

# Dişsiz Alan Geometrisinin İmplant Üstü Dijital Ölçü Doğruluğuna Etkisinin Değerlendirilmesi: Kontrollü Deneysel Araştırma

## Evaluation of the Effect of Curvature on Trueness of Digital Implant Impression: Controlled Experimental Study

 Dilara Şeyma ALPKILIÇ<sup>a</sup>

<sup>a</sup>İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi ABD, İstanbul, Türkiye

**ÖZET Amaç:** Dişsiz alan geometrisinin yani doğrusal ya da kavisli bir dişsiz alan varlığının, dijital ölçü doğruluğu üzerindeki etkisinin değerlendirilmesidir. **Gereç ve Yöntemler:** İki farklı alçı model oluşturulmuştur. Bu modellerden birinde (Model A) dişsiz alan düz bir geometridedir ve 47-45-43 no.lu dişler bölgesine implant yerleştirilmiştir. İkinci modelde ise dişsiz alan kavisli bir geometriye sahiptir ve implantlar 43-31-33 no.lu dişler bölgesine yerleştirilmiştir. Dijital ölçü gruplarında; CS3600, Itero Element 2, Primescan ve Trios 4 olmak üzere 4 farklı tarayıcı kullanılmıştır. Her bir tarayıcı ile 10 defa tarama yapılmış, taramaların hepsi tecrübeli bir kullanıcı tarafından yapılmıştır. Referans modeller endüstriyel bir tarayıcı ile dijitalize edilmiştir ve elde edilen referans dijital veri ile tarayıcılardan elde edilen veriler özel bir bilgisayar yazılımı (Geomagic Control X) kullanılarak karşılaştırılmıştır. Üç boyutlu sapma miktarını belirlemede ortalama sapmanın karesinin karekökü sonucu kullanılmıştır. İstatistiksel analizlerde bağımsız gruplar t-testi ve tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık  $p<0,05$  olarak kabul edilmiştir. **Bulgular:** Hiçbir tarayıcı grubunda Model A ile Model B arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Her iki modelde tarayıcılar arasında sapma değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır ( $p<0,001$ ). Itero tarayıcısına ilişkin sapma değerlerinin CS3600, Primescan ve Trios 4 tarayıcılarından büyük olduğu; Primescan tarayıcısına ilişkin sapma değerlerinin CS3600 ve Trios 4 tarayıcılarından büyük olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). **Sonuç:** Kullanılan tarayıcılarla alınan dijital ölçülerde, dişsiz alan geometrisi ve kavis varlığının ölçü doğruluğuna herhangi bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Trios 4 tüm tarayıcılardan daha düşük sapma değeri gösterirken, Itero cihazı her iki modelde de tüm tarayıcılardan daha yüksek sapma değerleri göstermiştir.

**ABSTRACT Objective:** To evaluate the effect of edentulous area geometry, namely the presence of a linear or curved edentulous area, on digital measurement accuracy. **Material and Methods:** Two different plaster models were created. In one of these models (Model A), the edentulous area is in a flat geometry and the implant is placed in the teeth area 47-45-43. In the second model, the edentulous area has a curved geometry and the implants are placed in the teeth area 43-31-33. In digital measure groups; 4 different scanners were used, namely CS3600, Itero Element 2, Primescan and Trios 4. 10 scans were made with each scanner, all scans were made by an experienced user. The reference models were digitized with an industrial scanner and the obtained reference digital data and the data obtained from the scanners were matched using a special computer software (Geomagic Control X). The root mean square of the mean deviation was used to determine the amount of 3-dimensional deviation. Independent groups t-test and one-way analysis of variance were used for statistical analysis. Statistical significance was accepted as  $p<0.05$ . **Results:** No significant difference was found between Model A and Model B in any of the scanner groups ( $p>0.05$ ). There was a statistically significant difference in deviation values between the scanners in both models ( $p<0.001$ ). The deviation values for the Itero scanner are greater than the CS3600, Primescan and Trios 4 scanners; it was determined that the deviation values of the Primescan scanner were greater than the CS3600 and Trios 4 scanners ( $p<0.05$ ). **Conclusion:** Digital impressions that are taken with the scanners used showed that the edentulous area geometry and the presence of curvature do not have any effect on the measurement accuracy. Trios 4 showed lower deviation than all scanners, while Itero device showed higher deviation values than all scanners in both models.

