

Ağız İçi Tarayıcıların Ağız Dışı Yumuşak Dokuları Taramadaki Geçerliliğinin Değerlendirilmesi

Evaluation of the Accuracy of Intraoral Scanners in Extraoral Soft Tissue Scanning

Arş. Gör. Dr. Ebru Demet Çifter

İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi A.D., İstanbul

Orcid ID: 0000-0002-4000-6293

Geliş tarihi: 30 Mart 2022

Kabul tarihi: 31 Mayıs 2022

doi: 10.5505/yeditepe.2022.50455

Yazışma adresi:

Arş. Gör. Dr. Ebru Demet Çifter

Süleymaniye, Prof. Dr. Cavit Orhan Tütengil Sk. No:4,
34116 Fatih/İstanbul

Tel: +905334642000

E-posta: ebrusan@yahoo.com

ÖZET

Amaç: Trios3 ve iTero ağız içi tarayıcılarının yüz protezi ölçülerinde kullanılmak üzere ağız dışı yumuşak dokuları taramadaki geçerliliğinin değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem: Cosmesil M511 silikon elastomer kullanılarak hazırlanan 10 farklı kulak modeli iTero (Align Technology) ve Trios3 (3Shape) ağız içi tarayıcılarla taranmıştır. Referans tarayıcı olarak Solution X C500 tarayıcı kullanılmıştır. STL formatında elde edilen verilerin Geomagic Control X (3D Systems) yazılımında üç boyutlu yüzey analizleri tamamlanmıştır. 20 µm tolerans sınırı içerisinde kalan toplam yüzey alanı, ortalama sapma, en yüksek sapma alanlarının istatistiksel analizlerde Shapiro - Wilk normallik testi ile değişkenlerin dağılımına bakılmış, normal dağılım gösteren değişkenlerin ölçüm karşılaştırmalarında eşleştirilmiş t testi, ölçümlerin güvenliğini belirlemede sınıf içi korelasyon katsayısı %95 GA kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

Bulgular: iTero grubunun en yüksek sapma değerleri Trios3 grubu en yüksek sapma değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,002$). iTero grubunun ortalama sapma değerleri Trios3 grubu ortalama sapma değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,049$). iTero grubunun 20 µm tolerans içinde kalan alan yüzdesi Trios3 grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,0001$). iTero grubunun 20 µm tolerans aralığı dışında kalan alan yüzdesi Trios3 grubu ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$).

Sonuçlar: Ölçümlerin iç tutarlılıklarının değerlendirilmesi sonucunda Trios3 ve iTero tarayıcılarının kesinlik değerlendirmeleri ağız dışı yumuşak dokuları taramada yeterli bulunmuştur. Referans cihazla karşılaştırıldığında Trios3 tarayıcısı ile yapılan ölçümlerin doğruluk oranı iTero tarayıcısının doğruluk değerlerinden anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ağız içi tarayıcı, Yüz protezi, Dijital ölçü, Geçerlilik

SUMMARY

Aim: The aim of the study was to evaluate the accuracy of Trios3 and iTero intraoral scanners for scanning extraoral soft tissues for use in facial prosthesis impressions.

Materials and Method: 10 different ear models prepared using Cosmesil M511 silicone elastomer were scanned with intraoral scanners iTero and Trios3. Solution X C500 scanner was used as the reference scanner. Three-dimensional surface analysis of the data obtained was completed in Geomagic Control X software. Ratio of area deviating less than 20 µm, average deviation, and the highest deviation points were eva-

luated statistically. The distribution of the variables was examined using the Shapiro-Wilk normality test. Paired t-test was used for measurement comparisons of normally distributed variables. In-class correlation coefficient 95% CI was used to determine the safety of the measurements. The results were evaluated at the significance level of $p < 0.05$.

Results: The highest deviation values of the iTero group were statistically significantly higher than the highest deviation values of the Trios3 group ($p=0.002$). The mean deviation values of the iTero group were found to be statistically significantly higher than the mean deviation values of the Trios3 group ($p=0.049$). The percentage of area within 20 μm tolerance of the iTero group was statistically significantly lower than Trios3 group ($p=0.0001$).

Conclusion: the precision evaluations of the Trios3 and iTero scanners were found to be sufficient for scanning extraoral soft tissues. Compared to the reference device, the accuracy of the measurements made with the Trios3 scanner was found to be significantly higher than the accuracy of the iTero scanner.

