

# Dişhekimliğinde 3-Boyutlu Modelleme ve Sanal Planlama Teknoloji

## 3d Modelling and Virtual Planning Technologies in Dentistry

Elif ŞENER   
Güniz BAKSI ŞEN 

Ege Üniversitesi, Dişhekimliği  
Fakültesi Ağız Diş ve Çene  
Radyolojisi Anabilim Dalı, Bornova,  
İzmir

### öz

Dental görüntüleme, geçtiğimiz yıllar içerisinde hızlı bir teknolojik gelişim yaşamıştır. Üç boyutlu (3B) planlama sonrasında elde edilen 3B çalışma modelleri ve haptik teknoloji ürünü sanal simülasyonlar gibi dijital teknolojik gelişmelerin günümüz diş hekimliği pratiğinde uygulama alanı bulması; birçok dental disiplinde hem tedavi hem de eğitim süreçlerini olumlu yönde etkilemiştir. Farklı dijital görüntü verilerinin kombine edilerek uygulanması; klinisyenlerin ekran üzerinde tedaviyi hem planlama hem de simüle etmesine, 3B modellerin kullanımı ise sanal planlamanın yüksek doğrulukla tedavi sürecine hatta hasta takibine transfer edilmesine olanak sağlamıştır. Bu derlemenin amacı; 3B modelleme ve sanal planlamanın dental uygulamalarda hem tedavi hem de eğitim açısından potansiyel uygulamalarını irdelemektir.

**Anahtar kelimeler:** Dijital görüntüleme, 3B modelleme, sanal planlama, dental, konik-ışınli tomografi

### ABSTRACT

Dental imaging has seen a rapid technological advance over the last several years. Utilizing digital technologic advancements, such as 3D printed objects using three-dimensional (3D) modelling and virtual simulations by haptic technology in dentistry has positively affected both treatment and education processes in many dental disciplines. Using 3D models by combining different digital image data enabled the clinicians both planning and simulating the treatment on screen, transferring the virtual planning to the treatment process and even patient follow-up with high accuracy. This review explores and discusses the potential applications of 3D modelling and virtual planning in the teaching and management of dental procedures.

**Keywords:** Digital imaging, 3D modelling, virtual planning, dental, cone beam computed-tomography

## GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile birlikte tıbbi görüntüleme tekniklerinin sayısındaki artış, görüntü oluşumu ve analizi için bilgisayarlar ile ilgili yazılımların artan sıklıkla kullanılmasına neden olmuştur.<sup>1</sup> Radyograflerin ve diğer dental kayıtların dijitalizasyonu ile başlayan, bilgisayar destekli görüntüleme teknikleri ve görüntü analiz yöntemleri yıllar içinde gelişme göstererek diş hekimliği kliniklerinde de yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve diş hekimlerinin tedavi yaklaşımına yeni bir perspektif kazandırmıştır. Dijital teknolojinin diş hekimliği uygulamalarındaki kullanım akışı 3 temel basamakta gruplandırılmaktadır:

**Dijital hasta:** Hasta verilerinin (klinik ve radyografik bulgular) dijitalizasyon sonrası depolanarak arşivlenmesi

**Sanal hasta:** Hastanın tedavi planlamasının dijital platformda bilgisayar destekli simülasyonlar ile desteklenmesi-CAD (Computer Aided Design: Bilgisayar destekli tasarım)

**Gerçek hasta:** Tedavi prosedürlerinin 3-boyutlu (3B) yazıcılar ile elde edilen 3B modeller- CAM (Computer Aided Manufacturing: Bilgisayar destekli imalat) ile desteklenmesi<sup>2</sup>

Üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin medikal ve dental alanda sıklıkla kullanılması dijital diş hekimliği uygulamalarının başta implant ve protodontik tedaviler olmak üzere diş hekimliğinin birçok farklı disiplininde de kullanımını yaygınlaştırmıştır.<sup>3-6</sup>

