BURSA
3. ULUSLARARASI
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ

22 - 23 Ekim 2022

CONFERENCE BOOK

UBS INSTITUTE









Issued: 15. 11. 2022

ISBN: 978-625-6997-01-1

www.bursakongresi.org

BURSA 3RD INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH CONFERENCE

Edited by

Dr. Nadire Kantarcıoğlu

Khorram Manafidizaji

CONFERENCE ORGANIZING BOARD

Head of CONFERENCE: Dr. Aslı Kaya
Head of Organizing Board: Dr Gültekin Gürçay
Organizing Committee Member: Prof Dr.Hülya Çiçek Kanbur
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Həcər Hüseynova
Organizing Committee Member: Doç.F.ü.f.d., İradə Kərimova
Organizing Committee Member: Aynurə Əliyeva
Organizing Committee Member: Prof Dr. Raihan Yusoph
Organizing Committee Member: Dr.Amaneh Manafidizaji
Organizing Committee Member: Dr. Nadire Kantarcıoğlu

All rights of this book belong to Academic Sharing Platform Company Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.

Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.

Academic Sharing Platform – 2022 ©

Issued: 15. 11. 2022
ISBN: 978-625-6997-01-1

ABOUT CONFERENCE

BURSA 3RD INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH CONFERENCE

DATE – PLACE

OCTOBER 22 - 23, 2022
BURSA – TURKEY

ORGANIIZATION

USBILIM INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES

EVALUATION PROCESS

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

KATILAN ÜLKELER

Türkiye – Canada – Indonesia – Japan- Cyprus – Italy – Ghana – India – Philippines - East Malaysia. Moscow – France – Nigeria – Iran – Tanzania – Georgia - West Africa – Thailand – UK – Libya – South Africa.- Greece - Poland – Pakistan – Kuwait – Germany – Algeria - Saudi Arabia – Egypt – Tunisia- Sassari- Spain - Kuala Lumpur – Poland – Sokoto – Finland- Zimbabwe- Israel

PRESENTATION

Oral presentation

PERCENTAGE OF PARTICIPATION

45% FROM Turkey And 55% From Other Counteries

LANGUAGES

Turkish, English, Russian

22. 10. 2022 Meeting ID: 843 3500 9771	13: 00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 22231022
HALL: 5 SESSION: 2	MODERATOR: Dr. Nadire Kantarcıoğlu
ABOUREJAL NESRİNE BECHLAGHEM YASMİNE SABRİNA BENDIMERAD AMEL SALİH	EVALUATION DES TAUX DES MÉTAUX LOURDS DANS LES JOUETS DESTINÉS AUX ENFANTS MOINS DE 36 MOIS
ABOUREJAL NESRİNE BENAMARA SALİM HADJ MIMOUNE KHADİDJA GHORZI IKRAM	EVALUATION DES TAUX DE METAUX DANS LE THE
SÜLEYMAN SERDAR PAZARLIOĞLU OĞULCAN ALGAN	HİDROKSİAPATİT-MAGNEZYUM OKSİT İKİLİ KOMPOZİTİNE ÇİNKO OKSİT İLAVESİNİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ
HANDE ZİNCİRKARA AYLA ALTINTEN	POLİLAKTİK ASİT/POLİSTİREN/ÇİNKO OKSİT BİYONANOKOMPOZİT SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU
DİLAN İSKENDER AYLA ALTINTEN	POLİLAKTİK ASİT/ POLİ (STİREN-KO-METİLMETAKRİLAT) /HALLOYSİT NANOKOMPOZİT SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU
TUBA KARACA TUBA HATİCE DOĞAN	YAKIT OLARAK DÜŞÜNÜLEN ATIK TRAFO YAĞINDAN SUYUN ADSORPSİYONU İÇİN İZOTERM İNCELEMESİ
TUBA KARACA TUBA HATİCE DOĞAN	YAKIT OLARAK DÜŞÜNÜLEN ATIK TRAFO YAĞINDAN SUYUN ADSORPSİYONUNUN KİNETİK İNCELEMESİ
SELEN ERKAN ŞAKİR ALTINSOY NURAY BEKÖZ ÜLLEN SEZEN CANIM ATEŞ	Cu-NANOPARTİKÜL KAPLI Ti6Al4V ALAŞIMININ ANTİBAKTERİYEL VE BİYOUYUMLULUK ETKİLERİNİN İNCELENMESİ
SELEN ERKAN ŞAKİR ALTINSOY NURAY BEKÖZ ÜLLEN SEZEN CANIM ATEŞ	Ti6Al4V ALAŞIMININ Cu-NANOPARTİKÜL KAPLAMA SONRASI YÜZEY VE BİYOKOROZYON ÖZELLİKLERİNİN MODİFİKASYONU
MUHAMMED RAŞİT ÖNER DR. FUAT ERDEN DR. SALİH ÖZBAY	POLİANİLİNİN ORGANİK SOLVENTLER İÇERİSİNDEKİ ÇÖZÜNÜRLÜK DAVRANIŞININ GRAVİMETRİK YÖNTEMLE İNCELENMESİ

YAKIT OLARAK DÜŞÜNÜLEN ATIK TRAFO YAĞINDAN SUYUN ADSORPSİYONU İÇİN İZOTERM İNCELEMESİ **Tuba KARACA, Tuba Hatice DOĞAN**	516
CU-NANOPARTİKÜL KAPLI TI6AL4V ALAŞIMININ ANTİBAKTERİYEL VE BİYOUYUMLULUK ETKİLERİNİN İNCELENMESİ **Selen ERKAN, Şakir ALTINSOY, Nuray BEKÖZ ÜLLEN, Sezen CANIM ATEŞ**	517
TI6AL4V ALAŞIMININ CU-NANOPARTİKÜL KAPLAMA SONRASI YÜZEY VE BİYOKOROZYON ÖZELLİKLERİNİN MODİFİKASYONU **Selen ERKAN, Şakir ALTINSOY, Nuray BEKÖZ ÜLLEN, Sezen CANIM ATEŞ**	525
POLİANİLİNİN ORGANİK SOLVENTLER İÇERİSİNDEKİ ÇÖZÜNÜRLÜK DAVRANIŞININ GRAVİMETRİK YÖNTEMLE İNCELENMESİ **Muhammed Raşit ÖNER , Fuat ERDEN, Salih ÖZBAY**	538
COĞRAFİ İŞARETLİ BİR ÜRÜN "MALATYA KAYISISI"NIN SOSYOLOJİK AÇIDAN İNCELENMESİ **Jale KARHAN**	544
OSMANLI TÜRKÇESİ DERSLERİNDE ŞİİRLERDE YAŞANAN ŞEKİL VE MUHTEVA SORUNLARI **Mustafa Sarper ALAP**	546
TOPLUMSAL CİNSİYETE DUYARLI KIRSAL KALKINMA POLİTİKALARI: TÜRKİYE ÖZELİNDE BİR DEĞERLENDİRME **Duygu YILDIZ KARAKOÇ**	547
KÜRESEL GÖÇÜN İDARESİNDE ULUSLARARASI AKTÖRLER: BAĞLAYICILIĞI OLMAYAN NORM YAPICILAR **Yelda BEKTAŞ**	561
ŞERMİN YAŞAR'IN TEESSÜF EDERİM MUAZZEZ, YİNE MUAZZEZ, MUAZZEZ VE YELKOVAN ÇETESİ ÖYKÜLERİNDE LİRİK VE İRONİK ÜSLUP İNCELEMESİ **Meliha Tatli**	563
YOL VE YOLCULUK KAVRAMLARI BAĞLAMINDA KEMAL VAROL'UN *ÂŞIKLAR BAYRAMI* ROMANI **Meliha Tatli**	574
SOMALİLİ İNSANLARIN TÜRKİYE'YE GÖÇ VE UYUM SÜREÇLERİ **Pelin Naz YALVAÇ, Özge ÖZKAN, Sümeyra TEMİZHAN**	585
KUTUP HAYVANLARINI TANIYORUM **Hercai Nevruz DEMİRCİ, Sümeyra TEMİZHAN**	586
OSMANLI İMPARATORLUĞU'NUN BİRİNCİ BALKAN SAVAŞI'NDA MAĞLUP OLMASINDA ORDUNUN SİYASALLAŞMASININ ROLÜ **Hakan BADEM**	587
CORPUS STYLISTIC ANALYSIS OF THE SPECIFIC WORDS IN THE DRAMA "LOOK BACK IN ANGER" **Deniz CİVELEK**	588
THE STYLISTIC ANALYSIS OF "THE BELLS" BY EDGAR ALLAN POE **Deniz CİVELEK**	597

