

Tam Protezlerin Güncel Üretim Teknikleri: Geleneksel Derleme

Current Manufacturing Techniques of Complete Dentures: Traditional Review

Ayşe HANÇER GÖYMEN^a([ORCID-0000-0002-1956-4055](https://orcid.org/0000-0002-1956-4055)), Mustafa KOCACIKLI^a([ORCID-0000-0002-2417-588X](https://orcid.org/0000-0002-2417-588X)), Asude Dilek NALBANT^a([ORCID-0000-0002-0554-5208](https://orcid.org/0000-0002-0554-5208))

^aGazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Ankara, Türkiye

^aGazi University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Ankara, Türkiye

ÖZ

Tam protezler günümüzde hala sıklıkla kullanılan hareketli protezlerdendir. Hareketli tam protezlerin üretimi için geleneksel yaklaşımın bazı dezavantajları bulunmaktadır. Çok sayıda klinik ve laboratuvar aşamasının bulunması, zaman alıcı olması ve yoğun emek sarf edilmesinin gerekmesi bunlardan birkaçıdır. Ayrıca tüm bu klinik ve laboratuvar aşamalarının manuel olarak gerçekleştirildiği göz önüne alınırsa hazırlanan protezlerde optimal kaliteyi sağlamak oldukça zordur. Tam protezlerde kaide materyali olarak en çok tercih edilen akrilik rezin, polimetil metakrilattır. Bu rezinin kolay onarımı ve maliyetinin düşük olması gibi avantajları olmasına rağmen polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak ortaya çıkan boyutsal değişimi ise en büyük dezavantajıdır. Bu deformasyonlardan kaçınmak için birçok muflalama tekniği geliştirilmiş olsa da istenilen düzeyde bir başarı sağlanamamış olması araştırmacıları başka teknik arayışlarına yönlendirmiştir ve bu yüzden tam protezlerin yapımında daha fazla tekniğin optimizasyonunun klinik pratiğe fayda sağlayacağı düşünülmüştür. Dijital diş hekimliğindeki güncel gelişmeler tam protez tedavi yöntemlerini ve üretimlerini etkilemeye başlamıştır. Modern teknolojinin tam protezlerin üretimine olan entegrasyonu fabrikasyon işlemlerinde farklılıklar ortaya çıkmıştır. Dijital iş akışı için yayınlarda önerilen adımlar oldukça çeşitlilik göstermektedir. Yeni teknolojiler hem hekimler hem de teknisyenler için özel bilgi ve beceriler gerektirirken, vasıflı el işçiliğine olan ihtiyacı ise azaltmıştır. Bu derlemenin amacı tam protezlerin geleneksel ve dijital tekniklerle üretimi ile ilgili mevcut literatürü pekiştirmek, klinik ve laboratuvar aşamalarının mevcut dijital iş akışlarını özetlemek, dijital alternatiflerin aşamalarını açıklamak ve bunların avantajlarını ve sınırlamalarını tartışmaktır.

Anahtar Kelimeler; Tam protezler, Bilgisayar destekli tasarım, PMMA, Dişsiz çene

ABSTRACT

Complete dentures are still frequently used removable dentures. The traditional approach for the manufacture of removable complete dentures has some disadvantages. There are many clinical and laboratory stages, it is time consuming, and it requires intensive effort, to name a few. In addition, considering that all these clinical and laboratory stages are carried out manually, it is very difficult to ensure optimal quality in the prepared prostheses. Acrylic resin polymethyl methacrylate is the most preferred base material in complete dentures. Although this resin has advantages such as easy repair and low cost, its dimensional change due to polymerization shrinkage is its biggest disadvantage. Although many muffle techniques have been developed to avoid these deformations, the lack of success at the desired level has led the researchers to search for other techniques, and therefore, it was thought that more technical optimization in the construction of complete dentures would benefit clinical practice. Current developments in digital dentistry have begun to affect complete denture treatment methods and production. With the integration of modern technology into the production of complete dentures, differences in fabrication procedures have emerged. The steps suggested in publications for a digital workflow vary widely. While new technologies require special knowledge and skills for both physicians and technicians, they have reduced the need for skilled craftsmanship. The purpose of this review is to consolidate the existing literature on the fabrication of complete dentures with traditional and digital techniques, to summarize the current digital workflows of the clinical and laboratory stages, to explain the stages of digital alternatives, and to discuss their advantages and limitations.

Keywords; Complete dentures, Computer aided design, PMMA, Edentulous jaw

GİRİŞ

Tam protezlerin ilk defa Romalılar devrinde yapılmış olabileceği İtalyan bilgin Vincenzo Guerini tarafından ileri sürülmüştür. Daha sonra ilk defa 15. yüzyılda İsviçre'de yapılan mezar kazısında Alman tıp tarihçisi Gernot Rath tarafından tam protez bir bütün halinde bulunmuştur. Bunlar şimdiye kadar bulunan en eski tam protezler olarak kabul edilmektedir.¹

Daha önceki dönemlerde çok basit ve ampirik olarak hazırlanan tam protezler 18. yüzyılın başlarında bilimsel diş hekimliğinin kurucusu sayılan Pierre Fauchard ile birlikte gelişmeye başlamış ve günümüzde yapılmaya ve öğretilmeye devam edilmiştir.²

Özellikle yaşlılarda olmak üzere tam dişsizlik halk sağlığı için büyük bir önem arz eder.^{3,4} ABD'de yaşlıların %26'sının tam dişsiz olduğu ve tam dişsiz yaşlı popülasyonunun Avrupa'da %15 ila %78, Endonezya'da %24, Çin'de %11 ve Brezilya'da %23 olduğu tahmin edilmektedir.⁵ Doğan ve arkadaşları⁶ tarafından yapılan çalışmada Türkiye'deki dişsizlik prevalansının %48 olduğu ve 70-74 yaş grubunda 65-69 yaş grubuna göre anlamlı derecede yüksek olduğu gösterilmiştir.

