

Ağız İçi Tarayıcıların Tamamen Dişsiz Çenelerde Kullanımı: Derleme

Intraoral Scanners In Completely Edentulous Jaws: Review

ÖZ

Giriş: Son yıllarda ağız içi tarayıcılardaki gelişmelerle birlikte tamamen dişsiz hastaların da sert ve yumuşak dokularının dijital ölçüsünün hassas şekilde kaydedilmesi için yapılan çalışmalar artmaktadır. Bu derlemenin amacı; tamamen dişsiz ağızlarda ağız içi tarayıcı kullanımının geleneksel yöntemle göre avantajlarını ve zorluklarını karşılaştırmak ve konu ile ilgili yapılan çalışmalar hakkında bilgi vermektir. Son yıllarda kullanılan güncel ağız içi tarayıcılar hakkında detaylı bilgi verilmiş ve geleneksel ölçüyle karşılaştırmaları yapılmıştır. Ağız içi tarayıcılar genel olarak dişlerin ve implantların dijital ölçülerinin alınmasında ve sabit protezlerin yapımında ve son yapılan çalışmalarda tam protezlerin üretilmesinde dişsiz çenelerin dijitalize edilmesi için de kullanılabilceğini rapor etmektedir. Geleneksel yöntemle göre klinik sürenin azaltılması, hasta ve hekim konforu, verilerin depolanabilmesi gibi birçok avantajı bulunsa da kullanıcı deneyimi gerekmesi, yumuşak doku ve sulkusların kaydının zor olması ve kan tükürük gibi oral sıvılardan etkilenmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır.

Sonuç: Tam protez üretimi sırasında dişsiz çenelerin doğru taranması çok önemli bir adımdır; ancak elde edilen dijital taramanın hassasiyeti hala tartışmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Ağız İçi Tarayıcı, Tam Dişsizlik, Dijital İş Akışı.

ABSTRACT

Objective: In recent years, with the developments in intraoral scanners, studies on the precise recording of digital measurements of hard and soft tissues of completely edentulous patients have increased. The purpose of this review; The aim of this study is to compare the advantages and difficulties of using an intraoral scanner in completely edentulous mouths compared to the traditional method and to provide information about the studies on the subject. Detailed information is given about the current intraoral scanners used in recent years and their comparison with traditional impressions is made. Intraoral scanners generally report that they can be used to take digital measurements of teeth and implants and to digitalize edentulous jaws in the production of fixed dentures and, in recent studies, in the production of complete dentures. Although it has many advantages over the traditional method, such as reducing clinical time, patient and physician comfort, and ability to store data, it has disadvantages such as requiring user experience, being difficult to record soft tissues and sulcus, and being affected by oral fluids such as blood and saliva.

Conclusion: Correct scanning of edentulous jaws is a very important step during complete denture production; however, the sensitivity of the resulting digital scan is still controversial.

Key Words: Intraoral Scanner, Complete Edentulism, Digital Workflow.

Lale Gül AĞAÇDAN¹

ORCID: 0000-0003-2206-1413

Sema MURAT²

ORCID: 0000-0003-0632-5095

Furkan AĞAÇDAN³

ORCID: 0000-0003-3130-419X

¹Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye

²Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Ankara, Türkiye

³Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Ankara, Türkiye



Geliş tarihi / Received: 28.05.2024

Kabul tarihi / Accepted: 02.09.2024

İletişim Adresi /Corresponding Adress:

