PROCEEDING BOOK

MUNZUR 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

TUNCELİ
9 - 11 HAZİRAN 2023

MUNZUR 5. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ



MUNZUR
5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 9-11, 2023 – TUNCELI

ISBN : 978-625-6393-79-0
Academy Global Publishing House

MUNZUR 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 9- 11, 2023
TUNCELI

Edited By
ASSOC. PROF. DR. YELİZ ÇAKIR SAHİLLİ

CONFERENCE ORGANIZING BOARD
Head of Organizing Board: *Dr Gültekin Gürçay*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Naile Bilgili*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Ali Bilgili*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Başak Hanedan*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Hülya Çiçek Kanbur*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Həcər Hüseynova*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Dwi Solisworo*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Dody Hartando*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Raihan Yusoph*
Organizing Committee Member: *Assoc. Prof. Dr. Ivaylo Staykov*
Organizing Committee Member: *Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade*
Organizing Committee Member: *Dr. Mehdi Meskini Heydarlou*
Organizing Committee Member: *Assist. Prof. Dr. K. R. Padma*
Organizing Committee Member: *Aynurə Əliyeva*
Organizing Committee Member: *Amaneh Manafidizaji*

All rights of this book belong to Academy Global Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.
Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.
Academy Global–2022 ©

Issued: 30.06.2023
ISBN: 978-625-6393-79-0

CONFERENCE ID

MUNZUR 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE

JUNE 9- 11, 2023
TUNCELI

ORGANIIZATION

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

EVALUATION PROCESS

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

PARTICIPATING COUNTRIES

Turkey –Azerbaijan –Tunisia - India. – Egypt – Romania - Iran. – Thailand - Czech Republic – Pakistan - China, - United Kingdom – Naples – Italy – Portugal – Italy – Japan - Spain. – Ireland – Belarus -

PRESENTATION

Oral presentation

PERCENTAGE OF PARTICIPATION

45 % from Turkey and 55 % from other Countries

LANGUAGES

Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

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. Bülent KURTİŞOĞLU – 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. Erkan EFILTI - Kyrgyzstan
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
Assist. Prof. Dr. Hilal ARSLANOGLU ISIK - Turkiye
Assist. Prof. Dr. Özlem ERDEM - Turkiye
Aynurə Əliyeva - Azerbaijan
Sonali MALHOTRA - India

MUNZUR
5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JUNE 9 - 11, 2023 - TUNCELI

Bildiri Sunumları / Presentation Session – 2
Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

11 Haziran/ 11 June 2023 /11:00-13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Doç. Dr. Ali ARSLANTAŞ	1	THE INTERACTION ACTIVITY OF NICKEL (II) PHTHALOCYANINE COMPOUND HAVING PHENOXY-3-METHOXYBENZOIC ACID WITH DNA	Doç. Dr. Ali ARSLANTAŞ Prof. Dr. Mehmet Salih AĞIRTAŞ
		2	METOPROLOLUN GLUTARDIALDEHIT-DEMIR(III) OKSITLE MODIFIYE EDILMIŞ CAMSI KARBON ELEKTROTLA VOLTAMETRIK TAYINI	Dr.Öğr.Üyesi Berna KOÇAK
		3	BAZI TİYOBARBİTÜRİK ASİT LİGANDLARININ MOLEKÜLER VE KRİSTALOGRAFİK İNCELENMESİ	BÜŞRA EMEKTAR RESUL SEVİNÇEK
		4	MOLECULAR AND CRYSTAL STRUCTURE STUDIES OF A NEW VINYLALENE COMPOUND	Sibel Gökalp Doç. Dr. Muhittin Aygün
		5	FARKLI BİTKİ ÖZLERİYLE SENTEZLENEN GÜMÜŞ NANOPARTİKÜLLERİN 316L YÜZEYİNDE KAPLAMA MORFOLOJİLERİNİN İNCELENMESİ	Arş. Gör. Gizem KARABULUT Doç. Dr. Nuray BEKÖZ ÜLLEN
		6	BAKIR KATKISI İLE DEMİR ESASLI ÇELİK KÖPÜĞÜN YAPISININ VE BASMA DAYANIM ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ	Arş. Gör. Gizem KARABULUT Doç. Dr. Nuray BEKÖZ ÜLLEN

FARKLI BİTKİ ÖZLERİYLE SENTEZLENEN GÜMÜŞ NANOPARTİKÜLLERİN 316L YÜZEYİNDE KAPLAMA MORFOLOJİLERİNİN İNCELENMESİ

Arş. Gör. Gizem KARABULUT

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, ORCID:0000-0003-0930-5380

Doç. Dr. Nuray BEKÖZ ÜLLEN

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, ORCID:0000-0003-2705-2559

ÖZET

316L paslanmaz çelik (SS316L), yüksek mekanik özellikler, işlenebilirlik ve ısıl işlem kabiliyetinin yanı sıra kolay bulunabilirliği ve uygun maliyetli olması nedeniyle implant malzemesi olarak sıklıkla tercih edilen bir östenitik paslanmaz çeliktir. Ancak metalik malzemelerin yüzeyine bakteri tutunumu, büyümesi oldukça kolaydır ve daha sonra önlenemez sorunlara yol açmaktadır. Son yıllarda, gümüş nanopartiküller (Ag NP'ler) implant malzemelerinin yüzeyinde bakteri tutunumunu azaltmak için kaplama malzemesi olarak yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu çalışmada, Ag NP'ler farklı bitki özleri kullanılarak biyomedikal uygulamalar için uyumlu ultrasonik ses dalgası destekli biyolojik yöntemle sentezlenmiş ve ardından damlatma yoluyla SS316L yüzeyine kaplanmıştır. Sentezlenen Ag NP'ler geçirimli elektron mikroskobu (TEM), X-ışını kırınımı (XRD) ve X-ışını fotospektroskopisi (XPS) yoluyla, kaplanan yüzeyler de taramalı elektron mikroskobu (SEM), yüzey pürüzlülük cihazı ve profilometre ile karakterize edilmiştir. Maça çayı, maca turp kökü ve keçiboynuzu zamkı özütleri kullanılarak sentezlenen Ag NP'ler solüsyon içerisinde küresel şekilli ve kaplama sonrası farklı morfolojiler göstermiştir. NP'lerin matrisinin kaplama morfolojisini doğrudan etkilediği görüşmüştür.

Anahtar Kelimeler : nanoteknoloji, yüzey kaplama, biyomalzeme, yeşil kimya.