Ti6Al4V ALAŞIMININ Cu-NANOPARTİKÜL KAPLAMA SONRASI YÜZEY VE BİYOKOROZYON ÖZELLİKLERİNİN MODİFİKASYONU

Selen ERKAN[1], Şakir ALTINSOY[2*], Nuray BEKÖZ ÜLLEN[3], Sezen CANIM ATEŞ[4]

[1]İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 0000-0002-1174-7914
[2*]İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 0000-0002-1893-2266
[3]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, 0000-0003-2705-2559
[4]İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 0000-0003-2196-7053

ÖZET

Biyomalzemeler organ veya dokuların görevlerini üstelenmek ya da desteklemek amacıyla, belli aralıklarla veya sürekli vücut sıvıları ile etkileşim halindedir. Biyomalzemelere uygulanan yüzey işlemleri ile yorulma dayanımı, yüzey kalitesi, süneklik, sertlik, aşınma direnci ve korozyon özelliklerini iyileştirmek mümkündür. Bu çalışmada, Ti6Al4V alaşımının yüzey ve biyokorozyon özellikleri, yeşil sentez yöntemiyle elde edilen Moringa-Cu nanopartikülleri (Cu NPs) ile kaplama sonrası incelenmiştir. Ti6Al4V alaşımı kaplama için, ortogonal yüzey tornalama işlemiyle Ø25x2,5 mm ince dilimlere ayrılmıştır. Silindirik numunelerin yüzeyi tek ve çift kat olarak damlatma yöntemi ile kaplanmış ve 60°C'de kurutulmuştur. Moringa-Cu NPs'lerin FTIR ve XRD karakterizasyonu; nano kaplı Ti6Al4V alaşım yüzeylerinin SEM-EDX, yüzey pürüzlülüğü ve biyokorozyon testleri yapılmıştır. Elde edilen FTIR sonuçlarına göre nanobiyokompozitlerin fonksiyonel gruplarının oluştuğu, XRD analizi sonucuna göre herhangi bir oksit ya da safsızlık olmadığı tespit edilmiştir. SEM görüntülerinde kaplama sonrası Cu NPs'lerin küresel formdan iğnesel forma dönüştüğü görülmüştür. Moringa-Cu NPs'leriyle tek kat kaplama sonucu yüzey pürüzlülüğü ortalama olarak %37 ve çift kat kaplama sonrası %33 oranında azaldığı görülmüştür. Açık Devre Potansiyel (OCP) biyokorozyon testlerinde elde edilen sonuçlara göre; kaplamanın yüzeylerde koruyucu film oluşturduğu ve malzemeyi kaplamasız kontrol numunelerine göre %49 artış ile koruduğu tespit edilmiştir. Tafel eğrisi sonuçlarına göre ise; Moringa-Cu NPs'in çift kat kaplama sonrası potansiyelin katodik bölgeye doğru kaydığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Ti6Al4V, biyokorozyon, yeşil sentez, yüzey kaplama, yüzey pürüzlülüğü.

MODIFICATION OF SURFACE AND BIOCOROSION PROPERTIES OF Ti6Al4V ALLOY AFTER Cu-NANOPARTICLE COATING

ABSTRACT

Biomaterials are used to undertake or support the functions of organs and tissues at certain intervals or in continuous interaction with body fluids. As a result of surface treatments applied to biomaterials, it is possible to improve characterization properties such as fatigue strength, surface quality, ductility, hardness, wear resistance, and corrosion sensitivity. In this study,

surface and biocorrosion studies properties of Ti6Al4V alloy after coating with Moringa-Cu nanoparticles (Cu NPs) obtained by green synthesis method were carried out. Ti6Al4V alloy is divided into Ø25x2.5 mm thin slices by an orthogonal surface turning process for coating. The surfaces of the cylindrical specimens were coated with a single or double layer by dropping and dried at 60°C. FTIR and XRD characterization of Moringa-Cu NPs; SEM-EDX, surface roughness, and biocorrosion tests of nano-coated Ti6Al4V alloy surfaces were carried out. According to the obtained FTIR results, it was determined that the functional groups of nano biocomposites were formed. According to the result of the XRD analysis, it was determined that there was no oxide or impurity. According to the SEM image results, it was observed that the Cu NPs changed from spherical form to needle form after coating. As a result of single-layer coating with Moringa-Cu NPs, it was observed that the surface roughness decreased by 37% on average. After double-layer coating with Moringa-Cu NPs, it was observed that the surface roughness decreased by 33% on average. According to the Open Circuit Potential (OCP) results obtained in biocorrosion tests; It was determined that the coating process formed a protective film on the surfaces and protected the material with an increase of 49% compared to the uncoated control samples. According to the results of the Tafel curve; It was observed that the potential shifted towards the cathodic region after double coating of Moringa-Cu NPs.
Keywords: Ti6Al4V, biocorrosion, green synthesis, surface coating, surface roughness.

2. GİRİŞ

Biyomalzemeler, belirli zaman periyotları ile biyolojik sistemlerle etkileşime girecek şekilde tasarlanmış; sistemin işlevini yitirmiş parçasının yerine geçerek yeniden işlev kazandıran, canlı dokular ile etkileşim içinde çalışabilmesi için kullanılan doğal veya yapay malzemelerdir [1]. Fizyolojik ortamda yüzey kalitesinin ve korozyon direncinin yüksek olması, verimliğini ve performansını uzun süre koruması gibi özellikler biyomalzemelerde beklenen temel özellikler içerisinde yer almaktadır. Farklı biyomalzeme türleri arasında metal biyomalzemeler en eski geçmişe sahiptir [2]. Titanyum ve alaşımlarının mekanik özelliklerinin iyi olması, korozyona karşı dirençli olması, elastisite modülünün kemiğe benzer sertlikte olması, uzun süreli implantasyon uygulamalarında biyouyumluluğun yüksek olması, kimyasal tepkimeye girme ihtimalinin az oluşu, manyetik tepki göstermemesi, yoğunluğunun düşük oluşu, hipoalerjik olması, küçük boyutlu numunelerin rahat bir şekilde üretilebilmesi gibi etkenlerde dolayı biyomedikal alanındaki uygulamalarda kullanımı oldukça yaygındır [3,4]. Titanyum üretiminin yaklaşık %30'unu alaşımsız grup, %45'ini Ti6Al4V ve %25'ini ise diğer alaşım grupları oluşturmaktadır. Ti6Al4V alaşımı en yaygın olarak kullanılan (α-β)-Ti alaşımıdır [5, 6].

