

Ölçüde Dijital Dönüşüm

Digital Transformation of the Impression

Makbule Heval ŞAHAN
Övül KÜMBÜLOĞLU

<https://orcid.org/0000-0003-0825-8914>

<https://orcid.org/0000-0002-4041-7308>

Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, izmir

Atıf/Citation: Şahan, M.H., Kümbüloğlu, Ö., (2022). Ölçüde Dijital Dönüşüm. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2022; DİJİTAL DİŞ HEKİMLİĞİ ÖZEL SAYI, 27-34.

ÖZ

Protezlerin yapım sürecinde doğru ölçü almak önemlidir. Bitmiş bir protezin uyumu alınan ölçünün doğruluğuna bağlıdır. Geleneksel ölçü alma yöntemleri, restorasyonların yapımında laboratuvara aktarmak için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Dijital ölçü teknolojisi ve CAD/CAM sistemleri ilk kez 1980'lerin başında diş hekimliğinde ortaya çıktı ve diş hekimliğinin restoratif, ortodonti ve protez gibi birçok alanında kullanıldı. Başlangıçta estetik seramik restorasyonların üretimi için tasarlanmıştır. Yıllar içinde sistem, donanımın dördüncü versiyonuna dönüşerek inley ve onley dolgular, kuronlar, laminatlar, sabit protezler ve hatta implantların üretimini mümkün kıldı. CAD/CAM sisteminde ağız içi tarayıcı ile dijital ölçüler alınır. Dijital ölçü teknikleri, protez üretiminde geleneksel ölçü yöntemlerine klinik olarak kabul edilebilir bir alternatiftir. Dijital ölçü teknikleri daha hızlıdır ve protezin yapım süresini kısaltabilir. Giderek artan sayıda sabit protezler, ağız içi dijital ölçü teknikleri ile üretilmekte ve artık protezlerin sayısallaştırma sürecinin önemli bir parçası haline gelmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ölçü, CAD CAM, Ölçü maddeleri

ABSTRACT

Definitive impressions play a vital role in the process of fabrication of prosthesis. Quality of the final prosthesis to a large extent depends on the accuracy of impression. Conventional Impression making with impression materials is still the widely used technique for replicating the intraoral anatomy and to transfer this information to the dental laboratory for fabrication of indirect dental restorations. Digital impression technology and CAD/CAM systems appeared for the first time in dental practice in the early 1980s and found their application in many areas of dentistry such as restorative, orthodontics and prosthesis. It was initially designed for the manufacture of esthetic ceramic restorations. Over the years, the system has developed into the fourth version of the hardware, enabling the manufacture of inlay and onlay fillings, crowns, laminates, fixed prosthesis, and even implants. In the CAD/CAM system, digital impressions are taken by intraoral scanner. Digital impression techniques are a clinically acceptable alternative to conventional impression methods in fabrication of prosthesis. Digital impression techniques are faster and can shorten the operation time. An increasing number of fixed prostheses have been manufactured with intraoral digital impression techniques now becoming an important part of the digitization process of prosthodontics.

Keywords: Impression, CAD CAM, impression materials

Sorumlu yazar/Corresponding author*: heval.sahan@ege.edu.tr

Başvuru Tarihi/Received Date: 17.10.2022

Kabul Tarihi/Accepted Date: 01.12.2022

GİRİŞ

Protez, vücutta kayba uğramış herhangi bir organın yapay olarak yerine konulmasına yardımcı olan tıbbi aygıt olarak tanımlanabilir. Diş hekimliğinde uygulanan protezler, herhangi bir sebeple çiğneme sisteminde meydana gelen madde kayıplarını fonksiyon, fonasyon ve estetiği göz önünde bulundurarak gidermeyi amaçlar.¹

Diş ve çevre dokularında birçok faktöre bağlı olarak meydana gelen eksikliklerin ya da kayıpların doğal olmayan gereçler yardımı ile tamamlanması ve bu eksikliklerin sebep olduğu fonksiyonel bozukluklarının giderilmesi protetik diş hekimliğinin temel amacıdır. Meydana gelen eksiklikler ve kayıplar dişin bir kısmını etkileyeceği gibi tamamını da kapsayabilmektedir ayrıca oluşan kayıplar doku kaybı olacağı gibi renk ve fonksiyon kaybı da olabilmektedir.^{2,3} Prepare edilmiş veya edilmemiş dişlerden, dental implantlardan, dişsiz ağızlardan veya ağız içi defektlerden doğru ve eksiksiz ölçü elde etme işlemi, sabit veya hareketli protezlerin yapım aşamalarındaki önemli basamaklardan birini oluşturmaktadır. Ölçü işlemi; çeşitli maddeler ve uygulamalarla preparasyon sahasının veya ağız içinin ya da herhangi bir bölgenin tam negatifinin elde edilmesi anlamına gelmektedir.^{4,5} Restorasyonların başarısı uygulanan ölçü tekniğine ve kullanılan ölçü maddelerine bağlıdır.⁶

Protetik tedavi yapılacak olan bölgede ölçü işleminin doğruluğu ve hassasiyeti, planlanan ve yapılan restorasyonun başarısını etkilemektedir.⁷ Yapılan tedavilerde amaç, hastalara ağız dokuları ile uyumu iyi olan restorasyonlar sunmaktır.⁸ Restorasyonların başarısı, hekimin tedavi planlamasına uygun seçtiği ölçü maddesine ve uyguladığı ölçü tekniğine de bağlıdır.⁶ Elde edilen modellerin yüksek hassasiyette olması için ölçü maddelerinin boyutsal değişime uğramamaları gerekir. Uygun olmayan materyal veya koşullarda alınan ve saklanan ölçüler, biyolojik ve mekanik komplikasyonlar oluşturabilecek uyumsuz protetik restorasyonların hazırlanmasına sebep olmaktadır.⁹

