

# Dut (*Morus nigra*) bitkisi yaprak özütlerinden gümüş nanoparçacıkların biyosentezi ve karakterizasyonu

Erdi BİLGİÇ

Geliş tarihi / Received: 03.12.2017

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 15.01.2018

Kabul tarihi / Accepted: 15.01.2018

## Öz

Gümüş nanoparçacıklarının morfolojik özelliklerinin incelendiği bu çalışmada, indirgen dut (*Morus nigra*) yaprak özütleri ile gümüş nanoparçacıkları kendi tuzlu çözeltilerinden elde edilmiştir. Yaprak özütü- $AgNO_3$  karışımlarındaki gümüş nanoparçacıklarının oluşum kinetiği zamana bağlı UV-Vis spektrumlarıyla, nanoparçacıkların boyutları ve dağılımları ise parçacık boyut analizörü yardımıyla belirlenmiştir. Dut- $AgNO_3$  karışımlarının absorbands spektrumları 425 nm'de, nanoparçacık boyutları ile alakalı, zamanla artan yüzey plazmon rezonans pikleri sergilemektedir. Yüzey plazmon rezonans piklerinin konumları  $AgNO_3$  derişiminden etkilenmemekle birlikte özüt konsantrasyonu artıkça kırmızıya kaymaktadır. Nanoparçacıkların boyutları 7-82 nm arasında, poison benzeri bir dağılım sergilemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Gümüş nanoparçacığı, biyosentezleme, dut, morus nigra

## **Biosynthesis and characterization of silver nanoparticles by using mulberry (*Morus nigra*) leaf extract**

### **Abstract**

*In this study which examines the morphological properties of silver nanoparticles, with the reducing mulberry (*Morus nigra*) leaf extracts, silver nanoparticles were obtained from their saline solution. The formation kinetics of silver nanoparticles in leaf extract- $\text{AgNO}_3$  mixtures were determined with time-dependent UV-Vis spectra, and the size distribution of nanoparticles were determined with particle size analyzer and electron microscope. The absorbance spectra of the *Dut*- $\text{AgNO}_3$  mixtures show surface Plasmon resonance peaks increasing with time, related to nanoparticle sizes at 425 nm. The locations of the surface Plasmon resonance peaks are not affected by  $\text{AgNO}_3$  concentration, but the concentration of extract is shifted to red. The size of the nanoparticles ranges from 10 to 40 nm, with a distribution similar to a poison.*

**Keywords:** *Silver nanoparticles, biosynthesis, mulberry, morus nigra*

### **Giriş**

Son yıllarda, nanoparçacık sentezinde, indirgen ajanı olarak bitki yaprak özütlerinin kullanıldığı biyolojik çalışmalar hız kazanmıştır. Çalışmalarda, solucan otu (Bhadoria, 2009), *Sesbanita drummondii* (Sharma ve ark., 2007), kına (Kasthuri ve ark., 2009), *Stevia rebaudiana* (Yılmaz ve ark., 2011), Çay ve kahve (Nadagouda ve ark., 2008) gibi bitkiler kullanılarak gümüş (Ag), altın (Au) ve paladyum (Pd) nanoparçacıkları üretilmiştir (Nadagouda ve ark., 2008). Ayrıca, platin (Pt) nanoparçacıklarının üretimi benzer şekilde elde edilebilir (Lee ve ark., 2013) Bununla beraber, Lee ve arkadaşları (2013) yaptıkları çalışmada,  $\text{CuSO}_4$  çözeltisi ve *Magnolia kobus* yaprak özütü karışımlarını uygun şartlarda ısıtarak (25 °C, 60 °C ve 90 °C'de) 37- 110 nm aralığında bakır (Cu) nanoparçacıkları elde

etmişlerdir (Lee ve ark., 2013). Sutradhar ve arkadaşları (2014),  $\text{CuCl}_2$  çözeltisi ve mikrodalga kaynağı kullanarak bitki (kahve ve çay) özütü karışımlarından  $\text{CuO}$  nanoparçacıkları elde etmişlerdir [Sutradhar ve ark. 2014].

Bu çalışmaların arasında gümüş nanoparçacıkları antibakteriyel, antifungal ve antiviral özellikleriyle önem kazanmaktadır. Çeşitli çalışmalarda nanoparçacıkların antibakteriyel (morones ve ark.,2005) özellikleri incelenmiş, *Escherichia coli* (Bragg ve ark., 1974), *Staphylococcus aureus* (Feng ve ark., 2000) gibi bakteriler üzerinde olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Dahası gümüş nanoparçacıklarının antiviral etkileri de mevcuttur (Rogers ve ark., 2008). Lamsal ve arkadaşları (2011) ise  $\text{Ag}$  nanoparçacıklarının antifungal etkileri olabileceğini ortaya koymuştur (Lamsal ve ark., 2011). Aynı zamanda  $\text{Ag}$  nanoparçacıklarının kabak ve salatalık zararlısı olan küf tozu üzerinde de etkili olduğunu göstermişlerdir (Changwei ve ark., 2012).