Keywords: Intraoral scanner, Facial prosthesis, Digital impression, Accuracy

Giriş

Yüz protezlerinin yapımında birinci basamak olan ölçü alma işlemi geleneksel yöntemle protez üretiminde kenar uyumunun ve tutuculuğun sağlanmasında ilk ve en önemli aşamadır. Dijital teknolojinin kullanılmadığı geleneksel protetik iş akışında, yüz defektinin ve çevresindeki sağlıklı dokuların reversibl hidrokoloidler, silikon elastomerler ya da benzeri materyaller ile net bir negatif kopyasının elde edilmesi gerekmektedir.¹ Ölçü alınması; defekt çevresine mum duvar yapılması, ölçü malzemesinin defekt içerisinde kaçmasını engellemek amacıyla anatomik girintilerin kapatılması, ölçünün yerinden çıkartılırken deforme olmasının önlenmesi amacıyla dış yüzeyinin alçı ile kaplanması aşamalarından oluşan uzun bir süreci kapsamaktadır. Geleneksel yöntemlerle ölçü alma sırasında hassas defekt yüzeyinin ölçü malzemesi ile temas etmesi sebebiyle enfeksiyon riski, hastanın ağrı hissetmesi, ölçünün sertleşmesi uzun sürdüğü için yüz kaslarının hareketlerinin tamamen durdurulamaması, defektin ya da sağlıklı anatomik yapıların içerisine ölçü maddesi kaçması riski bulunması, ölçü malzemelerinin yumuşak dokular üzerine yaptığı baskı sebebiyle dokuların pasif hallerinin modele aktarılamaması sorunlarıyla karşılaşılabilir. Geleneksel yöntemle alınan ölçülerde yaşanan ve ölçünün özellikle kenar uyumunu etkileyen bu sorunlar nihai protezin estetik başarısızlığını, ve fonksiyon sırasın-

daki tutuculuk kaybını beraberinde getirmektedir. Dijital ölçü yöntemlerinin diş hekimliğinde kullanılmaya başlanması ile dokulara temas etmeden ve basınç uygulamadan, ölçünün alınması mümkün hale gelmiştir.² Dijital modelin oluşturulması amacıyla bilgisayarlı tomografi ya da manyetik rezonans görüntüleme yöntemleri ile sağlanan veriler farklı yazılımlar yardımı ile üç boyutlu modellere dönüştürülebilmektedir.³ Özellikle kulak gibi çift olarak bulunan organların restorasyonunda, simetrik kulak ölçüsünün dijital ortamda alınması sonrasında elde edilen üç boyutlu modelin ayna görüntüsünün oluşturulması ve defekt alanına uyumlandırılması ile ölçü ve hasta başında uzun süreler alan mum modelaj aşamaları kısaltılmaktadır. Dijital model oluşturma amacıyla kullanılan bir diğer yöntem de yüzey tarayıcılar ile elde edilen verilerin kullanılmasıdır.⁴ Yüz tarayıcıların da içinde bulunduğu yüzey tarayıcılar nesnelerin dış yüzeylerinin görüntülerinin kaydedilmesi ve dijital ortama aktarılmasının amaçlayan sistemlerdir. Bu sistemlerde modelleme değişik yöntemlerden alınmış fotoğraf görüntülerinin birleştirilmesi ile ya da lazer ışınının yansıdığı yüzeyden geri gelme hızına göre hesaplama yapan sistemler ile elde edilebilmektedir.⁵ Tarayıcılar arası farkların tespit edilebilmesi için elde edilen veriler referans taramasının diğer taramalar ile karşılaştırıldığı yazılımlar tarafından işlenmekte ve tarayıcılar arası sapmalar belirlenebilmektedir.⁶⁻⁹

Diş hekimliği kliniklerinde yaygınlaşmakta olan ağız içi tarayıcılar ile ölçü alınması, geleneksel ölçü yöntemlerine kıyasla, materyale ve uygulama hatasına bağlı olarak gelişebilen sapmaları en aza indirmektedir. Özellikle ölçü alınacak alandaki yumuşak ve hareketli dokuların pasif hallerinin modele aktarılması gerektiği durumlarda, kullanılmakta olan tüm ölçü materyalleri dokular ile temas halinde olduğu için yumuşak dokularda az ya da çok deformasyona sebep olmaktadır. Dijital ölçü alınması sırasında dokular ile temas söz konusu olmadığı için ağız içi ve ağız dışı resilient dokuların modele aktarılması gereğe çok daha yakın olmaktadır. Bu avantajlarının yanında hasta başında geçen zamanın azalması ve hastaların geleneksel ölçülere göre dijital ölçüleri daha konforlu bulması da tarayıcıların klinikte kullanımını arttıran avantajlarındandır.¹⁰⁻¹²

