

2. Bölüm

Ortodontide Dijital Teknoloji

Banu KAHRAMAN¹

GİRİŞ

Ortodonti dişsel bozukluklar ile çeneler ve yüzün iskeletsel bozukluklarının teşhisi, önlenmesi ve tedavisi ile ilgilenen diş hekimliği dalıdır. Ortodontik tedavi, kraniyofasiyal kompleksi oluşturan iskelet ve yumuşak dokuları üç boyutlu olarak etkilemesine karşın, mevcut tanı araçlarının çoğu hastayı yalnızca iki boyutlu olarak değerlendirmeye olanak tanır (1).

Kraniyofasiyal yapıların form ve boyutlarının kaydı ve ölçümü için günümüzde çok çeşitli görüntüleme tekniklerinin bulunması, görüntülemelerde standardizasyonun belirlenmesini ihtiyaç haline getirmiştir. Standardizasyon; maliyet, yararlılık ve risk arasındaki dengeleme çabası ile belirlenmiştir. Ortodontistler, tüm bu faktörleri göz önüne alarak, üç boyutlu olan baş boyun bölgesinin anatomisini değerlendirmek için genellikle iki boyutlu görüntüleme tekniklerinden yararlanmaktadırlar (2). Ortodontide teşhis amacıyla kullanılan fotoğraflar, diş modelleri, panoramik ve sefalometrik radyografiler ile anatomik yapı detaylandırılarak, bir bütünü temsil eden farklı görüntü parçaları bir araya getirilmeye çalışılmaktadır. Ancak bu anatomik segmentasyon, klinisyenin gerçek anatomik yapıyı zihninde yeniden oluşturmasını zorunlu kılmaktadır (2-5).

İdeal görüntüleme yöntemi; maksimum bilgiyi, minimum fizyolojik risk ve maliyetle vermelidir. İdeal görüntülemenin temel prensibi, üç boyutlu anatomik yapıların boyut ve formlarının belirlenmesi ve diğer anatomik yapılarla ilişkilerinin uzaysal oryantasyonda tespit edilmesidir. Bu da anatominin, uzayın üç düzleminde değerlendirilmesini gerektirmektedir. Çünkü üç boyutlu (3B) kraniyofasiyal yapı iki boyuta (2B) indirgendiğinde önemli ve temel bilgiler kaybedilebilmektedir (2).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, banu.kahraman@ksbu.edu.tr

türünde rapor edilmiştir (60–62). Günümüzde üç boyutlu yazıcıların en yaygın kullanım alanı, şeffaf retainer ve aligner imalatı üzerinedir (63). Klinisyenler, dişleri ideal konumlarına taşıdıktan sonra, ağız içi kayıtların 3B modellerini klinikte bastırabilir ve bu modeller üzerinden termoplastik malzemeler kullanarak kendi alignerlerini imal edebilirler. Bu teknoloji, 3B modellerin baskı aşaması atlanıp retainerları doğrudan dijital ortamda tasarlamak için kullanılmış ve poliamit malzemeden 3B retainerlar imal edilmiştir (61).

Diş model kaidesinin düzeltilmesi, şekillendirilmesi ve braket tasarımı için özel yazılımlar mevcuttur. Titanyum Herbst, uyku apnesi gibi apareyler dijital ortamda tasarlanırlar böylece dişetlerine mükemmel uyum sağlayacak şekilde üretilmektedir. Dental ve ortodontik uygulamalara uygun olarak malzeme yelpazesi genişletilmelidir. Üretim sürecinin dijitalizasyonu ve malzeme bileşenlerinin standardizasyonu, tutarlı sonuçlar elde etmek için önemli adımlardır (9,64,65).

SONUÇ

Dijital teknoloji diş hekimliğinde hızla ilerlemektedir. Bilgisayarlar, önceden elle yapılan işleri daha kolay, daha hızlı, daha ucuz ve daha öngörülebilir hale getirmektedir. Kraniyofasiyal görüntülemenin yakın gelecekte tamamen dijital hale gelmesi beklenmektedir. Ortodonti topluluğunun bilgilerini artırması, klinik uygunluğu ve güvenilirliği değerlendirmesi ve diğer uygulamaları da dikkate alması gerekmektedir (56).

