

## Muşmula (*Mespilus germanica* L.) Özütü Biyokatalizörlüğünde Gümüş Nanopartikül (AgNP) Sentezlenmesi ve Karakterizasyon Çalışmaları

Silver Nanoparticle (AgNP) Synthesis and Characterization Studies in Medlar (*Mespilus germanica* L.) Extract Biocatalyst



ANTALYA  
İL MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ

**Dilara DİLER<sup>1\*</sup>**

**Yıldız LEBLEBİCİER<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dumlupınar Bilim ve Sanat Merkezi, Afyonkarahisar / Türkiye

<sup>1</sup>Dumlupınar Science and Art Center, Afyonkarahisar / Turkey

\*dilaradiler2002@gmail.com

ORCID: 0000-0002-6662-9894

ORCID: 0000-0002-0553-4613

### MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFORMATION

**Geliş Tarihi / Date Received**

22.07.2019

**Kabul Tarihi / Date Accepted**

09.06.2020

**Yayın Tarihi / Date Published**

Temmuz / July 2020

**Yayın Sezonu / Pub Date Season**

Haziran - Aralık / June - December

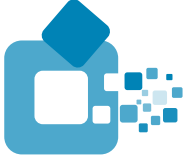
### ATIF / CITE as

Diler, D. ve Leblebicier, Y. (2020). "Muşmula (*Mespilus germanica* L.) Özütü Biyokatalizörlüğünde Gümüş Nanopartikül (AgNP) Sentezlenmesi ve Karakterizasyon Çalışmaları" / "Silver Nanoparticle (AgNP) Synthesis and Characterization Studies in Medlar (*Mespilus germanica* L.) Extract Biocatalyst". bilar: Bilim Armonisi Dergisi, 3 (1): 17-23. doi: 10.37215/bilar.595127.

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bilar>

Copyright © Published by Antalya İl Millî Eğitim Müdürlüğü Since 2018, Antalya, 07100 Turkey. All rights reserved.





## Muşmula (*Mespilus germanica* L.) Özütü Biyokatalizörlüğünde Gümüş Nanopartikül (AgNP) Sentezlenmesi ve Karakterizasyon Çalışmaları

Silver Nanoparticle (AgNP) Synthesis and Characterization Studies in Medlar (*Mespilus germanica* L.) Extract Biocatalyst



ANTALYA  
İL MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ

### ÖZET

Nanoteknolojinin başlıca ve en önemli ürünlerinden biri de metal nanopartikülleridir ve günümüzde tıp, biyoteknoloji, kimya sektörleri gibi birçok sektörde etkili olarak kullanılmaktadırlar. Ayrıca nanopartiküller nano tıp alanındaki çalışmalarda sıklıkla karşımıza çıkmaya başlamıştır. Gümüş nanopartiküller hem zehirsiz hem de yüksek derecede antibakteriyel özellik göstermesinden dolayı en çok tercih edilen antibakteriyel maddedir. Son yıllarda çevreye ve insan sağlığına zararlı yöntemler yerine yeşil kimya tercih edilmektedir.

Bu çalışmada: Ekonomik, doğa dostu anti-kanser ve antibakteriyel özelliklere sahip gümüş nanopartikül sentezlemek üzere yeşil kimya yöntemi kullanılmıştır. Gümüş nanopartiküllerinin muşmula (*Mespilus germanica* L.) özütü ile indirgenmesi sonucu sentezlenmesi hedeflenmiştir.

Yeşil kimya ile sentezlenen gümüş nanopartiküllerin (AgNP) UV-VIS, XRD, SEM, EDX ve Tane boyut analizleri yapılmıştır. Sentezlenen nanopartiküllerin ortalama boyutunun yaklaşık 100 nm ve %10' unun 100 nm nin altında olduğu, tanelerin küresel ve kübik şekle sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Gümüş nanopartikül, Nanoteknoloji, Biyosentez, Yeşil kimya, Muşmula.

