

# BÖLÜM 6

## NANOPARTİKÜLLER

Necla DEMİR<sup>1</sup>  
Çisel KISA YAMAN<sup>2</sup>

### GİRİŞ

Latince bir kelime olan ‘Nano’ çok küçük anlamına gelmektedir. Nanopartiküller yaklaşık 1-100 nm boyutlarında nanoboyutlu materyallerdir. Küre, prizma, küp ve çubuk gibi birbirinden farklı morfolojilere sahip olabilmektedirler. Nanopartiküller; nanokaplamalar, nanotüpler, nanokristaller, nanoyapılar ve nanofiberler gibi form ve yapılarına göre sınıflandırılırlar (1).

Mikrometrik partiküllere göre daha geniş bir spesifik yüzey alanına sahip olmaları nanometrik partiküllerin en önemli özelliğidir (2). Nanopartikül materyalleri, yüksek yüzey enerjisi göstererek diğer materyallere ve birbirlerine güçlü bağlanmaktadır (3).

Tüm bilim dallarında inorganik, metal esaslı, nanoyapılı materyaller eşsiz fiziksel, kimyasal özelliklerinden dolayı ilgi alanı oluşturmuştur. Materyallerin kullanımı, güncel ve yeni ürünlerin gelişmesine öncü olmuştur (4). Nanopartiküller metal-mikroorganizma etkileşimleri; mikrobiyal korozyon ve biyomineralizasyon alanlarını içeren pek çok biyoteknolojik uygulamalarda büyük role sahiptirler (5).

Bakterilerin; nanopartikül ilaveli antibiyotiklere karşı direnç kazanma ihtimali dar spektрумlu antibiyotiklere göre daha azdır (6).

Son yapılan çalışmalar özellikle metal oksit nanopartiküllerin iyi antibakteriyel etkiye sahip olduğunu göstermiştir (7).

---

<sup>1</sup> Doç. Dr., Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD. necladt@gmail.com, ORCID iD:0000-0003-0927-6962

<sup>2</sup> Phd. Dr., Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD., cisellkisa@gmail.com ORCID iD:0000-0003-0533-263X

## Diş Hekimliğinde Gümüş Zeolit Nanopartikülü

Tıp ve diş hekimliği alanlarında son yıllarda gümüş zeolit kullanımını artmış ve bu alanlarda araştırmalar ve çalışmalar hız kazanmıştır. Özellikle gümüş ile bütünleşen zeolitik yapıların antibakteriyel etkisi sebebiyle diş hekimliğinde kanal dolum materyallerinin içerisinde; protetik tedavilerde dental akriliğin direncini arttırmak amacıyla kullanılmasıyla ilgili çalışmalar bulunmaktadır (20, 43, 44). Antimikotik özelliği ile ilgili protez altındaki astar maddesi içerğinde ve gargara içine eklenerek kullanımı olan çalışmalar bulunmaktadır (45).

Diş hekimliği alanında zeolit en yüksek iyon değiştirme potansiyeli olan zeolit A kullanılmaktadır. Zeolit gümüş nanopartikülüne karşı ilgisi oldukça yüksektir. Zeolit kendi ağırlığının %40'ından fazla miktarda gümüş iyonunu elektros-tatik olarak yapısına bağlayabilmektedir (46).

Zeolit ve gümüş nanopartiküllerinin birbirine bağlanması iyon değişimi ile olmaktadır. Zeolit; gümüş iyonunun sürekli salınımını, moleküler yapısına bağlanmış olan iyonları çevredeki iyonlarla değişerek sağlamaktadır. Doku hücrelerinde zararlı bir etkisi olmamakla birlikte uzun süre antimikrobiyal bir etki göstermektedir (47).

Gümüş zeolit nanopartikülünün bakterisid özelliğini açıklayan birbirinden farklı iki mekanizma bildirilmiştir. Birisi zeolitten salınan gümüş iyonunun doğrudan bakterisid etkisidir. Diğeri ise matrikste mevcut olan gümüşün oksijeni aktif etmesiyle üretilen reaktif oksijenlerin sebep olduğu bakterisid etkisidir (48).

