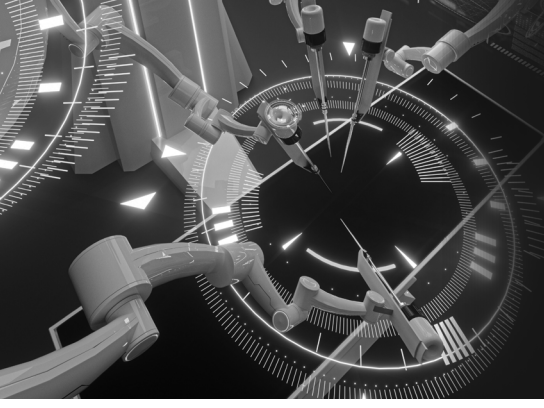




Bölüm

3

3D TEKNOLOJİSİNİN TIPTA KULLANIMI

İsmail ZENGİN¹

GİRİŞ

Medikal görüntüleme alanındaki gelişmeler sayesinde radyolojik olarak tanı yakalamak daha kolaylaşmakta ve daha az girişimsel işlem uygulanmaktadır.^{1, 2} Bilgisayarlı Tomografi (BT), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI) ve diğer görüntüleme yöntemlerindeki hızlı ilerlemeler tıpta devrim yaratmıştır. Bu yöntemler kullanılarak girişimsel işlem yapmadan insan vücudunun anatomisinin daha iyi görüntülenebilmesine ve gerektiğinde üzerinde ölçüm yapmaya olanak kolaylaştırmıştır. Bu durum, bilim insanlarının anatomik yapıları daha hakim olarak hayati bilgiler edinmesini sağlamıştır. Medikal görüntüleme yöntemleri sayesinde hastalıkların tanısı, operasyon öncesi planlama, radyoterapik tedavinin planlanma aşamaları ve simülasyon gibi kullanım alanlarıyla basit bir görüntüleme tekniği olmaktan çıkmıştır. Bunun ötesinde 3 boyutlu (3D) görüntüleme olanakları geliştirilmesine rağmen doğru ve ekonomik analizler için kullanımı halen sınırlıdır.³

Günümüzde çeşitli cerrahi branşların görüntü rehberliğinde yaptıkları operasyonlar, radyoloji ile ilişkiyi ortaya koysa da 3D verilerinin düz ekranlarla kullanımı sınırlıdır. Hızlı prototipleme ya da 3D baskı olarak adlandırılan teknolojik yöntemler, düz ekrandaki 3D görsellerden 3D nesneler üreterek çoğu kısıtlamaları ortadan kaldırılabilmektedir.⁴ Tanısal görüntülemede görüntünün işlenmesi çok önemli role sahiptir .^{5, 6} Herhangi bir görüntüleme yöntemiyle

¹ Op. Dr., Sağlık Bakanlığı Bozüyük Devlet Hastanesi, Cerrahi Kliniği, Bilecik. drebzengin@gmail.com

lığı gibi duyuşal anlamda görerek ve dokunarak edinebilecekleri deneyimleri kazanamamalarına neden olmaktadır. Üç boyutlu baskı teknolojisiyle gerçeğe uygun şekilde insan doku modellerinin üretimi mümkündür. Yalnızca anatomi ile sınırlı kalmayıp histoloji, fizyoloji ve patoloji gibi birçok tıbbi bilimlerde duyuşal anlamda sağlanacak katkıyla daha kalıcı ve etkili öğrenmeye olanak tanıyacaktır. Üç boyutlu baskı teknolojisinin kullanımının yaygınlaşmasıyla tıp fakültesinden daha donanımlı hekimlerin yetiştirilmesi gerçekleştirilebilir.

Asistan eğitiminde de edinilmesi gereken tecrübelerin öncelikle insan dışı ve tekrarlanabilir bir model üzerinde yapılması hem eğitici hem de asistan üzerinde kalıcı deneyimler kazanmasına olanak sağlayabilir. Böylece 3D model üzerinden edinilen deneyimler hasta ile karşılaşıldığında uygulama esnasında hata yapma payını ortadan kaldırabilir. Çeşitli branşların ameliyat öncesi 3D baskı modeller üzerinde çalışmaları ameliyat esnasında karşılaşılabilecek beklenmedik durumların önceden öngörülmesine ve gerekli önlemlerin alınmasına olanak sunabilir. Operasyon esnasında her hastalıkta kullanılan standart materyallerin kişiye özel olmaması nedeniyle her zaman istenilen performansı gösteremeyeceği açıktır. Kullanılan standart materyallerin yerine kişiye özel 3D baskı teknolojisiyle üretilen protezler tam uyum sağlayabilir ve istenilen performansı ortaya koyabilir. Başka bir ifadeyle materyalin hastaya uyarlanması yerine hastaya özel uyarlanmış materyal üretimi sağlanabilir.