Tam dişsizliğin meydana gelmesi ile fonksiyon, fonasyon, estetik, sosyal ve psikolojik problemler gibi bazı olumsuz faktörler ortaya çıkar. Dişsiz olan hasta, çiğneme fonksiyonunu tam olarak yerine getiremez ve dengeli bir beslenme sağlayamaz.⁷

Tam dişsizlik durumunda implant destekli protezler gibi alternatif yöntemler mevcut olsa da implant cerrahisinin kontrendike olduğu bazı durumlar bulunmaktadır. Osteoporoz hastalarında uygulanan intravenöz bifosfonat tedavisinin, radyasyon tedavisinin, yakın zamanda geçirilmiş miyokard enfarktüsü ve serebrovasküler olayın implant tedavisi için mutlak kontrendikasyonlar oluşturduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra sigara kullanımı, uygun olmayan ağız hijyeni, implantın çapı, uzunluğu ve tipi, implantın yerleştirileceği lokalizasyon, kemik kalitesi gibi lokal faktörler de implant tedavisini etkilemektedir. Aynı zamanda bu tedavi yönteminin kontrendikasyonlarının yanında maliyetinin yüksek olması da geleneksel tam protezlerin kullanmaya devam edilmesinin sebepleri arasında sayılmaktadır.⁸ Bu nedene, toplumun geleneksel tam protezlere olan ihtiyacı öngörülebilir gelecekte de devam edecektir.³

İnsan vücudunda, eksik bir parçayı yerine koyan ve o parçanın fonksiyonlarını üstlenen aygıt ve cihazlara protez adı verilmektedir. Maksilla ya da mandibulanın ilgili yapılarını ve tüm dentisyonu içeren, mukoza ve altındaki kemik tarafından desteklenen, ağız içinde çeşitli yollarla tutuculuk sağlayan ve takılıp çıkarılabilen hareketli protezlere tam protezler adı verilir.^{7,9}

Tam dişsiz hastalarda protezin destek alabileceği dişler bulunmadığı için tutuculuk ve stabiliteyi elde etmek güçtür. Ayrıca hastaların yaş ile birlikte adaptasyon yetenekleri azalmış ve kas kontrol mekanizmaları zayıflamıştır.¹⁰

Gönderilme Tarihi/Received: 18 Ocak, 2023

Kabul Tarihi/Accepted: 17 Mayıs, 2023

Yayınlanma Tarihi/Published: 25 Aralık, 2023

Atf Bilgisi/Cite this article as: Hancer Göymen, Kocacıklı M, Nalbant AD. Tam Protezlerin Güncel Üretim Teknikleri:

Geleneksel Derleme. Selcuk Dent J 2023;10(3): 605-610 Doi: 10.15311/ selcukdentj.1238453

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Ayşe HANÇER GÖYMEN

E-mail: ayse.hancer.95@gmail.com

Doi: 10.15311/ selcukdentj.1238453

Geleneksel Tam Protezlerin Üretimi

Tam protezler genellikle birçok klinik ve laboratuvar işlemleri içeren geleneksel yöntemler kullanılarak tasarlanmakta ve üretilmektedir.³ Tam protezlerin üretimi için, dişsiz hastaların çoğunlukla ilk ölçü, ikinci ölçü, çene ilişkilerinin kaydedilmesi, dişli prova ve tam protezlerin teslimi dahil olmak üzere kliniğe en az 5 seans gelmeleri gerekir. Bahsedilen bu klinik ve laboratuvar aşamaları hekim ve teknisyen tarafından manuel olarak gerçekleştirilir. El hassasiyetine ve tekniğe duyarlı olarak tasarlanmış ve üretilmiş geleneksel tam protezlerde optimum kaliteyi ve standardizasyonu sağlamak güçtür. Ayrıca ihtiyaç halinde kullanılması için bu süreçte oluşturulan modelleri saklamak ve yeniden kullanmak da imkansızdır.¹¹

Geleneksel tam protezlerin yapımında akrilik kaide plağı olarak kullanılan polimerleri McCabe ve Walls¹² 5 tipte olacak şekilde sınıflandırmışlardır;

Tip 1 ısıyla polimerize olan polimerler

Tip 2 otopolimerizan (self-cure) polimerler

Tip 3 termoplastik rezinler

Tip 4 ışıqla polimerize olan rezinler

Tip 5 mikrodalgalarla polimerize olan rezinler

Tam protezlerde kaide materyali olarak en yaygın kullanılan ve en popüler olan akrilik rezin polimetil metakrilattır (PMMA).¹³ Kolay onarımı ve estetiğinin iyi düzeyde olması avantajları arasındadır. Protez kaidesi likit yapıdaki monomer ve toz halindeki polimerin uygun oranda karıştırıldıktan sonra polimerize olmasıyla üretilmektedir.¹⁴ Bu polimerizasyon ısı uygulanmasıyla gerçekleştirilir. Bu tipteki bir polimerizasyonda oranı %6'lara kadar yükselebilen büzülmelemlerle karşılaşılabilir. Bunun sebebi ise akriliğin alçıdan daha fazla genleşmesi ve soğuma esnasında da aynı oranda büzülmesidir.¹⁵ Bundan dolayı mufla içindeki akrilik kaidenin iç yapısında gerilimler oluşur. Bu gerilimler sonradan protezde deformasyonlara sebep olabilir.¹⁶ Çünkü protez mufladan çıkarıldığında kaidenin iç yapısında oluşan bu gerilimler serbest kalır. Bu da bükülmelere ve boyutsal değişimlere sebep olur. Klinik olarak da bu deformasyonlar protezin doğruluğunun ve retansiyonun bozulmasına sebep olur. Ayrıca protezdeki yapay dişlerin konumlarındaki değişikliklerden ötürü dişli provadaki oklüzal uyum kaybedilir. Buna bağlı olarak üretilen protezde ek uyumlamalar yapılması gerekir. Hasta ağızında uyumlanması yapılmayan protezler hastada travmatik oklüziona, çiğneme kuvvetlerinin alveol krete düzensiz iletimine ve rahatsızlığa neden olabilir.^{15,17,18}

Üretim sürecinde meydana gelen bu istenmeyen değişiklikler ve deformasyonlardan kaçınmak için birçok muflalama ve polimerizasyon tekniği geliştirilmiştir.¹⁹

Geleneksel yöntemler ile tam protez üretiminde en yaygın kullanılan muflalama teknikleri; konvansiyonel basınçlı muflalama, enjeksiyon sistemli muflalama ve akışkan rezin (akıtma yöntemi) tekniğidir.²⁰

Konvansiyonel basınçlı muflalama tekniği ile polimerize olan akrilik rezinler:

Protez kaidesi üretimi için en yaygın kullanılan metottur. Bu teknikle polimer ve monomer üretici firmanın talimatlarına uyularak karıştırılır. Hamur kıvamına gelen karışım mum atımı yapıldıktan sonra mufladaki protezin oluşturduğu boşluğa yerleştirilir. Mufla kapatılıp pres altında basınca maruz bırakılır. Mufla sıcak su banyosuna yerleştirilir ve ısı ile polimerizasyon sağlanır.^{7, 21, 22}