1. GİRİŞ

316L paslanmaz çelik (SS316L) biyomalzeme uygulamalarında uygun maliyeti ve yüksek mekanik özellikleri nedeniyle sıklıkla tercih edilen bir östenitik paslanmaz çelik türüdür [1,2]. İçeriğinde bulunan ağ.% 17-19 Ni ve 2,25-3% Mo nedeniyle gelişmiş korozyon dayanımı sergiler [1]. Ayrıca yapısında ağ.% 0,03'ten daha az C içeriği nedeniyle de yapıda krom karbür oluşma olasılığı azaltılarak korozyon dayanımı özelliği daha da arttırılmıştır [3]. SS316L, γ-yüzey merkezli kübik yapıda olup yüksek tokluk özelliğinin yanı sıra ısıl işlem ile sertleştirilebilmesi, işlenebilirliği ve manyetik olmamaları nedeniyle de biyomedikal uygulamalarda tercih edilirler [1–3]. Ancak, bu özelliklerinin yanı sıra metalik biyomalzemeler genel olarak biyoinert davranış sergiler, yüzeyleri bakteri tutunumuna yatkındır ve vücut sıvılarıyla temas sonrasında özellikle Cl^- içeriği nedeniyle korozyona uğrayarak metal iyonları

salınımı gerçekleşebilir [4,5]. Yüzey kaplama yöntemi bahsi geçen özellikleri geliştirmek amacıyla kolay, uygun maliyetli ve etkilidir [6].

Son yıllarda nanomalzemeler ile metalik biyomalzemelerin yüzeylerinin kaplanarak yüzey özelliklerinin geliştirilmesi üzerine yaygın çalışmalar bulunmaktadır [7–11]. Bu uygulamalarda nanopartiküller (NP'ler) yüksek özgül yüzey alanı sayesinde yüzeylere gelişmiş özellikler kazandırırlar. Özellikle, gümüş nanopartiküller (Ag NP'ler) benzersiz antipatojenik özelliklerinin yanı sıra gelişmiş fizikokimyasal, biyolojik, elektriksel iletkenlik ve katalitik özellikleri sebebiyle metalik yüzeylerin kaplanmasında dikkat çekmektedirler [12,13]. Ag NP'lerin kullanım noktalarını etkileyen en önemli etmenlerden birisi üretim şeklidir. Özellikle biyomedikal uygulamalarda kullanılacak Ag NP'lerin uygun yollar ile sentezlenmiş olması önemlidir. 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 biyolojik yöntemle NP sentezi yaygın olarak çalışılmaktadır.

Bu çalışmada, literatürden farklı olarak farklı bitki özleri ile sentezlenen Ag NP'lerin SS316L altlık üzerinde kaplama sonrası morfolojilerinin incelenmesi yapılmıştır. Ag NP'ler maça çayı, maca turp kökü ve keçiboynuzu zamkı özütleri kullanılarak ultrasonik ses dalgası destekli biyolojik yöntemle sentezlenmiş ve geçirimli elektron mikroskobu (TEM), X-ışını kırınımı (XRD) ve X-ışını fotospektroskopisi (XPS) yöntemleriyle incelenmiştir. Maça çayı, yaygın olarak Çin ve Japonya'da yetiştirilen bir yeşil çay türü olup özel yetiştirilme teknikleri nedeniyle antioksidan içeriği oldukça yüksek olan bir çay türüdür [18]. Maca turp kökü, tıbbi bitki olarak bilinen birçok sağlık sorununun tedavisi için önerilen bir bitki türüdür [19,20]. Keçiboynuzu zamkı doğal bir polimer olup biyouyumluluğu ve koyulaştırıcı özelliklerinden

dolayı ilaç ve gıda sektörleri başta olmak üzere çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır [21,22]. Ardından sentezlenen Ag NP'ler SS316L yüzeyine damlatma yoluyla kaplanmıştır. Kaplanan yüzeyler taramalı elektron mikroskobu (SEM), yüzey pürüzlülük cihazı ve profilometre ile incelenmiştir. Literatürde ilk kez karşılaştırmalı olarak SS316L yüzeyinde farklı bitki özleri kullanılarak sentezlenmiş Ag NP'lerin morfolojik olarak incelenmesi gerçekleştirilmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Malzemeler

Farklı bitki özütleri kullanılarak hazırlanan Ag NP'lerin sentezinde maça çayı (*Camellia sinensis),* maca turp kökü *(Lepidium meyenii)* ve keçiboynuzu zamkı *(Ceratonia siliqua* L.) özütü kullanılmıştır. Maça çayı ve maca turp kökü tozu Arifoğlu firmasından, keçiboynuzu zamkı Meysüt Gıda ve Makina San. ve Tic. Ltd. Şti. firmasından temin edilmiştir. 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. Farklı bitki özlerinin hazırlanması ve Ag NP'lerin sentezlenmesi

Deneysel çalışmalarda, ilk olarak bitkisel kaynaklardan özütler hazırlanmış daha sonra Ag NP'lerin sentezi gerçekleştirilmiştir. Özütlerin hazırlanması adımında maça çayı tozu, maca turp kökü ve keçiboynuzu zamkı tozlarından 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. Farklı bitkisel özütler ile Ag NP'lerin sentezi adımında ise 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 ve maca turp kökü özütlerinden 50 mL alınarak içerilerine 1 mL NaOH çözeltisi ve 100 mL $AgNO_3$ çözeltisi eklenmiş ve karıştırılmıştır. Ardından 30 dakika %30 genlikte sonikasyon işlemi uygulanmıştır. Keçiboynuzu zamkı özütünden Ag NP'lerin sentezinde 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. Sonikasyon işlemlerinden sonra hazırlanan Ag NP'lerin çözeltileri filtrelenerek daha sonra deneylerde kullanılmak üzere steril bir kaba alınmıştır. Maça çayı, maca turp kökü ve keçiboynuzu zamkı özütlerinden hazırlanan Ag NP'ler sırasıyla MÇ-Ag NP, MT-Ag NP ve KB-Ag NP olarak kodlanmıştır.

2.3. Kaplanmış numunelerin hazırlanması

Bu çalışmada altlık malzemesi olarak SS316L paslanmaz çelik kullanılmıştır. Bar formunda temin edilen SS316L parça, disk formunu elde etmek için CNC tezgahında 2 mm kalınlık ve 25 m çapta olacak şekilde dilimlenmiştir. Yüzeylerde bulunabilecek kirlilikleri gidermek amacıyla kaplama işlemine geçmeden önce ultrasonik banyo içerisinde etanol ve aseton içerisinde 10 dakika boyunca temizlenmiştir. Daha sonra etüvde kurutularak kaplama işlemine hazır hale getirilmiştir. Kaplama işlemi damlatma tekniği ile Pasteur pipeti

kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farklı bitkisel özlerle hazırlanan Ag NP solüsyonlarından 3 mL alınarak, altlık yüzeyinin tamamına uygulanmış ardından oda sıcaklığında 24 saat kurutulmuştur.