Son yıllarda dijital alanda meydana gelen teknik yenilikler diş hekimliği üzerinde de büyük bir etkiye sahiptir. Hastaların kayıtlarının tutulması, diş renginin belirlenmesi, okluzal kayıtların alınması gibi birçok işlem dijital ortamda yapılabilmektedir. Özellikle mühendislik alanında kullanılan tarama-üretim sistemleri diş hekimliğinde de geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli üretim (CAM) sistemleri kullanılarak yüksek hassasiyette restorasyonların planlanması, dizaynı ve üretimi amaçlanmaktadır. Günümüzde birçok avantajı sunulan dijital ölçü tekniklerinin yanında konvansiyonel teknikler hala diş hekimleri tarafından sıklıkla kullanılmaktadır.¹⁰⁻¹²

Bu derlemenin amacı, geçmişten günümüze kullanılan ölçü maddeleri ve dijital yöntemlerinin değerlendirilmesidir.

Ölçü Maddeleri

Ölçü maddeleri; ağızdaki sert ve yumuşak dokuları ve ilişkilerini kaydetmeye ve ağız dışında negatif kopyalarını elde etmeye yarayan diş hekimliği materialleridir.¹³ Ölçülerde istenilen netliğin sağlanabilmesi, doğru ölçü maddesinin ve ölçü yönteminin seçilmesi restorasyonların, üretiminde büyük önem taşır. Net bir ölçü, protezlerin üretiminde ilk basamak olarak kabul edilmektedir. Ölçü aşamasında yapılan hataları minimuma indirmek için ölçü maddelerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında detaylı bilgi sahibi olunması gerekir.¹⁴

Günümüzde kullanılan ölçü maddeleri; bileşimlerine, sertleşme mekanizmalarına, mekanik özelliklerine ve kullanım yerlerine göre sınıflandırılabilir. Genel olarak ölçü maddeleri mekanik özelliklerine göre şu şekilde sınıflandırılabilir:

Elastik olmayan Ölçü Maddeleri

Ölçü alçısı, çinko oksit öjenol ve termoplastik ölçü maddeleri bu grupta yer alır.

1. Ölçü alçısı:

Ölçü alçısının kimyasal yapısını kalsiyum sülfat hemihidrat oluşturur, bu birleşim su ile reaksiyona girdiğinde, kalsiyum sülfat dihidrata dönüştürür. Ayrıca ölçü alçısının yapısına genleşmeyi azaltmak için potasyum sülfat, sertleşme zamanını uzatmak için boraks katılmıştır. Model oluşturmak için dökülecek alçı ile ayrılmasını sağlamak amacı ile de nişasta eklenmiştir.¹⁵

Geçmiş dönemlerde dişsiz ağızlarda kullanılan çok başarılı bir ölçü maddesiydi fakat günümüzde kullanımı daha kolay ve hızlı sertleşen ölçü maddeleri bulunduğu için kullanılmamaktadır. Ölçü alçısı günümüzde sadece andırkat alanları bulunmayan dişsiz bölgelerdeki fibröz kretlerin ölçüsünün alınmasında kullanılır

2. Çinko oksit öjenol:

Diş hekimliğinde kullanılan birçok çinko oksit öjenol (ZOE) ürününün bulunmasıyla birlikte ölçü maddesi olarak kullanılan formu iki ayrı macun kıvamındaki materyalden oluşur. Bazı oluşturan tüp çinko oksit, zeytin yağı, keten tohumu yağı, çinko asetat ve su içerir. Katalizör olan tüp öjenolden oluşur ve doldurucu madde olarak kaolin ve pudra içerir. Tüplerdeki materyallerin renkleri karışımın homojenliğinin kontrol edilebilmesi için farklı yapılmıştır.¹⁷ Ölçü malzemesi olarak, kişisel kaşıklarla tam dişsiz ve andırkatları olmayan kretlerde son ölçüyü almak (wash tekniği ile) için ve astarlamada ölçü alınmasında kullanılır. ZOE macunları ayrıca tam protezlerin yapımında ısırma kaydı maddesi olarak kullanılır.¹⁸

3. Termoplastik ölçü maddeleri:

Termoplastik veya ısıyla yumuşayan plastik, belirli sıcaklıkta bükülebilir hale gelen ve soğuduktan sonra katılaştıran bir polimer malzemedir

ADA'nın yaptığı sınıflamaya göre termoplastik ölçü maddeleri iki gruba ayrılmaktadır:

1. Tip-I: ölçü almak için kullanılanlar.
2. Tip-II: kaşık hazırlamak için kullanılanlar.¹⁹

Elastik Ölçü Malzemeleri

Elastomerik ölçü maddeleri; hidrokolloidler ve elastomerler olmak üzere iki ana başlık altında incelenirler. İlk kullanılan elastik ölçü maddesi, 1925 yılında diş hekimliğine tanıtılan hidrokolloidlerdir. Geçmişten günümüze kadar, birçok elastomerik ölçü maddesi kullanıma sunulmuştur.²⁰

Hidrokolloid Ölçü Maddeleri

Hidrokolloid ölçü materyalleri iki farklı formda bulunur;

