

***Hypericum triquetrifolium* Turra Bitkisinden Gümüş Nanopartiküllerin Sentezi, Karakterizasyonu ve Antimikrobiyal Etkinliğinin İncelenmesi**

Adil UMAZ^{1*}, Adil KOÇ², Mehmet Fırat BARAN³, Cumali KESKİN⁴, Mehmet Nuri ATALAR⁵

ÖZET: Bu çalışmada, biyolojik yöntemle *Hypericum triquetrifolium* Turra bitkisi kullanılarak gümüş nanopartiküller (AgNP) sentezlendi. Sentezlenen gümüş nanopartiküller (AgNP) Fourier Transform İnfrared Spektroskopisi (FT-IR), Ultraviyole/Görünür Işık Absorpsiyon Spektrofotometresi (UV-vis), X-Işını Kırınımı (XRD), Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM), Enerji Dağılımlı X-ışını (EDAX) ve Termogravimetrik-Difarensiyel Termal Analiz (TGA-DTA) gibi spektroskopik yöntemler kullanılarak aydınlatıldı. Sentezlenen gümüş nanopartiküllerin mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Hypericum triquetrifolium* Turra, AgNP, SEM-EDX ve XRD

Investigation of Antimicrobial Activity and Characterization, Synthesis of Silver Nanoparticles from *Hypericum triquetrifolium* Turra Plant

ABSTRACT: In this study, silver nanoparticles (AgNP) were synthesized using the biological method *Hypericum triquetrifolium* Turra. The synthesized silver nanoparticles (AgNP) were illuminated using spectroscopic methods such as Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR), Ultraviolet/visible light absorption spectrophotometer (UV-vis), X-ray diffraction (XRD), Scanning electron microscopy (SEM), Energy-dispersive X-ray (EDAX) and Thermogravimetric-Diferential thermal analysis (TGA-DTA). The antimicrobial activities of synthesized silver nanoparticles on microorganisms were investigated.

Keywords: *Hypericum triquetrifolium* Turra, AgNP, SEM-EDX and XRD

¹ Adil UMAZ (Orcid ID: 0000-0003-2438-5454), Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Mardin-Türkiye

² Adil KOÇ (Orcid ID: 0000-0001-5254-7401), İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Malatya-Türkiye

³ Mehmet Fırat BARAN (Orcid ID: 0000-0001-8133-6670), Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Mardin-Türkiye

⁴ Cumali KESKİN (Orcid ID: 0000-0003-3758-0654), Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, Mardin-Türkiye

⁵ Mehmet Nuri ATALAR (Orcid ID: 0000-0003-2993-2605), Iğdır Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyokimya Bölümü, Iğdır-Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Adil UMAZ, e-mail: adilumaz@gmail.com

GİRİŞ

Nanoteknoloji, insan hayatının her alanında etkili olan ve hızla gelişen bir alandır (Khan ve ark., 2018). Nanopartiküller 0.1 nm ile 100 nm arasında değişen boyutlara verilen genel bir isimdir (Nadaroglu ve ark., 2017). Son yıllarda nano boyuttaki malzemelerin sentezi ve karakterizasyonu, biyomedikal alanındaki uygulamaları, farmakoloji, ilaç taşıyıcı maddeler, optik özellikleri, kirlilik giderici ve antimikrobiyal aktivite gibi özelliklerinden dolayı birçok araştırmacının bu alanda çalışmaya teşvik etmiştir. Bu bağlamda, araştırmacılar nano boyutlu metalik malzemelerin sentezi için çeşitli yöntemler uygulamışlardır. Bunlar fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerdir (Saravanakumar ve ark., 2018).

Nanopartiküllerin sentezinde kullanılan fiziksel ve kimyasal yöntemler yüksek enerji, basınç, maliyetli, ve toksik kimyasalların kullanımından dolayı biyolojik yöntem daha çok tercih edilmektedir (Patil ve ark., 2018). Biyolojik kaynaklı yapılan sentezin uygun maliyet, çevre dostu, büyük ölçekte yapılabilirlik ve yüksek basınç, enerji, sıcaklık ve toksik kimyasallar kullanmaya gerek olmaksızın kimyasal ve fiziksel yöntemlere göre avantaj sağlamaktadır (Arumai Selvan ve ark., 2018). Gümüş nanopartiküller (AgNP), yüksek elektriksel iletkenlik, kimyasal kararlılık, katalitik ve antimikrobiyal gibi eşsiz özelliklere sahiptirler. AgNP'lerin bu özellikleri, boyutlarından, şekillerinden ve yüzey morfolojisinden kaynaklanmaktadır (Dehvari ve Ghahghaei, 2018).

