



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

BİTİRME TEZİ

TAM PROTEZLERDE DİJİTAL İŞ AKIŞI GELİŞİMİ VE LİTERATÜR DERLEME

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**EMEL ÇELİK
0801170034**

Tez Danışmanı

Prof. Dr. TONGUÇ SÜLÜN

[Nisan 2022]

İSTANBUL

ÖNSÖZ

Lisans eğitim sürecimin son aşaması olan öğrenci bitirme tezimin hazırlanmasında başından itibaren ilgisi ve desteği ile yanımda olan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Tonguç Sülün'e, süreç boyunca bana yol gösteren Dt. Berk Bilgen'e, takıldığım her noktada yardımcı olup, her zaman bana destek olan danışman asistanım Dt. Ayşenur Özcan'a, maddi ve manevi olarak hayatım boyunca beni destekleyen, başta annem ve babam olmak üzere sevgili aileme, Selimcan Özkan'a ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
KISALTMALAR.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
1 GİRİŞ.....	1
2 GENEL BİLGİLER.....	2
2.1 Tam Dişsizlik.....	2
2.1.1 Tam Dişsizlikte Görülen Sorunlar	2
2.1.2 Protetik Tedavinin Amaçları	2
2.1.3 Tam Protez Hastasının Değerlendirilmesi.....	3
2.2 Tam Protezler	4
2.3 Geleneksel Hareketli Tam Protezlerde İş Akışı	5
2.3.1 Ölçü	5
2.3.2 Dikey Boyut, Sentrik ve Horizontal Çene İlişkilerinin Saptanması.....	8
2.3.3 Dişli Prova	11
2.3.4 Teslim ve Kontrol.....	11
3 DİJİTAL TAM PROTEZLER.....	13
3.1 Genel Bilgiler	13
3.2 Dijital Tam Protezler	15
3.2.1 Dijital Tam Protezlerin Avantaj ve Dezavantajları	16
3.2.2 CAD/CAM Avantajları.....	16
3.2.3 CAD/CAM Dezavantajları	17
3.3 Tam Protezlerde Dijital Ölçü.....	17
4 DİJİTAL TAM PROTEZLERDE İŞ AKIŞI	20
4.1 AvaDent.....	21
4.1.1 Klinik İş Akışı	22
4.2 Wieland (Ivoclar Vivadent, Inc).....	24
4.2.1 Klinik İş Akışı	24
4.3 Dentca.....	28
4.3.1 Klinik İş Akışı	28
4.4 Amann Girrbach AG (Ceramill).....	31
4.5 Vita Vionic	31
4.6 Baltic Denture System (Merz Dental GMBH)	32
4.7 Dentsply.....	34
5 PREPOLİMERİZE PMMA.....	36

5.1	Prepolimerize PMMA Hakkında Genel Bilgiler	36
5.2	Prepolimerize PMMA'nın Fiziksel Özellikleri	36
5.2.1	Hidrofiliklik	36
5.2.2	Artık Akrilik Resin Monomer Miktarı	37
5.2.3	Yüzey Pürüzlülüğü	37
5.2.4	Protez Kaidesinin Adaptasyonu ve Retansiyonu.....	38
6	KLİNİK ÇALIŞMALAR	39
7	SONUÇ.....	44
8	KAYNAKÇA	46
9	ÖZGEÇMİŞ.....	53

KISALTMALAR

Polimetil metakrilat: PMMA

Bilgisayar destekli tasarım: CAD

Bilgisayar destekli üretim: CAM

Standart Tessellation Language: STL

İntraoral tarayıcı: IOS

Konik ışınli bilgisayarlı tomografi: CBCT

Computer Numerical Control: CNC

Polivinil siloksan: PVS

Anatomic Measuring Device: AMD

Baltic Denture System: BDS

ÖZET

Bireylerin kalıcı dişlerinin tümünü kaybettiği durum, tam dişsizlik olarak tanımlanmaktadır. Tedavi edilmeyen diş çürükleri ve periodontal hastalıklar, bazı sistemik ya da konjenital rahatsızlıklar, travma, oral kanserler, ilerleyen yaş ve düşük sosyo-ekonomik seviye gibi faktörler tam dişsizliğin sebepleri arasında gösterilmektedir.

Tam dişsizlik; yapısal, fonksiyon ve estetik açısından çeşitli değişikliklere sebep olarak hastaların genel sağlığını ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle tam dişsizliğin protetik rehabilitasyonu sağlanmalıdır. Tam protezler günümüzde hala tercih edilen bir tedavi yöntemidir.

Geleneksel yol ile tam protezlerin yapımı yaygın bir seçenek olsa da hızla gelişen teknolojinin diş hekimliğinde de uygulanmasıyla, hareketli tam protez üretim süreçleri giderek dijitalleşmektedir. Özellikle son yıllarda, bilgisayarla tasarlanmış tam protezlerin imalatına yoğun bir ilgi gösterilmektedir. Dijital tam protezler; yeni ve daha verimli iş akışlarının yaratılmasına, daha kolay prosedürlerin ortaya çıkmasına ve geliştirilmiş özelliklere sahip alternatif biyomateryallerin kullanıma izin vermektedirler.

Bu derlemenin amacı; geleneksel ve dijital hareketli tam protezlerin iş akışlarını karşılaştırmak, dijital tam protezlerin farklı firmalardaki farklı iş akışlarını incelemek, dijital tam protezlerin güncel kavramları, avantajları ve dezavantajları hakkında bilgiler sunmaktır.

ABSTRACT

The situation in which individuals lose all of their permanent teeth is defined as complete edentulism. Factors such as untreated dental caries and periodontal diseases, some systemic or congenital disorders, trauma, oral cancers, advancing age, and low socioeconomic level are among the causes of complete edentulism.

Complete edentulism affects the general health and quality of life of patients negatively by causing various changes in structure, function, and aesthetics. Therefore, prosthetic rehabilitation of complete edentulism should be provided and complete dentures are still a preferred treatment method today.

Although the traditional way of making full dentures is a common option, with the application of rapidly developing technology in dentistry, removable full denture production processes are gradually becoming digital. Especially in recent years, there has been an increasing interest in the manufacture of computer-designed complete dentures. Digital complete dentures allow the creation of new and more efficient workflows, easier procedures, and alternative biomaterials with improved properties that can be used in digital complete denture production.

This review compares the workflows of traditional and digital removable complete dentures, examines the different workflows of digital complete dentures of different companies, and presents information about the current concepts, advantages, and disadvantages of digital complete dentures.

1 GİRİŞ

Yüz; insan vücudunun sadece küçük bir bölümünü temsil etmesine rağmen, kişiler arası iletişimin ve sosyal kimliğin ana belirleyenlerinden biridir. Kültürel olarak kabul edilebilir bir yüz görünümünden uzaklaşmanın, bireyler için dezavantajlı olduğu belirlenmiştir. Bu duruma yaygın bir örnek olarak; tedavi edilmemiş ya da kötü tedavi edilmiş, herhangi bir hastalığa ya da travmaya bağlı olarak gelişen tam dişsizlik vakaları gösterilebilir [1].

Kaybedilen dişlerin, çeşitli materyaller kullanılarak yerine konulması isteği MÖ 500 yılına kadar dayanmaktadır. İnsanlar; on dokuzuncu yüzyıla dek diş eksikliklerini, insan veya hayvan dişleri, fildişi, kemik, deniz kabuğu ve ahşap benzeri birçok malzeme ile tamamlamaya çalışmıştır[2].

Günümüzde tam protezler, özellikle başta yaşlı bireyler olmak üzere tam dişsiz hastalarda kaybedilen form, fonksiyon, estetik ve fonetiği geri kazandırmak için yüzyıllardır tercih edilen bir tedavidir [3, 4]. Bireylere birçok fonksiyonel ve psikososyal faydalar sunmaktadır. On sekizinci yüzyılın ortalarında protezlerde ölçü işleminin balmumu ile başlayan tarihçesi, o zamandan itibaren Paris alçısı, gutta-perka, çinko oksit öjenol ve elastomer ölçü maddeleri gibi çeşitli materyallere dek uzanır. Kaide materyali olarak polimetil metakrilat (PMMA) kullanılması ise 1936 yılında gerçekleşmiştir[5]. Elastomer ölçü maddeleri ve PMMA kullanımı sayesinde, tam protezlerin kalitesi önemli boyutta artmıştır. Artık dijital teknikler kullanılarak dental protezler üretiliyor olsa da hareketli tam protezlerde mevcut olan çeşitli zorluklar nedeniyle elastomer ölçü maddeleri ve PMMA hala tercih edilen materyallerdir[2].

Konvansiyonel yolla tam protez yapımı çok sayıda klinik ve laboratuvar süreci gerektirmektedir[6]. Buna ek olarak, geleneksel yolla üretilen protezlerde çatlaklar, retansiyon kaybı, yetersiz estetik ve hatalı oklüzal dikey boyut görülebilmektedir[7-10]. Ayrıca, protez kaidenin yapımında kullanılan reçinenin mekanik özelliklerinin yetersizliği çeşitli sıkıntılara sebep olabilmektedir[11-14]. Ancak son yıllarda hızla gelişen dijital teknoloji, tam protezlerin yapımında birçok alternatif iş akışı sunmaktadır[15]. Bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD/ CAM) sayesinde polimerizasyon büzülmesi sorunu azaltılmıştır. [16-18]. Buna ek olarak, gerekli randevu sayısının azaltılması, protezin dokulara daha iyi oturması, artan doku uyumu ve elektronik arşivleme fırsatı da dijital yöntemlerle üretilen protezlerin avantajları arasındadır[19-21].

2 GENEL BİLGİLER

2.1 Tam Dişsizlik

Tam dişsizlik; kalıcı dişlerin tamamen kaybı ile karakterize, bireyin yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen yapısal, fonksiyonel ve estetik değişimlerle sonuçlanan bir durum olarak ifade edilir[22]. Tüm dişlerin kaybı, dünya genelinde 65-74 yaş aralığındaki bireylerde yaygın olarak görülen bir problemdir[23]. Dişlerin tamamen kaybında ilerlemiş yaş belirgin bir faktör olsa da tek başına yeterli değildir[24]. Diş çürükleri, periodontal hastalıklar, travma ve oral kanserler gibi biyolojik süreçler; sosyoekonomik, kültürel faktörler ve sağlık hizmeti arayışı gibi biyolojik olmayan faktörler de diğer yaygın sebepler olarak gösterilebilir[23]. Güncel çalışmalar tam dişsizlik konusunda cinsiyetin belirleyici bir faktör olmadığını, kadın ve erkek hastalarda tam dişsizlik olasılığının neredeyse eşit olduğunu göstermektedir[25].

2.1.1 Tam Dişsizlikte Görülen Sorunlar

Tam dişsizlik vakalarında yüz estetiğinde görülen olumsuzlukların yanında; çiğneme, yutma ve konuşma işlevlerini sağlayan destek yapıların atrofisi ve kas tonusunda kayıplar görülmektedir. Bu nedenle tam protezlerin doğru kullanımıyla uygun ağız fonksiyonunu sağlamak; doğru çene hareketlerini ve fizyolojik parametreleri sağlayacağı gibi hastanın yaşam kalitesinin ve konforunun artmasıyla estetik beklentisini de arttıracaktır[26].

Protez kullanacak hastanın fiziksel ve ruhsal durumlarının özgünlüğü sebebiyle; tam protezlerin endikasyonu ve yapımı, diş hekimliğinin en zor alanlarından. Fiziksel, zihinsel veya finansal yönden zorluklara sahip olan bireylerin kabul edilebilir bir estetik ve fonksiyon düzeyine getirilmeleri, rehberlik edecek dişlerin kaybı sebebiyle aşağıda belirtilen adımlarda çeşitli zorluklara sebep olmaktadır:

1. Vertikal ilişkilerin belirlenmesi
2. Horizontal ilişkilerin belirlenmesi
3. Diş rengi, formu, boyutu ve pozisyonun belirlenmesi

Kişinin dişsizlik süresine bağlı olarak, protezi desteklemesi beklenen kretlerde fazla miktarda rezorpsiyon görülebilmektedir. Aynı zamanda kaslarda görülen kayıplar sebebiyle çiğneme zorlukları ve alt yüz yapısında doku elastikiyeti kayıpları mevcuttur[27].

Tam dişsiz hastaların sigara içmeye daha yatkın olduğu ve bu sebeple astım, amfizem ve kanser gibi sigara ile ilişkili hastalıklarla karşılaşma olasılıklarının daha yüksek olduğu raporlanmıştır[28]. Ayrıca malnütrisyona sebep olabilen diş kayıpları, kardiyovasküler hastalık riskini de arttırmaktadır[29]. Sağlık ile ilişkili yaşam kalitesi çalışmaları; tam dişsizliğin yaşam kalitesi üzerinde etkili olduğunu, hastaların estetik kaygılarının özgüvenlerini düşürdüğünü göstermiştir[30]. Sosyal olarak protez kullanıcıları, protezlerini arkadaşlarından, kardeşlerinden ve hatta eşlerinden gizlediklerini belirtmişlerdir [31].

2.1.2 Protetik Tedavinin Amaçları

Genel sağlığın iyilik halinin korunması ve sağlanması açısından, dengeli ve sağlıklı beslenmek gerekir. Bunun için öncelikle dişlerin varlığına ve etkin bir çiğneme fonksiyonuna gereksinim vardır[32].

