

## Yeşil Sentez: Nano Partiküller ve Potansiyel Uygulama Alanları

Aybek Yiğit<sup>1</sup>

Necdet Karakoyun<sup>2</sup>

Zeynep Şilan Turhan<sup>3</sup>

### Özet

Nanoteknoloji, oldukça fazla uygulama alanını içinde barındıran yeni ve gelişmeye müsait bir uygulama alanıdır. 1-100 nm aralığında ebatlara sahip malzemelerin üretim ve uygulama alanına uygulanmasını, entegre edilmesini kapsamaktadır. Nano partiküllerin farklı boyutlarda sentezlenmesinde farklı yöntemler tercih edilmektedir. Çevreye duyarlı yeşil sentezle nano partikül üretimi oldukça fazla tercih edilen bir sentez yöntemidir. Bu bağlamda yeşil sentez yöntemiyle elde edilen metalik nano partiküllerin sentezi, uygulama alanına entegre edilmesi kadar sentez boyunca kullanılan kimyasalların çevrede toksik etki bırakmaması ve ekonomik olması da önem taşımaktadır. Bu çalışma yeşil sentezle nano partiküllerin sentezi ve uygulama alanları üzerinde durmaktadır.

### 1. Nano Teknolojinin Tarihsel Gelişimi

Maddenin nano boyutta ilk defa ortaya çıkışı araştırmacılar arasında oldukça büyük heyecan yaratmıştır. Bu yeni boyuttaki çalışma alanı 21. yüzyıl ve sonrasında malzeme biliminin birçok yönünü geliştirmeyi ve değiştirmeyi vaat etmiştir. “Nano” kelimesi Yunanca da “milyarınca” olarak tanımlanan “Cüce” kelimesinden türetilmiştir. Nanometre, metrenin milyarda biri

- 1 Dr. Öğr. Üyesi, Iğdır Üniversitesi Tuzluca Meslek Yüksekokulu Eczane Hizmetleri Bölümü, aybek.yigit@igdir.edu.tr, 0000-0001-8279-5908
- 2 Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye Meslek Yüksek Okulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Van, Türkiye, necdetkarakoyun@yyu.edu.tr, 0000-0002-6083-6921
- 3 Doç. Dr., Iğdır Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyokimya Bölümü, zeynepsilanturhan@hotmail.com, 0000-0002-3587-2576

yani aslında bir inçin 250 milyonda biri yani insan saç çapının neredeyse 1/80.000'i ya da hidrojen atomunun çapının 10 katı olarak nitelendirilir. 'Nanoteknoloji' kavramı ise, 1974'de Tokyodaki bir üniversiteden Prof. Norio Taniguchi(Tokyo Bilim Üniversitesi'nden) tarafından nanometre toleranslı malzemelerin hassas sentezini tanımlamak ya da daha iyi anlatmak için ortaya çıkarılmış olup Drexler tarafından 1986 tarihli 'Engines of Creations' kaynağında: 'The Coming Era of Nanoteknoloji' adlı moleküller nano teknoloji kitabında farkında olmadan kabul edildi (Shinde., 2012).

Nanoteknoloji, genel olarak (1-100) nm arasında boyutlara sahip malzemelerin sentezi, karakterizasyonlarını ve uygulama alanlarının incelenmesiyle ilgilenen bilim dalıdır. Nano boyutlarda çalışan dış hekimliği, eczacılık ve mühendislik gibi teknolojinin pekçok dalına çeşitli odak alanları sunan bilim dalıdır (Rafique.,2017). Nano malzemelerin sentezinde yeşil senteze verilen önem bu malzemelerin gelecekteki sentezi açısından oldukça önem taşımaktadır (Varma, 2012).

## **1.1. Nano Partiküllerin Sentez Yöntemleri**

Yeşil sentezde kullanılan etkin yöntemler aşağıda sıralanmıştır;

### **1.1.1.Polisakkarit:**

Bu yöntemde; Ag NPs'ler, çevresel zarar oluşturmamak için solvent olarak su ve kapatma maddesi olarak polisakkaritler kullanılırken bazı durumlarda polisakkaritler indirgeyici ve kapatma maddesi görevi üstlenebilirler (Raveendran ve ark.,2003).