Teknolojinin gelişmesi ile son yıllarda dental implant uygulamaları ile ilgili birçok bilimsel ilerleme olmuştur. İmplant planlanması aşamasında 3B görüntüler sayesinde implant uygulanacak bölgedeki mevcut kemik miktarı ve kalitesi ile bölgedeki vital dokuların yapısı ve planlanan implant ile ilişkisi en doğru şekilde değerlendirilebilmektedir.<sup>7</sup> Günümüzde 3B görüntüler ve 3B yazıcılardan yararlanılarak oluşturulan 3B modellerle hekim, operasyon öncesinde mevcut kemik bölgesinin anatomisini ayrıca, bölgedeki dişler ve vital dokularla olan anatomik komşulukları detaylı olarak inceleyebilmekte ve operasyonun aşamalarını bilgisayar ekranında sanal olarak gerçekleştirebilmektedir. Geleneksel dental implant tedavisi, planlama, cerrahi operasyon ve protetik üst yapı sırası ile giden basamaklardan oluşmaktadır. Üç-boyutlu modelleme sayesinde protetik üst yapı planlaması, hastaya çığneme ve

Geliş Tarihi/Received: 24.11.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 18.03.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Elif ŞENER

E-mail: esogur@yahoo.com

Cite this article as: Şener E, Baksı Şen G. 3D Modelling and virtual planning technologies in dentistry. *Curr Res Dent Sci.* 2023; 33(2): 131-134.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

estetik fonksiyonların optimal iadesini sağlayan sanal protetik restorasyonlar ve bu protetik restorasyonları en uygun konum ve sayıda destekleyecek implantların planlanması ve cerrahi operasyonun bu planlamalara paralel olarak yapılandırılması şeklinde sıralanmaktadır.<sup>8</sup> Bu “geriye doğru” ya da protez odaklı planlama sayesinde implantların konumu, birbirine ve/veya komşu dişlere paralellığı, boyutları ve sayısı hastaya optimal estetik ve fonksiyon sağlayan sanal protetik üst yapı rehberliğinde gerçekleştirilmektedir.<sup>9</sup> Bunun yanı sıra, 3B çene modelleri kullanılarak üretilen cerrahi kılavuzlar sayesinde operasyon süresi kısalmakta, travma olasılığı minimize edilmekte ve komplikasyon riskinin en aza indirilmesi mümkün olmaktadır. Bu sıralama ile yürütülen ve “geriye doğru tedavi” olarak isimlendirilen tedavi prosedürü postoperatif iyileşmeyi de hızlandırmakta ve iyileşme sırasında hasta konforunu da arttırmaktadır.<sup>10</sup> 3B modelleme ve yazıcı teknolojisi kullanılarak kişiye özgü implantlar, abutmentlar ve protetik üst yapılar üretilmesi de mümkündür.<sup>11,12</sup> Günümüzde implant planlamaları sırasında 3B modelleme için çok sayıda yazılım kullanılmaktadır. En sık kullanılanlar arasında; coDiagnostiX™, DentalWings, Canada (CDX); Simplant Pro™, Dentsply, Sweden (SIM); Smop™, Swissmeda, Switzerland (SMP); NobelClinician™, Nobel Biocare, Switzerland (NC); Implant Studio, 3Shape, Denmark (IST) sayılmaktadır. Yazılımların birçok temel özelliği içerik olarak birbirine benzemekle birlikte, iş akışı yönünden birbirinden büyük farklılıklar göstermektedir. Bu yazılımların özelliklerini karşılaştırmalı olarak değerlendiren sınırlı sayıda çalışma incelendiğinde, yazılımların tamamında radyografik datayı sisteme alırken DICOM-arayüzü kullanma özelliğinin bulunduğu, fakat sadece bir kısmının artefaktları kısmen de olsa elimine edebilme özelliği taşıdığı gözlenmiştir.<sup>13,14</sup> Sanal dental modellerin universal bir format olan STL (Standard Tessellation Language) formatında yazılım içine alınabilmesi sadece üç yazılım [DentalWings, Canada (CDX), Swissmeda, Switzerland (SMP), Implant Studio, 3Shape, Denmark (IST)] ile gerçekleştirilebilirken, yazılımlardan biri [Implant Studio, 3Shape, Denmark (IST)] tescilli bir data formatı kullanarak model oluşturabilmektedir. Tüm yazılımlar ile üç-boyutlu yüzey modelleri oluşturulabilmekte, iki boyutlu enine-kesit görüntüler üzerinde sanal implant planlamasına olanak sağlamaktadır. Yazılımların bir çoğunda üç boyutlu modeller ile çene modellerinin/sanal protetik restorasyonların segmentasyonu ve çakıştırma işlemleri gerçekleştirilebilmektedir. Ancak, cerrahi kılavuzların bilgisayar destekli planlanması ve oluşturulabilmesi (CAD/CAM) bazı yazılımlarda tamamiyle gerçekleştirilebilirken, diğerlerinde kılavuzun sert modelinin oluşturulması mümkün olmamaktadır.<sup>13</sup>