Biyolojik yöntemle yapılan sentezde, bakteriler, mantarlar, algler ve çeşitli bitkilerin farklı kaynaklarından yararlanılmaktadır. (Nanda ve ark., 2018). Hypericaceae familyasına ait *Hypericum* türleri pek çok bilimsel çalışmada antioksidan, antiseptik, yatıştırıcı, antikolinesteraz, sitotoksik, antigenotoksik ve antimikrobiyal özellikleri için kullanılmıştır.

Hypericum triquetrifolium Turra. (HT) son zamanlarda polifenoller, hiperosid, kersetin, kersitrin, klorojenik asit, rutin, kaempferol ve flavonoidler gibi çeşitli biyolojik aktif bileşiklerin kaynağı olarak oldukça fazla bilimsel dikkat çekmektedir (Couladis ve ark., 2002; Pistelli ve ark., 2005; Conforti ve ark., 2007; Keskin, 2015; Keskin ve ark., 2017). Bu çalışmada gümüş nanopartiküllerin *Hypericum triquetrifolium* Turra bitki özütünden yararlanılarak nano parçacıklar sentezlendi. Ayrıca elde edilen gümüş nanopartiküllerin mikrodilüsyon yöntemiyle Gram pozitif, Gram negatif ve mantarlar üzerinde antimikrobiyal aktiviteleri minimum inhibisyon konsantrasyon yöntemiyle (MİK) incelendi. Sentezlenen AgNP'ler UV-vis, FT-IR, SEM-EDX, TGA-DTA ve XRD ile karakterizasyonu yapıldı. Bu çalışmada enerji gerektirmeden, kısa sürede reaksiyonun gerçekleşmesi ve en önemlisi herhangi bir toksik madde kullanmadan reaksiyonun gerçekleşmesi gibi avantajlara sahiptir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bitki Örneklerinin Toplanması

Çalışmada kullanılan bitki örnekleri Temmuz-Ağustos 2018 ayları arasında bitkinin çiçeklenme döneminde Mardin Artuklu Üniversitesi Kampus alanı (37° 20' 0695'' K, (40° 38' 2359'' D, yükseklik 961 m) içerisinde toplandı. Bitkiye ait örnekler Mardin Artuklu Üniversitesi Herbaryumunda (C.KESKİN 2018-10), saklandı. Bitki materyallerinin taksonomik teşhisi aynı kurumdan Dr. Cumali Keskin tarafından doğrulandı. Çalışmada bitkinin toprak üstü organları kullanıldı.

Kullanılan Kimyasal Malzemeler

Gümüş nanopartikül oluşumu için analitik saflıkta AgNO₃ tuzu (Merck, CAS No. 7761-88-8, EC Number 231-853-9) kullanıldı. Antimikrobiyal aktivite için vancomisin (CAS 1404-93-9—Calbiochem), colistin (CAS No:

1264-72-8) ve frukanazol (CAS N86386-73-4) antibiyotikleri ticari olarak temin edildi.

Bitki Özütünün Hazırlanması

Bitki materyali toz ve diğer kalıntılardan arındırmak için önce çeşme suyla yıkandı daha sonra bu işlem saf su ile tekrar edildi. Bitki materyali hava akımı olan bir alanda oda sıcaklığında 25 ± 2 °C'de kurutuldu. Bitki materyalinden 5 gr tartılarak öğütücü yardımı ile toz haline getirildi. Öğütülüp toz haline getirilmiş materyalin üzerine 100 mL saf su ilave edildi ve 60 dakika süre ile kaynamaya bırakıldı. Özütleme işlemi bittikten sonra elde edilen özüt oda sıcaklığına kadar soğutulmaya bırakıldı. Daha sonra, Whatman No.1 filtre kâğıdı kullanılarak katı kısımlar süzüldü. Elde edilen özüt deneysel çalışmada kullanılmaya hazır hale getirildi.

AgNP'lerin Sentezi

AgNP'leri sentezlemek için, 500 ml, 1 mM sulu AgNO₃ çözeltisi hazırlandı. Önceden hazırlanan 50 ml bitki özütü ile 500 ml AgNO₃ bir reaksiyon kabına konuldu. Ag⁺ iyonlarının Ag⁰ indirgenmesi UV spektrofotometresi ile açık renkli karışımın koyu kahverengiye doğru değişimi gözlenerek maksimum absorbans 20 dakika sonunda 453.91 nm'de UV spektroskopisinde ölçülmüştür. Elde edilen koyu renkli solüsyon santrifüj (7.000 rpm, 10 dk) edildi. Üst sıvı kısmı uzaklaştırıldı ve kalan katı kısmı yedi defa distile su ile yıkama işlemi tekrarlandı. Elde edilen AgNP'ler 70 °C'de etüvde 48 saat bekletildikten sonra kurutularak cam baget ile öğütüldü ve karakterizasyon işlemlerinde kullanılmak üzere saklandı.