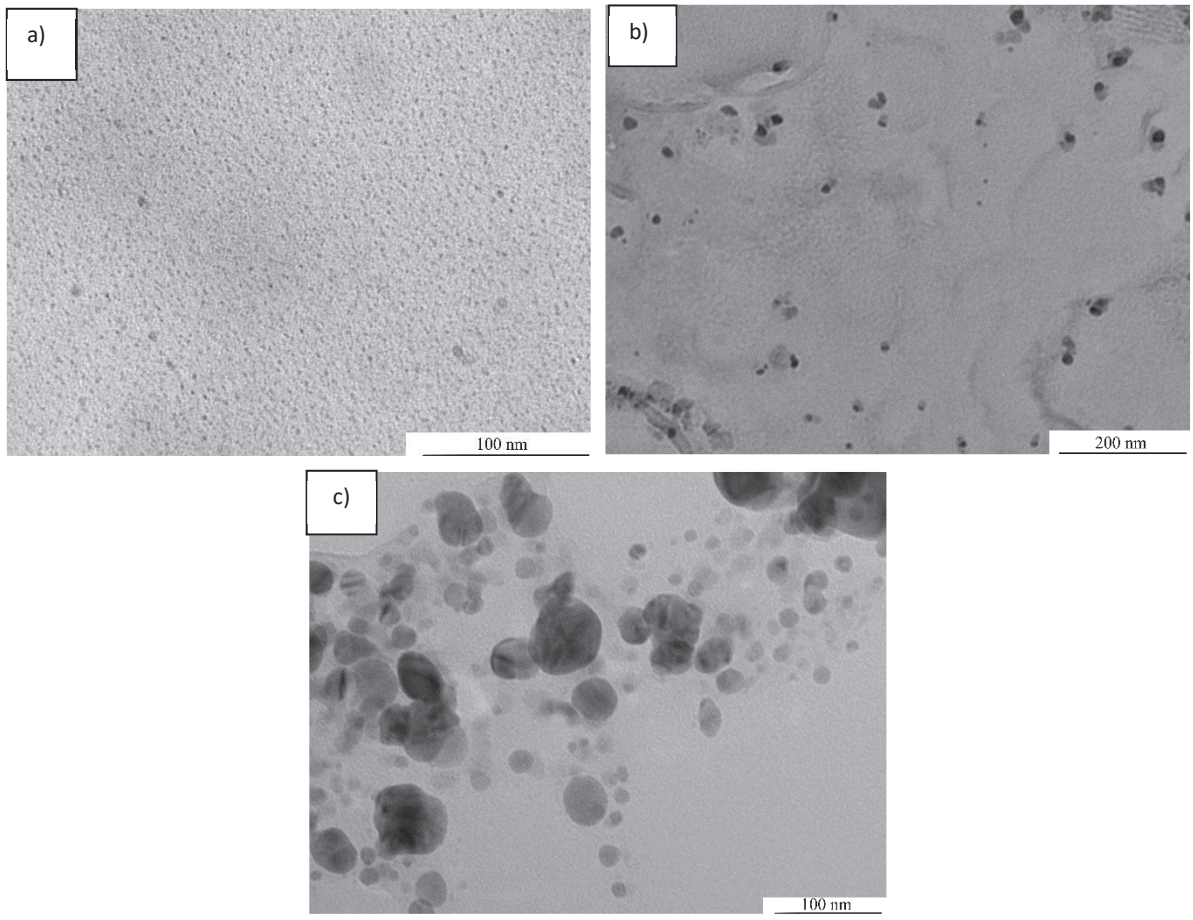
2.4. Karakterizasyon

Farklı bitki özleri ile sentezlenen Ag NP'ler TEM, XRD ve XPS yoluyla karakterize edilmiştir. Sentezlenen NP'lerin boyut ve şekillerinin incelenmesinde TEM analizi kullanılmıştır. TEM incelemeleri için Hitachi High Tech HT7700 cihazı kullanılmıştır. Ag NP'lerin kristalin yapısını incelemek için XRD analizi kullanılmıştır. XRD incelemeleri için Rigaku D/Max2200/PC cihazı ve Cu-Kα ışını ile 10° ile 80° arasında taramalar yapılmıştır. NP'lerin valans elektronlarının durumu ve elektron bağlanma enerjilerinin ölçümü XPS analizi ile incelenmiştir. XPS incelemeleri için Specs-Flex marka XPS cihazı kullanılmıştır. Hazırlanan Ag NP'ler ile kaplanan yüzeyler de taramalı elektron mikroskobu (SEM), yüzey pürüzlülük cihazı ve profilometre ile karakterize edilmiştir. Kaplanan yüzeylerde NP'lerin dağılımı, morfolojik farlılıkların incelenmesi ve boyutlarının analizi için SEM analizi kullanılmıştır. SEM analizleri Zeiss-Sigma 300 cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Farklı bitki özleriyle hazırlanan Ag NP'lerin yüzeylerdeki pürüzlülük değişimine etkisi Mitutoyo marka Surftest SJ-210 model cihazla incelenmiştir. Kaplanan yüzeylerde NP'lerin dağılımının 3 boyutlu olarak incelenmesi profilometre ile gerçekleştirilmiştir. İncelemeler Kla Tencor Stylus Profiler P7 cihazı ile yapılmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

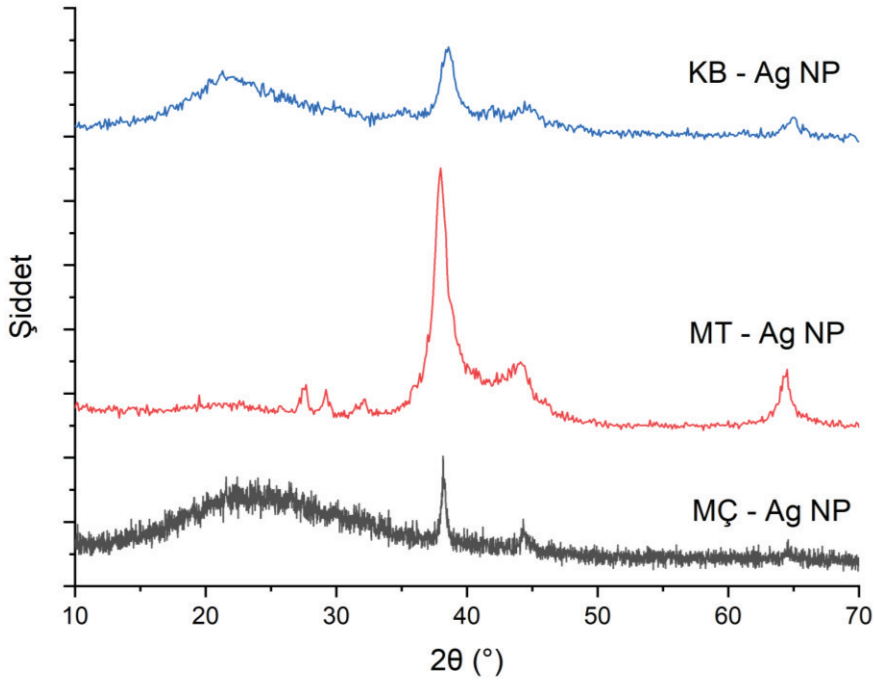
3.1. Farklı Bitkisel Özlerle Sentezlenen Ag NP'lerin Karakterizasyon Sonuçları

Literatürde bilindiği üzere farklı bitki özleri içeriğinde bulundurduğu organik ve inorganik bileşenler nedeniyle NP sentezinde farklı etkiler göstererek şekil, boyut gibi özelliklerinde de etkili olmaktadır [23]. **Görsel 1**'de farklı bitki özleriyle sentezlenmiş Ag NP'lerin TEM görüntüleri verilmiştir. **Görsel 1.a**'da MÇ-Ag NP'lerin küresel şekilli olduğu, değişken ancak dar bir boyut dağılımı ile 10 nm'den düşük boyutlara sahip olduğu görülmektedir. **Görsel 1.b**'de görülen MT-Ag NP'ler ise küresel şekle yakın, matris içerisine gömülü ve boyutlarının ortalama 47 nm olduğu görülmektedir. **Görsel 1.c**'de verilen KB-Ag NP'lerin 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.