Üç boyutlu yazıcı teknolojisi sıklıkla implant ve protetik uygulamalarda kullanılmakla birlikte<sup>9-15</sup> ortodonti<sup>16</sup>, ortognatik<sup>17</sup>, kraniyo-fasiyal ve maksillo-fasiyal cerrahi<sup>18,19</sup> ve endodonti<sup>6,20</sup> gibi diş hekimliğinin farklı disiplinlerinde de başarı ile kullanılmaktadır.

3B görüntüler kullanılarak elde edilen 3B modeller üzerinde ortodontik tanı ve tedavi planlaması yapmak mümkündür. Yine 3B modeller kullanılarak, dişlerin çene içindeki uzaysal konumları ve tedavi sonrası hareketleri en doğru şekilde belirlenip görsel olarak görüntülenebilmektedir.<sup>21</sup> Bunun yanı sıra, özellikle ortognatik cerrahi uygulamaları öncesinde 3B görüntüler sayesinde bölgenin anatomisi ve komşulukları hakkında detaylı bilgiye ulaşılabilmektedir.<sup>22,23</sup> Ortognatik cerrahi gibi bireyin estetik görünümünde değişiklik oluşturacak durumlarda konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KİBT) görüntüleri ile birlikte, 3B stereofotogrametri ve dijital dental modeller gibi farklı tekniklerin kombine edilerek kullanılması tanı ve tedavi planlaması açısından daha doğru ve güvenilir sonuçlar verdiği için özellikle önerilmektedir.<sup>24</sup> Tedavi öncesi

alınan 3B görüntüler ve yazılımlar ile, tedavi planlaması ve sonrasında hastada ortaya çıkabilecek değişikliklere ait görsel simülasyonların yapılabilmesi, öğrenciler ve klinisyenler arasında güçlü bir iletişim sağlayarak eğitimin görsel içeriğini de arttırmaktadır.<sup>25</sup>

Ortodontik teller ile uygulanan geleneksel tedavi yöntemleri yerine 3 boyutlu modelleme ve yazıcı teknolojisi kullanılarak kişiye özel üretilen şeffaf plak sistemleri (Invisalign yöntemi) ise, ortodonti alanında modern ve dijital temelli bir yaklaşımın son örneğidir. Ağız içinde metal ortodontik teller kadar görünmeyen ve diş temizliği sırasında çıkarılabilen şeffaf plaklar, hastanın tedaviye uyumunu artırırken tedavi sürecindeki estetik kaygıların da önüne geçmektedir. Ek olarak, tedaviye başlamadan önce, sanal bir tedavi modeli üzerinde tedavi seçeneklerinin ayrıntılı olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.<sup>26</sup>

Ortodontide 3B dijital görüntüler ve 3B modellerin en sık kullanıldığı uygulamalardan biri mini implantlardır. 3B görüntüler ve/veya modeller ile implantların lokalizasyonu, açısı, komşu kökler ve vital dokularla ilişkisi kolaylıkla görüntülenip planlama yapılabilen şekilde böylece komplikasyon riski olmadan işlem gerçekleştirilebilmektedir.<sup>27</sup>

