

# Üç Farklı Ağız Dışı Tarayıcının Doğruluğunun İn Vitro Olarak Karşılaştırılması

## In Vitro Comparison of Trueness of Three Extraoral Scanners

Çağlar BİLMENOĞLU<sup>a</sup>, Tayfun BİLGİN<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Trakya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi ABD, Edirne, TÜRKİYE

<sup>b</sup>İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi ABD, İstanbul, TÜRKİYE

\*Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 41219

**ÖZET Amaç:** Günümüzde, implant üstü sabit restorasyonlar için dijital ölçü ve üretim aşamasına geçilmiştir. Fakat geleneksel yöntemlerle elde edilen ölçü ve/veya alçı modellerinin, ağız dışı tarayıcılarda taratılmasının ne kadar hassas olduğu hâlen tartışma konusudur. Bu in vitro çalışmanın amacı, 3 adet ağız dışı tarayıcının doğruluğunu değerlendirmektir. **Gereç ve Yöntemler:** Taranabilir Tip 4 alçı ile dişsiz bir alt çene modeli oluşturulmuştur. Kanin, 1. premolar ve 1. molar bölgelerine 6 adet implant analogu yerleştirilmiştir. Analoglar üzerine TiBase abutmentler ve Scan Body parçaları yerleştirildikten sonra 3 adet de ağız dışı (D800, inEOS X5, ArcticaScan) tarayıcı ile onar kez taranmıştır. Elde edilen veriler programlarla STL formatına dönüştürülmüştür. Ayrıca alçı model, kontrol grubunun oluşturulması amacıyla endüstriyel tarayıcı (ATOS Core 80) ile taranmıştır. Dental ve endüstriyel tarayıcılardan elde edilen veriler daha sonra yüzey bazında 3 boyutlu karşılaştırma programında değerlendirildi. **Bulgular:** Çalışma verileri değerlendirilirken normal dağılım göstermeyen parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Kruskal-Wallis testi ve farklılık gösteren grupların birbirleriyle olan ilişkilerinin değerlendirilmesinde Mann-Whitney U testi kullanılmıştır (p<0.05). Cihazlar yüzey çıkıştırmalarına göre sıralandıklarında D800 kontrol grubuna en yakın doğrulukta bulunmuştur. ArcticaScan ve inEOS X5 13-20 µm değer aralığında doğruluk göstermişlerdir. **Sonuç:** Çalışmamızda kullanılan ağız dışı tarayıcılar endüstriyel tarayıcılara oldukça yakın değerlerde doğruluk göstermişlerdir.

**ABSTRACT Objective:** Today, digital impression and digital manufacturing has been started for implant supported fixed restorations. However, the accuracy of scanning impression and/or gypsum models obtained with conventional methods in extra-oral scanners is still a matter of debate. The aim of this in-vitro study is to evaluate the trueness of three different extra-oral scanners. **Material and Methods:** An edentulous mandibular model was manufactured using scannable Type 4 gypsum. Six implant analogues were placed in canine, first premolar and first molar regions. After TiBase abutments and Scan Bodies were screwed on the analogs, model was scanned ten times in each of the three scanners (D800, inEOS X5 and ArcticaScan). The data obtained were transformed into STL format with the programs. Additionally, in order to compose the control group, the reference model was also scanned by the industrial Scanner. The two sets of data collected from the dental and the industrial scanners were then compared through three-dimensional software on the surface basis. **Results:** During the evaluation of the data obtained in the study, Kruskal-Wallis test was employed for the comparison of the parameters exhibiting a non-standard distribution pattern, while Mann-Whitney U test was utilized for assessing the relations between groups differing from each other (p<0.05). When the studied devices were arranged in order based on surface superimpositioning, D800 was found to have the trueness rate which was the closest to the control group. On the other hand, ArcticaScan and inEOSx5 exhibited a trueness rate between 13 µm and 20 µm. **Conclusion:** The extra-oral scanners employed within this study were found to have trueness values considerably close to the industrial scanners.

**Anahtar Kelimeler:** Diş kalıp materyalleri; diş ölçü tekniği; analog-dijital dönüşümü; diş protezi, implant destekli

**Keywords:** Dental impression materials; dental impression technique; analog-digital conversion; dental prosthesis, implant-supported

Estetik beklentilerin artması, restorasyon malzemesi olarak tam seramik ve zirkonyum dioksitin kullanılmaya başlanması, tedavi sürelerinin kısaltılmak

istenmesiyle dijital diş hekimliği önemli bir hâle gelmiştir.<sup>1</sup> Diş hekimliğinde bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli imalat [computer aided design-

**Correspondence:** Çağlar BİLMENOĞLU

Trakya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi ABD, Edirne, TÜRKİYE/TURKEY

**E-mail:** caglarbilmenoglu@trakya.edu.tr



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.