1. Reversible hidrokolloidler (agar): Agar, diş hekimliğinde keşfedilen ilk elastomerik ölçü maddesidir. Organik bir hidrokolloid olan yosun, ana aktif maddesidir. Agarın sol halden jel hale değişimi, sıcaklığın düşürülmesiyle indüklenir. Jel, sıvılaştırma sıcaklığı olarak bilinen 70° C - 100° C'a ısıtıldığında bir çözelti halinde sıvılaşır. Soğutulduğunda ise jelleşme sıcaklığı olarak bilinen 37° C - 50° C arasında katılaştır. Bu reaksiyon geri dönüşümlü bir reaksiyondur¹⁸

2. İrreversible hidrokolloidler (aljinat)

Aljinat kelimesi, "aljinik asit" (anhidro-β-d-mannuronik asit) den gelmektedir. Aljinik asit, kahverengi bir yosun türünden üretilen, doğal olarak oluşan hidrofilik kolloidal bir polisakarittir. Günümüzde aljinatların kullanımları diğer ölçü maddelerinden çok daha fazladır. Bunun başlıca nedenleri; uygulama kolaylığı, hasta için rahat olması ve fazla ekipman gerektirmemesinden dolayı ekonomik olmasıdır.²¹

Aljinat ölçü maddesinin elastik düzelme oranı ortalama %95'ten fazla olması nedeni ile netlikleri elastomerlerle ya da reversible hidrokolloidlerle alınan ölçülerdeki kadar başarılı değildir. Ayrıca materyalin kopma direnci de oldukça düşüktür. Bu nedenle aljinatın kullanımı kuron köprü protezlerinin ölçülerinde önerilmez. Endikasyonları total ve parsiyel protezlerle sınırlıdır.²²

2. Elastomerik Ölçü Maddeleri

Sentetik elastomerler sanayide kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Günümüzde tıp ve diş hekimliği alanlarında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde düşük yırtılma direnci ve boyutsal stabiliteleri sayesinde çabuk kabullenilmişlerdir.²³

Elastomerik ölçüler başlıca üç gruptan oluşur;

1. Polisülfidler

Polisülfid, piyasaya sürülen ilk sentetik elastomerik ölçü maddesidir. Mercaptan veya Thiokol olarak da adlandırılır.²⁴ Bu ölçü maddesi, ucuz olmasına rağmen çoğu diş hekimi tarafından kabul görmemiştir. Belirgin özelliklerinden bazıları kahverengi olması, kıyafetleri kolay boyaması ve keskin bir kokuya sahip olmasıdır. Boyutsal stabilite açısından çok iyi olmamalarına rağmen hidrokolloidlerden daha iyi bir sonuç vermektedirler²³

Esas olarak kuron ve köprü restorasyonlarının ölçü safhasında kullanılırlar. Ayrıca bölümlü protezler, diş üstü protezler ve implant yapımında da kullanılabilirler²⁵ Uzun çalışma zamanı gereken durumlarda bu materyaller kullanışlıdır. Ancak günümüzde yerini diğer elastomerlere bırakmışlardır³

2. Polieterler

Polieter ölçü maddesi iki tüp içerisinde bulunur. Bazı patin içinde prepolimer ve doldurucular bulunurken katalizör patında ise reaksiyon başlatıcılar, pat formu vermek için yağlar ve doldurucular vardır.²⁶

Tek viskozitede bulunan Polieter ölçü maddesi, psödoplastik özelliğinden dolayı hem şırınga ile enjekte edilerek hem de direkt kaşığa yerleştirilerek kullanılabilir. Psödoplastik davranış sadece kuvvet uygulandığında oluşur ve materyal kalıcı olarak deforme olmaz.¹⁸

Kuron köprü restorasyonları, inley-onley uygulamalarında, implant restorasyonların yapımında ve fonksiyonel ölçü alımında kullanılırlar²³

3. Silikon Esaslı Ölçü Maddeleri

Silikon esaslı ölçü maddeleri, elastomerik ölçü maddeleri içinde, en yaygın olarak kullanılanlarıdır. Bu maddelerin polimer zinciri silikondan oluşur ve kondansasyon ve ilave reaksiyon ile polimerize olan, iki çeşidi vardır.²⁷

a. Kondansasyon silikon ölçü maddeleri: Kondansasyon silikonlar tek üyeli sabit restorasyon ölçülerinin alınması için kullanılan ideal ölçü maddeleridir. Madde iki ayrı pat veya bir pat ve bir sıvı katalizör şeklinde ve düşük, orta, yüksek ve çok yüksek viskozitelerde bulunabilirler.³

Kondansasyon polimerizasyonlu silikonlar, temel olarak kuron köprü restorasyonlarının ölçü aşamasında kullanılırlar. Ayrıca kısmen parsiyel protezlerde, diş üstü protezlerde ve implant uygulamalarında da kullanılırlar²⁸

b. İlave silikon (polivinilsiloksan) ölçü maddeleri: İlave silikonlar, kondansasyon silikonların özelliklerinin modifiye edilmesi ile ortaya çıkmıştır. Yapılan modifikasyon ile yan ürünlerin oluşmadığı bir reaksiyon sağlanmış ve böylece ölçü maddesinin sertleşmesinden sonrasındaki boyutsal değişikliği elimine edilmiştir.^{3,29}

İlave silikonların kondensasyon silikonlarında olduğu gibi düşük, orta, yüksek ve çok yüksek viskoziteli tipleri bulunmaktadır.

