




# Maksillektomi Defektlerinde Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ve Stereolitografi Kullanılarak Üretilen Obtüratör Bulbularının Doğruluğunun Değerlendirilmesi: Ex Vivo Çalışma

Assessment of the Accuracy of Obturator Bulbs that are Produced by Using Cone Beam Computed Tomography and Stereolithography in Maxilloctemy Defects: An Ex Vivo Study

Sema Murat 

Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği/Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

**Cite this article as:** Murat S. Assessment of the Accuracy of Obturator Bulbs that are Produced by Using Cone Beam Computed Tomography and Stereolithography in Maxilloctemy Defects: An Ex vivo Study. JAREM 2018; 8(3): 186-90.

## ÖZ

**Amaç:** Çalışmamızda, intraoral maksillektomi defektlerinde konvansiyonel ölçü tekniğine alternatif olarak konik ışınli bilgisayarlı tomografinin (KIBT) kullanılması ve stereolitografi ile de obtüratör protezlerinin defekt bölgesine yerleşen bulb bölümlerinin üretilerek doğruluklarının hacimsel olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

**Yöntemler:** İnsan kadavra maksillalarında (n=9) oluşturulan yapay defektlerden KIBT cihazı ile elde edilen DICOM dosya formatındaki 2 boyutlu görüntü kesitlerinin MIMICS yazılımı ile 3 boyutlu rekonstrüksiyonları yapılmıştır. Ardından sert doku ve yumuşak doku datası yazılımın tasarım modülü 3-MATIC içerisine aktararak sanal modeller oluşturulmuş ve maksiller defektler için defekt yüzey sınırları baz alınarak obtüratör bulb modelleri tasarlanmıştır. 3 boyutlu volümetrik görüntüler stl dosya formatına dönüştürüldükten sonra stereolitografi cihazında obtüratör bulbularının üretimi gerçekleştirilmiştir. Defektin fiziksel modeli ise A tip silikon ölçü materyali ile defekt başlangıç sınırları baz alınarak elde edilmiştir. Silikon ve rezin bulbuların hacimleri su deplasman tekniği ile ölçülmüştür. İstatistiksel analiz için veriler, Minitab Release 15 istatistiksel yazılım programına aktarılmıştır. Tek yönlü varyans analizi ile 2 teknik arasındaki hacimsel sapmalar kıyaslanmıştır. Anlamlılık p<0,05 düzeyinde değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** KIBT görüntüleri ile elde edilen hacim değerleri silikon ölçülerin hacim değerlerinden daha düşük bulursa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (p>0,05).

**Sonuç:** Maksillektomi defektlerinde KIBT görüntülerinin kullanılması ile oluşturulan 3D modellemeler ile defektle uyumlu obtüratörlerin/bulbuların üretilmesi mümkün görülmektedir.

**Anantara Kelime:** 3D yazıcı, konik ışınli bilgisayarlı tomografinin (KIBT), maksillektomi, obtüratör, stereolitografi

## ABSTRACT

**Objective:** We aimed to use cone-beam computed tomography (CBCT) as an alternative to conventional impression techniques in intraoral maxilloctomy defects and to assess the volumetric accuracy of the obturator bulb sections placed in the defect area of obturator prosthesis fabricated using stereolithography.

**Methods:** The artificial defects created in human cadaver maxilla (n=9) were scanned with CBCT. Total slices were captured and stored as digital imaging and communications in medicine (DICOM) images. Thereafter, the images were imported and processed with Mimics Software (Mimics Innovation Suite, Materialize, Leuven, Belgium). From the DICOM images, 3D volumetric data of craniofacial hard and soft tissue were then segmented. Thereafter, the hard tissue and soft tissue data were imported into 3-MATIC software module where in virtual models were created and obturator bulb models were designed for maxillary defects considering defect surface borders. The production of obturator bulbs was conducted using a stereolithography device after 3D volumetric images were converted to stl. file format. A physical model of the defect was obtained using an A-type silicon impression material that represents the origins of the borders of the defects. The water displacement technique was used to measure silicon and resin bulb volumes. Data were sent to Minitab Release 15 statistical software program. One-way ANOVA was used to compare volumetric measurements obtained using the two techniques. Statistical significance was set at p<0.05.