## KAYNAKLAR

1. Fayaz AM, Balaji K, Girilal M, Yadav R, Kalaichelvan PT, Venketesan R. Biogenic synthesis of silver nanoparticles and their synergistic effect with antibiotics: a study against gram-positive and gram-negative bacteria. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*. 2010;6(1):103-9.
2. Zhao J, Xie D. Effect of nanoparticles on wear resistance and surface hardness of a dental glass-ionomer cement. *Journal of composite materials*. 2009;43(23):2739-52.
3. Hamouda IM. Current perspectives of nanoparticles in medical and dental biomaterials. *Journal of biomedical research*. 2012;26(3):143-51.
4. Dastjerdi R, Montazer M. A review on the application of inorganic nano-structured materials in the modification of textiles: focus on anti-microbial properties. *Colloids and surfaces B: Bio-interfaces*. 2010;79(1):5-18.
5. Kim JS, Kuk E, Yu KN, Kim J-H, Park SJ, Lee HJ, et al. Antimicrobial effects of silver nanoparticles. *Nanomedicine: Nanotechnology, biology and medicine*. 2007;3(1):95-101.
6. Pal S, Tak YK, Song JM. Does the antibacterial activity of silver nanoparticles depend on the shape of the nanoparticle? A study of the gram-negative bacterium *Escherichia coli*. *Applied and environmental microbiology*. 2007;73(6):1712-20.
7. Stobie N, Duffy B, McCormack DE, Colreavy J, Hidalgo M, McHale P, et al. Prevention of *Staphylococcus epidermidis* biofilm formation using a low-temperature processed silver-doped phenyltriethoxysilane sol-gel coating. *Biomaterials*. 2008;29(8):963-9.

8. Ulusoy N, Gökay O, Müjdecı Da. Farklı Kalınlıklarda Uygulanan Yeni Geliştirilmiş Üç Kompozitin Yüzey Sertliği.
9. Waltimo T, Brunner T, Vollenweider M, Stark WJ, Zehnder M. Antimicrobial effect of nanometric bioactive glass 45S5. *Journal of dental research*. 2007;86(8):754-7.
10. Kapil Singh Pal RL, Ajay V Gaikwad, Shriprasad Sarapur, Saket Kumar Jain Nanoparticles in Prosthodontics-Boon or Bane 2015.
11. Elsaka SE, Hamouda IM, Swain MV. Titanium dioxide nanoparticles addition to a conventional glass-ionomer restorative: influence on physical and antibacterial properties. *Journal of dentistry*. 2011;39(9):589-98.
12. Moshaverinia A, Ansari S, Moshaverinia M, Roohpour N, Darr JA, Rehman I. Effects of incorporation of hydroxyapatite and fluoroapatite nanobioceramics into conventional glass ionomer cements (GIC). *Acta biomaterialia*. 2008;4(2):432-40.
13. Moszner N, Salz U. Recent developments of new components for dental adhesives and composites. *Macromolecular Materials and Engineering*. 2007;292(3):245-71.
14. Kay JF. Calcium phosphate coatings for dental implants: current status and future potential. *Dental Clinics of North America*. 1992;36(1):1-18.
15. Chladek G, Kasperski J, Barszczewska-Rybarek I, Żmudzki J. Sorption, solubility, bond strength and hardness of denture soft lining incorporated with silver nanoparticles. *International journal of molecular sciences*. 2012;14(1):563-74.
16. Chladek G, Mertas A, Barszczewska-Rybarek I, Nalewajek T, Żmudzki J, Król W, et al. Antifungal activity of denture soft lining material modified by silver nanoparticles—a pilot study. *International Journal of Molecular Sciences*. 2011;12(7):4735-44.
17. Melo MA, Guedes SF, Xu HH, Rodrigues LK. Nanotechnology-based restorative materials for dental caries management. *Trends in biotechnology*. 2013;31(8):459-67.
18. Borzabadi-Farahani A, Borzabadi E, Lynch E. Nanoparticles in orthodontics, a review of antimicrobial and anti-caries applications. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2014;72(6):413-7.
19. Mupparapu M. New nanophosphor scintillators for solid-state digital dental imagers. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2006;35(6):475-6.
20. Saengmee-Anupharb S, Srikehrin T, Thaweboon B, Thaweboon S, Amornsakchai T, Dechkunakorn S, et al. Antimicrobial effects of silver zeolite, silver zirconium phosphate silicate and silver zirconium phosphate against oral microorganisms. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*. 2013;3(1):47-52.
21. Welch K, Cai Y, Engqvist H, Strømme M. Dental adhesives with bioactive and on-demand bactericidal properties. *Dental Materials*. 2010;26(5):491-9.
22. Cappi B, Neuss S, Salber J, Telle R, Knüchel R, Fischer H. Cytocompatibility of high strength non-oxide ceramics. *Journal of Biomedical Materials Research Part A: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*. 2010;93(1):67-76.
23. Samuel MS, Jose S, Selvarajan E, Mathimani T, Pugazhendhi A. Biosynthesized silver nanoparticles using *Bacillus amyloliquefaciens*; Application for cytotoxicity effect on A549 cell line and photocatalytic degradation of p-nitrophenol. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2020;202:111642.
24. CP BRCTJ. Bapat PR Choudhury H. Pandey M. Gorain B. Kesharwani P. *Mater Sci Eng. C*. 2018;91:881-98.
25. Bapat RA, Chaubal TV, Joshi CP, Bapat PR, Choudhury H, Pandey M, et al. An overview of application of silver nanoparticles for biomaterials in dentistry. *Materials Science and Engineering: C*. 2018;91:881-98.
26. de Castro DT, do Nascimento C, Alves OL, de Souza Santos E, Agnelli JAM, Dos Reis AC. Analysis of the oral microbiome on the surface of modified dental polymers. *Archives of oral biology*. 2018;93:107-14.
27. Li Z, Sun J, Lan J, Qi Q. Effect of a denture base acrylic resin containing silver nanoparticles on *Candida albicans* adhesion and biofilm formation. *Gerodontology*. 2016;33(2):209-16.