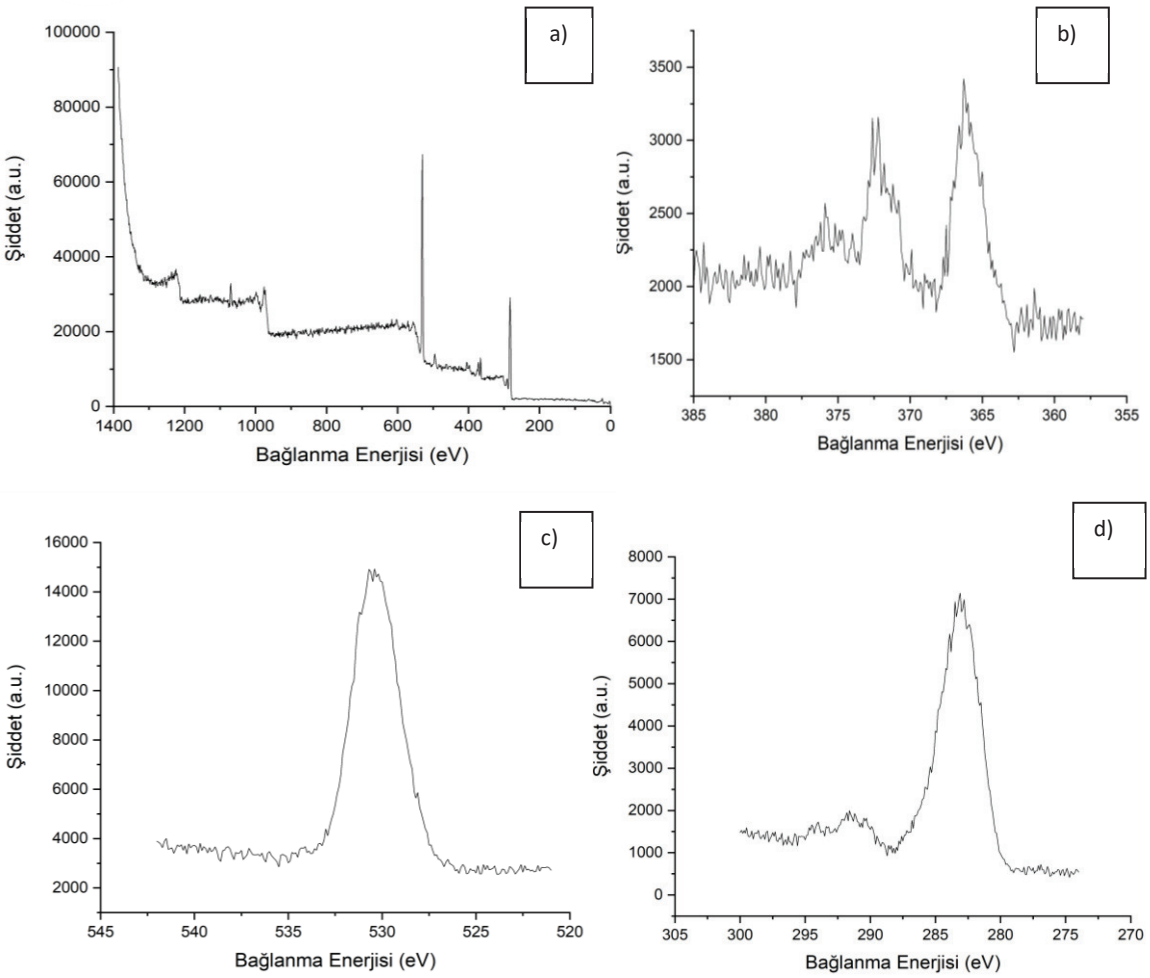
Görsel 1. a) MÇ-Ag NP'lerin, b) MT-Ag NP'lerin ve c) KB-Ag NP'lerin TEM görüntüleri

MÇ-Ag NP'ler, MT-Ag NP'ler ve KB-Ag NP'lerin kristalin yapısı XRD ile incelenmiştir. Farklı bitki özleri kullanılarak sentezlenen Ag NP'lerin XRD spektrumları **Görsel 2**'de verilmiştir. 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[11,24]. Spektrumlar 00–004–0783 numaralı JCPDS dosyası ile uyum göstermektedir. Karakterize edilen yapılarda gözlemlenen diğer pikler (örn. 2θ = 21,30°) bitki özlerinden kaynaklandığı literatürde de belirtilmiştir [25].

