PROCEEDING BOOK

E-ISBN: 978-625-00-8185-3

TICMET'23

The 5th International Conference of Materials and Engineering Technology

5. Uluslararası Malzeme ve Mühendislik Teknolojileri Konferansı



13-16 NOVEMBER, 2023

PROF. DR. OSMAN TURAN CULTURE AND CONVENTİON CENTER

TRABZON - TÜRKİYE

Konferans Hakkında Detaylı Bilgi | Detailed Information About the Conference : **www.ticmet.org**

CONFERENCE OBJECTIVE

The 5th International Conference of Materials and Engineering Technology (TICMET'23) will be held on 13-16 November 2023 in partnership with Karadeniz Technical University, Hasan Kalyoncu University, and Gaziantep University.

The main purpose of TICMET'23 is to present the latest research and results of scientists related to materials and engineering technologies. This conference provides different field delegates with opportunities to exchange new ideas and application experiences, build business or research relationships, and find global partners for future collaboration. After this science feast, your abstract/full texts will be published in conference book with ISBNs and will be brought to the world of science literature with open access and significant contributions will be made to the scientific field.

In addition to the valuable speeches of the invited speakers, a special R&D session will be held at the Conference. It is expected that the R&D session will be a very productive session with the participation of academicians, industrialists and students from universities.

The conference organizing committee is pleased to invite prospective authors to send their original texts to TICMET'23. All papers will be reviewed and evaluated by the referees in the field, based on their technical and/or research content depth, accuracy, relevance to the conference, contributions, and readability. Selected papers presented at the conference will be published in conference book as an abstract and then will be proposed for publication in one of the following journals:

* IEEE Transactions on Engineering Management (SCI)
* Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences (Sigma) (E-SCI)
* Acta Mechanica et Automatica (E-SCI)
* Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies (JSCMT) (TR Dizin)
* Turkish Journal of Materials (TJOM)
* Turkish Journal of Electromechanics and Energy (TJOEE)
* International Journal of Materials and Engineering Technologies (TIJMET) (Dergipark)

(The publication of selected papers in journals is not guaranteed. The extended version of the selected papers recommended to the journals must be submitted to the journal by the corresponding author. Afterwards, the publications will be subjected to an additional refereeing process. No additional fees will be charged by the Journals)

PROGRAM COMMITEES

Honorary Chair

Prof. Dr. Hamdullah Çuvalcı, Karadeniz Technical University – TR

Prof. Dr. Türkay Dereli, Hasan Kalyoncu University - TR

Prof. Dr. Arif Ozaydin, Gaziantep University – TR

Chair

Prof. Dr. Necip Fazıl Yılmaz, Gaziantep University – TR

Organizing Committee

Prof. Dr. Necip Fazıl Yılmaz, Gaziantep University - TR

Prof. Dr. Mehmet Lutfi Yola, Hasan Kalyoncu University – TR

Prof. Dr. Bülent Öztürk, Karadeniz Technical University – TR

Prof. Dr. Sultan Öztürk, Karadeniz Technical University – TR

Prof. Dr. Ümit Alver, Karadeniz Technical University – TR

Prof. Dr. Ömer Necati Cora, Karadeniz Technical University – TR

Assoc. Prof. Dr. Temel Varol, Karadeniz Technical University – TR

Assoc. Prof. Dr. Ersin Yener Yazıcı, Karadeniz Technical University – TR

Assoc. Prof. Mustafa Ergin ŞAHİN, Recep Tayyip Erdoğan University - TR

Assist. Prof. Dr. Kürşat İçin, Karadeniz Technical University – TR

Prof. Dr. Khair Jadaan, University of Jordan – JO

Prof. Dr. Ahmad Sakhrieh, American University of RAS Al Khaima – UAE

Prof. Dr. Metin Bedir, Gaziantep University - TR

Prof. Dr. Ali Riza Yildiz, Uludag University - TR

Prof. Dr. Mustafa Bakkal, Istanbul Technical University - TR

Prof. Dr. Erdem Cüce, Istanbul Technical University - TR

Assoc. Prof. Dr. Halil Ibrahim Kurt, Samsun University - TR

Assist. Prof. Dr. Erhan Durur, Gaziantep University - TR

Dr. Musa Yılmaz, Gaziantep University - TR

Lect. Aykut Bilici, Gaziantep University – TR

Hakan Yılmaz, Secreteriat – TR

Mücahit Doğan, Secreteriat – TR

OPTIMIZATION OF SPECIFIC COMPRESSION STRENGTH OF ABS SAMPLES PRODUCED WITH FDM BY TAGUCHI METHOD
OĞUZ TUNÇEL 120

FARKLI KAPLAMA YÖNTEMLERİYLE YÜZEYİ CuO NANOPARTİKÜLLERLE MODİFİYE EDİLMİŞ 316L PASLANMAZ ÇELİK PARÇALARIN YÜZEY VE KOROZYON ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ
GİZEM KARABULUT, NURAY BEKÖZ ÜLLEN 130

