

*Abdullah EREN

Orcid No: 0000-0003-1187-7978

*Mardin Artuklu Üniversitesi,
Kızıltepe Meslek Yüksek Okulu,
Organik Tarım Bölümü

abdullaheren@artuklu.edu.tr

DOI

<https://doi.org/10.46291/ISPECJASv0l4iss2pp223-230>

Geliş Tarihi: 15/04/2020

Kabul Tarihi: 28/05/2020

Anahtar Kelimeler

Gümüş (Ag), nanopartikül, tohum çimlenmesi, buğday, *Triticum aestivum* L.

Keywords

Silver (Ag), nanoparticle, seed germination, wheat, *Triticum aestivum* L.

Biyolojik Olarak Sentezlenen Gümüş Nanopartiküllerin Buğday (*Triticum aestivum* L.) Tohumlarının Çimlenmesine Etkisi

Özet

Bu araştırmada, gümüş nanopartiküllerin (AgNP) farklı konsantrasyonlar (0, 2.5, 5.0, 7.5 ve 10.0 mg L⁻¹) şeklinde hazırlanarak, buğday (*Triticum aestivum* L.) tohumlarına uygulanması sonucu, tohumlarda çimlenme, kök-gövde uzunlukları ve kök sayılarına etkileri incelenmiştir. Mısır (*Zea mays* L.) bitkisinin yapraklarından sentezlenen ortalama boyutu 12.63 nm olan AgNP'ler kullanılmıştır. Buğday tohumları, 7 gün boyunca karanlık ortamda 25 °C sıcaklıkta inkübasyona bırakılmıştır. 7 gün sonunda maksimum çimlenme gözlenmiş ve her bir petri kutusu içerisindeki çimlenen tohum sayısı incelenerek çimlenme oranı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre AgNP uygulamalarının buğday bitkisinde çimlenme üzerine etkisinin sadece 10 mg L⁻¹ uygulamasında azaldığı, diğer uygulamalarda etkisi olmadığı belirlenmiştir. Gümüş nanopartikül uygulamaları kök ve gövde uzunluğunda azalmaya neden olurken, kök sayısı üzerine etkisi 2.5 ve 5.0 mg L⁻¹ uygulamalarında artış olmakta, diğer uygulamalarda ise azalma olduğu belirlenmiştir.

The Effect of Biologically Synthesized Silver Nanoparticles on Germination of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seeds

Abstract

In this research, different concentrations (0, 2.5, 5.0, 7.5 and 10.0 mg L⁻¹) of silver nanoparticles (AgNP) were prepared and applied to wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds; as a result, seed germination, root-trunk lengths and effects on root numbers were investigated. AgNPs with an average size of 12.63 nm synthesized from the leaves of the corn (*Zea mays* L.) plant were used. Wheat seeds were incubated for 7 days in a dark environment at 25 °C. At the end of the 7 days, the maximum germination was observed and the germination rate was determined by examining the number of germinated seeds in each petri dish. According to the results obtained, the effect of AgNP applications on germination in wheat plants decreased only in the 10 mg L⁻¹ application, while it has been determined that it has no effect in other applications. While silver nanoparticle applications cause a decrease in root and stem length, its effect on the number of roots increases in 2.5 and 5.0 mg L⁻¹ applications, while a decrease is determined in other applications.