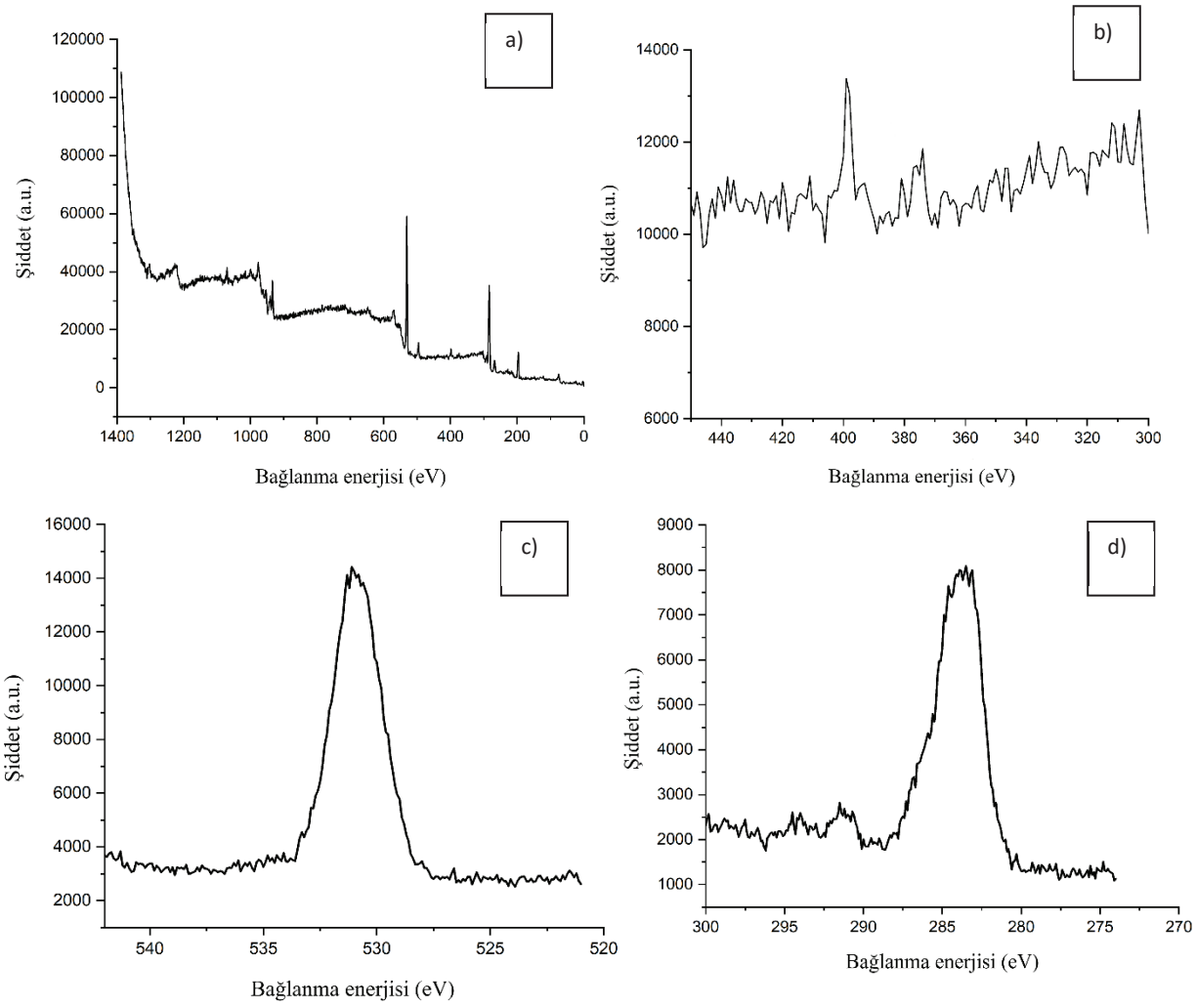


Görsel 2. Farklı bitki özleri kullanılarak sentezlenen Ag NP'lerin XRD spektrumları

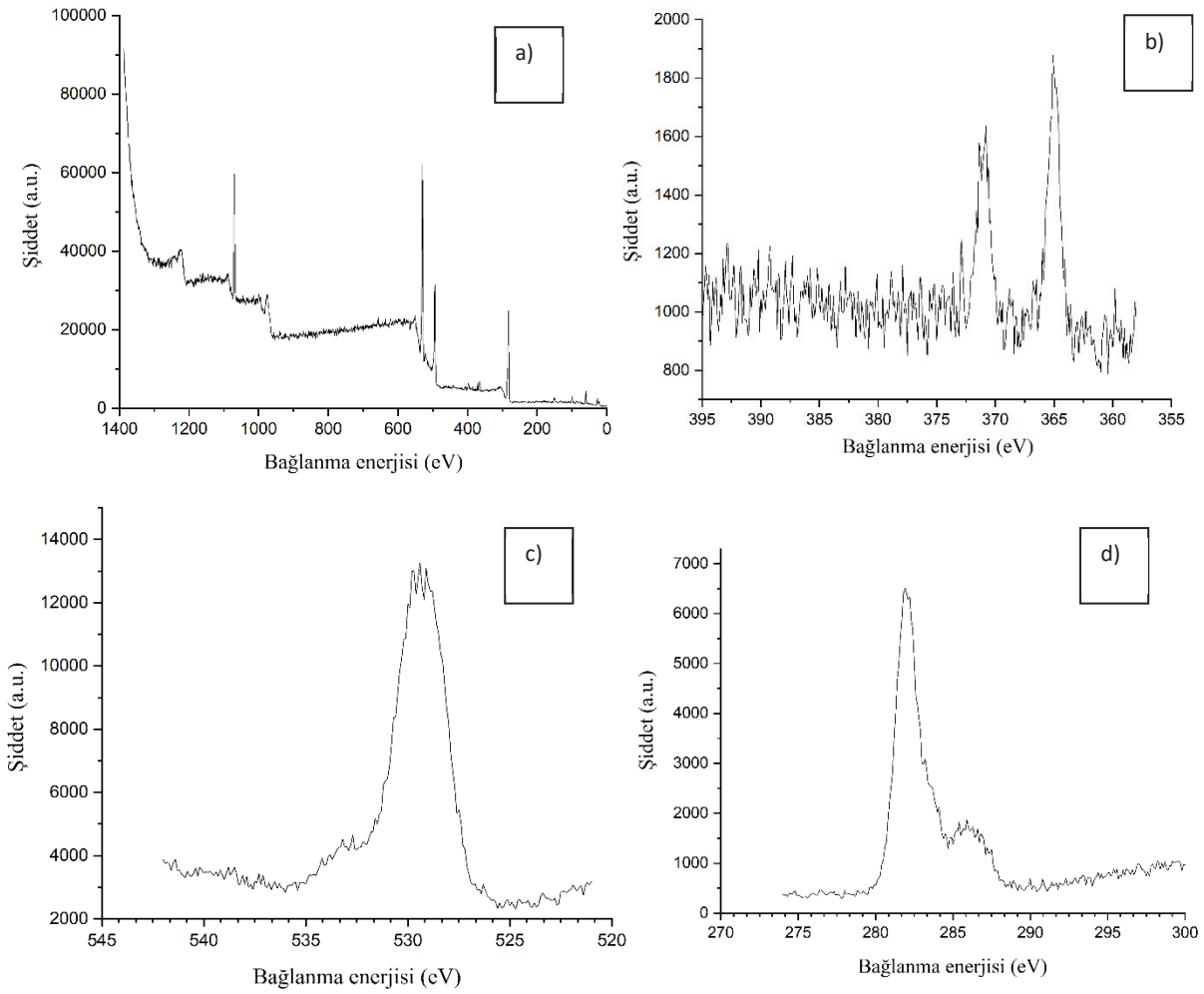
Sentezlenen Ag NP'lerin valans elektron durumları ve enerjileri XPS ile incelenmiştir. **Görsel 3**, **Görsel 4** ve **Görsel 5**'de sırasıyla MÇ-Ag NP'ler, MT-Ag NP'ler ve KB-Ag NP'lerin XPS analiz sonuçları verilmiştir. **Çizelge 1**'de elde edilen sonuçlar özet olarak sunulmuştur. Farklı bitki özleriyle sentezlenen Ag NP'lerin XPS analiz sonuçları incelendiğinde benzer değerlerde pikler gözlemlendiği görülmektedir [26]. Genel olarak yapılarda Ag'nin metalik yapıda olduğu literatürle de desteklenmektedir. Oksijen ve karbon içerikleri bitki özlerinde bulunan karboksil gibi fitokimyasal bileşiklerden kaynaklandığı bilinmektedir [27].