Yüksek netliklerine bağlı olarak, bu materyaller sabit ve hareketli parsiyel protez, implant destekli protezler için yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar. Ölçünün hemen dökülmeyeceği durumlarda boyutsal açıdan çok stabil oldukları için avantajlıdır.²³ Ölçü gerekirse 1 hafta sonra bile dökülebileceği ve bir ölçüye birçok kere model dökülmesinin mümkün olduğu bildirilmektedir

c. Polivinilsiloksaneter ölçü maddeleri: Üreticiler yeni bir elastomerik ölçü maddesi geliştirmişlerdir. Polivinilsiloksaneter (PVSE) olarak adlandırılan bu yeni materyalin iyi mekanik özellik, akıcılık gösterdiği ve ıslatabilirliğinin ve doğruluğunun da mükemmel yakın olduğu iddia edilmektedir.³⁰

Vinil Siloksaneter ölçü maddesinin model dökmeye gerek kalmadan dijital ölçüler için taranabilen formu da bulunmaktadır. Konvansiyonel ölçü maddelerinden farklı olan yüzey özellikleri, renkleri ve parlaklıkları kullanıcının ağızdan alınan ölçüyü yansıma önleyici pudra uygulamadan dijitalize etmesine olanak sağlamıştır.³¹

Dijital Ölçüler

Bilgisayar Destekli Tasarım/ Bilgisayar Destekli Üretim (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM)) sistemlerinde veriler ağız ortamının ya da konvansiyonel yolla alınan ölçüden elde edilen modelin taranması ile elde edilir. Diş hekimleri ağız içerisinde uyguladığı herhangi bir işlemi klinikte eş zamanlı olarak değerlendirebilir, karşıt arka ilişkisini inceleyebilir, büyültme, küçültme gibi teknik özelliklerden yararlanarak gerekli düzeltmeleri aynı seansta uygulayabilir.³²

Dental restorasyonların tasarım ve üretiminin yapıldığı CAD/CAM teknolojisi temel olarak; preparasyonun intraoral veya ekstraoral olarak taranıp verilerin toplanması, restorasyonun bilgisayarda 3 boyutlu olarak planlanması ve tasarımı (CAD) ve dijital olarak tasarlanmış restorasyonun üretiminin gerçekleştirilmesi (CAM) olmak üzere 3 fonksiyonel kısımdan oluşmaktadır.³³

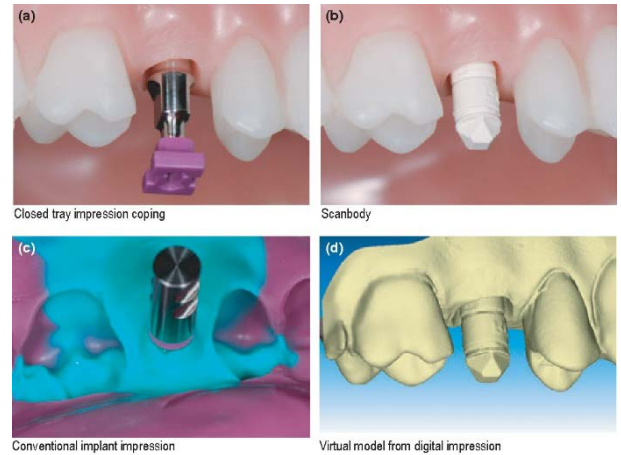
Verilerin toplanması, veri elde etme yöntemlerine göre direkt teknik ve indirekt teknik olarak 2 grup altında toplanmaktadır:

a) Direkt Teknik

Olası hataları ve konvansiyonel tekniğin dezavantajlarını elimine etmek için direkt olarak oral kaviteden ağız içi tarayıcılar ile ölçü alınmasına imkân sağlayan yöntemdir (Resim 1). Konvansiyonel ölçü yöntemleri ortadan kalkmıştır ve prepare edilmiş dişler ağız içi tarayıcılar ile taranır ve veriler direkt olarak bilgisayar ortamına aktarılır (Resim 2).³⁴



Resim 1: Ağız içi tarayıcılar



Resim 2: Dijital ölçüler

b) İndirekt Teknik

Bu teknikte konvansiyonel yöntemlerle ölçü alınıp alınan ölçüden alçı model elde edilir. Bu alçı model CAD/CAM sistemine ait tarayıcılarla taranır ve dijital model elde edilir. Bazı sistemlerde işe konvansiyonel yolla alınmış ölçü yüzeyinin taranmasıyla dijital model elde edilir. Daha sonra tasarım kısmı dijital ortamda devam ettirilir.³⁴

Hassasiyet bakımından indirekt teknik, konvansiyonel ölçü materyallerini ve ölçü tekniklerini içerdiğinden direkt tekniğe göre farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle; ölçü maddelerinin boyutsal stabilitesi, saklama koşulları, dezenfeksiyon sırasındaki distorsiyonlar, ölçü kaşığından ayrılması ve uyumsuzluğu, dental laboratuvara transferi sırasındaki şartlar dikkate alınmalıdır. Konvansiyonel teknikle alınan ölçü sırasında hastaya verilen rahatsızlık da indirekt tekniğin dezavantajları arasındadır.^{35,36}

Günümüzde mevcut olan başlıca sistemler şunlardır:

1. CEREC (Sirona Dental Systems; Bensheim, Almanya)
2. E4D (D4D Technologies, Richardson, Tex)
3. iTero (Cadent, Inc.; Carlstadt, NJ, USA)
4. Lava C.O.S (3M ESPE, Seefeld, Almanya)
5. Trios (3Shape, Copenhagen, Almanya).

