yüzey pürüzlülük değerleri ZnO NP'ler ile kaplama sonrası sırasıyla %13,836, %16,48 ve %9,65 oranında azalma göstermiştir. Kaplama sonrası pürüzsüzlükteki artış, R1 kodlu numuneden R3 kodlu numuneyle doğru yani pürüzlü yüzeylere sahip parçalarda daha azdır. Yüzey pürüzlülüğündeki azalmanın temel nedenleri kaplama malzemesi olarak nano boyutta parçacıkların kullanılması ve ölçümün mikron ölçeğinde yapılması ile açıklanabilir.

Çizelge 3. Farklı yüzey pürüzlülük değerindeki parçaların kaplama öncesi ve sonrası ortalama yüzey pürüzlülük değerlerindeki değişim

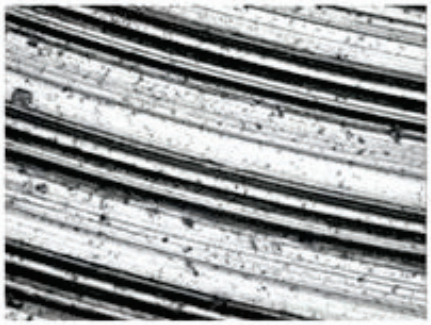
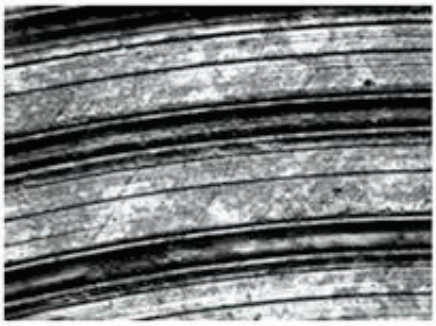
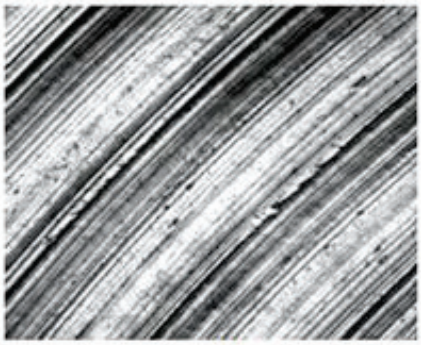
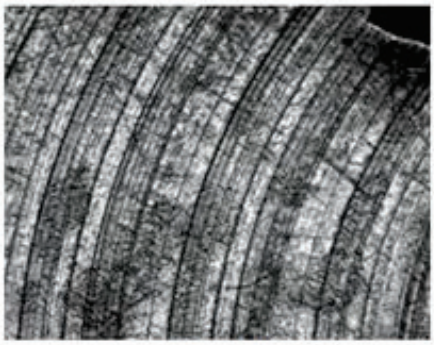
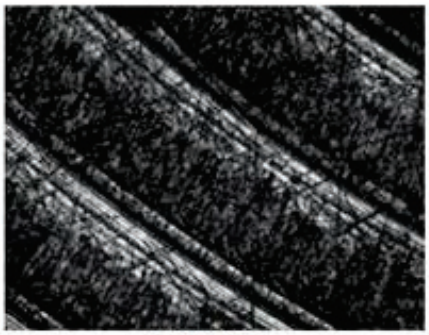
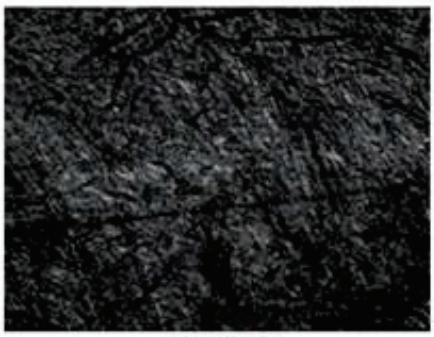
Numune Kodu	Kaplamasız Yüzey pürüzlülük, µm	ZnO NP Kaplamalı Yüzey pürüzlülük, µm	Farklılık, %
R1	1,185 ±0,122	1,021 ±0,268	-13,83 %
R2	1,783 ±0,268	1,489 ±0,397	-16,48 %
R3	2,278 ±0,398	2,058 ±0,566	-9,65 %