Görsel 3. MÇ-Ag NP'lerin XPS analiz sonuçları a) genel spektrum b) Ag_{3d}, c) O_{1s} ve d) C_{1s}



Görsel 4. MT-Ag NP'lerin XPS analiz sonuçları a) genel spektrum b) Ag_{3d}, c) O_{1s} ve d) C_{1s}



Görsel 5. KB-Ag NP'lerin XPS analiz sonuçları a) genel spektrum b) Ag_{3d}, c) O_{1s} ve d) C_{1s}

Çizelge 1. Farklı bitki özleriyle sentezlenen Ag NP'lerin Ag_{3d}, O_{1s} ve C_{1s}

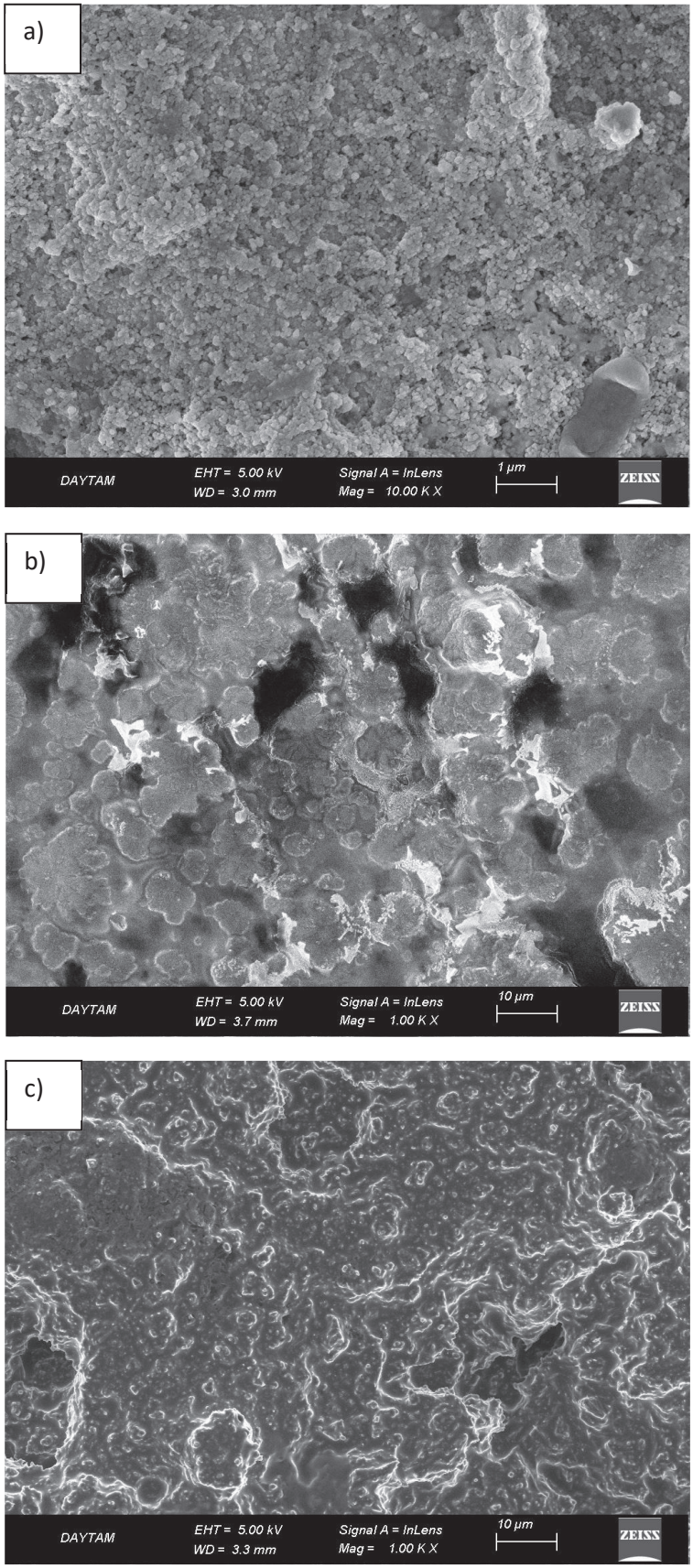
Çalışma	Gümüş		Karbon	Oksijen
	$Ag_{3d3/2}$ (eV)	$Ag_{3d5/2}$ (eV)	C_{1s} (eV)	O_{1s} (eV)
MÇ-Ag NP	372,20	366,30	283,10 291,50	530,40
MT-Ag NP	399,00	375,50	283,50	531,10
KB-Ag NP	370,80	365,10	281,90 285	530,00

3.2. Kaplanan Yüzeylerin Karakterizasyon Sonuçları

Görsel 6'da farklı bitki özleriyle sentezlenen Ag NP'lerle damlatma 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. Kaplama sonrasında kolloidal çözelti içerisinde su molekülleri kurutma esnasında uzaklaştırıldığı için bitki özlerinin morfolojik özellikleri nedeniyle farklı görüntüler oluşmuştur. **Görsel 6.a** 'da gözlemlenen MÇ-Ag NP'lerle kaplı yüzeyin görüntülerinde Ag NP'lerin küresel formunu koruduğu görülmektedir. NP'ler belirgin şekilde birbirlerinden ayrılmışlardır. Bazı bölgelerde aglomerasyon gözlemlenmektedir. **Görsel 6.b**'de gözlemlenen MT-Ag NP'lerle kaplı yüzeylerde ise Ag NP'lerin belirli bölgelerde kümelenme göstererek karnabahar görüntüsüne benzeyen katmanlı bir görünüm vardır ancak NP'ler belirgin şekilde küresel şekildedirler. **Görsel 6.c**'de ise keçiboynuzu zamkının Ag NP'leri sararak matris içerisine gömülü bir görünüme sebep olduğu görülmektedir. Buradan hareketle farklı bitki özlerinin kaplama morfolojisine etki ettiği söylenebilir. Sonuçlar literatür ile uyumludur [10].

Çizelge 2'de kaplama öncesi ve kaplama sonrası yüzeylerin ortalama yüzey pürüzlülük değerleri verilmiştir. Değerler incelendiğinde tüm numunelerde kaplama öncesi değerlerin daha yüksek olduğu, kaplama sonrası ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinin düştüğü gözlemlenmektedir. Buradaki ana neden, CNC ile kesme işlemi sonrasında SS316L altlık malzemelerinin yüzeyinde mikron düzeyinde çizikler bulunması ve kaplama malzemesinin nano boyutlu olmasıdır. Yüzey pürüzlülüğü, biyomalzeme uygulamaları için önemli bir parametredir. Literatürde 1-2 µm değerleri arasında yer alan yüzey pürüzlülük değerleri orta sınıf olarak belirtilmektedir [28]. Bu çalışmada elde edilen yüzeylerin ortalama yüzey pürüzlülük değerleri de orta sınıf grubuna karşılık gelmektedir.