**Results:** Although volumetric measurements obtained using CBCT images were lower than those obtained using silicon impression measurements, this difference was statistically insignificant (p>0.05).

**Conclusion:** The production of obturator bulbs that fit into maxillary defects using 3D models created from CBCT images seems to be an achievable task.

**Keywords:** 3D printer, cone-beam computed tomography (CBCT), maxillectomy, obturator, stereolithography

ORCID ID of the author: S.M. 0000-0003-0632-5095.



Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Sema Murat,  
E-posta: smurat@ankara.edu.tr

Geleş Tarihi / Received Date: 03.06.2018 Kabul Tarihi / Accepted Date: 23.06.2018  
© Copyright 2018 by University of Health Sciences Gaziosmanpaşa Taksim Training and Research Hospital. Available on-line at www.jarem.org  
© Telif Hakkı 2018 Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gaziosmanpaşa Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi.  
Makale metnine www.jarem.org web sayfasından ulaşılabilir.  
DOI: 10.5152/jarem.2018.2188

## GİRİŞ

Paranasal tümörlerin tedavisi çoğunlukla palatal maksillektomi veya radikal maksillektomi gerektirmektedir. Cerrahi ve protetik uygulamalar post-maksillektomi hastalarının fonksiyonel ve estetik olarak tedavi edilmesine olanak sunarlar. Cerrahi uygulamaların avantajlarına rağmen cerrahi rekonstrüksiyon hastanın genel durumu ve defektin büyüklüğü nedeniyle her zaman mümkün olmamaktadır. Protetik rekonstrüksiyonda geçici ve daimi olarak yapılan obturatörler kullanılabilirler. Protetik obstrüksiyonun başlıca amacı; hipernazal konuşmayı ve nazal kaviteye sıvı kaçısını önlemek için oral kaviteyi sinonazal kaviteden ayırmak ve defekti kapatmaktır. Obturatörler ayrıca çiğneme, yutkunma, konuşma fonksiyonlarını iade eder, dudak ve yanağa sağladıkları destekle fasiyal kontürü restore ederek hastaların yaşadıkları sosyal ve psikolojik sıkıntıların üstesinden gelmesinde oldukça önemli rol oynarlar (1).

Hızlı Prototip Üretimi Teknolojileri, (Rapid Prototyping-RP) diğer adıyla lazer ile tabakalaya üretim teknikleri; bilgisayar yardımıyla tasarlanmış 3 boyutlu katı fiziksel modellerin tabaka tabaka, tek bir aşamada üretilmesini sağlamaktadır (2). 1995'ten bu yana dünyada hızla ilerleyen, özellikle ürün geliştirme, prototip ve kalıp imalat sahalarında kullanılmakta olan bu yöntem; diş hekimliği sektöründe ise sadece 3-5 yıldır kullanılmaktadır. Hızlı prototip tekniklerinin ayırt edici özelliği, modellerin CAD-CAM sistemlerinde olduğu gibi ana kaynaktan malzeme uzaklaştırılarak ve işleyerek değil lazer ve sayısal denetim gibi teknolojilerin yardımı ile katmanların tabaka-tabaka yapıstırılarak üç boyutlu model üretilmesidir. Tabakalama tekniği sayesinde kompleks yapıdaki cisimlerin iç detaylarının ve undercut alanlarının sorunsuz oluşturulması sağlanmaktadır (2-4).

Farklı malzemelerin kullanımı, katmanların farklı metotlarla üretimi ve birbirine yapıstırılması değişik hızlı prototip tekniklerini ortaya çıkarmıştır. Stereolitografi (Stereolithography (SLA)), katmanlı nesne üretimi (Laminated Object Manufacturing (LOM)), lazer ile seçici sinterleme (Selective Laser Sintering (SLS)), ergiterek yığma ile model üretimi (Fused deposition modeling (FDM)), malzeme püskürterek üç boyutlu modelleme (Inkjets, Photopolymer Phase Change Inkjets, 3D Printing), lazerle net şekillendirme (Laser Engineered Net Shaping (LENS)) ticari olarak mevcut önemli hızlı prototip tekniklerindedir (2).