**Received:** 17 Jul 2020

**Received in revised form:** 19 Oct 2020

**Accepted:** 26 Oct 2020

**Available online:** 10 Feb 2021

2146-8966 / Copyright © 2021 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

computer aided manufacturing (CAD/CAM)] sistemlerinin kullanılması, geleneksel yöntemlere göre daha hassas restorasyonların yapılmasına olanak sağlamıştır.<sup>2-4</sup>

CAD/CAM sistemleri 3 aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama tarama ve veri elde etme aşaması, 2. aşama restorasyonun sanal olarak dizayn edilmesi, 3. aşama ise bu modelin üretilmesidir.<sup>5</sup> Dolayısıyla üretilen modelin dokulara uyumu, ölçü aşamasından başlamaktadır. İmplant üstü sabit protezler için bu iş akışı daha da önemlidir.<sup>6</sup> Sistemin ilk aşamasını oluşturan verilerin elde edilmesi, 2 farklı şekilde gerçekleştirilebilir. Birincisi ağız içi tarayıcılarla direkt tarama, ikincisi de geleneksel ölçü yöntemiyle elde edilmiş, ölçü veya alçı modelin ağız dışı tarayıcılarla indirekt olarak taranmasıdır.<sup>7</sup>

Günümüzde, ağız içi tarama sistemlerinin yeniliği ve sınırlı endikasyonlarda kullanımı en büyük dezavantajdır. Hassasiyet, netlik, doğruluk gibi özellikleri ve bu sistemlerde elde edilen restorasyonların kole uyumları ve pasif oturuları hâlen araştırma konusudur.<sup>1,8-12</sup> Ayrıca ağız içi tarama cihazlarının fiyatları, öğrenme aşamaları, uygulanabilirliği, üretim artefaktları gibi etkenlerden dolayı dijital sistemlerin çalışması, yine hastalardan geleneksel yöntemlerle ölçü alınması ve alçı çalışma modeli elde edilmesine bağlıdır.<sup>13</sup> Elde edilen bu modellerin taranıp, dijital ortama aktarılması sistemin ilk aşamasını oluşturmaktadır.<sup>14,15</sup>

Dental implantların açığı, pozisyon, derinlik, iç-yapı, bağlantı şekli gibi özelliklerinin dijital ortama nakledilmesi zordur. Bu nedenle implant firmaları “Scan Body” denilen parçaların kullanılmasını önermektedirler. Bu parçalar, klips veya vida ile ağız içinde implantlara vidalanan ScanPostlara, doğrudan implantlara veya geleneksel yöntemle alınan ölçülerden elde edilen alçı model üzerindeki TiBase (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Almanya) implant analoglarına tutturulurlar.<sup>16,17</sup> Kullanılan Scan Body parçalar, genellikle her ağız içi veya ağız dışı tarayıcı sistemi olan firmalar için kendine özgüdür. Mevcut implant firmaları, kendi tarayıcılarının anlayabileceği şekilde bir Scan Body üretirler. Bu konuyla ilgili her firmanın kendine ait bir veri tabanı arşivi mevcuttur. Bu arşivlerde firmaların farkı sistemlerle ürettikleri, farklı versiyon ve çaptaki im-

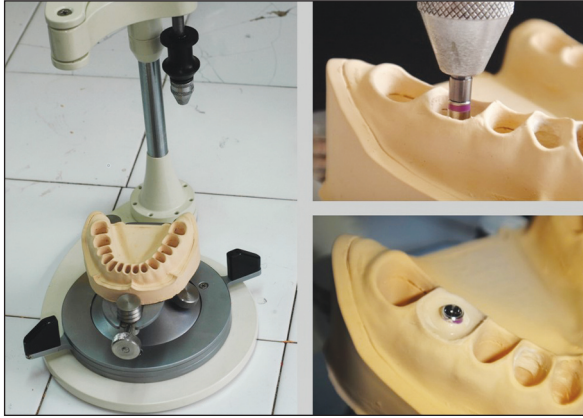
plantlara özgü veriler bulunmaktadır. Bu verilerden alınan bilgiler doğrultusunda, mevcut Scan Body ve restorasyona özel blok seçilerek, restorasyonun tasarımı ve kazıma işlemine geçilmektedir.<sup>18</sup>