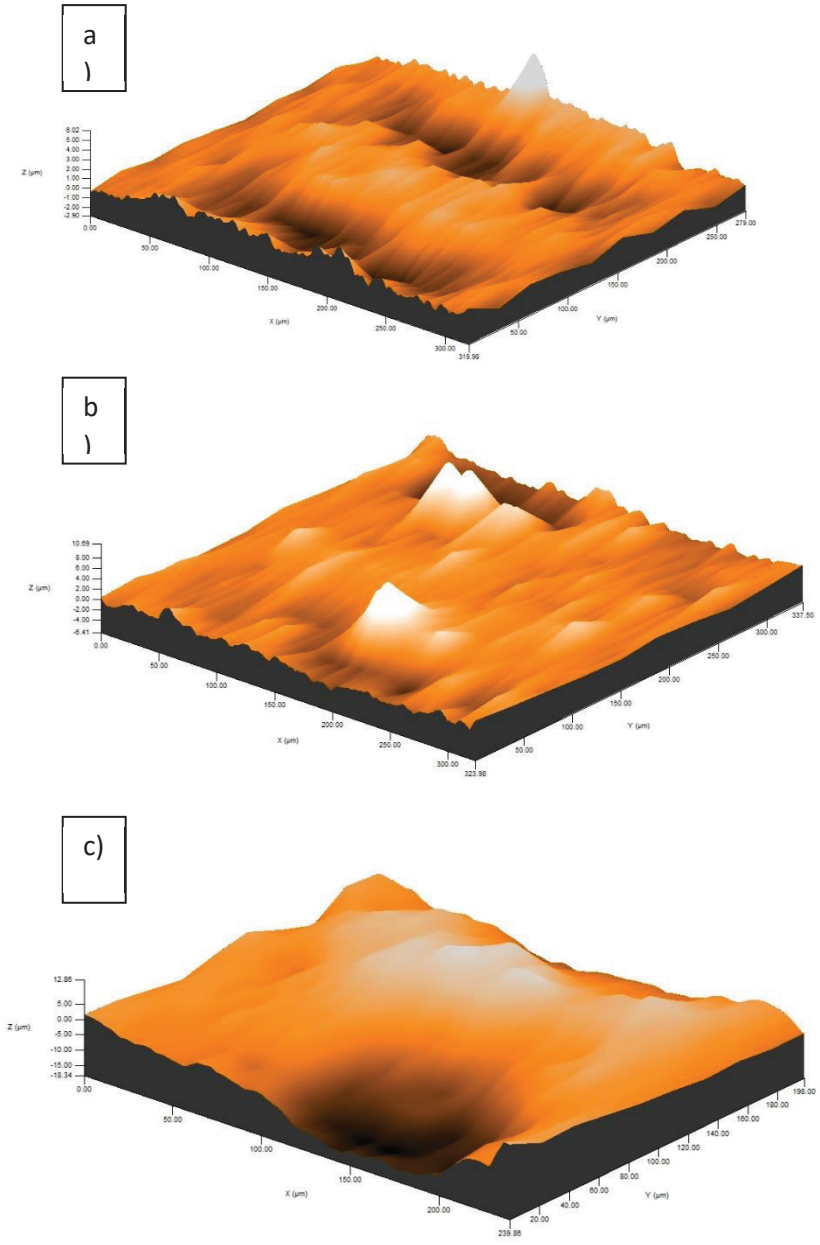
Görsel 7'de kaplanan yüzeylerin profilometre ile incelenmesi sonucunda elde edilen 3 boyutlu görselleri görülmektedir. Görsellerde siyah bölgeler en ince bölgeleri, beyaz bölgeler ise en kalın bölgeleri ifade etmektedir. Görsellere genel olarak bakıldığında KB-Ag NP'lerle kaplı numunelerin görüntülerinde daha pürüzsüz bir dağılım görünürken, en pürüzlü görüntü MÇ-Ag NP'lerle kaplı numunede görülmektedir. Bu sonuçlar SEM görüntüleriyle uyum içerisindedir. SEM görüntülerinde (**Görsel 6**) keçiboynuzu zamkının NP'leri matris içerisine alarak yüzeydeki pürüzü azalttığı görülmektedir.



Görsel 6. Kaplanmış yüzeylerin SEM görüntüleri a) MÇ-Ag NP, b) MT-Ag NP ve c) KB-Ag NP

Çizelge 2. Kaplamasız yüzeylerin ve Ag NP'lerle kaplanmış yüzeylerin yüzey pürüzlülük sonuçları

Numune	Kaplamasız Değer (Ra, µm)	Kaplamalı Değer (Ra, µm)
MÇ-Ag NP 316	1,431	1,321
MT-Ag NP 316	1,351	1,242
KB-Ag NP 316	1,281	1,023



Görsel 7. Kaplanan yüzeylerin 3 boyutlu görüntüleri a) MÇ-Ag NP, b) MT-Ag NP ve c) KB-Ag NP

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, maça çayı, maca turp kökü ve keçiboynuzu zamkı özleri kullanılarak farklı bitki özleriyle Ag NP'ler başarılı şekilde sentezlenmiştir. Sentezlenen Ag NP'ler SS316L yüzeyine damlatma tekniği kullanılarak kaplanmış ve kaplanan yüzeyler karakterize edilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda kolloidal çözelti içerisinde NP'lerin küresel şekilli olduğu ancak farklı boyutlarda olduğu görülmüştür. Kaplama sonrası yüzeylerde NP'lerin küresel şekillerini koruduğu ancak matris yapılarının değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak yapılan çalışma ile farklı bitki özlerinin NP'lerin boyut özelliklerini ve kaplama morfolojisini etkilediği belirlenmiştir. Kaplama malzemelerinin başarılı şekilde yüzeyleri modifiye ettiği ve ileri kaplama teknikleri kullanılarak daha iyi yüzey özellikleri elde edilebileceği öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Hanawa, T. Overview of metals and applications, Met. Biomed. Devices. 3–29, 2019. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102666-3.00001-8.

[2] Wilson, J. Metallic biomaterials, Fundam. Biomater. Met. 1–33, 2018. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102205-4.00001-5.

[3] Ivanova, E. P., Bazaka, K., Crawford, R.J., Metallic biomaterials: types and advanced applications, New Funct. Biomater. Med. Healthc. 121–147, 2014. https://doi.org/10.1533/9781782422662.121.

[4] Kumar, P., Duraipandy, N., Manikantan Syamala, K., Rajendran, N., Antibacterial effects, biocompatibility and electrochemical behavior of zinc incorporated niobium oxide coating on 316L SS for biomedical applications, Appl. Surf. Sci. 427, 1166–1181, 2018. https://doi.org/10.1016/J.APSUSC.2017.08.221.