Karakterizasyon Teknikleri

Sentezlenmiş gümüş nanoparçacıkların (AgNP) UV spektrumları (UV-1601 220V SHIMADZU) spektrofotometresinde (350-800) dalga boyu aralığında ölçüldü. AgNP'lerin boyut ve morfolojisini taramalı elektron mikroskobu EVO 40 LEQ kullanıldı. Gümüş

nanoparçacıklarının kristal yapıları RadB-DMAX II bilgisayar kontrollü X-ışını kırınım difraktometresi Rigaku ile $8^\circ \leq 2\theta \leq 78^\circ$ aralığında analiz edildi. SEM-enerji dağılımlı X-ışını (EDX) spektroskopisi lement kompozisyonunu AgNP'lerin varlığını doğrulamak için kullanıldı. FTIR analizi Perkin elmer ATR-FTIR ile 4000-400 cm⁻¹ aralığında bitki özütünün hangi fonksiyonel grupların indirgemede rol aldığı tespit edilmiştir. Termal gravimetrik analizler sabit ısıtma hızında (Shimadzu TGA-50) nitrojen gazı atmosferi altında 25 °C dak⁻¹ (25°C-900°C) azot gazı atmosferi altında AgNP'lerin bozunma sıcaklıkları farklı aralıklarda incelendi.

AgNP'lerin Antimikrobiyal Aktivitesi

AgNP'lerin Minimum inhibitör konsantrasyonu (MİK), Gram pozitif *S.aureus* ATCC 29213 ve Gram negatif *E.coli* ATCC 25922 bakterilere karşı ve mantar için *C.albicans* suşları 24 saat inkübasyona bırakıldı. Antimikrobiyal aktivite için minimum inhibe edici konsantrasyon (MİK) yöntemi ile yapıldı (Patil ve ark., 2018).

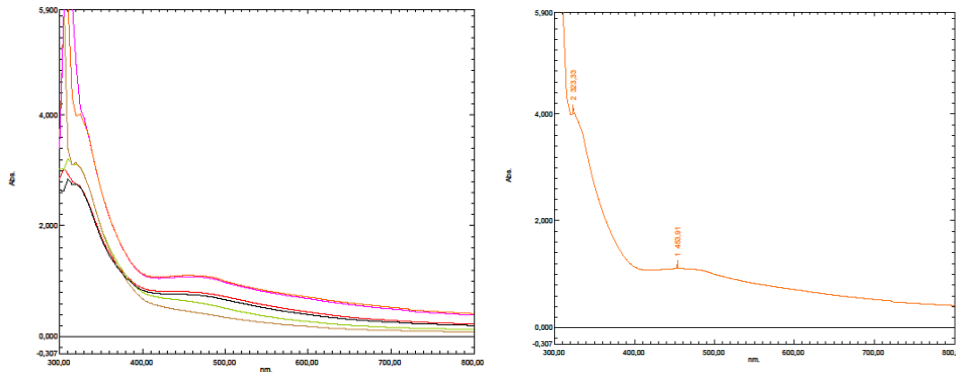
Mikro dilüsyon yöntemi ile yürütülen uygulamalarda 96'lı mikroparka kuyucuklarına önceden hazırlanan besiyeri eklendi. Önceden belirlenen konsantrasyonlarda bir seri dilüsyon yapıldı. AgNP'leri suda çözüldükten sonra ilave edildi. Daha sonra 0.5 McFarland'a göre ayarlanan mikroorganizma çözeltilerinden belirli miktarda eklenip 37 °C 24 saatte inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrasında üremenin olmadığı en düşük konsantrasyon MİK değeri olarak belirlendi (Abinaya ve ark., 2018; Nadaroglu ve ark., 2017).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Önceden hazırlanan 1 Mm AgNO₃ çözeltisiyle *Hypericum triquetrifolium* bitki ekstraktı 4/1 oranında bir reaksiyon kabına oda koşullarında bırakıldı. UV-vis spektrofotometresi ile farklı zamanlarda 5, 10,

15, 20, 25, 30, 35 ve 40 dk'larda alınan numunelerle gümüş nanoparçacıklarının oluşumu renk değişimiyle gözlemlenmiştir. Sentezlenen AgNP'lere maksimum 453.91 nm'de maksimum plasmon rezonansı göstermiştir

(Şekil 1). Benzer şekilde, Alam ve ark. (2018), *Aloe vera* bitki ekstraktı kullanarak AgNP'leri sentezlemişlerdir ve maksimum plasmon rezonansını 418 nm'de belirlemişlerdir (Alam ve ark., 2018).