Ağız içi ve ağız dışı tarayıcı sistemlerini konu alan çalışmalar hassasiyet, doğruluk ve tutarlılık (keskinlik) tanımlarından bahsetmektedirler. Bu tanımlar, “International Organization for Standardization 5725-1”de tanımlanmıştır. Buna göre doğruluk; ölçülen asıl değerle ölçüm yapılan değerlerin aritmetik ortalamalarının yakınlığı, tutarlılık; tekrarlanan ölçüm değerlerinin birbirine olan yakınlığı, hassasiyet ise hem doğruluk hem de tutarlılığı kapsayan bir terim olarak tanımlanmıştır. Tutarlılık ve doğruluk ne kadar yüksek olursa ölçüm o kadar tahmin edilebilir ve gerçek boyutlarına yakın veya eşit bir sonuç vermektedir.<sup>19</sup>

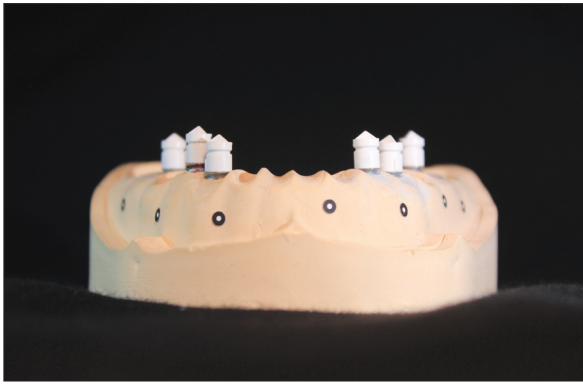
Bu in vitro çalışmanın amacı, 3 farklı ağız dışı tarayıcısından elde edilen sanal modellerin, referans tarayıcısından elde edilen model ile yüzeysel olarak karşılaştırıp, referans modelden sapma miktarını değerlendirmektir. Çalışmanın 0 hipotezi; “kullanılan bütün tarayıcıların ihmal edilebilir düzeyde sapma göstereceği ve sapma verileri arasında önemli bir fark bulunmayacağı” şeklindeydi.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Fabrikasyon olarak üretilen standart tam dişli bir alt çene modelinin (KaVo Basic Study Model, KaVo Dental GmbH, Biberarh, Almanya) bütün dişleri çıkartılarak, modelden prefabrik metal kaşık ve polivinil siloksan (Affinis Putty Heavy Body, Coltène/Whaledent AG, Altstätten, İsviçre) ölçü materyali ile ölçü alınmıştır. Tip 4 taranabilir alçı (GC Fujirock EP OptiXscan, GC Europe, Belçika) ile tam dişsiz referans modeli oluşturuldu. Oluşturulan alçı model üzerinde sağ ve sol kanin, 1. premolar ve 1. molar bölgelerine implant analogları (Straumann 4,1 mm Bone Level, Basel, İsveç) yerleştirildi. İmplant analoglarının birbirlerine paralel olması için bu işlem bir paralelometre (Bego, Bremen, Almanya) yardımıyla gerçekleştirildi (Resim 1). Model üzerindeki implant analoglarının üzerine TiBase abutmentler hep aynı operatör tarafından el kuvvetiyle vidalandı. TiBase abutmentler üzerine firmanın belirttiği Scan Body parçaları yerleştirildi (Resim 2).



RESİM 1: İmplantların yerleştirilmesi.

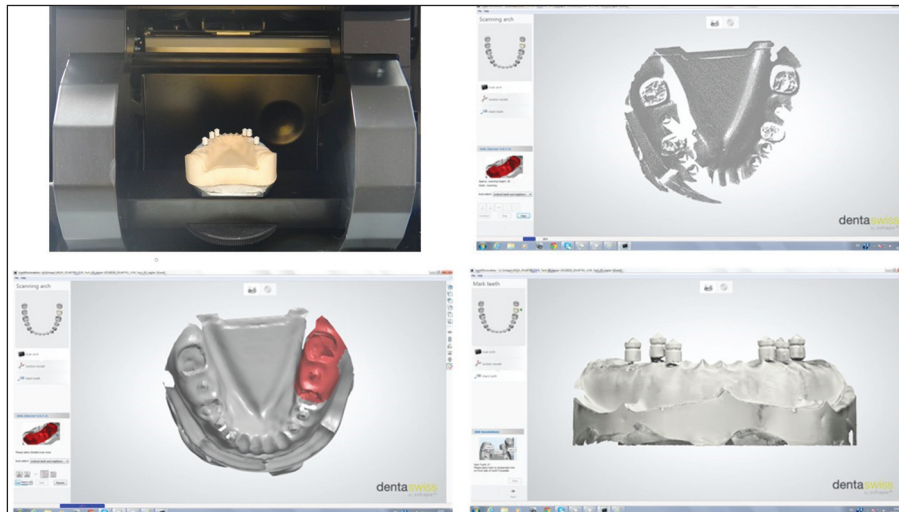


RESİM 2: TiBase abutment ve Scan Body parçaları.