1. Yetersiz veya dengesiz beslenmeye bağılı olarak; osteoporoz, hipertansiyon veya koroner arter hastalıkları riski artmaktadır[31].
2. Tam dişsizlik vakalarında kimi hastalar, dişsiz alveol kreterleri ile çiğneme yapabiliyor olsa da bu yeterli değildir, zamanla temporomandibular eklemdede ve sindirim sisteminde birtakım rahatsızlıklar meydana gelir. Protetik tedavinin öncelikli amaçlarından biri, yitirilen çiğneme fonksiyonunu yeniden kazandırmaktır[32].
3. Dişler; akciğerlerden gelen hava kitesinin, ağız boşluğundaki organlara çarparak anlaşılabilir konuşmayı sağlayan ana komponentlerdendir. Doğal olarak, diş eksikliklerinde konuşmada bozulmalar meydana gelir. Dişsiz hastalar, doğru ve uygun bir şekilde yapılmış protezler sayesinde fonetik işleve tekrar kavuşturulmaktadır[32].
4. Dişlerin ve destek dokuların kaybı, bunlarla desteklenmeyen yanakların ve dudakların varlığı, kişinin yüz hatlarını değiştirerek daha yaşlı bir görünüme sebep olur[33]. Uygulanan protezlerin bu olumsuzlukları gidererek kişiye ideal bir estetik görünüm kazandırması, hasta ve çevresi tarafından beğenilmesi de protetik tedavinin en önemli amaçlarından biridir [32].

2.1.3 Tam Protez Hastasının Değerlendirilmesi

İlk muayene, sonraki tedavi sürecinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Hastalarda tam dişsizliğe sebep olabilecek lezyon ve hastalıkların tespiti ve erken tedavi sürecinin başlatılabilmesi olanaklarını sağladığı için oldukça kritiktir[34]. Tam dişsiz hastalarda ilk muayenede edilmesi gereken 4 ana adım vardır:

- **Hastanın medikal anamnezinin alınması:** Bu süreç, tedavi ile ilgili yararlı bilgiler sağlamanın yanında hasta- hekim ilişkisini güçlendirerek, hastanın hekime ve tedaviye bakış açısını gözlemlene şansı sunar. Hekim bu aşamada, hastanın yüz şeklini, konuşurken görünen diş sayısını, dudak hareketleri ve dikey boyutunu değerlendirebilir. Medikal anamnez aşağıdaki bilgileri içermektedir:
 1. Hastanın kişisel bilgileri,
 2. Hastanın şikâyeti,
 3. Hastanın dental geçmişi,
 4. Hastanın genel sağlık geçmişi,
 5. Hastanın sosyoekonomik durumu[34].
- **Hastanın mevcut protezlerinin değerlendirilmesi:** Hem hastanın memnuniyeti hem de protezin uyumluluğu açısından mevcut protezlerin değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Protezler intraoral ve ekstraoral olarak, aşağıdaki maddelere göre incelenmelidir:
 1. Maksillada posterior palatal hat ve tüberler bölgesi, mandibulada ise retromolar bölge ve distolingual alanların uzantıları,
 2. Üst anterior dişlerin konumlarının değerlendirilmesi,
 3. Erken temas ve dengesiz oklüzyon varlığının incelenmesi,
 4. Artikülasyon,
 5. Yüksek dikey boyut varlığı,
 6. Oklüzal düzlemin eğimi ve yüksekliği,

7. Dişlerin nötral zonda dizilip dizilmediği,
8. Alt anterior dişlerin aşırı önde konumlandırılmış olması

Mevcut protezlerin yenilenmesi ya da yeni bir protezin üretilmesine karar verilmesi bu değerlendirmelerden sonra karar verilir[34].

- **İntraoral ve ekstraoral dokuların muayenesi:** Bu süreçte, iyi ışıklandırma hem palpasyon hem de inspeksiyon için oldukça önemlidir.
 1. Genel görünüm,
 2. Yüz,
 3. Dudaklar,
 4. Yanaklar,
 5. Vestibüler sulkus,
 6. Yumuşak damak,
 7. Dil,
 8. Sublingual alanlar,
 9. Tükürük kalitesi ve kantitesi,
 10. Var ise elde bulunan protezler,
 11. Protezin oturacağı alan muayene edilir[34].
- **Yardımcı dokuların incelenmesi:** Lezyon veya şüphelenilen herhangi başka bir hastalığın varlığında gerekli prosedürlerin izlenerek ek testler ve analizlerin istenmesi aşamasından oluşur[34].

2.2 Tam Protezler

Protez terimleri sözlüğünde tam protezler; “Maksilla ya da mandibuladaki tüm dentisyonun ve ilişkili diğer yapıların yerini alan sabit veya hareketli dental protezler” olarak tanımlanır[35]. Hareketli tam protezler ise “Tüm dişleri ve bunlarla ilgili yapıları içeren, tamamen mukoza ve altındaki kemik tarafından desteklenen, çeşitli yollarla retansiyon sağlayan ve takıp çıkarılabilen aygıtlar” olarak tanımlanmaktadır[36].

Tam protez rehabilitasyonu, tam dişsizlikte hala en popüler, geleneksel protetik tedavi seçeneği olarak tercih edilmektedir[31].

Hareketli protezlerde 3 yüzey mevcuttur. Ölçü yüzeyi; bu yüzey istirahat halindeyken dokularla temastadır. İkinci yüzey; yapay dişlerin karşıt çene ile temasta olduğu oklüzal yüzeydir. Çiğneme kaslarıyla oluşturulan kuvvetler oklüzal yüzeyce alınır ve protezin ölçü yüzeyiyle temastaki destek dokulara iletilir. Üçüncü yüzey ise protezin cilalı yüzeyleridir[37].

Yeni yöntemlere kıyasla daha zaman alıcı olan geleneksel tam protezlerin üretimi tipik olarak:

1. Birinci ölçüler,
2. Son ölçüler,
3. Çene ilişkisi kayıtları,
4. Klinik prova seansları,
5. Tam protezin teslimini içeren ve neredeyse bir asırdır değişmeden kullanılan karmaşık bir restorasyon yöntemini içerir[38].

2.3 Geleneksel Hareketli Tam Protezlerde İş Akışı

Dijital hareketli tam protezlerin iş akış süreçlerinin gelişimini daha iyi açıklayabilmek için öncelikle geleneksel üretim sürecinin incelenmesi gerekmektedir. Konvansiyonel hareketli tam protezlerin iş akış süreci aşağıdaki gibidir:

2.3.1 Ölçü

Ölçü alma, ağız içi dokuların negatif kopyasının elde edilmesi işlemidir. Bu işlem tam protez yapımının ilk klinik aşamasıdır. Destek dokuların ve sınırlayıcı yapıların anatomisinin anlaşılması ve buna uygun olarak protezin şekillendirilmesi için esastır[37]. Tam dişsiz bir çenenin ölçüsü alınırken, hareketli yumuşak dokuların farklı materyaller ve tekniklerle doğru bir şekilde negatiflerinin elde edilmesi oldukça önemlidir[39].

Tam protezlerin yapım aşaması, ağız içi dokuların pozitif bir kopyası olan alçı model üzerinde başlar. Bu alçı modelin maksimum doğrulukta olması için iki aşamalı ölçü prosedürüne uymak gerekir. İlk olarak çeşitli boylarda üretilen fabrikasyon hazır kaşıklar kullanılarak bir ilk ölçü oluşturulur. Bu ölçü ile oluşturulan alçı model üzerinde kişiye özel akrilik kaşık hazırlanır ve bu özel kaşık ile ağız içinin esas ölçüleri tercih edilen ölçü maddeleri kullanılarak uygun teknikler ile alınır ve esas alçı model oluşturulur [40].

2.3.1.1 Ölçü İşleminin Amaçları

- **Alveol Kemiğinin Korunması:** Doğal dişlerin kaybindan sonra meydana gelen alveol kemiği rezorpsiyonunun daha da hızlanmaması için, bölgeye gelen basınç azaltılmalıdır. Ölçü yüzeyinin mümkün olduğunca geniş tutulması sayesinde spesifik çiğneme basıncı azaltılır. Alveol kretinin korunmasıyla beraber doku-kaide plağı uyumu uzun süre devam edeceği için protezin retansiyon ve stabilitesi de korunur[32].
- **Destek:** Protezlerin üzerine oturduğu dişsiz alanlar destek olarak adlandırılmaktadır. Bu alanların nitelikleri, protezlerin üzerine gelen farklı kuvvet ve basınçlara karşı koymasında oldukça önemlidir. Fibröz kretlerin varlığında, eğer bu fibröz dokular elimine edildiğinde belli bir kret yüksekliği hala sağlanabiliyorsa uzaklaştırılması; eğer belli bir kret yüksekliği mevcut değilse fibröz dokuların yerinde bırakılıp, özel teknikler ile ölçü alınması tavsiye edilmektedir[32].
- **Estetik:** Doğal dişlerin ve kretlerin kaybı yüz görüntüsünü olumsuz etkiler. Yanak ve dudaklar çökük bir görünüm alırken, çene ucu burna yaklaşır. Protez kenarlarının sınırları ve kalınlıkları hastanın ölçülerine uygun bir şekilde arttırılarak ve doğru bir kenar şekillendirilmesi yapılarak, iyi bir estetik görünüme ulaşmak hedeflenmektedir[32].
- **Retansiyon (Tutuculuk):** Protezin, giriş yolunun aksi yönünde hareket etmesine sebep olacak kuvvetlere karşı gösterdiği dirençtir. Ölçü işleminin doğruluğu retansiyonda kritik bir rol oynamaktadır[32].

- **Stabilite:** Fonksiyonel rotasyonel veya horizontal kuvvetlere karşı gösterilen dirençtir. Özetle lateral kuvvetler karşısında protezlerin sabit olarak yerinde kalmasını ifade eder. Rezidüel kretin yüksekliği, kreti çevreleyen yumuşak dokunun kalitesi, protezin dokulara adaptasyonu, oklüzal düzlem, dişlerin diziminde balanslı oklüzyon ve nötral zona uygun bir şekilde yapılması gibi faktörler stabilizeyi etkilemektedir[37].

2.3.1.2 Ölçü Teknikleri

Mukostatik Ölçü: Dokuların üzerine herhangi bir basınç uygulamadan, istirahat halindeyken ölçüsünün alınması işlemidir. Basınçsız veya minimal basınçlı ölçü olarak da bilinir. Genellikle alt çene ölçüsü alınırken kullanılan bir yöntemdir. Gevşek mukoza varlığında endikedir. Bu teknikte kullanılacak olan ölçü materyalinin, mukozanın sabitliğini bozmayan ve yüzey ayrıntılarını detaylı aktarabilen, yumuşak ve akıcı kıvamlı bir madde olması gerekmektedir. Bu yöntemde tutuculuk adezyon ve yüzey gerilim kuvvetleri yoluyla sağlanır. Ayrıca delikli ölçü kaşığı tercih edilmelidir. Bu yöntem kullanılarak oluşturulan protezlerde, kaide plağının altındaki doku ve kemik devamlı basınç altında değildir, yalnızca fonksiyon esnasında basınç varlığından söz edilir[32].

Mukokompresif Ölçü: Mukozanın üzerine basınç uygulanarak dokular yük altındayken kaydedilir. Mukofonksiyonel teknik ya da pozitif basınçlı ölçü olarak da adlandırılır. Genellikle üst tam protezler için kullanılmaktadır. Bu yöntemde protez kenarlarının hermetik bir şekilde kapatılmış olması oldukça önemlidir. Bu teknikte kullanılacak olan ölçü materyalleri; viskozitesi yüksek, yoğun kıvamlı çinko oksit öjenol veya stenç olabilir. Ayrıca ölçü kaşığı da deliksiz olmalıdır[32].

Hermetik kapamanın sağlanmasıyla retansiyon daha etkili bir biçimde sağlanmış olur. Ayrıca canlı dokuların bu teknikte oluşturulan protezlerde sürekli olarak basınç altında kalması sonucunda yumuşak dokularda atrofi ve kemik dokuda rezorpsiyon görülebilmektedir. Bu nedenle zamanla protezin retansiyonu da azalmaktadır[32, 41].

Selektif Basınçlı Ölçü: Mukokompresif ve mukostatik ölçü yöntemlerinin aynı vakada beraber kullanılmasıdır. Mukozanın yumuşak ve labil olmadığı, yoğun kortikal kemikten oluşan alanlarda basınçlı ölçü yöntemi kullanılır. Bu bölgelere örnek olarak mandibulada alveolar sırt, bukkal shelf, maksillada alveolar sırt, damak kubbesinde rölie alanı dışındaki bölgeler verilebilir. Kalan bölgelerin ölçüsü ise istirahat halinde basınçsız olarak alınmaktadır[32, 42].

2.3.1.3 Birinci Ölçü

Teşhis, tedavi planlaması ve kişiye özel ölçü kaşıklarının oluşturulması için ağız içi dokuların negatifinin oluşturulması işlemi birinci ölçüdür. Bu işlemde, hastanın ark boyutuna uygun olarak seçilen hazır kaşık kullanılmaktadır. Hidrofilik bir ölçü maddesi olan aljinat karıştırılır ve kaşığa yerleştirilir. Ardından kaşığın sapı hastanın orta hattına denk gelecek şekilde, önce kaşığın arka tarafı sonra ise ön tarafı kret üzerine bastırılarak ağza yerleştirilir. [43].

Üst çeneden ölçü alınırken kaşık yerleştirildikten sonra sol işaret parmağı ile kaşık damak kubbesinde tutulur, sağ başparmak ve işaret parmağı ile hastanın sol yanağı dışa, yukarı

ve aşığı çekilir. Aynı işlem sağ taraf için de uygulanır[32]. Hekim; hastanın arkasına geçerek işaret parmaklarını premolar dişler bölgesine yerleştirir ve basınçsız bir şekilde, aljinat sertleşene kadar kaşığı hastanın ağızında tutar[43].