Enjeksiyon sistemli muflalama tekniği ile polimerize olan akrilik rezinler:

Bu sistemde akrilik rezin, mufla içerisinde mumun elimine edilmesiyle oluşturulan boşluğa metal muflanın üzerindeki delikten enjektör yardımıyla basınçla gönderilmektedir. Tüm polimerizasyon sürecinde uygulanan 6 atmosferlik basınç sabit kalır ve polimerizasyon ısı altında tamamlanır.^{7, 21}

Akışkan (Akıtma Tekniği) akrilik rezin tekniği:

Akışkan akrilik rezinler düşük viskoziteye sahip ve kimyasal olarak

aktive olan rezin materyallerdir.²¹

Bu tekniğin mufla aşaması sırasında modelin ölçü yüzeyi alçı üzerinde, yapay dişler ve döküm kanalı ise agar içerisinde kalacak şekilde hazırlanmaktadır. Agarın alçı kadar rijit olmamasından dolayı yapay dişler tepim işlemi sırasında hareket edebilmektedir bu da tekniğin en büyük dezavantajıdır. Ayrıca mum atımı ısı işlemlerle yapılmadığından model ve dişler üzerinde mum atıkları kalabilme ihtimalide diğer bir dezavantajdır.^{23, 24}

Monomer ile polimer arasındaki kimyasal reaksiyon hiçbir zaman tamamlanamaz.²⁵ Buna bağlı olarak akrilik yapı içindeki polimerizasyon reaksiyonundan dolayı serbest monomerler ortaya çıkar ve bunlara artık (rezidüel) monomer denir.²³ Artık monomerler rezinin mekanik özelliklerini değiştirerek tam protezin daha zayıf ve esnek yapıda olmalarına sebep olurlar.²⁵ Aynı zamanda ağız ortamına geçerek dokularda irritasyona, ağızda yanma hissine, stomatite, alerjik reaksiyonlara, ödem veya ağız mukozasında ülserasyonlara sebep olurlar.^{23, 26}

Protezin mufladan çıkartılması sırasında kuvvetin fazla uygulanmaması gerekmektedir. Önceki işlemler ne kadar doğru yapıldıysa bu aşamada sorunla karşılaşılma ihtimali de o kadar azalmaktadır. Protezler mufladan çıkarıldıktan sonra tesviye ve cila aşamasına geçilir.¹⁶ Tam protezlerin tesviye aşamasında çeşitli şekil ve özelliğe sahip frezler, iri grenliden ince grenliye doğru sırayla kullanılırken; cila aşamasında genellikle pomza ve çeşitli şekillerdeki kıl, keçe ve pamuk fırçalar kullanılır.²⁷

Plak oluşumu, renklenme ve aşınmaya karşı dirençli hale getirilebilmeleri için protezlerin bu yapılan bitim işlemlerini takiben alüminyum oksit partikülleri içeren cila pastaları veya ışınla sertleşen protez cilaları polisaj işlemlerinde kullanılmalıdır.^{21, 28}

Polisaj işleminden sonra komşu dokular protezin cilalı yüzeyleri üzerinde rahatça kayar. Dolayısıyla cilalama işlemi protezin retansiyonuna katkıda bulunur. Tesviye ve cilası biten protezler mümkünse tamamlanan polimerizasyonunu takiben 1-2 gün boyunca su dolu bir kap içerisinde hastaya teslim edileceği seansa kadar bekletilir; böylece hem artık monomer yükü azaltılmış olur hem de dehidratasyona uğrayarak kırılgan bir hale gelmesi engellenir.²⁹

Protez Terimleri Sözlüğü'nde bir yapının içindeki gözenek veya boşlukların varlığı olarak tanımlanan porözite tamamen yukarıda bahsedilen üretim aşamalarında yapılan hatalardan kaynaklanır. Porözitenin varlığı üretilen protezin dayanıklılığını azaltır.⁹ Aynı zamanda protez kaidesi ağız sıvılarını daha çok absorbe eder, mikroorganizmalar kolaylıkla birikir ve sonuçta hastada ağız kokusuna sebep olur.⁷

Protez kaidesinin yapımı için kullanılan akrilik rezinlerin yeterli dirence sahip olması, ağız içinde ve dışında boyutlarını koruması ve renk stabilitesinin iyi olması gerekmektedir.⁷ PMMA'nın polimerizasyon büzülmesine uğraması, artık monomer çıkarması, Candida albicans vb mikroorganizmaların üzerine tutunması gibi birçok dezavantajlarının iyileştirilmeye çalışılmasına rağmen hala kullanılıyor olması araştırmacılar tarafından tartışılmıştır.^{30,33} Dolayısıyla bilim adamları bahsedilen bu ve benzeri olumsuzlukları ortadan kaldıracak veya azaltacak ve PMMA materyalinin mekanik, fiziksel ve optik özelliklerini iyileştirecek bir teknik bulma yolunda arayışa girmişlerdir.³⁴

Dijital Üretim

Dijital diş hekimliğindeki güncel gelişmeler tam protez tedavi yöntemlerini ve üretimlerini etkilemeye başlamıştır. Dijital diş hekimliği, 1980'lerde tanıtılmasından bu yana birçok alanda diş hekimliği pratiğinde devrim yaratmıştır. 1994 yılında, tam protez fabrikasyonu amacıyla bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim için (CAD/CAM) bir sistem geliştirmeye yönelik ilk girişim gerçekleştirilmiştir. Daha sonra 2012 yılında Goodcare ve arkadaşları dijital bir tam protez üretiminin tanıtımını yapmışlardır. Bugün, dijital tam protezlerin üretimi için piyasada mevcut olan materyallerin sayısındaki artış, dijital teknolojilerin süregelen evrimine ve geliştirilmesine bağlanmaktadır.³⁵

Bilgisayar destekli dijital üretim, eksiltmeli ve eklemeli üretim tekniklerini içerir.

Erken dönem bilgisayar destekli üretim (CAM) sistemleri; frezler, driller ve elmas diskler yardımıyla restorasyonun prefabrik bir bloktan kesilerek fabrike edildiği bir eksiltmeli üretim yöntemidir. Eksiltmeli üretim, kronların, postların, inleylerin ve onleylerin imalatı için kullanılan CNC (Bilgisayar Destekli Nümerik Kontrol) cihazlarını içerir.³⁶

Eksiltmeli üretim yöntemleri arasında kıvılcım(spark) erozyonu ve milleme bulunur.