### ABSTRACT

One of the main and most important products of nanotechnology is metal nanoparticle and they are used effectively in many sectors such as medicine, biotechnology and chemistry. In addition, nanoparticles have started to appear frequently in studies in the field of nano medicine. Silver nanoparticles are the most preferred antibacterial substance because they are both non-toxic and have a high degree of antibacterial properties. In recent years, green chemistry is preferred instead of methods, which are harmful to the environment and human health.

In this study: green chemistry method was used to synthesize silver nanoparticles which have economical, eco-friendly anti-cancer and antibacterial properties. It was aimed to synthesize the silver nanoparticles by reducing them with Medlar (*Mespilus germanica* L.) extract.

UV-VIS, XRD, SEM, EDX and particle size analyses of the silver nanoparticles (AgNP) synthesized through green chemistry were carried out. It was found that the average size of the synthesized nanoparticles was around 100 nm; 10% of the nanoparticles were below 100 nm and the particles were in the shape of a sphere and cube.

**Keywords:** Silver nanoparticle, Nanotechnology, Biosynthesis, Green chemistry, Medlar.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde teknoloji, sürekli boyutları küçültme ve olabildiğince hafifletme tarzında yeniliklerle karşımıza çıkmaktadır. Bu gelişmelerin temeli de nanoteknolojiye, malzemelerin özelliklerini iyileştirmeye yönelik çalışmaları olan bilim dalına, dayanmaktadır. Nanoteknolojinin başlıca ve en önemli ürünlerinden biri de nanopartiküllerdir. Nanopartiküller, boyutlarına göre sınıflandırılmaktadırlar. Boyutu 2500 nm'den büyük olan partiküller nanopartikül olarak sayılmayıp, onlara kaba partikül denilmektedir. Boyutu 100-2500 nm arasında değişen partiküller ise ince taneli partiküller olarak bilinirler fakat istenilen verime sahip değildirler. Ancak boyutu 1-100 nm arasında değişen nanopartiküller, hacimsel yapıları malzemelerden ve diğer boyuttaki nanopartiküllerden çok daha farklı ve üstün olarak kabul edilen özellikler sergilediklerinden yapılan çalışmalarda istenilen verime ulaşılmıştır ve günümüzde tıp, biyoteknoloji, kimya sektörleri gibi birçok sektörde etkili olarak kullanılmaktadırlar (Makinetek 2018).

Ayrıca nanopartiküllerin boyutları küçültüldükçe antibakteriyel özellik kazandıkları bilinmektedir (Shin ve Ye 2011). Antibakteriyel özelliğe sahip olan maddeler, bakteri enzimlerini etkisiz hale getirerek bakterilerin enzim reaksiyonlarını gerçekleştirmesini engeller ve yaşam ömürlerini kısaltırlar. Özellikle de gümüş, çinko, bakır, civa, titanyum gibi ağır metal iyonlar yüksek antibakteriyel aktiviteye sahiptirler. Gümüş iyonları hem zehirsiz hem de yüksek derecede antibakteriyel aktivite göstermesinden dolayı en çok tercih edilen antibakteriyel maddedir ve gümüşün etkin antibakteriyel özelliği uzun zamandır bilinmektedir.

Nanopartikül elde etmek için şu ana kadar birçok yöntem denenmiştir. Kimyasal indirgeme, gama ışını radyasyonu, mikro emülsiyon, elektrokimyasal yöntem, otoklav, mikrodalga ve fotokimyasal indirgeme yöntemlerinden bazılarıdır (Srikar vd 2016). Bu yöntemler etkili bir verime sahiptir ancak bu yöntemlerde toksik kimyasallar kullanılmaktadır, yüksek maliyetleri ve enerji ihtiyaçları vardır. Bu yüzden bu tarz çevreye ve insan sağlığına zararlı yöntemler yerine yeşil kimya tercih edilmektedir.

Yeşil kimya, belirli prensipler üzerine kurulmuş, kirliliğin yanında toksik madde oluşumunu, kullanımını engelleme ve çevreyi koruma amaçlarına dayalı yeni bir akımdır. Yeşil kimya, tehlikeli kimyasalların ve çözücülerin kullanımını azaltmak için uğraş vermektedir. Toksik olmayan yöntemlerle yani yeşil kimya yöntemleri ile nano partiküllerin üretimi nanopartiküllerin genel toksisitesi ve teknolojik uygulamalar açısından

oldukça önemlidir. Yeşil kimyada nano partikül sentezinde fitokimyasalların kullanımı da önemlidir (Parida vd 2011).