**Anahtar Kelimeler:** Dental implant; dental ölçü; ağız içi tarayıcı; dijital dental ölçü

**Keywords:** Dental implant; dental impression; intraoral scanner; digital dental impression

Sabit protetik restorasyonların uzun süreli klinik başarısındaki en önemli faktörlerden biri restorasyonun pasif uyumudur. Sabit restorasyon, dayanaklar üzerinde yerini aldıktan sonra protetik sistemde ya da

çevre kemik dokuda statik bir yük oluşturmuyorsa bu durum pasif uyum olarak adlandırılır.<sup>1-3</sup> Pasif uyumun elde edilebilmesinin ilk aşaması doğru ölçü alınması ve ağız içi ortamın laboratuvar ortamına en az

**Correspondence:** Dilara Şeyma ALPKILIÇ  
İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi ABD, İstanbul, Türkiye  
E-mail: s.alpkilic@gmail.com



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

Received: 20 Dec 2021

Received in revised form: 23 Feb 2022

Accepted: 30 Mar 2022

Available online: 05 Apr 2022

2146-8966 / Copyright © 2022 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/>).

hata ile aktarılmasıdır.<sup>4</sup> Uzun yıllardır ölçü maddelerinin ve tekniklerinin geliştirilmesi ile hata oranı azaltılmasına rağmen tamamen hatasız ölçü alınması mümkün değildir. Bu amaçla, ölçü ve laboratuvar aşamalarındaki operatör etkisini en aza indirmek ve iş akışı esnasında hata oluşabilecek basamak sayısını en aza indirmek amacı ile bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim [computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM)] sistemleri diş hekimliğine entegre edilmiştir.<sup>5,6</sup>

CAD/CAM sistemlerinin 1. aşaması dijitalizasyondur. Dijitalizasyon ile ağız içindeki durum 3 boyutlu olarak sanal ortama aktarılır ve restorasyonun hekim ya da teknisyen yönlendirmesi ile bilgisayar destekli olarak tasarlanıp üretilmesi mümkün hâle gelir. Bu sistemin yaygınlaşması ile birlikte ağız içi ve ağız dışı optik tarayıcılar geliştirilmiş, hekimlerin ve laboratuvarlarının günlük kullanımında yer alması sağlanmıştır.<sup>7-10</sup>

Protetik restorasyonların yapımı için alınan ölçülerin netliğini artırmak üzere çeşitli ölçü yöntemleri geliştirilmiştir.<sup>11-13</sup> Kullanılan ölçü maddelerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ve uygulama yöntemlerinin, ilerleyen teknoloji ile değiştirilmesi ve optimum seviyeye getirilmeye çalışılması geleneksel ölçülerin gelişmesini sağlarken, dijital ölçü alımında kullanılan ağız içi kameraların geliştirilmesi ile diş hekimliğinde dijital çağın başlaması sağlanmıştır.<sup>11-13</sup> Literatürde, implant destekli restorasyonların üretiminde kullanılan geleneksel ölçü yöntemleri ve bilgisayar destekli olarak üretilen restorasyonlar çeşitli parametrelerde değerlendirilmiştir.<sup>14,15</sup> Dijital ölçü teknikleri ve ağız içi tarayıcılar ile ilgili çalışmalar devam etmektedir.<sup>16,17</sup> Dijital ölçünün diş hekimliği pratiğinde kullanımı ile ilgili çalışmalar hızla ilerlemektedir. ölçü aşamasında kullanılmak üzere geliştirilen tarayıcılar, farklı çalışma prensiplerine sahiptir ve bu sebeple kendilerine özel sınırlamalara sahiptirler.<sup>16,17</sup> Hangi nitelikte tarayıcının hangi şartlarda en iyi olduğu henüz net değildir. Dijital ölçülerin hassasiyetinin değerlendirildiği çalışmalarda çeşitli parametreler göz önüne alınmış olsa da kullanılan tarama cihazı sayısı çoğunlukla kısıtlıdır.<sup>18-20</sup> Ayrıca bu cihazların hangi vakada nasıl davranış sergileyeceği öngörülememektedir.