Gümüş nanoparçacıklarının antibakteriyel etkileri, nanoparçacıkların morfolojisi ile alakalı olabilir. Changwei ve arkadaşları (2012) yaptıkları çalışmada solucan (*Eisenia fetida*) üzerinde gümüş nanoparçacıklarının ekotoksitesini incelemişler ve 10 nm boyutlarındaki gümüş nanoparçacıkların 80 nm boyutlarındaki nanoparçacıklara göre daha toksik olduğunu göstermişlerdir. Buradan anlaşılabilceği gibi gümüş nanoparçacıklarının morfolojik özelliklerinin bilinmesi; bakteri, mantar, virüs ve diğer canlılar üzerinde nanoparçacıkların olumlu/olumsuz etkilerinin belirlenmesi açısından önemlidir.

Gümüş nanoparçacıklarının sentezleme yöntemleri fiziksel kimyasal ya da biyolojik yöntemleri içerebilir. Bu yöntemler arasında biyolojik yöntem er çevre dostu ve ekonomik olması nedeni ile tercih edilmeye başlanmıştır. Buhar yoğunlaştırma ve molekül demet büyütme (Molecular Beam Epitaxy, MBE) (Ishikawa ve ark., 1997), kimyasal buhar yoğunlaştırma (Chemical Vapor Deposition, CVD) (Creighton ve ark., 2008) gibi fiziksel yöntemler son derece pahalı

teknoloji ürünü araç ve gereçlere ihtiyaç duymaktayken hemen hemen hiçbirisi enerji etkin olmadığı gibi kitlesel üretime de uygun değildir. Kimyasal yöntemler (Schmid, 2010) her ne kadar fiziksel yöntemlere göre ucuz ve parçacık dağılımı kontrolüne birçok şekilde olanak tanımakta ve kitlesel üretime elverişli olsalar da kullanılan kimyasallar çevre açısından son derece zararlıdır. Biyolojik yöntemler ise bakteri (Ahmad ve ark., 2003), maya (Kowshik ve ark., 2003) ve bitkileri (Mishra ve ark., 2010) kullandığı için çevre dostudur.

Bu çalışmada dut yaprağı özütleri ile sentezlenen Ag nanoparçacıkların morfolojisi üzerinde durulmuş, ileriki çalışmalara yardımcı olması açısından; nanoparçacıkların boyutları, şekilleri ve oluşum mekanizması gibi özellikleri de incelenmiştir.

### **Materyal ve Metot**

Biyolojik sentezleme yöntemlerinin tercih edildiği çalışmada, indirgen olarak Akdeniz bölgesinde yetişen dut bitkisi kullanılmıştır. Gümüş nanoparçacıklarının elde edilmesi için gümüş kaynağı olarak AgNO<sub>3</sub> tuzu kullanılmıştır.

Dut-AgNO<sub>3</sub> karışımlarından elde edilen gümüş nanoparçacıklarının çözelti derişimleri ile alakalı oluşum kinetiği, mor ötesi-görünür bölgedeki (UV-Vis) optik absorbands spektrumları ile belirlenmiştir. Nanoparçacıkların boyutları parçacık boyut analizörü (Malvern Zetasizer NanoZS particle size analyzer) ile belirlenmiştir.

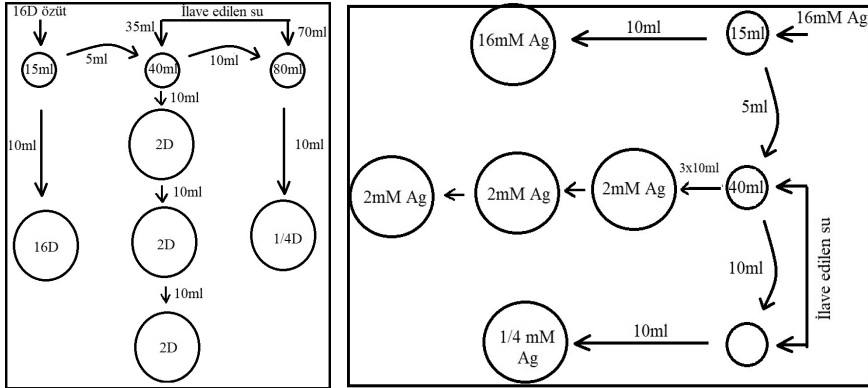
### **Yaprak özütünün hazırlanması**

Dut bitkisinin taze yaprakları toplanıp distile su ile temizlendi. Doğal ortamda 1 hafta kurutulduktan sonra bu yapraklar ufalanarak yaklaşık çapı 5 µm olan elekten geçirildi. En büyük çapı 5 µm olan mikro formda yaprak tozları kullanıma hazır hale geldi.