Bitkilerin sekonder bileşenleri; azot içeren bileşikler, terpenoidler ve fenolik bileşikler olmak üzere üç ana sınıfa ayrılırlar. Bitkisel kökenli bütün gıdalar bünyelerinde farklı nitelikte ve miktarda çeşitli fenolik bileşikler bulundurmaktadırlar. Fenolik bileşikler meyve ve sebzelere kendilerine özgü buruk tatlarını verirler. Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; insan sağlığı açısından işlevleri, antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermeleri, çeşitli gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi pek çok açıdan önem taşımaktadırlar (Duman 2014).

Tanenler, Fenolik bileşiklerden olup; azotsuz, polifenolik yapıda ve amorf bileşiklerdir. Bazı yüksek molekül ağırlığına sahip olanlar hariç Tanenler suda çözünürler, proteinlere bağlanabilirler ve çözünmeyen ya da çözünebilir tanen-protein kompleksi oluştururlar (Hagerman vd 1992, Kamalak vd 2005, Şener ve Yıldırım 2000). Daha az oranla da metal iyonları, aminoasitler ve polisakaritlerle kompleks oluştururlar. Tanenler; başta baklagiller olmak üzere, akasya, meşe, keçiboynuzu, çay, nar ve üzüm gibi çok çeşitli bitkilerin kabuk, odun, meyve, tohum, yaprak, kök gibi çeşitli dokularında ve bitki özünde bulunabilirler. Bu dokuların gelişiminin düzenlenmesinde rol oynarlar (Ünver vd 2014, Şener ve Yıldırım 2000).

Ayrıca Tanenlerin antibakteriyel ve antioksidan özelliğe sahip oldukları da bilinmektedir. Fenolik bileşiklerin antioksidan etkileri özellikle redoks özelliklerinden ve iyi bir hidrojen vericisi olmalarından kaynaklanırken Tanenlerin antimikrobiyal etki şekli; enzim veya substratlarla kompleks oluşturması sonucu birçok mikrobiyal enzimi inhibe etmesine, mikroorganizmaların membranlarının üzerine olan toksik etkisine ve bunların metal iyonlarıyla oluşturduğu kompleksin toksik etkiyi artırmasına bağlanmaktadır (Akiyama vd 2001, Dığrak vd 1999).

Ayrıca biyolojik sistemlerin içindeki kimyasal değişimlerin çeşitliliğini başlatan fitokimyasalların gücü bilinmektedir. Mesela soya fasulyesinde yüksek oranda bulunan genistein hem fito östrojen hem de antioksidandır ve östrojen seviyesinden dolayı etkilenmiş vücudu tedavi etmekte kullanılır (Parida vd 2011). *Mespilus germanica* L.; muşmula, döngel, beşbiyık gibi yöresel isimlerle tanınır. Gülgillerin bir altfamilyası olan Amygdaloideae'dan bir ağaç ve bu ağacın meyvelerdir. Çiçek tablasıyla sarılmış etli meyveleri, eriksi yapıdadır. Yabani olanları daha küçük olur. İçinde sertleşmiş tohumları bulunur. Olgunlaştığında koyu kahverengiye dönen meyve kabuğu ve koyu kahve meyve eti vardır. Karadeniz ve Marmara bölgelerinde yayılış gösterir (Canbay vd 2011).

Bu çalışmanın amacı; yeşil kimya yöntemi ile doğayı kirletmeden, kısa sürede, yüksek verimli, düşük maliyetli AgNP üretmektir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Muşmulanın Fitokimyasal Özellikleri

Muşmula (*Mespilus germanica* L.), döngel, beşbüyük gibi yöresel isimlerle bilinir. Gülgillerin bir altfamilyası olan Amygdaloideae'dan bir ağaç ve bu ağacın meyveleridir. Muşmula ülkemizde özellikle Marmara, Batı Karadeniz ve Ege bölgelerinde yabani olarak kendiliğinden yetiştiği bilinmektedir (Bostan ve İslam 2007, Yılmaz ve Gerçekçioğlu 2013). Meyveler şeker, organik asit, amino grup asitler ve tanenler içerir.