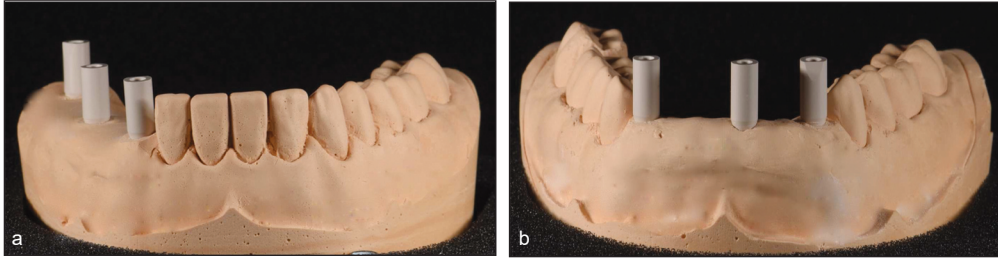
Tarama sistemlerinin netliğinin araştırılmasında çeşitli kalite kontrol yazılımları kullanılmaktadır.<sup>6,21</sup> Endüstri ve mühendislikte kalite kontrol yazılımlarının kullanılması ile “tersine mühendislik” kavramı geliştirilmiştir. Tersine mühendislik, bilgisayar ortamında tasarlanan herhangi bir objenin üretilmesinden sonra, yüksek çözünürlükte tarayıcılar ile taranması ve elde edilen görüntülerin, modelin bilgisayarda tasarlanmış 3 boyutlu bilgileri ile karşılaştırılması ve bu işlem sonucu üretilen parçanın üretim kalitesinin kontrol edilmesi esasına dayanır.<sup>22,23</sup> Bu tür yazılımların diğer bir kullanım alanı ise tarama cihazlarının kalibrasyonunu belirlemektir. Kalibrasyonu belirlemek için tarayıcılar kullanılarak üst üste birçok görüntü elde edilir, kalite kontrol yazılımları bu görüntüleri bilgisayar ortamında üst üste koyarak, görüntüler arasındaki sapmaları belirler. Sapmaların tarayıcının tolerans değerinden fazla olması, tarayıcının kalibrasyon yetersizliğine bağlanır.<sup>22,23</sup>

Mevcut çalışmanın amacı, diş eksikliğinin implantlarla tedavi edildiği durumlarda dişsiz alan geometrisinin yani doğrusal ya da kavisli bir dişsiz alan varlığının, dijital ölçü doğruluğu üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi ve güncel ağız içi tarayıcıların doğruluklarının karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla, “dişsiz alan geometrisinin implant üstü dijital ölçü doğruluğuna etkisi yoktur” sıfır hipotezi kurulmuştur.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamızda farklı ağız içi durumları temsil eden 2 farklı alçı model oluşturulmuştur. Bu modellerden birinde (Model A) dişsiz alan düz bir geometridir ve 47-45-43 no.lu dişler bölgesine implantlar yerleştirilmiştir (Resim 1A). İkinci modelde ise dişsiz alan kavisli bir geometriye sahiptir ve implantlar 43-31-33 no.lu dişler bölgesine yerleştirilmiştir (Resim 1B). Referans modellerin oluşturulmasında, kemik seviyesinde implant analoglarından (Straumann 4,1 mm Bone Level, Basel, İsviçre) yararlanılmıştır. İmplant analogları, ilgili diş bölgelerine 0° açı ve 2 mm diş eti derinliği olacak şekilde yerleştirilmiştir (Resim 1).

İmplant analoglarının yerleştirme işlemi bittikten sonra referans modelin dijitalizasyonu aşamasına geçilmiştir. Bu tarama işlemi, güvenilirliği ve etkinliği bilimsel olarak kanıtlanmış, gerek ölçü alanı ge-



**RESİM 1:** Çalışmada kullanılan referans modeller. **A)** İmplantların doğrusal olarak konumlandırıldığı A Modeli; **B)** İmplantların kavisi olarak konumlandırıldığı B Modeli.

rekse de ölçülen nokta sayısı bakımından diş hekimliğinde ölçü almak için kullanılan optik cihazlardan çok daha üstün tarama hassasiyetine sahip Solutionix C500 (Medit Company, Seul-Güney Kore) endüstriyel optik tarayıcıda yapılmıştır. Referans modellerin dijitalizasyonu aşamalarında, implant analoglarının 3 boyutlu konumlarının kaydedilebilmesi için polietereketon materyalinden yapılmış ve kendisine ait ayrı titanyum vidası bulunan dijital tarama postları (Straumann® CARES® Mono Scanbody; Straumann, Basel, İsviçre) kullanılmıştır (Resim 1). Tarama parçaları modele sabitlendikten sonra tarayıcının tablasına hamur yardımıyla sabitlenmiş ve tarama işlemine başlanmıştır. Daha detaylı sonuç alabilmek ve nokta bulutu sayısını artırmak amacıyla taramalar tekrarlanmış ve her bir referans model 5 defa taranarak 3 boyutlu sanal görüntüsü elde edilmiştir. Elde edilen 5 görüntüden herhangi biri rastgele seçilerek referans görüntü olarak kabul edilmiştir.

