

## Bölüm 5

# NANOTEKNOLOJİ VE NANOPARTİKÜLLERİN DIŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANIMI

Canan AKAY<sup>1</sup>  
Duygu KARAKIŞ<sup>2</sup>

### GİRİŞ

Nanoteknoloji bilimi, maddenin moleküler ve atomik seviyelerdeki kontrolünü kapsamaktadır (Nagpal & ark., 2011). Farklı kimyasal ve fiziksel metotlar kullanılarak 0.1 ile 100 nanometre boyutları arasında değişen fonksiyonel materyaller ve yapıların molekül mühendisliği ile üretimi nano teknolojiyi tanımlar (Kosla, 2009). Yunanca “nan(n)os” kelimesinden türemiş olan ve “cüce” anlamına gelen “nano”, bir fiziksel ölçünün milyarda birine işaret eden bir ön ektir. Örneğin 1 nanometre,  $10^{-9}$  metredir ve yaklaşık olarak 2 veya 3 atom boyutundadır (Ingle & Gopal, 2011), (Ozak & Ozkan, 2013). Nano teknoloji terimi ilk olarak 1974 yılında Tokyo Bilim Üniversitesi’nden Norio Taniguchi adlı bilim adamı tarafından kullanılmıştır (Sahoo, Parveen, Panda & 2007). Taniguchi nano teknolojiyi genel olarak “Malzemelerin atom atom ya da molekül molekül işlenmesi, ayrılması, birleştirilmesi ve bozulması” olarak tanımlamıştır (Taniguchi, 1974). Nanoteknolojinin gelişmesini sağlayan buluş ise 1981’de Binnig ve Rohrer tarafından Tarama Tünelleme Mikroskobu’nun ve bu gelişmeyi takiben 1986’da fullerenlerin ve karbon nanotüplerin keşfedilmesi ile olmuştur (Satyanarayana & Rai, 2011).

Nano materyallerin özelliklerini diğer materyallerden ayıran 2 önemli faktör bulunmaktadır bunlar; yüzey alanının artması ve kuantum etkisidir. Örneğin 30 nm’lik bir parça atomlarının %5’ini, 10 nm’lik bir parça atomlarının %20’sini ve 3 nm’lik bir parça atomlarının %50’sini yüzeyinde bulundurur. Nano partiküller daha büyük partiküller ile karşılaştırıldığında birim başına daha fazla yüzey alanına sahiptirler. Yüzey alanı etkileri ile paralel olarak, kuantum efektleri maddenin özelliklerine hâkim olmaya başlar. Özellikle nano ölçekli boyutun en küçük sonuna yaklaştıkça, malzemenin optik, fizik ve manyetik davranışları etkilenir. Örneğin nano kristalin nikel sertleştirilmiş çelik kadar dayanıklıdır (Drexler, 2006). Boyuta bağlı değişen özellikler nano ölçekli nesnelere inanılmaz bir potansiyele

1 Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Protetik Dış Tedavisi Anabilim Dalı Mail:cnngcr2@hotmail.com

2 Doç. Dr., Gazi Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Protetik Dış Tedavisi Anabilim Dalı Mail:dtduygukc@hotmail.com

dentifrobotlar, 1-10 /m / saniye hızındaki bir amipin hareket hızına sahip olması beklenmektedir. Üretimleri ucuz ve tamamen mekanik olan robotların, yutulması halinde etkinlikleri zararsız bir şekilde durdurulabilir. Belirgin bir şekilde üretilen dentifrobotlar plak ve diğer bölgelerdeki patojen bakterileri tanır ve tahrip eder, ancak normal florada yaklaşık 500 zararsız türü etkilemez ve bu nedenle sağlıklı bir ekosistemin oluşumuna katkıda bulunur. Dentifrobotlar ağız kokusunun ana nedenlerinden biri olan bakteri yapım ürünlerini ortadan kaldırarak halitozise karşı sürekli bir bariyer oluşturur. Böylece, genç yaşlardan itibaren diş eti hastalıkları ortadan kaldıracak gibi görülmektedir (Freitas, 2000).