Son yıllarda araştırmacıların biyojenik nanopartiküllerin sentezinde bitki özlerine ilgileri artmıştır. Bunun başlıca sebebi bitki özlerinin ucuz, seri üretilebilir, özel saklama koşullarına ihtiyaç duymaması, kontaminasyon riskinin olmaması ve zorlu koşullarda (yüksek sıcaklık, geniş pH aralığı ve tuz gibi) çok kararlı olmasıdır [7]. Nanopartiküllerin yeşil sentezinde toksik olmayan, güvenli ve çevre dostu reaktifler kullanılmalıdır. Biyolojik teknik ve yöntemler kullanılarak sentezlenen nanopartiküller, tek adımlı bir yöntem kullanıldığı için daha fazla stabiliteye ve uygun boyutlara sahip olma özellikleri vardır [8]. Farklı imalat yöntemleriyle üretilen parçalar aynı yüzey pürüzlülüğüne sahip olmasına rağmen, bazı durumlarda sürtünme, korozyon ve yorulma dayanımı gibi karakterizasyon özellikleri farklılık gösterebilir. Üretilecek

malzemelerin yüzey kalitesinin geliştirilmesinde ve belirlenmesinde yüzey pürüzlülüğü ölçümü oldukça önemli bir yere sahiptir. Yüzey kalitesinin artması, pürüzlülük değerinin azaltılması ile sağlanmaktadır, bu da kaplama yöntemleriyle mümkündür. Aksi takdirdeki bir durum gereksiz bir şekilde maliyet artışına ve zaman kaybına sebep olmaktadır. Metaller korozif bir ortamda üç farklı davranış şekli gösterir; pasifleşebilir, çözeltilere karşı bağışık gösterebilir veya korozyona uğrayabilirler. Pasifleşme durumunda metalin potansiyeli, metalin üzerini koruyucu bir film tabakası oluşturacak şekilde kalınlaşır ve bu koruyucu film metal malzemenin çevre ile doğrudan temasının önüne geçer. Metalik malzeme yüzeyinde gerçekleşen reaksiyonlar sonucunda ortaya çıkan partiküller çözeltiye geçmesiyle korozyon gerçekleşir. Bağışıklık durumunda, metalin potansiyeli, metalik partiküllerin çözeltiye girmesini önleyecek kadar düşüktür [9]. Biyokorozyon, metallerin mikrobiyal bozunmasını içeren mikrobiyal başlatılmış veya hızlandırılmış bir korozyon reaksiyonudur. Biyokorozyon, aynı zamanda Mikrobiyal olarak uyarılan korozyon (Microbiologically induced corrosion, MIC), mikrobiyal korozyon ya da biyolojik korozyon olarak da anılmaktadır [10-13]. Biyokorozyonun gerçekleşme mekanizması, çevresel faktörlerle anodik reaksiyonun artması ve sonrasında metalin çözünmesi veya katotta indirgenecek protonların katodik reaksiyonları başlatması şeklindedir. Tüm bu değişiklikler korozyon hızını arttırır, koruyucu oksit tabakasının direncini azaltır veya katodik akımını arttırır [14, 15]. Vücut sıvılarıyla (örnek kan ve tükürük) düzenli olarak temas eden biyolojik materyaller zamanla korozyona uğramaktadır. Farklı ortamlarda meydana gelen korozyon olayları büyük farklılıklar gösterir [16]. Yüksek sıcaklıkta titanyum; oksijen (O_2), hidrojen (H), ve azot (N) ile reaksiyona girer. Florür ve düşük pH iyonlarının da korozyonu hızlandırdığı bilinmektedir. Titanyumun korozyon direncini azaltan durumlar da bulunmaktadır. Alaşım elementi katma, saf metal kullanımı, uygun tasarım, ısıl işlem, korozyon önleyicisi (inhibitör) kullanımı, yüzey kaplama ve katodik koruma yöntemleri ile korozyonu önlemek mümkündür [9]. Genel olarak Ti ve alaşımları biyomalzemeler içerisinde gittikçe artan kullanım alanlarına sahip olmakla birlikte, özelliklerinin daha fazla iyileştirilmesi de ön plana çıkmaktadır. Yüzey özelliklerinin ve biyokorozyon direncinin iyileştirilmesi, bu alanda çalışmayı zorunlu kılmıştır. Bu çalışmada, Ti6Al4V alaşım parçaları, Moringa bitkisinden elde edilen Moringa-Cu nanopartikülleri (Cu-NPs) ile damlatma yöntemiyle farklı kalınlıklarda kaplanarak, yüzey pürüzlülüğü ve biyokorozyon direnci konuyla ilgili literatür ışığı altında detaylı bir şekilde incelenmiştir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, Varzene Metal San. ve Tic. A.Ş.'den temin edilen 30 mm çapında ASTM standart numarası B348 olan Ti6Al4V titanyum alaşımı çubuklar kullanılmıştır. Ti6Al4V parçalarının ortogonal yüzey tornalama işlemi YouJi Machine İndustrial Co. Ltd. tarafından üretilen CNC tezgâhta yapılmıştır. Tüm işlemlerde kesme sıvısı olarak su ve yağ karışımı kullanılmıştır. İş parçaları 30 m/dak kesme hızı, 0,15 mm/dev ilerleme hızı ve 0,6 mm kesme derinlikleri kullanılarak Ø25x2,5 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Görsel 1'de CNC tornalama işlemi sonrası işlenen parçanın görüntüsüne yer verilmiştir. Hazırlanan CuO NPs esaslı moringa ekstraktı yeşil sonikasyon yöntemi ile hazırlanmıştır. 0,08 gr $CuCl_2$, 100 ml damıtılmış suda çözülmüştür. Sonra Cu çözeltisi 10 dak. 25 ºC'de karıştırılmıştır. 0,1gr NaOH, 125 ml damıtılmış suda çözülmüş ve 10 dakika 25 ºC'de karıştırılmıştır. İkinci olarak 50 ml moringa ekstraktı ve Cu çözeltisi karıştırılmış ve 30 dak. sonikasyon edilmiştir. Sonra ekstrakt çözeltiye

damla damla 1 ml NaOH çözeltisi eklenmiştir. Sonunda, numuneler steril şırınga filtre kullanarak filtrelenip ve vakum desikatörde 25 ºC'de kullanılana kadar steril cam kaplarda saklanmıştır.



Görsel 1. CNC Tornalama İşleminden Sonra İş Parçasının Görüntüsü.

Bu çalışmada kaplama için hazırlanan Moringa Cu nano partiküllerin çözeltisi Ti6Al4V alt malzeme üzerine uygun miktarda damlatılarak uygulanmıştır. Altlık malzeme yüzey kaplama öncesinde kimyasal çözeltiler kullanılarak temizlenmiştir. Alt malzeme kaplama öncesi Ultrasons H-D modelli P selecta markalı Ultrasonik banyo cihazı içinde temizlenmiştir. Temizleme işlemi sonrası daha temiz yüzeyler elde etmek amacıyla ISO LAB tarafından temin edilen Ethanol kullanılmıştır. Temizlenen Ti6Al4V malzemesi üzerine ISOLAB Pastör Pipeti PE 3 ml kullanarak 0,4 ml hacminde 8 adet damlatma işlemi uygulanmıştır. Kaplama işlemi uygulanan altlık iş parçaları Etüv cihazı kullanılarak 60 ºC de 1 saat boyunca kurutma işlemi uygulanmıştır. Çift kaplamalı iş parçaları için kaplama işlemi aynı şartlar altında tekrarlanmıştır.