METAL ESASLI NANOYAPILARLA KAPLANMIŞ 316L PASLANMAZ ÇELİK YÜZEYİNİN KAPLAMA MORFOLOJİLERİNİN İNCELENMESİ
GİZEM KARABULUT, NURAY BEKÖZ ÜLLEN 139

HOMOJENİZASYON VE YAŞLANDIRMA ISIL İŞLEMLERİNİN Al-40Zn-3Cu ALAŞIMININ MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ
MUHAMMET UZUN, SADUN KARABIYIK, YASİN ALEMDAĞ 147

GROWTH OF COMPOSITE COATINGS ON AL2024 ALLOY BY MICRO ARC OXIDATION MAO METHOD
AYSU KILIÇ, BÜLENT ÖZTÜRK, SÜLEYMAN ŞÜKÜROĞLU, EBRU EMİNE ŞÜKÜROĞLU 156

DISCOVERY THE STRATEGY ON ENHANCEMENT OF CARBON QUANTUM DOTS CONDUCTIVITY AS POTENTIAL FOR SUPERCAPACITOR ELECTRODE DEVELOPMENT
HARIVALAGAN SIVA KUMAR, SITI AISYAH SHAMSUDIN 163

EFFECTS OF SILVER SOURCE SOLUTION MOLARITY ON THE ELECTROLESS SILVER COATING OF RECYCLED TI-GRADE 4 PARTICLES
TEMEL VAROL, SERHATCAN BERK AKÇAY, ÜMİT ALVER, MURAT BEDER 164

RAPID TOOL MANUFACTURING FOR LOW PRESSURE INJECTION MOLDING USING DLP 3D PRINTING: A CASE STUDY
ÖMER EYERCİOĞLU, DIMA BABI 173

EFFECT OF CARBON FIBER ADDITIVE ON TENSILE PROPERTIES OF LARGE SCALE ADDITIVE MANUFACTURED (LSAM) ABS SINGLE WALL PARTS
OMER EYERCIOGLU, ENGIN TEK, MEHMET ALI AKELOGLU, MEHMET ALADAG 181

METAL ESASLI NANOYAPILARLA KAPLANMIŞ 316L PASLANMAZ ÇELİK YÜZEYİNİN KAPLAMA MORFOLOJİLERİNİN İNCELENMESİ

GİZEM KARABULUT [*1], NURAY BEKÖZ ÜLLEN [1]

[1] Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of Engineering, Department of Metallurgical and Materials Engineering, İstanbul, Turkiye.

Özet

Günümüzde nanomalzemeler fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak sınıflandırılan çeşitli yöntemlerle hazırlanabilmektedir. Küresel ısınma ve insan sağlığı gibi nedenlerle çevreci proseslere duyulan ihtiyacın giderek artmasıyla yeşil yaklaşımı benimseyen yöntemler ön plana çıkmaktadır. Bitkisel özler kullanılarak gerçekleştirilen sentezler yeşil yöntemler arasında en revaçta olan yöntemdir. Son yıllarda biyomedikal uygulamalar için metalik yüzeylerin bitkisel özlerle hazırlanmış nanoyapılarla modifikasyonu ön plana çıkan bir araştırma alanıdır. Bu çalışmada, 316L paslanmaz çelik yüzeyi farklı bitki özleri kullanılarak biyopolimerik matris içerisinde hazırlanmış Ag NP'ler ve farklı NP'lerin aynı matris içerisindeki özelliklerini incelemek amacıyla da CuO NP'ler ile püskürtme kaplama tekniği kullanılarak kaplanmıştır. Çalışmada, bitki aracılı ultrasonik ses dalgası destekli sentez kullanılarak, keçiboynuzu zamkı ve maça çayı özleri kullanılarak Ag NP'ler ve yine maça çayı özü ile CuO NP'ler sentezlenmiştir. Hazırlanan biyopolimerik matrisli nanoyapılar ile yüzeyler püskürtme kaplama tekniği kullanılarak kaplanmıştır. Sentezlenen nanoyapılar fizikokimyasal ve morfolojik özellikleri TEM ve XRD yöntemleriyle, kaplanan yüzeyler ise SEM ve 3 boyutlu yüzey profilometrisi ile incelenmiştir. Sonuç olarak, farklı bitki özleri kullanımının kaplama morfolojisini belirgin şekilde etkilediği görülmüştür. Aynı matris içerisinde farklı NP'lerin morfolojik açıdan yüzeyde belirgin derecede fark yaratmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Gümüş nanopartiküller, bitki aracılı sentez, yüzey morfolojisi, kaplama.