Kıvılcım (spark) erozyonu, gerekli koşullar altında bilgisayar destekli tasarıma (CAD) göre metal bir bloktan materyali kazımak için kıvılcımların kullanıldığı bir metal eksiltme işlemi olarak tanımlanabilir.³⁶

Milleme tekniklerinden elmasla kazıma ve karbit frezeleme, artık hasta başı ve inLab CAD/CAM cihazlarında bir arada bulunan tekniklerdendir. Ayrıca imalat endüstrisinden dental alan kullanımına aktarılan en son teknoloji lazer milleme tekniği ise 2015 yılının ilk çeyreğinde tanıtılmıştır. Milleme teknikleri çoğunlukla boyutsal yaklaşım ve çalışma ekseninin (3 eksenli, 4 eksenli ve 5 eksenli cihazlar) olanakları gibi cihaz özelliklerine bağlıdır.³⁶

Eklemleri 3D yazıcı teknikleri arasında Stereolitografi (SLA), dijital ışık projeksiyonu (DLP), jet yazıcı (PolyJet/ProJet) ve direk lazer metal sinterleme (DLMS)/selektif lazer sinterleme (SLS) bulunur.³⁷

SLA tekniği, materyalin katman katman polimerizasyonu için ultraviyole (UV) lazer kullanır. Teknik, UV'ye duyarlı sıvı rezinlerden dental modellerin üretimi için kullanılır.³⁷

DLP, polimerizasyon için UV lazer ve görünür ışık kullanılarak dental alçı modeller ve mum modellerin, hareketli parsiyel protezlerin altyapılarının ve geçici restorasyonların görünür ışığa duyarlı rezin, mum ve kompozit materyallerden üretilmesi tekniğidir. Materyal basıldıktan sonra diyet ışık kaynağı veya lamba kullanılarak polimerize edilir.³⁷ Ayrıca DLP tekniğinde PMMA da kullanılabilir.³⁸

Jet (PolyJet/ProJet) yazıcı, mürekkep püskürtmeli baskı ve SLA baskı tekniklerini kombine eden bir teknolojidir. Tabla üzerine katman katman fotopolimer rezinin püskürtülmesinin ardından her bir katmanın UV ışık ile polimerizasyonu sonucu model oluşturulur. Bu teknik, dental modellerin, cerrahi kılavuzların, plakların, mum modellerin ve hareketli parsiyel protezlerin altyapısının dental rezinler ve mumlardan üretilmesinde kullanılır.³⁷

DLMS/SLS, yüksek güçlü lazer ışınının toza çarpmasıyla partiküllerin erimesinin ardından füzyonun gerçekleştiği toz bazlı bir tekniktir. Bu teknik, kobalt-krom, paladyum krom ve naylon dental modellerin, kopinglerin ve cerrahi kılavuzların üretimi için kullanılır.³⁷

Dijital Tam Protez Üretim Sistemleri

Wieland Dijital Protez

(Wieland Dental + Teknik Ivoclar Vivadent)

Wieland Dijital Protez konsepti için protokol 4 seanstır. Eğer dişi prova aşaması atlanırsa üç seansa da indirgenebilir.³⁹

Birinci Seans

Geleneksel ölçü kaşıkları kullanılarak anatomik aljinat ölçüler elde edilir. Ek olarak, dikey boyut ve çene ilişkisi centric tray® kullanılarak kaydedilir. Oklüzal düzlem, Camper düzlemi ve interpupiller çizgi, yüz arkına benzeyen özel bir alet olan UTS CAD® transfer arki kullanılmasıyla geçici olarak belirlenir.³⁹

İkinci Seans

Vertikal çene ilişkisi ve oklüzal düzlem hakkında bilgileri içeren frezelenmiş bireysel ölçü kaşıklarının kenar şekillendirilmesi yapılarak bir silikon ölçü materyali ile hastanın fonksiyonel ölçüleri alınır. Gerekirse, UTS CAD transfer arki tarafından kaydedilen kompanzasyon değerleri ile oklüzal düzlem kaydı doğrulanabilir. Gnathometer CAD adı verilen bir set, bu bireysel ölçü kaşıklarına takılır ve hastanın gülme hattı, orta hattı ve kanin-kanin hattı ile gotik ark kaydedilir.³⁹

Kayıtlar ve fonksiyonel ölçüler taranır ve oklüzal düzlem belirlenir. Bu aşamada, dijital tasarım programında sanal bir diş dizimi yapılır. Diş dizimi, diş hekimi ve hastanın isteklerine göre değiştirilebilir veya herhangi bir değişiklik istenmiyorsa protezlerin dişeti kısmı eklenerek bitimi yapılır.³⁹

Üçüncü Seans

Hekim fonetik, fonksiyon ve estetiği değerlendirmek için bir prova protezi sipariş vererek hastayı üçüncü seansa çağırabilir. Üçüncü seansta, bir PMMA monobloktan frezelenmiş prova protezleri hasta ağzına yerleştirilir. Bu aşamada gerekli düzeltmeler yapılabilir.³⁹

Dördüncü Seans

Dördüncü ve son seansta hastaya frezelenmiş daimi protezleri teslim edilir.³⁹

AvaDent Dijital Protezler

(Global Dental Science)

AvaDent sisteminde 2 tip protez üretimi vardır. Monolitik protez olan AvaDent XCL'de dişler ve kaide tek bir ünedir. XCL-1 protezi, tek katmanlı iken; XCL-2 protezi, doğal morfolojiye uygun dentin ve mine çekirdeği olan çok katmanlı dişler içerir. Diğer protez tipi ise yapıştırılmaya hazır yapay dişler ile frezelenmiş bir protez kaidesi şeklinde iki parçadır. Her iki protez tipinin üretimi için eksiltmeli üretim tipi kullanılmaktadır.⁴⁰

AvaDent sistemiyle, hekim tam protezlere ek olarak, immedat tam protezler, tek çene protezler, kaideler, radyografik kılavuzlar, ortodontik pekiştirme apareyleri ve daimi hibrit implant üstü protezler üretebilir.⁴⁰

AvaDent protezleri 2 seansta ya da diş hekimi bir prova yapmak isterse 3 seansta da tamamlanabilir. Çene ilişkisi kayıtları ve daimi ölçüler, farklı teknikler ve materyaller kullanılarak elde edilebilir.⁴⁰