Alt çenede de işlemler aynı şekilde gerçekleştirilir. Ölçünün dil tarafının şekillendirilmesi için hastaya diliyle dudaklarını yalaması söylenir ve hekim dudakları hafifçe yukarı ve dışarı çekerek bölgenin şekillenmesini sağlar[32].

Mandibuladan alınan birinci ölçünün tüm lingual ve bukkal sulkusları, eksternal oblik kenarı, tüm retromolar çıkıntıları ve varsa bukkal frenulumu içerdiğinden emin olmalıdır. Aynı şekilde maksilladan alınan birinci ölçü de tüm sulkusları, hamular ve pterygoid çentiğı ve palatal foveaların arkasında kalan yumuşak damağı içermelidir[34].

Birinci ölçünün alınmasının ardından aljinat çok bekletilmeden alçı model dökülmelidir. Modelin dökülmesinin ardından, model üzerinde kişisel ölçü kaşığı oluşturulur. İkinci ölçünün doğru bir şekilde elde edilmesi için oluşturulan kişisel ölçü kaşıklarının doğruluğı oldukça önemlidir. Gereğinden fazla uzun ya da kısa olup olmadığı kontrol edilmelidir. Bunlar protezin tutuculuğunu ve dudak desteğini etkiler. Aynı zamanda ölçü kaşığı destek dokulara zarar vermemeli ve hastayı rahatsız etmemelidir. Aksi takdirde destek dokuların negatifinin doğru bir şekilde elde edilmesini engeller[34].

2.3.1.4 İkinci Ölçü

Son ölçülerin oluşturulmasından önce Kerr'leme yapılmalıdır. Bu işlem, çevre dokuların fonksiyonel hareketlerinin protez kenarlarına aktarılmasını sağlar. Hermetik kapama sağlanarak protezin horizontal ve lateral kuvvetlere karşı koyması sağlanır[32].

2.3.1.4.1 Üst Kaşığın Kerr'lenmesi

Postdam alanı, labial bölge, sağ ve sol bukkal kenarlar ayrı ayrı Kerr'lenir. Bu işlemlerden önce stencin ıslak yüzeylere yapışmayacağı bilinmelidir ve kaşığın ilgili kısımlarının kurutulması gerekmektedir[32].

1. Postdam alanının Kerr'lenmesi: Bu alanın doğru olarak Kerr'lenmesi oldukça önemlidir. Çubuk stenç alevde yumuşatılarak özel ölçü kaşığının distalinde postdam alanına konur. Ağız yakmaması için ilgili bölüm 50-60 derecelik sıcak suda ılıtılmalıdır. Ardından kaşık hastanın ağızına yerleştirilerek bastırılır, çıkartıldıktan sonra ise akan suda soğutulmalıdır. Damak bölgesine taşan stenç kaldırılmalıdır. Kaşık tekrar ağıza yerleştirilerek sapı yukarı doğru itilir, kaşık dokulardan hemen ayrılmamalıdır.
2. Sağ ve sol bukkal kenarların Kerr'lenmesi: Sağ ve sol olmak üzere iki ayrı Kerr'leme yapılır. Kenarlara stenç konulduktan sonra yanak işaret ve baş parmaklar arasına alınarak aşırı olmayacak bir şekilde yükseltilir, ardından dışa, aşığı ve içe doğru çekilir. Kaşık çıkarıldıktan sonra soğutulur ve tekrar ağıza yerleştirilir. İşlem yapılan tarafa doğru kaşığın sapı aşığıya kıvrılarak tutuculuk kontrolü yapılır. Stencin üzerinde bukkal frenulumun belirgin bir şekilde izi olmalıdır.
3. Labial bölgenin Kerr'lenmesi: Kaşık üzerinde labial frenulumun yerinin belirgin bir şekilde açılmış olması gereklidir. Stenç yumuşatılıp ilgili bölgeye konulur ve kaşık ağıza yerleştirilir. Üst dudak dışa, aşığı ve içe doğru çekilir. Dudak frenulumu

stenç üzerinde belirgin bir şekilde iz bırakmalıdır. Stenç soğutulup, kaşık sapı aşağı doğru çekilerek tutuculuk kontrolü yapılmalıdır[32].

2.3.1.4.2 *Alt Kaşığın Kerr'lenmesi*

Üst ölçü kaşığının Kerr'lenmesine göre daha uzun sürer ve daha karmaşıktır çünkü çok sayıda bölgeye yapılır: Retromolar kabartılar, labial ve lingual ön bölgeler, lingual premolar ve molar diş bölgeleri, bukkal bölgeler, distolingual retromylohyoid bölgeler.

1. Alt dudağın dışarı, yukarı ve içe kaldırılmasıyla labial bölge şekillendirilir.
2. Yanak dışarı, yukarı, içe, arkaya ve ileriye hareket ettirilerek bukkal frenulum bölgesi şekillendirilir.
3. Yanakların kaşığın altına kaçmaması için sağ ve sol tarafta yanaklar dışa, yukarı ve içe doğru çekilir. Masseter kasının etkisini kaydedebilmek için hastadan çenesini kuvvetle kapatması istenir, bu esnada hekim kaşığı aşağı doğru bastırılmalıdır.
4. Hastadan dilini önce ileri götürmesi, ardından diliyle damağın ön kısmına basınç yapması istenerek anterior lingual bölgenin şekillendirilmesi sağlanır.
5. Azılar bölgesinde lingual fleñç bölgesinin şekillendirilmesi için hastadan dilini ileri götürmesi istenir.
6. Hastadan dilini ileri götürmesi istenerek lingual flencin distal en son kısmı şekillendirilir.
7. Son olarak ise hastadan ağızını çok açması istenir. Kaşığın çok uzun olduğu, retromolar kabartının posteromedial sınırında çentik oluşmasıyla anlaşılır. Kaşık pterygomandibular rafe üzerine taşmış demektir, buna göre kaşık sınırları düzeltilir[32].

2.3.1.4.3 *Üst Çenenin Son Ölçüsü*

Ölçü maddesinin dokulara basınç yapmasını engellemek amacıyla, kaşığın damak kısmında ortalama 2 milimetre çapında delikler açılır. Ölçü maddesi homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra kaşığa yerleştirilir. Ölçü maddesi kenarlardaki stencin üzerini de kaplamalıdır. Kaşık hasta ağızına önce arka taraftan ardından ön taraftan hafifçe bastırılarak yerleştirilir. Hekim hastanın arkasına geçerek işaret parmaklarıyla premolar dişler bölgesinden kaşığı tutmalıdır ve ölçü maddesi sertleşene kadar kaşığı oynatmamalıdır[32].

2.3.1.4.4 *Alt Çenenin Son Ölçüsü*

Alt tam protez için ilk ve son ölçülerin teknikleri arasında çok fark yoktur. Ancak alt çene ölçüsünde dikkat edilmesi gereken üç önemli nokta vardır:

1. Ölçü, retromylohyoid bölgeyi gerekli şekilde kaydetmeli,
2. Yanak cebi bölgesini yeterli genişlikte kaydetmeli,
3. Retromolar kabartı bölgesi gereğinden kısa olmamalıdır[32].

2.3.2 **Dikey Boyut, Sentrik ve Horizontal Çene İlişkilerinin Saptanması**

Dikey boyut; protez terimleri sözlüğünde “anatomik veya işaretlenmiş biri sabit, diğeri hareketli iki nokta arasındaki uzaklık” olarak tanımlanmaktadır[35]. Oklüzal ve istirahat dikey boyut olmak üzere iki farklı dikey boyut tanımlaması da mevcuttur. Yine protez terimleri sözlüğünde oklüzal dikey boyut “mandibula interkusal pozisyonda iken, anatomik veya işaretlenmiş iki nokta arası uzaklık” olarak tanımlanırken, istirahat dikey boyut ise “mandibula

fizyolojik istirahat pozisyonunda iken seçilen iki nokta arasındaki mesafe” olarak tanımlanmaktadır[35]. Oklüzal dikey boyutta karşılıklı dişler veya mum duvarlar birbirlerine temas ederken, istirahat dikey boyutta temas yoktur. Aradaki bu fark ise “freeway space” olarak adlandırılır[32].

Dikey boyutun doğru bir şekilde tespit edilememesi çeşitli sorunlar meydana getirir.

Dikey boyutun yüksek alınması sonucunda görülen problemler:

1. Yanak ısırma
2. Konuşma sırasında dişlerin birbirine çarpması
3. Masseter bölgesinde ağrı
4. Çenelerde yorgunluk hissi
5. Alveol kretinde travma
6. Konuşma ve yutkunmada güçlük
7. Alt yüz yüksekliğinde artış
8. Temporomandibular eklem seviyesinde var olması gereken glenoid fossa ve kondil başı ilişkilerinin değişmesi
9. Bruksizm gibi parafonksiyonlar
10. Protezin stabilitesinin bozulması
11. Gerilen buccinator kas liflerinin potansiyel protez boşluğunu artırması nedeniyle nötral zon genişliğinin artması [32].

Dikey boyutun düşük alınması sonucunda görülen problemler:

1. Yanak ısırma
2. Çiğneme kuvvetinde azalma
3. Yutkunmada güçlük
4. Alt yüz yüksekliğinde azalma
5. Kasların tonusunun azalması sonucu yüzde çökük görünüm
6. Dudakların dolgunluğunu kaybetmesi
7. Çene ucunun burna doğru yaklaşması ve ileri doğru çıkık bir görünüm alması
8. Stabilitenin bozulması
9. Dudak köşelerinde angular şelitis oluşumu
10. Glenoid fossa ve kondil başı ilişkilerinin değişmesi
11. Kasların gevşek bir hal alması sonucunda nötral zon genişliğinin daralması
12. Ağız boşluğunun daralması ve dilin boğaza doğru itilmesi[32].

Klinikte dikey boyut tespiti çeşitli şekillerde yapılmaktadır. Bunlardan en yaygın olanı, 2 nokta yöntemi olarak da bilinen Niswonger yöntemidir. Hem çekim öncesi hem de çekim sonrası kullanılabilir. Tercihen orta hat hizasında hem alt hem de üst dudak derisi üzerine yapılan nokta şeklinde çizimlerden yararlanır. Hasta koltuğa Camper düzlemi paralel olacak şekilde oturtulur, alt ve üst dudak derisinde işaretlemeler yapılır. Baş tetiyere dayatılmadan, hastanın yutkunması ve ardından çenesini istirahat pozisyonuna alması sağlanır. Dudaklar hafif bir şekilde kapalıdır. İki nokta arası mesafe ölçülür ve kaydedilir. Mum duvarların üzerinde bulunduğu kaide plakları hastanın ağızına yerleştirilerek hastaya aynı hareket tekrarlatılır. Alt mum duvarlar bu ölçümlere göre kazınır veya mum duvarlara ekleme yapılır[32].

Yaygın olan bir diğer teknik ise Silverman yöntemi olarak bilinen en yakın konuşma mesafesidir. Hasta “S” sesini çıkartırken premolar dişler arasındaki mesafe 1-2 mm.yi

aşmamalıdır. Mum duvarların üzerinde bulunduğu kaide plakları hasta ağzına yerleştirilir ve hastaya yüksek sesle okuma veya haftanın günlerini saydırma adımları yapılır. Bu esnada “S” sesi çıkarılırken alt ve üst mum duvarlar birbirlerine temas etmemelidir. Eğer temas varsa mum duvarlar yüksek demektir. Alt mum duvardan aşındırma yapılır. Üst oklüzal düzlem belirlendikten sonra üst mum duvarlarda düzeltme yapılmamalıdır[32].

Son adımda hasta dik pozisyondayken, yüzün orta hattı esas alınarak üst mum duvarda orta hat işaretlenir. Hastadan gülmesi istenerek gülme hattı, burun kanatlarının hizasından da kanin dişlerinin yeri belirlenir[32].

Ayrıca mandibulanın maksillaya göre horizontal düzlemdeki sentrik, protruziv ve lateral ilişki kayıtları da bu aşamada belirlenir[32].

Sentrik ilişki; diş temaslarından bağımsız olarak, kondillerin artiküler eminenslerin posterior eğimlerine karşı anterior-superior pozisyonda olduğu maksillomandibular ilişkidir. Bu pozisyonda kondiller menteşe eksenini etrafında kısıtlı olarak rotasyon hareketi yapmaktadır. Tekrarlanabilir bir referans pozisyonu olduğu için klinik olarak faydalı kabul edilmektedir[35]. Diş kavislerinin arasındaki uyumu sağlamak ve temporomandibular eklem sağlığını korumak için sentrik ilişkinin doğru şekilde kaydedilmesi gereklidir[35].

Dikey boyutun değişmesiyle beraber sentrik ilişki de değişmektedir, bu nedenle dikey boyut değişiklikleri yapıldığı takdirde sentrik ilişki yeniden tespit edilmelidir. Sentrik ilişki kaydı alınırken hastanın başı dik durmalıdır. İnteroklüzal kayıt yöntemi, grafik kayıt yöntemi ve terminal menteşe ekseninin kaydı yöntemlerinden biri kullanılarak elde edilebilmektedir[32].