30 ml distile su içerisine 2,0 gram yaprak tozu konularak, manyetik karıştırıcıda 1 saat süreyle karıştırıldı. Oluşan karışım filtre edildikten sonra 10.000 RPM'de 15 dakika santrifüj edilerek homojen yapıda yaprak özütü elde edildi.

### Yaprak özütü ve $\text{AgNO}_3$ derişimlerinin hazırlanması

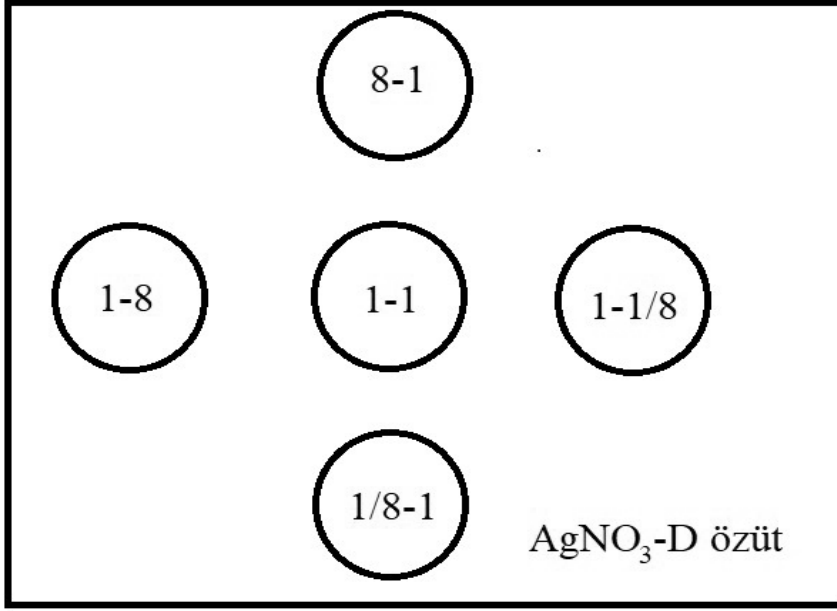
Hazırlanan yaprak özütüne, özüt derişimi ile alakalı 16D özüt adı verildi. 10ml alındıktan sonra kalan 5 ml 16D özütüne 35 ml distile su ilave ederek 2D özüt elde edildi. Benzer seyreltme işlemleri ile şekil 1’de verildiği gibi 16D, 2D ve 1/4 D derişimine sahip özüt çözeltileri elde edildi.



Şekil 1: Yaprak özütü derişimlerinin (a)  $\text{AgNO}_3$  derişimlerinin (b) hazırlanma yöntemleri.

15 ml 16 mM  $\text{AgNO}_3$  çözeltisi hazırlandı. 10 ml balon jøjeye konuldu kalan 5 ml her defasından kendi hacminin 7 katı kadar seyreltilerek 10ml hacimde 16, 2 ve 1/4 mM’lık derişimlere sahip  $\text{AgNO}_3$  çözeltileri elde edildi (Şekil 1b).

Son olarak şekil 1.a. ve şekil 2.b.’de verilen çözeltiler her biri kendi bulunduğu noktaya karşılık gelecek şekilde 1-1 oranında karıştırıldı. Örneğin en üsteki 10ml 16mM  $\text{AgNO}_3$  ile yine en üsteki 10ml 2D özüt karıştırıldı. Böylece yukarıdan aşağıya  $\text{AgNO}_3$  derişimi azalırken, soldan sağa doğru özüt derişimi azalan özüt ve  $\text{AgNO}_3$  karışımı çözeltiler elde edilmiş oldu (Şekil 2).



*Şekil 2: Karışımların her birinin Ag-özüt derişimleri.*

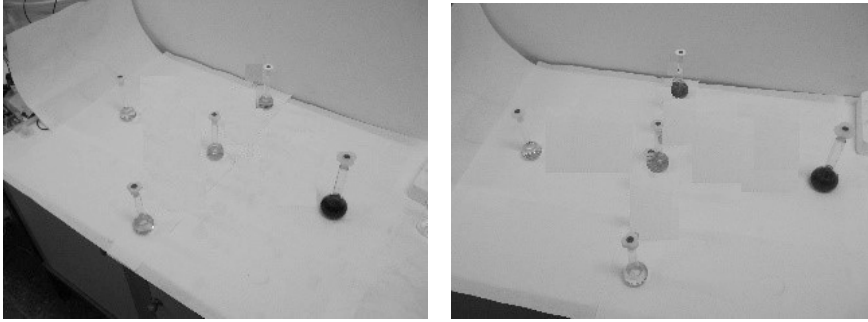
### **Yaprak özütü-AgNO<sub>3</sub> derişimlerinin yüzey plazmonları**