Çizelge 4'te, yüzey pürüzlülüğü farklı olan Ti6Al4V altlıkların kaplanmamış ve Zencefil/PEG-ZnO NP'ler ile kaplanmış makro yüzey görüntüleri ve mikro sertlik ölçüm sonuçları görülmektedir. Makro yüzey görüntüleri, alt tabaka pürüzlülüğündeki artışın kaplamanın makro ölçekli morfolojisini etkilediğini göstermektedir. Yüzey topografyasındaki işlemeden kaynaklı oluklar ve tepelerin rastgele dağılımı söz konusudur. Kaplanmamış yüzeylerin görüntülerinde farklı miktarlarda yüzey pürüzlülüğü açıkça görülmektedir. Yüzeydeki kaplamanın dağılımı, alınan stereo mikroskop görüntülerinde görülmektedir. Bu görüntülerden kaplamaların süreklilik gösterdiği, kaplama yüzeylerinde çatlak veya delaminasyona rastlanmadığı anlaşılmaktadır. R1 kodlu numunede daha dar aralıklı kesme çizgileri gözlenirken, diğer numunelerde daha büyük ve keskin aralıklı kesme çizgileri gözlemlenmektedir. Optik görüntüler, işleme sonucu oluşan mikro ölçekli kanalları ve olukları göstermektedir. Bu kesme oluklarının şekli, boyutu ve oranı, işleme parametreleriyle ayarlanabilir. Çalışmamızda kullandığımız talaşlı imalat tekniği yüzeydeki oluk yapısının kontrol edilebilirliği açısından kontrol edilebilir bir teknik niteliği taşımaktadır. Sertlik değişimleri incelendiğinde, artan yüzey pürüzlülük değeriyle sertlik değeri de artmaktadır. Kaplama öncesi, R1 kodlu numuneden R2 kodlu numuneye sertlik değeri %5,7 artış gösterirken, R2 kodlu numuneden R3 kodlu numuneye %6 artış göstermiştir. Kaplama sonrası tüm numunelerde belirli miktarda sertlik artışı gözlenmesine rağmen, en yüksek sertlik artışı R1 kodlu numunede belirlenmiştir. Kaplama sonrası R1 kodlu numuneden R2 kodlu numuneye sertlik değeri %8,3 artış gösterirken, R2 kodlu numuneden R3 kodlu numuneye %3,4

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

artış göstermiştir. İşleme parametrelerine bağlı olarak değişen yüzey bütünlüğü özellikleri sertlik değerinde de belirgin değişikliklere neden olabilmektedir.

Çizelge 4. Farklı yüzey pürüzlülüğüne sahip numunelerin stereo mikroskop görüntüleri ve mikro sertlik değerleri.

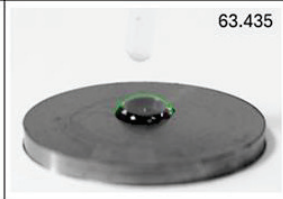
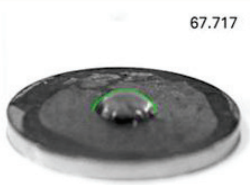
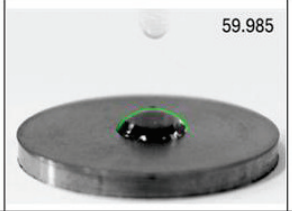
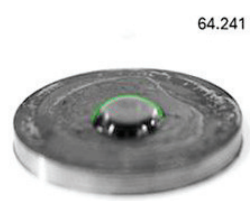
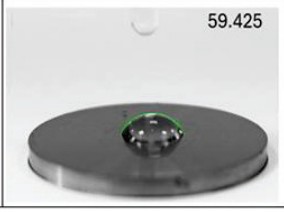
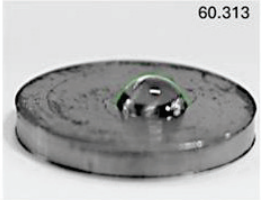
Numune Kodu	Kaplanmamış numune yüzeyleri	Kaplanmış numune yüzeyleri
R1	 314,2 HV1	 347,6 HV1
R2	 332,4 HV1	 376,3 HV1
R3	 352,2 HV1	 389,6 HV1