Ortodontik nanorobotlar, diş eti, periodontal ligament ve alveoler kemik dahil olmak üzere tüm periodontal dokuları doğrudan manipüle edebilir. Ağrısız bir şekilde birkaç saat içinde dişleri düzeltebilir, döndürebilir veya dikey olarak yeniden konumlandırabilir (Bhardwaj & ark., 2014), (Chandki & ark., 2018).

## KAYNAKLAR

1. Abiodun-Solanke, I., Ajayi, D. & Arigbede, A. (2014) Nanotechnology and its application in dentistry. *Ann. Med. Health Sci, Res.* 4(3), 171–177
2. Akay, C., Tanış, MÇ. & Sevim, H. (2017) Effect of artificial saliva with different pH levels on the cytotoxicity of soft denture lining materials. *The International journal of artificial organs*, 40(10), 581-588
3. Akay, C. & Çakırbay Tanis M. (2018) Kolorimetrik MTT testi kullanarak geleneksel protez kaide materyali ile yumusak astar materyalinin in vitro sitotoksik özelliklerinin değerlendirilmesi. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 25(2), 157-166
4. Akay, C., Cevik, P., Karakis, D. & Sevim, H. (2018). In Vitro Cytotoxicity of Maxillofacial Silicone Elastomers: Effect of Nano particles. *Journal of Prosthodontics*, 27(6), 584-587.
5. Albrecht, M.A., Evans C.W. & Raston CL. (2006) Green chemistry and the health implications of nanoparticles. *Green Chem*, 8(5), 417–432
6. Bhardwaj, A., Bhardwaj, A., Misuriya, A., Maroli, S., Manjula, S., & Singh, A. K. (2014). Nanotechnology in dentistry: Present and future. *Journal of international oral health*, 6(1), 121.
7. Bouwmeester, H., Dekkers, S., Noordam, M., Hagens, W., Bulder A., de Heer, C. (2007) Health impact of nanotechnologies in food production. *Institute of Food Safety Wageningen University and Research Centre (RIKILT) and National Institute for Public Health & the Environment (RIVM)*
8. Cai, W., Gao, T., Hong, H. & Sun, J. (2008) Applications of gold nanoparticles in cancer nanotechnology. *Nanotechnol Sci Appl*, 1, 17–32.
9. Çevik Pınar. (2013) Silika ve titanyum dioksit ilavesinin iki farklı maksillofasiyal silikon elastomerin mekanik özelliklerine etkisi. Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.
10. Cevik, P. & Eraslan, O. (2017). Effects of the addition of titanium dioxide and silanated silica nanoparticles on the mechanical properties of maxillofacial silicones. *Journal of Prosthodontics*, 26(7), 611-615.
11. Chandki, R., Kala, M., Kumar, K.N., Brigit, B., Banthia, P., Banthia, R. (2012) Nanodentistry: Exploring the beauty of miniature. *J Clin Exp Dent*, 4(2), 119–124