Muşmula meyveleri, doymuş ve doymamış yirmi farklı yağ asidi içerebilir. Muşmulanın olgunlaşma süreci boyunca giderek toplam yağ asidi miktarı maksimum 6,121 ug/g' dan 2,583 ug/g' a kadar azalmaktadır. Meyve olgunlaşma aşaması boyunca toplam fenolik asitler (4-hidroksibenzoik, 3-hidroksibenzoik, kafeik, salisilik, 4-kumarik ve sinapik) HPLC-MS ile belirlenmiştir (Gruz vd 2011).

Canbay vd (2011)'i olgunlaşmamış muşmuladaki toplam antioksidan kapasitesini (1,1±0,2) mmol troloks/L olarak tespit etmişlerdir.

Ercişli ve arkadaşları (2012), yaptıkları çalışmada muşmula meyvelerindeki toplam fenolik içerik miktarlarını 114-293 mg/100 g gallik asit şeklinde, antioksidan aktivitesine neden olan Beta Karoten ve linoleik asit miktarını sırası ile %80,8 µg/ml ve %46,6 µg/ml olarak belirlemişlerdir.

Literatürdeki bitkisel içerik analizleri referans olarak kabul edilmiş ve bitkisel özüt hazırlanmıştır.

### 2.2. Bitkisel Özütün Hazırlanması

Olgunlaşmamış muşmula (Şekil 1) bol çeşme suyu ile yıkandıktan sonra saf suyla durulanmıştır. 3 gün boyunca 60 °C sıcaklığında etüvde kurutulmuştur. Daha sonra blender yardımıyla öğütülerek toz haline getirilmiştir. Bitkisel özüt hazırlama yöntemi literatür bilgilerinden yola çıkarak belirlenmiştir: Öğütülmüş 10 gram muşmula 100 ml ultra saf su ile 15 dakika kaynatılmıştır. Oda sıcaklığında soğutulup mavi bant süzgeç kâğıdından süzümüştür. Süzüntü (Şekil 2) daha sonra kullanılmak üzere +4 derecede saklanmıştır (Jamdagni vd 2018).