Temas açısı (θ) bir katının bir sıvıyla ıslatılmasının nicel olarak derece cinsinden (°) ölçülmesidir. Temas açısı, sıvı ve katı arasında bulunan temas çizgisi ile katı yüzey arasında oluşan açıdır. Katı yüzey üzerinde sıvının oluşturduğu ıslaklığı tanımlamada temas açı değeri yardımcı olur. Yüzey

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

pürüzlülüğü ve temas açısı arasında güçlü bir ilişki vardır [7,22,23]. Farklı yüzey pürüzlülük değerlerine sahip kaplama öncesi yüzeylerin ve Zencefil/PEG-ZnO NP'ler ile kaplama sonrası Ti6Al4V alaşım yüzeylerinin temas açısı ölçüm sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Tüm numunelerin yüzeyinde ölçülen temas açıları 90°'den küçük olduğu için hidrofilik yani ıslanır özellik gösterdiği söylenebilir. Kaplamasız Ti6Al4V alaşımının artan yüzey pürüzlülük değeri ile temas açısı azalmıştır ve yayılım artmıştır. Tüm yüzeylerde Ti6Al4V alaşımının temas açısı, yüzeyin Zencefil/PEG-ZnO NP'ler ile kaplanması sonrası artmıştır ve sıvının katı yüzey üzerinde yayılımı azalmıştır. Artan temas açısı ile ıslanmazlık yani yüzeyin hidrofobik özelliği artmaktadır. Azalan temas açısı ile ıslanabilme yani yüzeyin hidrofilik özelliği artmaktadır ve damlacığın yayılım isteği artmaktadır. Sonuç olarak; yüzey pürüzlülüğü değerindeki değişim ve nano yapı ile değişen yüzey özellikleri yüzey temas açısı ve yüzey ıslanabilirliği üzerinde belirgin bir etkiye neden olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Farklı yüzey pürüzlülük değerlerine sahip kaplanmamış ve kaplanmış numunelerin temas açısı ölçüm sonuçları.

Numune Kodu	Kaplanmamış numune yüzeyleri	Kaplanmış numune yüzeyleri
R1		
R2		
R3		

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Farklı yüzey pürüzlülük değerlerinde Ti6Al4V alaşım yüzeylerinin elde edilmesi talaşlı imalat tekniklerinden olan tornalanma ile gerçekleştirmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tornalamada kesme parametrelerinden biri olan ilerleme hızının arttırılmasıyla ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinde belirgin artışlar gerçekleşmiştir. Ti6Al4V alaşımının işlenmesinde de sıklıkla tercih

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

edilen tornalama işlemi, kesme parametrelerinin optimize edilmesi, boyutsal doğruluğun sağlanması, yüzey bütünlüğünün korunması ve ekonomik bir teknik olması açısından büyük avantajlar sunmaktadır. Ti6Al4V alaşım yüzeylerinin Zencefil/PEG-ZnO NP'ler ile kaplanması sonrası, değişen yüzey pürüzlülüğü ile yüzey mikroyapısında ve yüzey bileşiminde değişiklikler olmasından kaynaklı yüzeyi kaplayan nanoyapı kümelerinin boyutunda, şeklinde ve miktarında değişiklikler olmuştur. Zencefil/PEG-ZnO NP'ler ile kaplanmış yüzeylerin yüzey pürüzlülük değerleri, kaplanmamış yüzeylere göre daha düşük tespit edilmiştir. Kaplama sonrası pürüzsüzlükteki değişim pürüzlü yüzeylere sahip parçalarda daha azdır. Kaplama sonrası makro yüzey görüntülerinde çatlak veya delaminasyona rastlanmamıştır. Artan yüzey pürüzlülük değeriyle mikrosertlik değerlerinde de artış gözlenmiştir. Kaplama sonrası mikro sertlik değerlerinde belirgin artışlar tespit edilmiştir. Kaplama öncesi ve sonrası temas açısı ölçüm sonuçlarına göre tüm numunelerin yüzeyinde ölçülen temas açıları 90°'den küçüktür. Bu sonuca göre tüm numuneler hidrofilik yani ıslanır özellik göstermektedir. Bu sonuçlar ışığında, yüzey pürüzlülüğü değerindeki değişim ve nano yapı ile değişen yüzey özellikleri yüzey temas açısı ve yüzey ıslanabilirliği üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir.