### **1.1.2.Tollens yöntemi:**

Tollens sentez yönteminde; tek adımlı bir süreçte kontrollü boyutta Ag NPs'lerin sentezi gerçekleşir (Yin ve ark.,2002; Saito ve ark.,2003; Kvitek ve ark.,2005; He ve ark.2006).

### **1.1.3.Işınlama yöntemi:**

AgNPs'ler birbirinden farklı ışınlama mekanizmaları üzerinden başarıyla sentezlenebilir. Örneğin; gümüş tuzu ve yüzey aktif maddelerin sulu çözeltisinin lazer ışınlanması, iyi tanımlanmış şekil ve boyut dağılımına sahip Ag NP'lerin üretimi sağlanabilir (Abid ve ark.,2002).

### **1.1.4. Biyolojik yöntem:**

Biyo-organizmaların yardımıyla elde edilen bitki ekstraktları, Ag NPs sentezinde indirgeyici ve kapatıcı ajanlar birarada görev yapabilir. [Ag]<sup>+</sup>

iyonlarının bitki ekstraktlarında mevcut enzimler-proteinler, amino asitler, polisakkaritler ve vitaminler gibi moleküllerin kombinasyonlarının yardımıyla indirgenmesi (Collera-Zúñiga ve ark.,2005;Jagadeesh ve ark.,2004) çevresel olarak zararsızdır ancak kimyasal açıdan karmaşık bir durumdur.

## 2.Yeşil Sentezden Sentezlenen Metaller

Bakır (Cu) ve bakır oksit (CuO), Çinko oksit (ZnO), Seryum oksit (CeO<sub>2</sub>), Kadmiyum sülfür (CdS), Gümüş ve altın gibi metallerden nano parçacıkların sentezi gerçekleştirilmiştir. Bu sentez yöntemlerinden bazılarında aşağıda değinilmiştir.

### 2.1.Bakır (Cu) ve bakır oksit (CuO):

CuO nano yapıların sentezinde koloidal ısı birleştirme işleminden yararlanır. Birleştirilen CuO, CuO NP'lerin farklı boyutlarını elde etmek için dekontamine edildikten sonra kurutma işlemi gerçekleştirilir (Padil ve ark., 2013).Manoj ve ark., ortamdaki nitrit iyonlarının tespit edebilmek için biyo-sensör geliştirme yöntemi raporlamıştır. Bu yöntemde, bakırın oldukça kararlı ve hassas nanokompozitini geliştirmek elde edebilmek için CMC'nin substrat olarak kullanılmasını içerir (Manoj ve ark.,2018).

### 2.2.Çinko oksit (ZnO):

Cassia auriculata çiçeğine ait ekstrakt, 110-280nm normal boyuttaki daha dayanıklı ZnO NP's'leri bir araya getirmek adına Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>'nin sıvı ayarlasının tedavisinde kullanılır (Ramesh ve ark.,2014). Alijan ve ark., ZnS NP's'lerin normal boyutunun 8.35 nm olduğunu gözlemladiler ve son derece istikrarlı ve büyük ölçüde küresel olan ZnS NP's'leri, Stevia rebaudiana'nın sulu kaba konsantresindeki karakteristik bir tatlandırıcı glikozit (sakkarozdan 250-300 kat daha tatlı) biyo-indirgeyici kullanılarak düzenlendi (Alijani ve ark.,2019). Yeşil sentez yoluyla elde edilen ZnO ve Ag/ZnO NP'ler aynı zamanda klinik antimikrobiyal yara iyileştirici bandajlarda da faydalanıldı(Khatami ve ark.,2018).