Birinci Seans

İlk yöntemde; hastanın mevcut protezleri duplike edilir ve yeni protezlerin üretimi için interoklüzal bir kayıtla birlikte eski protezlerin ölçüsü alınır ve laboratuvara gönderilir.⁴⁰

İkinci yöntemde; dişleri olan ve ölçü kaşığı olarak işlev gören termoplastik Good Fit® protez kaşıkları (Good Fit Technologies, Inc), interoklüzal kayıtla birlikte ölçü almak için kullanılır ve laboratuvara gönderilir.⁴⁰

Üçüncü yöntemde; elastomerik bir ölçü malzemesi ile hekim tarafından istenen herhangi bir ölçü kaşığı kullanılarak alt ve üst çene ölçüleri alınır ve laboratuvara gönderilir.⁴⁰

Dördüncü yöntemde; AvaDent sisteminde bulunan ve polivinil siloksan (PVS) bir ölçü maddesiyle uyumlaması ve kenar şekillendirilmesi yapılabilen prefabrik ölçü kaşıkları kullanılır. Hekim bu yöntemde gerekli klinik kayıtları elde etmek için farklı boyutlarda üretilen ve bir alt ve üst çene ölçü kaşığı olan Anatomik Ölçüm Cihazı® (AMD; Global Dental Science) kullanır.⁴⁰

Alt çene AMD kaşıkları bir izlem tablası ile donatılmıştır. Üst çene kaşığında ise gotik ark kaydının yapılabilmesi için ayarlanabilen hareketli bir pin bulunur. Üst çene AMD kaşığı ayrıca ayarlanabilir bir dudak destek flanji içerir. Alt ve üst çene AMD kaşıkları yüksek viskoziteli bir polivinil siloksan ölçü materyali ile astarlanırken, herhangi bir cetvel de interpupiller çizgiyi hizalamak için kullanılabilir. Protezin stabil olması için astarlanmış AMD kaşıkları, kret morfolojisinin ve damak segmentinin büyük bir bölümünü kapsamalıdır.⁴⁰

Dikey boyutun belirlenmesi için hastanın ağzına astarlanmış AMD kaşıkları yerleştirilir. Hastanın, ağzını ayarlanabilir pin izlem tablasına değene kadar kapatması istenir.⁴⁰

Ardından, uygun dikey boyut elde edilene kadar pini yukarı veya aşağı hareket ettirmek için bir tornavida kullanılır.⁴¹

Daha sonra hastaya protruziv ve lateral mandibular hareketler yaptırılarak gotik ark trasesi kaydedilir.⁴¹

Gotik ark trasesinin tepe noktası bir oku andırır ve sentrik ilişkiyi temsil eder. Okun tepesinde küçük bir girinti oluşturmak için yuvarlak bir frez kullanılır.⁴¹

Daha sonra mandibula, pin oluşturulan girintiye oturana kadar yönlendirilir, birbirine sabitlemek için alt ve üst çene AMD kaşıkları

arasına bir interoklüzal kayıt materyali enjekte edilir.⁴¹

Daimi ölçüleri içeren AMD kaşıkları dezenfekte edilir ve üreticiye gönderilir. AMD'nin ve daimi ölçülerin taranmasından sonra diş hekimine sanal olarak tasarlanmış bir tam protez tasarımı gönderilir.⁴¹

İkinci Seans

Hekim, daimi protezlerin frezelenmesinden önce tasarımı değerlendirmeli ve onaylamalıdır. Aynı zamanda hekim deneme amaçlı bir prova protezi isteyebilir. Eğer istemezse hastaya daimi protezi 2. seansta teslim edilebilir.⁴¹

Whole You Nexteeth

(Whole You; Formerly DENTCA)

Bu sistemde hekim eğer bir prova yapmak istemezse öngörülen seans sayısı ikidir.⁴²

Birinci Seans

Farklı boyutlarda bulunan DENTCA® kaşıklarından uygun olanlar seçilerek alt ve üst çenelerin daimi ölçüleri ve dikey boyutun kaydı alınır.⁴²

Ölçü materyali olarak yüksek viskoziteli polivinil siloksan ölçü materyali kullanılır. Ölçü alındıktan sonra kaşığın ve ölçünün posterior kısmı bistüri yardımıyla kesilir. Böylece dikey boyut ve sentrik ilişki belirlenirken herhangi bir interferensle karşılaşılması engellenmiş olur.

Dikey pin alt çene kaşığına sabitlenir. Daha sonra her iki kaşık da hastanın ağızına yerleştirilir ve dikey boyut pinin saat yönünde veya tersine çevrilmesiyle ayarlanır.

Dikey boyut belirlendikten sonra izlem tablası üst çene kaşığına yerleştirilir, sentrik ilişki kaydı alınır. Sonrasında interoklüzal kayıt, alt ve üst çene kaşıklarının sentrik ilişkide kitlenmesiyle oluşturulur. Alınan kayıtlar ve ölçüler taranır, protezin tasarımı gerçekleştirilir.⁴²

İkinci Seans

Diş hekiminin isteğine göre bir prova protezi üretilebileceği gibi direkt daimi protezinde üretimi gerçekleştirilebilir.⁴²

Baltic Protez Sistemi

(Merz Dental)

Bu sistemle hastaya protezi iki seansta teslim edilebilir.⁴³

Birinci Seans

Diş hekiminin BDKEY Set® (Merz Dental GmbH) bileşenleriyle fonksiyonel ölçüyü alması protez üretim sürecini başlatır.⁴³

Setin ilk bileşenleri, dişleri olan ayarlanabilir alt ve üst çene ölçü kaşıkları içerir. Bu kaşıklar, 3 farklı boyut ve şekillerde dişlere sahiptir (küçük, orta veya büyük). Kaşıklar ağız içinde ayarlanır.⁴³

Estetik ve fonksiyonel bileşenleri hastadan tasarım yazılımına aktarmak ve yüz orta hattını kaydetmek için bir yüz arki üst çene kaşığına takılıyken daimi ölçüler elde edilir. Yüz arki, interpupiller çizgiyi ve Camper düzlemini kaydederken dikey indeks orta çizgiyi belirler.