Hızlı prototip üretim teknikleri fasiyal protez yapımında konvansiyonel yöntemlere alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Anatomik detayları ve profili oluşturmak için: bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRI) gibi bilgisayar destekli medikal görüntüleme yöntemleri ve lazer yüzey tarayıcıları ile optik sistemler kullanılarak; CAD-CAM ve hızlı prototipleme teknolojileri ile konturları ve doku adaptasyonu çok iyi düzeyde olan son derece başarılı ekstraoral fasiyal protezler hazırlanabilmektedir (5-8).

Maksillektomi defektleri gibi intraoral deformitelerin protetik rehabilitasyonu ise genel olarak 3 boyutlu bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve hızlı prototipleme teknolojileri kullanılmadan, konvansiyonel ölçü yöntemleri ile oluşturulan alçı modellerde hazırlanan obturatör protezleri ile sağlanmaktadır.

Fonksiyonel ve estetik bir protezin yapımı sürecinde kuşkusuz en önemli aşama ölçü alınmasıdır. Retansiyon ve stabilite sağ-

lıklı dokularla birlikte defekten de destek alınarak oluşturulacağı için defektin ağızda mevcut olan dokularla birlikte eksiksiz bir ölçüsünün alınması hazırlanacak protezin prognozu açısından oldukça önemlidir (9). Kullanılan ölçü materyalinin yapısal özellikleri, defektin boyutu, defekte mevcut olan undecutlar, geride kalan dişlerin sayısı ve pozisyonları, ağız açıklığının miktarı ölçünün tamlığını ve netliğini etkileyen faktörlerdir. Çoğu zaman sertleşen ölçü materyalini ağızdan uzaklaştırırken, özellikle irreversible hidrokolloid ölçü materyalinin oluşturduğu vakum etkisi nedeniyle hasta büyük acılar hissetmekte ve ölçü materyali yırtılmalara ve deformasyonlara maruz kalmaktadır. Defekt dokularının kanamalı olması ve mukozal sekresyonların ölçü yüzeyine yapışması da ölçünün netliğini bozmaktadır. Ağız açıklığındaki kısıtlamalar nedeniyle, ölçü kaşığı ve materyalinin ağıza yerleştirilmesi istenilen şekilde yapılamamakta ve ölçüde eksik alanlar oluşmaktadır (1).

Vücuttan ince radyografik kesitler şeklinde alınan görüntülerin bilgisayarda sentez edilmesi esasına dayanan bilgisayarlı tomografi (BT) X-ışınının geometrik yapısı baz alındığında iki kategoriye ayrılabilir; birincisi, yelpaze (Fan beam) ışınlı tomografi (konvansiyonel ya da medikal BT), ikincisi ise konik ışınlı BT (Cone beam computed tomography) dir. Medikal Bilgisayarlı Tomografiler süperpozisyonsuz ve distorsiyonsuz üç boyutlu görüntü oluşturmaları sayesinde implantolojide kullanım alanı bulmuşlardır. Ancak medikal tomografiler verdikleri çok yüksek dozdaki efektif radyasyon dozları, yüksek maliyetleri, uygulama zorlukları ve her ortamda bulunamama gibi nedenlerle rutin olarak kullanılmamışlardır (10). Son yıllarda, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), konvansiyonel BT'lere alternatif olarak özellikle maksillo-fasiyal bölgede önemli bir tanılal görüntüleme teknolojisi olarak öne çıkmıştır. Dental volumetrik tomografi (KIBT) klinik pratikte, uygulama kolaylığı, kabul edilebilir radyasyon dozu, hızlı tarama özelliği, ekonomik olması, görüntülerin yüksek kalitesi ve artefaktların az olması ile geleneksel bilgisayarlı tomografiye oranla daha avantajlıdır (9-12).