Şekil 1. a) UV-vis Spektrokopisinde AgNP'lerin Zamana Bağlı Oluşumu b) UV-vis Spektrofotometresinde Sentezlen AgNP'in Maksimum Absorbans Değeri

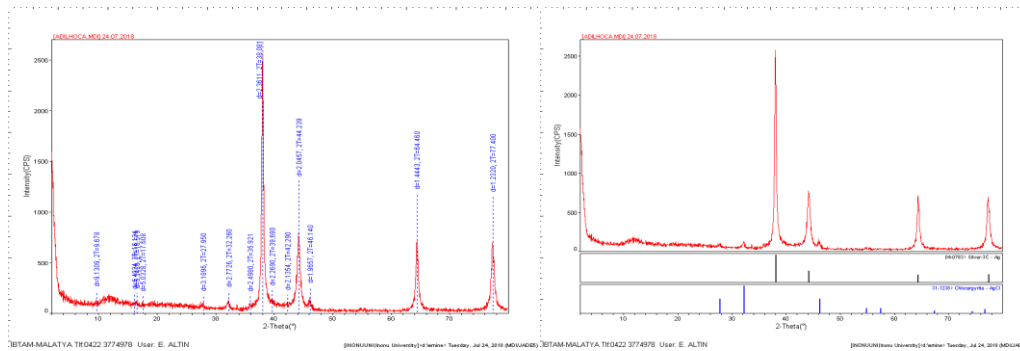
Bitkisel yolla sentezlenmiş AgNP'lerin XRD faz ve kristal yapı analizinin incelenmesi Şekil 1'de gösterilmektedir. Sentezlenen nanoparçacıkların küresel yapılarının (111), (200), (220) ve (311)'deki pik yansımaları XRD analizinde, 2θ değerine karşılık gelen (38.09° , 44.24° , 64.46° ve 77.40°) değerleri ile hesaplandı. Oluşan AgNP'lerin elementel (Ag^0) ve küresel kristal yapıda olduğu tespit edilmiştir. Debye-Scherrer eşitsizliği ile XRD verilerinin

hesaplaması Şekil 2'de görüldüğü gibi parçacık boyutunun 22.48 nm olduğu bulundu.

Debye-Scherrer's denkleminde; (Yasin ve ark., 2013)

$$D = K\lambda / (\beta \cos\theta)$$

Burada; D= Parçacığın boyutu (nm), K= Sabit (0.90), λ = Dalgaboyu X-ray (1.5406 oA), β = En yüksek pikin değerinin yarısı (FWHM), θ = Kırılma açısı olarak belirtilmiştir.

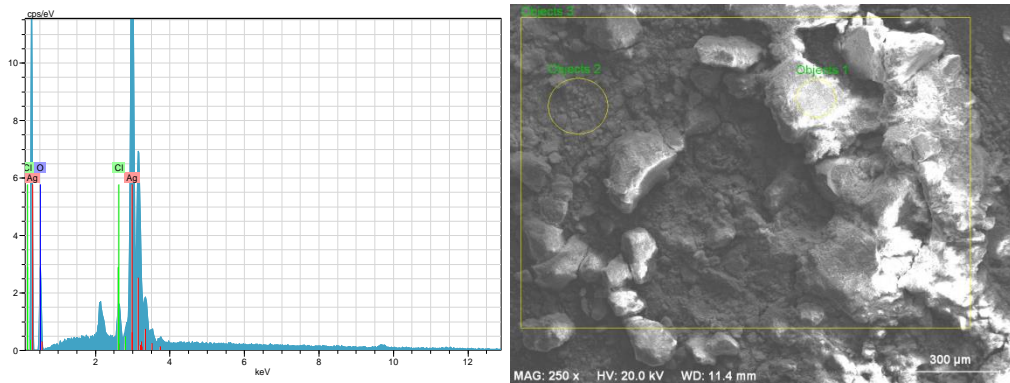


Şekil 2. Oda koşullarında *Hypericum triquetrifolium Turra* (Kantaron) bitkisi kullanılarak sentezlenen AgNP'lerin XRD kromotogramı