Çalışmanın amacı; diş hekimliği pratiğinde yaygın kullanımını olan ve ağız içi taramalardaki geçerlilik güvenilirlikleri farklı çalışmalarla sınanmış iTero® element (Align Technology) ve Trios3® (3Shape A/S, Kopenhagen, Danimarka) tarayıcılarının yüz protezi ölçülerinde kullanılmak üzere ağız dışı yumuşak dokuları taramadaki geçerliliğinin değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem

Silikon elastomerler, cilt dokusuna oldukça yakın esnekliğe ve görünüme sahip olmaları sebebiyle, yüz protezlerinin yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışmamız-

da iki farklı ağız içi tarayıcının yumuşak doku taramadaki hassasiyetin in-vitro değerlendirmesi amacıyla, 10 farklı silikon kulak modeli kullanılmıştır. Silikon kulak modellerin hazırlanması amacıyla serbest mum modelaj tekniği ile elde edilmiş olan 10 farklı şekil ve boyutta mum model tip IV tip sert alçı (Elite Rock - Zhermack SpA) içerisinde muflalanmıştır. Mum modellerin 100 derecede 10 dk. kaynatılarak eliminasyonundan sonra mufla içerisine orta açık cilt renginde renklendirilmiş (Fitzpatrick skalası no:3) Cosmesil M511 platinyum silikon elastomer (Technovent Ltd, UK) 1:10 katalizör/baz oranında karıştırılmıştır. İç renklendirilme aşamasında P105, P108, P112, P410, P413, P414 ve P415 (Technovent Ltd, UK) kod numaralı pigmentler toplam ağırlığın %0,2 sini geçmeyecek şekilde eklenmiştir. Tüm ölçümler dijital hassas terazi ile yapılmıştır. (Acculab Econ, Sartorius AG, Germany). Silikonun sertleşmesi için 24 saat oda ısısında (25 °C) muflalar bekletilmiştir. Muflanın açılmasının ardından elde edilen protezler hava su spreyi ile 20 saniye boyunca yıkanmış 30 saniye boyunca kurutulmuştur.

Referans kayıtların elde edilmesi amacıyla hazırlanan 10 adet silikon kulak modeli Solution X C500 model tarayıcı ile taranmış, üç boyutlu tarama verileri STL (stereo-litografik) formatında kaydedilmiştir. Çalışma kayıtlarının oluşturulması için aynı modeller iTero® element (Align Technology) ve Trios3® (3 Shape) ağız içi tarayıcıları ile taranarak STL dosyaları elde edilmiştir. Taramalara model kulağın superior-frontal kenarından başlanmış, helix takip edilerek inferior kenara inilmiş ve tarama saat yönünün tersine olacak şekilde devam edilerek tüm anatomik oluşumların modele aktarılması sağlanmıştır. Üç boyutlu hassasiyet karşılaştırmaları için Geomagic Control X (3D Systems, Rock Hill, SC) programı kullanılmıştır. STL dosyaları yazılıma aktarılmış, iTero ve Trios3 ile elde edilmiş her bir veri referans tarama ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalarda referans model ve ölçüm yapılacak model yazılım içerisine aktarıldıktan sonra başlangıç hizalaması (initial alignment) ve en uygun hizalama (best-fit alignment) seçenekleri üzerinden iki modelin üç boyutlu birincil ve ikincil çakıştırmaları yapılmıştır. Modeller arasındaki sapmaların sayısal ve görsel verilere dönüştürülmesi aşamasında yazılımın 3B karşılaştırma modülü kullanılmıştır. Renklendirme ölçeğinin alt ve üst sınırı ± 0.07 mm olarak tanımlanmış. Kabul edilebilir tolerans sınırı 0.02 mm (20 μ m) olarak belirlenmiştir. Modeller arasındaki farklılıklar en yüksek sapma, ortalama sapma ve 20 μ m ve altında sapma gösteren alanının yüzdelik oranı olarak değerlendirilmeye alınmıştır. Tüm çakıştırmalar 2 kez tekrarlanmış ve ölçümler arası tutarlılık ve her bir ölçümün iç tutarlılığının istatistiksel olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel analizler NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA paket programı ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanım-

layıcı istatistiksel metodların (ortalama, standart sapma) yanı sıra Shapiro - Wilk normallik testi ile değişkenlerin dağılımına bakılmış, normal dağılım gösteren değişkenlerin ölçüm karşılaştırmalarında eşlendirilmiş t testi, ölçümlerin güvenliğini belirlemede sınıf içi korelasyon katsayısı %95 GA kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

Bulgular

Ağız içi tarayıcıların ağız dışı yumuşak doku taramadaki geçerliliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan tekrarlanan ölçümler arası tutarlılık sonuçları tablo 1 ve 2 de sunulmuştur.