Çene ilişkisi kayıtlarına yardımcı olmak için BDKEY Kilidi® adı verilen özel bir parça bulunmaktadır. Bu parça sayesinde alt ve üst kaşık kitlenerek ağızdan çıkartılabilir.⁴³

Alınan ölçüler ve kayıtlara göre yapılacak olan tasarım BDCreator® yazılımı (Merz Dental GmbH) kullanılarak oluşturulur.⁴³

İkinci Seans

Daha sonra daimi protez PMMA diskten kazanarak elde edilir. Ve hastaya daimi protezi ikinci seansta teslim edilmiş olur.⁴³

VITA VIONIC

(VITA Zahnfabrik)

VITA VIONIC® sistemi, açık CAD/CAM sistemleri için materyaller sağlar. Dijital tasarım ve üretim, sistemden bağımsız tarayıcılar, yazılımlar ve freze makineleri tarafından kolaylaştırılabilir. Sistem, kullanıcının alıştığı herhangi bir protokolü destekler. Bu nedenle hekim beş adımlı

geleneksel protez fabrikasyon protokolünü tercih edebileceği gibi azaltılmış üç seanslık protokolü de (anatomik ölçü, fonksiyonel ölçü ve dikey boyutla birlikte maksillomandibular çene ilişkisinin kaydı, protez teslimi) tercih edebilir.⁴⁴

Ölçüler, modeller veya kayıtlar geleneksel olarak üretilir ve dijitalleştirilir. Bir deneme seansı isteniyorsa, prova için protezler VITA tarafından sağlanan mum disklerinden frezelenebilir.⁴⁴

Ceramill Tam Protez Sistemi

(Amann Girrbach AG)

Bu sistem için öngörülen seans sayısı dördüttür. Ceramill Tam Protez Sisteminin üretim aşamaları laboratuvarında başlar ve protez teknisyen tarafından tasarlanır.⁴⁵

Birinci Seans

Diş hekimisi daimi alt ve üst çene ölçülerini laboratuvara gönderir, daha sonra alçı modeller ve kaideler üretilir.⁴⁵

İkinci Seans

Üretilen kaideler yardımıyla dikey boyut, orta hat, gülme hattı, kanin pozisyonları ve yüz arki transferi kaydedilir ve laboratuvara gönderilir.⁴⁵

Laboratuvar teknisyeni, modelleri bir artikülatöre bağlamak için yüz arkını ve alınan kayıtları kullanır. Mum şablonlara sahip artikülatöre alınmış modeller bir transfer standına takılır ve optik bir 3 boyutlu (3D) tarayıcıya (Ceramill Map400, Amann Girrbach AG) yerleştirilir.

Bu işlem, modellerin konumunu tasarım yazılımına aktarmaya yardımcı olacaktır.

Tam protezlerin tasarımı yapılır.⁴⁵

Üçüncü Seans

Hekimin onayını takiben, alt ve üst çene kaideleri, diş eti renginde mum diskten, su soğutmalı 5 eksenli bir freze makinesinden üretilir. Frezelenen protez dişler, kaidedeki girintilere mum yardımıyla yapıştırılır. Bu şekliyle hastada bir prova yapılır.⁴⁵

Dördüncü Seans

Protezin bitimi konvansiyonel olarak gerçekleştirilir. Daimi protez hastaya teslim edilir.⁴⁵

Dentca 3D Printed Denture

(Dentca, USA)

İlk 3D yazıcıyla yapılan protez, 2015 yılında Dentca tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemde seans sayısı üçtür.⁴⁶

Birinci Seans

Öncelikle diş hekimisi, çene ilişkisi kayıtları ile birlikte dijital veya konvansiyonel bir ölçü alıp laboratuvarına gönderir. Dişler oklüzyondaiken protez kaidesini tasarlamak için bir CAD tasarım yazılımı kullanılır.⁴⁶

İkinci Seans

3D yazıcıdan üretilmiş tek parça bir protez ile prova seansı gerçekleştirilir ve üzerinde düzenlemeler yapılan protez tekrar taranır.⁴⁶

Üçüncü Seans

Taranama yapıldıktan sonra istenilen özelliklere sahip daimi protez ve dişleri ayrı ayrı yazdırılır ve ardından birbirine akrilik rezin ile yapıştırılır. Daimi protez hastaya üçüncü ve son seansta teslim edilmiş olur.⁴⁶

Dentstply Dentures

(Dentsply Sirona, York, Pennsylvania, USA)

Bu sistemde hekim prova yapmak istemezse öngörülen seans sayısı ikidir.⁴⁷

Birinci Seans

Hekim tarafından alınan daimi ölçüler ve kapanış kaydı bir model tarayıcısı tarafından dijitalize edilir ve protezlerin tasarımı yapılır. Daha sonra protez kaidelerinin üretimine geçilir.⁴⁷

Bu sistemde protez kaidesi eksiltmeli veya eklemeli olarak üretilebilir. CAD/CAM veya 3D yazıcı ile üretilmiş olan kaidelere, kişisel olarak tasarlanmış ve seçilen renkteki bir diskten frezelenerek üretilmiş yapay dişler ya da prefabrik yapay dişler (IPN 3D Digital Denture Teeth) özel bir bond yardımıyla bağlanır. Dişlerin yapıştırılacağı bölgeler, bağlanma işlemini kolaylaştırmak için yuvarlatılmıştır. Bağlanma işlemi için yapay dişler kimyasal banyoda ısıtılır, daha sonra bonding ajanı (Lucitone HIPA) uygulanır, ardından dişleri protez kaidesindeki yerlerine sabitlemek için bir basınçlı polimerizasyon ünitesine yerleştirilir. En son protezin üzerine bir cila materyali uygulanır ve protez ışık polimerizasyon ünitesinde tekrar bir polimerizasyon işlemine tabi tutulur.⁴⁷

İkinci Seans

Hastaya ikinci seansta daimi protezleri teslim edilir.⁴⁷

Dijital Üretimin Avantajları

Dijital olarak üretilen tam protezlerin geleneksel olarak üretilen tam protezlere göre bazı avantajları bulunmaktadır bunlar;