1. Giriş

Nanopartiküller (NP'ler) 0 boyutlu nanoyapılardır. NP'lerin diğer nanomalzemelere veya atoma kıyasla daha yüksek özgül yüzey alanına sahip olması nanoteknoloji uygulamaları için NP'leri vazgeçilmez kılar [1]. Nano ölçekli boyutlarından ve yüksek özgül yüzey alanları sayesinde NP'nin özelliklerinde iyileşme gözlemlenir ve benzersiz spektroskopik, elektronik, kimyasal, biyolojik ve manyetik özellikler kazanırlar [1–4]. Metal [5], seramik [6], polimer [7] gibi geleneksel malzemelerin yanı sıra metal oksit [8], yarı iletken [9], organik [10], biyopolimer [11] gibi çeşitli fonksiyonel malzemeler NP formunda sentezlenebilmektedir [12]. NP'lerin sentez yöntemleri genel olarak fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler olarak gruplandırılmaktadır [14]. Fiziksel sentez yöntemleri genel olarak bir güç kullanımı gerektiren, karmaşık ekipman sistemleri ve yüksek maliyetli uygulamalardır [15]. Kimyasal sentez yöntemleri ise kimyasal öncüler kullanılması ve zararlı yan ürünler oluşturması nedeniyle biyomedikal uygulamalar için avantajlı konumda değildir. Bu noktada son yıllarda kullanımı giderek artan alternatif bir yöntem olan biyolojik sentez yöntemleri ön plana çıkmaktadır. Biyolojik sentez yöntemleri bir alternatif olarak

çevre ve sağlık açısından tehdidi azaltmak, düşük maliyetle üretim gerçekleştirilmesi ve kimyasal maddeler kullanılmaması amaçlarıyla ortaya çıkmıştır [16,17]. NP'lerin biyolojik yöntemle sentezi hem prokaryotik (bakteri) hem de ökaryotik (mantar ya da bitkisel kaynaklar) türler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Biyolojik yöntemler arasında biyomalzeme uygulamaları için en güvenilir yöntem bitkisel kaynaklar kullanılarak gerçekleştirilen sentezdir. Bitkiler yapılarında ikincil metabolit olarak adlandırılan (fenolik asit, flavonoid, terpenoid vb.) NP oluşumunu sağlayan metalik iyonu seçici maddeler içermektedir. Bitkisel kaynaklar kullanılarak NP'lerin sentezi genellikle kolay bulunabilme, yüksek üretim miktarına uygunluk, tüm ürünlerin çevre dostu olması gibi avantajlar sebebiyle diğer sentez yöntemlerine bir alternatif oluşturmuştur [12]. Temel olarak yöntem bitki içeriğindeki biyo-indirgeme ajanının saflaştırılmasını ve öncü metal solüsyonu ile kontrollü bir şekilde karıştırılması adımlarını içerir. Daha sonra oda sıcaklığında NP'lerin oluşmasını sağlayan reaksiyonlar meydana gelir. Bazen sentez sürecini hızlandırmak amacıyla karıştırma ve ısıtma gibi işlemler uygulanabilir [17]. Sentezlenen NP'lerin verimini arttırmak (küçük boyut, stabilizasyon vb. özellikler) amacıyla mikrodalga, ultrasonik ses dalgası ile uyarma gibi destekler tercih edilebilir. Son zamanlarda ultrasonik ses dalgası destekli bitkisel özler kullanılarak NP sentezi yaygın olarak çalışılmaktadır.

Bu çalışmada, bitkisel kaynak olarak keçiboynuzu zamkı ve maça çayı özleri kullanılarak Ag ve CuO NP'ler hazırlanmıştır. Farklı bitki özlerinin NP'lerin özelliklerine etkisi ve aynı bitki özü ile hazırlanan farklı NP'lerin özelliklerinin incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan NP'ler 316L paslanmaz çelik yüzeyine kaplanarak morfolojik özellikleri incelenmiştir.

2. Malzeme ve Yöntem

2.1. Malzemeler

NP'lerin sentezinde *Camellia sinensis* (maça çayı) ve *Ceratonia siliqua* L. (keçiboynuzu zamkı) özütü kullanılmıştır. Maça çayı tozu Arifoğlu firmasından, keçiboynuzu zamkı Meysüt Gıda ve Makina San. ve Tic. Ltd. Şti. firmasından temin edilmiştir. Bakır (II) sülfat pentahidrat ($CuSO_4.5H_2O$) ve NaOH Merck firmasından temin edilmiştir. Filtre kağıdı (Whatman®, çap: 25 mm) ve gümüş nitrat ($AgNO_3$) Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir. SS316L 1 m boyunda bar formunda Birçelik A. Ş. firmasından temin edilmiştir.