Tablo 1: 1. Ölçümlerin Grup İçi Uyum

Ölçülen Değerler	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı	95% Güven Aralığı	
		Alt Sınır	Üst Sınır
Trios3 En Yüksek Sapma	1,000	1,000	1,000
iTero En Yüksek Sapma	1,000	1,000	1,000
Trios3 Ortalama Sapma	0,939	0,842	0,985
iTero Ortalama Sapma	0,995	0,984	0,998
Trios3 Tolerans içinde kalan yüzde*	1,000	1,000	1,000
iTero Tolerans içinde kalan yüzde*	1,000	1,000	1,000

* Referans cihaz ile karşılaştırılmada 20 μ m ve altında sapma gösteren yüzey alanının yüzdesi.

Ölçümlerin uyumunu gösteren sınıf içi korelasyon katsayısı tüm ölçümlerde istenilen 0,700 μ m sınırının üzerinde bulunmuş, 1.ölçümlerin tümü tutarlı bulunmuştur.

Tablo 2: 2. Ölçümlerin Grup İçi Uyum

Ölçülen Değerler	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı	95% Güven Aralığı	
		Alt Sınır	Üst Sınır
Trios3 En Yüksek Sapma	1,000	1,000	1,000
iTero En Yüksek Sapma	0,999	0,998	1,000
Trios3 Ortalama Sapma	0,928	0,811	0,982
iTero Ortalama Sapma	0,993	0,972	0,998
Trios3 Tolerans içinde kalan yüzde*	1,000	1,000	1,000
iTero Tolerans içinde kalan yüzde*	0,999	0,998	1,000

* Referans cihaz ile karşılaştırılmada 20 μ m ve altında sapma gösteren yüzey alanının yüzdesi.

Ölçümlerin uyumunu gösteren sınıf içi korelasyon katsayısı tüm ölçümlerde istenilen 0,700 μ m sınırının üzerinde bulunmuş, 2.ölçümlerin tümü tutarlı bulunmuştur. Tekrarlanan ölçümler arası kesinlik (precision) analizi ve yapılan ölçümlerin referans değere yakınlığının ölçüldüğü doğruluk (trueness) analizine ait istatistiksel değerlendirmeler tablo 3 ve tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 3: Trios3 ve iTero tarayıcıları kesinlik değerleri.

Ölçülen Değerler	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı	95% Güven Aralığı	
		Alt Sınır	Üst Sınır
Trios3 En Yüksek Sapma	0,998	0,997	1,000
iTero En Yüksek Sapma	0,996	0,993	0,999
Trios3 Ortalama Sapma	0,944	0,858	0,978
iTero Ortalama Sapma	0,945	0,867	0,995
Trios3 Tolerans içinde kalan yüzde	0,998	0,996	0,999
iTero Tolerans içinde kalan yüzde	0,996	0,992	0,998

* Referans cihaz ile karşılaştırılmada 20 μ m ve altında sapma gösteren yüzey alanının yüzdesi.

Tekrarlayan ölçümlerin gösteren sınıf içi korelasyon katsayısı tüm ölçümlerde istenilen 0,700 sınırının üzerinde bulunmuş, iTero ve Trios3 cihazlarının ağız dışı yumuşak doku taramadaki kesinliği yeterli bulunmuştur.