Manyetik rezonans görüntüleme, BT ve KIBT gibi medikal görüntüleme teknikleri ile elde edilen anatomik yapıların 3 boyutlu görüntülerinin oluşturulması ile konvansiyonel yöntemde olabilecek ölçü materyalinin distorsiyonu, yırtılması ve ölçünün boşluklar içermesi gibi problemler olmayacağı için çok daha uyumlu protezler hazırlanabilir ve bu sayede protezin uyumlandırılması için klinikte harcanan süre de kısalmıştır (13-17). Ayrıca medikal görüntüleme tekniklerinde hastada kusma refleksini uyaran ölçü materyali kullanılmaz. Konvansiyonel ölçüler alındığında ve modeller döküldüğünde materyallerin kontraksiyonu ve genleşmesi nedeniyle oluşan distorsiyonlar, stereolitografi tekniği ile model hazırlandığında elimine edilmektedir. Konvansiyonel ölçü sistemlerinde olduğu gibi nem kontrolü ve final modeldeki hava kabarcıkları gibi olumsuz faktörlerde oluşmamaktadır (15, 17).

Planladığımız ex vivo çalışma kapsamında; intraoral maksillektomi defektlerinde, konvansiyonel ölçü sistemlerinden kaynaklı problemlerin ve zorlukların KIBT kullanılarak üstesinden gelinmesi ve stereolitografi gibi hızlı prototipleme teknolojisi kullanılarak da obturatör protezlerinin defekt bölgesine yerleşen bulb bölümlerinin üretilmesi ve tamlıklarının hacimsel olarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

## YÖNTEMLER

Çalışmamızda insan kadavra maksillalarının (n=9) kullanılabilmesi için gerekli olan etik kurul onayı Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Anatomi Bölümünden alınmıştır (1491-304-12/1539-604). Unilateral maksillektomiler cerrahi frezler kullanılarak kret bölgesini içine alan ve sert damağın orta hattına uzanan farklı boyutlarda lokalize defektler oluşturacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Obturator protezlerinin hazırlanacağı modelleri hızlı prototipleme tekniklerinden stereolitografi ile hazırlanmak amacıyla; oluşturulan yapay defektlere ait 3 boyutlu görüntü verileri KIBT cihazı (3D Accuitomo 170, J. Morita Mfg. Corp., Kyoto, Japonya) ile 90 kvp ve 5,0 mA' da 17,5 ışınlama zamanı parametrelerinde geniş alan FOV' u (80 mm×80 mm FOV, 0,160 mm<sup>3</sup> (FOV80) kullanılarak elde edilmiştir.

Kadavraların KIBT kullanılarak elde edilen 2 boyutlu görüntü kesitleri [DICOM dosya (Digital Imaging and Communications in Medicine format)] 3 boyutlu rekonstrüksiyonlarının gerçekleştirilmesi için ticari MIMICS yazılımına (Mimics Innovation Suite, Materialize, Leuven, Belçika) aktarılmıştır. MIMICS yazılımında belirli segmentasyon işlemlerinden sonra sert doku, yumuşak doku ve defekt bölgelerinin modellenmesi yapılmıştır. Ardından sert doku, yumuşak doku datası yazılımın tasarım modülü 3-MATIC içerisine aktarılarak sanal modeller oluşturulmuştur. Maksiller defektler için defekt yüzey sınırları baz alınarak obturator bulb modelleri tasarlanmıştır (Şekil 1, 2). Tasarımsal olarak oluşturulan ve yapılan işlemlerin ardından bulb modelleri MIMICS yazılımına aktarılarak radyolojik görüntü kesitleri içerisinde sınır kontrolleri yapılmıştır. Oluşturulan 3 boyutlu volümetrik görüntüler Standart Tekstelleşme Dili (stl; Standard Tessellation Language) dosya formatına dönüştürüldükten sonra stl dosyalarının stereolitografi cihazına (Formlabs Form 2, Formlabs Inc., Somerville, MA, ABD) transfer edilmesiyle katmanlar halinde obturator bulblarının üretimi gerçekleştirilmiştir.