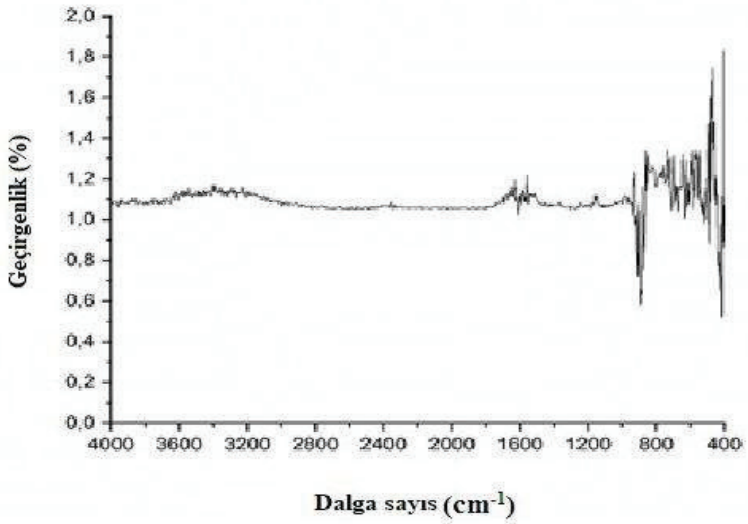
4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, Ti6Al4V alaşımının işlenmesinde ve kaplanmasında farklı kaplama parametreleri ve kalınlıkları kullanılarak iş parçaların yüzeyleri kaplanmıştır. Kaplama malzemesinin FTIR spektrofotometre, XRD ve SEM-EDX analizleri yapılmıştır. Ayrıca kaplama sonrası kaplı numunelerin SEM analizleri, yüzey pürüzlülük ölçümleri ve biyokorozyon direnç ölçümleri de yapılmıştır. Gerçekleştirilen karakterizasyon çalışmalarının detayları aşağıda verilmektedir.

3.1. FTIR Analizi

Bu çalışmada kullanılan Moringa-Cu yapısal analizleri FTIR kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Görsel 2' de Moringa-Cu nanopartikül katı fazın yüzey yapısının FTIR analiz sonucu gösterilmiştir. Şekilde çok net olarak görülen bantlar, nanopartiküllerin üzerine absorbe edilen biyomoleküllerin fonksiyonel gruplarını gösteren kafes titreşim modlarıdır. Bakır nanopartiküllerin FTIR spektrumları, Cu nanopartiküllerin oluşumunu doğrulayan Cu titreşimlerine atfedilebilecek 400-800 cm^{-1} bölgesinde titreşimler gerçekleşmiştir. Cu Nps'leri için yapılan FTIR analizinde 500, 900 ve 1600 cm^{-1} sayısal değerleri gösteren pikler gözlemlenmiştir. Oluşan bu pikler parmak izi bölgesinde olup dalga boylarında görülen absorpsiyon bantları C-O gerilme titreşimine yorumlanabilir [17-19]. Elde edilen FTIR sonucu literatürde geçen sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmüştür. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar,

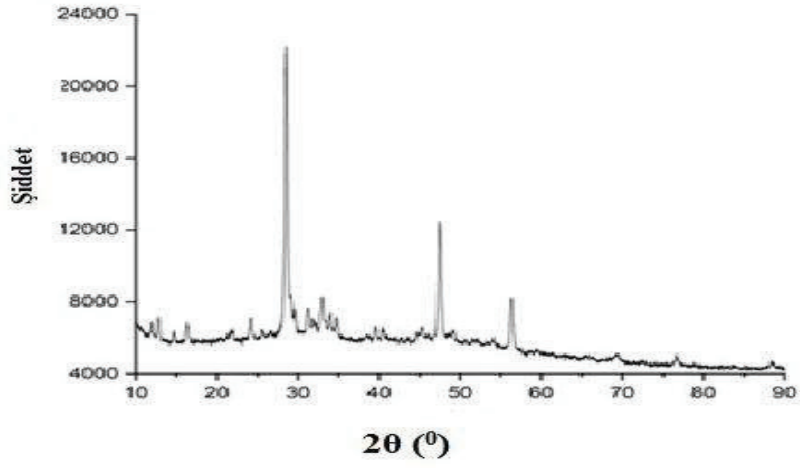
Moringa-Cu tozları ile altlık malzemesinin arasında kimyasal bir bağ olmadığını, aralarındaki etkileşimin fiziksel bir bağ olduğunu göstermektedir.



Görsel 2. Moringa-Cu Nanopartikül FTIR Analiz Sonucu.

3.2. XRD Analizi

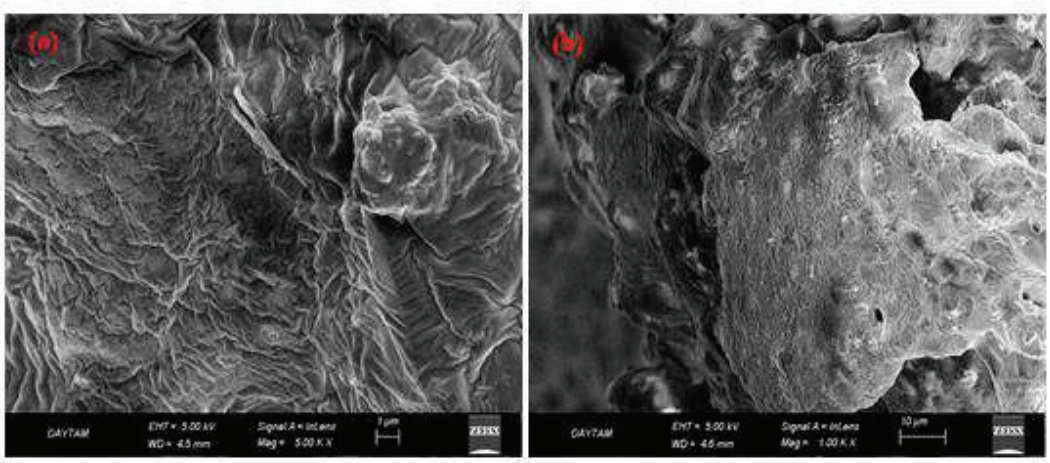
Moringa-Cu X Işınları Difraktometresi (XRD) analizinde; Malzemelerin kristalografik özelliklerinin ve içerdikleri fazların belirlenmesini sağlayan güvenli bir analiz yöntemidir. Moringa-Cu'ın XRD analiz sonucu Görsel 3'te gösterilmiştir. Elde edilen nanoparçacıkların şiddetli kristal yansımalar sergilediği görülmektedir. Yapılan bu analizde yoğunluğun 22000 değerinde ve yaklaşık olarak 30° 'da pik noktaya ulaştığı görülmektedir. Yoğunluğun yaklaşık olarak 12000 ve 48° 'de 2. pik noktasına ulaştığı görülürken, yoğunluğun 8000'de yaklaşık olarak 58° 'de 3. ve en düşük pik noktasına ulaştığı görülmüştür. Şekildeki kırınım piklerinin tamamı saf yüzey merkezli kübik bakıra aittir. Herhangi bir oksit ya da safsızlık piki olmayışı elde edilen numunenin saflığını göstermektedir.