KAYNAKÇA

1. Nguyen, C. X., Nissanov, J., Öztürk, C, et al. Three-dimensional imaging of the craniofacial complex. *Clinical Orthodontics and Research*, 3(1), 46-50. Doi:10.1034/j.1600-0544.2000.030108.x
2. Quintero, C. J., Trosien, A., Hatcher, D, et al. Craniofacial imaging in orthodontics: historical perspective, current status, and future developments. *The Angle Orthodontist*, 69(6), 491-506. Doi:10.1043/0003 3219(1999)069<0491:CIOHP>2.3.CO;2
3. Harrell Jr, W. E., Hatcher, D. C., Bolt, R. L. In search of anatomic truth: 3-dimensional digital modeling and the future of orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 122(3), 325-330. Doi:10.1067/mod.2002.126147
4. Hwang, H. S., Hwang, C. H., Lee, K. H, et al. Maxillofacial 3-dimensional image analysis for the diagnosis of facial asymmetry. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 130(6), 779-785. Doi:10.1016/j.ajodo.2005.02.021
5. Moss, J. P. The use of three-dimensional imaging in orthodontics. *The European Journal of Orthodontics*, 28(5), 416-425. Doi:10.1093/ejo/cjl025
6. AKÇA, A. B., ŞAHİN, H. O. Ortodontide Modern Tanı ve Tedavi Araçları. *Uluslararası Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi*, (2), 64-70. Doi:10.21306/jids.2018.127

7. Van Noort, R. The future of dental devices is digital. *Dental materials*, 28(1), 3-12. Doi:10.1016/j.dental.2011.10.014
8. Miyazaki, T., Hotta, Y., Kunii, J, et al. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental materials journal*, 28(1), 44-56. Doi:10.4012/dmj.28.44
9. Al Mortadi, N., Eggbeer, D., Lewis, J, et al. CAD/CAM/AM applications in the manufacture of dental appliances. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 142(5), 727-733. Doi:10.1016/j.ajodo.2012.04.023
10. Müller-Hartwich, R., Präger, T. M., Jost-Brinkmann, P. G. SureSmile-CAD/CAM System for Orthodontic Treatment Planning, Simulation and Fabrication of Customized Archwires SureSmile International Journal of Computerized Dentistry, 10, 53-62.;
11. McGuinness, N. J., Stephens, C. D. Storage of orthodontic study models in hospital units in the UK. *British journal of orthodontics*, 19(3), 227-232. Doi:10.1179/bjo.19.3.227
12. Akyalcin, S., Cozad, B. E., English, J. D, et al. Diagnostic accuracy of impression-free digital models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(6), 916-922. Doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.04.024
13. Enciso, R., Memon, A., Fidaleo, D. A, et al. The virtual craniofacial patient: 3D jaw modeling and animation. *Studies in health technology and informatics*, 94, 65.
14. Dalstra, M., Melsen, B. From alginate impressions to digital virtual models: accuracy and reproducibility. *Journal of orthodontics*, 36(1), 36-41. Doi:10.1179/14653120722905
15. Hernández-Soler, V., Enciso, R., Cisneros, G. J. The virtual patient specific-model and the virtual dental model. In *Seminars in Orthodontics* (Vol. 17, No. 1, pp. 46-48). WB Saunders. Doi:10.1053/j.sodo.2010.08.009
16. Fleming, P. S., Marinho, V., Johal, A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. *Orthodontics & craniofacial research*, 14(1), 1-16. Doi.org/10.1111/j.1601-6343.2010.01503.x
17. Lane, C., Harrell Jr, W. Completing the 3-dimensional picture. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(4), 612-620. Doi:10.1016/j.ajodo.2007.03.023
18. Seeram, E. 3-D imaging: basic concepts for radiologic technologists. *Radiologic technology*, 69(2), 127-149.
19. Souccar, N. M., Kau, C. H. Methods of measuring the three-dimensional face. In *Seminars in Orthodontics* (Vol.18, No. 3, pp. 187-192). Doi:0.1053/j.sodo.2012.04.003
20. Kau, C. H., Richmond, S. Three-dimensional analysis of facial morphology surface changes in untreated children from 12 to 14 years of age. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 134(6), 751-760. Doi:10.1016/j.ajodo.2007.01.037
21. Kau, C. H., Zhurov, A., Richmond, S, et al. The 3-dimensional construction of the average 11-year-old child face: a clinical evaluation and application. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 64(7), 1086-1092. Doi:10.1016/j.joms.2006.03.013
22. Seager, D. C., Kau, C. H., English, J. D, et al. Facial morphologies of an adult Egyptian population and an adult Houstonian white population compared using 3D imaging. *The Angle Orthodontist*, 79(5), 991-999. Doi.org/10.2319/111408-579.1