CEREC (Sirona Dental Systems; Bensheim, Almanya)

CEREC kelime anlamı olarak "Chairside Economical Restorations of Esthetic Ceramics" kelimelerinin baş

harflerinden oluşmuştur. Hasta başında tek seansta inley restorasyon üretimine Mörmann ve Brandestini tarafından 1980 yılında başlanmıştır. Mörmann ve Brandestini'nin (Brains, Zurih) 1985 yılında 2 boyutlu tarama yapabilen görüntüleme sistemini kullanarak ilk defa hasta başında inley restorasyon yapması diş hekimliğinde bir dönüm noktası olarak kabul edilmiştir. CEREC 1 olarak piyasaya sunulan bu sistemin 1985 yılında biraz daha geliştirilmesi ile inley, onlay ve laminate veneer restorasyonlar hazırlanabilmektedir. Siemens firmasının 1994 yılında CEREC 2 sistemini geliştirmesine ve full kuron yapımına olanak sağlamasına rağmen üç boyutlu tarama yapılamamış, 2000 yılında ise Sirona firması tarafından CEREC 3 sistemi piyasaya sürülmüştür. Bu sistemde ilk defa ağız içi tarayıcı eklenmiştir. 3 boyutlu tasarım 2003 yılından itibaren programa dahil edilmiştir. Bu yeni programda, restore edilecek bölge, antagonist dişler ve fonksiyonel kayıtlar 3 boyutlu olarak görüntülenebilmektedir. Oklüzyonun sistem tarafından otomatik olarak ayarlanması ise 2005 yılında sağlanmıştır. Aynı yılda laboratuvarlar için büyük kolaylık sağlayacak olan harici optik model tarayıcı ünitesi'in Eos' piyasaya sürülmüştür. Bu sistem sayesinde model veya ölçü tarama işlemleri hassas bir şekilde yapılabilmektedir.³⁴

E4D Dentist:

D4D (Dream, Design, Develop, Deliver) Technologies LLC'nin ürettiği E4D Dentist 2008'de ilk defa Bu istemin kendine ait dizayn merkezi (bilgisayar ve monitör), lazer tarayıcı ve freze ünitesi bulunmaktadır. Intra Oral Digitizer adı verilen tarayıcı, kısa vertikal boyu sayesinde ağız açıklığı kısıtlı olan hastalarda bile rahatlıkla kullanılabilir. Bu sistemin en önemli avantajlarından bir diğeri herhangi bir yansıtıcı ajan kullanımı gerekmeksizin görüntü elde edilebilmesidir.³⁴

iTero:

Cadent tarafından 2007'de piyasaya sunulan iTero titanyum dioksit toz benzeri herhangi bir yansıtıcı ürün kullanılmadan paralel konfokal tarama yöntemini kullanır ve yalnızca tarayıcı olarak kullanılır. Sistemde sesli komut ile hekim yönlendirilmektedir.^{34,37}

Final görüntü elde edildikten sonra internet ortamında oluşturulan sanal modelden sert plastik model elde edilmektedir. Bu plastik model üzerinde istenilen protetik veya restoratif restorasyon yapılabilmektedir.³⁴

Lava C.O.S:

Lava Chairside Oral Scanner sistemi 2008 yılında piyasaya sunulmuş bir cihazdır. Bu ağız içi tarayıcının çalışma prensibi; üç boyutlu verilerin oluşturulmasında aktif optik dalga boyu örneklemesine (AWS) dayanmaktadır. Diğer dijital ölçü tarayıcıları triangulasyon ve lazer yaklaşımlarını tercih etmektedirler. Bu sistemlerde lazer veya ışık demeti obje üzerinde yönlendirilerek üç boyutlu

görüntü elde edilir. Bu teknikler yavaş olduğu kadar, distorsiyon ve optik illüzyon gibi dezavantajlara sahiptirler. AWS tekniğine dayanan Lava C.O.S sistemi, saniyede yaklaşık 20 adet üç boyutlu dijital görüntü elde etme hızına sahiptir ve yüksek doğrulukta sanal model etme imkânı sunar.³⁴

Birçok sistem gibi bu sistemde de ağız içi yapıların görüntüsü alınmadan önce tozlanma yapılması gerekmektedir. Sistemin kendisine ait tozlanma tabancası mevcut olup gerekli alanların tozla kaplanması istenmektedir.

Trios (3Shape, Copenhagen Danimarka copenhag Almanya):

Trios ağız içi görüntü sisteminde dijital ölçü için herhangi bir yansıtıcı toz kullanımına gerek kalmadan direk olarak ağız içi dokulardan görüntü elde edilir. Elde edilen görüntülerden oluşturulan sanal modelden istenilen restorasyon, laboratuvar ortamında veya CAD/CAM sistemleri ile hazırlanır.³⁴