- Hastaya uygulanan klinik aşamaların ergonomik olması ve buna bağlı olarak hasta ve hekim arasındaki güvenin artması,
- Hasta başında geçirilen sürenin kısaltılmış ve seans sayılarının azaltılmış olması,
- Üretim aşamasının standardizasyonun sağlanması,
- Eksiltmeli üretimde kullanılan polimerize materyallerden kazınan protez kaidelerinde polimerizasyon büzülmesinin görülmemesi,
- Üretilen protezin retansiyon ve uyumunun iyileştirilmiş olması,
- Üretim sırasında yapay dişlerinin stabilitesinin korunması,
- Fonksiyon ve estetiğin dijital olarak görselleştirilebiliyor olması,
- Dijital teknikte kullanılan materyallerin özelliklerinin geliştirilmiş olmasına bağlı olarak iyileştirilmiş renk stabilitesi, azaltılmış artık monomer çıkışı, yüksek elastisite modülü, artırılmış bükülme ve kırılma dayanımına sahip olması,
- Bütün aşamaların dijitalize edilebilmesi sayesinde tüm verilerin bilgisayar ortamında saklanması ve gerekli hallerde (kayıp, kırılma, yenilenme ihtiyacı) protezin üretiminin yapılabilmesi.^{42, 48, 49}

Dijital Üretimin Dezavantajları ve Limitasyonları

- Yeni bir teknik olan dijital üretim hakkında hekimin yeterli bilgi ve tecrübesinin olmaması,
- Buna bağlı olarak hasta ve hekim ilişkisinin zayıflaması,
- Kalifiye laboratuvar teknisyeninin bulunmasının zorluğu,
- Sistemlerin iş akışlarının karmaşık ve öğrenmesinin güç olması,
- 3D yazıcıdan üretilmiş protez kaidelerinde polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak ortaya çıkan retansiyon eksikliğinden dolayı astarlama gereksiniminin olması,
- Yapay dişlerin ayrı olarak üretilip bağlandığı sistemlerde uzun dönemde bağlantı bölgelerinde renklenme görülmesi,
- Sistemlerin ve kullanılan materyallerin pahalı olması dijital üretimin dezavantajları arasında sayılabilir.^{42, 48, 49}

Sonuç

- Dijital diş hekimliğindeki mevcut yenilikler ve gelişmeler sayesinde tam protezlerin üretiminde 3D yazıcı ve CAD/CAM teknolojilerinin kullanılmasının alternatif bir yöntem olabileceği görülmektedir.
- CAD/CAM teknolojisinin tam protez tasarımına ve üretimine entegrasyonu, tam protezlerin doğruluğunu arttırmaya yardımcı olurken kaide materyalinin önceden polimerize edilmiş rezinden frezelenmiş olması uyumu iyileştirmektedir.
- 3D yazıcı ise protez üretim tekniklerini, materyallerini modernize etme ve düzene koyma potansiyeline sahiptir. Fakat bu teknolojinin iddia edilen avantajlarını bilimsel olarak kanıtlamak için iyi tasarlanmış klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu makale, sempozyum ya da kongrede sunulan bir tebliğin içeriği geliştirilerek ve kısmen değiştirilerek üretilmemiştir.

Bu çalışma, yüksek lisans ya da doktora tezi esas alınarak hazırlanmamıştır.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

This article is not the version of a presentation.

This article has not been prepared on the basis of a master's/ doctoral thesis.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

ethic.selcukdentaljournal@hotmail.com

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: AHG, (%40) MK (%30), ADN (%30)
Veri Toplanması | Data Acquisition: AHG (%40), MK (%30), ADN (%30)
Veri Analizi | Data Analysis: AHG (%40), MK (%30), ADN (%30)
Makalenin Yazımı | Writing up: AHG (%40), MK (%30), ADN (%30)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: AHG (%40), MK (%30), ADN (%30)