## 3.Uygulama Alanları:

Metal, metal oksitler ve nanopartiküllerin metal kompozitlerinin biyosentezi, fiziksel ve kimyasal yöntemlere mukayese edildiğinde daha temiz, toksik etki göstermeyen ve çevreye zarar vermeyen bir yöntemdir. Günümüzde bitkinin yaprak, kök, çiçek, tohum gibi pek çok yerinden alınan kısımlarıyla birden fazla sayıda uygulama alanı için metal bazlı nanopartiküller sentezlenmektedir. Örneğin, Silybum marianum L. Tohum ekstraktından Cu/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanopartikülleri (Sajadi ve ark.,2016), Euphorbia

wallichii yaprak ekstraktından (Atarod ve ark.,2015) Cu/indirgenmiş grafen oksit/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanokompozit sentezi gerçekleştirilmiştir. Nanoteknolojilerin malzemelerinin gelişmesi ve geniş alana yayılmasındaki büyük evrim, bir seri uygulama adına yeni temel yeniliklerin yolunu açmıştır. Bu, nano ölçekli malzemelerin üretilmesi fizikokimyasal ve optoelektronik gibi pekçok özelliği içinde barındırır (Parisi ve ark., 2015;Gogos ve ark.,2012;Taraftar ve ark.,2013). Nanoteknoloji çalışmalarında etkin ve etkili şekilde kullanılan nanoyapılar; burada NPs'lerin şekli ve ebatı, kendine has özelliklerini tanımlamak için kullanılır. NP sentezinde ekonomik olması ve bunun yanında çevre dostu olmasından ötürü pekçok alanda farklı amaçlar için kullanıldığı (Shankar ve ark., 2005; Sharma ve ark.,2015) tarafından bildirildiği üzere, nano taneciklerin fiziksel ve kimyasal üretimi, antimikrobiyal aktivite için kullanım esnasında toksik ve çevre için tehlikeli maddelerin ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır. Ayrıca, bitki ekstraksiyonu eldesinde gerçekleştirilen biyolojik yöntemler fiziksel ve kimyasal yöntemlerden daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun en büyük nedeni, NP'ler için tercih edilen kimyasal ve fiziksel yöntemlerin nanoparçacıkların şekli ve boyutunun fizikokimyasal yöntemlere uymamasıdır.

## Kaynaklar

- 1-Shinde, N., Jagtap, A., Undale, V., Kakade, S., Kotwal, S., & Patil, R. (2012). Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. *Nanoparticles: Advances in Drug Delivery Systems*.
- 2- Rafique M, Sadaf I, Rafique MS, et al. A review on green synthesis of silver nanoparticles and their applications. *Artif Cells Nanomedicine Biotechnol.* 2017;45:1272–1291.
- 3- Chandran, S. P., Chaudhary, M., Pasricha, R., Ahmad, A., & Sastry, M. (2006). Synthesis of gold nanotriangles and silver nanoparticles using Aloe vera plant extract. *Biotechnology progress*, 22(2), 577-583.
- 4-Raveendran, P., Fu, J., & Wallen, S. L. (2003). Completely “green” synthesis and stabilization of metal nanoparticles. *Journal of the American Chemical Society*, 125(46), 13940-13941.
- 5-Yin, Y., Li, Z. Y., Zhong, Z., Gates, B., Xia, Y., & Venkateswaran, S. (2002). Synthesis and characterization of stable aqueous dispersions of silver nanoparticles through the Tollens process. *Journal of Materials Chemistry*, 12(3), 522-527.
- 6-Saito, Y., Wang, J. J., Batchelder, D. N., & Smith, D. A. (2003). Simple chemical method for forming silver surfaces with controlled grain sizes for surface plasmon experiments. *Langmuir*, 19(17), 6857-6861.
- 7-Kvítek, L., Prucek, R., Panáček, A., Novotný, R., Hrbáč, J., & Zbořil, R. (2005). The influence of complexing agent concentration on particle size in the process of SERS active silver colloid synthesis. *Journal of Materials Chemistry*, 15(10), 1099-1105.
- 8-Abid, J. P., Wark, A. W., Brevet, P. F., & Girault, H. H. (2002). Preparation of silver nanoparticles in solution from a silver salt by laser irradiation. *Chemical Communications*, (7), 792-793.
- 9- Collera-Zúñiga, O., Jiménez, F. G., & Gordillo, R. M. (2005). Comparative study of carotenoid composition in three mexican varieties of *Capsicum annuum* L. *Food Chemistry*, 90(1-2), 109-114.
- 10- Jagadeesh, B. H., Prabha, T. N., & Srinivasan, K. (2004). Activities of  $\beta$ -hexosaminidase and  $\alpha$ -mannosidase during development and ripening of bell capsicum (*Capsicum annuum* var. *variata*). *Plant Science*, 167(6), 1263-1271.
- 11-Sajadi, S. M., Nasrollahzadeh, M., & Maham, M. (2016). Aqueous extract from seeds of *Silybum marianum* L. as a green material for preparation of the Cu/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles: a magnetically recoverable and reusable catalyst for the reduction of nitroarenes. *Journal of colloid and interface science*, 469, 93-98.
- 12- Atarod, M., Nasrollahzadeh, M., & Sajadi, S. M. (2015). Green synthesis of a Cu/reduced graphene oxide/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanocomposite using *Euphorbia*