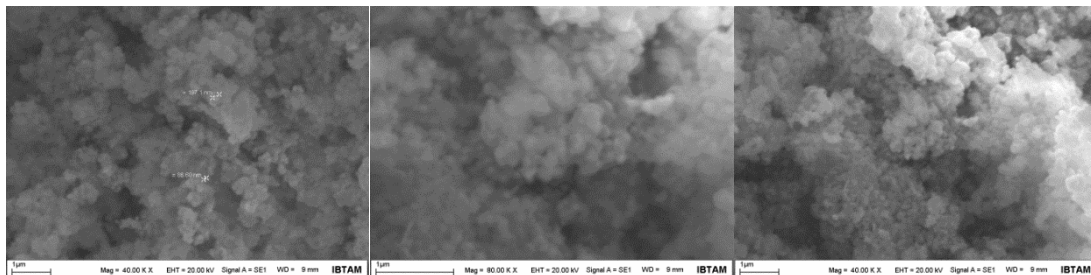
Yapılan bir çalışmada *Calotropis procera* çiçeğinden sentezlenen AgNP'lerin boyutunun 35 nm olduğunu bildirmişlerdir. (Babu ve Prabu, 2011). *Hypericum triquetrifolium* bitkisi özütünden elde edilen AgNP'lerin morfolojik özellikleri elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler 100 nm'nin altında olduğu ve nanoparçacıkların

küresel biçimde olduğu açıkça Şekil 4'de görülmektedir.

Daha önceki çalışmalarda *Picrasma quassioides* bitkisinden sentezledikleri gümüş nanopartiküllerin SEM analizi sonucu küresel biçimli yapıda oldukları rapor edildi. çalışmamızla karşılaştırıldığında sonuçların tutarlı olduğu görülmektedir (Swamy ve ark., 2015).



Şekil 3. AgNP'lerin EDX spektrumu



Şekil 4. Sentezlenen Gümüş Nanopartiküllerin SEM Analizlerinin Görüntüleri

EDAX sonuçlarına bakıldığında ise *Hypericum triquetrifolium* elde edilen AgNP'lerin metalik formda oldukları yani Ag^+ - Ag^0 indirgenimin olduğu görülmektedir. Bu verilere bakıldığında reaksiyonun gerçekleşmiştir.

Benzer çalışmalardaki *Fritillaria* çiçek bitkisinden elde edilen gümüş nanopartiküllerin EDAX Sonuçlar çalışmamızla örtüşmektedir (Hemmati ve ark., 2018).

FT-IR spektrumunun, *Hypericum triquetrifolium* özütünde var olan fonksiyonel grupların belirlenmesi ve sentez sonunda oluşan

AgNP'ler karşılaştırılarak reaksiyonun hangi fonksiyonel gruplar üzerinde gerçekleştiği hakkında bilgi vermektedir (Şekil 5).