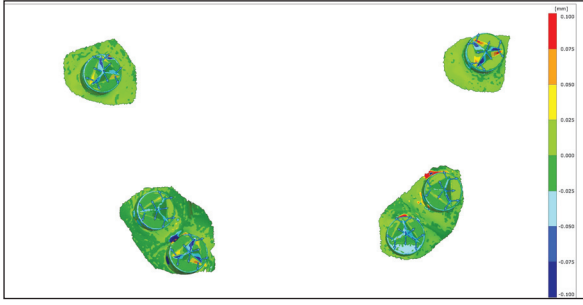
Çalışmadaki tarayıcıların doğruluklarını değerlendirmek amacıyla ATOS Core-80 (GOM GmbH, Braunschweig, Almanya) endüstriyel optik tarayıcı

referans tarayıcı olarak kullanıldı. Üretici firma talimatlarına göre referans tarayıcısı tarafından oluşturulacak sanal modelin, daha hassas olması için alçı model üzerine 14 adet referans nokta işareti (Reference Point Markers, GOM GmbH, Braun-schweig, Almanya) yerleştirildi. Bu noktalar, sadece referans tarayıcısının bağlı olduğu program tarafından algılanıp, elde edilen görüntülerin daha hassas şekilde birleştirilmesini sağlamaktadır. Endüstriyel tarayıcının doğruluk ve tutarlılığını kontrol edebilmek için alçı model ATOS Core-80 ile titreşimsiz ve aynı fiziksel koşullarda 5 kez tarandı. Taranan modeller karşılaştırıldığında, cihazın sapma miktarının 1,8 µm ve %99 tutarlılık oranı olduğu görüldü. Bu nedenle bu 5 taramadan biri rastgele seçilerek, referans model olarak kullanıldı.

Analogların yerleştirildiği alçı model, D800 (3Shape A/S, Danimarka), inEOS X5 (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Almanya) ve ArcticaScan (Kaltenbach&Voigt GmbH, KaVo Dental GmbH, Almanya) tarayıcıları ile onar kez tarandı (Resim 3). Aynı tarayıcıyla ilgili işlemler aynı gün ve aynı fiziksel koşullarda (sıcaklık, nem ve hava basıncı) gerçekleştirildi. Her tarama sonrasında cihazın soğuması için 10 dk ara verildi. Kullanılan ağız dışı tarayıcıların, üretici firmalarının herhangi bir uygulama şartı veya tavsiyesi bulunmadığı için bu tarayıcılar ile yapılan taramalarda “referans nokta” kullanılmadı.



RESİM 3: D800 ile tarama ve sanal model oluşturulması.



RESİM 4: Gereksiz bölgelerin silinmesi ve çakıştırma.

D800, inEOS X5 ve ArcticaScan tarayıcılarına ait çıkış dataları, kendi programlarından direkt olarak “.stl” bilgisayar uzantılı görüntü formatı olarak alındı. Seçilen sanal referans model, deney grubundaki tarayıcılardan elde edilen sanal modellerle yüzey bazında çakıştırıldı (*best-fit algorithm*) ve sapma miktarları elde edildi.

Çakıştırmadan önce sanal modeller üzerindeki gereksiz alanların sapma miktarını etkilememesi için sadece implantların bulunduğu alanlar seçilip, geri kalan model kısımları silindi. Çakıştırma işlemleri “ATOS Professional V7.5 SR2” (GOM GmbH, Braunschweig, Almanya) yazılımı ile “*best-fit-algorithm*” metoduna göre yapıldı (Resim 4).