- wallichii leaf extract and its application as a recyclable and heterogeneous catalyst for the reduction of 4-nitrophenol and rhodamine B. *RSC advances*, 5(111), 91532-91543.
- 13- Parisi, C., Vigani, M., & Rodríguez-Cerezo, E. (2015). Agricultural nanotechnologies: what are the current possibilities?. *Nano Today*, 10(2), 124-127.
  - 14-Gogos, A., Knauer, K., & Bucheli, T. D. (2012). Nanomaterials in plant protection and fertilization: current state, foreseen applications, and research priorities. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(39), 9781-9792.
  - 15-Tarafdar, J. C., Sharma, S., & Raliya, R. (2013). Nanotechnology: Interdisciplinary science of applications. *African Journal of Biotechnology*, 12(3).
  - 16-Shankar, S. S., Rai, A., Ahmad, A., & Sastry, M. (2005). Controlling the optical properties of lemongrass extract synthesized gold nanotriangles and potential application in infrared-absorbing optical coatings. *Chemistry of Materials*, 17(3), 566-572.
  - 17- Padil, V. V. T., & Černík, M. (2013). Green synthesis of copper oxide nanoparticles using gum karaya as a biotemplate and their antibacterial application. *International journal of nanomedicine*, 889-898.
  - 18- Manoj, D., Saravanan, R., Santhanalakshmi, J., Agarwal, S., Gupta, V. K., & Boukherroub, R. (2018). Towards green synthesis of monodisperse Cu nanoparticles: An efficient and high sensitive electrochemical nitrite sensor. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 266, 873-882.
  - 19- Ramesh, P., Rajendran, A., & Meenakshisundaram, M. (2014). Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using flower extract cassia auriculata. *Journal of NanoScience and NanoTechnology*, 2(1), 41-45.
  - 20- Alijani, H. Q., Pourseyedi, S., Mahani, M. T., & Khatami, M. (2019). Green synthesis of zinc sulfide (ZnS) nanoparticles using Stevia rebaudiana Bertoni and evaluation of its cytotoxic properties. *Journal of Molecular Structure*, 1175, 214-218.
  - 21- Khatami, M., Varma, R. S., Zafarnia, N., Yaghoobi, H., Sarani, M., & Kumar, V. G. (2018). Applications of green synthesized Ag, ZnO and Ag/ZnO nanoparticles for making clinical antimicrobial wound-healing bandages. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 10, 9-15.
  - 22- Sharma, G., Jasuja, N. D., Kumar, M., & Ali, M. I. (2015). Biological Synthesis of Silver Nanoparticles by Cell-Free Extract of *Spirulina platensis*. *Journal of nanotechnology*, 2015, 1-6.
  - 23- He, Y., Wu, X., Lu, G., & Shi, G. (2006). A facile route to silver nanosheets. *Materials chemistry and physics*, 98(1), 178-182.