GİRİŞ

Nanopartikül (NP)'ler, 1-100 nm boyut aralığında olan, atom kümeleri içeren ve son yıllarda sentezi ve kullanımı için birçok araştırmalar yapılan, kimyasal yapıları ve yüzey özellikleri bakımından, yeni ve hızla gelişen disiplinler arası bir bilim olarak tanımlanan, malzeme bilimindeki en dinamik disiplinlerden biri olarak yerini almıştır (Nowack ve Bucheli, 2007; Stampoulis ve ark., 2009; Elemike ve ark., 2017; Batool ve ark., 2019; Santhoshkumar ve ark., 2019). Nanopartiküllerin elde edilmesi için çeşitli yöntemler (biyolojik, fiziksel ve kimyasal) kullanılmaktadır. Kimyasal olarak sentezlenen nanoparçacıkların toksik etkisinden dolayı, alternatif olarak yeşil sentez yöntemi ortaya çıkmıştır (Korkmaz, 2019). Diğer yöntemlere göre biyolojik yöntem, yenilenebilir malzemelerin kullanılması, çevre dostu ve ekonomik olmasından dolayı birçok alanda ilgi görmektedir (Ahmed ve ark., 2017; Acay ve ark., 2019; Eren ve Baran 2019). Gümüş nanopartiküllerin yeşil sentezi veya biyosentezi, toksik olmayan indirgenlerden ve partikül stabilitesi için zararsız olan, mantarlar, bakteriler ve bitkiler olmak üzere birçok farklı biyolojik kaynak kullanılarak yoğun bir şekilde sentezlenmektedir (Sharma ve ark., 2009;

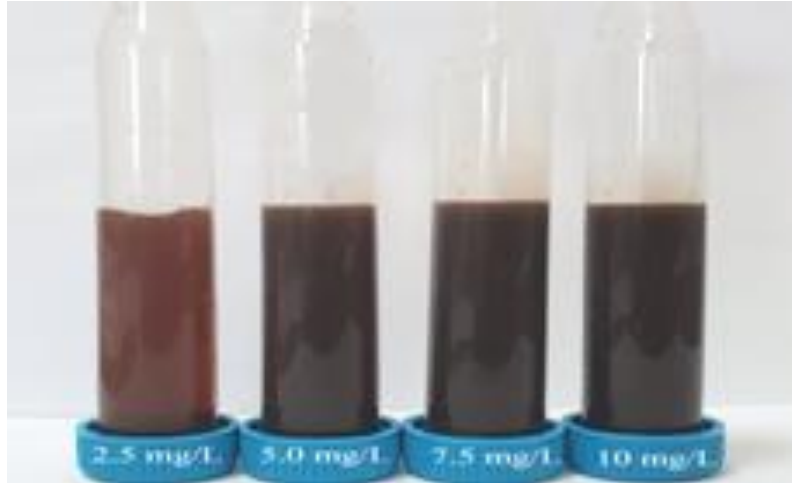
Shaligram ve ark., 2009). Yeşil sentez ile elde edilen AgNP'lerin biouyumlu olması özelliğinden dolayı canlı uygulamalar için önemli bir nitelik taşımaktadır (Rajan ve ark., 2015; Dadashpour ve ark., 2018). Nanopartiküller son zamanlarda çeşitli kullanımlar için tasarlanmış olup elektronik, kozmetik, biyomedikal ve biyoteknolojik gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Buzea ve ark., 2007; Rastogi ve ark., 2017). Günümüzde çeşitli alanlarında yoğun kullanımları nedeniyle, AgNP en önemli nanopartiküller arasında yer almaktadır (Sengottaiyan ve ark., 2016). Metalik nanopartiküller grubunda yer alan ve antibakteriyel özelliği gösteren AgNP'ler, özellikle gıda raf ömrü uzatma ve paketlenme, tıbbi ve biyomedikal, kozmetik endüstrisi ile içme suyunun arıtılması işleminde dezenfeksiyon amacıyla da kullanılmaktadır (Beykaya ve Çağlar, 2016; Prathna ve ark., 2018). Günümüzde nanoteknoloji, birçok endüstriyel uygulamaların yanında nanogübrelerde de kullanılarak, mahsullerin tarımsal verimliliğini arttırmakta önemli bir teknoloji olarak kullanılmaktadır (Anjum ve ark., 2013). Nanopartiküllerin tarım dâhil olmak üzere çeşitli ürünlerde aşamalı kullanımı son yıllarda önem kazanmaktadır. Gümüş antimikrobiyal özellikler nedeniyle,

birçok tarımsal firmalar (Monsanto, Bayer, Syngenta) tarafından çeşitli kimyasal ve tohum üretiminde önemli bir katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Yasur ve Rani, 2013). Gümüş nanopartiküller en yaygın kullanılan nanomalzemelerden biridir, ancak karasal bitkilerde toksisite mekanizması hala belirsizdir (Qian, ve ark., 2013).