İnteroklüzal kayıt yönteminde, alt mum duvarlar molar dişler bölgesinde az bir miktarda aşındırılır ve bu bölgeye alçı, çinko oksit öjenol macunu veya soğuk akrilik koyularak hastanın çenesi sentrik ilişki pozisyonunda kapatılır. Sertleşme gerçekleştikten sonra ağızdan çıkarılır. Bu kaydın mum ile alınması durumunda ise alt molar bölgesinden 2 mm kazıma yapılır ve ardından üst mum duvarda üçgen şeklinde, alt mum duvarda ise tam bu üçgene denk gelecek şekilde kare şeklinde çentikler açılır ve mumlar çıkarılır. Çıkarılan bu bölgeye utility mum konulur ve tekrar ağza yerleştirilerek sentrik ilişki kaydedilir[32].

Bir diğer kayıt metodu ise grafik kayıt yöntemidir. Bu yöntem fibrotik alveolar kret varlığında ve hasta çene hareketlerini kontrol edemiyorsa kontrendikedir. Ağız içi ve ağız dışı olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilebilir. Her iki kayıt şeklinde de önceden belirlenmiş dikey boyut göz önüne alınır ve gotik ark adı verilen çizimler gerçekleştirilir. Gotik ark çizimi yapılmasını sağlayan aygıt, alçalıp yükselebilen vidalı sivri bir uç ve çizimin yapılacağı düz plaktan oluşur. Ağız içi kayıt yönteminde; sivri uçlu parça üst kaide plağına ortalıncı bir şekilde yumuşak stenç aracılığıyla, çizim tablası ise mandibulaya mum duvarla aynı hizada olacak şekilde mum duvardan birkaç mm kazınarak yerleştirilir. Hastadan çenesini kapatması istenir ve antero-posterior çene hareketleri yaptırılarak çizimin tamamlanması sağlanır. Başarı oranı yüksek bir tekniktir. Ağız dışı gotik ark çiziminde ise tek fark çizim tablasının ağız dışına konumlandırılmış bir apareyde olmasıdır[32].

2.3.3 Dişli Prova

Dişli prova seansının amacı, protezler muflaya alınmadan önce hataları tespit edip düzeltmektir. Dikkat edilmesi gereken önemli noktalar şunlardır:

1. Kaide plakları tutucu olmalıdır, gerekli durumlarda adeziv kullanılmalıdır.
2. Sentrik ilişki kontrolü yapılmalıdır. Dişler varken sentrik ilişkinin doğruluğu daha iyi anlaşılmaktadır. Hata varlığında molar dişler sökülmeli ve tekrar sentrik ilişki kaydı alınmalıdır.
3. Estetiğin hasta ve yakınları tarafından beğenilip onaylanması çok önemlidir. Beğenilmeyen veya tereddüt edilen protezler kesinlikle bitirilmemeli ve gerekli değişiklikler yapılmalıdır.
4. Üst oklüzyon düzlemi Camper hattına paralel olmalı, dikey boyutun azlığı veya çokluğu kontrol edilmelidir.
5. Bilateral balanslı artikülasyon kontrol edilmelidir. Az miktardaki balans hataları, bitmiş protez üzerinde küçük aşındırmalar ile düzeltilebilmektedir.
6. Fonetik kontrol sağlanmalıdır. Hastanın proteze alışma sürecinde minimal ses hatalarının görülmesi doğaldır ve zamanla düzelmektedir [32].

2.3.4 Teslim ve Kontrol

Dişli provadan sonra protezin hastaya tesliminden önce protez ağızda son bir kez daha denenmelidir. Bu seansta sentrik oklüzyonda balans, andırkatlar ve aşırı basınç alanları kontrol edilmelidir. Aşırı basınç gösteren alanlar basınç patı yardımıyla ya da vuruk varlığında vuruk yerlerinin sabit kalemle boyanarak üzerine protezin tekrar oturtulmasıyla tespit edilir[32].

Protezlerin retansiyonu da incelenecek olan bir diğer konudur. Tutuculukta görülen hafif problemler astarlama yapılarak giderilebilmektedir. Aynı zamanda dudak ve yanakların dolgunluğu kontrol edilir, protezin periferik kısımlarının uzunluğu, keskinliği ve kalınlığı değerlendirilmelidir[32].

Prematür temasların varlığında çene sentrik ilişki konumuna getirilerek artikülasyon kağıdıyla boyanan dişler möllenir. Protezlerin tüberler ve retromolar kabartı kısımlarının temasında da yine artikülasyon kâğıdı yardımıyla boyanan kaidelerden kalın olanı möllenmelidir. Ayrıca protezler sentrik ilişkide kapatıldığı zaman mandibular ve maksiller kanin- kanin arası anterior dişlerin birbirine değmemesi, arada 1 milimetre kadar boşluk bulunması gerekir, bunun kontrolü hastaya ön bölgede bir parça kâğıt ısırtılarak yapılır[32].

Protezlerin hastaya tesliminde ise protezin nasıl kullanılacağı ve temizleneceği anlatılır. İlk olarak üst protez hastanın ağızına takılır ve premolar dişler bölgesinden bastırılır, tutuculuk kontrol edilir. Ardından alt protezler de yerleştirilir ve hasta önden ve yandan ağız kapalı ve hafif açık olarak gözlemlenir[32].

Hastanın protezlere alışma süresinin 4-6 hafta olduğu belirtilmelidir, bu süre yaşlı bireylerde biraz daha uzun olabilmektedir. Bu süreç esnasında nöromusküler koordinasyon yeniden sağlanmaktadır[32].

Hastanın ve yakınlarının protezleri beğenmesi, protezleri kabul etmesi son derece önemlidir. Bu hastanın motivasyonunu ve adaptasyon sürecini doğrudan etkilemektedir[32]. Protezlerin tesliminden sonra hastanın kontrol randevularına çağırılması oldukça önemli ve gerekli bir adımdır. İlk kontrol seansı mümkünse 24 saat sonrası için planlanmalıdır. Hastaya rahatsızlık veren ve dokularda irritasyona sebep olan alanların düzenlenmesi yapılmalı ve bu düzenlemelerin ardından bir hafta sonrası için tekrar randevu oluşturulmalıdır[44].



Şekil 1: Konvansiyonel yol ile tam protez üretim aşamaları[45].

3 DİJİTAL TAM PROTEZLER

3.1 Genel Bilgiler

Bilgisayar destekli teknoloji; ürünlerin tasarımına, analizine ve üretimine yardımcı olmak için bilgisayar becerilerinin kullanımı anlamına gelen geniş bir terimdir[46].

Eklemeli ya da aşındırarak şekillendirmeli üretim teknikleri mevcuttur. Eklemeli üretim veya 3 boyutlu baskı; bir objeyi, dijital görsellerini kullanarak, seçilen materyalden oluşturulan ardışık katmanları bir araya getirme yoluyla oluşturur. Aşındırılmalı üretim, bir nesne oluştururken, dijital görüntüleri kullanarak malzemeyi fiziksel olarak oluşturmak ve istenen geometriyi elde etmek için makineyle işleme (kesme/frezeleme/kazıma) yapmaktadır. Protetik tedavide aşındırılmalı üretim tekniği daha yaygın olarak kullanılmaktadır [17].

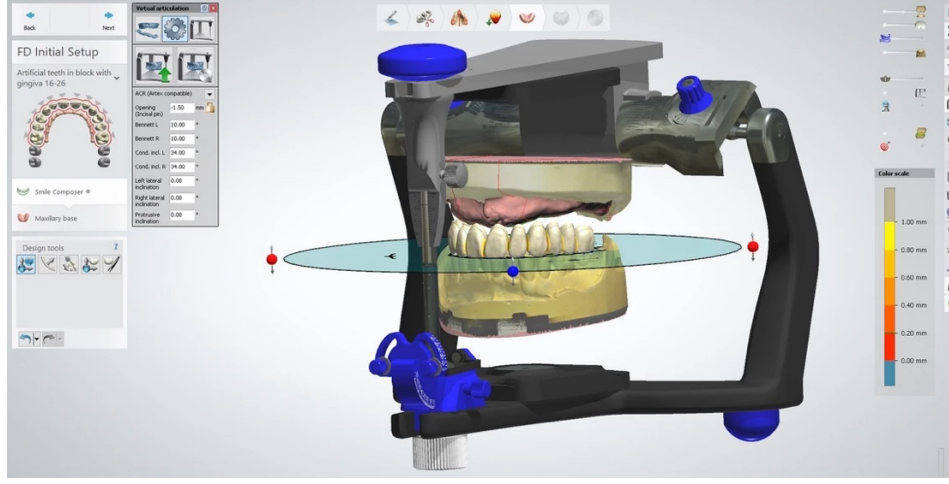
Bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli üretim (CAM) sistemleri, ilk olarak 1950 yılında Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetleri'nin Savunma Kolu tarafından uçak ve otomotiv imalatında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Francois Duret'in, dayanak dişin optik izlenimini ve CNC isimli bir freze makinesini içeren bir dental CAD/CAM cihazı geliştirmesi sonucunda, diş hekimliğinde bu tür teknolojilerin uygulanması bundan ancak otuz yıl sonra mümkün olmuştur. İlk restorasyon 1983'te frezelenmiştir ve sistem, Fransız Diş Hekimleri Birliği'nin Kasım 1985'teki Uluslararası Kongresi'nde gösterilmiştir[47].

Werner Mormann, ilk ticari CAD/CAM sistemi CEREC'in (Dentsply Sirona) geliştiricisi olarak bilinir. İlk CEREC hasta başı tedavisi 1985 yılında Zürih Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde gerçekleştirilmiştir. Bu sistemin optik taramaya dayalı olarak, aynı gün seramik diş restorasyonları üretebilmesi devrim niteliğindedir[48].



Şekil 2: CEREC Sistemi[2].

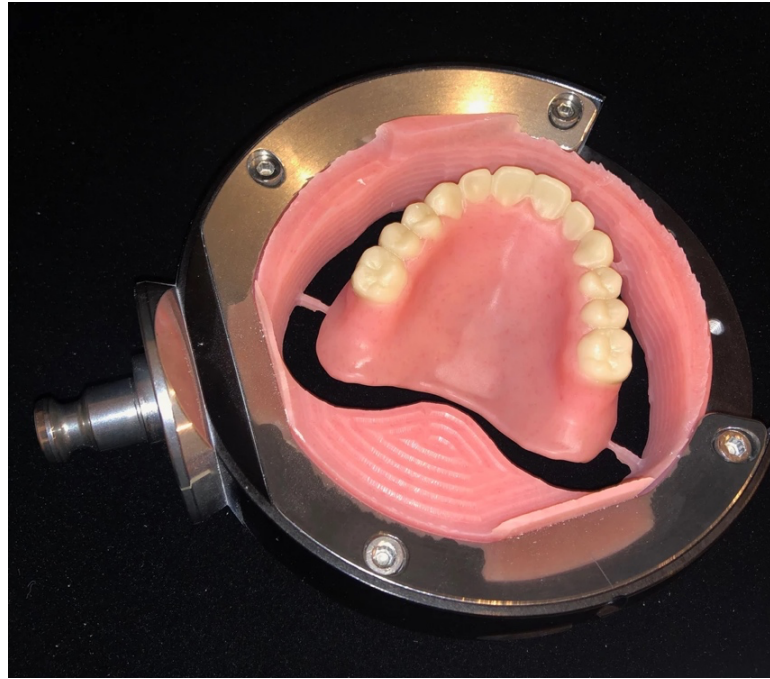
Bu teknolojiler ile; inley/ onley restorasyonlar, kuronlar, sabit veya hareketli bölümlü diş protezleri, implant abutmentleri, çene-yüz protezleri, hareketli ve sabit implant destekli protezlerin alt yapıları ve hareketli tam protezler üretilebilmektedir[49].



Şekil 3: Modellerin Dijital Artikülâtörde Ayarlanması[50].



Şekil 4: 3 Boyutlu Yazıcı ile Deneme Protezlerinin Oluşturulması[50].



Şekil 5: Frezeleme ile Nihai Protezin Oluşturulması[50].

Şu anda en yaygın fabrikasyon yöntemi, frezeleme işlemleri yoluyla aşındırma üretim olmasına rağmen, üç boyutlu (3D) baskı gibi eklemeli üretim teknolojileri giderek daha popüler hale gelmekte ve üç boyutlu modeller, ölçü kaşıkları, gece plakları, cerrahi rehberler, ortodontik aparatlar, diş protezleri, geçici restorasyonlar ve diğer cihazlar için halihazırda uygulanmaktadır. Gelecekte daha iyi yazıcıların ve farklı restoratif malzemelerin geliştirilmesiyle üç boyutlu baskı, tercih edilen üretim süreci haline gelebilir[51].

On sekizinci yüzyıldan beri, diş ve çevre dokularının üç boyutlu geometrisini kaydetmek için geleneksel ölçü teknikleri kullanılmıştır. Bununla birlikte; ölçü malzemelerinin hacimsel değişiklikleri ve model oluşturmada kullanılan alçıların sertleşme genleşmesi gibi sorunlarının varlığı, mükemmel bir dental laboratuvar hizmetini gerektirir[52]. Diş hekimliği alanında görülen bu zorlukların üstesinden gelmek için dijital intraoral tarayıcılar geliştirilmiştir[53]. Dijital tarayıcı, üç boyutlu yüzeyleri veya hacimleri kaydeden ve yeniden yapılandıran temassız bir ölçüm cihazıdır[54]. Üç boyutlu modelleme yazılımıyla entegredir. En yaygın kullanılan dijital format, STL (Standart Tessellation Language)dir [55].