Şekil 3’de verilen “8D” Özüt-1mM AgNO<sub>3</sub>, “1D” özüt-1mM AgNO<sub>3</sub>, “1/8D” özüt-1mM AgNO<sub>3</sub> ve “1D” özüt-1/8mM AgNO<sub>3</sub> derişimlerine sahip çözeltilerin yüzey plazmon rezonansları Hitachi U-3900H ve PG Instruments T-70 model UV-Vis spektrofotometresi ile incelendi. “1D” Özüt-1mM AgNO<sub>3</sub> çözeltisi sürekli karanlıkta bırakılarak periyodik zaman aralıklarında dalgaboyuna bağı absorbans değışimleri gözlemlendi.

### **Boyut ve görüntü analizi**

Özüt ve AgNO<sub>3</sub> çözeltileri birbiri ile karıştırıldıktan 24 saat sonra karışım çözeltisi içerisinde sentezlenen nanoparçacıkların boyut analizi için örnekler alınmıştır. Parçacık boyut dağılımı ise zeta marka parçacık boyut analizörü ile elde edilmiştir.

## Bulgular

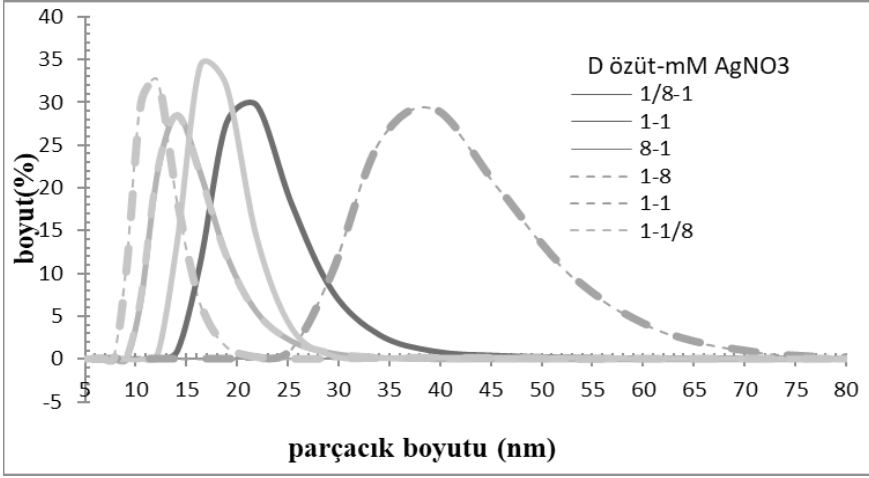


*Şekil 4. Derişimleri farklı dut-AgNO<sub>3</sub> karışımları; 1 saat (a), 24 saat sonra (b).*

Farklı derişimlerdeki özüt-AgNO<sub>3</sub> karışımlarının belirli sürelerdeki görüntüleri şekil 4’de gösterilmiştir. Özüt ve gümüş derişimi arttıkça renk değişimlerinin de arttığı görülmüştür. Zamanla görülen renk değişimlerindeki artış ise nanoparçacıkların oluşum hızı ve parçacık boyutları ile alakalıdır.

### Parçacık boyut dağılımları

Dut yaprak özütleriyle biyosentezlenen gümüş nanoparçacıkları farklı özüt ve AgNO<sub>3</sub> derişimleri için farklı boyut dağılımına sahip oldukları görülmüştür (Şekil 7). Şekilde yatay eksen nanoparçacık boyutunu (nm) düşey eksen ise belirli parçacık boyutuna sahip nanoparçacıkların toplam nanoparçacık sayısına oranını vermektedir. Buna göre, 1D özüt ve 8mM AgNO<sub>3</sub> karışımlarından elde edilen nanoparçacıkların boyutları, 25-82 nm arasında ve tepe değeri 39 nm olarak bulunmuştur.