Lale Gül AĞAÇDAN

Ankara Üniversitesi,

Sağlık Bilimleri Enstitüsü,

Ankara, Türkiye

E-posta/e-mail:lalegulkarasuluk93@gmail.com

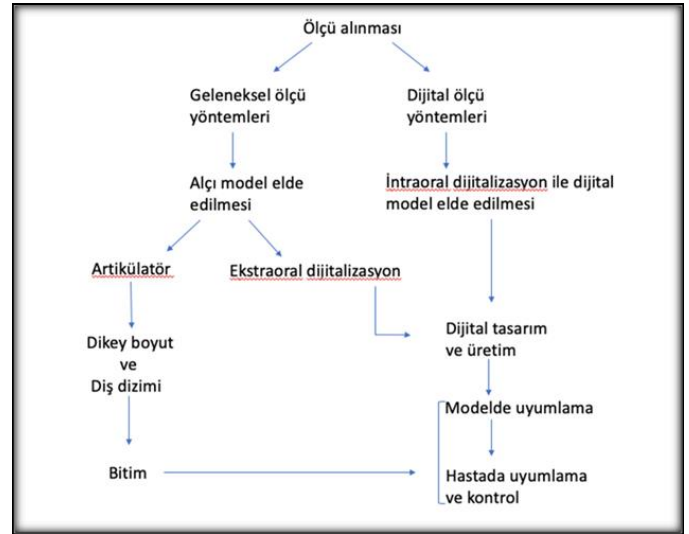
GİRİŞ

Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim sistemleri (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing, CAD/CAM) gelişmiş veri toplama ve üretim teknolojileri ile diş hekimliğinde; inleyler, onleyler, laminate veneerler, tam kronlar, sabit ve hareketli parsiyel protezler, implant üstü protezler, implant cerrahisinde kullanılan stentlerin üretilmesi, hareketli ve sabit implant destekli protezlerin alt yapılarının hazırlanması, maksillofasiyal protezler gibi oldukça geniş endikasyon alanına sahiptir (1-4). Son yıllarda, teknolojik gelişmelere bağlı olarak CAD/CAM sistemleri tam protezlerin üretilmesinde konvansiyonel yöntemlere alternatif olarak kullanılmakta ve bu sayede sadece iki klinik randevuda protezlerin hastaya teslim edilebilmesi mümkün olmaktadır (1, 5-7). Piyasaya sunuldukları dönemde dişsiz çenelerin dijital ölçüsünün alınması mevcut olan ağız içi tarayıcılar ile mümkün olmadığından tam protezlerin dijital olarak üretilmesi için konvansiyonel ölçülerin alınmasına ihtiyaç duyulmaktaydı. (5, 8, 9). Ağız içi tarayıcılar genel olarak dişlerin ve implantların dijital ölçülerinin alınmasında ve sabit protezlerin yapımında rutin olarak kullanılmaktaysa da, son yıllarda yapılan çalışmalar, ağız içi tarayıcıların tam protezlerin üretilmesinde dişsiz çenelerin dijitalize edilmesi için de kullanılabileceğini rapor etmektedir (9-14). Anatomik detayları ve profili oluşturmak için bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRI) gibi bilgisayar destekli medikal görüntüleme yöntemleri ve lazer yüzey tarayıcıları ile optik sistemlerin kullanılması ile konturları ve doku adaptasyonu çok iyi düzeyde olan tam protezlerin hazırlanabilmesi üzerine çalışmalar sürdürülmektedir (1, 5, 6, 15, 16). Dişsiz çenelerin anatomik detaylarının konvansiyonel ölçüye gerek duyulmadan direkt olarak ağız içi tarayıcılar ile kaydedilmesi ve protezlerin sanal dizaynlarının yapıldıktan sonra hızlı prototipleme veya milleden yöntemleriyle üretilmesi ile konvansiyonel yöntemden kaynaklanabilecek hataların ve zorlukların elimine edilmesini hedefleyen dijital yaklaşım kavramı ön plana çıkmaktadır (17). Ek olarak, dijital tam protezlerin üretimi için ağız içi tarayıcılar ile maksillo-mandibular ilişkilerin de kaydedilebilmesi ve elde edilen görüntülerin yüz taramaları ile birleştirilmesi için tedavi protokolleri de geliştirilmektedir (7).

1. TAM PROTEZLERDE DİJİTAL ÖLÇÜ TEKNİKLERİ

CAD/CAM tekniklerindeki gelişmeler tam protezlerin dijital olarak tasarlanmasına ve üretilmesine de olanak tanımıştır. Tam protezlerin dijital olarak üretilmesine olanak sunan, AvaDent Digital Dental Solutions (Global

Dental Science), Ceramill Full Denture System (Amann Girrbach AG), Baltic Denture System (Merz Dental), DENTCA (Whole You), Pala Digital Dentures (Kulzer GmbH), Wieland Digital Denture (Ivoclar Vivadent AG), and Zirkonzahn Full Denture (Zirkonzahn) gibi çeşitli ticari firmalar mevcuttur (18, 19). Ticari olarak üretim yapan firmaların klinik ve laboratuvar protokolleri, manuel ve dijital uygulamaların kombine kullanılmasını içermekte ve CAD/CAM veya hızlı prototipleme teknolojisi ile sadece 2 klinik randevuda tam protezin hastaya teslim edilebilmesi mümkün olmaktadır. Aynı zamanda kaide materyali olarak mekanik ve yüzey özellikleri konvansiyonel akrilik rezinlerden daha gelişmiş olan malzemelerin kullanılmasının sağladığı avantajlarla birlikte doku adaptasyonu oldukça iyi olan protezlerin üretilmesi de hasta memnuniyetini arttırmaktadır (20, 21). Tam protezlerin dijital olarak hazırlanmasındaki ilk klinik aşama ölçü aşaması olup, aynı seansta maksillo-mandibular ilişkiler de kaydedilip, diş seçimi yapılmakta ve 2. klinik aşamada da protezler uyumlandırılarak hastaya teslim edilmektedir (18) (Şekil 1).



Şekil 1. Konvansiyonel ve dijital tam protezlerin üretim aşamaları

Tam protezlerin dijital olarak üretilmesi aşamasında uygulanan klinik protokolda, dişsiz çenelerin 3 boyutlu (3B) görüntülerinin dijital olarak kaydedilmesi ilk aşamadır. Dijitalleştirme farklı yollarla gerçekleştirilebilir:

1. Geleneksel ölçüden elde edilen model laboratuvar tarayıcısı ile taranabilir (Analog-dijital iş akışı).
2. Alternatif olarak, fiziksel ölçü bir laboratuvar tarayıcısı kullanılarak taranabilir ve sonrasında dijital modele dönüştürülebilir (Analog-dijital iş akışı).

3. Üçüncü bir seçenek, ağız içi tarayıcı ile dişsiz arkin direkt olarak dijital taramasının yapılmasıdır (Dijital iş akışı) (16).

Analog-dijital iş akışında protezlerin üretimi, konvansiyonel yöntemlerle ölçülerin alınması ile başlamakta ve protezlerin dijital olarak tasarlanıp, üretilmesiyle tamamlanmaktadır. Hızlı dijital iş akışı konseptinde ise; tamamen dişsiz çenelerin anatomik yapılarının 3B görüntüleri ağız içi tarayıcıları ile direkt kaydedilmekte ve protezlerin tasarımı dijital olarak yapıp üretim tamamlanmaktadır. Kullanılan yöntemler elde edilen dijital modellerin hassasiyeti açısından değerlendirildiğinde, dişsiz çenelerin direkt ağız içi tarayıcılar ile taranması konvansiyonel ölçü tekniğinden ve laboratuvar işlemlerden kaynaklı problemlerin elimine edilmesi açısından daha avantajlıdır. Analog-dijital iş akışı, konvansiyonel ölçü tekniğinden kaynaklı problemlerin dijital iş akışına aktarılması açısından dezavantaja sahip bir teknik olmasının yanında, şahsi kaşık ve kenar şekillendirilmesi yapılarak dokuların fonksiyonel şekilde kaydedilmesi avantajına sahiptir.