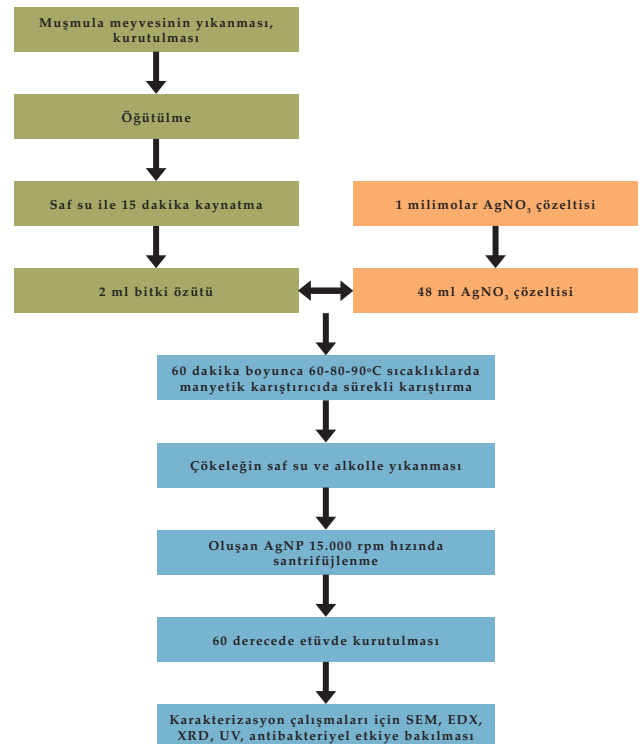
Şekil 1. Muşmula meyvesi



Şekil 2. Muşmula özütü

### 2.3. AgNP Biyosentezi

Biyosentez nanopartiküllerin karakterizasyonu için gerekli olan cam malzemeler, plastik ürünler önce saf suyla yıkanmış etüvde kurutulmuştur. Sentez için çıkış çözeltisi olarak 1 mM AgNO<sub>3</sub> çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiden 98 ml alınıp 2 ml bitki özütü ile proses akışı (Şekil 3) takip edilerek sentez yapılmıştır (Gürmen ve Ebin 2008). Çalışma süresi ve optimum sıcaklık belirlenmesi için 300 rpm de Velp-Arex6 Analog Isıtıcılı Manyetik Karıştırıcıda karıştırılarak 60 dakika süre ile 60-80-90 °C sıcaklıklarda ön çalışma yapılmıştır. Optimum çalışma süresi 60 dk ve sıcaklık 80 °C belirlenmiştir.



Şekil 3. Proses akışı

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Renk Değişikliği

Bitkisel özüt ve AgNO<sub>3</sub> çözeltisinin başlangıçtaki ve karıştırma süresi sonundaki rengi açık sarıdan koyu kahverengine dönüşmüştür.

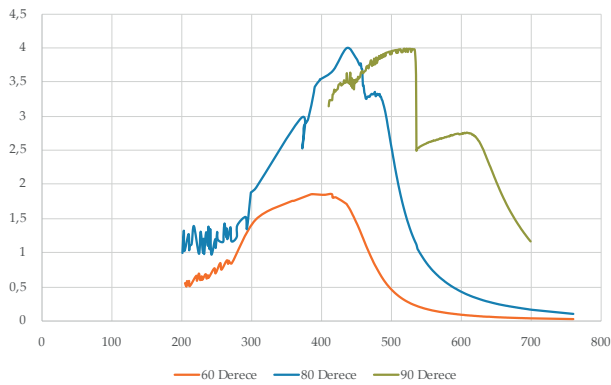


Şekil 4. Sentez sırasındaki renk değişikliği

#### 3.2. UV-Vıs (Ultraviyole-Görünür Bölge Spektroskopisi) Analizi

AgNP'lerin UV (Rayleigh VIS-723G) spektrumları alınmıştır. Sentezlenen AgNP'lerinin UV spektrumları ayrı ayrı alınmış tek bir grafikte gösterilmiştir.

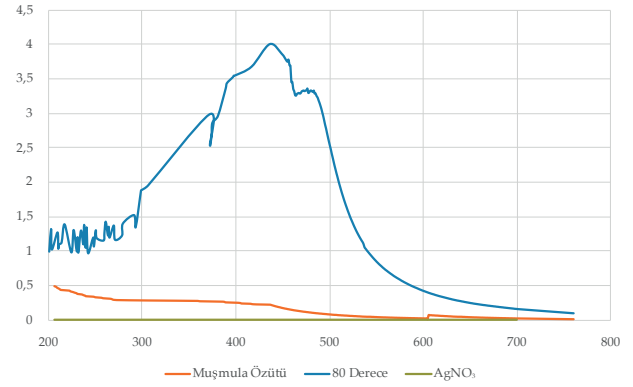
UV-Görünür bölge spektrofotometresinde 250-800 nm dalga boyu aralığında absorptans ölçümü yapılmıştır (Şekil 5). 80 °C de yapılan çalışma ile literatürde verilen yaklaşık 430 nm'de görülen karakteristik absorptans değeri ile AgNP lerin sentezlendiği ispatlanmıştır (Anandalakshmi vd 2015).