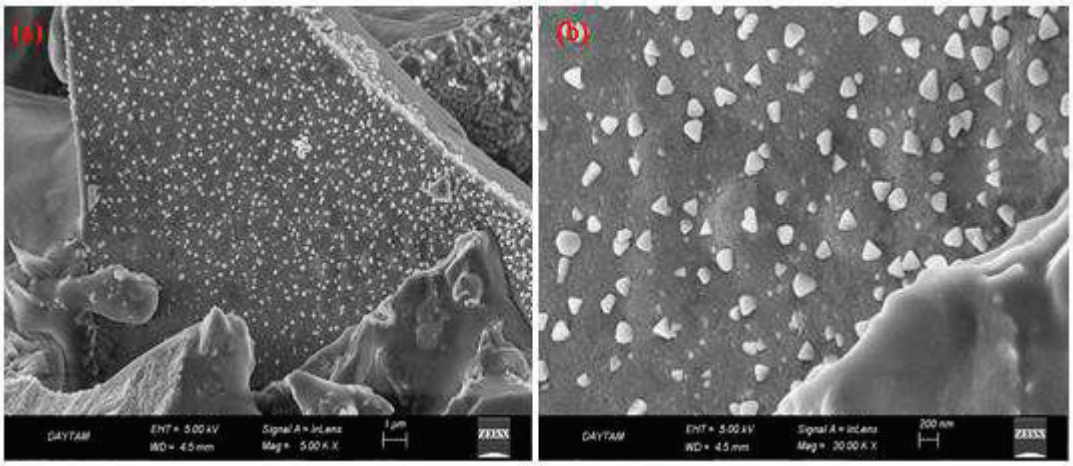
Görsel 3. Moringa-Cu Kaplama Malzemesinin XRD Analiz Sonucu.

3.3. SEM-EDX Analizleri

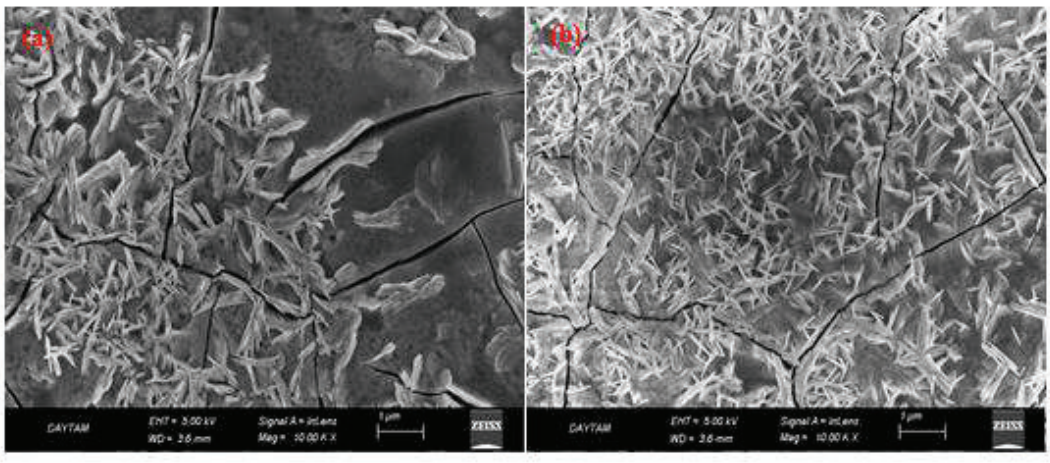
Kaplama solüsyonunda kullanılan Moringa-Cu nano partiküllerin ve kaplama yüzeylerinin morfolojisi, büyüklüğü, yapısal farklılıkları ve bu farklılıkların Moringa-Cu kaplamasının etkilerinin değerlendirilmesi için numunelerin SEM-EDX görüntüleri incelenmiştir. Görsel 4 (a) ve (b)'de farklı büyütmelerde saf Moringa, Görsel 5 (a) ve (b)'de farklı büyütmelerde Moringa-Cu ve Görsel 6'da (a) tek kaplamalı Moringa-Cu, (b) çift kaplamalı Moringa-Cu SEM görüntüleri gösterilmiştir.



Görsel 4. Farklı büyütmelerde saf Moringa SEM görüntüsü.



Görsel 5. Farklı Büyütmelerde Moringa-Cu SEM Görüntüsü.

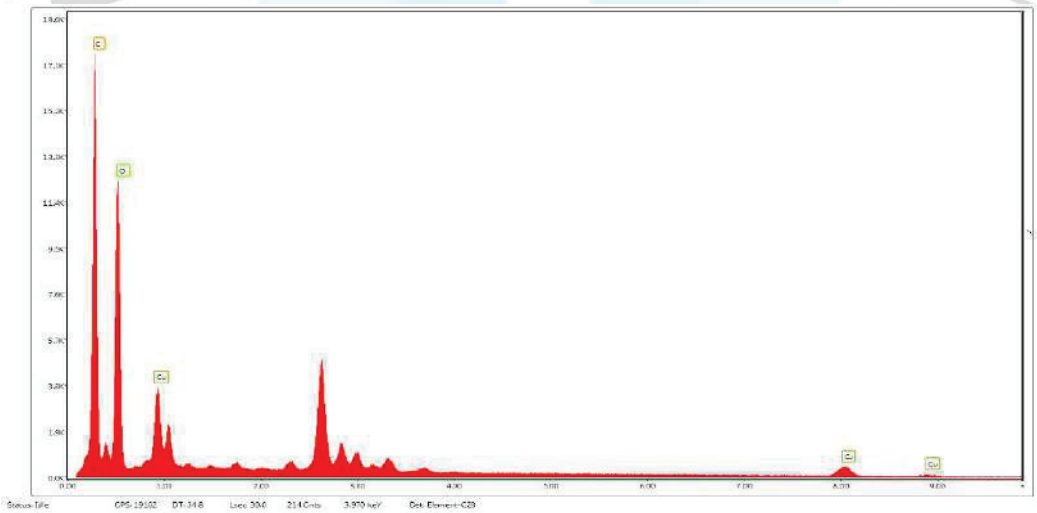


Görsel 6. (a) Tek Kaplamalı Moringa-Cu, (b) Çift Kaplamalı Moringa-Cu SEM Görüntüsü.

Görsel 4'te verilen saf Moringa SEM mikrograf görüntüleri incelendiğinde, Moringa parçacıklarının düzensiz şekillerde olduğu ve uniform olmadığı çok net görülmektedir. Aynı görüntülerde yüzeylerin buruşuk ve parçacıkların aglomere olduğu görülmüştür. Görsel 5'te verilen Moringa-Cu SEM görüntülerinden Cu nanopartiküllerin çok net olarak, farklı çaplarda ve büyüklükte oldukları görülmektedir. Farklı büyütmede Cu nanopartikül şekillerinin bazı bölgelerde nanoparçacık topaklanmaları görülse de genel olarak matris içinde homojen bir dağılım içinde olduğu görülmektedir. Ayrıca küresel ve küresele çok yakın şekilli nanopartiküllerden oluştuğu ve boyutlarının oldukça küçük olduğu görülmektedir. Cu nanoparçacıklarının yaklaşık 10-150 nm arasında olduğu görülmektedir.