## BULGULAR

Dört çakıştırma sonrasında referans tarayıcısının kesinlik değerleri 1,8 µm, 1,7 µm, 1,9 µm ve 1,9 µm olarak bulundu. Kullanılan ağız dışı tarayıcılarının yüzey sapma değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Çalışmanın istatistiksel değerlendirmesi IBM SPSS 22 (IBM SPSS Statistics v22.0; IBM Corp) programında yapıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken, normal dağılım göstermeyen parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Kruskal-Wallis testi ve farklılık gösteren grupların birbirleriyle olan ilişkilerinin değerlendirilmesinde Mann-Whitney U test kullanıldı. Tarayıcılardan elde edilen sanal modellerin, referans model ile yüzey çakıştırması sonucunda elde edilen sapma miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görüldü ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ). Anlamlılığın hangi tarayıcılardan kaynaklandığının tespiti için “post hoc” Mann-Whitney U Testi uygulandı. Buna göre kontrol grubu olarak kul-

TABLO 1: Yüzey çakıştırmalar sonucunda oluşan sapmalarının değerlendirilmesi.

	Yüzey sapması		
	Ortalama±SS	Medyan	µm
Atos Master	0,0018±0,0001	0,0018	1,8 µm
D800	0,0038±0,0002	0,0038	3,8 µm
KaVo	0,0131±0,0012	0,0128	12,8 µm
inEOS X5	0,0195±0,0026	0,0195	19,5 µm
p değeri	0,001**		

SS: Standart sapma; Kruskal-Wallis test;\*\* $p<0,01$ .

lanılan Atos Master tarayıcısına ait yüzey çakıştırmaları sonucunda oluşan sapma miktarı, diğer tüm tarayıcılardan anlamlı şekilde düşük bulundu ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ). D800 ve KaVo tarayıcılarına ait yüzey çakıştırmaları sonucunda oluşan sapma miktarı, inEOS X5 tarayıcısından anlamlı şekilde düşük bulundu ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ). D800 tarayıcılarına ait yüzey çakıştırmaları sonucunda oluşan sapma miktarı, KaVo tarayıcısından anlamlı şekilde düşük bulundu ( $p=0,001$ ;  $p<0,01$ ) (Tablo 1). Ayrıca her tarayıcı için ayrı olarak hesaplanan metot hatası sonucunda tüm ölçümlerde belirlenen sınıf içi korelasyon katsayısı [intra-class correlation coefficient (ICC)] 1,00 değerine yakın olarak bulundu. Metot hatasına ilişkin ICC analizinin sonuçları, ölçümlerin sonuçları etkilemeyecek ve önemli olmayan bir hata ile tekrarlanabileceğini gösterdi.

## TARTIŞMA

Çalışmamızın 0 hipotezi olan “kullanılan bütün tarayıcıların ihmal edilebilir düzeyde sapma göstereceği ve sapma verileri arasında önemli bir fark bulunmayacağı” reddedildi. Tablo 1’de belirtildiği üzere tarayıcıların sapma değerleri arasında anlamlı farklılıklar olduğu görüldü. Ayrıca tarayıcıların, sapma değerlerinin istatistiksel olarak ihmal edilebilir düzeyde olmadığı görüldü.

Tam ark sabit restorasyona uygun olması ve yan yana yerleştirilmiş 2 implantın oluşturabileceği muhtemel zorlukların görülebilmesi amacıyla implant analogları 33, 34, 36, 43, 44, 46 no.lu diş bölgelerine yerleştirildi. Ayrıca pudralama işleminden kaçınmak adına literatürde belirtildiği gibi taranabilir Tip 4 bir alçı kullanıldı ve yüzey zımparalanmadı.<sup>20</sup>



Mevcut çalışmamızda tarayıcıların doğruluğunu değerlendirmek amacıyla benzer çalışmalarda da kullanılan ATOS Core-80 referans tarayıcı olarak kullanıldı.<sup>10-12,21,22</sup> Endüstriyel bir tarayıcı olan bu cihaz, içerisinde bir stereo kamera sistemi barındırmaktadır. Bu sistem sayesinde yüksek çözünürlük ve yoğunlukta çekim yapılabilmektedir. İki ayrı kamera, ortada bulunan yapılandırılmış ışık projeksiyonunu kullanan bir projektör ışık kaynağı ile kombine edilmiştir. Işık kaynağı olarak ise dar bantlı mavi ışık ve “*Inovatif Triple Scan*” teknolojisi kullanılmaktadır.<sup>23</sup> Ayrıca çakıştırmalar için “ATOS Professional V7.5 SR2” yazılımı kullanıldı ve çakıştırma metodu olarak literatürlere benzer olarak “*best-fit algorithm*” seçildi.<sup>1,9,20,24</sup>