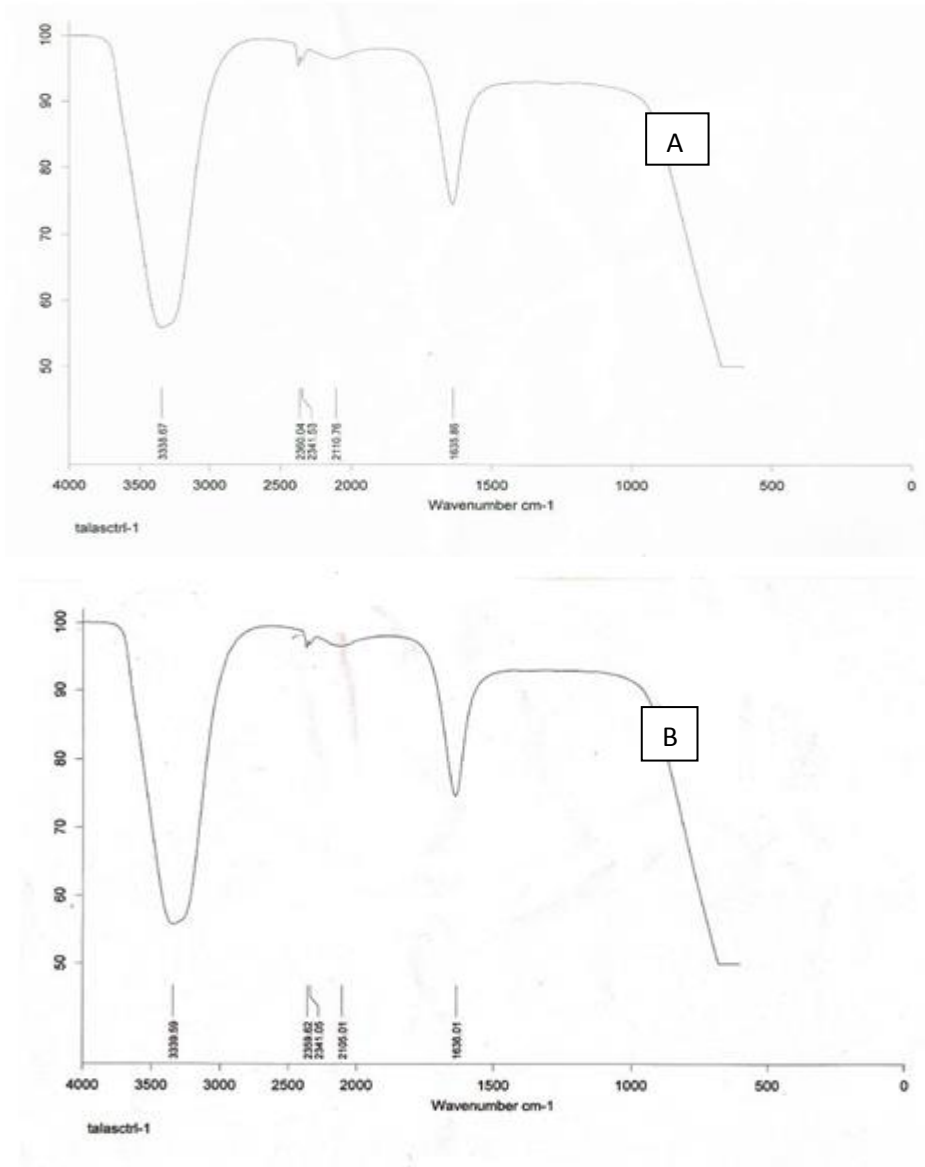
Hypericum Triquetrifolium Turra çiçeği özütü yüzeyinde bulunan ait $3338-3339\text{ cm}^{-1}$ deki yayvan pik $-OH$ fonksiyonel grubuna aittir. Yaklaşık olarak 1 cm^{-1} arası bir frekans kayması meydana gelmiştir. $2359-2360\text{ cm}^{-1}$ deki pik $C\equiv C$ ve $C\equiv N$ gruplarına aittir. $1635-1636\text{ cm}^{-1}$ pik $C=O$ ve $C=C$ fonksiyonel gruplarına aittir. Benzer bir çalışmada *Fritillaria* çiçeğinden elde edilen nanopartikülün $-OH$ ve $C=O$ fonksiyonel

grupları üzerinde gerçekleştiği belirtmişlerdir (Patra ve ark., 2016).

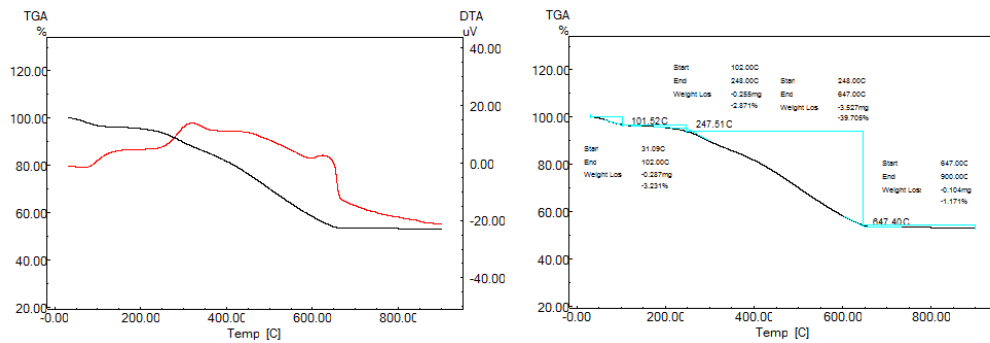
Biyolojik yolla sentezlenen gümüş nanopartikülleri 31-900 °C arasında TGA-DTA verileri 10 °C dak-1 ısıtma hızıyla N₂ (g) atmosferinde 20 mL dak⁻¹ akış hızıyla analizi yapıldı. TGA-DTA eğrisi, termal bozunmalardan dolayı örnek kütle kaybı göstermektedir (Baran, 2019)

TGA-DTA eğrisi Şekil 6. 31-101 °C de kütle kaybının nenden kaynaklandığı, 101-247

°C kütle kaybının hidratlaşmış sudan meydana geldiği 247-647 °C ise bitki özütünde var olan fitokimyasallardan meydana geldiği 647-900 °C de kütle kaybının ise nanopartikülün bozunmaya uğradığını göstermektedir. Çalışmamızda bulduğumuz sonuçlar neticesinde maddemizin 900 °C de bile dayanıklı olduğu Şekil 6'da da görülmektedir. Benzer çalışmalarda sonuçlarımız uyusmaktadır.