Dijital ölçünün alınması

Günümüzde kullanılan her bir tarayıcı farklı bir prensip ile çalışmaktadır. Cerec Bluecam kısa dalga boylu mavi ışığa dayalı bir kameradır ve hassas ölçü alınmasını sağlamaktadır. Bluecam ile ölçü alınmadan önce özel bir pudra taranacak alana püskürtülmektedir. Cerec Omnicam pudra kullanımını ortadan kaldıran ve renkli ölçü alınmasını sağlayan bir kameradır. Omnicam'de Cerec Bluecam kamerasından farklı olarak diğten 0-15 mm uzaklıkta tutularak ölçü alınmaktadır. Bluecam ise dişe doğrudan dayanarak sabitlenir ve kamera ölçüyü alır. Omnicam'de devamlı ölçüler ile 3 boyutlu görüntüleme yapılırken, Bluecam birkaç tekli görüntüyü birleştirerek 3 boyutlu model oluşturabilmektedir.³⁸ Apollo sistemi ise yine aynı üretici firma tarafından sadece CEREC sistemi için geliştirilmiştir. Tarama yapılacak alana gri renkli, siyah beyaz partiküller bulunan sprey püskürtülerek homojen bir yüzey oluşturulur ve farklı yönlerden tarama yapılır. InLab InEos X5, üretici firma tarafından laboratuvar için üretilen indirekt tarayıcıdır. 5 akşlıdır. Robotik kol sayesinde model 5 aksta hareket ettirilerek dijital kayıt alınır. Manuel olarak da kayıt alınabilmektedir. Otomatik odaklama ile işlemler daha hızlı olurken tüm çeneyi taraması yaklaşık 10 saniye sürmektedir.³⁹ Cerec sisteminin en önemli parçalarından biri olan optik kamera ile prepare edilmiş diş ve çevre dokuların üç boyutlu görüntüleri ve uzaydaki konumları sistemin bilgisayarına aktarılmaktadır.^{40,41} Omnicam kamerasında, Bluecamden farklı olarak ışık tek dalga boyunda değil farklı dalga boylarından yansıtılır. Hasta başında tarama sırasında pozlama süresi kısaltılmıştır bu da tarayıcının titreme sorununu azaltmaktadır. Sistem ağız içi verileri görüntüler halinde değil video kaydına benzer şekilde görüntü akışı olarak kaydeder. Genel olarak görüntü kayıt prensibine uymak önemlidir.

Posterior bölgede okluzal bölgeden kamera mesial-distal yönde hareket edecek şekilde görüntü alınır. Daha sonra lingual ve vestibüler bölgeler mesialden distale doğru taranır. Anterior bölgenin taranmasına premolar bölgelerin görüntülenmesi ile başlanmalı ve daha sonra anterior dişlerin lingual ve vestibular bölgeleriyle devam edilmelidir. Ağız içi tarama karşıt dişlerin okluzal yüzeylerinin taranması ile bitirilmelidir. Cerec Omnicam, Bluecam ile aynı yazılımı kullanmaktadır; fakat aralarında önemli tek bir fark bulunmaktadır. Omnicam ile alınan görüntülerde dijital modellemeden önceki safhada iyi taranmamış bölge çıkartılabilir ve tekrar istenilen bölgede tarama yapılabilir. Bu özellik ayrıca tedavi öncesi görüntünün ayrı bir dosya halinde depolanması ve istenildiği zaman ulaşılabilmesine olanak sağlar. Fakat bu dosyalar oldukça büyük bir yer kapladığı için 3 boyutlu model hazırlamadan önce kaydedilmelidir aksi takdirde otomatik olarak sistem tarafından silinir.³⁹ Hangi ölçü yöntemi kullanılırsa kullanılsın, preparasyon bitim sınırının dış etkenlerden izole edilmesi, net bir ölçünün ilk şartıdır. Bu prensip optik ölçüler için de geçerlidir. Bu nedenle optik ölçü alınacak vakalarda bitim sınırının mümkün olduğunca supragingival bölgede konumlanması istenir. Estetik nedenlerle bu şartın gerçekleştirilemediği ve bitim sınırının subgingivalde konumlandığı durumlarda, retraksiyon ipleri ve solüsyonlarının kullanılması önerilmektedir.⁴²

Diş hekimliğinde yürütülen dijital iş akışları

Gelişen teknoloji ve artmış hasta beklentileri dijital diş hekimliğini önemli bir konuma getirmiştir. Özellikle, 1980'lerde kullanıma sunulmuş olan CAD/CAM tekniğinin gelişmesiyle hastanın mevcut intraoral durumunun dijitalize edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.⁴³ Dijital diş hekimliği işlemlerindeki aşamalar çeşitli iş akışlarıyla değişiklik göstermektedir.

1. Konvansiyonel dijital iş akışı

'Konvansiyonel Dijital' olarak adlandırılmasının nedeni, bu iş akışının konvansiyonel ölçü ile başlaması ancak dijital üretim ile tamamlanmasıdır. Konseptin aşamalarında;

Diş hekimi ölçü kaşığı ve ölçü maddesi kullanarak konvansiyonel yöntemle ölçü alır, diş hekimi ölçü kaşığını laboratuvara yollar, laboratuvar teknisyeni ölçü kaşığının içine alçı döker, alçının sertleşmesi tamamlandıktan sonra, teknisyen tüm diş arkının üç boyutlu sanal dijital modelini oluşturmak için alçı modeli ekstraoral tarayıcıyla tarar. Teknisyen CAD/CAM sistemi kullanarak protezi tasarlar ve bu dosyayı frezeleme makinesine gönderir. Frezeleme makinesi protezi oluşturur, protez, diş hekimi tarafından hasta ağızına uygulanır ve gerekli düzeltmelerle oklüzyona uyumlandırılır. Bu iş akışı, dijital ölçü tekniklerinin en eski yöntemidir ve bazen ölçü kaşığının doğrudan taranmasıyla alçı dökümü aşaması atlanabilmektedir.⁴⁴

2. Geleneksel dijital iş akışı

İkinci tip iş akışı 'Geleneksel Dijital İş Akışı' olarak adlandırılır. Bu iş akışı dijital intraoral ölçü ile başlamakta ancak tercihe göre konvansiyonel olarak tamamlanabilmektedir. Geleneksel dijital iş akışı, freze ünitesi ile donatılmamış bağımsız bir intraoral tarayıcıya sahip bir klinisyen tarafından sürdürülebilen iş akışıdır.