Diş hekimliğinde 3B modellemenin kullanıldığı disiplinlerden biri de endodontidir. Özellikle endodontik cerrahi öncesinde elde edilen 3B modeller ile operasyon öncesi bölgedeki diş ve kemik anatomisi detaylı olarak incelenebilmekte böylece operasyon güvenli şekilde planlanabilmektedir. Diş, kemik veya mukoza destekli hazırlanabilen kılavuzlar yardımıyla, operasyonun minimum madde kaybı ile gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır.<sup>6,28</sup> Günümüzde 3B modeller sadece endodontik cerrahi prosedürlerinde değil, kalsifiye kanal ya da kök gelişim anomalisi bulunan komplike olgularda kanal tedavisinin komplikasyonsuz ve başarı ile uygulanması için de kullanılmaktadır.<sup>29</sup> Bunun yanı sıra, giriş kavitesi hazırlanması, kanal ağzılarının saptanması ve kanal genişletilmesi gibi farklı tedavi basamaklarında da kullanılabilmektedir. Kişiye özel diş destekli kılavuzlar yardımıyla, her kök kanalına minimal travma ve madde kaybıyla ulaşılarak endodontik tedaviyi kolayca, komplikasyonsuz ve başarıyla tamamlamak mümkün olmaktadır.<sup>30</sup>

Üç boyutlu yazıcı teknolojisinin diş hekimliğinde kullanım alanlarından biri de öğrenci eğitimidir. Farklı renk, doku, şeffaflık ve mekanik özelliklerde üretilen 3B modeller ile gerçekleştirilen eğitimler sayesinde öğrencilerin kron, kök ve kanal morfolojisini detaylarıyla görerek öğrenmesi mümkün olmaktadır. Mezuniyet sonrası mesleki becerilerini geliştirmek isteyen diş hekimlerinin de yararlanabileceği dokusal veri iletişim teknolojileri (haptik teknolojisi); diş ve çevre iskeletsel dokuların 3B sanal simülasyonlarını interaktif olarak oluşturan bilgisayar sistemleridir. Bu sistemler tedavi prosedürünün ayrıntılarını taklit edebilmekte ve operasyon sürecine yönelik eş zamanlı geri bildirim sağlayabilmektedir.<sup>31</sup>

## SONUÇ

Diş hekimliğinin farklı disiplinlerinde uygulanabilen 3B modelleme ve sanal planlama teknolojilerinin temelinde dijital görüntüleme sistemleri ile elde edilen dijital radyografik görüntüler yer almaktadır. 3 boyutlu dijital görüntüler üzerinde yazılımlar aracılığıyla gerçekleştirilen sanal modellemeler ve 3B yazıcılar ile elde edilen katı modeller, gelecekte hastalıkların tanı ve tedavi planlamasında yanı sıra diş hekimliği eğitiminin teorik ve pratik aşamalarında büyük yer tutacaktır. Diş hekimliğinin farklı disiplinlerine ait tüm tanı ve/veya tedavi planlamalarında kullanılabilen modelleme ve tasarım uygulamalarının tamamında te-

mel olarak gerekli olan araç üç boyutlu görüntülerdir. Yapılan çok sayıda çalışma 3B görüntülerin kalitesinin ve fiziksel özelliklerinin, elde edilen 3B modelin doğruluğunu ve keskinliğini dolayısı ile uygulanacak işlemin başarısını etkilediğini ortaya koymaktadır.<sup>2,32-34</sup> Buna göre, 3B görüntülerin eldesinden önce kullanılacak KIBT cihazının teknik özelliklerinin ve seçilecek ışınlama parametrelerinin (kVp, mA, ışınlama süresi, FOV, voksel boyutu vb.) hedeflenen amaca ve/veya yapılacak tedavinin özelliklerine göre saptanması büyük önem taşımaktadır. Bu bilgiler ışığında, üç boyutlu görüntüler kullanılarak elde edilecek 3B modelleme çalışmalarında, tanı ve/veya tedavi planlamasını gerçekleştirecek hekimin bir dental radyoloji uzmanı ile çalışmasının diğer bir deyişle planlamanın multi-disipliner olarak gerçekleştirilmesinin, çalışmaların doğruluğunu, kalitesini ve başarısını arttırmak açısından önem taşıdığını söylemek mümkündür.