2.2. Nanopartiküllerin Sentezi

İlk olarak bitki özleri hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan maça çayı ve keçiboynuzu zamkı tozları ilk olarak birkaç destile su ile kirliliklerden arındırıldıktan sonra etüv içerisinde 60 C'de 4 saat süre boyunca kurutulmuştur. Kurutulan tozlardan 0,1 g alınarak 250 mL destile su içerisine eklenmiş ve 5 dakika boyunca 500 rpm hızda oda sıcaklığında karıştırılmıştır. Hazırlanan karışım 5 gün boyunca karanlık bir ortamda sabit bir şekilde bekletilmiştir. 5 gün sonunda dekante edilerek öz ayrılmıştır. Maça çayı özütü ile Ag NP'lerin sentezi aşamasında ilk olarak 0,2 g NaOH 125 mL destile su içerisine eklenerek oda sıcaklığında 10 dakika süre ile karıştırılmıştır. Ayrı bir beherde, 0,42 g $AgNO_3$ 250 mL destile su içerisinde karıştırılmıştır. Hazırlanan maça çayı özütünden 50 mL alınarak içerilerine 1 mL NaOH çözeltisi ve 100 mL AgNO3 çözeltisi eklenmiş ve karıştırılmıştır. Ardından 30 dakika %30 genlikte sonikasyon işlemi uygulanmıştır. Keçiboynuzu özütü ile Ag NP'lerin hazırlanması ise ilk olarak 0,1 g NaOH-250 mL destile su ve 0,84 g $AgNO_3$-500 mL destile su çözeltileri hazırlanmıştır. Hazırlanan gümüş çözeltisi damla damla hazırlanan keçiboynuzu özütü çözeltisine eklenmiş ardından NaOH çözeltisi karışıma eklenmiştir. Hazırlanan karışım 10 dakika %45 genlikte sonikasyona tabi tutulmuştur. Maça çayı özütü ile CuO NP'lerin hazırlanması adımında ise hazırlanan 20 mL bitki özütü içerisine 0,1 g PEG ilave edilmiş ve 500 rpm hızda 10 dakika karıştırılmıştır. 0,0424 g $CuSO_4.5H_2O$ 50 mL destile su içerisinde

çözündürülmüş ve 10 dakika 27 °C sıcaklıkta karıştırılmıştır. 0,2 g NaOH 50 mL destile su içerisinde çözünmüştür ve 10 dakika 27 °C sıcaklıkta karıştırılmıştır. NaOH solüsyonundan 3 mL ve $CuSO_4.5H_2O$ solüsyonundan 50 mL Pasteur pipeti yardımıyla damla damla olacak şekilde Mat/PEG çözeltisi içerisine eklenmiş ve 27 °C sıcaklıkta, 10 dakika boyunca ve 500 rpm hızda karıştırılmıştır. Son olarak, 30 dakika boyunca %50 genlikte sonikasyon işlemi uygulanmıştır. Sonikasyon işlemlerinden sonra hazırlanan NP'lerin çözeltileri filtrelenerek daha sonra deneylerde kullanılmak üzere steril bir kaba alınmıştır.

2.3.Yüzeylerin Kaplanması

SS316L paslanmaz çelik ilk olarak CNC kesme işlemi ile 2 mm'lik disk formunda dilimlenmiştir. Altlık olarak kullanılan diskler CNC işleminden ve çevresel faktörlerden kaynaklanabilecek kirliliklerden yüzeyleri arındırmak amacıyla ultrasonic banyo içersinde etanol+aseton karışımı içerisinde 10 dakika boyunca temizleme işlemine tabi tutulmuştur. Temizlenen altlık malzemeleri etüv içerisinde 60 °C sıcaklıkta 10 dak süre ile kurutulmuştur. Püskürtme yöntemiyle kaplama işleminde piston tipi airbrush kompresör kiti (Model: AS186) kullanılmıştır. Hazırlanan kaplama solüsyonları hazneye doldurulmuş ardından tüm altlık yüzeylerine hazırladığımız bir yardımcı düzenek ile 75 mm mesafeden 3 bar basınçta ve 4 sn süre ile püskürtülmüştür. Hazırlanan numuneler etüv ortamında 60 °C sıcaklıkta 10 dak süre ile kurutulmuştur.