Konvansiyonel ölçünün dezavantajları;

1. Ölçü maddelerinin veya alçı modellerin genişlemesi, büzülmesi veya distorsiyonu,
2. Ölçüyü ağızdan çıkarırken ölçü materyalinin kaşıktan ayrılması
3. Ölçünün dezenfekte edilmesi ihtiyacı
4. Labaratuvara transfer etme gereksinimi
5. İstenmeyen tat ve koku
6. Bulantı refleksi uyandırması
7. Boyutsal stabilite düşüklüğü
8. Depolamadaki zorluklar (22-24).

Dijital iş akışında kullanılan ağız içi tarayıcı sistemlerle dişsiz çenelerin görüntülerinin kaydedilmesinde yaşanan mevcut zorluklar göz ardı edildiğinde, tarayıcıların klinik uygulamada hem hekim hem de hasta açısından birçok avantaja sahip olduğu görülmektedir (25-27).

Dijital ölçünün avantajları:

1. Fabrikasyon kolaylığı ve laboratuvar işlemlerinin daha az zaman alması,
2. Daha yüksek boyutsal doğruluk ve standartlaştırılmış üretim,

3. Öğürme refleksi ve anksiyetesi olan hastalar için rahatlık,

4. Azalmış klinik randevular,

5. Saklama ve taşıma maliyetlerinin düşmesi,

6. Verilerin dijital olarak depo edilebilmesi ve protezlerin kaybolması veya hasar görmesi durumunda yedek protezlerin kolayca imalatı,

7. Çapraz kontaminasyonların engellenmesi,

8. Dijital iş akışında, ağız içi tarayıcılarıyla elde edilen görüntüler konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KİBT) ve yüz taramaları gibi diğer dijital verilerle birleştirilebilmekte ve hastanın sanal modeli hazırlanabilmektedir (14).

2.GÜNCEL AĞIZ İÇİ TARAYICI SİSTEMLERİ

Ağız içi tarayıcılar gelişen teknoloji ile birlikte artık daha yüksek doğruluğa, daha kısa tarama süresine, hastanın ve hekimin konforunda artışa sebep olmasına rağmen temel prensiplerine bakıldığında farklılıklar taşımaktadırlar. Günümüzde ağız içi tarayıcılar, triangulason tekniği, aktif dalga örneklendirme, optik koherent tomografi ve konfokal tarama tekniği gibi gelişmiş tarama teknolojilerini kullanmaktadır. Çalışma prensibi olarak çoklu fotoğraf çekme veya video görüntüleme yapmaktadır. Tarama yüzeyinin görüntülenmesinde mavi ışık, beyaz ışık veya kırmızı lazer ışık kaynakları kullanılmaktadır (7, 28).

3. DİJİTAL ÖLÇÜLERİN HASSASİYETİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Ağız içi tarayıcıların performansı, Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu (ISO), (1994)' na göre, doğruluk ve kesinliğin kombinasyonu olarak değerlendirilen taranan görüntünün hassasiyetine bağlıdır (ISO5725-1). Doğruluk ölçümdeki yanılma veya bir ölçümün referans değerle arasındaki sistematik hatayı tarif ederken, kesinlik ise tekrarlanan ölçümler arasında ölçümlerin birbirine ne kadar yakın olduğunu ifade etmektedir (29). Ağız içi tarayıcılar ile alınan dijital ölçülerin hassasiyeti; kullanan operatörün tecrübesine, taranan ortama, tarama prosedürüne, tarama sırasındaki kamera pozisyonuna, taranan objenin şekli ve boyutuna ayrıca dijital tarayıcının performansına bağlı olarak birçok faktörden etkilenmektedir (30).

3.1. Tarayıcı Başlığın Boyutu

Dişsiz çenelerin dijital ölçüsü alınırken, dar görüntüleme alanına sahip küçük tarayıcı başlığı kullanıldığında, daha fazla sayıda taranmış görüntüye ihtiyaç duyulduğu için, tarama sırasında kameranın hareket hatalarının taramayı olumsuz etkilediği, geniş tarayıcı başlıklarının kullanıldığı durumlarda ise, görüntüleme alanının büyümesine bağlı olarak tarayıcıların hassasiyetinin arttığı ancak klinik kullanım açısından büyük başlıkların manüplasyonunun daha zor olduğu rapor edilmiştir (29).

3.2. Operatör Tecrübesi

Operatör tecrübesi, ağız içi tarayıcısının uygulanma süresinin kısalmasında ve elde edilen görüntülerin daha yüksek hassasiyete sahip olmasında önem kazanmaktadır (31, 32).

3.3. Tarama Stratejisi/Protokolü

Ağız içi tarayıcıları üreten firmaların dişli çenelerde tam çene arkını içeren taramalar için belirlemiş olduğu ve tavsiye ettiği tarama stratejileri olmakla birlikte, parsiyel ya da tamamen dişsiz çenelerde uygulanması gereken protokolle ilgili genel bir tanımlama bulunmamaktadır (33). Yapılan çalışmalarda, taramanın başladığı kadranın ve izlenen tarama protokolünün ölçülerin hassasiyetinde etkili olduğu bildirilmektedir (2). Birçok araştırmacı (34, 35) tamamen dişsiz çenelerden yüzey verisi elde etmek için zig-zag tarama stratejisinin uygulanmasının en kullanışlı yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Bu yöntemle veri bütünlüğünü sağlamak için, elde edilen görüntülerin birbirine eklenmesi mümkün olmaktadır (41).