Geleneksel dijital iş akışı konseptinde, protez yapımı için takip edilen aşamalar aşağıdaki gibidir;

Diş hekimi, bir intraoral tarayıcı aracılığıyla dijital ölçüyü alır, diş hekimi dijital veriyi laboratuvara gönderir, laboratuvar dijital dosyayı yükler ve day kesimiyle marjinleri işaretlemek için özel bir yazılım programı kullanır, CAD/CAM sistemi kullanılarak stereolitografik (SLA) model oluşturulur, teknisyen kendi tercih ettiği bitirme prosedürü ile ilerleyebilir;

*El ile porselen katmanlanması

*Mum şablonlar ile presleme (döküm)

*CAD/CAM sistemi aracılığıyla tamamen dijital olarak tasarlanmış ve frezelenmiş tam seramik restorasyonlar.

Final restorasyon hastaya teslim edilmek üzere diş hekimine yollanır.⁴⁴

3. Hızlı dijital iş akışı

Üçüncü iş akışı konsepti ise, 'Hızlı Dijital İş Akışı' dır. Bu konsept, klinisyenin klinikte freze makinesi ile bağlantılı olarak çalışan bir intraoral tarayıcıya sahip olduğu durumlarda yürütülebilir.

Hızlı dijital iş akışı konseptinde, protez yapımı için takip edilen aşamalar aşağıdaki gibidir;

- Diş hekimi, bir intraoral tarayıcı aracılığıyla dijital ölçüyü alır,
- Diş hekimi restorasyonları özel CAD yazılımlarında tasarlar ve elde edilen veriyi üretim için freze ünitesine gönderir,
- Final restorasyon kısa bir süre içinde freze ünitesi aracılığıyla hazırlanır,
- Diş hekimi restorasyonu hastaya aynı seansta teslim eder.⁴⁴

SONUÇ

Ölçü alma, daimi modelin doğruluğunu ve yapılacak restorasyonun pasif uyumunu doğrudan etkilediği için protetik tedavi sürecinde önemli bir aşamayı oluşturur. Ölçü maddesi seçilirken; materyalin boyutsal stabilitesi, elastik-viskoelastik özelliği, nemden ve tükürükten etkilenme oranı, detay kaydedebilme kabiliyeti ve kullanım kolaylığı gibi özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır. 1980'lerden sonra CAD/CAM sistemleri büyük bir gelişme göstermiştir. Özellikle 2000'li yılların sonlarına doğru birçok firma tarafından

ağız içi tarayıcıları üretilmiştir. Ağız içi tarayıcısı kullanılarak dijital ölçülerin alınması ile ölçü maddelerinin gösterdiği polimerizasyon büzülmesi ve

alçı maddesinin polimerizasyonu sırasındaki genişmesi elimine edilerek günümüzde konvansiyonel tekniklere alternatif olarak önerilmiştir.