**Hasta Onamı:** Yazılı onam bu çalışmaya katılan tüm katılımcılardan alınmıştır.

**Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.**

**Yazar Katkıları:** Fikir – G.B.Ş., Tasarım – E.Ş., Denetleme – G.B.Ş., Kaynaklar – E.Ş., Malzemeler – E.Ş., Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – E.Ş., Analiz ve/veya Yorum – E.Ş., Literatür Taraması – E.Ş., Yazıyı yazan – E.Ş., Eleştirel inceleme G.B.Ş.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

**Informed Consent:** Written informed consent was obtained from all participants who participated in this study.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept – G.B.Ş., Design – E.Ş., Supervision – G. B.Ş., Resources – E.Ş., Materials – E.Ş., datacollection and/or Processing – E.Ş., Analysis and/or Interpretation – E.Ş., Literature Search – E.Ş., Writing Manuscript – E.Ş., Critical Review – G.B.Ş.

**Declaration of Interests:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Funding:** The authors declared that this study has received no financial support.

## KAYNAKLAR

- Pham DL, Xu C, Prince JL. Current methods in medical image segmentation. *Annu Rev Biomed Eng.* 2000; 2:315-37. [\[Crossref\]](#)
- Vandenberghe B. The digital patient - Imaging science in dentistry. *J Dent.* 2018; 74 Suppl 1: S21-S26. [\[Crossref\]](#)
- Spagnuolo G, Sorrentino R. The role of digital devices in dentistry: clinical trends and scientific evidences. *J Clin Med.* 2020; 9:1692. [\[Crossref\]](#)
- Chan HL, Misch K, Wang HL. Dental imaging in implant treatment planning. *Implant Dent.* 2010; 19:288-98. [\[Crossref\]](#)
- Greenberg AM. Digital technologies for dental implant treatment planning and guided surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2015; 27:319-40. [\[Crossref\]](#)
- Shah P, Chong BS. 3D imaging, 3D printing and 3D virtual planning in endodontics. *Clin Oral Investig.* 2018; 22:641-654. [\[Crossref\]](#)
- BouSerhal C, Jacobs R, Quirynen M, van Steenberghe D. Imaging technique selection for the preoperative planning of oral implants: a review of the literature. *Clin Implant Dent Relat Res* 2002; 4:156-72. [\[Crossref\]](#)
- Xiaojun C, Yanping L, YiqunW, ChangtooW. Computer-aided oral implantology: methods and applications. *J Med Eng Technol* 2007; 31:459-67. [\[Crossref\]](#)
- Widmann G, Bale RJ. Accuracy in computer-aided implant surgery--a review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005; 21:305-13.
- Spector L. Computer-aided dental implant planning. *Dent Clin North Am* 2008; 52:761-75. [\[Crossref\]](#)
- Regish KM, Sharma D, Prithviraj DR. An overview of immediate root analogue zirconia implants. *J Oral Implantol.* 2013;39: 225-33. [\[Crossref\]](#)
- Mangano FG, De Franco M, Caprioglio A, Macchi A, Piattelli A, Mangano C. Immediate, non-submerged, root-analogue direct laser metal sintering (DLMS) implants: a 1-year prospective study on 15 patients. *Lasers Med Sci.* 2014; 29:1321-28. [\[Crossref\]](#)
- Kernen F, Kramer J, Wanner L, Wismeijer D, Nelson K, Flügge T. A review of virtual planning software for guided implant surgery - data import and visualization, drill guide design and manufacturing. *BMC Oral Health.* 2020;20:251. [\[Crossref\]](#)
- Moser N, Santander P, Quast A. From 3D imaging to 3D printing in dentistry - a practical guide. *Int J Comput Dent.* 2018;21:345-356.
- Sulaiman TA. Materials in digital dentistry-A review. *J Esthet Restor Dent.* 2020; 32:171-81. [\[Crossref\]](#)
- Elnagar MH, Elshourbagy E, Ghobashy S, Khedr M, Evans CA. Dentolveal and arch dimension changes in patients treated with miniplate-anchored maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017; 151:1092-1106. [\[Crossref\]](#)