3.4. Taranan Objenin Şekli Ve Boyutu

Daha pürüzsüz düzgün yüzeylere sahip uzun dişsiz alanlarda anatomik referansların kısıtlı olmasından dolayı tarama sırasında elde edilen görüntülerin 3B şekilde birleştirilmesinde zorluklar olabilmektedir. Taranan dişsiz alanın uzunluğu arttıkça kaydedilen görüntünün kesinliğinin azaldığı rapor edilmiştir (36). Bazı araştırmacılar (10, 13, 37), dişsiz maksiller çenelerin taraması yapılırken damağa yerleştirilen referans işaretlerinin, görüntülerin birleştirilmesini kolaylaştırdığını ve taramaların hassasiyetini artırdığını rapor etmişlerdir (12).

3.5. Kontrast Toz Kullanımı

Taramadan önce kontrast oluşturmak ve ışık yansımalarını önlemek amacıyla toz kullanımına (partikül boyutu yaklaşık 20 µm) ihtiyaç duyan sistemlerde taranacak yumuşak doku yüzeylerinin belli kalınlıkta tozla kaplanması gerekmektedir. Ancak tükürük ve dil hareketi her taramadan sonra ve hatta tarama sırasında bile

tozun bir miktarını yüzeyden uzaklaştırmakta ve taramada zorluklar yaşanmaktadır. Uygulanan toz kalınlığının kontrol edilebilmesindeki güçlüklerle birlikte tozun görüntü hassasiyeti veya partikülleri solumanın sağlık üzerine etkisinin olup olmadığı tartışmalı bir konudur (9, 38).

3.6. Tarayıcı Teknolojisi

Ultra hızlı optik bölümleme ve konfokal mikroskop prensibiyle çalışan yeni jenerasyon ağız içi tarayıcı sistemler yumuşak ve sert dokuların gerçek şekillerini yansıtan 3B görüntülerinin hızlı şekilde kaydedilmesine imkan vermektedirler. Görüntü birleştirme methodu yerine video verilerinin alınması prensibiyle çalışmakta olan sistemlerin dişsiz alanların ölçüsünün alınmasında etkin olduğu yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir (39). Teknik donanım ve yazılımlarındaki yeni gelişmeler ile dijital ölçülerin tamamen dişsiz çenelerde hassasiyetinin artırılması amaçlanmaktadır (37, 40).

3.7. Taranan Ortamın Şartları

Tarama sırasındaki ağız ortamının şartlarına ve hastanın hareketine bağlı olarak elde edilen görüntülerin hassasiyeti değişmektedir. Ağız içindeki ısı, nem, tükürük varlığı, yumuşak dokuların ve dilin hareketi, farklı ışık yansıtma özelliğindeki dokuların varlığı, klinik uygulamalarda görüntü kalitesi üzerinde oldukça etkili faktörlerdir (9, 34).

4. TAMAMEN DIŞSİZ ÇENELERİN ÖLÇÜLERİNİN ALINMASINDAKİ ZORLUKLAR

Direkt ağız içi tarayıcıların verilerine dayalı olarak tamamen ve parsiyel dişsiz hastalarda hareketli protezlerin üretimi için dijital iş akışları söz konusu olduğunda, ağız içi tarayıcıların klinik ve laboratuvar süreçleri azaltarak uygulamaları kolaylaştırması açısından konvansiyonel ölçü yöntemine alternatif olarak kullanımında yaşanabilecek zorluklar vardır (7, 12, 19, 20).

4.1. Kenar Şekillendirilmesi Yapılamaması

Tamamen dişsiz çenelerin dijital ölçüsünde ağız içi tarayıcıların kullanılmasının en önemli dezavantajı mukozanın fonksiyonel ölçüsünün kaydedilememesidir. Ağız içi tarayıcılar ile anatomik yapıların ve mukozanın ölçüsü pasif mukostatik koşullar altında kaydedilir. Hermetik kapanmayı sağlamak için kenar şekillendirmesi yapılamamakta ve de post-dam sahasından faydalanılmamaktadır

(5,7,10). Ağız içi tarayıcılar ile elde edilen kayıtlar mukostatik ölçüyle benzerdir, bu nedenle tam protezlerin retansiyonu esas olarak mukoza ile yakın temas eden protez yüzeyi arasındaki yüzey gerilimiyle oluşmakta ve periferel sızdırmazlığa ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu nedenle vestibüler derinliğin ve genişliğin kenar şekillendirmesi ile kaydedilmesi gerekli görülmektedir (7, 41).

4.2. Mukogingival Bölgeleri Kaydetmedeki Zorluklar

Dişsiz çenelerin pürüzsüz yüzey dokusu nedeniyle görüntü kaydında yaşanan zorluklarla ilgilidir. Pürüzsüz yüzey dokusu nedeniyle görüntüleri birleştirmek için referans noktalarının bulunmayışının oluşturduğu problemin önüne geçmek için günümüzde kompozit ya da dermal işaretleyiciler kullanılmaktadır. Ayrıca yumuşak dokunun hareketliliği, translüsentliği ve tükürük varlığı da dişsiz alanlarda tarayıcıların hassasiyetini etkilemektedir (46).

4.3. Sulkusun Fonksiyonel Derinliğini Ve Genişliğini Kayıt Etmedeki Zorluklar

Tarama esnasında dudakları, yanakları ve dili ekarte etmek için uygulanan işlemlerden dolayı vestibül sulkusun fonksiyonel derinliğinin ve frenilum bağlantılarının konumunun kaydedilmesinde hatalar oluşabilmektedir (12).