Çalışma sırasında taranabilir cihazların Tip 4 alçıyı taramasında herhangi bir sorun yaşamadıkları görüldü. Alçının yüzeyinin parlamasından kaynaklı olarak herhangi bir artefakt alanı, birleştirilemeyen veri bölgesi olmadığı görüldü. Fakat kullanılan Scan Body isimli mat tarayıcı parçaları her ne kadar Ti-Base abutmentlerin üzerine yerleştirilerek, bu abutmentlerin parlak yüzeylerini örtmeyi, bu sayede hassas bir tarama gerçekleştirerek implantların 3 boyutlu konumunu sanal modele nakletmeyi amaçlamışsa da implantların boyun bölgelerindeki açıklığın, bu amacı gerçekleştirmeyi zorlaştırdığı görüldü. Abutment basamağı ile implant arasındaki parlak alanların, tarama sırasında alçı modelle tarayıcı parçaların birleşmesini engellediği, abutmentlerin ilgisiz herhangi bir bölgeyle birleştirilebildiği, hatta birleştirilemeyen abutmentlerin “fazlalık nesne” olarak değerlendirilip, program tarafından silindiği görüldü. Hatta bu durumun, bazen taramanın hemen sonrasında gerçekleşmediği, tarama sonrasında ekranda tam olarak görülen bir sanal model datasının başka bilgisayara (laboratuvara) gönderilmesi, “.stl” formatına dönüştürülmesi gibi aşamalarında da meydana geldiği görüldü.

Literatürde laboratuvar tarayıcılarının hassasiyet ve güvenilirliklerini gösteren az sayıda çalışma mevcuttur. Ancak dijital tarayıcılarla ilgili çalışmalar günümüzde gittikçe artmaktadır.<sup>17,25</sup> 2005 yılında yapılan bir çalışmada, dişli üst çene alçı modelinde sadece 16 no.lu dişin preparasyonu yapılmıştır. Ağız içi (CEREC) ve geleneksel yöntemle alınan ölçüden

elde edilen model de ağız dışı tarayıcı ile dijitalize edilmiş ve elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Ağız içi sisteminde deviasyon miktarı 17 µm iken, ağız dışı tarayıcıda bu değer 9 µm şeklindedir. Yazar, geleneksel ölçüden elde edilen modelin hassasiyetini istatistiksel olarak anlamlı derece yüksek bulmuştur.<sup>9</sup> Mevcut çalışmamızda tam ark taramasındaki sapma değeri en düşük 3,8 µm olarak bulunmuştur. Çalışmamıza ölçü ve alçının boyutsal değişimi dâhil edilmediği için sapma değerinin daha düşük olduğunu düşünmekteyiz.

Yapılan başka bir çalışmada RedCam ve ağız dışı CEREC Scan tarayıcıları karşılaştırılmıştır. Master model olarak metal diş kesimi yapılmış bir üst çene sağ kanin dişi kullanılmıştır. Geleneksel yöntem ile (Impregum Penta) ölçü alınıp alçı model elde edilmiş ve bu model de CEREC Scan ile taratılıp üretim yapılmıştır. Geleneksel yöntemin dijitalleştirilmesinin daha hassas ve üretilen kuronlarla iç uyumlu sonuçlar oluşturduğu belirtilmiştir.<sup>26</sup> Ancak yazarın da belirttiği gibi tam ark tarama ile tek diş tarama arasında fark oluşabileceği, cihazların doğruluklarının, taranan nesnenin hacmiyle ilgili olduğu görülmektedir.

2013 yılında yapılan bir çalışmada, tek diş için polieter ile alınan ölçüler, ölçülerden oluşturulan alçı modeller ve Lava COS ile direkt referans modeli taratılmıştır. Lava COS ile yapılan ölçümlerde diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derece daha az deviasyon olduğu belirtilmiştir. Daha sonra sırasıyla direkt ölçü ve ölçüden elde edilen model taramasının geldiği bildirilmiştir. Güth ve ark.nın çalışmasındaki bu sonucun, ölçü alımı ve sonrasında ölçüden alçı model oluşturulmasına ve bu süre zarfında ölçü ve alçı materyallerinin boyutsal değişimle ilgili olumsuz özelliklerinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.<sup>15</sup> Laboratuvar tarayıcılarıyla ilgili oluşabilecek hataları azaltmak amacıyla bu çalışmada herhangi bir ölçü ve alçı materyali kullanılmamış, direkt referans model dijitalize edilmiştir.