Bu araştırmada AgNP uygulamalarının buğday tohumlarında çimlenme, kök-gövde uzunluğu ve kök sayısı üzerine etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisi ile Eren ve Baran (2019) tarafından mısır (*Zea mays* L.) bitkisinin yapraklarından sentezledikleri AgNP'ler kullanılmıştır. Ortalama boyutu 12.63 nm olan farklı konsantrasyonlardaki (0, 2.5, 5.0, 7.5 ve 10 mg L⁻¹) AgNP solusyonları hazırlanmıştır (Şekil 1). Buğday tohumları saf su ile yıkanıp kurutulduktan sonra 10'ar adet, uygun ölçülerde filtre kâğıtları ile hazırlanmış olan petri kutularına aktarıldı. Her bir petri kutusuna farklı AgNP konsantrasyonlardan 5'er mL eklenmiştir.



Şekil 1. Denemede kullanılan AgNP solusyonları

Kontrol grubuna ise 5 mL saf su ilave edilmiştir. Örnekler, petri kutularının kapağı kapatılarak 7 gün boyunca karanlık ortamda 25 °C sıcaklıkta inkübasyona bırakılmıştır. 7 gün sonunda her bir petri

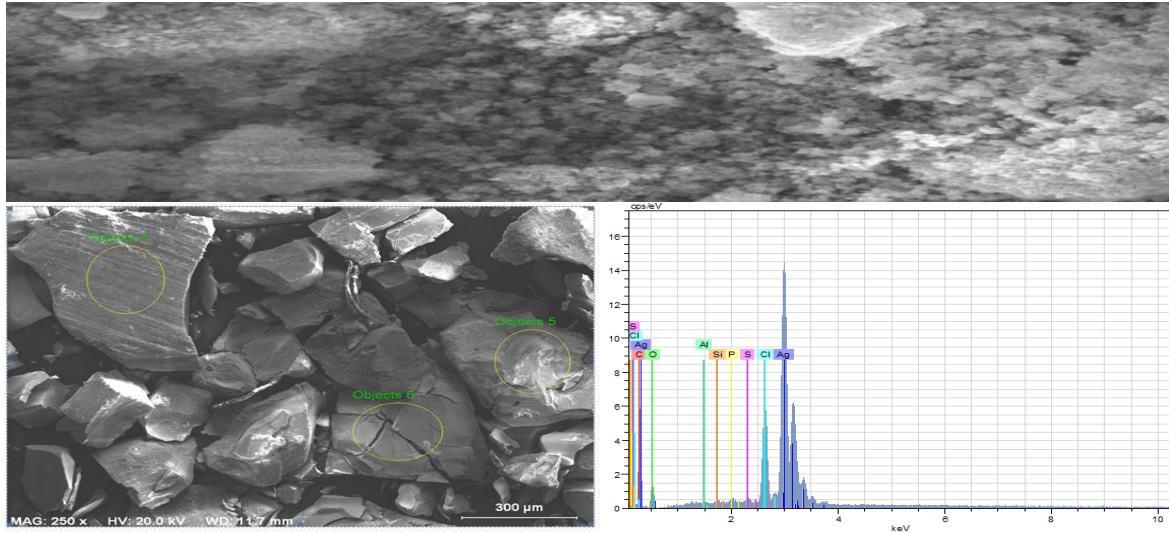
kutusu içerisindeki çimlenen tohum sayısı, kök-gövde uzunlukları ve kök sayıları ölçülmüştür (Şekil 2). Deneyler 3 tekerrür olarak gerçekleştirilmiş ve Deneme sonucunda elde edilen veriler SPSS 22.0

istatistiksel analiz programı kullanılarak Bek (1986)'e göre Duncan testi uygulanarak gruplandırılmıştır. Denemede kullanılan

AgNP'lerin SEM-EDX spektrumları Şekil 3'de verilmiştir (Eren ve Baran, 2019).