- Elnagar MH, Aronovich S, Kusnoto B. Digital workflow for combined orthodontics and orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2020; 32:1-14. [\[Crossref\]](#)
- Adolphs N, Haberl EJ, Liu W, Keeve E, Menneking H, Hoffmeister B. Virtual planning for craniomaxillofacial surgery--7 years of experience. *J Craniomaxillofac Surg.* 2014; 42:e289-e295. [\[Crossref\]](#)
- Li Y, Jiang Y, Ye B, Hu J, Chen Q, Zhu S. Treatment of dentofacial deformities secondary to osteochondroma of the mandibular condyle using virtual surgical planning and 3-dimensional printed surgical templates. *J Oral Maxillofac Surg.* 2016; 74:349-68. [\[Crossref\]](#)
- van der Meer WJ, Vissink A, Ng YL, Gulabivala K. 3D Computer aided treatment planning in endodontics. *J Dent.* 2016; 45:67-72. [\[Crossref\]](#)
- Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. *Orthod Craniofac Res.* 2011; 14:1-16. [\[Crossref\]](#)
- Chin SJ, Wilde F, Neuhaus M, Schramm A, Gellrich NC, Rana M. Accuracy of virtual surgical planning of orthognathic surgery with aid of CAD/CAM fabricated surgical splint-A novel 3D analyzing algorithm. *J Craniomaxillofac Surg.* 2017; 45:1962-70. [\[Crossref\]](#)
- Aboul-Hosn Centenero S, Hernández-Alfaro F. 3D planning in orthognathic surgery: CAD/CAM surgical splints and prediction of the soft and hard tissues results - our experience in 16 cases. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012; 40:162-68. [\[Crossref\]](#)
- Görgülü S, Duran GS, Dindaroğlu F. Üç boyutlu stereofotogrametri. In: Özdiler E, editör. Güncel Bilgiler Işığında Ortodonti. 1.Baskı. Ankara: Gümüş Kitapevi; 2015. p.367-81.
- Holoğlu F, Akbulut S, Soyulu E, Akbulut N, Bıçakçı AA. Ortognatik cerrahide üç boyutlu dijital planlama. *Türkiye Klinikleri* 2016; 2:18-25.
- Melkos AB. Advances in digital technology and orthodontics: a reference to the Invisalign method. *Med Sci Monit.* 2005;11:PI39-PI42.
- Graf S, Vasudavan S, Wilmes B. CAD-CAM design and 3-dimensional printing of mini-implant retained orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018; 154:877-82. [\[Crossref\]](#)
- Anderson J, Wealleans J, Ray J. Endodontic applications of 3D printing. *Int Endod J.* 2018; 51:1005-18. [\[Crossref\]](#)
- Büyükbayram IK, Özalp Ş, Aytugay E, Aydemir S. Regenerative endodontic treatment of an infected immature dens invaginatus with the aid of cone-beam computed tomography. *Case Rep Dent.* 2014; 2014:403045. [\[Crossref\]](#)
- Zubizarreta Macho Á, Ferreiroa A, Rico-Romano C, Alonso-Ezpeleta LÓ, Mena-Álvarez J. Diagnosis and endodontic treatment of type II

- dens invaginatus by using cone-beam computed tomography and splint guides for cavity access: a case report. *JADA*. 2015; 146:266-70. **[Crossref]**
33. Suebnukarn S, Haddawy P, Rhienmora P, Gajananan K. Haptic virtual reality for skill acquisition in Endodontics. *J Endod*. 2010; 36:53-5. **[Crossref]**
34. Varga E Jr, Hammer B, Hardy BM, Kamer L. The accuracy of three-dimensional model generation. What makes it accurate to be used for surgical planning? *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2013; 42:1159-66. **[Crossref]**
35. Hung K, Yeung AWK, Tanaka R, Bornstein MM. Current applications, opportunities, and limitations of AI for 3D Imaging in Dental Research and Practice. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17:4424. **[Crossref]**
36. Dinçel M, Gümüş HO, Büyük SK, Kılınç HI. 3 boyutlu dijital modeller Üzerinde Yapılan Ölçümlerin Doğruluğunun Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg* 2013; 21: 366-70.