Çalışmamızda, dijital ölçü gruplarında; Trios 4 (3Shape, Danimarka), Primescan (Dentsplay Sirona GmbH, Almanya), CS3600 (Carestream, Almanya) ve Itero Element 2 (Align Technologies, Amerika Birleşik Devletleri) olmak üzere 4 farklı ağız içi tarayıcı kullanılmıştır. Taramalar esnasında tüm taramalar, dijital diş hekimliği alanında tecrübeli olan ve belirtilen tarayıcıları daha önce kullanmış olan tek bir kullanıcı (DŞA) tarafından yapılmıştır. Taramalar esnasında sağ yarım çenedeki en distal köşeden taramaya başlanmış, okluzal yüzey sol yarım çenenin en distal köşesine kadar taranmış, okluzal tabla taramasını takiben lingual ve bukkal yüzeyler taranarak taramalar tamamlanmıştır.<sup>24</sup> Her model, her tarayıcı ile 10 defa taranmış, elde edilen veriler standard tessellation language (STL) formatında bilgisayara kaydedilmiştir.

Elde edilen STL veriler, 3 boyutlu bir tersine mühendislik yazılımında (Geomagic Control X, Geomagic, Amerika Birleşik Devletleri) açılmış ve bu yazılımda referans veri ile ilgili modele ait tarayıcı verileri tek tek karşılaştırılarak taramaların doğruluğu değerlendirilmiştir. Çakıştırma işlemi esnasında önce kaba çakıştırma (rough alignment), daha sonra ise en uygun çakıştırma (best-fit alignment) özelliği kullanılarak nihai çakıştırma yapılmıştır. Bu çakıştırmalar sonucunda, 3 boyutlu sapma miktarını belirlemede ortalama sapmanın karesinin karekökü sonucu [root mean square (RMS)] kullanılmıştır. Elde edilen sapma değerleri istatistiksel olarak değerlendirilmek üzere kaydedilmiştir.

İstatistiksel analizler için R vers. 2.15.3 programı (R Core Team, 2013, R Foundation, Amerika Birleşik Devletleri) kullanıldı. Çalışma verilerinin raporlanmasında ortalama ve standart sapma değerleri kullanıldı. Nicel verilerin normal dağılıma uygunlukları, Shapiro-Wilk testi ve grafiksel incelemeler ile değerlendirilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenlerin 2 grup arası değerlendirmelerinde Bağımsız gruplar t-testi, 2’den fazla grup arası değerlendirmelerde ise tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık  $p < 0,05$  olarak kabul edilmiştir.

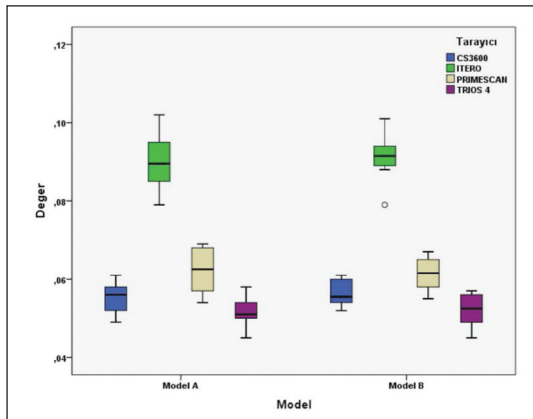
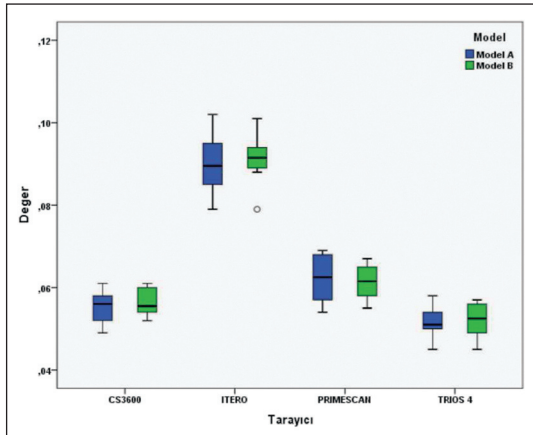
## BULGULAR

Elde edilen sapma değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir. Hiçbir tarayıcı grubunda Model A ile Model B arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ) (Şekil 1). Model A’da, tarayıcılar arasında sapma değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır ( $p < 0,001$ ). Yapılan “pairwise” “post hoc” değerlendirmeler sonucunda Itero tarayıcısına ilişkin sapma değerlerinin CS3600, Primescan

**TABLO 1:** Her iki modelde tarayıcılardan elde edilen sapma değerleri.

|                | Model A     | Model B     | *p           |
|----------------|-------------|-------------|--------------|
|                | Ortalama±SS | Ortalama±SS |              |
| CS3600         | 0,055±0,004 | 0,057±0,003 | <b>0,523</b> |
| İtero          | 0,090±0,007 | 0,091±0,006 | 0,755        |
| Primescan      | 0,062±0,006 | 0,061±0,005 | <b>0,740</b> |
| Trios 4        | 0,052±0,004 | 0,052±0,004 | <b>0,725</b> |
| <sup>b</sup> p | <0,001*     | <0,001*     |              |