Görsel 6'da verilen tek ve çift kaplamalı Moringa-Cu SEM görüntülerinden anlaşıldığı üzere kaplama sonrası Cu nanopartiküllerin küresel formlardan iğnesel forma dönüştüğü görülmektedir. Tek kaplamada Cu nanoparçacıkların bölgesel olarak yoğunlaştığı, çift kaplamalı görüntülerde ise iğnesel yapının daha sıkı ve homojen dağılım sergilediği görülmektedir. Görüntüde bulunan çatlaklar ise, kaplama sonrası numunelerin etüvde kurutulmasından dolayı ısıl çatlaklar olduğu düşünülmektedir. Daha kontrollü bir kurutma ile bu durum bertaraf edilebilir. Bu sonuca göre 3.1 FTIR analizi başlığı altında incelenen FTIR analizinden elde edilenlerin uyumlu olduğu görülmektedir.

Görsel 7'de Moringa-Cu EDX analiz sonucu, tek kaplamalı Moringa-Cu EDX analiz sonucu ve çift kaplamalı Moringa-Cu EDX analiz sonuçları gösterilmiştir. Görsel 7'de verilen EDX sonucu incelendiğinde, spektrumda Cu atomlarından gelen kuvvetli sinyallerin ve bu sinyaller ile birlikte oksijen (O) ve karbon (C) atomlarından kaynaklanan sinyallerde görülmektedir. Oksijen (O) ve karbon (C) atomlarından gelen bu sinyallerin Etüv cihazındaki kurutma atmosferinden kaynaklandığı yorumlanmıştır. Ancak Oksijen (O) atomundan kaynaklanacak herhangi bir oksitli bileşiğin XRD ile tespit edilemeyecek düzeyde düşük olduğu açıktır. Bu sonuçlara göre elde edilen bakır nanopartiküllerinin saf olduğu açıkça görülmektedir.



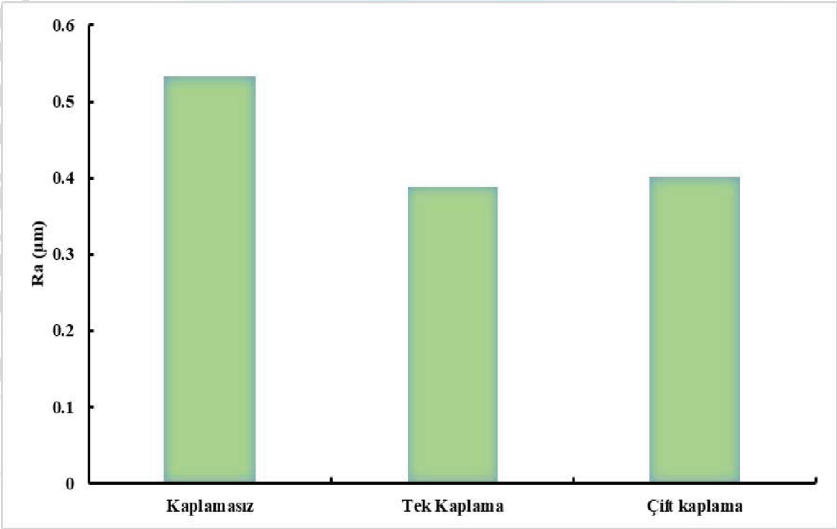
Görsel 7. Moringa-Cu EDX Analiz Sonucu.

a. Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Titanyum implantlarında yüzey kalitesinin rolü çok önemlidir. Yüzey modifikasyonun tipik amacı, belirli yüzey pürüzlülüğü elde etmek, sürtünme miktarını azaltmak, yüzey kirliliğini gidermek ve bağlama aşamalarında yapışmayı iyileştirmektir. Çizelge 1'de kaplamasız, tek kaplamalı ve çift kaplamalı yapılan Ti6Al4V alaşımı parçalarının yüzeylerinin ortalama yüzey pürüzlülük değerleri verilmektedir. Her bir kaplama tabakası için dört parçanın yüzeyleri kaplanmıştır. Damlatma yöntemiyle kaplanan numunelerin her bir yüzeyin farklı noktalardan üç ölçüm yapılarak ortalamaları alınmıştır. Böylece farklı kaplama kalınlıkları ile kaplanan yüzeylerin yüzey pürüzlülük ölçümleri yapılmıştır. Değişen kaplama kalınlıkları kaplanan yüzeylerdeki pürüzlülük değerlerinin değişimini daha net anlamak için grafik gösterimi Görsel 8'de verilmiştir.

Çizelge 1. Yüzey Pürüzlüğünün Sonuçları

No	Yüzey Pürüzlülüğü (Ra) µm		
	Kaplamasız (Kontrol)	Tek Kaplamalı	Çift Kaplamalı
1	0,594	0,513	0,451
2	0,517	0,326	0,423
3	0,495	0,364	0,377
4	0,528	0,359	0,359
Ort.	**0,533**	**0,390**	**0,402**

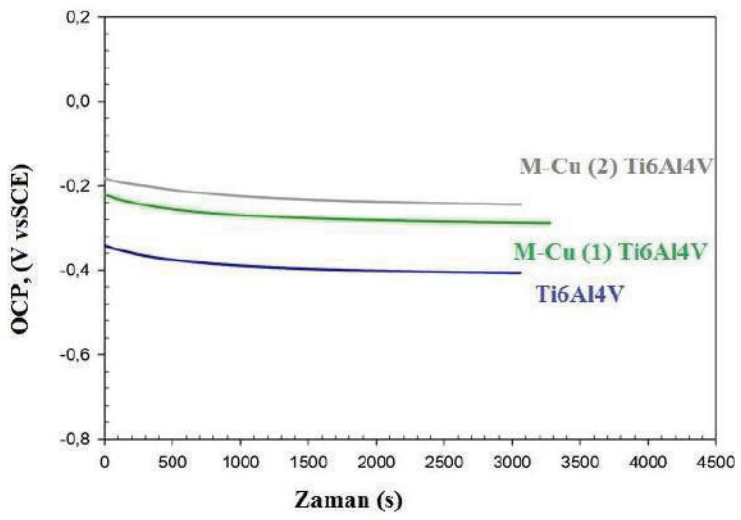


Görsel 8. Yüzey Pürüzlüğünü Sonuçları.

Çizelge1 ve Görsel 8 incelendiğinde tek tabakalı kaplamanın yapılmasıyla yüzey pürüzlülük değerinin ortalama olarak 0,533 µm'den 0,390 µm'ye düştüğü görülmektedir. Cu - Moringa NPs'leriyle Ti6Al4V tek kaplama sonucu yüzey pürüzlülüğü ortalama olarak %37 oranında azalmıştır. Çift kaplamaya göre değerlendirildiğinde ise; yüzey pürüzlülüğü değerinde çok az oranda artış meydana gelmiştir. Yüzey pürüzlülüğü değeri 0,402 µm'ye artarak tek ve çift kaplama arasında %3 oranında artış tespit edilmiştir. Bunun sebebi ise; ikinci kaplama ile kaplama tabakasının artması ve yüzey dalgalarının oluşması ile açıklanabilir. Aynı çalışmada kaplamasız numuneler ile çift kaplamalı numunelerinin yüzey pürüzlülüğü arasında %33 değerinde azalma ölçülmüştür.