2.4. Karakterizasyon Yöntemleri

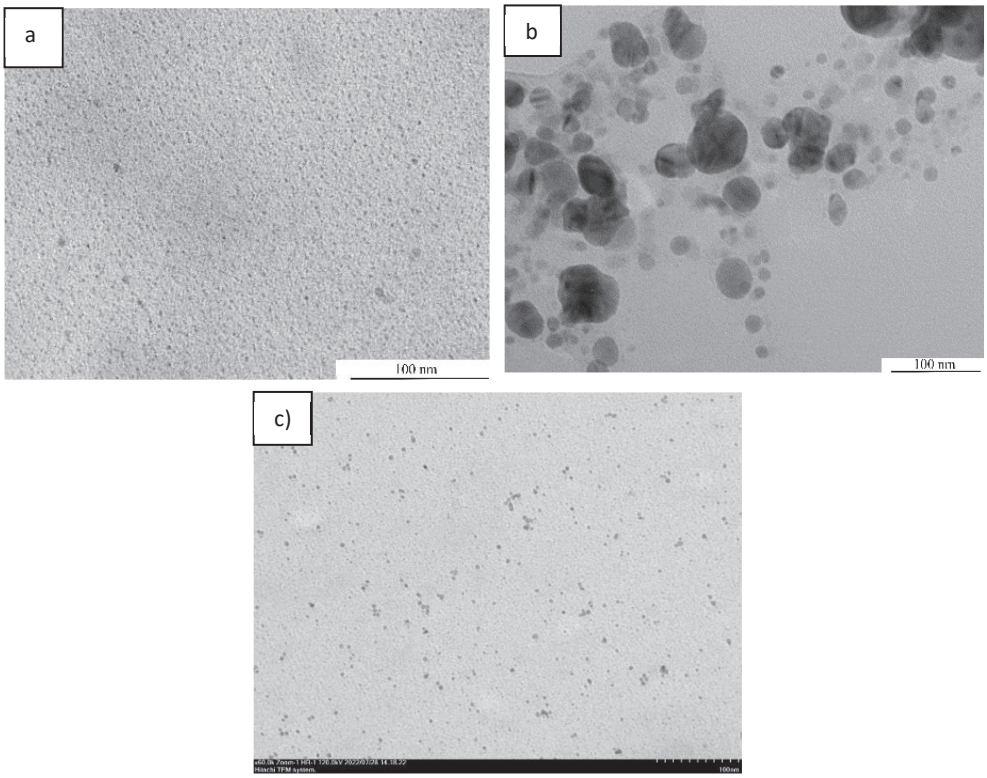
NP'lerin boyut ve şekillerinin incelenmesi, 40-120 kV gerilime sahip x200,000 HRC x600,000 HR modunda büyütmelere sahip, 0,204 nm (100 kV) çözünürlük sağlayan Hitachi High Tech HT7700 TEM cihazı ile yapılmıştır. NP'lerin kristalin yapısının incelenmesi için Cu-Kα ışını ile 40 kV ve 15 mA değerlerinde 20° ile 70° arasında tarama yapabilen Rigaku D/Max2200/PC XRD cihazı kullanılmıştır. Kaplanmış yüzeylerin üzerindeki NP'lerin dağılımı, boyutları ve morfolojilerinin incelenmesi Schottky Thermal Field Emitter elektron kaynağına sahip 0,02-30 kV potansiyel aralıklarında çalışabilen Zeiss-Sigma 300 SEM cihazında yapılmıştır. Kaplanmış numunelerin yüzey profilleri, yüzeydeki kaplamanın kalınlık ve dağılım incelemeleri 640x480 piksel çözünürlüğe ve entegre renkli CCD kameraya sahip Kla Tencor Stylus Profiler P7 profilometre cihazı ile yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

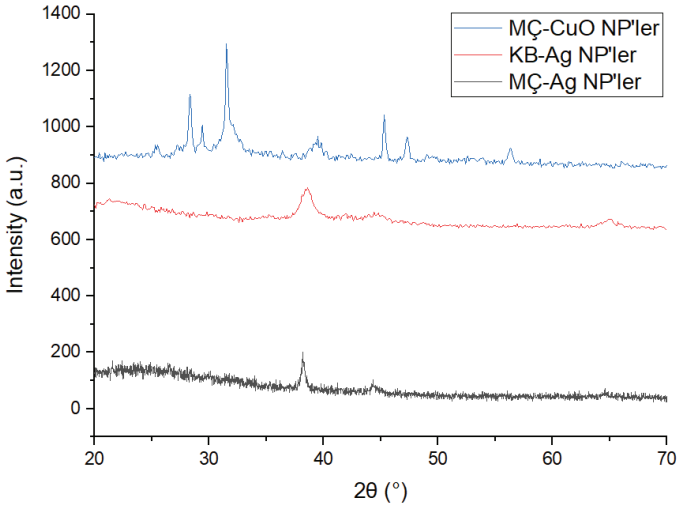
3.1. Sentezlenen Ag ve CuO NP'lerin Karakterizasyon Sonuçları

Şekil 1'de farklı bitki özleriyle sentezlenmiş Ag NP'lerin TEM görüntüleri verilmiştir. Şekil 1.a'da maça çayı özütü ile hazırlanan Ag NP'lerin (MÇ-Ag NP'ler) küresel şekilli olduğu, değişken ancak dar bir boyut dağılımı ile 10 nm'den düşük boyutlara sahip olduğu görülmektedir. Şekil 1.b'de verilen keçiboynuzu özütü ile hazırlanan Ag NP'lerin (KB-Ag NP'ler) ise yine küresel şekle yakın, polidispers dağılımlı ve ortalama boyutlarının 47 nm olduğu görülmektedir. Farklı matrislerle sentezlenen Ag NP'lerin kolloidal çözeltiler içerisinde genel olarak küresel şekilli olduğu ancak matrise bağlı olarak boyutlarının değişiklik gösterdiği görülmektedir. Şekil 1.c'de maça çayı özütü ile hazırlanan CuO NP'lerin (MÇ-CuO NP'ler) kollodial çözeltiler içerisinde yapılan TEM incelemeleri sonucu elde edilen görüntüsü verilmiştir. Sentezlenen CuO NP'ler oldukça küresel bir morfolojiye sahip, boyutları ortalama olarak 20 nm olduğu ve oldukça homojen bir dağılım sergilediği belirlenmiştir. NP'lerin birbirinden farklı büyüklüklerde taneciklerden oluşan polidispers bir dağılım gösterdiği ve belirgin bir kümeleşme olmadığı da TEM görüntülerinden anlaşılmaktadır. Maça çayı özütü kullanılarak hazırlanan Ag NP'lerin ve CuO NP'lerin benzer morfolojilerde olduğu görülmektedir.