<sup>a</sup>Bağımsız gruplar t-testi; <sup>b</sup>Tek yönlü varyans analizi; SS: Standart sapma. \*p<0,001

**ŞEKİL 1:** Tarayıcıların gösterdiği sapma değerlerine dair kutu grafiği.**ŞEKİL 2:** TModellerde görülen sapma değerlerine dair kutu grafiği.

ve Trios 4 tarayıcılarından büyük olduğu saptanmıştır (sırasıyla p<0,001, p<0,001, p<0,001). Primescan tarayıcısına ilişkin sapma değerlerinin CS3600 ve Trios 4 tarayıcılarından büyük olduğu saptanmıştır (sırasıyla p=0,007, p<0,001). CS3600 ile Trios 4 ara-

sında ise anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05) (Tablo 1) (Şekil 2).

Model B’de ise yine tarayıcılar arasında ölçülen değer bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır (p<0,001). Yapılan “pairwise” “post hoc” değerlendirmeler sonucunda İtero tarayıcısına ilişkin sapma değerlerinin CS3600, Primescan ve Trios 4 tarayıcılarından büyük olduğu saptanmıştır (sırasıyla p<0,001, p<0,001, p<0,001). Primescan tarayıcısına ilişkin sapma değerlerinin CS3600 ve Trios 4 tarayıcılarından büyük olduğu saptanmıştır (sırasıyla p=0,019, p<0,001). CS3600 tarayıcısına ilişkin ölçümlerin Trios 4 tarayıcısından büyük olduğu saptanmıştır (p=0,038) (Tablo 1) (Şekil 2).

## TARTIŞMA

Sabit protetik tedavilerde uzun dönem başarının anahtarlarından biri, yapılan restorasyonun dayanaklar üzerinde herhangi bir kuvvet uygulamaksızın pasif olarak oturmasıdır. Pasif uyumun sağlanabilmesi için yapılması gereken ilk ve en önemli aşama, ağız içerisindeki ortamın laboratuvar ortamına doğru ve hatasız olarak aktarılmasıdır. Bu da doğru ve hassas ölçülerin alınması ile mümkündür.<sup>1-3</sup> Mevcut çalışmanın amacı, diş eksikliğinin implantlarla tedavi edildiği durumlarda, dişsiz alan geometrisinin yani doğrusal ya da kavisli bir dişsiz alan varlığının, dijital ölçü doğruluğu üzerindeki etkisinin değerlendirilmesidir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, tarayıcılardan elde edilen sapma değerlerinin 2 farklı modelde anlamlı farklılık göstermediği saptanmıştır. Bu nedenle “dişsiz alan geometrisinin dijital ölçü doğruluğuna etkisi yoktur” hipotezi doğrulanmıştır.

Literatürde implant üstü dijital ölçü doğruluğunun değerlendirildiği birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Bu çalışmalarda, farklı tarayıcıların etkinliği, diş eti derinliği, implant açılmalari, kullanıcı tecrübesi ve tarama stratejisi değerlendirilmiştir.<sup>19,20,24-29</sup> Ancak literatürde, tarama alanı geometrisi ve kavis varlığının dijital ölçü doğruluğuna etkisinin değerlendirildiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, kullanılan tarayıcılarla dijital ölçü alındığında, dişsiz alan geometrisi ve kavis varlığının ölçü doğruluğuna

herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Ancak her iki modelde de tarayıcılar arasında anlamlı farklılıklar olduğu ve Trios 4'ün tüm tarayıcılardan daha düşük sapma değeri gösterirken Itero cihazının her iki modelde de tüm tarayıcılardan daha yüksek sapma değerleri gösterdiği tespit edilmiştir.

Tarama paterninin, dijital tarayıcıların etkinliği üzerindeki etkisinin araştırıldığı sınırlı sayıda makale bulunmaktadır.<sup>20,24,30,31</sup> Ancak konu ile ilgili fikir birliğine varılamamıştır. Mehl ve ark. tek cihaz kullanarak farklı tarama paternlerinin ölçü doğruluğu üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında, 3 farklı tarama yöntemini karşılaştırmışlardır.<sup>20</sup> Bunlardan ilki bukkal yüzeyden başlanıp, tüm bukkal yüzeyin tarandığı ve daha sonra sırasıyla okluzal ve palatinal yüzeylerin tarandığı bir yöntemdir. İkinci yöntem ise okluzal ve palatinal yüzeyleri içine alan bir tarama ile başlanıp daha sonra bukkal yüzeyin tarandığı, taramalar esnasında mutlaka 2 yüzeyin ölçü alanına dâhil edildiği bir yöntemdir. Son olarak ise çapraz tarama alanlarının yaratıldığı, zikzaklar çizerek ölçünün alınmasıdır. Çalışma sonucunda, okluzal-palatinal yüzeyden başlanan, bukkal yüzeyle tamamlanan ölçü yönteminin en doğru sonucu verdiği bildirilmektedir.