Tablo 4: Trios3 ve iTero tarayıcıları doğruluk değerleri (mm)

	Trios3	iTero	Fark	p
En Yüksek Sapma	0,442±0,272	1,553±0,928	-1,11±0,31	0,002
Ortalama Sapma	0,007±0,005	0,016±0,013	-0,009±0,004	0,049
Tolerans içinde kalan alan	48,14±6,07	30,97±10,57	17,17±3,85	0,0001
Tolerans dışında kalan alan	51,85±6,06	69,02±10,57	-17,17±3,85	0,0001

*Eşlendirilmiş t testi

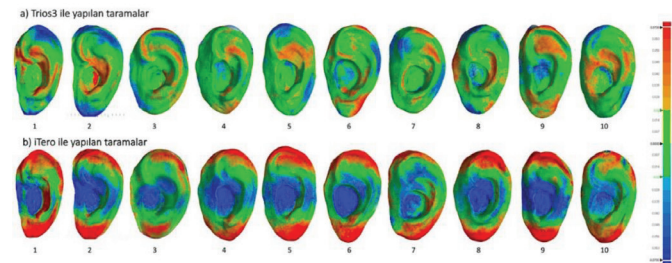
iTero grubunun en yüksek sapma değerleri Trios3 grubu en yüksek sapma değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p=0,002).

iTero grubunun ortalama sapma değerleri Trios3 grubu ortalama sapma değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p=0,049).

iTero grubunun 20 µm tolerans içinde kalan alan yüzdesi Trios3 grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p=0,0001).

iTero grubunun 20 µm tolerans aralığı dışında kalan alan yüzdesi Trios3 grubu ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p=0,0001).

Her iki tarayıcı ile yapılan ölçümlerde en yüksek sapmanın görüldüğü bölgeler benzerlik göstermektedir. Taranan modellerinin düz yüzeylerinde ölçümler tolerans sınırları içerisinde kalırken en yüksek sapma değerleri iç-bükey ve dış-bükey alanlarda gözlenmiştir. Resim 1.



Resim 1. a) Referans tarayıcıya göre Trios3 tarayıcısının gösterdiği sapma değerleri. b) iTero ile yapılan taramalar.

Referans tarayıcıya göre iTero tarayıcısının gösterdiği sapma değerleri

Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu tarafından geçerlilik; doğruluk ve kesinlik olarak iki değişkene bağlı olarak tanımlanmaktadır. Doğruluk; test edilen cihazın referans cihaza yakınlığını değerlendirirken, kesinlik; tekrarlanan ölçümlerin tutarlılığını ifade etmektedir.¹³ Geçerlilik değerlendirmelerinde referans bir tarayıcı ile elde edilen yüksek netlikte verilere ihtiyaç duyulmaktadır. In-vitro çalışmalarda referans tarayıcı olarak sıklıkla yüksek hassasiyetli endüstriyel tarayıcılar ya da laboratuvar tarayıcıları tercih edilmektedir.¹⁴⁻¹⁷ Ender ve ark. ağız içi tam çene taramalarında endüstriyel taramaların geleneksel ölçü tekniklerinden daha yüksek netliğe sahip olduğunu ve referans olarak kullanılabilineceğini bildirmiştir.¹⁷ In-vivo çalışmalarda hasta üzerinde ve ağız

içinde büyük boyuta sahip sabit endüstriyel tarayıcıların kullanılması mümkün olmadığı için yüksek hassasiyetli geçerlilik çalışmalarında, in-vitro değerlendirmeler önem kazanmaktadır.^{18,19} Çalışmamızda Solution X C500 model endüstriyel tarayıcı yüksek hassasiyeti sebebiyle tercih edilmiş ve bu tarayıcıların hasta üzerinde kullanılmasına sebebiyle silikon kulak modelleri kullanılarak çalışma in vitro olarak tasarlanmıştır.

Ağız içi ölçü alınması sırasında taramaya başlanan bölgenin dijital ölçünün netliğinde etkili olduğu bildirilmektedir.²⁰ Üretici firmaların ağız içi taramaların yönü ile ilgili belirlenmiş protokolleri bulunmakla beraber literatürde hangi diş segmentinden taramanın başlanması gerektiğine dair net bir bilgi bulunmamaktadır. Benzer şekilde ağız dışı dokuların ağız içi tarayıcılar ile taranması ile ilgili belirlenmiş bir yöntem literatürde henüz tanımlanmamıştır. Çalışmamızda kullanılan kulak modellerinde tarama yönünün farklılık oluşturmaması açısından taramaya tüm modellerde kulağın superior-frontal kenarından başlanmış, helix takip edilerek inferior kenara inilmiş ve saat yönünün tersine olacak şekilde devam edilerek sonlandırılmıştır.