Şekil 5. a) *Hypericum Triquetrifolium Turra* çiçeği Özütünün FT-IR Spektrumu, b) Sentezlenen AgNP'lerin FT-IR Spektrumu



Şekil 6. *Hypericum Triquetrifolium Turra* çiçeği özütünden sentezlenen gümüş nanopartiküllerin TGA-DTA analiz sonucu

Bu çalışmada *Hypericum Triquetrifolium Turra* çiçeği özütü yaprağından elde edilen AgNP'lerin minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) metoduyla (Gunalan ve ark., 2012), antimikrobiyal etkisine bakılmıştır. Sentezlenen AgNP'lerin Gram negatif *E. coli* ATCC 25922 ve Gram pozitif *S. aureus* ATCC 29213 suşları üzerine antibakteriyel etkisi ve *C. albicans* üzerine de antifungal aktivitelere

bakılmıştır. Çalışmamızda AgNP, ve 1 mM gümüş nitrat'ın minimum inhibisyon konsantrasyonu değerlerine bakılmış ve karşılaştırılmıştır (Çizelge 1). *S. aureus* ATCC 29213, *E. coli* ATCC 25922 bakterileri ve *C. albicans* mayalarının etkilerini antibiyotiklere (frukazanol, vankomisin ve colistin) karşı sırasıyla 0.041, 0.662 ve 0.020 g mL⁻¹ sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Sentezlenen AgNP lerin MİK değerleri

Organizma	AgNP	Antibiyotik	Gümüş Nitrat
S. aureus ATCC29213	0.0414	0.500	0.5
E. coli ATCC25922	0.6625	0.125	1.0
C. albicans	0.0207	0.500	0.5

Elde edilen sonuçlarda AgNP'lerin gümüş nitrate oranla daha belirgin bir aktivite ortaya koyduğu Çizelge 1'de de görülmektedir. Benzer bir çalışmada sentezlenen Bitki kaynaklı AgNP'lerin *S. aureus* ATCC 29213 ve *E. coli* ATCC 25922 karşı güçlü bir antibakteriyel aktivite gösterdiğini rapor etmişlerdir (Shao ve ark., 2018).

SONUÇ

Bu çalışmada, *Hypericum Triquetrifolium Turra* bitkisi kullanılarak gümüş nanopartekülleri sentezlendi. Çevre dostu sentez yöntemi ısı, enerji, herhangi bir chaz gerekmeksizin ve doğaya zararlı kimyasal

kullanılmadan çok kısa sürede gümüş nanopartekülleri sentezlendi. Elde edilen gümüş nanoparteküller FT-IR, UV-vis, XRD, SEM-EDAX ve TGA-DTA cihazlarıyla karakterize edilmiştir. Çevre dostu sentez yöntemle sentezlenmiş gümüş nanopartiküller antimikrobiyal uygulamalara, biyosensör malzemelere, katalitik uygulamalara, kompozit fiberlere, kriyojenik süper iletken malzemelere, kozmetik ürünlere, ve elektronik bileşenlere dahil olmak üzere bir çok alanda kullanılarak yeni çalışma alanlarında uygulanabilir. Ayrıca biyolojik yolla sentezlenen gümüş nanoparteküllerin iyi bir antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı MAÜ.BAP.18.SHMYO.040 nolu proje ile destekleyen Mardin Artuklu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Birimi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Abinaya M, Vaseeharan B, Divya M, Sharmili A, Govindarajan M, Alharbi N. S, Benelli G. 2018. Bacterial Exopolysaccharide (EPS)-Coated ZnO Nanoparticles Showed High Antibiofilm Activity and Larvicidal Toxicity against Malaria and Zika virus Vectors. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 45: 93–103. doi:10.1016/j.jtemb.2017.10.002
- Alam M. T, Rauf M. A, Siddiqui G. A, Owais M, Naeem A. 2018. Green Synthesis of Silver Nanoparticles, Its Characterization, and Chaperone-Like Activity in The Aggregation Inhibition of α -Chymotrypsinogen A. *International Journal of Biological Macromolecules*, 120: 2381–2389. doi:10.1016/j.ijbiomac.2018.09.006
- Arumai Selvan D, Mahendiran D, Senthil Kumar R, Kalilur Rahiman A. 2018. Garlic, Green Tea and Turmeric Extracts-Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles: Phytochemical, Antioxidant and in Vitro Cytotoxicity Studies. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 180: 243–252. doi:10.1016/j.jphotobiol.2018.02.014
- Babu S. A, Prabu H. G. 2011. Synthesis of AgNPs Using The Extract of Calotropis Procera Flower at Room Temperature. *Materials Letters*, 65 (11): 1675–1677. doi:10.1016/j.matlet.2011.02.071
- Baran F. 2019. Synthesis, Characterization and Investigation of Antimicrobial Activity of Silver Nanoparticles From *Cydonia Oblonga* Leaf. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17 (2): 2583–2592.
- Dehviri M, Ghahghaei A. (2018). The Effect of Green Synthesis Silver Nanoparticles (AgNPs) From *Pulicaria Undulata* on the Amyloid Formation in α -Lactalbumin and the Chaperon Action of α -Casein. *International Journal of Biological Macromolecules*, 108: 1128–1139. doi:10.1016/j.ijbiomac.2017.12.040
- Gunalan S, Sivaraj R, Rajendran V. 2012. Green Synthesized ZnO Nanoparticles against Bacterial and Fungal Pathogens. *Progress in Natural Science: Materials International*, 22 (6): 693–700. doi:10.1016/j.pnsc.2012.11.015
- Hemmati S, Rashtiani A, Zangeneh M. M, Mohammadi P, Zangeneh A, Veisi H. 2019. Green Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles using *Fritillaria* Flower Extract and Their Antibacterial Activity Against some Human Pathogens. *Polyhedron*, 158: 8–14. doi:10.1016/j.poly.2018.10.049
- Khan Z. U. H, Khan A, Chen Y. M, Shah N. S, Khan A. U, Muhammad N, Wan P. 2018. Enhanced Antimicrobial, Anti-Oxidant Applications of Green Synthesized ANPs- An Acute Chronic Toxicity Study of Phenolic Azo Dyes & Study of Materials Surface using X-Ray Photoelectron Spectroscopy. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 180: 208–217. doi:10.1016/j.jphotobiol.2018.02.015