Mennito ve ark. ise 6 farklı cihazın ölçü hassasiyetinin farklı tarama paterni ile ilişkisini incelemişler, çalışmaları sonucunda tarama paterninin ölçü hassasiyeti üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir.<sup>31</sup> Müller ve ark. ise farklı tarama paternlerinin doğruluklarını karşılaştırdıkları çalışmaları sonucunda tam çene taramalarda en doğru sonucun alındığı paternin sırasıyla okluzal-palatinal ve bukkal yüzeylerin tarandığı ve taramalar esnasında 2 yüzeyin tarama alanı içine alındığı patern olduğunu bildirmişlerdir.<sup>24</sup> Çalışmamızda, standardizasyonun sağlanması amacıyla 47 no.lu diş yüzeyinden başlanan ve en az 2 yüzeyi içine alan bir tarama protokolü uygulanmıştır. Firmaların tarama stratejileri incelendiğinde, CS3600, Itero ve Trios 4 için önerilen tarama stratejisi, çalışmanın materyal metod kısmında açıklanan tarama stratejisi ile paralellik gösterirken, Primescan için firma tarafından önerilen tarama stratejisinin daha farklı olduğu görülmektedir. Bu nedenle çalışmanın sonuçları değerlendirilirken bu bilgi göz önünde bulundurulmalıdır.

Literatürde ideal ölçü ve kabul edilebilir ölçünün distorsiyon oranı ile ilgili fikir birliği bulunmamaktadır. çalışmamızda, Amerikan Dişhekimleri Birliğinin 19 no.lu, elastomerlere dair şartnamesi ideal ölçüye dair kriter olarak seçilmiş ve ideal ölçünün distorsiyonu maksimum 20 mikron olarak saptanmıştır.<sup>32</sup> Literatürde yayımlanan güncel bir metaanalizde ise kabul edilebilir kenar aralığı 150 mikron olarak bildirilmiştir. Çalışmamızda gruplar arasında elde edilen sapma değerleri, tüm gruplarda 20 mikrondan yüksek ancak 150 mikrondan düşüktür. Yani bahsi geçen ağız içi tarayıcılarla elde edilen dijital ölçülerin klinik olarak kabul edilebilir olduğu sonucuna varılabilir.

Revell ve ark. 2021 yılında yayımladıkları bir çalışmada, 5 farklı ağız içi tarayıcının (Itero Element 2, Medit i500, Primescan, Trios3 ve Trios 4) implant üstü ölçüde doğruluk ve hassasiyetini karşılaştırmışlardır.<sup>33</sup> Çalışmada en düşük sapma değerleri Primescan grubunda (0,157±0,015 mm) elde edilirken bunu sırasıyla Trios 4 (0,159±0,014 mm), i500 (0,160±0,012 mm), Trios 3 (0,184±0,018 mm) ve Itero Element 2 (0,343±0,031 mm) takip etmiştir. Çalışmamızda ortak olan grupların ilişkisi incelendiğinde, Primescan ve Trios 4 arasında anlamlı fark bulunmazken, Itero Element 2 grubunda saptanan sapma değerlerinin Primescan ve Trios 4 grubundan anlamlı derecede düşük olduğu bildirilmiştir. Revell ve ark.nın çalışmalarında kullandıkları referans model, tam dişsiz bir kadavra çenesi üzerine 5 implant yerleştirilerek oluşturulmuştur. Çalışmamızda ise alçı modele 3 implantın yerleştirildiği ve parsiyel dişsizliğin taklit edildiği referans modeller oluşturularak deneyler yapılmıştır. Revell ve ark.nın çalışmasıyla ortak olan gruplar (Itero Element 2, Primescan, Trios 4) arasındaki istatistiksel ilişki çalışmamızdan elde edilen sonuçlar ile paralellik gösterirken, elde edilen sapma değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu farklılığın, kullanılan referans modelin materyal ve tasarım farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mangano ve ark. tam dişsiz çeneye 6 implantın yerleştirildiği bir referans model kullandıkları ve 12 farklı ağız içi tarayıcının (Itero Elements 5D®, Primescan® and Omnicam®; CS 3700® and CS 3600®; Trios3®; i-500®; Emerald S® and Emerald®, Virtuo