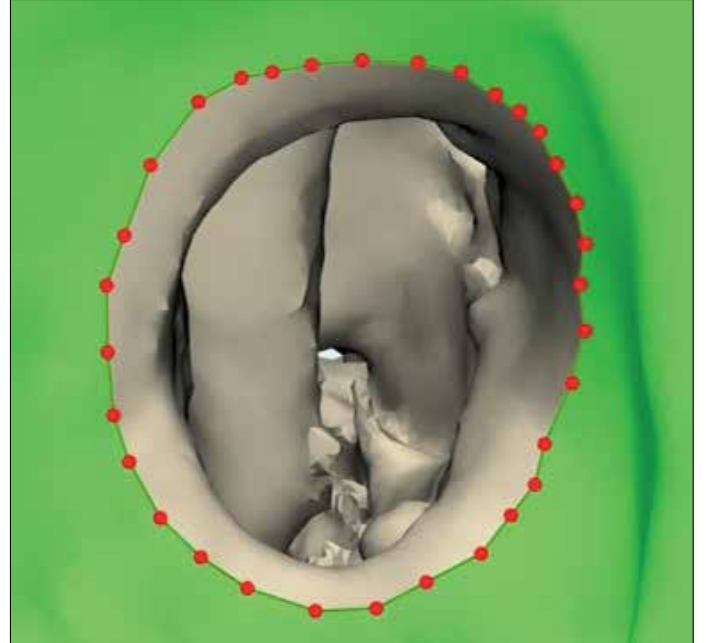
Defektin fiziksel modeli ise A tipi silikon ölçü materyali (Zharmack Elite HD, Badia Polesine RO, İtalya) ile defekt başlangıç sınırları baz alınarak elde edilmiştir. Silikon ve resin bulbların hacimleri su deplasman tekniği ile ölçülmüştür. Bu teknikte oda sıcaklığında su ile dolu hassas ölçüm silindirinin içerisine obturatörden uzaklaştırılan ölçü batırılacak ve bu esnada deplase olan hacim, suyun son hacminin ilk hacminden çıkarılması ile hesaplanmıştır.

### İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz için veriler, Minitab Release 15 (Minitab Ltd., Pensilvanya, ABD), istatistiksel yazılım programına aktarılmıştır. Tek yönlü varyans analizi ile 2 teknik arasındaki hacimsel sapmalar kıyaslanmıştır Anlamlılık p<0,05 düzeyinde değerlendirilmiştir.

### BULGULAR

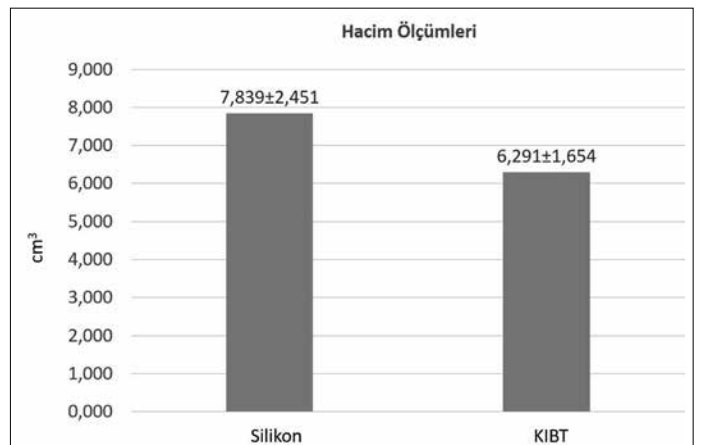
Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre; defektin silikon ölçü modellerinin hacimleri ile KIBT görüntülerinden segmente edilen defektlerin 3D sanal modeli üzerinde tasarımı yapıp SLA ile üretilen resin modelin hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmayan farklılıklar olduğu saptanmıştır (p>0,05). KIBT görüntüleri ile elde edilen hacim değerleri silikon ölçü değerlerinden daha düşük bulunmuştur (p>0,05), (Şekil 1).