2014 yılında yapılan başka bir çalışmada, iTero ile geleneksel ölçü ve bu ölçüden elde edilen alçı modelin laboratuvar tarayıcıyla taratılması karşılaştırılmıştır. Yazar sonucuna göre iTero, indirekt tarama yöntemine göre daha hassas bulunmuştur.<sup>27</sup> Çalışmamızdaki farkın, 4 üyeli kısa bir tarama bölgesiyle tam

çene taraması farkından kaynaklanabileceği gibi kullanılan ölçü materyal ve yöntemi, alçı gibi faktörlerden de kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mandelli ve ark.nın yaptığı çalışmada, 7 farklı tarayıcının doğruluklarını değerlendirmiştir. Çalışma sonunda tarayıcıların doğruluk değerlerinin 7,7-31,1 µm arasında olduğu görülmüştür.<sup>28</sup> Çalışmamızda kullanılan tarayıcıların da bu değerlerinin benzer şekilde düşük olduğunu görülmektedir. Çalışmamızdaki 3 tarayıcı için de doğruluk değerlerinin 3,8-19,5 µm arasında çıkmasının, referans modelin farklılığından olabileceğini düşünmekteyiz.

2013 yılında yapılan başka bir çalışmada ağız içi tarayıcı ile 1 hastadan tam ark ölçü alınmış, daha sonra aynı hastadan polieter ölçü maddesiyle ölçü alınıp alçı model oluşturulmuştur.<sup>29</sup> Oluşturulan alçı model aynı ağız içi tarayıcı ve ağız dışı tarayıcı ile taratılmış. Sapma miktarlarına göre incelendiğinde, en düşük değer 3Shape D250 cihazına ait olduğu görülmüştür (9 µm). Çalışmamızda D250'nin üst modeli olan D800 kullanılmış ve sapma miktarı 3,8 µm olarak bulunmuştur. Bu farklılığın gelişen optik sistemden, çözünürlük, cihaz hassasiyeti gibi özelliklerden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

## SONUÇ

1. Bütün ağız dışı tarayıcıların hassasiyetleri istatistiksel olarak yeterli ve güvenilir durumda değildir. Özellikle tam ark taramasıyla ilgili daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir. Yapılacak çalışmalarda geleneksel ölçü maddeleri, ölçü yöntemleri, alçı gibi boyutsal değişimi ve sapma miktarını etkileyecek faktörlerin elemine edilmesi, bu tür cihazların doğruluklarının belirlenmesinde daha faydalı olacaktır.

2. İmplantların bulunduğu vakalarda, daha hassas ve veri kaybı olmaksızın taramanın yapılabilmesi için tarayıcı plastikler (Scan Body) kullanılsa bile, implantların boyun bölgelerindeki parlama ve yansımaların engellenmesi gerekmektedir.

3. Tarama sonrasında tamamlandığı düşünülen sanal modellerde, bu verilerin laboratuvar veya gerekli merkezler transferleri veya farklı formatlara dönüştürülmeleri gibi durumlarında veri kaybı yaşanabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenlerle bu verilerin saklanması ve kontrol edilmesi zaman kaybını engelleyecektir.

### **Finansal Kaynak**

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.*

### **Çıkar Çatışması**

*Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.*

### **Yazar Katkıları**

**Fikir/Kavram:** Çağlar Bilmenoğlu; **Tasarım:** Çağlar Bilmenoğlu; **Denetleme/Danışmanlık:** Tayfun Bilgin; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Çağlar Bilmenoğlu; **Analiz ve/veya Yorum:** Çağlar Bilmenoğlu; **Kaynak Taraması:** Çağlar Bilmenoğlu; **Makalenin Yazımı:** Çağlar Bilmenoğlu; **Eleştirel İnceleme:** Tayfun Bilgin; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Çağlar Bilmenoğlu; **Malzemeler:** Çağlar Bilmenoğlu; **Diğer:** Çağlar Bilmenoğlu, Tayfun Bilgin.