[5] Kumar, M., Kumar, R. Kumar, S. Coatings on orthopedic implants to overcome present problems and challenges: A focused review, Mater. Today Proc., 45, 5269–5276, 2021. https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2021.01.831.

[6] Garcia-Lobato, M.A., Mtz-Enriquez, A.I., Garcia, C.R., Velazquez-Manzanares, M., Avalos-Belmontes, F., Ramos-Gonzalez, R., Garcia-Cerda, L.A., Corrosion resistance and in vitro bioactivity of dense and porous titania coatings deposited on 316L SS by spraying method, Appl. Surf. Sci. 484, 975–980, 2019. https://doi.org/10.1016/J.APSUSC.2019.04.108.

[7] Karakuş, S., Albayrak, İ. Beköz Üllen, N., Insel, M.A., Kilislioğlu, A., Preparation, characterization and evaluation of a novel CMC/Chitosan-α-Fe2O3 nanoparticles-coated 17–4 PH stainless-steel foam, Polym. Bull. 79, 4133–4151, 2022. https://doi.org/10.1007/S00289-021-03700-2.

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

[9] Ionita, D., Grecu, M., Ungureanu, C., Demetrescu, I., Modifying the TiAlZr biomaterial surface with coating, for a better anticorrosive and antibacterial performance, Appl.

Surf. Sci. 257, 9164–9168, 2011. https://doi.org/10.1016/J.APSUSC.2011.05.125.

[10] Jeeva Jothi, K. Balachandran, S., Palanivelu, K., Synergistic combination of Phyllanthus niruri / silver nanoparticles for anticorrosive application, Mater. Chem. Phys. 279, 125794, 2022. https://doi.org/10.1016/J.MATCHEMPHYS.2022.125794.

[11] Aminatun, Furqon, I. A., Hikmawati, D., Abdullah, C.A.C., Antibacterial Properties of Silver Nanoparticle (AgNPs) on Stainless Steel 316L, Nanomedicine Res. J., 6, 117–127, 2021. https://doi.org/10.22034/NMRJ.2021.02.004.

[12] Al-Sheddi, E.S., Farshori, N.N., Al-Oqail, M.M., Al-Massarani, S.M., Saquib, Q. Wahab, R., Musarrat, J., Al-Khedhairy, A.A., Siddiqui, M.A., Anticancer potential of green synthesized silver nanoparticles using extract of nepeta deflersiana against human cervical cancer cells (HeLA), Bioinorg. Chem. Appl. Nov, 9390784, 2018. https://doi.org/10.1155/2018/9390784.

[13] Santhosh, A., Theertha, V., Prakash, P., Smitha Chandran, S., From waste to a value added product: Green synthesis of silver nanoparticles from onion peels together with its diverse applications, Mater. Today Proc., 46, 4460–4463, 2021. https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2020.09.680.

[14] Rana, A., Yadav, K., Jagadevan, S., A comprehensive review on green synthesis of nature-inspired metal nanoparticles: Mechanism, application and toxicity, J. Clean. Prod. 272, 122880, 2022. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122880.

[15] Anees Ahmad, S., Sachi Das, S., Khatoon, A., Tahir Ansari, M., Afzal, M., Saquib Hasnain, M., Kumar Nayak, A., Bactericidal activity of silver nanoparticles: A mechanistic review, Mater. Sci. Energy Technol., 3, 756–769, 2020 . https://doi.org/10.1016/j.mset.2020.09.002.

[16] Habibullah, G., Viktorova, J., Ruml, T., Current Strategies for Noble Metal Nanoparticle Synthesis, Nanoscale Res. Lett., 161, 16, 1–12, 2021. https://doi.org/10.1186/S11671-021-03480-8.

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

[18] Kochman, J., Jakubczyk, K., Antoniewicz, J., Mruk, H., Janda, K., Health Benefits and Chemical Composition of Matcha Green Tea: A Review, Mol. 26, 85, 2020. https://doi.org/10.3390/MOLECULES26010085.

[19] Ibrahim, R.M., Elmasry, G.F., Refaey, R.H., El-Shiekh, R.A., Lepidium meyenii (Maca) Roots: UPLC-HRMS, Molecular Docking, and Molecular Dynamics, ACS Omega.,(2022). https://doi.org/10.1021/ACSOMEGA.2C01342

[20] Bokelmann, J.M., Maca (Lepidium meyenii): Root, Med. Herbs Prim. Care., 489–493, 2022. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-84676-9.00060-X.

[21] Mumtaz Hamdani, A. Ahmed Wani, I., Guar and Locust bean gum: Composition, total phenolic content, antioxidant and antinutritional characterisation, Bioact. Carbohydrates Diet. Fibre., 11, 53–59, 2017. https://doi.org/10.1016/J.BCDF.2017.07.004.

[22] Perestrelo, A.R., Grenha, A., Rosa Da Costa, A.M., Belo, J.A., Locust bean gum as an

alternative polymeric coating for embryonic stem cell culture, Mater. Sci. Eng. C., 40, 336–344, 2014. https://doi.org/10.1016/J.MSEC.2014.04.022.

[23] Restrepo, C.V., Villa, C.C., Synthesis of silver nanoparticles, influence of capping agents, and dependence on size and shape: A review, Environ. Nanotechnology, Monit. Manag., 15, 100428, 2021. https://doi.org/10.1016/J.ENMM.2021.100428.

[24] Gomathi, M., Rajkumar, P.V., Prakasam, A., Ravichandran, K., Green synthesis of silver nanoparticles using Datura stramonium leaf extract and assessment of their antibacterial activity, Resour. Technol., 3, 280–284, 2017. https://doi.org/10.1016/J.REFFIT.2016.12.005.

[25] Hossain, M.A., Paul, B., Khan, K.A., Paul, M., Mamun, M.A., Quayum, M.E., Green synthesis and characterization of silver nanoparticles by using Bryophyllum pinnatum and the evaluation of its power generation activities on bio-electrochemical cell, Mater. Chem. Phys., 282, 125943, 2022. https://doi.org/10.1016/J.MATCHEMPHYS.2022.125943.

[26] Mohamedkhair, A.K., Drmosh, Q.A., Yamani, Z.H., Silver Nanoparticle-Decorated Tin Oxide Thin Films: Synthesis, Characterization, and Hydrogen Gas Sensing, Front. Mater., 6, 188, 2019. https://doi.org/10.3389/FMATS.2019.00188/BIBTEX.

[27] Manjamadha, V.P., Muthukumar, K., Ultrasound assisted green synthesis of silver nanoparticles using weed plant, Bioprocess Biosyst. Eng., 39, 401–411, 2016. https://doi.org/10.1007/S00449-015-1523-3.

[28] Albrektsson, T., Wennerberg, A., Oral implant surfaces: Part 1--review focusing on topographic and chemical properties of different surfaces and in vivo responses to them, Int. J. Prosthodont., 17, 536–543, 2004.