4.4. Hareketli Doku İçeren Bölgeleri Kayıt Etmedeki Zorluklar

Mevcut ağız içi tarayıcılar, sert dokuları ve hareketsiz alanları taramaya odaklanır, böylece yazılım algoritması otomatik olarak dil, vestibül, damağın hareketli alanlarının yanı sıra ağız aynaları ve parmak taramalarını otomatik olarak taramadan çıkarabilmektedir. Maksilla ve mandibulanın vestibül bölgesindeki hareketli doku alanları ve mandibuladaki dilaltı alanları gibi mobil doku içeren bölgelerin ağız içi tarayıcıları ile kaydedilmesinde zorluklar yaşanabilmektedir. Dinamik doku görüntüsü kaydedilmesi mevcut tarayıcılar ile mümkün olmasa da ilerleyen yıllarda tarayıcı teknolojilerinin geliştirilmesiyle kas hareketlerinin de kaydının mümkün olabileceği düşünülmektedir (9, 34).

4.5. Ağız Ortamına Bağlı Zorluklar

Hastanın hareketi, ağız içi aydınlatma, tükürükten kaynaklanan nem sonucu dijitalizasyon ünitesinde buğulanma olması gibi faktörlerin tarama sonuçlarının kesinliği üzerinde etkisi olduğu belirtilmiştir (45).

5.KONUUYLA İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Tamamen dişsiz çenelerin ağız içi tarayıcılarla alınan dijital ölçülerinin geleneksel ölçü tekniğine alternatif olarak kullanılabilirliğini araştıran ve tarayıcıların dişsiz alanlarda uygulama hassasiyetini ve klinik etkinliğini değerlendiren sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Palzelt ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada, 4 farklı ağız içi tarayıcı (CEREC AC Bluecam, Lava C.O.S; Lava software 3.0, iTero; software version 4.0, Zfx IntraScan; software version 0.9 RC33 2.8) kullanarak tamamen dişsiz modellerden elde ettikleri dijital ölçülerin doğruluğunun 44 ile 591 µm arasında, kesinliğinin ise 21 ile 698 µm arasında olduğunu rapor etmişlerdir (9). Ayrıca Lava C.O.S ağız içi tarayıcısının anlamlı şekilde diğer tarayıcılardan daha yüksek hassasiyet gösterdiğini ancak klinik kullanımları açısından tarayıcıların dişsiz çenelerin ölçüsünde yeterli olamayacaklarını bildirilmişlerdir. Bilindiği gibi, tam veya parsiyel hareketli protezlerin üretimi için gerekli olan model hassasiyeti genellikle sabit protezlerinkinden daha düşük olmakla birlikte 300 µm' den (eşik değer) daha büyük sapmaların klinik olarak tolere edilemeyecek hatalara neden olacağı kabul edilmektedir (42). Daha sonraki yıllarda araştırmacılar, ağız içi tarayıcıların dişsiz çenelerin özellikle damak bölgesinde ortaya çıkan görüntüleme hatalarını azaltarak, görüntülerin kesinliğini artırmak amacıyla akıcı kompozit rezin, basınç gösterici patlar veya çinko oksit öjenol gibi farklı materyallerle damak bölgesinde pürüzlü yüzeylerin ve geometrik şekillerin oluşturulması gerektiğini savunmuşlardır (10, 13, 37). Son yıllarda yapılan in-vivo çalışmalarda, özellikle yeni nesil ağız içi tarayıcıların, bazı araştırmacılar tarafından önerilen referans işaretlerinin kullanılmasına da gerek olmadan, geleneksel ölçü tekniklerine alternatif olarak dişsiz çenelerin dijital ölçüsünün kaydedilmesinde oldukça etkili oldukları bildirilmiştir (13, 37). Goodacre ve arkadaşları 2018 yılında, dişsiz hastalarda ağız içi tarayıcı (TRIOS3; 3Shape A/S) ile elde edilen görüntüler üzerinden dijital tam protezlerin üretildiği ilk vaka raporunu sunmuştur(12). Bu raporda, dişsiz hastalar için üretilen maksiller tam protezlerin, tarama sırasında damakta kullanılan işaretleme yöntemlerinden etkilenmeyerek, fonksiyonel olarak yeterli memnuniyeti sağladığını ancak mandibular tam protezlerde ağız içi tarayıcıların özellikle hareketli doku alanı içeren dilaltı bölgelerinde protezlerin üretimi için yeterli olmayan sınırlı bir görüntüyü kaydettiğini rapor ederek, mandibular tam protezlerde konvansiyonel ölçüyü içeren modifiye ölçü tekniğinin kullanılmasının daha doğru olacağını önermişlerdir.