KAYNAKÇA

[1] S. Solanke, V. Gaval, S. Sanghavi, In vitro tribological investigation and osseointegration assessment for metallic orthopedic bioimplant materials, Mater. Today Proc. 44 (2021) 4173–4178. https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2020.10.528.

[2] C. Zhao, W. Ji, P. Han, J. Zhang, Y. Jiang, X. Zhang, In vitro and in vivo mineralization and osseointegration of nanostructured Ti6Al4V, J. Nanoparticle Res. 13 (2011) 645–654. https://doi.org/10.1007/S11051-010-0061-9/FIGURES/6.

[3] M. Kaur, K. Singh, Review on titanium and titanium based alloys as biomaterials for orthopaedic applications, Mater. Sci. Eng. C. Mater. Biol. Appl. 102 (2019) 844–862. https://doi.org/10.1016/J.MSEC.2019.04.064.

[4] J.W. Nicholson, Titanium Alloys for Dental Implants: A Review, Prosthes. 2020, Vol. 2, Pages 100-116. 2 (2020) 100–116. https://doi.org/10.3390/PROSTHESIS2020011.

[5] G. Karabulut, N. Beköz Üllen, S. Karakuş, M. Ersoy, Comparison of surface modification and corrosion resistance of Ti6Al4V alloy using matcha tea extract-based silver and copper oxide nanoparticles, Surf. Coatings Technol. 480 (2024) 130564. https://doi.org/10.1016/J.SURFCOAT.2024.130564.

[6] A. Alcudia, B. Begines, P. Rodriguez-Lejarraga, V. Greyer, V.C.F. Godinho, E. Pajuelo, Y. Torres, Development of porous silver nanoparticle/polycaprolactone/polyvinyl alcohol coatings for prophylaxis in titanium

interconnected samples for dental implants, Colloid Interface Sci. Commun. 48 (2022) 100621. https://doi.org/10.1016/J.COLCOM.2022.100621.

[7] P.G. Jamkhande, N.W. Ghule, A.H. Bamer, M.G. Kalaskar, Metal nanoparticles synthesis: An overview on methods of preparation, advantages and disadvantages, and applications, J. Drug Deliv. Sci. Technol. 53 (2019) 101174. https://doi.org/10.1016/j.jddst.2019.101174.

[8] A. Aldhameer, Synthesizing and characterizations of one-dimensional Cu-based antibiofilm surface protective coating, J. Nanoparticle Res. 22 (2020) 1–9. https://doi.org/10.1007/S11051-020-04870-2/FIGURES/8.

[9] G. Karabulut, N. Beköz Üllen, E. Akyüz, S. Karakuş, Surface modification of 316L stainless steel with multifunctional locust gum/polyethylene glycol-silver nanoparticles using different coating methods, Prog. Org. Coatings. 174 (2023) 107291. https://doi.org/10.1016/J.PORGCOAT.2022.107291.

[10] A.A. Oun, S. Shankar, J.W. Rhim, Multifunctional nanocellulose/metal and metal oxide nanoparticle hybrid nanomaterials, Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 60 (2020) 435–460. https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1536966.

[11] E.L. Irede, R.F. Awoyemi, B. Owolabi, O.R. Aworinde, R.O. Kajola, A. Hazeez, A.A. Raji, L.O. Ganiyu, C.O. Onukwuli, A.P. Onivefu, I.H. Ifijen, Cutting-edge developments in zinc oxide nanoparticles: synthesis and applications for enhanced antimicrobial and UV protection in healthcare solutions, RSC Adv. 14 (2024) 20992–21034. https://doi.org/10.1039/D4RA02452D.