Protez üretimi için ağız içi taramaların kullanılması; öğürme refleksine engel olması, daha hızlı olması, randevu sayısını azaltması ve ölçü maddelerine karşı alerji görülme riskini ortadan kaldırması sebebiyle hasta konforunu artırır. Ölçünün ve alçı modellerin hazırlanıp kargolanması ve depolanması gibi süreçleri elimine ederek laboratuvar prosedürleri için hasta başında geçirilen süreyi ve zamanı daha da azaltarak ek avantajlar sağlayabilir[56, 57]. Dijital ölçüler, geleneksel ölçü maddeleri gibi distorsiyona uğrama özelliği taşımadığından rahatlıkla saklanabilir, iletilebilir ve yeniden kullanılabilir veriler olma özelliğini taşırlar[58, 59]. Dijital ölçü teknikleri, deneyimli hekimler tarafından uygulandığı takdirde hastalar açısından daha tercih edilen bir yöntem olarak görülmektedir[60].

Intraoral tarayıcı (IOS) cihazının diş hekimliği uygulamalarında kullanılması, diş hekimliğinde CAD/CAM (bilgisayar destekli tasarım ve üretim) teknolojisinin gelişmesiyle aynı zamana denk gelmiştir ve uygulayıcılar için sayısız avantaj sağlamıştır. Günümüzde IOS ve CAD/CAM; daha kolay tedavi planlaması, laboratuvarlarla kolay iletişim, azaltılmış operasyon süresi, depolama gereksinimleri ve azaltılmış seans sayısı sağlamaktadır[61].

Son on yılda, farklı teknolojilere dayanan çok sayıda intraoral tarayıcı üretilmiştir ve çeşitli klinik kullanımlara göre seçimler yapılabilmektedir[62]. İntraoral tarayıcıların kalitesi, ölçülerin doğruluğu ve hassasiyeti üzerinden değerlendirilmektedir[63].

Ancak hareketli tam protezlerin dijital teknikler kullanılarak üretilmesi henüz çok yaygın değildir. Bunun sebebi protezlerin üretim sürecinin doğasından kaynaklanmaktadır. Bu süreç; çok adımlı yüz kayıtları alma, aktarma, değerlendirme; ardından hastanın ağız ve yüzüyle bir uyum yakalamak için gerekli olan diş ve dişetinin sanal kopyalarının oluşturulmasını içermektedir. Bütün bu adımlarda hekimin sanatsal ve teknik sezgileri önemli bir yere sahiptir[17].

3.2 Dijital Tam Protezler

Dijital olarak üretilen ilk tam protez 1994 yılında Maeda tarafından 3 boyutlu baskı teknolojisi kullanılarak üretilmiştir. Bunun ardından Kawahata, mum bir bloğu CNC makinesinde frezeleyerek eksiltmeli üretim tekniğiyle ilk tam protezleri oluşturmuştur[64].

Busch ve Kordass anatomik ölçü ve standartlara göre dijital diş dizimini tanımlamıştır[65]. Sun ve Wang; otomatik diş dizimi, yarı otomatik estetik tasarım, kişiselleştirilmiş gingival ve kaide plağı şekillendirme işlemlerinin CAD yazılımında uygulanabilirliğini incelemiştir[66]. Kanazawa ve Inokoshi, dijital tam protezlerin üretimi için CBCT(Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi) ile hızlı üretim ve frezeleme tekniklerinin kullanılabilirliği hakkında araştırmalar yapmıştır[67].

CAD/ CAM teknolojilerinin ticari olarak kullanılabilir hale gelmesi 2012 yılında mümkün olmuştur. AvaDent ve DentCa bu sektöre giriş yapan ilk iki firmadır. 2013 yılında Kattadiyil bu iki firmanın süreçlerini inceleyen bir çalışma hazırlamıştır. Ardından 2014 yılında Infante ve arkadaşları da AvaDent sistemini kullanarak iki klinik randevuda tam protez üretilebilecek bir iş akışı üzerine çalışma yapmışlardır[16]. Bu tarihten itibaren bu iki firma ve sektöre sonradan giriş yapan diğer firmalar, iş akışlarını modifiye ederek ve kısaltarak geleneksel tam protezin dezavantajlarının dijital protezde engellenmesi üzerine çalışmalar yapmaktadır[68].

3.2.1 Dijital Tam Protezlerin Avantaj ve Dezavantajları

Dijital tam protezler; klinik sürelerini, toplam randevu sayılarını ve toplam maliyeti geleneksel tam protez üretim sürecine göre düşürmektedir. Aynı zamanda dijital iş akışları geleneksel yöntemin aksine, tekrarlanabilir bir üretim sunmaktadır[69]. Özellikle dijital süreçlerin hata payının geleneksel yöntemden daha düşük olması ve iş akışlarının daha az randevu gerektirecek şekilde tasarlanmış olması hekim ve hasta için dijital süreci daha tercih edilebilir kılmaktadır. Ancak kullanılan malzemelerin ve protokollerin farklılığı, dijital üretim tekniklerinin yaygın olarak kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Bunun ana sebebi, bütün protokollerin aynı gelişmişlik seviyesinde bulunmamasıdır[69].

3.2.2 CAD/CAM Avantajları

CAD/CAM protezlerinin beklenen avantajlarından bazıları şunlardır:

1. Konvansiyonel yolla tam protez yapımı minimum 4 ya da 5 klinik randevu ve protezin teslimi sonrasında ek kontrol randevuları gerektirmektedir[70]. Ancak dijital tam protezlerin üretiminde dijital bir iş akışının uygulanmasıyla, klinik randevu sayısı ve süresi azaltılır. Bu durum, özellikle kliniğe her seferinde gelmekte zorlanan yaşlı hastalar için oldukça faydalıdır[71].
2. Prepolimerize PMMA kaide materyali kullanımıyla protezlere daha üstün özellikler ve güç kazandırılır[72, 73].
3. Protez kaidesinde geleneksel yolla üretime göre çok daha az porozite meydana gelir[17, 73].
4. Protezlerin mikroorganizmaları barındırması azaltılır ve ortaya çıkan enfeksiyonlar en aza indirilir[17, 71].
5. Geleneksel tam protez kaidesinde görülen polimerizasyon büzülmesi nedeniyle, protez kaide plağının altındaki dokulara tam olarak uyumunda problemler görülebilmektedir[70]. Dijital tam protezlerin dokulara uyumu geleneksel üretim protezlere göre daha iyidir[20].
6. Uygun oklüzyonu elde etmek daha kolaydır[2].
7. Geleneksel tam protezlerde randevu sayısının fazla olmasına bağlı olarak artan bir maliyet söz konusudur. Dijital tam protezlerde ise bu maliyet randevu sayısı azaltılarak; hekim ve hasta için düşürülmüştür[73].

8. Geleneksel tam protezin optimal bir duplikatı kolay ve hızlı bir şekilde oluşturulamaz[70]. Ancak dijital tam protezler, saklanan dijital veriler sayesinde, gerektiği takdirde protez kolayca yeniden üretilebilir[71, 73].
9. Kalite kontrolü daha iyi yapılır[73].
10. Tam protezlerde ve implantüstü tam protezlerde klinik araştırmaları standart hale getirme potansiyelini artırır[17].

3.2.3 CAD/CAM Dezavantajları

Birçok avantajına rağmen CAD/CAM teknolojisi uygulamaları, henüz diş hekimliği topluluğu tarafından yaygın olarak benimsenmemiştir. Bu konudaki ana sebepler arasında; yüksek başlangıç ve bakım maliyeti, yeni bir öğrenme süreci gerektirmesi ve hekimlerin diş hekimliği fakültesinde öğrendikleri ve alıştıkları prosedürleri değiştirmekten kaçınması ile ilgilidir[51].

1. Uygun oklüzal dikey boyut, maksilla-mandibular ilişki, maksiller anterior dişlerin insizal kenarlarının pozisyonları ve dudak desteği ölçülerini almak zordur[17].
2. PVS gibi boyutsal ve sıcaklığa dayanıklı ölçü malzemeleri kullanılmalıdır[71].
3. Üretim süreci takibinin limitli olması, estetik veya fonksiyonel problemler görülebilmesi ve laboratuvar maliyetlerinin geleneksel üretime oranla daha yüksek olması gibi sorunlar mevcuttur[17].
4. Artikülörde modellerin tekrar ayarlanma olasılığı yüksektir[71].
5. Firma süreçleri hakkında, geleneksel üretim tekniklerine kıyasla daha az veri ve deneyim bulunmaktadır[2].
6. Özellikle sabitlenmiş bir teşhis modelinin bulunmayışı sebebiyle çene ilişkileri ve boşluk analizlerinin hatalı yapılabilmesi, dijital protez üretim tekniklerinin en büyük dezavantajlarından biridir. Ayrıca dijital protezlerde, üretimin ardından dişlerin yeniden dizilim olanağı bulunmaması da mevcut bir sorundur[74, 75].

3.3 Tam Protezlerde Dijital Ölçü

Günümüzde aktif olarak kullanılabilen ve geliştirilmekte olan dijital tam protez sistemleri, alçı model taraması veya ölçü tarama yöntemlerini kullanmaktadır. Tam dişsiz ağızlarda; ağız içi görüntülerin birleştirilmesinde referans noktaların bulunmaması, periferik sınırlarda yumuşak dokunun hareketliliği, tükürük varlığı ve yumuşak dokuların translüesentliği sebebiyle ağız içi taramalar pek tercih edilmemektedir. Bahsedilen sınırlamalara ek olarak, basınçlı ölçü tekniklerinin kullanılması da mümkün değildir[2]. Anatomik referans noktalarının bulunmayışının yarattığı problemin önüne geçmek açısından kompozit ya da dermal işaretleyiciler denenmektedir[76-78].

Unkovskiy ve arkadaşlarının bir çalışmasında; dijital taramanın doğruluğu, maksillada geleneksel yöntemlere oldukça yakın bulunmuştur. (IOS için: 0.70 ± 0.18 mm, PVS ile 0.75 ± 0.17 mm ve çinko oksit öjenol-PVS için 0.75 ± 0.19 mm) Bununla birlikte, bu sonuçların mandibula için de doğrulanması gerekmektedir[79]. Oral mukozanın hareketli doku sınırları, dijital tarayıcı ile taranması en zor bölgedir[76]. Bu problemin önüne geçmek için Jung ve arkadaşları, geleneksel yöntemle ve dijital tarama yöntemiyle ölçüsünün alınmasını ve ardından bu verilerin birleştirilmesini önermiştir[80]. Bazı yazarlar ise yumuşak dokuların parmak veya ayna ile hareket ettirilerek ölçülerinin alınmasını önermiştir[81]. AH hattı ise dijital taramadan önce, yumuşak damaktaki anterior ve posterior titretişim hatlarının sabit kalem kullanılarak

işaretlenmesiyle belirlenmelidir[76]. Ayrıca dijital tarayıcıların doğruluğu; tarama sırasındaki parlaklık, tükürük varlığı, tarama stratejisi ve operatörün öğrenme eğrisi gibi faktörlere duyarlıdır[82].

Unkovskiy ve arkadaşlarının başka bir çalışmasında TRIOS3 Intraoral tarayıcı(3Shape) ve yüz taramaları kullanılarak ölçüler elde edilmiş ve ardından frezeleme ve üç boyutlu baskı ile tam protezler üretilmiştir. Frezeleme ile üretilen protez, herhangi bir ek randevu gerekmeksizin iki seansta hastaya teslim edilmiştir. Ancak retansiyon eksikliği ve estetik özelliklerinin iyi olmayışı gibi sebeplerden araştırma ekibi tarafından kalıcı bir çözüm olarak değerlendirilmemiştir. Üç boyutlu baskı tekniği ile üretilen tam protez ise ek randevuda yapılan oklüzal dikey boyut, oklüzyon, kaidelerin retansiyonu gibi özelliklerin kontrollerinin ardından Silasoft N silikon materyali (Detax, Ettlingen, Almanya) kullanılarak astarlama işlemine tabi tutulmuştur. Bu sayede final protezinde daha iyi bir uyum gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, tam dişsiz hastalarda intraoral taramanın dijital remounting yöntemi ile kullanıldığı takdirde, tamamen dijital olan üretim süreçlerinde kullanılabilmesi ancak bunun en iyi seçenek olmadığı raporlanmıştır[79].

Schimmel ve arkadaşlarının çalışmasında ise 4 adet tam dişsiz ve parsiyel dişsiz maksilla ve mandibula modelleri yeni nesil bir IOS tarayıcı kullanılarak taramıştır. Her modelin on taraması, IOS deneyimli ve deneyimsiz bir operatör tarafından gerçekleştirilmiştir. Referans taramaları elde etmek için endüstriyel yüksek hassasiyetli bir tarayıcı da kullanılmıştır. Her model-operatör kombinasyonunun IOS dosyaları, ilgili referans tarama dosyaları ve aynı operatör tarafından oluşturulan her modelden IOS dosyaları üst üste bindirilmiştir. Bu in vitro çalışmanın sınırlamaları dahilinde, test edilen yeni nesil IOS cihazı (Primescan) kullanılarak dişsiz ve kısmi dişsiz modellerde IOS doğruluğunun yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Operatörün IOS deneyimi, tarama doğruluğu üzerinde yalnızca küçük bir etkiye sahipken, deneyimli operatörün tarama süreleri daha kısa bulunmuştur. Test edilen yeni nesil IOS ile elde edilen taramaların, hekimin IOS konusundaki deneyiminden bağımsız olarak hareketli protezlerin üretimi için uygun olabileceği sonucuna varılmıştır[83].