Chebib ve arkadaşları, 12 dişsiz hastanın maksillasında yaptıkları çalışmada 1 adet ağız içi tarayıcı (TRIOS; 3Shape) ve 3 farklı geleneksel teknikte aldıkları ölçülerden elde edilen verileri referans olarak kabul ettikleri ZOE ölçüsü ile karşılaştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda; dişsiz çenelerde geleneksel teknikte ve ağız içi tarayıcıyla alınan ölçülerin klinik olarak kabul edilebilir sonuçlar sağlayabildiğini bulmuşlardır. Geleneksel ölçü ve ağız içi tarayıcı ile alınan ölçü karşılaştırıldığında protezin tutuculuğu ve hasta konforu açısından bazı farklılıklar olduğunu bulmuşlardır. Hastaların tercihlerinin ise geleneksel ölçü yerine basitleştirilmiş ve dijitalleştirilmiş tekniğe yöneldiğini bildirmişlerdir (12). Lo Russo ve arkadaşları yaptıkları klinik çalışmada, dişsiz 10 hastanın maksilla ve mandibulasından ağız içi tarayıcı (TRIOS 3; 3Shape) ile aldıkları ölçüler ile geleneksel yöntemle aldıkları ölçülerini karşılaştırmış ve 2 yöntem arasında istatistiksel ve klinik olarak anlamlı farklılık olmadığını saptamışlardır(7). Bu sonucu ise; mukozanın yer değiştirme miktarının ölçülerin doğruluğu açısından klinik tolerans aralığı oluşturmaya dayandırmışlardır. Bilindiği gibi, ağız içi tarayıcılar mukozal anatomiye pasif durumda kaydederken, geleneksel yöntemle alınan ölçülerde ölçü materyallerinin uyguladığı basınçla mukozanın esnekliğine bağlı olarak belli oranda mukozanın yer değiştirmesi söz konusu olmaktadır (29, 43, 44). Tolerans aralığı olarak açıklanan bu durum ağız içi tarayıcılar ile dişsiz çenelerin dijitalleştirilmesini mümkün kılabilir. Farklı ağız içi tarayıcıların (True Definition Scanner, Planmeca Emerald, Omnicam, Dental Wings; TRIOS Model S1p ve Aadvia iOS 100) dişsiz çene modellerindeki görüntü keskinliklerinin kıyaslandığı güncel bir in-vitro çalışmada (42), Planmeca ve Dental Wings haricinde, bütün tarayıcıların tam protezlerin üretilmesi için saptanan klinik eşik değerden (< 300 µm) daha düşük seviyelerde sapma gösterdikleri ve tarama hassasiyetlerinin yüksek oldukları saptanmıştır. Schimmel ve arkadaşları, yeni jenerasyon ağız içi tarayıcılardan olan CEREC Primescan (Sirona, Bensheim, Germany)' in dişsiz çene modellerinde tarayıcı tecrübesine bağlı olarak görüntü hassasiyetini değerlendirdikleri in-vitro çalışmalarında, tarayıcının doğruluğunun (mandibula için: 21,5 - 27,4 µm; maksilla için: 35,0 - 29,5 µm) ve kesinliğinin (mandibula için: 15,9 - 15,1 µm; maksilla için: 16,2 - 20,7 µm) hekim tecrübesinden bağımsız olarak oldukça yüksek değerlerde olduğunu bildirmişlerdir (32). Cerrahi rezeksiyon sonucu obturator protezleri ile rehabilite edilecek maksiller defektli tamamen dişsiz hastalarda da ağız içi tarayıcıların kullanılmasına öncelik veren son yıllardaki çalışmalar da konuyla ilgili ümit verici bulgular ortaya koymaktadır.

Elbashti ve arkadaşları yaptıkları in-vitro çalışmada, çeyrek ve yarım çeneyi kapsayan büyüklükte maksiller defektli dişsiz modellerin ölçüsünü ağız içi tarayıcı (3M True Definition, 3M ESPE) ile alarak, 3B modellerinin hassasiyetlerini KIBT verilerini referans olarak karşılaştırmışlardır(11). Bu çalışmada tarayıcıların ortalama 168 -170 µm arasında sapma değeri gösterdiğini ve ağız içi tarayıcıların maksiller defektlerde de etkin kullanılmalarının mümkün olduğunu rapor etmişlerdir. Ancak, Elbashti ve arkadaşları, maksiller defektli dişsiz hastalarda kullandıkları ağız içi tarayıcısının (Trophy 3D, Yoshida Dental) klinik kullanımdaki performansını değerlendirdiklerinde, özellikle derin andırkatlı defektlerde, rezidüel dokuların tamamının ağız içi tarayıcı ile taranmasının protez üretimi için yeterli görüntü sağlamadığını bildirmişlerdir(11). Bu sonucun, kullanılan ağız içi tarayıcısının başlığının boyutuna, tarayıcı teknolojisine ve bağlı olabileceğini vurgulamışlardır. Bu noktada, güncel teknolojiler ve yazılımlar ile ağız içi tarayıcılardan elde edilen görüntülerin KIBT verileriyle birleştirilebilmesi sayesinde detaylı şekilde segmente edilen defekt anatomisinin ağız içindeki rezidüel sert ve yumuşak dokuların görüntüsüyle birleştirilmesi mümkün olmaktadır (14). Wang Y ve arkadaşları yaptıkları çalışmada tamamen dişsiz çenelerde ağız içi taramanın (IOS) doğruluğunu değerlendirmeyi amaçlamışlardır ve bu çalışmanın sonuçlarına göre, ağız içi tarayıcılar ile doğrudan dijital ölçülerin dişsiz çenelerde geleneksel ölçülerin yerini alamadığını, dişsiz bölgenin dijital ölçülerinde yumuşak damak, vestibüler sulkus ve dilaltı bölgesi gibi hareketli dokuların bulunduğu periferik alanlarda doğruluğun düşük olduğunu belirtmişlerdir (45). Janosi ve ark. yaptıkları çalışmada; hastalardan alınan ilk ölçüde geleneksel ve dijital ölçüyü karşılaştırarak verimliliği, hasta açısından konforu ve doğruluğu değerlendirmişlerdir. Geleneksel ve dijital teknik ile 28 hastadan ölçü almışlardır. Her iki ölçü tekniğinin verimliliğini ortalama çalışma süresini ölçerek değerlendirmişlerdir, toplam tedavi süresi geleneksel ölçü için 75,5 dakika ve dijital ölçü için 12 dakika olmuştur. Hastalar için konforu '1-10' değerlerini içeren bir anket ile ölçmüşler ve geleneksel tarama için ortalama 6.66, dijital tarama için ortalama 9.03 rahatsızlık değerlendirmesi bulmuşlardır. Doğruluk açısından ise anlamlı bir fark bulamamışlardır. Sonuç olarak dijital ölçünün geleneksel ölçüye göre hastalar tarafından daha rahat ve kabul edilebilir olduğunu ve daha kısa çalışma süresine sahip olduğunu belirtmişlerdir (46).