*Şekil 7: Farklı derişimlerde D özüt-AgNO<sub>3</sub> karışımları için parçacık boyut dağılımı.*

*Tablo 1: Özüt-AgNO<sub>3</sub> karışımlarından elde edilen gümüş nanoparçacıkların parçacık boyutları*

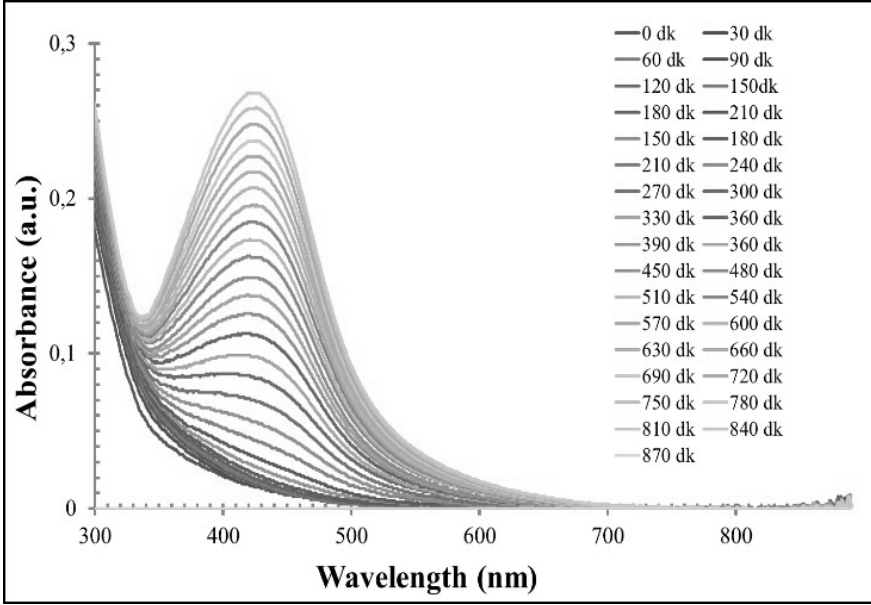
Karışım Konsantrasyonu (D özüt-mM AgNO <sub>3</sub> )	Parçacık çapı (nm)	Tepe değeri (nm)
1-8	25-82	39
1-1	9-35	14
1-0,125	7-21	12
8-1	12-34	18
0,125-1.	12-55	21

Şekil 4'de verilen karışımlarda oluşan nanoparçacıkların parçacık boyutları ise Tablo 1'de verilmiştir. Nanoparçacıkların en küçük boyutlarda bulunduğu derişim değeri ise 1D dut ve 0,125 mM AgNO<sub>3</sub> derişimlerinde, boyutları 7-21 nm arasında ve 12 nm tepe değerindedir.

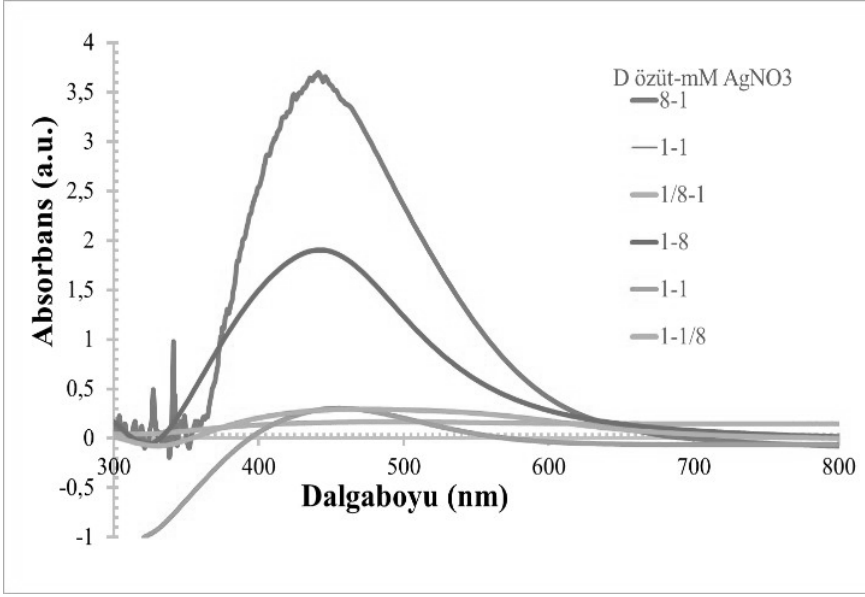


### Yüzey plazmonları

1D özüt ve 1mM AgNO<sub>3</sub> karışımı yalnızca spektrofotometrenin ışığına maruz bırakılarak 870dk boyunca alınan absorbands spektrumları şekil 8’de verilmektedir. Spektrumlar 425 nm’de zamanla artan yüzey plazmon pikleri sergilemektedir.



Şekil 8: D özüt-1 mM AgNO<sub>3</sub> karışımının absorbands spektrumlarının zamanla değişimi



*Şekil 9: Farklı derişimlerdeki özütle-AgNO<sub>3</sub> karışımlarının absorbands spektrumları.*

Özütle-AgNO<sub>3</sub> karışımlarından 1 gün sonra alınan UV-Vis absorbands spektrumları Şekil 9'da verilmektedir. Absorbans spektrumları, 8D özütle-1mM AgNO<sub>3</sub> 441 nm'de, x1 özütle-1mM AgNO<sub>3</sub> 455 nm'de, 1/8D özütle-1mM AgNO<sub>3</sub> 494 nm'de, x1 özütle-8mM AgNO<sub>3</sub> 455 nm'de, x1 özütle-0,125mM AgNO<sub>3</sub> 472 nm'de, özütle ve AgNO<sub>3</sub> derişimi arttıkça artan yüzey plazmon rezonans pik şiddetlerine sahip oldukları ve özütle konsantrasyonu arttıkça kırmızıya kaydığı görülmüştür.