12. Chakraborty, M., Jain, S. Rani, V. (2011) Nanotechnology: emerging tool for diagnostics and therapeutics. *Appl Biochem Biotechnol*, 165(5–6), 1178–1187.
13. Chaudhry, Q., Scotter, M., Blackburn, J., Ross, B., Boxall, A., Castle, L. (2008) Applications and implications of nanotechnologies for the food sector. *Food Addit Contam A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 25, 241–258
14. Chithrani, B.D., Ghazani, A.A. & Chan, W.C. (2006) Determining the size and shape dependence of gold nanoparticle uptake into mammalian cells. *Nano Lett*, 6(4), 662–668.
15. Çakırbay Tanıs, M. & Akay, C. (2018) İki Farklı Yumusak Astar Materyalinin Sitotoksik Özelliklerinin İncelenmesi. *Akdeniz Tıp Dergisi*, 2, 137-143
16. Diana, V., Bossolasco, P., Moscatelli, D., Silani, V. & Cova, L. (2013) Dose dependent side effect of superparamagnetic iron oxide nanoparticle labeling on cell motility in two fetal stem cell populations. *PLoS One*, 8(11):e78435.
17. Drexler KE. Nanosystems: Molecular Machinery Manufacturing and Computation. New York: John Wiley and Sons; 2006.
18. Freitas, RA., (2000) JR Nanodentistry. *J Am Dent Assoc*, 131, 1559–1565
19. Gambhir, R.S., Sogi, G.M., Nirola, A., Brar, R., Sekhon, T., & Kakar, H. (2013) Nanotechnology in dentistry: current achievements and prospects. *J Orofac Sci*, 5, 9-14
20. Gómez, L.G. (2013) Nanopartículas de plata: tecnología para su obtención, caracterización y actividad biológica [Silver nanoparticles: technology for their production, characterization and biological activity]. *Investigación en Discapacidad*, 2, 18–22.
21. Iga M, Takeshige F, Ui T, Torii M. (1991) The relationship between polymerization shrinkage measured by a modified dilatometer and the inorganic filler content of light-cured composites. *Dent Mater J*, 10:38–45.
22. Ingle, E. & Gopal S. (2011) Nanodentistry: a hype or hope. *J Oral Health Comm Dent*, 52, 64-67
23. Kanaparthi R, Kanaparthi A. (2011) The changing face of dentistry nanotechnology. *Int J Nanomedicine*, 6, 2799-804.
24. Kavaz, D. (2011) Nanoteknoloji. *Nanobülten*, 13, 12-9
25. Kohler, N., Sun, C., Wang, J. & Zhang, M. (2005) Methotrexate-modified superparamagnetic nanoparticles and their intracellular uptake into human cancer cells. *Langmuir*, 21(19), 8858–886
26. Kosla, R. (2009) Nanotechnology in Dentistry. *Famdent Practical Dentistry Handbook*, 9, 69-84
27. Kong LX, Peng Z, Li SD, Bartold M. (2006) Nanotechnology and its role in the management of periodontal diseases. *Periodontol 2000*, 40:184-196.
28. Kürkçüoğlu, I., Köroğlu, A., Özkır, S. E., & Ateş, M. (2014). Nanoteknoloji kavramı ve diş hekimliğindeki uygulamaları. *SDU Journal of Health Science Institute/SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 77-80
29. Lee, J. H., Jo, J. K., Kim, D. A., Patel, K. D., Kim, H. W., & Lee, H. H. (2018). Nanographene oxide incorporated into PMMA resin to prevent microbial adhesion. *Dental Materials*, 34(4), 63-72.
30. Lipovsky, A., Nitzan, Y., Gedanken, A., & Lubart, R. (2011) Antifungal activity of ZnO nanoparticles – the role of ROS mediated cell injury. *Nanotechnology*, 22(10), 105101
31. Lutz, F., Setcos JC, Phillips, R.W., & Roulet, J.F. (1983) Dental restorative resins. Types and characteristics. *Dent Clin North Am*, 27:699–712.
32. Manke, A., Wang, L., & Rojanasakul, Y. (2013) Mechanisms of nanoparticle-induced oxidative stress and toxicity. *Biomed Res Int* 942916.