Şekil 2. Buğday tohumlarının çimlenme durumları



Şekil 3. AgNP'lerin SEM-EDX spektrumları

BULGULAR ve TARTIŞMA

Gümüş NP uygulamalarının buğday bitkisinde çimlenen tohum sayısı yönünden istatistiksel olarak $p \leq 0.05$, kök uzunluğu, gövde uzunluğu ve kök sayısına etkisi ise $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Farklı konsantrasyonlardaki AgNP uygulamalarının buğday tohumunun

çimlenme oranlarında herhangi bir değişime neden olmadığı sadece 10 mg L^{-1} konsantrasyonlarda kontrol grubuna göre çimlenmenin azaldığı, ortalama kök ve gövde uzunluğu üzerine etkisi, AgNP uygulamalarındaki artışa bağlı olarak azalmaya neden olmuştur. Kök sayısında

kontrol grubuna göre 2.5 ve 5.0 mg L⁻¹ AgNP uygulamalarında artış gözlenirken, 7.5 ve 10 mg L⁻¹ AgNP uygulamalarında ise azalmaya neden olmuştur (Çizelge 1). Yin ve ark. (2011) tarafından, *Lolium*

multiflorum'da bitkisinde yapılan bir araştırmada AgNP'lerin konsantrasyonu arttıkça, fide büyümesini inhibe ettiği, kök biyokütlesinde ve kök uzunluğunda azalmanın olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 1. AgNP uygulamalarının buğday bitkisinde, çimlenen tohum sayısı, kök uzunluğu, gövde uzunluğu ve kök sayısına etkisi

Uygulama	Doz (mg/L)	Ortalama			
		Çimlenen Tohum Sayısı	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)	Kök Sayısı
AgNP	0,0	10 a	8.3 a	7.3 a	5.0 b
	2,5	10 a	5.0 b	4.0 b	6.0 a
	5,0	10 a	2.5 c	0.7 c	5.7 a
	7,5	9 ab	3.0 c	0.5 cd	4.0 c
	10	8.7 b	1.5 d	0.0 d	2.0 d
	F	4.75*	329**	440**	117**

(*) p≤0.05 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli, (**) p≤0.01 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Gümüş nanopartikül (0.1, 1.0, 10, 100 ve 1000 mg L⁻¹) uygulamalarının, artan dozlara bağlı olarak, pirinç fidesinde kök ve bitki uzunluğunda azalmaya neden olmaktadır (Thuesombat ve ark., 2014). Vannini ve ark. (2014) tarafından, AgNP (1.0 ve 10 mg L⁻¹) uygulamalarının buğday tohumları üzerindeki fitotoksik ve genotoksik etkileri üzerine yapmış oldukları çalışmada, AgNP uygulamalarının artışı ile beraber kontrol gruplarına göre kök ve gövde uzunluklarında azalma olduğu belirtilmiştir. Buğday tohumlarına uygulanan AgNP (0.5, 1.5, 2.5, 3.5 ve 5.0 mg kg⁻¹) uygulamalarının, genel olarak AgNP dozlarının artmasına bağlı olarak, buğday fidelerinin sürgün ve kök

uzamalarını azaltmış, bunun yanında, 2.5 mg kg⁻¹ AgNP uygulamasının buğday kök sayılarını arttırdığını, diğer uygulamaların ise kök sayılarında azalmaya neden olmuştur (Dimkpa ve ark., 2013). Nanopartiküllerin bitkiler üzerinde farklı etkiler göstermesi ve ortaya çıkan bu farklılıklar büyük ölçüde, morfolojik, kompozisyon ve fiziksel-kimyasal özelliklerine göre değişmektedir (Ma ve ark., 2010).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, buğday tohumlarının AgNP'lere maruz kalmasının, buğday fidelerinin kök-gövde üzerinde net bir fitotoksik etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Gümüş NP'lerin, buğday