SONUÇ

Konuyla ilgili yayınlanmış olan sınırlı sayıdaki *in-vitro* ve *in-vivo* çalışmaların sonuçları değerlendirildiğinde;

1. CAD/CAM kullanımı ile ilgili çalışmaların kısa dönem sonuçları umut verici olsa da bu konu ile ilgili uzun dönem klinik çalışma sayısı oldukça kısıtlıdır.
2. Dijital sistemlerdeki gelişmeler arttıkça konvansiyonel sistemler klinik kullanımda daha az tercih edilecek gibi gözükmemekte de olsa, uzun dönem başarılı tedavi sonuçları olan geleneksel teknikler bazı vakalarda daha öncelikli olarak tercih edilmelidir.
3. Dijital olarak üretilmiş protezlerin klinik olarak kabul edilebilir olduğunu ve sonuçlarının geleneksel protezlerle karşılaştırılabilir olduğunu göstermiştir
4. Görüntü kaydetme hızları yüksek olan video tabanlı sistemler, dişsiz çeneler gibi pürüzsüz yüzeylerin dijitalleştirilmesi için daha kullanışlı görünmektedir. Daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır.
5. Gelecekteki çalışmalar, ağız içi tarayıcıların teknolojilerinin gelişmesi ile dokuların dinamik kaydının yapılabilmesine olanak sağlayacak sistemlere odaklanmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Bidra AS, Taylor TD, Agar JR. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: systematic review of historical background, current status, and future perspectives. *J Prosthet Dent.* 2013;109(6):361-6.
2. Oh KC, Park JM, Moon HS. Effects of Scanning Strategy and Scanner Type on the Accuracy of Intraoral Scans: A New Approach for Assessing the Accuracy of Scanned Data. *J Prosthodont.* 2020;29(6):518-23.
3. Jeong ID, Lee JJ, Jeon JH, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Accuracy of complete-arch model using an intraoral video scanner: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2016;115(6):755-9.
4. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J.* 2009;28(1):44-56.
5. Goodacre CJ, Garbacea A, Naylor WP, Daher T, Marchack CB, Lowry J. CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. *J Prosthet Dent.* 2012;107(1):34-46.
6. Kawahata N, Ono H, Nishi Y, Hamano T, Nagaoka E. Trial of duplication procedure for complete dentures by CAD/CAM. *J Oral Rehabil.* 1997;24(7):540-8.
7. Lo Russo L, Salamini A, Troiano G, Guida L. Digital dentures: A protocol based on intraoral scans. *J Prosthet Dent.* 2021;125(4):597-602.
8. Bonnet G, Batisse C, Bessadet M, Nicolas E, Veyrune JL. A new digital denture procedure: a first practitioners appraisal. *BMC Oral Health.* 2017;17(1):155.
9. Patzelt SB, Vonau S, Stampf S, Att W. Assessing the feasibility and accuracy of digitizing edentulous jaws. *J Am Dent Assoc.* 2013;144(8):914-20.
10. Chebib N, Kalberer N, Srinivasan M, Maniewicz S, Perneger T, Muller F. Edentulous jaw impression techniques: An in vivo comparison of trueness. *J Prosthet Dent.* 2019;121(4):623-30.
11. Zhang M, Hattori M, Elbashti ME, Sumita YI. Feasibility of Intraoral Scanning for Data Acquisition of Maxillectomy Defects. *Int J Prosthodont.* 2020;33(4):452-6.
12. Goodacre BJ, Goodacre CJ. Using Intraoral Scanning to Fabricate Complete Dentures: First Experiences. *Int J Prosthodont.* 2018;31(2):166-70.
13. Lee JH. Improved digital impressions of edentulous areas. *J Prosthet Dent.* 2017;117(3):448-9.
14. Murat S, Batak B. Fabrication of a 3-dimensionally printed definitive cast for an obturator prosthesis by merging intraoral scan image with cone beam computed tomography data: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 2021;126(2):256 e1- e4.
15. Maeda Y, Minoura M, Tsutsumi S, Okada M, Nokubi T. A CAD/CAM system for removable denture. Part I: Fabrication of complete dentures. *Int J Prosthodont.* 1994; 7(1):17-21.