Bütün güncel sistemlerde; ölçünün ya da alçı modelin taraması sonucunda elde edilen veriler ve oklüzal dikey boyutu içeren interoklüzal ilişkilerin kayıtları CAD yazılımına aktarılır ve birleştirilir. Ardından anatomik referans noktaları seçilir ve protez sınırları çizilir. Anatomik referans noktaları, dudak desteği, maksiller dişlerin insizal kenarları, oklüzal düzlem gibi değerler göz önünde bulundurularak geçici bir diş dizilimi oluşturulur; üç boyutlu tasarım yapılır. Eğer önerilen diş dizilimi, gingival sınırlar, gingival wax-up hekim tarafından onaylanırsa bir deneme protezi veya asıl protez üretilir[2].



Şekil 6: TRIOS 3; 3Shape A/S intraoral tarayıcı[84].



Şekil 7: Maksiller ve mandibular tam dişsiz arkların IOS ile taranması[85].



Şekil 8: Ağız içi taramaların artikülatöre aktarılması ve diş diziminin sanal ortamda yapılması[85].

4 DİJİTAL TAM PROTEZLERDE İŞ AKIŞI

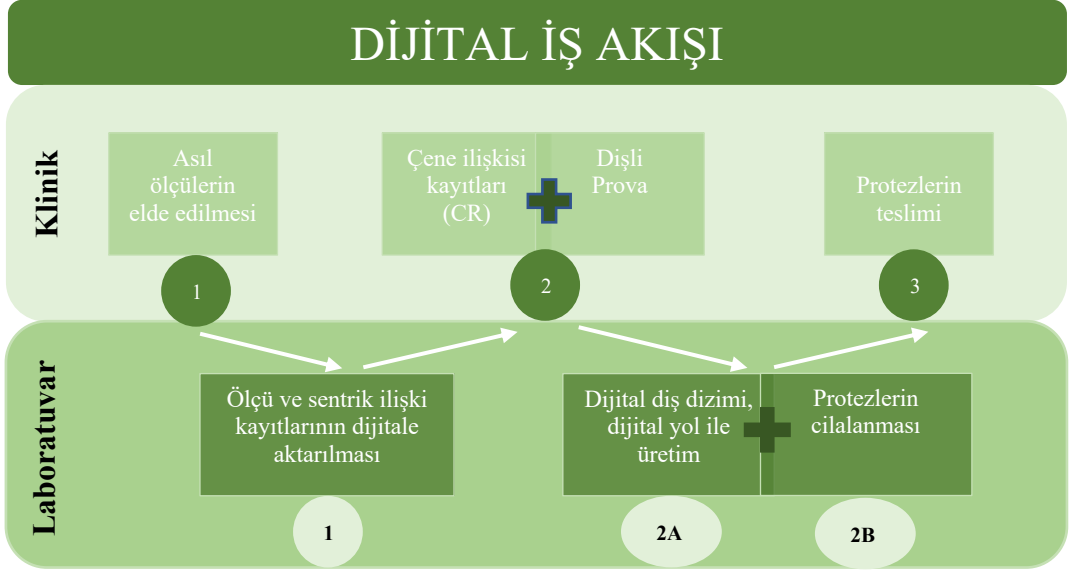
Geleneksel hareketli tam protezlerin aksine, dijital tam protezlerde farklı bir süreç takip edilir. Bu süreç bütün üreticiler için farklı olarak ilerlemekle birlikte; aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Ölçü veya alçı model taranır.
2. İntraoral ilişkiler; oklüzal mum duvarlardan veya halihazırda bulunan protezlerden taranarak elde edilir.
3. İlk iki aşamanın sonuçlarına en uygun dijital model oluşturulur.
4. Anatomik referans noktaları ve kaide sınırları seçilir.
5. Oklüzal düzlem/ artikülatör ayarlamaları yapılır.
6. Diş dizimi için model analizi yapılır.
7. Dişler ve gingival tasarım, hasta taleplerine uygun şekilde kişiselleştirilir.
8. Model opsiyonel olarak deneme amacıyla ya da asıl protez üretimi için onay alınmak üzere hekime gönderilir.
9. Eğer gerekliyse son düzenlemeler yapılır.
10. Model tercih edilen üretim tekniği kullanılarak üretilir[2].

Geleneksel yol ile protez üretimi ortalama 5-6 seans gerektirirken, dijital protezlerde bu sayı ikiye kadar düşürülebilmektedir. Bazı firmalar fazla ölçü alma randevusu gerektirirken, bazı firmalarda ise ölçü işlemleri firmaların sağladığı özel kaşıklar ve aygıtlar kullanılarak tek randevuda bitirilebilmektedir. Ancak bu kaşık ve cihazları satın almak, tedavinin maliyetini yükseltebilir. 2000'li yılların sonundan itibaren AvaDent ve Dentca firmaları dijital protez pazarında iki randevulu sistemi kullanmışlardır. Bu süreçte karşılaşılan zorlukları aşmak ve sınırlamaların üstesinden gelmek için yeni yöntemler ve ürünler geliştirilmiştir. Günümüzde birçok dijital tam protez sistemi mevcuttur. Sayısı artan yazılım firmaları sayesinde seçenekler de artmaktadır. Hekimler protezleri üretici firmalarla direkt iletişime geçerek ya da laboratuvarlar üzerinden ürettirebilir. [2].

Mevcut dijital protez üretim metotları aşağıdaki gibidir:

1. Özel üretim kaşıklar ile asıl ölçülerin alınması ve özel üretim aygıtlar ile intraoral ölçülerin alınması ardından firma ile direkt iletişime geçilmesi: 2-3 randevu
2. Kişisel ölçü kaşığı, kaide ve mum duvar tekniği: 3-4 randevu
3. Mum duvar kaide ile asıl ölçü tekniği: 3-4 randevu.
4. Mevcut protezlerin replikasyonu: 3-4 randevu
5. AvaDent Wagner EZ tekniği: 3-4 randevu
6. Önceden ayarlanmış disk tekniği: 2 randevu[2].



Şekil 9: Tam protezlerin dijital iş akış özeti[45].

4.1 AvaDent

AvaDent; prova protezi ve nihai protez üretimi yapmaktadır. Prova protezlerinin üretiminde, frezeleme ve üç boyutlu baskı tekniklerini kullanırken, nihai protezlerde bilgisayar destekli mühendislik ile frezeleme tekniğini kullanır[73].

Nihai protezlerde 2 tip sunulmaktadır.

Monolitik olan AvaDent XCL adı verilen protezlerde, dişler ve kaide tek bir ünedir. XCL-1 protez, dentin kordan oluşan tek katmanlı bir diş içerir. XCL-2 protez, doğal morfolojiye uygun dentin ve mine çekirdeğine sahip çok katmanlı dişlerden oluşur. XCL-2'deki dişlerin bu özelliği yüksek translüensiye sahip daha doğal bir diş görünümü sunar. Diğer protez tipinde ise frezelenmiş bir kaidenin üzerine sonradan yapıştırılan yapay dişler mevcuttur. Her iki protez tipinin üretimi için frezeleme üretim tekniği kullanılmaktadır. [86].



Şekil 10: AvaDent XCL-2[84].



Şekil 11: AvaDent XCL-1[84].



Şekil 12: Monolitik biyofonksiyonel deneme protezi[84].

AvaDent sistemi; tam protezlerin üretimi haricinde, immedat tam protezler, geçici akrilik kaide plağı, geçici sabit protezler ve hibrit sabit implantüstü protezlerin üretiminde de kullanılabilir[86].

4.1.1 Klinik İş Akışı

Süreç 3 randevuda tamamlanmaktadır.

4.1.1.1 İlk Randevu

Tam protezlerin üretiminde gerekli olan klinik kayıtları elde etmek için farklı metotlar kullanılmaktadır. En yaygın olarak aşağıdaki 4 teknik kullanılmaktadır:

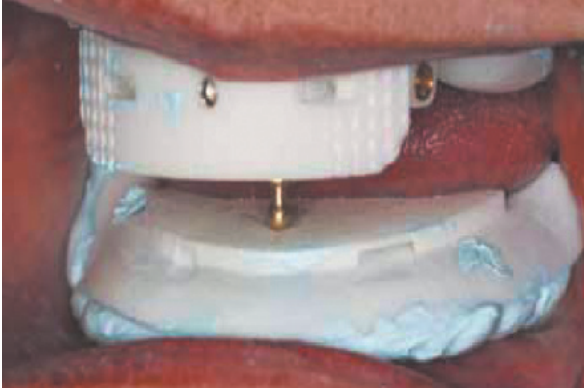
- Referans protez tekniği: Hastanın mevcut protezinin duplikatı yapılır. Oluşturulan duplikat üzerinden polivinilsiloksan ölçü malzemesi yardımıyla interoklüzal kayıtlar yeniden elde edilir[73].

- AvaDent-Wagner EZ rehber protokolü: Firmanın gönderdiği termoplastik ölçü kaşıkları 70°C deki suda, sapı dışarıda kalacak şekilde 1 dakika bekletilir. Ölçü kaşıkları hastanın ağzına yerleştirilir. Kenar şekillendirme hareketleri yaptırılarak damak ve alveolar kret ölçüsü alınır. Kaşıklardaki kenar fazlalıkları kesilebilir ya da eksik olan yerlere ekleme yapılabilir. Polivinilsiloksan ölçü maddesiyle kaşık kenarları kaplanır ve tekrar ağza yerleştirilir. Ölçü maddesinin soyulduğu ve kaşık materyalinin görüldüğü yerler karbid frezle kazınarak düzeltilir. Daha sonra kaşık içerisine ikinci ölçü maddesi uygulanır ve ağza yerleştirilir. Kenar şekillendirme hareketleri yaptırılarak ölçüye son hali verilir. Kaşıklar soğuk sudan geçirilerek sertleştirilir[87].



Şekil 13: Wagner termoplastik ölçü kaşığı[87].

Maksiller ve mandibular yarı kaşıklardan oluşan AMD (anatomic measuring device) isimli oklüzal ilişki ölçüm cihazı hastanın ağızına yerleştirilir. Oklüzal kayıt PVS kullanılarak maksiller ve mandibular arkaların kret pozisyonları ölçülür. AMD kaşıkların intraoklüzal kayıt alabilmek için dahili ayarlanabilir bir intraoral takip cihazı bulunmaktadır. Ayrıca kaşıkların kenarında ayarlanabilir dudak destekleri bulunmaktadır[16, 71].



Şekil 14: AvaDent AMD kaşıklar[88].



Şekil 15: Papillometre (Candulor AG, Glattpark, Switzerland)[87].

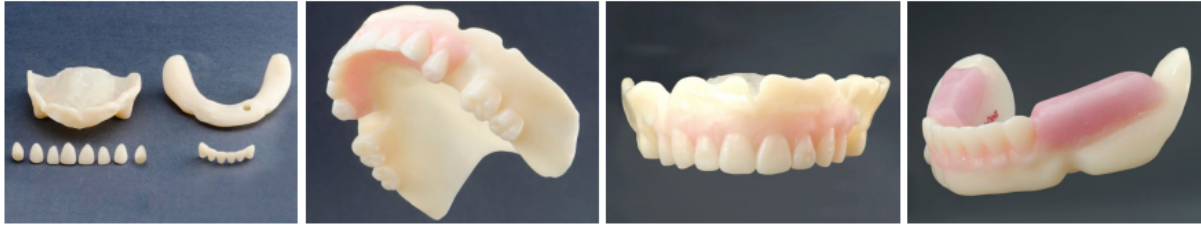
Ardından hastaya dudaklarını serbest bırakması söylenir ve insiziv papillaya yerleştirilen özel bir cetvel yardımıyla üst dudak uzunluğu ölçülür. Daha sonra hastaya gülmesi söylenir ve gülüş hattı belirlenir. Bu ölçümlere göre diş boyutları seçilir. Elde edilen ölçüler üretici firmaya gönderilir[87].

- Ağız içi tarama: Dişsiz çenelerde yapılan ağız içi tarama verileri ilgili firmaya gönderilir[81].
- Geleneksel yöntem kullanılması: Nihai ölçülerin, kaide plağının ve mum duvarların oluşturulması, diş dizilimi ve dişli prova aşamaları geleneksel yöntem ile yapılır. Ardından oluşturulan bu deneme protezi dijital olarak taranır ve veriler asıl protezlerin üretimi için laboratuvara gönderilir[73].

4.1.1.2 İkinci Randevu (Opsiyonel)

Birinci randevudan sonra gönderilen verilere göre AvaDent sanal bir deneme protezi oluşturur. AvaDent Viewer uygulaması ile bu protez hekim ile paylaşılır. Hekim, bu sanal protez üzerinde değişiklik yapamaz, ancak gerekli düzenlemeleri teknisyene bildirir[71]. Onayın ardından deneme protezi üretilerek ikinci randevu için hekime gönderilir. Fonetik ve estetik denemeler yapılır.

- AvaDent-Wagner EZ rehber protokolü: Firma tarafından gönderilen deneme protezi 45°C sıcaklıktaki suda 1 dakika bekletilir ve ardından hastanın ağızına yerleştirilir. Dikey boyut tekrar ölçülür. Hareket ettirilebilen dişler estetik, fonetik ve fonksiyonellik göz önünde bulundurularak yatay ve dikeyde hizalanır. Alınan sonuçtan memnun kalırsa deneme protezi soğuk sudan geçirilir ve tekrar ağıza yerleştirilir. Alt ve üst protezlerin arasına PVS ya da benzeri bir madde yerleştirilerek interoklüzal kayıt alınır[81].



Şekil 16: AvaDent Wagner EZ Deneme Protezi [87].

- VITA renk skalasından seçilen bir renkteki reçineyle yapılan kaide ve dişlerin bulunduğu bir deneme protezi hazırlanabilir[73].