## **Tartışma ve Sonuç**

Türkiye'de yaygın yetiştirilen dut bitkisinin indirgen ajanı olarak kullanıldığı bu çalışmada, gümüş nanoparçacıklarının literatür verilerine benzer şekilde küresel yapıda olduğu boyutlarının 7-82 nm arasında Poisson benzeri bir boyut dağılımı sergilediği görüldü.

*Tablo 2: Biyolojik yöntemlerle bazı bitki yaprakları kullanılarak elde edilen Au ve Ag nanoparçacık boyutları ve şekilleri (Dwivedi ve ark., 2010)*

İndirgen Madde	Nanoparçacık	Parçacık Boyutu (nm)	Parçacık Şekli	Kaynak
<i>Solucan otu</i>	<i>Ag,Au</i>	<i>16,11</i>	<i>Küresel</i>	<i>(Dubey ve ark.,2010)</i>
<i>Mentha piperita (yaprak özütü)</i>	<i>Ag</i>	<i>5-30</i>	<i>Küresel</i>	<i>(Parashar ve ark. 2009)</i>
<i>Sesbania drummondii (tohum)</i>	<i>Au</i>	<i>6-20</i>	<i>Küresel</i>	<i>(Narayanan ve ark.,2008)</i>
<i>Jatropha curcas (lateks)</i>	<i>Ag</i>	<i>10-20</i>		<i>(Bar ve ark., 2009)</i>
<i>Jatropha curcas (tohum özütü)</i>	<i>Ag</i>	<i>15-50</i>	<i>Küresel</i>	<i>(Bar ve ark., 2009)</i>
<i>Lemon grass (yaprak özütü)</i>	<i>Au</i>		<i>Küresel</i>	<i>(Pasricha ve ark., 2009)</i>
<i>Henna (yaprak)</i>	<i>Ag</i>	<i>39</i>		<i>(Kasthuri ve ark., 2009)</i>
<i>Scutellaria barbata D. Don</i>	<i>Ag</i>	<i>5-30</i>	<i>Küresel</i>	<i>(Wang ve ark.,2009)</i>

*Dut (Morus nigra) bitkisi yaprak özütlerinden gümüş nanoparçacıkların biyosentezi ve karakterizasyonu*

<i>Parthenium</i> (yaprak özütü)	<i>Ag</i>	50	Düzensiz	(Parashar ve ark., 2009)
<i>Tamarind</i> (yaprak özütü)	<i>Au</i>	20-40	Üçgensel	(Ankamwar ve ark., 2005)
<i>Neem</i> ( <i>Azadirachta indica</i> ) yaprak	<i>Ag-Au</i>	50-100	Küresel	(Shankar ve ark., 2005)
<i>Geranium</i> ( <i>Pelargonium graveolens</i> ) (yaprak özütü)	<i>Ag</i>	16-40		(Shankar ve ark., 2003)
<i>Eucalyptus hybrida</i> (yaprak)	<i>Ag</i>	50-150	Kübik	(Bhadauria ve ark., 2009)
<i>Cinnamomum zeylanicum</i> (yaprak)	<i>Au</i>	25	Küresel	(Smitha ve ark., 2009)
Çay (yaprak özütü)	<i>Ag, Au</i>	20	Küresel	(Begum ve ark., 2009)
<i>Acalypha indica</i> (yaprak özütü)	<i>Ag</i>	20-30	Küresel	(Krishnaraj ve ark., 2009)
<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	<i>Ag, Au</i>	14	Küresel	(Philip ve ark., 2010)
<i>Bal</i>	<i>Ag</i>	4	Küresel	(Philip ve ark., 2010)

Tablo 2’de bitki yaprakları kullanılarak elde edilen gümüş nanoparçacıklarının boyut ve şekilleri verilmektedir. Tobloya göre gümüş nanoparçacıklarının boyutları bitkiden bitkiye değişim gösterirken şekilleri küreseldir. Tabloda verilen çalışmaların her biri ayrı ayrı incelendiğinde ise hem indirgen hem de gümüş çözeltilerinin yoğunluklarının farklı oldukları söylenebilir. Bu durumda boyut dağılımlarına çözelti yoğunluklarının da etkisi incelenmelidir.