Hastaların gerek operasyon öncesi bilgilendirilmesi, gerekse operasyon sonrasında operasyona bağlı, içinde bulunduğu duruma göre hangi durumlarda nasıl davranması gerektiğine yönelik tamamlayıcı eğitimin uygun şekilde yapılması 3D modellerin üretilmesiyle daha verimli ve etkili olabilir. Bu durum hasta konforu açısından da önemli katkılar sunabilir.

KAYNAKLAR

1. Kido T, Kurata A, Higashino H, et al. Cardiac imaging using 256-detector rowfourdimensional, CT: preliminary clinical report. *Radiat Med.* 2007; 25:38-44.
2. Meaney J, Goyen M. Recent advances in contrast-enhanced magnetic resonance angiography. *Eur Radiol.* 2007; 17(Suppl 2): B2-B6.
3. Lakare S, Kaufman A. 3D segmentation techniques for medical volumes. *Center for Visual Computing, Department of Computer Science, State University of New York 2000.* 2000: 59-68.
4. McGurk M, Amis A, Potamianos P, et al. Rapid prototyping techniques for anatomical modelling in medicine. *Ann R Coll Surg Engl.* 1997; 79:169-174.
5. Doi K. Diagnostic imaging over the last 50 years: research and development in medical imaging science and technology. *Phys Med Biol.* 2006; 51:5-27.
6. Kirchgeorg M, Prokop M. Increasing spiral CT benefits with postprocessing applications. *Eur J Radiol.* 1998; 28:39-54.
7. Rengier F, Mehndiratta A, Von Tengg-Kobligh H, et al. 3D printing based on imaging data:

- Review of medical applications. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2010; 5:335-341.
8. Mahesh M. Search for isotropic resolution in CT from conventional through multiple-row detector. *Radiographics.* 2002; 22:949-962.
 9. Bibb R, Winder J. A review of the issues surrounding three-dimensional computed tomography for medical modelling using rapid prototyping techniques. *Radiography.* 2010;16:78-83.
 10. von Tengg-Koblick H, Weber T, Rengier F, et al. Imaging modalities for the thoracic aorta. *J Cardiovasc Surg.* 2008; 49:429-447.
 11. Rengier F, Weber TF, Giesel FL, et al. Centerline analysis of aortic CT angiographic examinations: benefits and limitations. *AJR Am J Roentgenol.* 2009; 192:255-263.
 12. Hahn H, Millar W, Klinghammer O, et al. A reliable and efficient method for cerebral ventricular volumetry in pediatric neuroimaging. *Methods Inf Med.* 2004; 43:376- 382.
 13. Peltola SM, Melchels FPW, Grijpma DW, et al. A review of rapid prototyping techniques for tissue engineering purposes. *Ann Med.* 2008; 40:268-280.
 14. Hull CW. Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography. *United States Patent, Appl., No. 638905, Filed, 1984.*
 15. Koff W, Gustafson P. 3D Printing and the Future of Manufacturing. *CSC Lead Edge Forum.* 2012. (08/09/2021 tarihinde <https://leadingedgeforum.com/media/1917/3d-printing-and-the-future-of-manufacturing.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
 16. Nicklaus Children's Hospital (2015). Nicklaus Children's Hospital Acquires 3D Printer to Support Pediatric Surgical Planning and Research - Miami Children's Hospital (08/09/2021 tarihinde <https://www.nicklauschildrens.org/news-and-events/press-releases/3d-printing-pediatric-surgery-research> adresinden ulaşılmıştır).
 17. Waran V, Narayanan V, Karuppiiah R, et al. Injecting realism in surgical training - Initial simulation experience with custom 3D models. *J Surg Educ.* 2014; 71(2): 193-7.
 18. Radecka E, Brehmer M, Holmgren K, et al. Pelvicaleal biomodeling as an aid to achieving optimal access in percutaneous nephrolithotripsy. *J Endourol.* 2006; 20(2): 92-101.
 19. Jones SS, Rudin RS, Perry T, et al. Health information technology: an updated systematic review with a focus on meaningful use. *Ann Intern Med.* 2014; 160(1): 48-54.
 20. Jardini AL, Larosa MA, Filho MR, et al. Cranial reconstruction: 3D biomodel and custom-built implant created using additive manufacturing. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery.* (2014); 42: 1877-1884.
 21. Philipp MO, Kubin K, Mang T, et al. Three-dimensional volume rendering of multidetector-row CT data: applicable for emergency radiology. *European Journal of Radiology.* 2003; 48: 33-38.
 22. Murphy S V, Atala A. 3D bioprinting of tissues and organs. *Nat Biotechnol.* 2014; 32(8): 773-85.
 23. Singare S, Dichen L, Bingheng L, et al. Customized design and manufacturing of chin implant based on rapid prototyping. *Rapid Prototyp J.* 2005; 11(2): 113-8.
 24. Cohen A, Laviv A, Berman P, et al. Mandibular reconstruction using stereolithographic 3-dimensional printing modeling technology. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2009; 108(5): 661-6.
 25. Olszewski R. Three-dimensional rapid prototyping models in cranio-maxillofacial surgery: Systematic review and new clinical applications. *Proceedings of the Belgian Royal Academies of Medicine.* 2013; 2(1): 43-77.
 26. Liu Y, Xu L, Zhu H, et al. Technical procedures for template-guided surgery for mandibular reconstruction based on digital design and manufacturing. *Biomed Eng Online.* 2014; 13(1): 63.
 27. Singare S, Yaxiong L, Dichen L, et al. Fabrication of customised maxillofacial prosthesis using computer-aided design and rapid prototyping techniques. *Rapid Prototyp J.* 2006; 12(4): 206-13.
 28. Murphey MD, Choi JJ, Kransdorf MJ, et al. Imaging of osteochondroma: variants and comp-