23. Kau, C. H., Richmond, S., Zhurov, A, et al. Use of 3-dimensional surface acquisition to study facial morphology in 5 populations. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 137(4), S56-e1. Doi:10.1016/j.ajodo.2009.04.022
24. Hajeer, M. Y., Millett, D. T., Ayoub, A. F, et al. Applications of 3D imaging in orthodontics: part I. *Journal of orthodontics*, 31(1), 62-70. Doi:10.1179/146531204225011346
25. White, S. C., Pharoah, M. J. *Oral radiology: Principles and interpretation*. Elsevier Health Sciences.
26. Kau, C. H., Richmond, S. *Three-dimensional imaging for orthodontics and maxillofacial surgery*. John Wiley & Sons.
27. Kau, C. H., Richmond, S., Incrapera, A, et al. Three-dimensional surface acquisition systems for the study of facial morphology and their application to maxillofacial surgery. *The international journal of medical robotics and computer assisted surgery: MRCAS*, 3(2), 97. Doi: 10.1002/rcs.141
28. Bou Serhal, C., Jacobs, R., Gijbels, F, et al. Absorbed doses from spiral CT and conventional spiral tomography: a phantom vs. cadaver study. *Clinical oral implants research*, 12(5), 473-478. Doi:10.1034/j.1600-0501.2001.120507.x
29. Mozzo, P., Procacci, C., Tacconi, A, et al. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *European radiology*, 8(9), 1558-1564.
30. Scarfe, W. C., Farman, A. G., Sukovic, P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal-Canadian Dental Association*, 72(1), 75.
31. Kau, C. H., Richmond, S., Palomo, J. M, et al. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *Journal of orthodontics*, 32(4), 282. Doi: 10.1179/146531205225021285
32. Plooi, J. M., Maal, T. J., Haers, P., et al. Digital three-dimensional image fusion processes for planning and evaluating orthodontics and orthognathic surgery. A systematic review. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 40(4), 341-352. Doi:10.1016/j.ijom.2010.10.013
33. Adams, G. L., Gansky, S. A., Miller, A. J, et al. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 126(4), 397-409. Doi:10.1016/j.ajodo.2004.03.023
34. Lenza, M. G., Lenza, M. D. O., Dalstra, M, et al. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthodontics & craniofacial research*, 13(2), 96-105. Doi:10.1111/j.1601-6343.2010.01482.x
35. Park, S. H., Yu, H. S., Kim, K. D. et al. A proposal for a new analysis of craniofacial morphology by 3-dimensional computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(5), 600-e23. Doi:10.1016/j.ajodo.2005.11.032
36. Kumar, V., Ludlow, J. B., Mol, A, et al. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Dentomaxillofacial Radiology*, 36(5), 263-269. Doi:10.1259/dmfr/98032356
37. Moshiri, M., Scarfe, W. C., Hilgers, M. L, et al. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132(4), 550-560. Doi:10.1016/j.ajodo.2006.09.046