33. Mitra SB, Wu D, & Holmes BN. (2003) An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc*, 134:1382-1390.
34. Monteiro, D. R., Gorup, L. F., Takamiya, A. S., Ruvollo-Filho, A. C., de Camargo, E. R., & Barbosa, D. B. (2009). The growing importance of materials that prevent microbial adhesion: antimicrobial effect of medical devices containing silver. *International journal of antimicrobial agents*, 34(2), 103-110.
35. 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.
36. Munksgaard EC, Hansen EK, Kato H. (1987) Wall-to-wall polymerization contraction of composite resins versus filler content. *Scand J Dent Res*, 95:526-531.
37. Nagpal, A., Kaur, J., Sharma, S., Bansal, A., & Sacchdev, P. (2011) Nanotechnology-the era of molecular dentistry. *Indian J. Dent Sci*, 5, 80-82
38. Nuñez-Anita, R. E., Acosta-Torres, L. S., Vilar-Pineda, J., Martínez-Espinosa, J. C., de la Fuente-Hernández, J., & Castaño, V. M. (2014). Toxicology of antimicrobial nanoparticles for prosthetic devices. *International Journal of nanomedicine*, 9, 3999.
39. Ozak, S.T., Ozkan, P.(2013) Nanotechnology and dentistry. *Eur J Dent*, 7, 145-151
40. Pal, S., Tak, Y. K., & Song, J. M. (2007). 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*, 73(6), 1712-1720.
41. Panchbhai, A. (2019). Nanotechnology in dentistry. In Applications of Nanocomposite Materials in Dentistry (pp. 191-203). *Woodhead Publishing*.
42. Park, B. (2007). Current and future applications of nanotechnology. *Nanotechnology: Consequences for human health and the environment*. Cambridge, UK: RSC Publishing, 1-18.
43. Pokrowiecki, R., Pałka, K., & Mielczarek, A. (2018). Nanomaterials in dentistry: a cornerstone or a black box? *Nanomedicine*, 13(6), 639-667. doi:10.2217/nmm-2017-0329
44. Rao, K.V.P. & Kumar, J.S. (2013) Nanotechnology in dentistry. *KDJ*, 36, 56-59.
45. Ren, G., Hu, D., Cheng, E. W., Vargas-Reus, M. A., Reip, P., & Allaker, R. P. (2009). Characterisation of copper oxide nanoparticles for antimicrobial applications. *International journal of antimicrobial agents*, 33(6), 587-590
46. Sahoo SK, Parveen S, Panda JJ. (2007) The present and future of nanotechnology in human health care. *Nanomedicine*, 3(1):20-31.
47. Satyanarayana TSV, Rai R.(2011) Nanotechnology: the future. *J Interdiscip Dentistry*, 1: 93-100.
48. Schmalz, G., Hickel R, van Landuyt, K.L. & Reichl FX. (2017) Nanoparticles in dentistry. *Dental Materials*, 33(11), 1298-1314
49. Seetharam, R.N. (2006) Nanotoxicity: threat posed by nanoparticles. *Curr Sci.*, 93, 769-770
50. Sivaramakrishnan, S. M. & Neelakantan, P. (2014). Nanotechnology in Dentistry-What does the Future Hold in Store?. *Dentistry*, 4(2), 1.
51. Slane, J., Vivanco, J., Rose, W., Ploeg, H. L., & Squire, M. (2015) Mechanical, material, and antimicrobial properties of acrylic bone cement impregnated with silver nanoparticles. *Materials Science and Engineering: C*, 48, 188-196.
52. Song, R., Jiao, X., & Lin, L. (2011) Improvement of mechanical and antimicrobial properties of denture base resin by nano-titanium dioxide and nano-silicon dioxide particles. *Pigment & Resin Technology*, 40(6), 393-398.

53. Sperling, R.A., Rivera Gil, P., Zhang, F., Zanella M & Parak WJ. (2008) Biological applications of gold nanoparticles. *Chem Soc Rev*, 37(9), 1896–1908.
54. Taniguchi, N. “On the Basic Concept of ‘Nano-Technology’,” Proc. Intl. Conf. Prod. Eng. Tokyo, Part II, Japan Society of Precision Engineering, 1974, pp 18–23
55. Tay, L.Y., Herrera, D.R., Quishida, C.C.C., Carlos, I.Z. & Joge JH. (2012) Effect of water storage and heat treatment on the cytotoxicity of soft liners. *Gerodontology*, 29, 275- 80
56. Terry DA. (2004) Direct applications of a nanocomposite resin system: Part 1 – The evolution of contemporary composite materials. *Pract Proced Aesthet Dent*, 16:417–422.
57. Williams, D. N., Ehrman, S. H., & Holoman, T. R. P. (2006). Evaluation of the microbial growth response to inorganic nanoparticles. *Journal of nanobiotechnology*, 4(1), 3.
58. Williams, D.F. (2008). On the mechanisms of biocompatibility. *Biomaterials*, 29(20), 2941–2953.
59. Xu, R., Xu, X. & Fu, G. (2002), “Application performance of nano-titanium dioxide in antimicrobial plastic”, *Plastics*, 1 (3), 26-9.
60. Yılmaz N. & Akkaya M. (2007) Nanoteknoloji. *Türk Diş Hekimleri Birliği Dergisi*, 101, 76-82.
61. Yoon, K. Y., Byeon, J. H., Park, J. H., & Hwang, J. (2007). Susceptibility constants of Escherichia coli and Bacillus subtilis to silver and copper nanoparticles. *Science of the Total Environment*, 373(2-3), 572-575
62. Zu, Y., Mu, Y. & Li, X. (1999), “Nano-titanium dioxide – a new type of inorganic antimicrobial agent”, *Modern Chemicals*, 19 (8), 46-8.