MÇ-Ag NP'ler, KB-Ag NP'ler ve MÇ-CuO NP'lerin kristalin yapısı XRD ile incelenmiştir. XRD spektrumları Şekil 2'de verilmiştir. Ag NP'lere ait spektrumlar incelendiğinde bütün nanoyapıların 2θ = 38,60°, 44,40° ve 65,60° değerlerinde pikler oluşturduğu görülmektedir. Bu pikler sırasıyla gümüşün (1 1 1), (2 0 0) ve (2 2 0) düzlemlerine karşılık gelerek gümüşün yüzey merkezli kübik yapıda olduğunu göstermektedir [13]. CuO NP'lere ait XRD spektrumda 31,5°, 39,5°, 45,4°, 47,3°, 56,3° ve 75,1°'de pikler meydana gelmiştir. Oluşan bu pikler sırasıyla (110), (111), (-112), (-202), (021) ve (222) düzlemlerinin kırınımlarına denk gelmektedir, bu durum CuO NP'lerin monoklinik kristalin yapıda olduğunu göstermektedir [14].

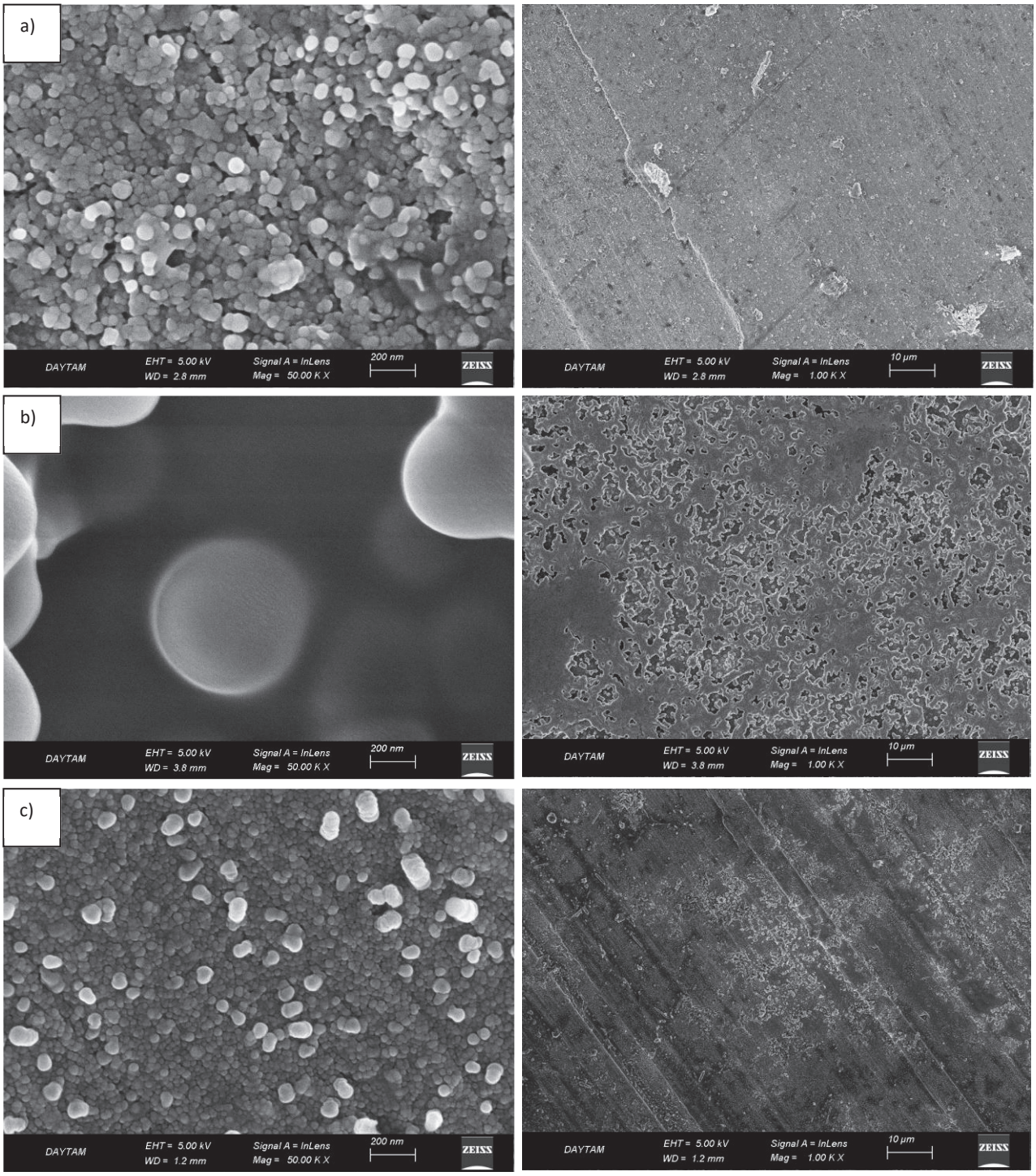


Şekil 1. Bitkisel özütlerle hazırlanan NP'lerin TEM görüntüleri: a) MÇ-Ag NP'ler, b) KB-Ag NP'ler, c) MÇ-CuO NP'ler