3.5. Biyokorozyon Sonuçları

Titanyum alaşımları çok yüksek korozyon direncine sahip malzemeler olarak bilinirler. Titanyum, 1,63 voltluk galvanik karakter değeri ile alüminyuma oldukça yakındır. Bundan dolayı titanyumun üstün bir soy yapıya sahip olduğu söylenemez. Buna karşın titanyumun pek çok farklı kullanım ortamında üstün korozyon direnci gösterdiği bilinen bir gerçektir. Bunun temel sebebi ise titanyum yüzeyinde oluşan kararlı ve koruyucu TiO_2 tabakasıdır [20]. Kaplama işleminin diğer özelliklere olan etkilerinin yanında korozyon özelliklerine etkisinin araştırılması oldukça önemlidir. Bu amaç doğrultusunda korozyon testi yapılmasına karar verilmiştir. Görsel 9'da; Ti6Al4V alaşımının Açık Devre Potansiyel (OCP) testi sonucu gösterilmiştir. OCP ölçüm deneylerinin temel amacı yapılan test şartları altında malzemenin korozyona karşı olan potansiyelinin ölçülmesi ve korozyona karşı istikrarlı yüzey filminin oluşturma potansiyelinin belirlenmesidir. Görsel 9'da (OCP)–zaman grafiği incelendiğinde; kaplamanın yüzeylerde koruyucu film oluşturduğu görülmektedir. Kaplamasız kontrol malzemesinde (OCP) değeri -0,35 (V) iken bu değerin Moringa-Cu nanopartiküllerle tek kaplama sonucu -0,22 (V)'a doğru kaydığı görülmektedir. Tek kaplama sonucu oluşan yüzey film tabakası kendisini % 37,14 artış ile koruduğu tespit edilmiştir. Kaplama kalınlığının artırılmasıyla OCP değerinin -0,18 (V)'a kadar yükseldiği görülmektedir. Moringa-Cu nanopartiküller ile çift kaplama sonucu oluşan yüzey film tabakası tek kaplamalı numunelere göre ise %18 artış ve kaplamasız kontrol numunelerine göre %49 artış ile koruduğu tespit edilmiştir.

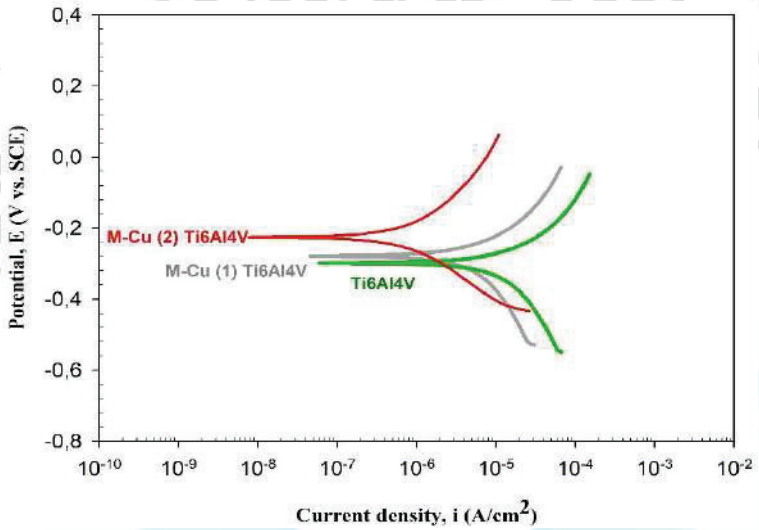


Görsel 9. Ti6Al4V Alaşımının Açık Devre Potansiyel Testi Sonucu.

Ti6Al4V parçalarının korozyon direncindeki değişiklikleri gözlemlemek için yapılan bir diğer test de potansiyo-dinamik polarizasyon testidir. Görsel 10'da Ti6Al4V alaşımının Tefal eğrisi verilmiştir. Gafikten I_{corr} ve E_{corr} değerleri test cihazının yazılımı aracılığıyla Tefal yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Görsel 10'da verilen Tefal eğrisi grafiği incelendiğinde; farklı kaplama miktarlarına sahip olan eğrilerin birbirine benzer olduğu görülmektedir. Korozyon

araştırma alanında, düşük korozyon akımı ve yüksek korozyon potansiyeli, düşük korozyon hızı ve yüksek korozyon direnci şeklinde ifade edilmektedir [21,22].

Elde edilen Tefal eğrisi sonuçlarında Moringa-Cu kaplamasının artmasıyla potansiyelin katodik bölgeye doğru kaydığı çok net bir şekilde görülmektedir. Kaplama sonucu Tefal eğrisi potansiyelinin katodik bölgeye doğru kaymasıyla korozyon yüzeyinin pasifleşme eğiliminin azaldığı anlaşılmaktadır. Ancak elde edilen değerler incelendiğinde, kaplamasız kontrol Ti6Al4V numunelerinde korozyon direncinin daha düşük olduğu görülmektedir. Tefal eğrilerine göre; kaplamanın artmasıyla, en yüksek korozyon oranı kaplamasız Ti6Al4V alaşımlarında, en düşük korozyon oranı ise çift kaplamalı Moringa-Cu alaşımlarında elde edilmiştir.



Görsel 10. Ti6Al4V Alaşımının Tefal Eğrisi.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan çalışmalar sonucu FTIR analizi ve XRD analizi, SEM-EDX analizleri, yüzey pürüzlüğünün analizi ve biyokorozyon direncinin testi sonuçları literatür bilgileriyle desteklenmiştir. Genel değerlendirme ve sonuçlar maddeler halinde aşağıda verilmiştir.

- FTIR analizinde oluşan piklerin parmak izi bölgesinde olduğu görülmüştür. Oluşan bu pikler, dalga boylarında görülen absorpsiyon bantları C-O gerilme titreşiminden kaynaklandığı olarak yorumlanmıştır [17, 23, 24].
- FTIR analizinde sonucunda, Moringa-Cu tozları ile alt malzemenin arasında kimyasal bir bağ olmadığını, aralarındaki etkileşimin fiziksel bir bağ olduğunu göstermiştir.
- Moringa-Cu'ın XRD analizinde herhangi bir oksit ya da safsızlık piki olmayışı elde edilen numunenin saflığını göstermiştir.
- Saf Moringa SEM görüntülerinde Moringa parçacıklarının düzensiz şekillerde olduğu ve uniform olmadığı çok net görülürken, Moringa-Cu SEM aynı görüntülerde yüzeylerin buruşuk ve parçacıkların aglomere olduğu görülmüştür. Cu nanopartiküllerin çok net olarak, farklı çaplarda ve büyüklükte oldukları ve homojen bir dağılım içinde olduğu görülmüştür. Ayrıca küresel ve küresele çok yakın şekilli

nanopartiküllerden oluştuğu ve Cu nanoparçacıklarının boyutları yaklaşık 10-150 nm olarak ölçülmüştür.

- Tek ve çift kaplamalı Moringa-Cu SEM sonuçlarına göre kaplama sonrası Cu nanopartiküllerin küresel formlardan iğnesel forma dönüştüğü tespit edilmiştir.
- EDX analizinde, spektrumda Cu atomlarından gelen kuvvetli sinyallerin ve bu sinyaller ile oksijen (O) ve karbon (C) atomlarından kaynaklanan sinyallerde tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki SEM-EDX, FTIR ve XRD analiz sonuçları benzer literatür çalışmalar ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.
- Cu - Moringa NP'leriyle Ti6Al4V tek kaplama sonucu yüzey pürüzlülüğü ortalama olarak %37 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Çift tabakalı kaplama da ise; yüzey pürüzlülüğü değerinde çok az oranda artış ölçülmüştür.
- Açık Devre Potansiyel (OCP) biyokorozyon testi sonucuna göre; kaplamanın yüzeylerde koruyucu film oluşturduğu tespit edilmiştir. Tek kaplama sonucu oluşan yüzey film tabakası kendisini % 37,14 artış ile koruduğu tespit edilmiştir. Bu değerin çift kaplama sonucu % 49'a kadar artığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar literatürde yapılan bezer çalışmalar ile uyum göstermiştir [26-28].
- Korozyon fetal eğrisi sonuçlarına göre; Moringa-Cu kaplamasının artmasıyla potansiyelin katodik bölgeye doğru kaydığı çok net bir şekilde görülmüştür. Kaplama sonucu Tefal eğrisinin potansiyelin katodik bölgeye doğru kaymasıyla korozyon yüzeyinin pasifleşme eğiliminin azaldığı anlaşılmaktadır [21,22].