Ağız içi tarayıcıların hassasiyetinin değerlendirildiği çalışmalarında Diker ve ark. tek kuronların marjinal kenar uyumu dikkate alındığında 6 farklı ağız içi kameranın doğruluk ve kesinlik değerlerini 10µm - 73.5µm aralığında olduğunu bildirmişlerdir.²¹ Mangano ve ark. kısmi ve tam dişsiz ark modellerinde 5 farklı ağız içi tarayıcının kesinliğini değerlendirdikleri in-vitro çalışmalarında tarayıcıların doğruluk ve kesinlik değerlerini 15.2 ± 0.8 µm ile 92.1 ± 24.1µm aralığında bulmuşlardır.¹⁸ Çalışmamızda da literatürdeki veriler göz önünde bulundurularak tarayıcıların 20µm - 70µm aralığındaki hassasiyeti renk haritalaması kullanılarak aktarılmıştır. Tolerans sınırı olarak 20µm seçilmesi ile renklendirilmiş alanlarda taramaların en fazla sapma gösterdiği alanların görselleştirilmesi sağlanmıştır.

Farklı çalışmalarda ağız içi tarayıcıların 120µm ve altında netliğe sahip olmasının klinik olarak kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir.^{9,16} Ağız içi ve ağız dışı tarayıcılar ile yapılan restorasyonların marjinal kenar uyumlarının sırasıyla 16 µm 80 µm- 19 µm 112 µm aralığında olduğu farklı çalışmalarla bildirilmiştir.²² 60µm- 120µm ve altında olan marjinal aralığın klinik olarak kabul edilebilir olduğu bildirilmektedir.²²⁻²⁶ Ağız içerisinde yapılan restorasyonlarda marjinal uyumun ve ölçü netliğinin düşük olması; mikro sızıntı başta olmak üzere, çeşitli protetik başarısızlık olasılıklarını arttırmaktadır. Sert dayanaklar olan dişler üzerinde değerlendirilen marjinal uyum kavramı, yüz protezleri söz konusu olduğunda yerini protezin sınır noktalarındaki kenar uyumuna bırakmaktadır. Silikon esaslı yüz protezi materyallerinin ve cilt dokusunu rezilient özellikleri bu protezlerdeki kenar uyum toleransını arttıran fak-

törlerdendir. Çalışmamızda kullanılmış olan her iki tarayıcı değerlendirildiğinde taranan alanın $30,97 \pm 10,57-48,14 \pm 6,07$ 'sinin (sırasıyla iTero-Trios3) $20 \mu\text{m}$ ve altında hassasiyetle tarandığı tespit edilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde ağız içi sabit restorasyon hassasiyetine yakın tarama gösteren her iki cihazın pratikte yüz dokularının bölgesel taranmasında kullanılabileceğini düşünülmektedir. Referans tarayıcı ile olan fark değerlendirildiğinde iTero tarayıcısının $1,553 \pm 0,928$ mm Trios3 tarayıcısının $0,442 \pm 0,272$ mm sapma gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sapma alanlarının görsel skaladaki dağılımlarına bakıldığında her iki tarayıcının da özellikle iç bükey ve dışbükey alanlarda taramada yüksek sapma gösterdiği görülmektedir. Bu durum ağız içi tarayıcı kameraların tarama başlıklarının büyük olmasının girintili noktalarda görüntü almada yetersizliğe sebep olacağını düşündürse de dışbükey alanlarda da sapmanın yüksek olması bölgesel olarak elde edilen optik verilerin bütün modelin oluşturulması sırasında deforme olduğunun düşündürmektedir. Ağız içi taramalarda dışış ve uzun dental arkların taranmasında da benzer sonuçların elde edilmiş olması çalışmamızdaki bulguları desteklemektedir.^{17,27}