Vivo® and DWIO®; Runeyes Quickscan®) doğruluğunu değerlendirmişlerdir.<sup>34</sup> Çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda CS3600 tam dişsiz çenede 0,0365 mm (medyan değeri) sapma gösterirken, Primescan grubunda elde edilen sapma değerlerinin 0,0384 mm (medyan değeri) olduğu bildirilmiştir. Mangano ve ark. sapma değerlerini analiz ederken implantlar arasındaki doğrusal ve çapraz mesafeleri ölçmüşlerdir.<sup>34</sup> Çalışmamızda ise 3 boyutlu olarak yüzeydeki sapmanın ölçümünün yapıldığı RMS değerleri kullanılmıştır. Bildirilen sapma değerleri ve çalışmamızda görülen sapma değerleri arasındaki farklılığın 2 çalışmanın materyal metodundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde bildirilen makalelerde tam dişsizlik ya da parsiyel dişsizliğin implantlarla tedavi edildiği durumların taklit edildiği çalışmalara rastlanırken, dişsiz alan geometrisinin değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır.<sup>14,16,18,33,34</sup> Bunun yanı sıra çalışmamızda kullanılan tarayıcılar son jenerasyon güncel tarayıcılar olduğu için hepsini aynı anda değerlendiren bir çalışmaya rastlanamamıştır.

Mevcut çalışma literatürdeki bir açığı kapatmasına rağmen *in vitro* bir çalışma olması sebebiyle bazı sınırlamaları bulunmaktadır. Öncelikle tüm taramalar ağız dışı ortamda yapılmıştır ve tükürük, nem, dudak, dil veya yanak varlığı gibi ağız içi dokuların varlığı deney ortamına aktarılamamıştır. Ayrıca çalışmada, tek bir kullanıcı ölçüleri tamamlamış, kullanıcıdan kaynaklı oluşabilecek hatalar göz ardı edilmiştir. Tüm bunlara ek olarak tek bir tarama stra-

tejisi ile taramalar tamamlanmıştır. İlerleyen çalışmalarda, bu sınırlamaların ortadan kaldırıldığı daha kapsamlı çalışmalar yapılmalıdır ve mevcut sonuçlar *in vivo* çalışmalarla desteklenmelidir.

## SONUÇ

Sonuç olarak mevcut çalışmanın sınırlamaları dâhilinde, dişsiz alan geometrisinin ve kavisi varlığının dijital ölçü üzerinde etkisi olmadığı sonucuna varılmaktadır. Buna ek olarak yeni jenerasyon ağız içi tarama cihazları ile implant destekli restorasyonlar yapılırken ölçü alınabileceği, tüm gruplardan elde edilen ölçülerin, klinik olarak kabul edilebilir sınırlarda olduğu tespit edilmiştir.

### 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

*Bu çalışma tamamen yazarın kendi eseri olup başka hiçbir yazar katkısı alınmamıştır.*

## KAYNAKLAR

1. Al Quran FA, Rashdan BA, Zomar AA, Weiner S. Passive fit and accuracy of three dental implant impression techniques. *Quintessence Int.* 2012;43(2):119-25. [PubMed]
2. Dahl BE, Rønold HJ, Dahl JE. Internal fit of single crowns produced by CAD-CAM and lost-wax metal casting technique assessed by the triple-scan protocol. *J Prosthet Dent.* 2017;117(3):400-4. [Crossref] [PubMed]
3. Stappert CF, Dai M, Chitmongkolsuk S, Gerds T, Strub JR. Marginal adaptation of three-unit fixed partial dentures constructed from pressed ceramic systems. *Br Dent J.* 2004;196(12):766-70; discussion 760, quiz 780. [Crossref] [PubMed]
4. Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, Takafuji K, Takahashi T, Yokota J, et al. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *J Prosthodont Res.* 2020;64(2):109-13. [Crossref] [PubMed]
5. Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Geminiani A, Chen CJ, Feng JJ, Ercoli C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2016;116(2):184-90.e12. [Crossref] [PubMed]
6. Flügge T, van der Meer WJ, Gonzalez BG, Vach K, Wismeijer D, Wang P. The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29 Suppl 16:374-392. [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;204(9):505-11. [Crossref] [PubMed]
8. Zhuming B, Xiaoqin W. *Computer Aided Design and Manufacturing*. 1<sup>st</sup> ed. New York: Acme Press; 2020.