TEŞEKKÜR

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Araştırma Görevlisi Rezzan YARDIMCI 'ya yardımlarından dolayı sonsuz teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

[1] Cömert, I., *Biyomalzemelerin Gelişimine Toz Metalurjisinin Etkisi,* Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2005.

[2] Özkan, A., Şişik, N., & Öztürk, U., Kompozit Malzemelerin Ağız, Yüz, Çene Cerrahisinde Kullanımı ve Malzeme Uygunluklarının Belirlenmesi, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, **4**(1), 227-242, 2016.

[3] Mierzejewska, Ż. A., Hudák, R. ve Sidun, J. Biyomedikal Uygulamalara Adanmış DMLS Ti6Al4V Alaşımının Mekanik Özellikleri ve Mikro Yapısı, Malzemeler, ***12*** (1), 176, 2019.

[4] Welsch, G., Boyer, R., & Collings, E. W., *Materials Properties Handbook: Titanium Alloys*, ASM international, 1993.

[5] Amin, AN, İsmail, AF ve Khairusshima, MN Titanyum Alaşımı-Ti–6Al–4V'nin Parmak Frezelemede Kaplanmamış WC–Co ve PCD Uçlarının Etkinliği. Malzeme İşleme Teknolojisi Dergisi, **192,** 147-158, 2007.

[6] Shokrani, A., Dhokia, V., & Newman, S. T., Investigation of The Effects of Cryogenic Machining on Surface Integrity in CNC End Milling of Ti6Al4V Titanium Alloy. Journal of Manufacturing Processes, **21,** 172-179, 2016.

[7] Duman, F., Ocsoy, I., & Kup, F. O., Chamomile Flower Extract-Directed CuO Nanoparticle Formation For its Antioxidant and DNA Cleavage Properties. Materials Science and Engineering: C, 60, 333-338, 2016.

[8] K. Parveen, V. Banse, and L. Ledwani, Green Synthesis Of Nanoparticles: Their Advantages and Disadvantages, in AIP Conference Proceedings, 1724, 2016.

[9] Bayramoğlu, G., *Aluminyum ve Alüminyum Alaşımlarının Çeşitli Ortamlardaki Korozyonuna Fenolik Maddelerin Etkisi*, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2000.

[10] Borenstein, S.W., *Microbiologically Influenced Corrosion Handbook*, Industrial Press Inc. New York, 1994.

[11] Mansfeld, F., The Interaction of Bacteria and Metal Surfaces. Electrochmica Acta, 52, 7670-7680, 2007.

[12] Ali, H. E. S., Spacer Effects in Novel Cationic Surfactants As a Primordial Parameter For an Optimal Inhibition of SRB, Journal of Surfactants and Detergents, **10**(4), 225-230, 2007.

[13] Jianhua, L., Xin, L., & Songmei, L., Study of Microbiologically Induced Corrosion Action on Al-6Mg-Zr and Al-6Mg-Zr-Sc, Journal of Rare Earths, **25**(5), 609-614, 2007.

[14] El-Shamy, A. M., Soror, T. Y., El-Dahan, H. A., Ghazy, E. A., & Eweas, A. F., Microbial Corrosion Inhibition of Mild Steel in Salty Water Environment, Materials Chemistry and Physics, **114**(1), 156-159, 2009.

[15] Ilhan-Sungur, E., & Çotuk, A., Microbial Corrosion of Galvanized Steel in a Simulated Recirculating Cooling Tower System. Corrosion Science, **52**(1), 161-171, 2010.

[16] Çiftçi, N., *Sol-Gel Yöntemi ile 316 LSS ve Ti İmplant Malzemelerin Üzerine Hidroksiapatit (HAP) Kaplamaların Üretilmesi ve Korozyon Davranışlarının Elektrokimyasal Yöntemle İncelenmesi,* Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar, 2009.

[17] Rajesh, K. M., Ajitha, B., Reddy, Y. A. K., Suneetha, Y., & Reddy, P. S., Assisted Green Synthesis of Copper Nanoparticles Using Syzygium Aromaticum Bud Extract: Physical, Optical and Antimicrobial Properties, Optik, 154, 593-600, 2018.

[18] Ghareib, M., Abdallah, W., Tahon, M., & Tallima, A., Biosynthesis of Copper Oxide Nanoparticles Using the Preformed Biomass of Aspergillus Fumigatus and Their Antibacterial and Photocatalytic Activities, Digest Journal of Nanomaterials & Biostructures (DJNB), **14**(2), 2019.

[19] Sapsford, K. E., Tyner, K. M., Dair, B. J., Deschamps, J. R., & Medintz, I. L., Analyzing Nanomaterial Bioconjugates: A Review of Current and Emerging Purification and Characterization Techniques, Analytical Chemistry, **83**(12), 4453- 4488, 2011.

[20] Leyens, C., & Peters, M., *Titanium and Titanium Alloys: Fundamentals and Applications,* Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 2003.

[21] He, X., Song R. G., Kong D. J., Microstructure and Corrosion Behaviour of Lasercladding Al-Ni-TiC-CeO2 Composite Coatings on S355 Offshore Steel" Journal of Alloys and Compounds, 770, 771-783, 2019.

[22] Matik, U., *Corrosion Resistance of Electroless NiP/NiB Duplex Coating*, UDCS'19 Fourth International Iron and Steel Symposium, 10-12, 4-6 April, Karabuk, 2019.

[23] Shobha, G., Moses, V., & Ananda, S., Biological Synthesis of Copper Nanoparticles and its Impact, International Journal of Pharmaceutical Science Invention, **3**(8), 6-28, 2014.

[24] Yaprak E., *Yeşil Sentez Metoduyla Karabaş Otundan (Lavandula stoechas L.) Bakır Nanopartikül Sentezi, Karakterizasyonu ve Antimikrobiyal Aktivitesinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, 2019.

[25] Caruso R. Miranda, P., Guiberteau F., Controlled Preparation and Characterization of Multilayer Sol-Gel Zirconia Dip-Coatings, Journal of Materials Research, 16(08), 2391-2398, 2018.

[26] Alves, V. A., Reis, R. Q., Santos, I. C. B., Souza, D. G., de F. Gonçalves, T., Pereira-daSilva, M. A., da Silva, L. A., In Situ İmpedance Spectroscopy Study of the Electrochemical Corrosion of Ti and Ti–6Al–4V in Simulated Body Fluid at 25°C and 37°C, Corrosion Science, **51**(10), 2473-2482, 2009.

[27] Gu, K. X., Wang, K. K., Zheng, J. P., Chen, L. B., & Wang, J. J., Electrochemical Behavior of Ti–6Al–4V Alloy in Hank's Solution Subjected to Deep Cryogenic Treatment. Rare Metals, 1-10, 2018.

[28] Gurrappa, I., Characterization of Titanium Alloy Ti-6Al-4V for Chemical, Marine and Industrial Applications. Materials Characterization, **51**(2-3), 131-139, 2003.

INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES
USBILIM