28. Hamed-Rad F, Ghaffari T, Rezaii F, Ramazani A. Effect of nanosilver on thermal and mechanical properties of acrylic base complete dentures. *Journal of Dentistry* (Tehran, Iran). 2014;11(5):495.
29. Gad MM, Fouda SM, Al-Harbi FA, Năpănkangas R, Raustia A. PMMA denture base material enhancement: a review of fiber, filler, and nanofiller addition. *International journal of nanomedicine*. 2017;12:3801.
30. Shelyakina MK, Soldatkin OO, Arkhypova VM, Kasap BO, Akata B, Dzyadevych SV. Study of zeolite influence on analytical characteristics of urea biosensor based on ion-selective field-effect transistors. *Nanoscale research letters*. 2014;9(1):1-9.
31. Baerlocher C, McCusker L. International Zeolite Association's "Database of Zeolite Structures," Google Scholar There is no corresponding record for this reference. 2017.
32. Breck DW, Breck DW. Zeolite molecular sieves: structure, chemistry, and use: *John Wiley & Sons*; 1973.
33. Mumpton FA. La roca magica: Uses of natural zeolites in agriculture and industry. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1999;96(7):3463-70.
34. Bacakova L, Vandrovцова M, Kopova I, Jirka I. Applications of zeolites in biotechnology and medicine—a review. *Biomaterials science*. 2018;6(5):974-89.
35. Iijima A. Geology of natural zeolites and zeolitic rocks. *Pure and Applied Chemistry*. 1980;52(9):2115-30.
36. de'Gennaro M, Cappelletti P, Langella A, Perrotta A, Scarpati C. Genesis of zeolites in the Neapolitan Yellow Tuff: geological, volcanological and mineralogical evidence. *Contributions to Mineralogy and Petrology*. 2000;139(1):17.
37. Georgiev D, Bogdanov B, Angelova K, Markovska I, Hristov Y. Synthetic Zeolites-Structure, Clasification, Current Trends In Zeolite Synthesis.
38. Serati-Nouri H, Jafari A, Roshangar L, Dadashpour M, Pilehvar-Soltanahmadi Y, Zarghami N. Biomedical applications of zeolite-based materials: A review. *Materials Science and Engineering: C*. 2020;116:111225.
39. Moshoeshoe M, Nadiye-Tabbiruka MS, Obuseng V. A review of the chemistry, structure, properties and applications of zeolites. *Am J Mater Sci*. 2017;7(5):196-221.
40. Yoldi M, Fuentes-Ordoñez E, Korili S, Gil A. Zeolite synthesis from industrial wastes. *Microporous and Mesoporous materials*. 2019;287:183-91.
41. Laurino C, Palmieri B. Zeolite: "the magic stone"; main nutritional, environmental, experimental and clinical fields of application. *Nutricion hospitalaria*. 2015;32(2):573-81.
42. Teknik Bv. 656. 2022:67.
43. Kuroki K, Hayashi T, Sato K, Asai T, Okano M, Kominami Y, et al. Effect of self-cured acrylic resin added with an inorganic antibacterial agent on Streptococcus mutans. *Dental materials journal*. 2010;29(3):277-85.
44. Yadav NS, Saraf S, Mishra SK, Hazari P. Effects of fluconazole, chlorhexidine gluconate, and silver-zinc zeolite on flexural strength of heat-cured polymethyl methacrylate resin. *Journal of Natural Science, Biology, and Medicine*. 2015;6(2):340.
45. Casemiro LA, Martins CHG, Pires-de-Souza FdCP, Panzeri H. Antimicrobial and mechanical properties of acrylic resins with incorporated silver-zinc zeolite—part I. *Gerodontology*. 2008;25(3):187-94.
46. Kawahara K, Tsuruda K, Morishita M, Uchida M. Antibacterial effect of silver-zeolite on oral bacteria under anaerobic conditions. *Dental materials*. 2000;16(6):452-5.
47. Abe Y, Ishii M, Takeuchi M, Ueshige M, Tanaka S, Akagawa Y. Effect of saliva on an antimicrobial tissue conditioner containing silver-zeolite. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2004;31(6):568-73.
48. Matsuura T, Abe Y, Sato Y, Okamoto K, Ueshige M, Akagawa Y. Prolonged antimicrobial effect of tissue conditioners containing silver-zeolite. *Journal of dentistry*. 1997;25(5):373-7.