Şekil 2. XRD spektrumları

3.2.Kaplanan Yüzeylerin Karakterizasyon Sonuçları

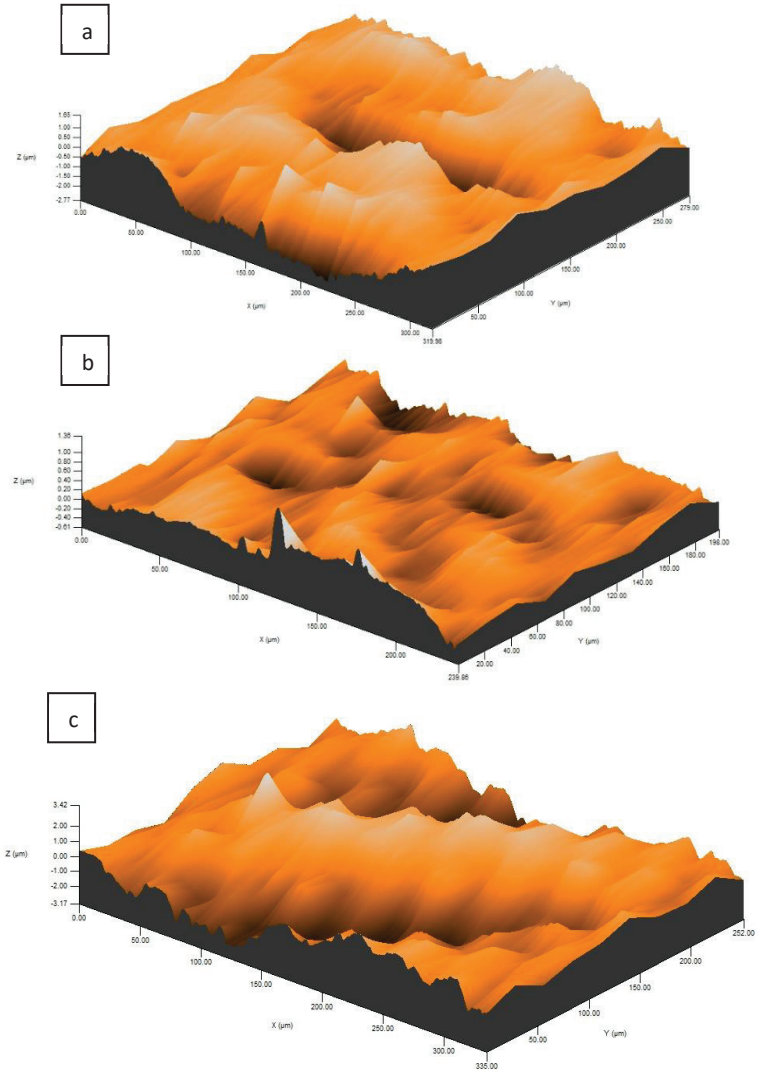


Şekil 3. Kaplanan yüzeylerin SEM görüntüleri: a) MÇ-Ag NP, b) KB-Ag NP ve c) MÇ-CuO NP

Şekil 3'te farklı bitki özleriyle sentezlenen Ag NP'ler ve CuO NP'ler ile püskürtme yoluyla kaplanmış SS316L'lerin yüzeylerinin SEM görüntüleri görülmektedir. Farklı bitki özlerinin kaplama morfolojisine etkisi belirleyebilmek için aynı büyütmelerde görseller incelenmiştir. Kaplama öncesinde Ag NP'lerin hepsi küresel morfolojide ancak farklı boyutlardaydılar. Şekil

3'teki SEM görüntüleri incelendiğinde Şekil 3.a'da bulunan MÇ-Ag NP'lerin küresel morfolojide ve partikül formunu koruduğu görülmektedir. Daha küçük büyütmedeki görüntüsünde CNC kesme işleminden kaynaklanan kesme çizgisi belirgin bir şekilde görülmektedir. Yüzeyin tamamen NP'ler ile kaplandığı görülmektedir. Şekil 3.b'de verilen KB-Ag NP'lerin görüntüsünde, TEM görüntüsüyle uyumlu olarak NP boyutunun diğer NP'lere göre daha büyük olduğu görülmektir, keçiboynuzu matrisinin NP'lerin çevresini sardığı NP'lerin küresel oluşumunu zorlaştırdığı görülmektedir. Şekil 3.c'de verilen MÇ-CuO NP'lerle yapılmış yüzey kaplamalarına ait görüntüler incelendiğinde, NP'lerin küresel formunu koruduğu, homojen bir şekilde yüzeyde dağıldığı görülmektedir. CuO NP'ler TEM görüntüleriyle uyumlu olarak MÇ-Ag NP'lerle benzer morfolojide ve nispeten yüksek partikül boyutlarındadır.