## KAYNAKLAR

1. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent.* 2013;109(2):121-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
2. Anadioti E, Aquilino SA, Gratton DG, Holloway JA, Denry I, Thomas GW, et al. 3D and 2D marginal fit of pressed and CAD/CAM lithium disilicate crowns made from digital and conventional impressions. *J Prosthodont.* 2014;23(8):610-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
3. Boitelle P, Mauwsi B, Tapie L, Fromentin O. A systematic review of CAD/CAM fit restoration evaluations. *J Oral Rehabil.* 2014;41(11):853-74. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
4. Vojdani M, Torabi K, Farjood E, Khaledi A. Comparison the marginal and internal fit of metal copings cast from wax patterns fabricated by CAD/CAM and conventional wax up techniques. *J Dent (Shiraz).* 2013;14(3):118-29. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
5. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *J Am Dent Assoc.* 2006;137(9):1289-96. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
6. Christensen GJ. Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. *J Am Dent Assoc.* 2009;140(10):1301-4. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
7. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J.* 2008;10;204(9):505-11. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
8. Ender A, Mehl A. [Full arch scans: conventional versus digital impressions--an in-vitro study]. *Int J Comput Dent.* 2011;14(1):11-21. [[PubMed](#)]
9. Luthardt RG, Loos R, Quaas S. [Accuracy of intraoral data acquisition in comparison to the conventional impression]. *Int J Comput Dent.* 2005;8(4):283-94. [[PubMed](#)]
10. Bilmenoglu C, Cilingir A, Geckili O, Bilhan H, Bilgin T. In vitro comparison of trueness of 10 intraoral scanners for implant-supported complete-arch fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent.* 2020;124(6):755-60. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
11. Nedelcu RG, Persson AS. Scanning accuracy and precision in 4 intraoral scanners: an in vitro comparison based on 3-dimensional analysis. *J Prosthet Dent.* 2014;112(6):1461-71. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
12. Hack GD, Patzelt SBM. Evaluation of the accuracy of six intraoral scanning devices: an in-vitro investigation. *American Dental Association.* 2015;10(4):1-5. [[Link](#)]
13. Mandelli F, Ferrini F, Gastaldi G, Gherlone E, Ferrari M. Improvement of a digital impression with conventional materials: overcoming intraoral scanner limitations. *Int J Prosthodont.* 2017;30(4):373-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
14. Luthardt RG, Sandkuhl O, Herold V, Walter MH. Accuracy of mechanical digitizing with a CAD/CAM system for fixed restorations. *Int J Prosthodont.* 2001;14(2):146-51. [[PubMed](#)]
15. Güth JF, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig.* 2013;17(4):1201-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
16. Stimmelmayer M, Erdelt K, Güth JF, Happe A, Beuer F. Evaluation of impression accuracy for a four-implant mandibular model--a digital approach. *Clin Oral Investig.* 2012;16(4):1137-42. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
17. Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Investig.* 2014;18(6):1687-94. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
18. Kurtzman GM, Dompkowski DF. Using digital impressions and CAD/CAM in implant dentistry. *Dent Today.* 2014;33;114:6-7. [[Link](#)]
19. ISO. 5725-1: 1994, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results-part 1: general principles and definitions. International Organization for Standardization. Geneva; 1994. [[Link](#)]
20. Mehl A, Ender A, Mörmann W, Attin T. [Accuracy testing of a new intraoral 3D camera]. *Int J Comput Dent.* 2009;12(1):11-28. [[PubMed](#)]
21. Ongül D, Gökçen-Röhlig B, Şermet B, Keskin H. A comparative analysis of the accuracy of different direct impression techniques for multiple implants. *Aust Dent J.* 2012;57(2):184-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
22. Trifkovic B, Budak I, Todorovic A, Vukelic D, Lazic V, Puskar T. Comparative analysis on measuring performances of dental intraoral and extraoral optical 3D digitization systems. *Measurement.* 2014;47:45-53. [[Crossref](#)]
23. Techiques GOM. Atos core optical 3D scanner for small and medium-size components. 2013.
24. Steinhäuser-Andresen S, Detterbeck A, Funk C, Krumm M, Kasperl S, Holst A, et al. [Pilot study on accuracy and dimensional stability of impression materials using industrial CT technology]. *J Orofac Orthop.* 2011;72(2):111-24. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
25. Quaas S, Rudolph H, Luthardt RG. Direct mechanical data acquisition of dental impressions for the manufacturing of CAD/CAM restorations. *J Dent.* 2007;35(12):903-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. Luthardt RG, Bornemann G, Lemelson S, Walter MH, Hüls A. An innovative method for evaluation of the 3-D internal fit of CAD/CAM crowns fabricated after direct optical versus indirect laser scan digitizing. *Int J Prosthodont.* 2004;17(6):680-5. [[PubMed](#)]
27. Keul C, Stawarczyk B, Erdelt KJ, Beuer F, Edelhoff D, Güth JF. Fit of 4-unit FDPs made of zirconia and CoCr-alloy after chairside and labside digitalization--a laboratory study. *Dent Mater.* 2014;30(4):400-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. Mandelli F, Gherlone E, Gastaldi G, Ferrari M. Evaluation of the accuracy of extraoral laboratory scanners with a single-tooth abutment model: a 3D analysis. *J Prosthodont Res.* 2017;61(4):363-70. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Flügge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(3):471-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]