tohumları tarafından alımı nedeniyle buğday'da genel olarak kök-gövde uzamasını inhibe ettiği belirlenmiştir. Artan AgNP'lerin konsantrasyonlarına karşı buğday bitkisinde 7.5 mg L⁻¹ uygulamasından sonra tohum çimlenmesinin azalttığı, kök-gövde uzunluğunda kontrol grubuna göre genel olarak azalttığı, kök sayısında ise 2.5 ve 5.0 mg L⁻¹ uygulamalarında artış elde edilirken diğer uygulamalarda azalamaya neden olmaktadır. Bu nedenle, Nanopartiküllerin endüstriyel uygulamaları ve bunların çevresel sonuçları henüz yeni araştırılan bir alandır. Gümüş NP'lerin tarımsal amaçlı kullanılması, birçok araştırmacı tarafından da belirtildiği gibi, çevre güvenliği için AgNP'lerin boyutları ve konsantrasyonları dikkate alınarak araştırmalar sürdürülmelidir.

KAYNAKÇA

Acay, H., Baran, M. and Eren, A. 2019. Investigating antimicrobial activity of silver nanoparticles produced through green synthesis using leaf extract of common grape (*Vitis vinifera*). Applied Ecology and Environmental Research, 17(2):4539-4546.

Ahmed, S., Chaudhry, S.A. and Ikram, S. 2017. A review on biogenic synthesis of ZnO nanoparticles using plant extracts and microbes: A prospect towards green

chemistry. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 166: 272-284.

Anjum, N. A., Gill, S. S., Duarte, A. C., Pereira, E. and Ahmad, I. 2013. Silver nanoparticles in soil-plant systems. Journal of Nanoparticle Research, 15(9): 1896.

Batool, S., Hussain, Z., Niazi, M.B.K., Liaqat, U. and Afzal, M. 2019. Biogenic synthesis of silver nanoparticles and evaluation of physical and antimicrobial properties of Ag/PVA/starch nanocomposites hydrogel membranes for wound dressing application. Journal of Drug Delivery Science and Technology, 52: 403-414.

Bek, Y. 1986. Araştırma ve Deneme Metotları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Notu, Yayın No: 92, Adana.

Beykaya, M. ve Çağlar, A. 2016. Bitkisel özütler kullanılarak gümüş-nanopartikül (AgNP) sentezlenmesi ve antimikrobiyal etkinlikleri üzerine bir araştırma. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(3): 631-641.

Buzea, C., Pacheco, I.I. and Robbie, K. 2007. Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity, Biointerphases, 2(4): MR17-MR71.

Dadashpour, M., Firouzi-Amandi, A., Pourhassan-Moghaddam, M., Maleki, M.J., Soozangar, N., Jeddi, F., ... & Pilehvar-

Soltanahmadi, Y. (2018). Biomimetic synthesis of silver nanoparticles using *Matricaria chamomilla* extract and their potential anticancer activity against human lung cancer cells. *Materials Science and Engineering: C*, 92: 902-912.

Dimkpa, C.O., McLean, J.E., Martineau, N., Britt, D.W., Haverkamp, R. and Anderson, A.J. 2013. Silver nanoparticles disrupt wheat (*Triticum aestivum* L.) growth in a sand matrix. *Environmental science & technology*, 47(2): 1082-1090.

Elemike, E.E., Onwudiwe, D.C., Ekennia, A.C., Ehiri, R.C. and Nnaji, N.J. 2017. Phytosynthesis of silver nanoparticles using aqueous leaf extracts of *Lippia citriodora*: Antimicrobial, larvicidal and photocatalytic evaluations. *Materials Science and Engineering: C*, 75: 980-989.

Eren, A. and Baran, M. 2019. Green synthesis, characterization and antimicrobial activity of silver nanoparticles (AgNPs) from maize (*Zea mays* L.). *Applied Ecology And Environmental Research*, 17(2): 4097-4105.