Şekil 1. 3-MATIC (Mimics Innovation Suite, Materialize, Leuven, Belçika) yazılımında maksiller defektler için defekt yüzey sınırları baz alınarak hazırlanan defekt sınırlarındaki sanal obturator bulb modeli



Şekil 2. Defekte uygun tasarlanmış olan obturator bulbunun sanal görüntüsü (Mimics Innovation Suite, Materialize, Leuven, Belçika)



Şekil 3. Ortalama ve standart sapma değerlerini gösteren hacim (cm<sup>3</sup>)

## TARTIŞMA

Son yıllarda maksiller defektlerin protetik rehabilitasyonunda en kritik aşama olan ölçü alınmasında, diş hekimi için bir devrim niteliğinde olan KIBT gibi görüntüleme sistemlerinin konvansiyonel ölçü alma yöntemlerine alternatif olarak kullanılabilmesi gündeme gelmiştir (13-17).

Dijital teknolojileri ve de KIBT, BT, MRI gibi görüntüleme sistemlerini kullanarak obturatörlerin üretimiyle ilgili yapılmış sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (13-20). Jiao ve ark. (18) yaptıkları *in vivo* çalışmada maksiller defekli hastaların BT görüntülerinden oluşturulan 3D modeller üzerinde obturatör protezlerin defekt bölümünü dizayn ederek sonrasında SLA teknolojisi ile bizim çalışmamızda olduğu gibi obturatör bulunun üretimini gerçekleştirmiştir. Geriye kalan yumuşak dokuların ve dişlerin ölçüsü ise konvansiyonel ölçü ile alınmış ve hazırlanan alçı modeller üzerinde obturatörler tamamlanmıştır.

Konik ışıklı bilgisayarlı tomografi görüntülerinin dental modellerin üretimde kullanılması amacıyla yapılan sınırlı sayıdaki çalışmaların sonuçlarına göre; KIBT'nin konvansiyonel ölçüyle üretilen modellerden daha yüksek tamlıkta model üretimini sağladığı fakat KIBT verilerinden 3D yazıcılar ile model üretildiğinde ağız içi tarayıcılarla kıyaslandığında daha yüksek sapmalar gösterdiği rapor edilmiştir (21). KIBT verilerinden 3D yazıcılar ile maksiller defektlerin modellerinin elde edilmesinin güvenilir bir yöntem olarak kullanılabilmesini savunmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Elbashti ve ark. (22) ise yaptıkları *in-vitro* çalışma kapsamında poliüretan dişsiz maksiller defektlerin konvansiyonel ve dijital ölçülerini silikon ölçü materyali ve yüzey tarayıcısı ile ağız içi tarayıcı kullanılarak elde etmişler ve de 3D modellerinin tamliğini KIBT verileri referans alınarak karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda dental alçı materyalinin ekspansiyonunun neden olduğu boyutsal değişiklikler nedeniyle konvansiyonel ölçülerde daha fazla oranda sapma olduğu rapor edilmiştir.

Kamburoğlu ve ark. (23) 3D tarayıcı ve KIBT ile kadavralarda oluşturulan maksiller defektlerin hacimlerini araştırmamızda kullandığımız su deplasman tekniği ile ölçtükleri çalışmanın sonuçlarına göre 3D tarayıcı ile elde edilen değerler KIBT' ye oranla altın standart olarak kullanılan defektin silikon ölçüsüne daha yakın değerler vermiştir.

Kamburoğlu ve ark. (24) kadavra çenelerine yerleştirilen implantların bukkal marjinde hazırladıkları yapay defektlerin KIBT kullanılarak hesapladıkları hacimlerini, silikon ölçü materyali ile defektlerden alınan ölçülerin hacimleriyle karşılaştırdıklarında KIBT ile hesaplanan hacimlerin fiziksel hacim değerlerinden araştırmamızın bulgularına benzer olarak daha düşük olduğu rapor edilmiştir. Benzer sonuçlar Agbaje ve ark. (25) tarafından da rapor edilmiş olup özellikle küçük boyuttaki defektlerin KIBT ile sınırlarının segmentasyonun zorluğu nedeniyle hacim hesaplanmasında zorluklar olduğu bildirilmiştir. Ayrıca kullanılan vksel boyutlarının ve kesit kalınlıklarının değişmesi ile KIBT verileri ile yapılan ölçümlerde anlamlı değişimler olduğu rapor edilmiştir. *Ex vivo* araştırmamız kapsamında tek marka KIBT cihazından ve farklı parametreler kullanılmadan elde edilen görüntü kesitleri ile hazırlanan obturatör bulbularının değerlendirilmesi çalışmamızın kısıtlamalarındandır.