9. Silva NR, Witek L, Coelho PG, Thompson VP, Rekow ED, Smay J. Additive CAD/CAM process for dental prostheses. *J Prosthodont.* 2011;20(2):93-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
10. Logozzo S, Zanetti EM, Franceschini G, Kilpelä A, Mäkynen A. Recent advances in dental optics-Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Opt. Laser Eng.* 2014;54:203-21. [[Crossref](#)]
11. Moreira AH, Rodrigues NF, Pinho AC, Fonseca JC, Vilaça JL. Accuracy comparison of implant impression techniques: a systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17 Suppl 2:e751-64. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
12. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Intraoral scanning systems - a current overview. *Int J Comput Dent.* 2015;18(2):101-29. English, German. [[PubMed](#)]
13. Papaspyridakos P, Gallucci GO, Chen CJ, Hanssen S, Naert I, Vandenberghe B. Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27(4):465-72. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
14. Marghalani A, Weber HP, Finkelman M, Kudara Y, El Rafie K, Papaspyridakos P. Digital versus conventional implant impressions for partially edentulous arches: An evaluation of accuracy. *J Prosthet Dent.* 2018;119(4):574-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
15. Baig MR. Multi-implant impressions. To splint or not to splint: a critical review. *Int J Prosthodont.* 2019;32(1):66-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
16. Flügge TV, Att W, Metzger MC, Nelson K. Precision of dental implant digitization using intraoral scanners. *Int J Prosthodont.* 2016;29(3):277-83. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
17. van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. *PLoS One.* 2012;7(8):e43312. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
18. Sorrentino R, Gherlone EF, Calesini G, Zarone F. Effect of implant angulation, connection length, and impression material on the dimensional accuracy of implant impressions: an in vitro comparative study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2010;12 Suppl 1:e63-76. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
19. Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradies G. Accuracy of a digital impression system based on active wavefront sampling technology for implants considering operator experience, implant angulation, and depth. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17 Suppl 1:e54-64. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
20. Ender A, Mehl A. Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems. *Int J Comput Dent.* 2013;16(1):11-21. English, German. [[PubMed](#)]
21. Holst S, Karl M, Wichmann M, Matta RE. A new triple-scan protocol for 3D fit assessment of dental restorations. *Quintessence Int.* 2011;42(8):651-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
22. Budak I, Vukelić D, Bračun D, Hodolić J, Soković M. Pre-processing of point-data from contact and optical 3D digitization sensors. *Sensors (Basel).* 2012;12(1):1100-26. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
23. Chen J, Zhang Z, Chen X, Zhang C, Zhang G, Xu Z. Design and manufacture of customized dental implants by using reverse engineering and selective laser melting technology. *J Prosthet Dent.* 2014;112(5):1088-95.e1. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
24. Müller P, Ender A, Joda T, Katsoulis J. Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the TRIOS Pod scanner. *Quintessence Int.* 2016;47(4):343-9. [[PubMed](#)]
25. Mangano FG, Veronesi G, Hauschild U, Mijiritsky E, Mangano C. Trueness and precision of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *PLoS One.* 2016;11(9):e0163107. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
26. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2017;17(1):92. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
27. Conrad HJ, Pesun IJ, DeLong R, Hodges JS. Accuracy of two impression techniques with angulated implants. *J Prosthet Dent.* 2007;97(6):349-56. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. Schmidt A, Billig JW, Schlenz MA, Rehmann P, Wöstmann B. Influence of the accuracy of intraoral scanbodies on implant position: differences in manufacturing tolerances. *Int J Prosthodont.* 2019;32(5):430-2. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Kamimura E, Tanaka S, Takaba M, Tachi K, Baba K. In vivo evaluation of inter-operator reproducibility of digital dental and conventional impression techniques. *PLoS One.* 2017;12(6):e0179188. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
30. Latham J, Ludlow M, Mennito A, Kelly A, Evans Z, Renne W. Effect of scan pattern on complete-arch scans with 4 digital scanners. *J Prosthet Dent.* 2020;123(1):85-95. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
31. Mennito AS, Evans ZP, Lauer AW, Patel RB, Ludlow ME, Renne WG. Evaluation of the effect scan pattern has on the trueness and precision of six intraoral digital impression systems. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(2):113-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Revised American Dental Association Specification no. 19 for Non-aqueous, Elastomeric Dental Impression Materials. *J Am Dent Assoc.* 1977;94(4):733-41. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
33. Revell G, Simon B, Mennito A, Evans ZP, Renne W, Ludlow M, et al. Evaluation of complete-arch implant scanning with 5 different intraoral scanners in terms of trueness and operator experience. *J Prosthet Dent.* 2021;S0022-3913(21)00052-4. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
34. Mangano FG, Admakin O, Bonacina M, Lerner H, Rutkunas V, Mangano C. Trueness of 12 intraoral scanners in the full-arch implant impression: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):263. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]