- lications with radiologic-pathologic correlation. *Radiographics*. 2000; 20: 1407-34.
29. Tam MD, Laycock SD, Bell DG, et al. 3-D printout of a DICOM file to aid surgical planning in a 6 year old patient with a large scapular osteochondroma complicating congenital diaphyseal aclasia. *J Radiol Case Rep*. 2012; 6: 31-7.
 30. Mahaisavariya B, Sitthiseripratip K, Oris P, et al. Rapid prototyping model for surgical planning of corrective osteotomy for cubitus varus: Report of two cases. *Inj Extra*. 2006; 37(5): 176-80.
 31. Imanishi J, Choong PFM. Three-dimensional printed calcaneal prosthesis following total calcaneectomy. *Int J Surg Case Rep*. 2015; 10: 83-7.
 32. Brewster DC, Cronenwett JL, Hallett JW, et al. Guidelines for the treatment of abdominal aortic aneurysms. Report of a subcommittee of the Joint Council of the American Association for Vascular Surgery and Society for Vascular Surgery. *J Vasc Surg*. 2003; 37(5): 1106-17.
 33. Schanzer A, Greenberg RK, Hevelone N, et al. Predictors of abdominal aortic aneurysm sac enlargement after endovascular repair. *Circulation*. 2011; 123(24): 2848-55.
 34. Tam MDBS, Laycock SD, Brown JRI, et al. 3D printing of an aortic aneurysm to facilitate decision making and device selection for endovascular aneurysm repair in complex neck anatomy. *J Endovasc Ther*. 2013; 20: 863-7.
 35. Schmauss D, Haeberle S, Hagl C, et al. Three-dimensional printing in cardiac surgery and interventional cardiology: a single-centre experience. *Eur J Cardio-Thoracic Surg*. 2014; 47(6): 1-9.
 36. Tam MDBS, Laycock SD, Brown JRI, et al. 3D printing of an aortic aneurysm to facilitate decision making and device selection for endovascular aneurysm repair in complex neck anatomy. *J Endovasc Ther*. 2013; 20: 863-7.
 37. Noecker AM, Chen J-F, Zhou Q, et al. Development of patientspecific three-dimensional pediatric cardiac models. *ASAIO J (American Soc Artif Intern Organs)*. 2006 Jan; 52(3): 349-53.
 38. Sodian R, Weber S, Markert M, et al. Pediatric cardiac transplantation: Three-dimensional printing of anatomic models for surgical planning of heart transplantation in patients with univentricular heart. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008; 136(4): 1098-9.
 39. Zein NN, Hanounah IA, Bishop PD, et al. Three-dimensional print of a liver for preoperative planning in living donor liver transplantation. *Liver Transpl*. 2013; 19(12): 1304-10.
 40. Vincent A, Herman J, Schlick R, et al. Pancreatic cancer. *Lancet. NIH Public Access*. 2011; 378 (9791): 607-20.
 41. Gillen S, Schuster T, Meyer Zum Büschenfelde C, et al. Preoperative/neoadjuvant therapy in pancreatic cancer: a systematic review and meta-analysis of response and resection percentages. *Public Library of Science*. 2010; 7(4): e1000267.
 42. Schwaiger J, Kagerer M, Traeger M, et al. Manufacturing of patientspecific pancreas models for surgical resections. 2012 IEEE Int Conf Robot Biomimetics, ROBIO 2012 - Conf Dig. 2012: 991-8.
 43. Zhang Y, Ge H-W, Li N-C, et al. Evaluation of three-dimensional printing for laparoscopic partial nephrectomy of renal tumors: a preliminary report. *World J Urol*. 2015; 34(4): 1-5.
 44. Atalay HA, Değirmençtepe RB, Bozkurt M, et al. 3D teknolojinin tıpta ve üroloji'de kullanım alanları. *Endoüroloji Bülteni*. 2016; 9: 65-71.
 45. Kim BJ, Hong KS, Park KJ, et al: Customized cranioplasty implants using three-dimensional printers and polymethylmethacrylate casting. *J Korean Neurosurg Soc*. 2012; 52(6): 541-546.
 46. Sarıtaş MZ. (2015). Adli tıp uygulamalarında 3D (üç boyutlu) teknolojinin kullanımı. Uzmanlık Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.