Bu çalışmada dut bitkisi özütü ve  $\text{AgNO}_3$  derişiminin nanoparçacık boyutunu etkilediği görülmüştür. 1D özüt ve 0,125 mM  $\text{AgNO}_3$  karışımlarından elde edilen nanoparçacık boyutları 7-21 nm aralığında ve 12 nm tepe değerindedir. Diğer karışımlarla kıyaslandığında Çözelti yoğunluğu azaldıkça boyutların küçüldüğü ve nanoparçacıkların birbirine daha yakın boyutlarda olduğu söylenebilir. Çözelti konsantrasyonu arttıkça ise parçacık boyutlarının büyümesi ile birlikte parçacıkların daha geniş boyut dağılımlarına sahip olduğu görülmektedir.

## **Kaynaklar**

- [1] M., Bhadauria, S., Kushwah, B. S., (2009). Green Synthesis of Nanosilver Particles from Extract of Eucalyptus hybrida (Safeda) Leaf. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*. 4, 537-543
- [2] Sharma, N.C., Sahi S. V., Nath, S., Parsons J.G., Gardea-Torresdey, J.L., Pal,T.,(2007). Synthesis of plant-mediated gold nanoparticles and catalytic role of biomatrix-embedded nanomaterials. *Environ. Sci. Technol.* 41, 5137-5142
- [3] Kasthuri, J., Veerapadian, S., Rajendiran, N., (2009). Biological synthesis of silver and gold nanoprticles using apiin as reducing agent. *Colloids Surf. B*. 68, 55-60
- [4] Yılmaz, M.,Turkdemir, H., Kilic, M. A., Bayram, E., Cicek, A., Mete, A., Ulug, B., (2011). Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Leaves of *Stevia rebaudiana*. *Metarial Chemistry and Physics*, 3, 1195-1202
- [5] Nadagouda, M. N., & Varma, R. S., (2008). Green synthesis of silver and palladium nanoparticles at room temperature using coffee and tea extract. *Green Chemistry*, 10, 859-862.
- [6] Lee, HJ., Song, JY., Kim, BS. (2013). Biological Synthesis of Copper Nanoparticles Using Magnolia kobus Leaf Extract and Their Antibacterial Activity. *Journal of Chemical Technology*, 88(2013), 1971-1977.
- [7] Sutradhar, P., Saha, M., Maiti, D., (2014). Microwave Synthesis of Copper Oxide Nanoparticles Using Tea Leaf and Coffee Powder Extracts and Its Antibacterial Activity. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, 86, 1-6.
- [8] Morones, J. R., Elechiguerra, J. L., Camacho, A., Holt, K., Kouri, J. B., Ramírez, J. T., & Yacaman, M. J., (2005). The bactericidal effect of silver nanoparticles. *Nanotechnology*, 16(10), 2346.

- [9] Bragg, P. D., Rannie, D. J., (1974). The Effect of Silver Ions on The Respiratory Chain of *Escherichia coli*. *Can J Microbiol.* 883-9.
- [10] Feng, Q. L., Wu, J., Chen, G. Q., Cui, F. Z., Kim, T. N., Kim, J. O., (2000). A mechanistic study of the antibacterial effect of silver ions on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Journal of biomedical materials research*, 52, 662-668.
- [11] Rogers, J. V., Parkinson, C. V., Choi, Y. W., Speshock, J. L., Hussain, S. M., (2008). A preliminary assessment of silver nanoparticle inhibition of monkeypox virus plaque formation. *Nanoscale Research Letters*, 3, 129.
- [12] Lamsal, K., Kim, S., Jung, J. H., Kim, Y. S., Kim, K. S., Lee, Y.S., (2011). Inhibition Effects of Silver Nanoparticles against Powdery Mildews on Cucumber and Pumpkin. *The Korean Society of Mycology*, 39, 26-32.
- [13] Changwei, H., Mei L., Weili W., Yibin C., Jun C. Liuyan Y., (2012). Ecotoxicity of Silver Nanoparticles on Earthworm *Eisenia Fetida*: Responses of The Antioxidant System. Acid Phosphatase and ATPase. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 94, 732-741
- [14] Ishikawa, Y., Shibata, N., Fukatsu, S., (1997). Highly Oriented Si Nanoparticles in SiO<sub>2</sub> Created by Si Molecular Beam Epitaxy with Oxygen Implantation. *Thin Solid Films*, 294, 227-230.
- [15] Creighton, J.R., Coltrin, M.E., Figiel, J.J., (2008). Observations of Gas-Phase Nanoparticles During *InGaN Metal-Organic Chemical Vapor Deposition*. *Applied Physics Letters*, 93, 17s.
- [16] Schmid, G., (2010). Synthesis of Metal Nanoparticles. *Nanoparticles: From Theory to Application* (2nd ed.), Ed., 228-231.