## SONUÇ

Araştırmamızın kısıtlamaları dahilinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde, maksiller defektlerin 3D anatomisinin oluşturulmasında KIBT'nin kullanımının avantajları yanında dijital teknolojiler ile defektle uyumlu obturatör/bulbuların hazırlanmasının da mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

**Etik Komite Onayı:** Bu çalışma için etik komite onayı Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Anatomi Bölümü'nden alınmıştır (1491-304-12/1539-604).

**Hasta Onamı:** Uygulanabilir değil.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarların beyan edecek çıkar çatışması yoktur.

**Teşekkür:** Yazar çalışmanın istatistiksel analizlerini gerçekleştiren Sn. Tümer Antürk'e teşekkür eder.

**Finansal Destek:** Bu çalışma 2214-TÜBİTAK bursu ile desteklenmiştir.

**Ethics Committee Approval:** Ethics committee approval was received for this study from the Ethics Committee of Gülhane Military Medical Academy, Department of Anatomy (Local Ethics Committee Review Number 1491-304-12/1539-604).

**Informed Consent:** N/A

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

**Acknowledgements:** The Authors are grateful to Tümer Antürk of SPAC Consulting, Ankara, Turkey, for statistical analysis.

**Conflict of Interest:** The author has no conflict of interest to declare.

**Financial Disclosure:** This study was supported by 2214- The Scientific and Technological Research Council of Turkey.

## KAYNAKLAR

1. Beumer J, Curtis TA. Restoration of acquired hard palate defects. In Beumer J, Curtis TA, Marunick M, editors. Maxillofacial rehabilitation: prosthodontic and surgical considerations. 1 st ed. St Louis: Ishiyaku EuroAmerica; 1996.p.226-329.
2. Alharbi N, Wismeijer D, Osman RB. Additive Manufacturing Techniques in Prosthodontics: Where Do We Currently Stand? A Critical Review. Int J Prosthodont 2017; 30: 474-84. [CrossRef]
3. Sun J, Zhang FQ. The application of rapid prototyping in prosthodontics. J Prosthodont 2012; 21: 641-4. [CrossRef]
4. Peng Q, Tang Z, Liu O, Peng Z. Rapid prototyping-assisted maxillofacial reconstruction. Ann Med 2015; 47: 186-208. [CrossRef]
5. Ciocca L, Scotti R. CAD-CAM generated ear cast by means of a laser scanner and rapid prototyping machine. J Prosthodont 2004; 92: 591-5. [CrossRef]
6. Karayazgan-Saracoglu B, Gunay Y, Atay A. Fabrication of an auricular prosthesis using computed tomography and rapid prototyping technique. J Craniofac Surg 2009; 20: 1169-72. [CrossRef]
7. Liacouras P, Garnes J, Roman N, Petrich A, Grant GT. Designing and manufacturing an auricular prosthesis using computed tomography, 3-dimensional photographic imaging, and additive manufacturing: a clinical report. J Prosthet Dent 2011; 105: 78-82. [CrossRef]
8. Nuseir A, Hatamleh M, Watson J, Al-Wahadni AM, Alzoubi F, Murad M. Improved Construction of Auricular Prosthesis by Digital Technologies. J Craniofac Surg 2015; 26: 502-5. [CrossRef]
9. Dos Santos DM, de Caxias FP, Bitencourt SB, Turcio KH, Pesqueira AA, Goiato MC. Oral rehabilitation of patients after maxillectomy. A systematic review. Br J Oral Maxillofac Surg 2018; 56: 256-66. [CrossRef]