Çalışmada elde edilen veriler dahilinde, implant destekli yüz protezleri gibi, defekt içi girintilerin taranmasının tutuculuk açısından zorunlu olmadığı vakalarda, ağız içi tarayıcıların yeterli tarama başarısına ulaşabileceğini düşündürmektedir. Maksimum sapma değerlerinin kulak gibi anatomik girintilerin fazla bulunduğu bir bölgede yüksek bulunması simetrik kulağın taranarak ayna görüntüsünün oluşturulması aşamasında belirli alanlarda netliği etkileyeceğın göstermektedir. Her iki tarayıcının geçerliliği arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunması sebebiyle çalışmanın farklı model tarayıcıları ve farklı anatomik bölgeleri içine alacak şekilde geliştirilmesi, ağız dışı taramalara ait yeni verilerin elde edilebilmesi açısından sonraki çalışmalarda önemlidir. Yüz protezlerindeki tam dijital iş akışı içerisinde ağız içi tarayıcıların kullanımı belirli limitler dahilinde olası görünmekle birlikte, geleneksel yöntemlerle yüz protezi üretiminde modelaj ve ölçü aşamalarında hasta başında geçen zamanı kısaltmak konusunda klinik pratiğinde yer verilebilir bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ağız içi ve ağız dışı tarama verilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada özel tasarlanmış bir aparey 3 farklı tarayıcı ile hem ağız içinde hem ağız dışında hem ağız dışında taranmış ve ağız dışında yapılan taramaların doğruluğu ve kesinliği ağız içi taramalara göre daha yüksek bulunmuştur. Ağız içindeki şartların tarama kesinliğini azalttığı sonucuna varılmıştır. En yüksek tarama netliği $22 \mu\text{m}$ ile kısa dental arkin ağız dışı taranmasında elde edilmiş en düşük tarama netliği ise $433 \mu\text{m}$ ile ağız içi tam dental ark taramalarından elde edilmiştir.²⁸

Trios3 ve iTero tarayıcılarının in vivo hassasiyetlerini üç boyutlu yüzey analizi yöntemi ile karşılaştırdığı çalışmada Lee KM, tarayıcılar arasındaki fark ortalamasını $0.057-0.069$ mm olarak bildirmişleridir.²⁹ Renk haritalaması analizinde en fazla sapmanın posterior bölgede olduğunu tespit etmişlerdir. Tarayıcılar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Çalışmamızda ağız dışı yumuşak doku taramada Trios3 tarayıcısının referans tarayıcıdan sapma ortalaması ($0,007 \pm 0,005$ mm) iTero tarayıcısının referans tarayıcıdan sapma ortalamasından $90,016 \pm 0,013$ mm) anlamlı derecede düşük bulunmuştur. ($p=0,049$).

Sonuç

Üç boyutlu yüzey analizi verilerine göre her iki tarayıcının referans cihaza göre ortalama sapması 20 mikrometrelilik tolerans sınırı içerisinde kalmıştır. Ölçümlerin iç tutarlılıklarının değerlendirilmesi sonucunda Trios3 ve iTero tarayıcılarının kesinlik değerlendirmeleri ağız dışı yumuşak dokuları taramada yeterli bulunmuştur. Referans cihazla karşılaştırıldığında Trios3 tarayıcısı ile yapılan ölçümlerin doğruluk oranı iTero tarayıcısının doğruluk değerlerinden anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Ağız içi tarayıcılar, yüz protezlerinin yapımında ağız dışı ölçü alınmasında derin retantif girintilere ihtiyaç duyulmayan durumlarda geçerli bir ölçü alma yöntemi olarak kullanılabilecek hassasiyete sahip bulunmuşlardır. Ölçü hassasiyeti tarayıcı özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir. Ağız içi tarayıcıların yüz protezi yapımında kullanılabilirliği ile ilgili farklı defekt tiplerini içeren çalışmalara ihtiyaç devam etmektedir.

Kaynaklar

1. Beumer, J., Curtis, T.A. and Firtell, D.N. (1979) Maxillofacial Rehabilitation. Prosthodontic and Surgical Considerations. The C.V. Mosby Co., St Louis, Toronto, London.
2. Aeran H, Kumar V, Seth J, Sharma A. Computer Aided Designing-Computer Aided Milling in Prosthodontics: A Promising Technology for Future. IJSS Case Report & Reviews 2014;1(1):23-27.
3. Nuseir A, Hatamleh M, Watson J, Al-Wahadni AM, Alzoubi F ve ark. Improved Construction of Auricular Prosthesis by Digital Technologies. J Craniofac Surg. 2015;26(6):e502-e505.
4. Zhao YJ, Xiong YX, Wang Y. Three-Dimensional Accuracy of Facial Scan for Facial Deformities in Clinics: A New Evaluation Method for Facial Scanner Accuracy. PLoS One. 2017;12(1):e0169402.
5. Ritschl LM, Wolff KD, Erben P, Grill FD. Simultaneous, radiation-free registration of the dentoalveolar position and the face by combining 3D photography with a portable scanner and impression-taking. Head Face Med. 2019;15(1):28.