4.1.1.3 Üçüncü Randevu

CAD/CAM kullanılarak frezeleme yöntemiyle üretilen tam protezler hastanın ağızına yerleştirilir. Hastadan beş dakika boyunca pamuk çubukları ısırması istenir. Bunun ardından yerleştirilen protezler artikülasyon kağıdıyla kontrol edilir, problem var ise gerekli düzenlemeler uygulanır. Hasta protezlerinin kullanımı hakkında bilgilendirilir ve süreç tamamlanır.

4.2 Wieland (Ivoclar Vivadent, Inc)

Deneme protezleri için frezeleme ve 3 boyutlu baskı tekniğini kullanırken, asıl tam protezlerin üretimi için frezeleme üretim metodunu kullanır. Firma tarafından 3 ve 4 randevulu iki farklı iş akışı önerilmektedir[73].

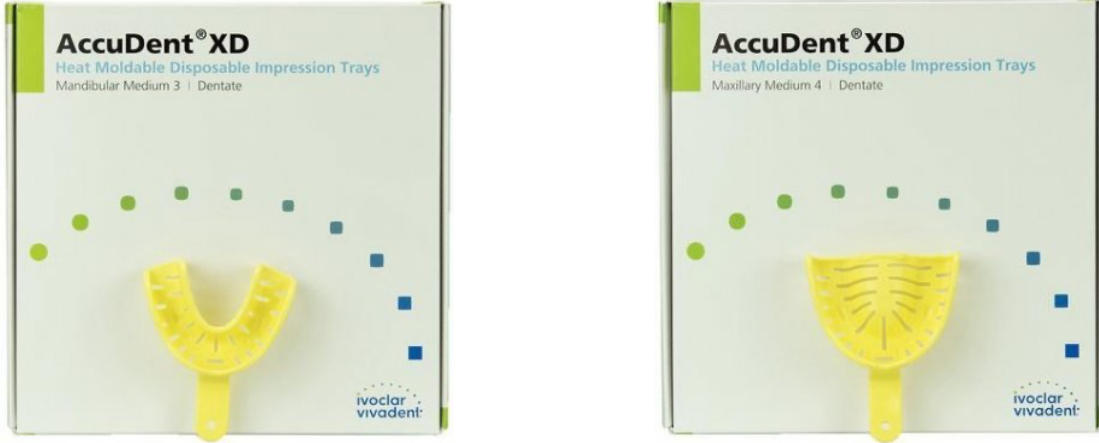
4.2.1 Klinik İş Akışı

4.2.1.1 3 Randevulu Klinik İş Akışı

4.2.1.1.1 Birinci randevu:

Klinik ölçülerin alınması için 3 farklı yöntem kullanılabilir:

- 1) Hastanın mevcut protezlerinin duplikatı oluşturulur. Kenar şekillendirmesi, polivinilsiloksan ile detaylı ölçü alımı ve sentrik ilişki kaydı oluşturulması adımları izlenerek nihai ölçüler firmaya gönderilir[73].
- 2) Accudent XD isimli ısıyla şekillendirilebilir tek kullanımlık ölçü kaşıkları ve polivinilsiloksan ölçü maddesi kullanılarak ölçüler alınır. Ek olarak, özel bir sentrik ilişki ölçü kaşığı kullanılarak sentrik ilişki de kaydedilir[73].



Şekil 17-18: AccuDent XD mandibular ve maksiller ölçü kaşıkları[89]

- 3) Maksiller ve mandibular alçı modeller oluşturulur. Özel bir sentrik ilişki ölçü kaşığı kullanılarak sentrik ilişki kaydedilir[73].

Birinci randevunun ardından frezeleme ya da 3 boyutlu baskı tekniği kullanılarak deneme protezleri üretilir. Frezeleme tekniğiyle üretilen monolitik deneme protezi, beyaz opak bir PMMA bloktan kazınır. Dişler ve kaide aynı renktir. Üç boyutlu yazıcı ile üretilen deneme protezinde, önce protezin kaide kısmı üretilir, daha sonra ayrı olarak dişler üretilir ve PMMA reçine kullanılarak kaideye yapıştırılır[73].

4.2.1.1.2 İkinci randevu

Frezelenmiş ya da 3 boyutlu baskı ile üretilmiş protezler ağız içine yerleştirilir. Retansiyon, stabilite, dudak desteği, orta hat, ön dişlerin pozisyonu, fonetik, estetik, oklüzal dikey boyut ve oklüzal düzlemler uygunluk açısından değerlendirilir. Protezlerin iç yüzeyinde bir hatayla karşılaşıldıysa veya oklüzal kontaklar yeniden ayarlandıysa yeni ölçü ve/veya yeni bir sentrik ilişki kaydı alınması tavsiye edilir. Bu sayede laboratuvar, yapılan değişiklikleri ve ayarlamaları sanal olarak oluşturulan proteze işler. Sanal protezler tamamen hazırlandığında Ivoclar sistemi 2 farklı türde ana protez sunar[73].

- 1) Önceden polimerize edilmiş bir PMMA bloktan (Ivobase CAD) frezelenerek üretilen bir kaide ile çift çapraz bağlanmış bir polimerden üretilen yapay dişler PMMA kullanılarak bir araya getirilir. Protezler bitirilip cilalandıktan sonra hastaya uygulanmak üzere hekime gönderilir[73].
- 2) Çift renkli bir diskten (Ivotion) monolitik protez oluşturulur. Bu diskin kaide materyalini oluşturan kısmı yüksek dayanıklılık için optimize edilmiş PMMA'dan üretilmişken, yapay dişler için olan kısmı doldurucusuz çapraz bağlı bir

PMMA'dan oluşur. Bu hızlı sürecin ardından protez cilalanır ve uygulanmak üzere hekime iletilir[73].

4.2.1.1.3 Üçüncü randevu

CAD/CAM kullanılarak üretilen protezlerin uyumluluğu, geleneksel protezler ile aynı şekilde kontrol edilir. Hasta periyodik rutin kontroller ile takip edilir[73].

4.2.1.2 Dört Randevulu İş Akışı

4.2.1.2.1 İlk randevu:

Isıyla şekillendirilebilen tek kullanımlık ölçü kaşıkları veya herhangi bir tek kullanımlık dişsiz ölçü kaşığı, maksilla ve mandibulanın ölçüsünü almak için kullanılır. İlk ölçüler PVS veya aljinat gibi herhangi bir irreversible hidrokolloid ölçü materyaliyle elde edilir. Bunun ardından firma tarafından sağlanan sentrik ilişki ölçü kaşığıyla sentrik ve dikey ilişkilerin ölçümleri yapılır. Papillometre yardımıyla üst dudak uzunluğu, kuron boyu ve santral dişlerin pozisyonu belirlenir. Yine üreticinin gönderdiği bir aygıtla burun kanadı genişliği ölçülür. UTS CAD adı verilen basit yüz arki kaydına benzer aygıt sentrik ilişki ölçü kaşığının sapına sabitlenir. Bu sayede, Camper çizgisi (camper düzlemi ile oklüzal düzlem arasındaki açı) ile interpupiller çizginin doğruluğu sağlanır[73].



Şekil 19: UTS CAD[90].

Laboratuvarda, ilk ölçü taranır ve sentrik ilişki kaydı ile diğer tüm ölçümler sisteme aktarılır, dişsiz çenelerin sanal bir modeli oluşturulur. Ardından teknisyen, tek bir parçadan oluşan, ölçü maddesinin rahatlıkla uygulanabileceği, üç boyutlu bir kişiye özel ölçü kaşığı tasarlar. Bu kaşık aynı zamanda Gnathometer CAD adı verilen gotik ark çizimi aygıtının sabitlenmesi için giriş noktaları barındırır. Son olarak tasarlanan kaşıklar birer PMMA bloktan frezelenerek üretilir[73].



Şekil 20: Gnathometer CAD[91].

4.2.1.2.2 İkinci randevu:

Oluşturulan özel ölçü kaşıklarının iç yüzeylerine adeziv sürülerek hastanın ağzına yerleştirilir. PVS ile ölçü alınır. UTS CAD cihazı tekrar kullanılarak sentrik ilişki kaydının ve alınan diğer ölçülerin doğruluğunun kontrolü yapılır. Hastanın maksiller kesici dişlerinin pozisyonu, orta hattı, dudak desteği ve gülme hattı; maksiller ısırma tablası kullanılarak ölçülür. Gnathometer CAD özel kaşıklara tekrardan sabitlenir, sentrik ilişki, gotik ark çizimi kullanılarak netleştirilir. Maksiller ve mandibular ölçü kaşıkları, katı kapanış kaydı materyali ile sabitlenir. Ölçü kaşıklarının dezenfeksiyonunun ardından üretim için laboratuvara tekrar gönderilir[73].

Teknisyen taranan sanal modelleri analiz eder Ivoclar Vivadent yazılım kütüphanesinden uygun dişleri seçer. Daha sonra yazılım, Spee ve Wilson eğrilerini göz önünde bulundurarak sanal diş dizilimini gerçekleştirir. Önerilen bu dizim, hekim ve hasta taleplerine göre teknisyen tarafından modifiye edilebilir[73].

4.2.1.2.3 Üçüncü Randevu

Frezelenmiş monolitik PMMA deneme protezi; fonetik, estetik, oklüzal dikey boyut, oklüzyon ve retansiyonu doğrulamak için ağza yerleştirilir. Bu aşamada; orta hatta, dişlerin pozisyonunda, sentrik ilişkide veya oklüzal dikey boyutta yapılacak olan düzeltmeler ya doğrudan deneme protezi üzerinde yapılabilir ya da asıl protezlerin frezelenmesinden önce üretim merkezine belirtilebilir[73].

Ölçü yüzeyinde veya oklüzyonda düzeltmeler yapılırsa, PVS ölçü alınıp veya interoklüzal kayıt yapılarak, protezin yeniden tarama ve ayarlamalar için laboratuvara gönderilmesi önerilir[73].

Protez kaideleri önceden polimerize edilmiş IvoBase CAD disklerinden frezelenir. İster ayrı ayrı olarak üretilmiş dişler ister tek parça halinde frezelenmiş protez dişler, IvoBase CAD Bond adı verilen yapıştırıcılar kullanılarak protez kaidesine sabitlenebilir ve protezler geleneksel işlemlerle cilalanır[73].



Şekil 21: IvoBase CAD Bond Kit[92].

4.2.1.2.4 Dördüncü Randevu

Protezlerin ağza yerleştirilmesi, geleneksel tam protezlerle tamamen aynıdır. Fit Checker (GC America, Alsip, IL) veya basınç gösteren pat, ölçü yüzeyinin ağız içi mukozaya uyumunu ayarlamak için kullanılabilir. Oklüzal temaslar doğrulanır ve gerektiğinde intraoral olarak ayarlamalar yapılır. Ancak oklüzal temaslarda önemli derecede bir eşitsizlik söz konusuysa, protezler artikülatöre alınıp remounting yapılmalıdır [73].

4.3 Dentca

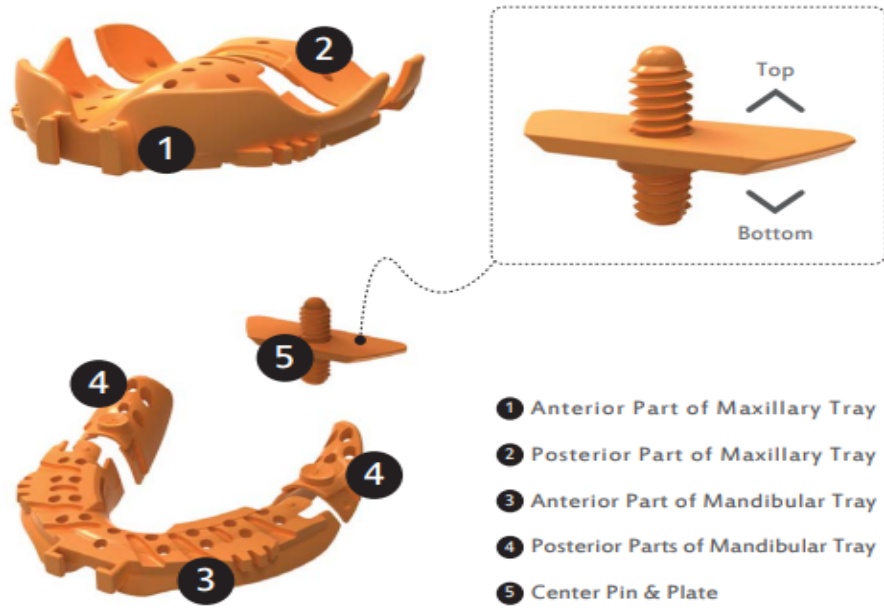
Dentca artık yalnızca protez tasarımına ve ölçü kaşıklarının imalatına odaklanmıştır. Bir kardeş şirket olan Whole You, Inc. ise üretime odaklanmaktadır. Hekim son ölçüleri ve kaşıkları gönderdiğinde, CAD bölümü DENTCA, Inc tarafından tamamlanır ve CAM bölümü, Whole You, Inc. tarafından yapılarak üretim tamamlanır[86].

Dentca, 3 boyutlu baskı tekniği ile üretim yapmaktadır. Dişler aynı reçine malzemesi kullanılarak baskılı reçine kaideye yapıştırılır. Sistem, tam protezler, kısmi protezler ve immedat protezlerin imalatına izin verir[73].