Şekil 5. AgNP UV spektrumu

Ayrıca bitkisel özüt ve AgNO<sub>3</sub> çözeltisinin de ayrı ayrı UV ölçümleri yapılarak AgNP kolloidal

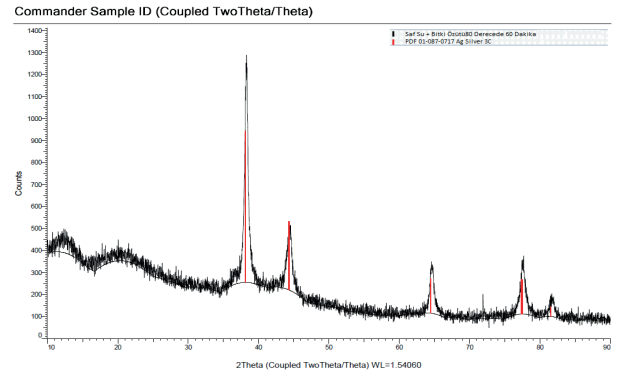
çözeltisinin UV pikleri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. UV spektrumların karşılaştırılması

#### 3.3. XRD Analizi

80 °C ve 60 dk boyunca manyetik karıştırıcı ile 300 rpm de Muşmula özütü ve 1mM AgNO<sub>3</sub> çözeltisi ile sentezlenen AgNP'lerin XRD (Bruker, D8 Advance X-Işınları Kırınımı Cihazı) spektrumları alınarak karakteristik Ag pikleri gözlemlenmiştir (Şekil 7).



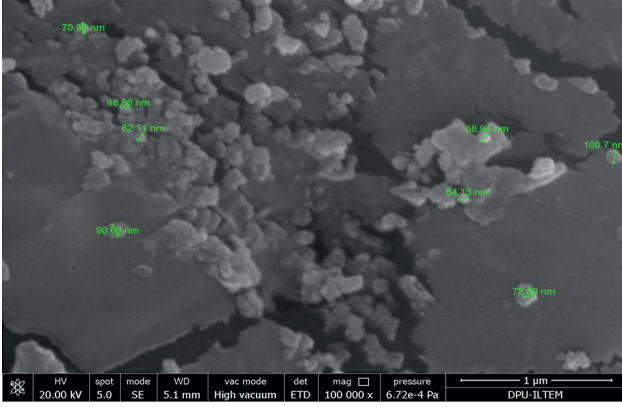
Şekil 7. 80 °C ve 60 dakika bitki özünden sentezlenen AgNP XRD spektrum grafiği

XRD pik değerleri Scherrer denkleminde yerine konarak ortalama kristalit büyüklüğü (L) 13.31 nm hesaplanmıştır.

$$B(2\theta) = \frac{k\lambda}{L \cos\theta}$$

#### 3.4. SEM Analizi

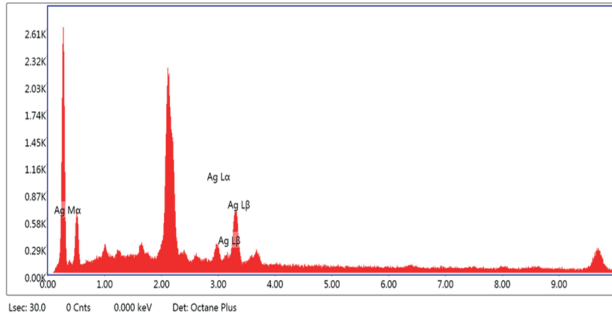
Sentezlenen AgNP'ler 15000 rpm de 5 dakika santrifüjlenerek çöktürülmüştür. Daha sonra 60 °C de kurularak SEM (LEO 1430 VP) cihazında fotoğraflarının çekilmesi için altın ile kaplanmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. 80 °C de 60 dakika sentezlenen AgNP SEM fotoğrafı

### 3.5. EDX Analizi

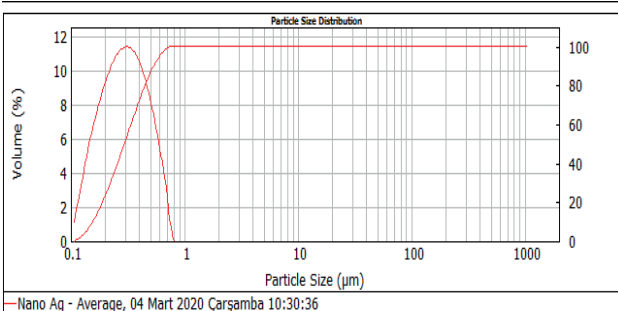
Ag varlığının tespiti için EDX analizi yapılmıştır. EDX spektrumlarında Ag varlığını gösteren Ag pikleri belirlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. 80 °C de 60 dakika sentezlenen AgNP EDX spektrum grafiği