- 16.** Zarone F, Ruggiero G, Ferrari M, Mangano F, Joda T, Sorrentino R. Accuracy of a chairside intraoral scanner compared with a laboratory scanner for the completely edentulous maxilla: An in vitro 3-dimensional comparative analysis. *J Prosthet Dent.* 2020;124(6):761.e1-.e7.
- 17.** Logozzo S, Zanetti EM, Franceschini G, Kilpelä A, Mäkynen A. Recent advances in dental optics - Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and Lasers in Engineering.* 2014;54:203-21.
- 18.** Arakawa I, Al-Haj Husain N, Srinivasan M, Maniewicz S, Abou-Ayash S, Schimmel M. Clinical outcomes and costs of conventional and digital complete dentures in a university clinic: A retrospective study. *J Prosthet Dent.* 2022;128(3):390-5.
- 19.** Srinivasan M, Kalberer N, Naharro M, Marchand L, Lee H, Muller F. CAD-CAM milled dentures: The Geneva protocols for digital dentures. *J Prosthet Dent.* 2020;123(1):27-37.
- 20.** Kattadiyil MT, Jekki R, Goodacre CJ, Baba NZ. Comparison of treatment outcomes in digital and conventional complete removable dental prosthesis fabrications in a predoctoral setting. *J Prosthet Dent.* 2015;114(6):818-25.
- 21.** Srinivasan M, Schimmel M, Naharro M, C ON, McKenna G, Müller F. CAD/CAM milled removable complete dentures: time and cost estimation study. *J Dent.* 2019;80:75-9.
- 22.** Calesini G, Zarone F, Sorrentino R, Micarelli C, Fabianelli A, Papacchini F, et al. Effect of 2 impression techniques on the dimensional accuracy of working implant prosthesis models: an in vitro study. *J Craniofac Surg.* 2014;25(3):822-7.
- 23.** Gujjarlapudi MC, Reddy SV, Madineni PK, Ealla KK, Nunna VN, Manne SD. Comparative evaluation of few physical properties of epoxy resin, resin-modified gypsum and conventional type IV gypsum die materials: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract.* 2012;13(1):48-54.
- 24.** Thota KK, Jasthi S, Ravuri R, Tella S. A comparative evaluation of the dimensional stability of three different elastomeric impression materials after autoclaving - an invitro study. *J Clin Diagn Res.* 2014;8(10):Zc48-50.
- 25.** Endera A, Mehlab A. Full arch scans: conventional versus digital impressions—an in-vitro study Ganzkieferaufnahmen: konventionelle versus digitale Abformtechnik—eine In-vitro-Untersuchung. *International journal of computerized dentistry.* 2011;14:11-21.
- 26.** Güth J-F, 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.
- 27.** Keul C, Stawarczyk B, Erdelt K-J, Beuer F, Edelhoff D, Güth J-F. Fit of 4-unit FDPs made of zirconia and CoCr-alloy after chairside and labside digitalization—a laboratory study. *Dental Materials.* 2014;30(4):400-7.
- 28.** Mangano A, Beretta M, Luongo G, Mangano C, Mangano F. Suppl-1, M8: Conventional Vs Digital Impressions: Acceptability, Treatment Comfort and Stress Among Young Orthodontic Patients. *Open Dent J.* 2018;12:118.
- 29.** Hayama H, Fueki K, Wadachi J, Wakabayashi N. Trueness and precision of digital impressions obtained using an intraoral scanner with different head size in the partially edentulous mandible. *J Prosthodont Res* 2018;62(3):347-52.
- 30.** Bohner L, Hanisch M, De Luca Canto G, Mukai E, Sesma N, Neto PT. Accuracy of Casts Fabricated by Digital and Conventional Implant Impressions. *J Oral Implantol.* 2019;45(2):94-9.
- 31.** Resende CCD, Barbosa TAQ, Moura GF, Tavares LDN, Rizzante FAP, George FM, et al. Influence of operator experience, scanner type, and scan size on 3D scans. *J Prosthet Dent.* 2021;125(2):294-9.
- 32.** Schimmel M, Akino N, Srinivasan M, Wittneben JG, Yilmaz B, Abou-Ayash S. Accuracy of intraoral scanning in completely and partially edentulous maxillary and mandibular jaws: an in vitro analysis. *Clin Oral Investig.* 2021;25(4):1839-47.
- 33.** 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(1):11-9.
- 34.** Hack G, Liberman L, Vach K, Tchorz JP, Kohal RJ, Patzelt SBM. Computerized optical impression making of edentulous jaws - An in vivo feasibility study. *J Prosthodont Res.* 2020;64(4):444-53.
- 35.** 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.

- 36.** Tasaka A, Uekubo Y, Mitsui T, Kasahara T, Takanashi T, Homma S, et al. Applying intraoral scanner to residual ridge in edentulous regions: in vitro evaluation of inter-operator validity to confirm trueness. *BMC Oral Health*. 2019;19(1):264.
- 37.** Fang JH, An X, Jeong SM, Choi BH. Digital intraoral scanning technique for edentulous jaws. *J Prosthet Dent*. 2018;119(5):733-5.
- 38.** Prudente MS, Davi LR, Nabbout KO, Prado CJ, Pereira LM, Zancope K, et al. Influence of scanner, powder application, and adjustments on CAD-CAM crown misfit. *J Prosthet Dent*. 2018;119(3):377-83.
- 39.** Ting-Shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *J Prosthodont*. 2015;24(4):313-21.
- 40.** Andriessen FS, Rijkens DR, van der Meer WJ, Wismeijer DW. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study. *J Prosthet Dent*. 2014;111(3):186-94.
- 41.** Carlsson GE, Örtorp A, Omar R. What is the evidence base for the efficacies of different complete denture impression procedures? A critical review. *J Dent*. 2013;41(1):17-23.
- 42.** CA O, JH W, Venezia P, Ferrari M, AJ K. Full arch precision of six intraoral scanners in vitro. *Journal of prosthodontic research*. 2019;64(1):6-11.
- 43.** Benic GI, Sailer I, Zeltner M, Gutermann JN, Ozcan M, Muhlemann S. Randomized controlled clinical trial of digital and conventional workflows for the fabrication of zirconia-ceramic fixed partial dentures. Part III: Marginal and internal fit. *J Prosthet Dent*. 2019;121(3):426-31.
- 44.** Muhlemann S, Benic GI, Fehmer V, Hammerle CHF, Sailer I. Randomized controlled clinical trial of digital and conventional workflows for the fabrication of zirconia-ceramic posterior fixed partial dentures. Part II: Time efficiency of CAD-CAM versus conventional laboratory procedures. *J Prosthet Dent*. 2019;121(2):252-7.
- 45.** Wang Y, Li Y, Liang S, Yuan F, Liu Y, Ye H, et al. The Accuracy of Intraoral Scan in Obtaining Digital Impressions of Edentulous Arches: A Systematic Review. *J Evid Based Dent Pract*. 2024;24(1):101933.
- 46.** Janosi KM, Cerghizan D, Martha KI, Elekes E, Szakacs B, Elekes Z, et al. Evaluation of Intraoral Full-Arch Scan versus Conventional Preliminary Impression. *J Clin Med*. 2023;12(17):5508.