10. Scarfe WC, Farman AG, Suković P: Clinical applications of Cone-Beam Computed Tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 2006; 72: 75-80.
11. Kamburoğlu K. Use of dentomaxillofacial cone beam computed tomography in dentistry. *World J Radiol* 2015; 7: 128-30. [\[CrossRef\]](#)
12. Fourie Z, Damstra J, Gerrits PO, Ren Y. Accuracy and repeatability of anthropometric facial measurements using cone beam computed tomography. *Cleft Palate Craniofac J* 2011; 48: 623-30. [\[CrossRef\]](#)
13. Michelinakis G. The use of cone beam computed tomography and three dimensional printing technology in the restoration of a maxillectomy patient using a dental implant retained obturator. *J Indian Prosthodont Soc* 2017; 17: 406-11. [\[CrossRef\]](#)
14. Tasopoulos T, Kouveliotis G, Polyzois G, Karathanasi V. Fabrication of a 3D Printing Definitive Obturator Prosthesis: a Clinical Report. *Acta Stomatol Croat* 2017; 51: 53-8. [\[CrossRef\]](#)
15. Park JH, Lee KS, Lee JY, Shin SW. Fabricating a Maxillary Obturator Using an Intraoral Digital Impression: A Case History Report. *Int J Prosthodont* 2017; 30: 266-8. [\[CrossRef\]](#)
16. Rodney J, Chicchon I. Digital Design and Fabrication of Surgical Obturators Based Only on Preoperative Computed Tomography Data. *Int J Prosthodont* 2017; 30: 111-2. [\[CrossRef\]](#)
17. Londono J, Abreu A, Baker PS, Furness AR. Fabrication of a definitive obturator from a 3D cast with a chairside digital scanner for a patient with severe gag reflex: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2015; 114: 735-8. [\[CrossRef\]](#)
18. Jiao T, Zhu C, Dong X, Gu X. Rehabilitation of maxillectomy defects with obturator prostheses fabricated using computer-aided design and rapid prototyping: a pilot study. *Int J Prosthodont* 2014; 27: 480-6. [\[CrossRef\]](#)
19. Kim MS, Lee JY, Shin SW. Fabricating an obturator using rapid prototyping to design the framework: a case report. *Int J Prosthodont* 2014; 27: 439-41. [\[CrossRef\]](#)
20. Huang Z, Wang XZ, Hou YZ. Novel method of fabricating individual trays for maxillectomy patients by computer-aided design and rapid prototyping. *J Prosthodont* 2015; 24: 115-20. [\[CrossRef\]](#)
21. Wesemann C, Muallah J, Mah J, Bumann A. Accuracy and efficiency of full arch digitalization and 3D printing: A comparison between desktop model scanners, an intraoral scanner, a CBCT model scan, and stereolithographic 3D printing. *Quintessence Int* 2017; 48: 41-50.
22. Elbashti M, Hattori M, Sumita Y, Aswehlee A, Yoshi S, Taniguchi H, et al. Creating a digitized database of maxillofacial prostheses (obturators): A pilot study. *J Adv Prosthodont* 2016; 8: 219-23. [\[CrossRef\]](#)
23. Kamburoğlu K, Kurşun Ş, Kılıç C, Özen T. Accuracy of virtual models in the assessment of maxillary defects. *Imaging Sci Dent* 2015; 45: 23-9. [\[CrossRef\]](#)
24. Kamburoğlu K, Murat S, Kılıç C, Yüksel S, Avsever H, Farman A, et al. Accuracy of CBCT images in the assessment of buccal marginal alveolar peri-implant defects: effect of field of view. *Dentomaxillofac Radiol* 2014; 43: 20130332. [\[CrossRef\]](#)
25. Agbaje JO, Jacobs R, Michiels K, Abu-Ta'a M, van Steenberghe D. Bone healing after dental extractions in irradiated patients: a pilot study on a novel technique for volume assessment of healing tooth sockets. *Clin Oral Investig* 2009; 13: 257-61. [\[CrossRef\]](#)