6. Latham J, Ludlow M, Mennito A, Kelly A, Evans Z. ve ark. Effect of scan pattern on complete-arch scans with 4 digital scanners. *J Prosthet Dent.* 2020;123:85-95.
7. Ender A, Zimmermann M, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods for obtaining quadrant dental impressions. *Clin Oral Investig.* 2016;20:1495-1504.
8. Zimmermann M, Koller C, Rumetsch M, Ender A, Mehl A. Precision of guided scanning procedures for full-arch digital impressions in vivo. *J Orofac Orthop.* 2017;78:466-471.
9. Medina-Sotomayor P, Pascual-Moscardo A, Camps AI. Accuracy of 4 digital scanning systems on prepared teeth digitally isolated from a complete dental arch. *J Prosthet Dent.* 2019;121:811-820.
10. Joda T, Brägger U. Patient-centered outcomes comparing digital and conventional implant impression procedures: a randomized crossover trial. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27(12):e185-e189.
11. Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health.* 2014;14:10. Published 2014 Jan 30.
12. Christopoulou I, Kaklamanos EG, Makrygiannakis MA, Bitsanis I, Perlea P. ve ark. Intraoral Scanners in Orthodontics: A Critical Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(3):1407. Published 2022 Jan 27.
13. Mehl A, Reich S, Beuer F, Güth JF. Accuracy, trueness, and precision - a guideline for the evaluation of these basic values in digital dentistry. *Int J Comput Dent.* 2021;24(4):341-352.
14. Sim JY, Jang Y, Kim WC, Kim HY, Lee DH. ve ark. Comparing the accuracy (trueness and precision) of models of fixed dental prostheses fabricated by digital and conventional workflows. *J Prosthodont Res.* 2019;63:25-30.
15. Ender A, Mehl A. In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. *Quintessence Int.* 2015;46:9-17.
16. Carbajal Mejia JB, Wakabayashi K, Nakamura T, Yatani H. Influence of abutment tooth geometry on the accuracy of conventional and digital methods of obtaining dental impressions. *J Prosthet Dent.* 2017;118:392-399.
17. Ender A, Zimmermann M, Mehl A. Accuracy of complete- and partial-arch impressions of actual intraoral scanning systems in vitro. *Int J Comput Dent.* 2019;22:11-19.
18. Mangano FG, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C. ve ark. Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2019;19(1):101. Published 2019 Jun 6.
19. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health.* 2017;17(1):149. Published 2017 Dec 12.
20. Di Fiore A, Meneghello R, Graiff L. Full arch digital scanning systems performances for implant-supported fixed dental prostheses: a comparative study of 8 intraoral scanners. *J Prosthodont Res.* 2019;63(4):396-403.
21. Diker B, Tak Ö. Comparing the accuracy of six intraoral scanners on prepared teeth and effect of scanning sequence. *J Adv Prosthodont.* 2020;12(5):299-306.
22. Memari Y, Mohajerfar M, Armin A, Kamalian F, Rezayani V. ve ark. Marginal Adaptation of CAD/CAM All-Ceramic Crowns Made by Different Impression Methods: A Literature Review. *J Prosthodont.* 2019;28(2):e536-e544.
23. Akbar JH, Petrie CS, Walker MP, Williams K, Eick JD. Marginal adaptation of Cerec 3 CAD/CAM composite crowns using two different finish line preparation designs. *J Prosthodont.* 2006;15(3):155-163.
24. Akin A, Toksavul S, Toman M. Clinical Marginal and Internal Adaptation of Maxillary Anterior Single All-Ceramic Crowns and 2-year Randomized Controlled Clinical Trial. *J Prosthodont.* 2015;24(5):345-350.
25. Baig MR, Tan KB, Nicholls JI. Evaluation of the marginal fit of a zirconia ceramic computer-aided machined (CAM) crown system. *J Prosthet Dent.* 2010;104(4):216-227.
26. Abduo J, Lyons K, Swain M. Fit of zirconia fixed partial denture: a systematic review. *J Oral Rehabil.* 2010;37(11):866-876.
27. Aswani K, Wankhade S, Khalikar A, Deogade S. Accuracy of an intraoral digital impression: A review. *J Indian Prosthodont Soc.* 2020;20(1):27-37.
28. Kernen F, Schlager S, Seidel Alvarez V. Accuracy of intraoral scans: An in vivo study of different scanning devices [published online ahead of print, 2021 Apr 23]. *J Prosthet Dent.* 2021;S0022-3913(21)00145-1.
29. Lee KM. Comparison of two intraoral scanners based on three-dimensional surface analysis. *Prog Orthod.* 2018;19(1):6.