KAYNAKLAR

- Zembilci, G., 1976, Tam (Total) Protezler Cilt 1 Gençlik Basımevi, İstanbul.
- Van Noort R. Introduction to Dental Materials: Introduction to Dental Materials: Elsevier Health Sciences. 2013:51-3.
- O'Brien WJ. Dental materials and their selection: Quintessence Publ. Chicago. 1997:113-91.
- Zaimoğlu A, Can G. Sabit protezler. 1st ed. Ankara. 2004: 83-85.
- Birnbaum NS, Aaronson HB. Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. *Compend Contin Educ Dent* 2008; 29: 498-505.
- Hamalian TA, Nasr E, Chidiac JJ. Impresion materials in fixed prosthodontics: Influence of choice on clinical procedure. *J Prosthodont* 2011; 20:153-60.
- Kiraz MS, Çevik P İmplant Üstü Protezlerde Konvansiyonel ve Dijital Ölçü Teknikleri *Selcuk Dent J* 2022; 9: 269-78.
- Johnson GH, Craig RG. Accuracy of addition silicones as a function of technique. *J Prosthet Dent*. 1986; 55:197-203.
- Lee SJ, Gallucci GO. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res*. 2013; 24:111-5.
- Shah N, Bansal N, Logani A. Recent advances in imaging technologies in dentistry. *World J Radiol*. 2014; 6 :794-807.
- Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent*. 2010; 38:2-16.
- CotruTa AM, Mihaescu CS, Tanasescu LA, Margarit R, Andrei OC. Analyzing the morphology and intensity of occlusal contacts in implant-prosthetic restorations using T-Scan system. *Rom J Morphol Embryol* 2015; 56: 277-81.
- Lewinstein I, Craig RG. Accuracy of impression materials measured with a vertical height gauge. *J Oral Rehabil*. 1990;17: 303-10.
- Christensen GJ. What category of impression material is best for your practice? *J Am Dent Assoc*. 1997; 128:1026-8.
- Sweeney W, Taylor DF. Dimensional changes in dental stone and plaster. *J Dent Res*. 1950; 29:749-55.
- Kulak Özkan Y., Tam Protezler ve İmplantüstü Hareketli Protezler Problemler ve Çözüm Yolları, *Vestiye Yayın Grubu*, 1. Cilt 2011: 157-187.
- Vieira DF. Factors affecting the setting of zinc oxide-eugenol impression pastes. *J Prosthet Dent*. 1959; 9: 70-9.
- Kenneth J. Anusavice, Chiayi Shen, H. Ralph Rawls, Phillips' Science of Dental Materials, Saunders 2012: 149-94.
- Gladwin M. Bagby M. Clinical Aspects of Dental Materials, Theory, Practice, and Cases, Lippincott Williams & Wilkins, 4th edition. 2011; 110-125
- Van Noort R. Introduction to Dental Materials: Introduction to Dental Materials: Elsevier Health Sciences; 2013:51-3.
- Anusavice JK., Phillips' Science of Dental Materials, 11th edn, Florida, Saunders Elsevier, 2003.
- Frey G, Lu H, Powers J. Effect of mixing methods on mechanical properties of alginate impression materials. *J Prosthodont*. 2005;14: 221-5.
- McCabe JF, Walls AG. Applied Dental Materials Blackwell Publishing Co, Oxford. 1998.
- Özkurt Z, İşeri U, Kazazoğlu E., Dişhekimliğinde Kullanılan Elastomerik Ölçü Materyalleri Türk Dişhekimleri Birliği Dergisi 2009;115: 60-6.
- Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD. Fundamentals of Fixed Prosthodontics, Second ed, Chicago, Quintessence Publishing Co, 1981: 221-40.
- Kahramanoğlu E, Aslan YU, Özkan Y, Keskin Özyer E. İmplant Destekli Protetik Restorasyonlarda Kullanılan Ölçü Yöntemleri ve Materyalleri: Derleme. *Eur J Res Dent*. 2019; 2:124-32.
- Can G, Karaağaçhoğlu L. Elastomerik Ölçü Maddelerinin Bazı Özelliklerinin Karşılaştırılması A.Ü. Dişhek. Fak. Der 1987:14 ;145-52.
- Stober T., Johnson GH., Schmitter M., Accuracy of the newly formulated vinyl siloxanether elastomeric impression material, *J Prosthet Dent* 2010;103: 228-39.
- Derrien G, Le Menn G. Evaluation of detail reproduction for three die materials by using scanning electron microscopy and two-dimensional profilometry. *J Prosthet Dent* 1995; 74:1-7.
- Pandita A, Jain T, Yadav NS, Feroz SMA, Pradeep, Diwedi A. Evaluation and comparison of dimensional accuracy of newly introduced elastomeric impression material using 3D laser scanners: An in vitro study. *J Contemp Dent Pract*. 2013;14: 265-8.
- García-Martínez I, Cáceres Monllor D, Solaberrieta E, Ferreira A, Pradies G. Accuracy of digitization obtained from scannable and non-scannable

- elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent* 2021; 125:300-306.
32. Benli M. Dijital Ölçü Yöntemlerinin Protetik Marjinal ve İnternal Uyumlara Etkisinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi. 2017
 33. Tokgöz Çetindağ, M., Meşe, A. Diş Hekimliğinde Kullanılan Cad/Cam (Bilgisayar Destekli Tasarım/Bilgisayar Destekli Üretim) Sistemleri ve Materyaller. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2016; 26; 524-33.
 34. Çağlar, İ., Yeşil Duymuş, Z., Ateş, S. Diş Hekimliğinde Kullanılan Ölçü Sistemlerinde Güncel Yaklaşımlar: Dijital Ölçü. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2015;10; 135-40.
 35. Christensen GJ. The challenge to conventional impressions. *J Am Dent Assoc* 2008; 139:347-9.
 36. Güth JF, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig* 2013; 17:1201-8.
 37. Aydın, Z Farklı Dijital Tarayıcılar ile Elde Edilen Ölçülerden CAD-CAM Sistemi ile Hazırlanan Zirkonya ile Güçlendirilmiş Lityum Silikat Kuronların Marjinal ve İnternal Aralıklarının Değerlendirilmesi, 2021 Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi
 38. Dilşad F. CAD/CAM sistemi yüksek ısıda presleme yöntemi ile üretilen porselen inleylerin kenar uyumu ve kırılma dayanıklılığı açısından değerlendirilmesi. H.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 2015, Ankara, (Danışman: Prof. Dr. Bolay Ş.)
 39. Kılınçoğlu G. Ağız içi ve masa üstü tarayıcılar kullanılarak elde edilen CAD/CAM kuron restorasyonlarında iç uyumun in-vitro olarak değerlendirilmesi. İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 2014, İstanbul, (Danışman: Prof. Dr. Çetin Sevik)
 40. Mörmann W.H, Schug J. Grinding precision and accuracy of fit of Cerec 2 CAD-CAM inlays. *J Am Dent Assoc.* 1997; 128:47-53.
 41. Karataşlı B, Tunç E. CEREC sisteminin gelişimi. *Dental Tribune Türkiye Baskısı.* 2008; 5: 7-8.
 42. Maesk, R. Margin isolation for optical impressions and adhesion. *Int J Comput Dent.* 2005; 8: 69-76.
 43. Moörmann W H. The evaluation of the CEREC system. *J Am Dent Assoc.* 2006; 137: 7-13.
 44. Erozan Ç Dijital diş hekimliğinde farklı intraoral tarayıcı-CAD yazılımı kombinasyonlarının hassasiyetlerinin değerlendirilmesi. Yakın Doğu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 2019, KKTC, (Danışman: Prof. Dr. Oğuz Ozan)