- [17] Ahmad, A., Mukherjee, P., Senapati, S., Mandal, D., Khan, M. I., Kumar, R., Sastry, M., (2003). Extracellular biosynthesis of silver nanoparticles using the fungus *Fusarium oxysporum*. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces*, 28, 313-318.
- [18] Kowshik, M. S., Ashtaputre, S., Khaeeazi, W., Vogel, J., Urban, S. K., Kulkarni, P. K., (2003). Extracellular synthesis of silver nanoparticles. *J. Mat. Chem*, 17, 2459-2464.
- [19] Mishra, A. K., Singh, B. K., & Pandey, A. K., (2010). In vitro-antibacterial activity and phytochemical profiles of *Cinnamomum tamala* (Tejpat) leaf extracts and oil. *Reviews in Infection*, 1, 134-139.
- [20] Dwivedi, A. D., Gopal, K., (2010). Biosynthesis of silver and gold nanoparticles using *Chenopodium album* leaf extract. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 369, 27-33.
- [21] Dubey, S. P., Lahtinen, M., & Sillanpaa, M., (2010). Tansy fruit mediated greener synthesis of silver and gold nanoparticles. *Process Biochemistry*, 45, 1065-1071.
- [22] Parashar, V., Parashar, R., Sharma, B., Pandey, A. C. (2009). Parthenium leaf extract mediated synthesis of silver nanoparticles: a novel approach towards weed utilization. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 4, 45-50.
- [23] Narayanan, K. B., Sakthivel, N., (2008). Coriander leaf mediated biosynthesis of gold nanoparticles. *Materials Letters*, 62, 4588-4590.
- [24] Bar, H., Bhui, D. K., Sahoo, G. P., Sarkar, P., Pyne, S., Misra, A., (2009). Green synthesis of silver nanoparticles using seed extract of *Jatropha curcas*. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 348, 212-216.



- [25] Bar, H., Bhui, D. K., Sahoo, G. P., Sarkar, P., De, S. P., Misra, A., (2009). Green synthesis of silver nanoparticles using latex of *Jatropha curcas*. *Colloids and surfaces A: Physicochemical and engineering aspects*, 339, 134-139.
- [26] Pasricha, R., Singh, A., Sastry, M., (2009). Shape and size selective separation of gold nanoclusters by competitive complexation with octadecylamine monolayers at the air–water interface. *Journal of Colloid and Interface Science*, 333, 380-388.
- [27] Wang, Y., He, X., Wang, K., Zhang, X., Tan, W., (2009). Barbated Skullcup herb extract-mediated biosynthesis of gold nanoparticles and its primary application in electrochemistry. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 73, 75-79.
- [28] Parashar, U. K., Saxena, P. S., Srivastava, A., (2009). Bioinspired synthesis of silver nanoparticles. *Digest Journal of Nanomaterials & Biostructures (DJNB)*, 4(1).
- [29] Ankamwar, B., Chaudhary, M., Sastry, M. (2005). Gold nanotriangles biologically synthesized using tamarind leaf extract and potential application in vapor sensing. *Synthesis and Reactivity in Inorganic, Metal-Organic and Nano-Metal Chemistry*, 35, 19-26.
- [30] Shankar, S. S., Rai, A., Ahmad, A., Sastry, M. (2004). Rapid synthesis of Au, Ag, and bimetallic Au core–Ag shell nanoparticles using Neem (*Azadirachta indica*) leaf broth. *Journal of colloid and interface science*, 275, 496-502.
- [31] Shankar, S. S., Ahmad, A., Sastry, M., (2003). Geranium leaf assisted biosynthesis of silver nanoparticles. *Biotechnology Progress*, 19, 1627-1631.
- [32] Smitha, S. L., Philip, D., Gopchandran, K. G., (2009). Green synthesis of gold nanoparticles using *Cinnamomum zeylanicum* leaf broth. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 74, 735-739.

[33] Begum, N. A., Mondal, S., Basu, S., Laskar, R. A., & Mandal, D. (2009). Biogenic synthesis of Au and Ag nanoparticles using aqueous solutions of Black Tea leaf extracts. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces*, 71(1), 113-118.

[34] Krishnaraj, C., Jagan, E. G., Rajasekar, S., Selvakumar, P., Kalaichelvan, P. T., & Mohan, N. (2010). Synthesis of silver nanoparticles using *Acalypha indica* leaf extracts and its antibacterial activity against water borne pathogens. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 76, 50-56.

[35] Philip, D., (2010). Green synthesis of gold and silver nanoparticles using *Hibiscus rosa sinensis*. *Physica E: Low-Dimensional Systems and Nanostructures*, 42, 1417-1424.

[36] Philip, D., (2010). Honey mediated green synthesis of silver nanoparticles. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 75, 1078-1081.