### 3.6. Lazer Kırınım Analizi

Lazer kırınım yönteminde parçacıkların boyutu ile ışınların kırılma açısı arasındaki ters orantı ilişkisinden yararlanılmaktadır. Dedektör üzerine yansıtılan ışınlar bir dönüştürücü vasıtasıyla sayısallaştırılarak bilgisayar aracılığıyla tane büyüklüğü ve yüzdesi hesaplanmaktadır. Ölçüm öncesinde 5 dk 250 rpm dispersiyon işlemi uygulanmıştır. Tane boyut dağılımı grafiğe aktarılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. AgNP'lerin Tane boyut dağılımı

## 4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma ile ilk kez muşmula özütü AgNP sentezinde indirgen reaktif olarak kullanılmış ve karşılaştırılmıştır. Muşmula özütünün AgNO<sub>3</sub> ile karıştırılmasından sonra oluşan açık sarı renk koyu kahverengine dönüşerek koloidal bir yapıya ulaştı. Gözlenen renk değişimi AgNP oluşumunun bir göstergesidir. Nartop (2016), havaciva bitki özütü ile indirgediği çalışmasında da benzer şekilde renk değişimi ve koloidal yapı gözlemiştir.

AgNP ün UV spektrumu literatürde verilen yaklaşık 430-450 nm'de görülen karakteristik absorbans değeri ile örtüşerek ispatlanmıştır (Anandalakshmi vd 2015).

Hazırlanan gümüş nanoparçacıkların yapısal karakterizasyonu XRD analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. XRD grafiğini (Şekil 7) incelediğimizde, elementel gümüş için 38,1-44,3 ve 64,4 açı değerleri için 111, 200 ve 220 kristal yapılarına karşılık gelen pikler görülmektedir. Erci ve arkadaşlarının 2018 yılında zahter özütü ile sentezledikleri AgNP lerin XRD paternleri ile benzer özellik göstermektedir (Erci vd 2018). Paternler numunenin kübik kristalin gümüşten oluştuğunu göstermektedir. Veriler Scherrer denkleminde yerine konulduğunda ortalama kristal büyüklükleri 13,31 nm hesaplanmıştır.

Gümüş nanoparçacıkların SEM (Şekil 8) ve EDX (Şekil 9) analizleri, sentezlenen nanopartiküllerin ortalama boyutunun yaklaşık 100 nm olduğunu, küresel ve kübik şekle sahip olduğunu açıkça göstermektedir. Tane boyut dağılımı lazer kırınım cihazı ile oluşturulan grafiğe göre (Şekil 10) sentezlenen ürünün %10'u 100 nanometrenin altındadır. EDX analizi Nano partiküllerin kimyasal analizi ile Ag varlığı ispatlanmaktadır. Elde edilen sonuçlar Ayandiran ve arkadaşlarının 2018 yılında yaptıkları biyosentez sonuçları ile örtüşmektedir.