38. Kumar, V., Ludlow, J., Soares Cevdanes, L. H., et al. In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *The Angle Orthodontist*, 78(5), 873-879. Doi:10.2319/082907-399.1
39. Swennen, G. R., Schutyser, F. Three-dimensional cephalometry: spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 130(3), 410-416. Doi:10.1016/j.ajodo.2005.11.035
40. Halazonetis, D. J. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 127(5), 627-637. Doi:10.1016/j.ajodo.2005.01.004
41. Dean, D., Hans, M. G., Bookstein, F. L., et al. Three-dimensional Bolton-Brush Growth Study landmark data: ontogeny and sexual dimorphism of the Bolton standards cohort. *The Cleft palate-craniofacial journal*, 37(2), 145-156. Doi:10.1597/1545-1569_2000_037_0145_tdbbgs_2.3.co_2
42. Hajeer, M. Y., Ayoub, A. F., Millett, D. T., et al. Three-dimensional imaging in orthognathic surgery: the clinical application of a new method. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*, 17(4), 318.
43. Ayoub, A. F., Siebert, P., Moos, K. F., et al. A vision-based three-dimensional capture system for maxillofacial assessment and surgical planning. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 36(5), 353-357. Doi:10.1016/S0266-4356(98)90646-5
44. Sader, R., Zeilhofer, H. F., Horch, H. H., et al. Diagnostic possibilities of 3-dimensional imaging of ultrasound image data in mouth-, jaw-and facial surgery. *Biomedizinische Technik. Biomedical engineering*, 42, 211.
45. Hajeer, M. Y., Millett, D. T., Ayoub, A. F., et al. Applications of 3D imaging in orthodontics: part I. *Journal of orthodontics*, 31(1), 62-70. Doi:10.1179/146531204225011346
46. Blais, F. Review of 20 years of range sensor development. *Journal of electronic imaging*, 13(1), 231-243.
47. Da Silveira, A. C., Daw, J. L., Kusnoto, B., et al. Craniofacial applications of three-dimensional laser surface scanning. *Journal of Craniofacial Surgery*, 14(4), 449-456.
48. Kuroda, T., Motohashi, N., Tominaga, R., et al. Three-dimensional dental cast analyzing system using laser scanning. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 110(4), 365-369. Doi:10.1016/S0889-5406(96)70036-7
49. Tuncay, O. C. Three-dimensional imaging and motion animation. In *Seminars in Orthodontics* (Vol. 7, No. 4, pp. 244-250). Doi:10.1053/sodo.2001.25402
50. Ayoub, A., Garrahy, A., Hood, C., et al. Validation of a vision-based, three-dimensional facial imaging system. *The Cleft palate-craniofacial journal*, 40(5), 523-529. Doi:10.1597/02-067
51. Aldridge, K., Boyadjiev, S. A., Capone, G. T., et al. Precision and error of three-dimensional phenotypic measures acquired from 3dMD photogrammetric images. *American journal of medical genetics Part A*, 138(3), 247-253. Doi:10.1002/ajmg.a.30959
52. Wong, J. Y., Oh, A. K., Ohta, E., et al. Validity and reliability of craniofacial anthropometric measurement of 3D digital photogrammetric images. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 45(3), 232-239. Doi:10.1597/06-175
53. Heike, C. L., Upson, K., Stuhau, E., et al. 3D digital stereophotogrammetry: a practical guide to facial image acquisition. *Head & face medicine*, 6(1), 18. Doi:10.1186/1746-160x-6-18

54. Riphagen, J. M., Van Neck, J. W., Van Adrichem, L. N. 3D Surface Imaging in Medicine: A Review of Working Principles and Implications for Imaging the Unsedated Child. *Journal of Craniofacial Surgery*, 19(2), 517-524. Doi:10.1097/SCS.0b013e-31811ec20a
55. Burke, P. H., Beard, L. F. H. Stereophotogrammetry of the face: A preliminary investigation into the accuracy of a simplified system evolved for contour mapping by photography. *American Journal of Orthodontics*, 53(10), 769-782. Doi:10.1016/0002-9416(67)90121-2
56. Ghoneima, A., Allam, E., Kula, K, et al. Three-dimensional imaging and software advances in orthodontics. *Orthod Basic Asp Clin Considerations*, 9, 200-39.
57. Metzger, M. C., Hohlweg-Majert, B., Schön, R, et al. Verification of clinical precision after computer-aided reconstruction in craniomaxillofacial surgery. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104(4), e1-e10. Doi:10.1016/j.tripleo.2007.04.015
58. Maal, T. J., van Loon, B., Plooi, J. M, et al. Registration of 3-dimensional facial photographs for clinical use. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 68(10), 2391-2401. Doi:10.1016/j.joms.2009.10.017
59. Van Loon, B., Maal, T. J., Plooi, J. M, et al. 3D Stereophotogrammetric assessment of pre-and postoperative volumetric changes in the cleft lip and palate nose. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 39(6), 534-540. Doi:10.1016/j.ijom.2010.03.022
60. Hazeveld, A., Slater, J. J. H., Ren, Y. Accuracy and reproducibility of dental replica models reconstructed by different rapid prototyping techniques. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 145(1), 108-115. Doi:10.1016/j.ajodo.2013.05.011
61. Wiechmann, D., Rummel, V., Thalheim, A, et al. Customized brackets and archwires for lingual orthodontic treatment. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 124(5), 593-599. Doi:10.1016/j.ajodo.2003.08.008
62. Nasef, A. A., El-Beialy, A. R., Mostafa, Y. A. Virtual techniques for designing and fabricating a retainer. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 146(3), 394-398. Doi:10.1016/j.ajodo.2014.01.025
63. Groth, C., Kravitz, N. D., Jones, P. E, et al. Three-dimensional printing technology. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 48(8), 475.
64. Farronato, G., Santamaria, G., Cressoni, P., The digital-titanium Herbst. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 45(5).
65. Wiechmann, D., Schwestka-Polly, R., Hohoff, A. Herbst appliance in lingual orthodontics. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 134(3), 439-446. Doi:10.1016/j.ajodo.2007.09.015