Şekil 4'te kaplanan yüzeylerin profilometre ile elde edilmiş 3 boyutlu yüzey görüntüsü verilmiştir. Görsellerde gözlemlenen siyah bölgeler en derin bölgeleri, beyaz bölgeler ise en yüksek bölgeleri temsil etmektedir. Yüzeydeki derin bölgeler CNC kesme işleminden kaynaklanan kesme çizgileridir. Görüntülerde SEM görüntüleriyle uyumlu olarak en az pürüzlülüğe sahip numune KB-Ag NP'lerle kaplanan yüzey olduğu görülmektedir. Bu durum keçiboynuzu matrisinin NP'lerin küresel oluşumunu baskılamasından kaynaklandığı öngörülmektedir.



Şekil 4. 3 boyutlu yüzey görüntüleri: a) MÇ-Ag NP, b) KB-Ag NP ve c) MÇ-CuO NP

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, farklı bitkisel özlerle hazırlanmış Ag NP'ler ve aynı bitki özü kullanılarak hazırlanmış Ag NP'ler ve CuO NP'lerin kaplama morfolojisine etkisi incelenmiştir. Ultrasonik ses dalgası destekli yöntemle başarılı şekilde sentezlenen NP'ler SS316L yüzeyine püskürtme kaplama tekniği ile başarılı şekilde kaplanmıştır. Kaplama sonrası elde edilen görüntülerde, solüsyon içerisindeki özelliklerini kaplanmış yüzeyde de sergiledikleri görülmüştür. Farklı bitki özlerinin kaplama morfolojisini belirgin şekilde etkilerken, aynı bitki özü ile hazırlanan farklı NP'lerin özelliklerini etkilemediği görülmüştür.

Referanslar

1. 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.
2. B. Bhushan, Introduction to Nanotechnology, Springer Handb. Nanotechnol. (2010) 1–13. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02525-9_1.
3. M.C. Roco, Nanoparticles and Nanotechnology Research, J. Nanoparticle Res. 1 (1999) 1–6. https://doi.org/10.1023/A:1010093308079.
4. I. Das, S.A. Ansari, Nanomaterials in science and technology, J. Sci. Ind. Res. (India). 68 (2009) 657–667.
5. Y. Ohara, K. Akazawa, K. Shibata, T. Hirota, Y. Kodama, T. Amemiya, J. Wang, T. Yamaguchi, Seed-mediated gold nanoparticle synthesis via photochemical reaction of benzoquinone, Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp. 586 (2020) 124209. https://doi.org/10.1016/J.COLSURFA.2019.124209.
6. V. Uskoković, G. Abuna, P. Ferreira, V.M. Wu, L. Gower, F.C.P. Pires-de-Souza, R.M. Murata, M.A.C. Sinhoreti, S. Geraldeli, Synthesis and characterization of nanoparticulate niobium- and zinc-doped bioglass-ceramic/chitosan hybrids for dental applications, J. Sol-Gel Sci. Technol. 2021 972. 97 (2021) 245–258. https://doi.org/10.1007/S10971-020-05442-5.
7. O. Galant, H.B. Donmez, C. Barner-Kowollik, C.E. Diesendruck, Flow Photochemistry for Single-Chain Polymer Nanoparticle Synthesis, Angew. Chemie. 133 (2021) 2070–2074. https://doi.org/10.1002/ANGE.202010429.
8. S. Loganathan, M.S. Shivakumar, S. Karthi, S.S. Nathan, K. Selvam, Metal oxide nanoparticle synthesis (ZnO-NPs) of Knoxia sumatrensis (Retz.) DC. Aqueous leaf extract and It's evaluation of their antioxidant, anti-proliferative and larvicidal activities, Toxicol. Reports. 8 (2021) 64–72. https://doi.org/10.1016/J.TOXREP.2020.12.018.
9. E. Gharibshahi, Simulation, synthesis and optical properties of cadmium telluride (CdTe) semiconductor nanoparticles, Solid State Commun. 320 (2020) 114009. https://doi.org/10.1016/J.SSC.2020.114009.
10. F. Fang, M. Li, J. Zhang, C.-S. Lee, Different Strategies for Organic Nanoparticle Preparation in Biomedicine, ACS Mater. Lett. 2 (2020) 531–549. https://doi.org/10.1021/ACSMATERIALSLETT.0C00078.
11. M.L. Verma, B.S. Dhanya, Sukriti, V. Rani, M. Thakur, J. Jeslin, R. Kushwaha, Carbohydrate and protein based biopolymeric nanoparticles: Current status and biotechnological applications, Int. J. Biol. Macromol. 154 (2020) 390–412. https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2020.03.105.
12. A. Tuantranont, Nanomaterials for Sensing Applications: Introduction and Perspective,

(2012) 1–16. https://doi.org/10.1007/5346_2012_41.
13. A. Rana, K. Yadav, S. Jagadevan, A comprehensive review on green synthesis of nature-inspired metal nanoparticles: Mechanism, application and toxicity, J. Clean. Prod. 272 (2020) 122880. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122880.
14. G. Karabulut, N. Beköz Üllen, S. Karakuş, C. Toruntay, Enhancing antibacterial and anticorrosive properties of 316L stainless steel with nanocoating of copper oxide nanoparticles, Mater. Chem. Phys. 308 (2023) 128265. https://doi.org/10.1016/J.MATCHEMPHYS.2023.128265.