## 5. TEŞEKKÜR

Bu çalışmada desteklerini esirgemeyen Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ve Dumlupınar Üniversitesi İLTEM birimine ayrıca Dumlupınar BİLSEM idarecilerine çok teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Akiyama, H., Fujii, K., Yamasaki, O., Oono, T., Iwatsuki, K. (2001). "Antibacterial action of tannins against *Staphylococcus aureus*". *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 48(4):487-91.
- Anandalakshmi, K., Venugobal, J., Ramasamy, V. (2016). "Characterization of silver nanoparticles by green synthesis". *Appl Nanosci*, (6):399-408.
- Bostan, S.Z., İslam, A., (2007). "Doğu Karadeniz Bölgesi muşmulalarının (*Mespilus germanica* L.) seleksiyon yoluyla ıslahı üzerine bir araştırma". Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongre Bildirisi, 494-501.
- Dığrak, M., İlçim, A., Alma, M. H., Şen, S. (1999). "Antimicrobial activities of the extracts of various". *Tr. J. of Biology*, 37 (3):241-248.
- Duman, T. (2014). "Kuşburnu (*Rosa canina*) nektarında toplam fenolik madde ve suda çözünen vitaminlerin ısıl parçalanma kinetiği". Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi. Denizli-Türkiye.
- Erci, F., Cakir-Koç, R., Işıldak, I. (2018). "Green synthesis of silver nanoparticles using *Thymra spicata* L. var. *spicata* (zahter) aqueous leaf extract and evaluation of their morphology-dependent antibacterial and cytotoxic activity", *Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology*, 46 (1): 150-158.
- Ercişli, S., Şengül, M., Yıldız, H., Şener, D., Duralija, B., Voca, S., Dujmovic Purgar, D. (2012). "Phytochemical and antioxidant characteristics of medlar fruits (*Mespilus germanica* L.)". *Journal of Applied Botany and Food Quality*, (85):86-90.
- Gruz, J., Ayaz, F., Torun, H., Strnad, M. (2011). "Edible medicinal and non-medicinal plants". *Fruits Food Chem*, 124 (1):271-277.
- Gürmen, S., Ebin, B. (2008). "Nanopartiküller ve üretim yöntemleri-1". TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası Metalurji Dergisi, 31-38. Erişim adresi: [https://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi150/d150\\_3138.pdf](https://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi150/d150_3138.pdf). Erişim Tarihi: 14.02.2020.
- Hagerman, A. E., Robbins, C. T., Weerasuriya, Y., Wilson, T. C., McArthur, C. (1992). "Tannin chemistry in relation to digestion". *J. Range Manage*, 45 (1):57-62.
- Jamdagni, P., Khatri, P., Rana, J. S. (2018). "Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using flower extract of *Nyctanthes arbor-tristis* and their antifungal activity". *Journal of King Saud University - Science*, 30 (2):168-175.
- Kamalak, A., Canbolat, Ö., Gürbüz, Y., Özay, O., Erer, M., Özkan, Ç. Ö. (2005). "Kondanse taninin ruminant hayvanlar üzerindeki etkileri hakkında bir inceleme". *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8 (1):132-137.
- Makinetek (2018). Nanopartikül Takviyeli Malzemeler. Erişim adresi: <http://makinetek.com.tr/uncategorized/nanopartikul-takviyeli-malzemeler>. Erişim Tarihi: 14.02.2020.
- Nartop, P. (2016). "Biyosentetik gümüş nanopartiküllerinin *Pyracantha coccinea* bitkisinin gövde eksplantlarının yüzey sterilizasyonunda kullanımı". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23 (6):759-761.
- Parida, U. K., Bindhani, B. K., Nayak, P. (2011). "Green synthesis and characterization of gold". *World Journal of Nano Science and Engineering*, 1 (4):93-98.
- Seçilmiş Canbay, H., Atay, E., Öğüt, S. (2015). "Determination of fruit characteristics, fatty acid profile and total antioxidant capacity of *Mespilus germanica* L". *Fruit. Journal of Coastal Life Medicine*, 3(11): 930-933.
- Shin, S. H., Ye, M. K. (2011). "The effect of nano-silver on the activation of nasal polyp epithelial cells by *Alternaria*, Der P1 and staphylococcal enterotoxin B". *International Immunopharmacology*, 11(11):1691-1696.
- Srikar, S. K., Giri, D. D., Pal, D. B., Mishra, P. K., Upadhyay, S. N. (2016). "Green synthesis of silver nanoparticles: A". *Green and Sustainable Chemistry*, 6 (1):34-56.
- Şener, S., Yıldırım, M. (2000). *Veteriner Toksikoloji: Teknik Yayıncılık. İstanbul-Türkiye.*
- Ünver, E., Okur, A. A., Tahtabişen, E., Kara, B., Şamlı, H. E. (2014). "Tanenler ve hayvan besleme üzerine etkileri". *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2 (6):263-267.
- Yılmaz, A., Gerçekçioğlu, R. (2013). "Tokat ekolojisi muşmula (*Mespilus germanica* L.) popülasyonu ve dağılımı üzerine bir araştırma". *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6 (2):01-04.