[12] V. Soni, P. Raizada, P. Singh, H.N. Cuong, R. S, A. Saini, R. V. Saini, Q. Van Le, A.K. Nadda, T.T. Le, V.H. Nguyen, Sustainable and green trends in using plant extracts for the synthesis of biogenic metal nanoparticles toward environmental and pharmaceutical advances: A review, Environ. Res. 202 (2021) 111622. https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111622.

[13] A. Rani, N. Kumar, M. Kumar, Environmentally friendly green approaches and applications of nanoparticles, Met. Oxide-Based Carbon Nanocomposites Environ. Remediat. Saf. (2023) 21–63. https://doi.org/10.1201/9781003323464-2/ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY-GREEN-APPROACHES-APPLICATIONS-NANOPARTICLES-ANITA-RANI-NIRANTAK-KUMAR-MANOJ-KUMAR.

[14] R. Krishna Alla, K. Ginjupalli, N. Upadhya, M. Shammas, R. Krishna Ravi, R. Sekhar, Surface roughness of implants: A review, Trends Biomater. Artif. Organs. 25 (2011)

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

112–118.

[15] S.P. Leo Kumar, D. Avinash, Review on effect of Ti-alloy processing techniques on surface-integrity for biomedical application, Mater. Manuf. Process. 35 (2020) 869–892. https://doi.org/10.1080/10426914.2020.1748195.

[16] L.K. Wu, J.J. Wu, W.Y. Wu, F.H. Cao, M.Y. Jiang, Sol–gel-based coatings for oxidation protection of TiAl alloys, J. Mater. Sci. 2020 5515. 55 (2020) 6330–6351. https://doi.org/10.1007/S10853-020-04466-0.

[17] V.P. Astakhov, Surface Integrity – Definition and Importance in Functional Performance, Surf. Integr. Mach. (2010) 1–35. https://doi.org/10.1007/978-1-84882-874-2_1.

[18] G. KARABULUT ŞEVK, T. DİLBER, N. BEKÖZ ÜLLEN, Green synthesis of zinc oxide nanoparticles via Zingiber officinale/PEG biopolymer blend matrix: Optimization, physicochemical characterization, antioxidant and photocatalytic activity, Mater. Sci. Eng. B. 317 (2025) 118240. https://doi.org/10.1016/J.MSEB.2025.118240.

[19] M. Mozammel, M. Khajeh, N.N. Ilkhechi, Effect of Surface Roughness of 316 L Stainless Steel Substrate on the Morphological and Super-Hydrophobic Property of TiO2 Thin Films Coatings, Silicon. 10 (2018) 2603–2607. https://doi.org/10.1007/S12633-018-9796-1/METRICS.

[20] W. Singhatanadgit, Biological Responses to New Advanced Surface Modifications of Endosseous Medical Implants, Https://Doi.Org/10.4137/BTRI.S3150. 2 (2009) BTRI.S3150. https://doi.org/10.4137/BTRI.S3150.

[21] M. Ball, D.M. Grant, W.J. Lo, C.A. Scotchford, The effect of different surface morphology and roughness on osteoblast-like cells, J. Biomed. Mater. Res. A. 86 (2008) 637–647. https://doi.org/10.1002/JBM.A.31652.

[22] M. V. Roldán, Y. Castro, N. Pellegri, A. Durán, Enhanced photocatalytic activity of mesoporous SiO2/TiO2 sol–gel coatings doped with Ag nanoparticles, J. Sol-Gel Sci. Technol. 76 (2015) 180–194. https://doi.org/10.1007/S10971-015-3765-6/FIGURES/11.

[23] S. Ferraris, S. Spriano, G. Pan, A. Venturello, C.L. Bianchi, R. Chiesa, M.G. Faga, G. Maina, E. Vernè, Surface modification of Ti–6Al–4V alloy for biomineralization and specific biological response: Part I, inorganic modification, J. Mater. Sci. Mater. Med. 2011 223. 22 (2011) 533–545. https://doi.org/10.1007/S10856-011-4246-2.