Korkmaz, N. 2019. Saintpaulia sulu yaprak özütü kullanılarak sentezlenen gümüş nanopartiküllerin antibakteriyel ve antibiyofilm aktivitesi. *Iğdır Üniversitesi*

Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(4): 2225-2234.

Ma, X., Geiser-Lee, J., Deng, Y. and Kolmakov, A. 2010. Interactions between engineered nanoparticles (ENPs) and plants: phytotoxicity, uptake and accumulation. *Science of the total environment*, 408(16): 3053-3061.

Nowack, B. and Bucheli, T.D. 2007. Occurrence, behavior and effects of nanoparticles in the environment. *Environmental pollution*, 150(1): 5-22.

Prathna, T.C., Sharma, S.K. and Kennedy, M. 2018. Nanoparticles in household level water treatment: an overview. *Separation and Purification Technology*, 199: 260-270.

Qian, H., Peng, X., Han, X., Ren, J., Sun, L. and Fu, Z. 2013. Comparison of the toxicity of silver nanoparticles and silver ions on the growth of terrestrial plant model *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Environmental Sciences*, 25(9): 1947-1956.

Rajan, R., Chandran, K., Harper, S. L., Yun, S. I. and Kalaichelvan, P.T. 2015. Plant extract synthesized silver nanoparticles: an ongoing source of novel biocompatible materials. *Industrial Crops and Products*, 70: 356-373.

Rastogi, A., Zivcak, M., Sytar, O., Kalaji, H.M., He, X., Mbarki, S. and Bristic

M. 2017. Impact of metal and metal oxide nanoparticles on plant: a critical review. *Front Chem*, 5(78):1-15.

Santhoshkumar, J., Agarwal, H., Menon, S., Rajeshkumar, S. and Kumar, S.V. 2019. A biological synthesis of copper nanoparticles and its potential applications. In *Green Synthesis, Characterization and Applications of Nanoparticles*, pp. 199-221.

Sengottaiyan, A., Mythili, R., Selvankumar, T., Aravinthan, A., Kamala-Kannan, S., Manoharan, K., Thiyagarajan, P., Govarthanan, M. And Kim, J.H. 2016. Green synthesis of silver nanoparticles using *Solanum indicum* L. and their antibacterial, splenocyte cytotoxic potentials. *Research on Chemical Intermediates*, 42(4): 3095-3103.

Shaligram, N.S., Bule, M., Bhambure, R., Singhal, R.S., Singh, S.K., Szakacs, G. and Pandey, A. 2009. Biosynthesis of silver nanoparticles using aqueous extract from the compactin producing fungal strain. *Process biochemistry*, 44(8): 939-943.

Sharma, V.K., Yngard, R. A. and Lin, Y. 2009. Silver nanoparticles: green synthesis and their antimicrobial activities. *Advances in colloid and interface science*, 145(1-2): 83-96.

Stampoulis, D., Sinha, S.K. and White, J.C. 2009. Assay-dependent phytotoxicity of nanoparticles to plants. *Environmental science & technology*, 43(24): 9473-9479.

Thuesombat, P., Hannongbua, S., Akasit, S. and Chadchawan, S. 2014. Effect of silver nanoparticles on rice (*Oryza sativa* L. cv. KDML 105) seed germination and seedling growth. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 104: 302-309.

Vannini, C., Domingo, G., Onelli, E., De Mattia, F., Bruni, I., Marsoni, M. and Bracale, M. 2014. Phytotoxic and genotoxic effects of silver nanoparticles exposure on germinating wheat seedlings. *Journal of plant physiology*, 171(13): 1142-1148.

Yasur, J. and Rani, P.U. 2013. Environmental effects of nanosilver: impact on castor seed germination, seedling growth, and plant physiology. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(12): 8636-8648.

Yin, L., Cheng, Y., Espinasse, B., Colman, B. P., Auffan, M., Wiesner, M., Rose, J., Liu, J. and Bernhardt, E.S. 2011. More than the ions: the effects of silver nanoparticles on *Lolium multiflorum*. *Environmental science & technology*, 45(6): 2360-2367.