KAYNAKLAR

- Aerden D. Türk Diş Hekimleri Birliği Dergisi 2006;9:4.
- Al Jabbari Y, Nagy WW. Implant Dentistry for Geriatric Patients: A Review of The Literature. Quintessence International 2003;34.
- Cunha T, Della Vecchia M, Regis R, Ribeiro A, Muglia V, Mestriner Jr W, et al. A Randomised Trial on Simplified and Conventional Methods for Complete Denture Fabrication: Masticatory Performance and Ability. Journal of Dentistry 2013;41:133-42.
- Vecchia MPD, Regis RR, Cunha TR, de Andrade IM, da Matta JCS, de Souza RF. A Randomized Trial on Simplified and Conventional Methods for Complete Denture Fabrication: Cost Analysis. Journal of Prosthodontics 2014;23:182-91.
- Walls A, Steele J. The Relationship Between Oral Health and Nutrition in Older People. Mechanisms of Ageing and Development 2004;125:853-7.
- Doğan BG, Gökalp S. Tooth Loss and Edentulism in the Turkish Elderly. Arch Gerontol Geriatr 2012;54:e162-6.
- Çalikkocaoğlu S. Dişsiz Hastaların Protetik Tedavisi: Klasik Tam Protezler. İstanbul: Quintessence Yayıncılık, 2010. p. 62-437
- Rotim Ž, Pelivan I, Sabol I, Sušić M, Čatić A, Bošnjak AP. The Effect of Local and Systemic Factors on Dental Implant Failure - Analysis of 670 Patients with 1260 Implants. Acta Clin Croat 2022;60:367-72.
- The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. J Prosthet Dent, 2017;117:e1-e105.
10. Nazlıel HÇ. Yaşlıda Ağız ve Diş Sağlığı. Turkish Journal of Geriatrics. 1999;2:14-21.
- Han W, Li Y, Zhang Y, Zhang Y, Hu P, Liu H, et al. Design and Fabrication of Complete Dentures Using CAD/CAM Technology. Medicine 2017;96-1.
- McCabe JF, Walls AW. Applied Dental Materials. Sussex: John Wiley & Sons, 2013.
- Gharechahi J, Asadzadeh N, Shahabian F, Gharechahi M. Dimensional Changes of Acrylic Resin Denture Bases: Conventional Versus Injection-molding Technique. Journal of Dentistry 2014;11:398.
- Zarb GA, Hobkirk J, Eckert S, Jacob R. Prosthodontic Treatment for Edentulous Patients: Complete Dentures and Implant-supported Protheses. Elsevier Health Sciences 2013.
- Keenan PL, Radford DR, Clark RK. Dimensional Change in Complete Dentures Fabricated by Injection Molding and Microwave Processing. The Journal of Prosthetic Dentistry 2003;89:37-44.
- Çalikkocaoğlu S. Tam Protezler: Cilt 1. Ankara: Protez Akademisi ve Gnatoloji Derneği 2 Bilimsel Yayını, 2004.
- Woelfel JB, Paffenbarger GC, Sweeney WT. Dimensional Changes Occurring in Dentures During Processing. The Journal of the American Dental Association 1960;61:413-30.
- Meloto CB, Neves ACC, Cunha LG, Rizzatti-Barbosa CM. Influence of Different Flasking and Polymerizing Methods on The Occlusal Vertical Dimension of Complete Dentures. Acta Odontologica Latinoamericana 2012;25:312-7.
- Shibayama R, Filho HG, Mazaro JVQ, Vedovatto E, Assunção WG. Effect of Flasking and Polymerization Techniques on Tooth Movement in Complete Denture Processing. Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry 2009;18:259-64.
- Goodacre BJ, Goodacre CJ, Baba NZ, Kattadiyil MT. Comparison of Denture Base Adaptation Between CAD-CAM and Conventional Fabrication Techniques. The Journal of Prosthetic Dentistry 2016;116:249-56.
- Ulusoy M, AK A. Diş Hekimliğinde Hareketli Bölümlü Protezler: Cilt 2. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi, 2003:687-9.
- Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillips' Science of Dental Materials: Elsevier Health Sciences, 2012.
- Açıkgöz O. Dişhekimliğinde Maddeler Bilgisi. Edebiyat Fakültesi Ofset Tesisleri. 1996;227.
- O'Brien WJ. Dental Materials and Their Selection, Quintessence 2002.
- Kalipcilar B, Karaagaclioglu L, Hasanreisoglu U. Evaluation of The Level of Residual Monomer in Acrylic Denture Base Materials Having Different Polymerization Properties. Journal of Oral Rehabilitation 1991;18:399-401.
- Lee H-J, Kim C-W, Kim Y-S. The Level of Residual Monomer in Injection Molded Denture Base Materials. The Journal of Korean Academy of Prosthodontics 2003;41:360-8.
- Sofou A, Emmanouil J, Peutzfeldt A, Owall B. The Effect of Different Polishing Techniques on The Surface Roughness of Acrylic Resin Materials. The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry 2001;9:117-22.
- O'Donnell EF, Radford DR, Sinclair GF, Clark R. Chairside Polishing of Heat-cured Acrylic Resin: an SEM and EDA Study. Journal of Prosthetic Dentistry 2003;90:585.
- Bural C, Aktaş E, Deniz G, Ünlüçerçi Y, Bayraktar G. Effect of Leaching Residual Methyl methacrylate Concentrations on in vitro Cytotoxicity of Heat Polymerized Denture Base Acrylic Resin Processed with Different Polymerization Cycles. Journal of Applied Oral Science 2011;19:306-12.
- Berdicevsky I, Ben-Aryeh H, Szargel R, Gutman D. Oral Candida in Asymptomatic Denture Wearers. International Journal of Oral Surgery 1980;9:113-5.
- Budtz-Jørgensen E. The Significance of Candida Albicans in Denture Stomatitis. European Journal of Oral Sciences 1974;82:151-90.
- Rickman LJ, Padipatvuthikul P, Satterthwaite JD. Contemporary Denture Base Resins: Part 1. Dental Update 2012;39:25-30.
- Rickman LJ, Padipatvuthikul P, Satterthwaite JD. Contemporary Denture Base resins: Part 2. Dental Update 2012;39:176-87.
- Paulino MR, Alves LR, Gurgel BC, Calderon PS. Simplified versus Traditional Techniques for Complete Denture Fabrication: A Systematic Review. The Journal of Prosthetic Dentistry 2015;113:12-6.
- Anadioti E, Musharbash L, Blatz MB, Papavasiliou G, Kamposiora P. 3D printed Complete Removable Dental Protheses: A Narrative Review. BMC Oral Health 2020;20:1-9.
- Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital Dentistry: An Overview of Recent Developments for CAD/CAM Generated Restorations. British Dental Journal 2008;204:505-11.
- Hazeveld A, Slater JJH, Ren Y. Accuracy and Reproducibility of Dental Replica Models Reconstructed by Different Rapid Prototyping Techniques. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 2014;145:108-15.
- Brkić B, France N, Clare AT, Sutcliffe CJ, Chalker PR, Taylor S. Development of Quadrupole Mass Spectrometers Using Rapid Prototyping Technology. Journal of The American Society for Mass Spectrometry 2009;20:1359-65.
- Steinmassl P-A, Klauzner F, Steinmassl O, Dumfahrt H, Grunert I. Evaluation of Currently Available CAD/CAM Denture Systems. Int J Prosthodont 2017;30:116-22.
- Kattadiyil MT, Goodacre CJ, Baba NZ. CAD/CAM Complete Dentures: A Review of Two Commercial Fabrication Systems. Journal of the California Dental Association 2013;41:407-16.
- AvaDent Digital Dental Solutions [Erişim tarihi: 16 Ocak 2023] Erişim linki: <https://www.avadent.com/record-methods>.
- Baba NZ, Goodacre BJ, Goodacre CJ, Müller F, Wagner S. CAD/CAM Complete Denture Systems and Physical Properties: A Review of the Literature. Journal of Prosthodontics 2021;30:113-24.
- Baltic Denture System: Innovation Merz Dental GmbH [Erişim tarihi: 16 Ocak 2023] Erişim linki: <https://www.baltic-denture-system.de/en/practice/>.
- VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG [Erişim tarihi: 16 Ocak 2023] Erişim linki: https://www.vita-zahnfabrik.com/en/Chapter-28410,,204078.html?kapitel_id=204079.
- Amann Girschbach AG © 2006 - 2023 [Erişim tarihi: 16 Ocak 2023] Erişim linki: <https://www.amanngirschbach.com/en/products/ceramill-fds/>.
- DENTCA, Inc. © 2016 [Erişim tarihi: 16 Ocak 2023] Erişim linki: <https://dentca.com/blog/home/products/dentca-3d-printed-dentures>.
- Dentsply Sirona© 2023 [Erişim tarihi: 16 Ocak 2023] Erişim linki: <https://www.dentsplysirona.com/en-us/discover/discover-by-category/dental-lab/digital-dentures.html>.
- Lo Russo L, Zhurakivska K, Guida L, Chochlidakis K, Troiano G, Ercoli C. Comparative Cost-analysis for Removable Complete Dentures Fabricated with Conventional, Partial and Complete Digital Workflows. J Prosthet Dent 2022.
- Bilgin MS, Baytaroglu EN, Erdem A, Dilber E. A Review of Computer-aided Design/Computer-aided Manufacture Techniques for Removable Denture Fabrication. Eur J Dent 2016;10:286-91.