- Nadaroglu H, Cicek S, Gungor A. A. 2017. Removing Trypan Blue Dye using Nano-Zn Modified Luffa Sponge. *Spectrochimica Acta-Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 172: 2–8. doi:10.1016/j.saa.2016.08.052
- Nanda A, Nayak B. K, Krishnamoorthy M. 2018. Antimicrobial Properties Of Biogenic Silver Nanoparticles Synthesized from Phylloplane Fungus, *Aspergillus Tamarii*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 16: 225–228. doi:10.1016/j.cbab.2018.08.002
- Patil M. P, Singh R. D, Koli P. B, Patil K. T, Jagdale B. S, Tipare A. R, Kim G. Do. 2018. Antibacterial Potential Of Silver Nanoparticles Synthesized Using *Madhuca Longifolia* Flower Extract as a Green Resource. *Microbial Pathogenesis*, 121: 184–189. doi:10.1016/j.micpath.2018.05.040
- Patra J. K, Das G, Baek K. H. 2016. Phyto-Mediated Biosynthesis of Silver Nanoparticles using the Rind Extract of Watermelon (*Citrullus Lanatus*) under Photo-Catalyzed Condition and Investigation of Its Antibacterial, Anticandidal and Antioxidant Efficacy. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 161: 200–210. doi:10.1016/j.jphotobiol.2016.05.021
- Saravanakumar K, Chelliah R, Shanmugam S, Varukattu N. B, Oh D. H, Kathiresan K, Wang M. H. 2018. Green Synthesis and Characterization of Biologically Active Nanosilver from Seed Extract of *Gardenia Jasminoides* Ellis. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 185: 126–135. doi:10.1016/j.jphotobiol.2018.05.032
- Shao Y, Wu C, Wu T, Yuan C, Chen S, Ding T, Hu Y. 2018. Green Synthesis of Sodium Alginate-Silver Nanoparticles and Their Antibacterial Activity. *International Journal of Biological Macromolecules*, 111: 1281–1292. doi:10.1016/j.ijbiomac.2018.01.012
- Swamy M. K, Akhtar M. S, Mohanty S. K, Sinniah U. R. 2015. Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles using Fruit Extract of *Momordica Cymbalaria* and Assessment of Their in Vitro Antimicrobial, Antioxidant and Cytotoxicity Activities. *Spectrochimica Acta-Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 151: 939–944. doi:10.1016/j.saa.2015.07.009
- Wang M, Zhang W, Zheng X, Zhu P. 2017. Antibacterial and Catalytic Activities of Biosynthesized Silver Nanoparticles Prepared by using an Aqueous Extract of Green Coffee Bean as a Reducing Agent. *RSC Advances*, 7 (20): 12144–12149. doi:10.1039/c6ra27706c
- Yasin S, Liu L, Yao J. 2013. Biosynthesis of Silver Nanoparticles by Bamboo Leaves Extract and Their Antimicrobial Activity. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 1: 77–84. doi:10.3993/jfbi03201307