4.3.1 Klinik İş Akışı

4.3.1.1 Birinci Randevu

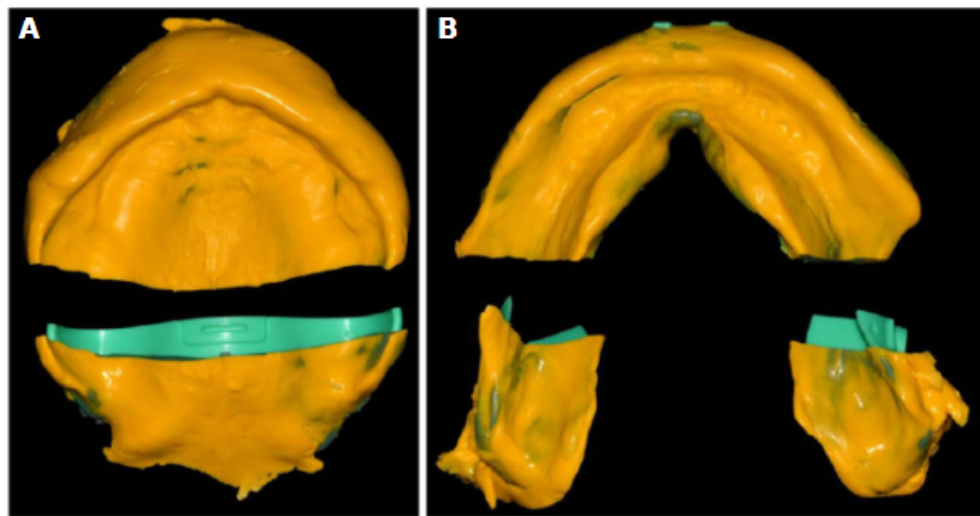
Üretici tarafından gönderilen sisteme özel iki parçalı maksiller ve üç parçalı mandibular ölçü kaşıkları, asıl ölçüleri almak ve maksillomandibular ilişkiyi kaydetmek için kullanılır.



Şekil 22: Dentca Ölçü Kaşıkları ve Parçaları[93].

PVS kullanılarak ölçüler alınır[73].

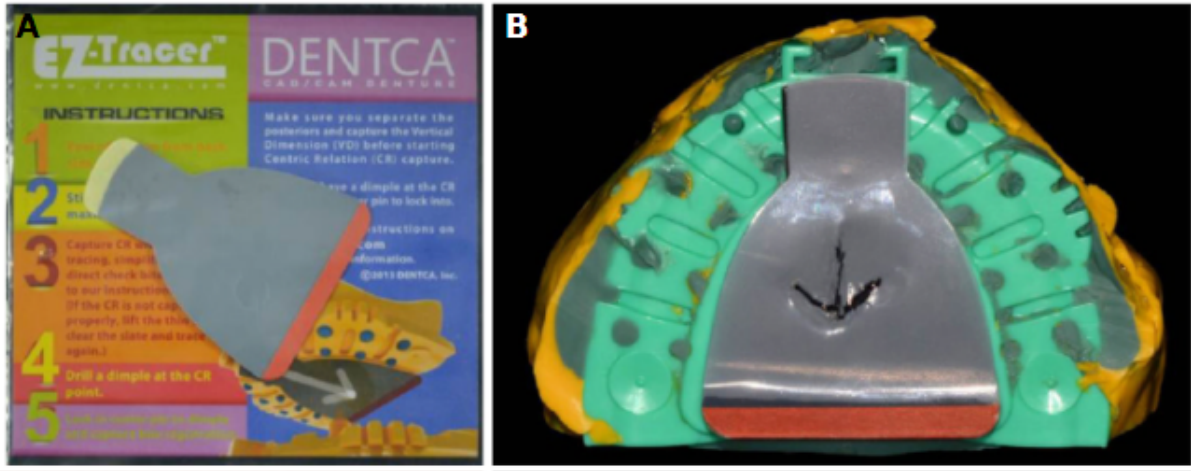
Ölçü kaşığı, üzerinde ölçü maddesi varken, arka kısmında iki parçalı ölçü kaşıklarının her birinde bulunan önceden belirlenmiş bir çizgi boyunca no 15C cerrahi bıçakla kesilerek ayrılır. Bu adım, oklüzal dikey boyut ve sentrik ilişkinin belirlenmesini etkileyebilecek, arka tarafta bulunan herhangi bir engeli kaldırmış olur. Çene ilişkisi kayıtları için kaşıkların ön kısımları ağızda yeniden konumlandırılır[86].



Şekil 23: Ölçülerin posterior kısımlarının cerrahi bıçakla ayrılmış halleri[94].

Geleneksel Gotik ark çizim cihazlarının aksine, çizim tablası maksiller kaşığa sabitlenmiştir ve mandibular ölçü kaşığına dikey bir pim takılır, her iki ölçü kaşığı da hastanın ağzına geri yerleştirilir[73].

Üretici tarafından sağlanan “EZ-Tracer” isimli kayıt tablası adeziv ile maksiller ölçü kaşığına sabitlenir. Kayıt tablası istenen oklüzal dikey boyuta göre aşağı ve yukarı hareket ettirilerek ayarlanır. Mandibular hareketler kaydedilir. Alt ve üst kaşıkların ön kısımları hastanın ağızından çıkarılır, yuvarlak akrilik reçine frezi ile ok şeklinin alt kısmında bir çukur açılır. Sentrik ilişki pozisyonunu kaydetmek için kaşıklar hastanın ağzına tekrar yerleştirilir. Mandibula, merkezi kayıt pimi oluşturulan çukura oturana kadar yönlendirilir. Ayarlanan sentrik ilişkide ve seçilen oklüzal dikey boyutta birbirine sabitlenmeleri için maksiller ve mandibular kaşıkların arasına interoklüzal kayıt materyali enjekte edilir[73].



Şekil 24-25: EZ-Tracer[94].

Üretici tarafından sağlanan bir cetvel ile, maksiller dudak uzunluğu ve maksiller kesici dişlerin insizalleri arasındaki uzunluk ölçülür. Sabitlenen ölçü kaşıkları ve alınan diğer kayıtlar taranmak üzere firmaya gönderilir[73].

4.3.1.2 İkinci Randevu (Opsiyonel)

Maksiller ve mandibular deneme protezleri üç boyutlu baskı ile üretilir ve ardından fonetik, estetik ve fonksiyon değerlendirmeleri yapılması için hastanın ağzına yerleştirilir. İhtiyaç duyulduğu takdirde ölçü yüzeyinde, dişlerde ve oklüzal kontakt noktalarında ayarlamalar yapılır. İç yüzeyde ya da oklüzyonda değişiklikler yapılırsa, polivinilsiloksan kullanılarak tekrardan ölçü alınması tavsiye edilir[73].

Asıl tam protezler herhangi bir üç boyutlu yazıcı kullanılarak üretilebilir. Öncelikle pembe kaideler üretilir, ardından dişler baskılanır ve ikisi PMMA kullanılarak birleştirilir. Protezler cilalanarak yerleştirmeye hazır hale getirilir[73].

4.3.1.3 Üçüncü Randevu

Protez yerleştirme işlemleri geleneksel yöntem ile aynıdır. İç yüzey ve intraoral mukoza uyumunu ayarlamak için Fit Checker (GC America, Alsip, IL) ürünü veya basınç patı kullanılır. Oklüzal kontaktlar kontrol edilir, gerek duyulduğu takdirde intraoral ayarlamalar

yapılır. Oklüzal temaslar arasındaki belirgin uyumsuzluklar, modeller artikülatöre yeniden bağlanarak tekrar ayarlanır[73].

4.4 Amann Girrbach AG (Ceramill)

Amann Girrbach AG (Koblach, Austria) laboratuvar teknisyenleri için tasarlanmıştır ve Ceramill Tam Protez Sistemlerini kullanan bir sistem sunmaktadır. Amann Girrbach, Vita (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) ve Merz (Merz Dental GmbH, Lütjenburg, Germany) ile çalışıp, bu iki firmanın The Vita Vionic ve Baltic Denture System iş akışlarını da kendi sistemlerine entegre etmiştir[73].

Maksiller ve mandibular son ölçülerin alınmasını takiben kayıt kaideleri ve mum duvarlar laboratuvar tarafından üretilir ve bir prova randevusunda maksilla-mandibular ilişki, gülüş hattı, orta hat ve kanin dişlerinin pozisyonu, yüz arkı kaydı kontrollerini yapması için hekime gönderilir[73].

Elde edilen sentrik ilişki ve yüz arkı kayıtları, alçı modellerin Amann Girrbach Artex artikülatörde üretilmesi için kullanılır. Her bir alçı model ayrı ayrı taranır, mum duvarlar ve interoklüzal kayıtlar bir transfer standına yerleştirilir ve Ceramill Map400 optik 3 Boyutlu tarayıcıya, alçı modellerin pozisyonlarını tasarım yazılımına aktarmak için yerleştirilir[73].

Tam protezleri tasarlamak için Ceramill D-Flow yazılımı kullanılır. Diş dizilim hattını, maksiller dişlerin pozisyonunu ve oklüzal düzlemi belirlemek için öncelikle spesifik anatomik noktalar işaretlenir. Seçilen dişler, yazılım tarafından alveolar krete otomatik olarak yerleştirilir. Ön dişlerin pozisyonu hastanın estetik beklentileri doğrultusunda teknisyen tarafından ayarlanabilir[73].

Diş diziliminin ardından protezin gingival kısımları yazılım tarafından otomatik olarak oluşturulur. Sonrasında mandibular ve maksiller kaideler Ceramill Motion 2 adlı makine ile dişeti renginde bir mumdan frezelenir. Seçilen diş kalıbının iç yüzeyi ve kaidenin üzerindeki diş oyuntuları frezelenir, ayrı ayrı üretilmiş olan protez dişler mumla bu girintilere yerleştirilir[73].

Deneme protezleri estetik, fonetik ve fonksiyon kontrollerinin yapılması için hastanın ağzına yerleştirilir. Protez yerleştirme işlemleri geleneksel yöntem ile aynıdır. İç yüzey ve intraoral mukozanın uyumunu ayarlamak için Fit Checker (GC America, Alsip, IL) ürünü veya basınç patı kullanılır. Oklüzal kontaklar kontrol edilir, gerek duyulduğu takdirde intraoral ayarlamalar yapılır. Oklüzal temaslar arasındaki belirgin uyumsuzluklar, artikülatöre yeniden bağlanan modellerde tekrar ayarlanır[93].

4.5 Vita Vionic

Vita, dijital protez sistemini Amann Girrbach'ın Ceramill Tam Protez Sistemiyle entegre etmiştir. Dijital protezler diş ve kaide materyallerinin Vita tarafından temin edilmesi haricinde Ceramill ile aynı şekilde tasarlanmaktadır. Laboratuvar teknisyeni hekime üç farklı seçenek sunabilir[73]:

- **1. Seçenek:** Prepolimerize PMMA'dan frezelenmiş monolitik beyaz deneme protezleri üretilir. Prova seansının ardından gerekli düzenlemeler teknisyene bildirilir. Pembe PMMA kullanılarak üzerinde dişlerin yerleşeceği yuvalar bulunan

kaideler frezelenir, dişler yerlerine yerleştirilerek protez cilalanır ve hekime gönderilir.

- **2. Seçenek:** Seçilen Vita dişlerin üzerine dizilmiş olduğu bir mum kaide hekime gönderilir. Prova seansında gerekli düzenlemeler yapılır ve protez geleneksel olarak üretilir.
- **3. Seçenek:** Prepolimerize pembe PMMA disklerden protez kaidesi frezelenir. Seçilen dişler; prova seansı gerekli görülürse mum ile kaideye sabitlenir, eğer prova seansı gerekmiyorsa Vita Vionic Bond ile yerlerine yapıştırılarak hastaya teslim edilmek üzere hazırlanır. Ardından protezler geleneksel olarak cilalanır.



Şekil 26: Kaidelerin frezelenildiği prepolimerize pembe PMMA disk[95].

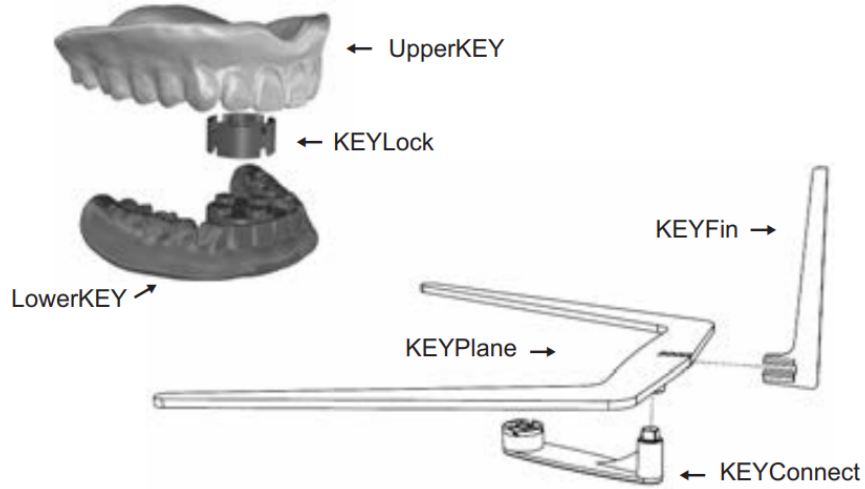
4.6 Baltic Denture System (Merz Dental GMBH)

Baltic Denture System (BDS), dijital protez sistemini Amann Girrbach'ın Ceramill Sistemine entegre etmiştir. BDS, hastalara tam protezlerini iki randevuda teslim edecek bir iş akışı geliştirmiştir. Hekimin BDKEY Set bileşenini kullanarak fonksiyonel ölçü ile protez üretim sürecini başlatmasına olanak tanır. Küçük, orta ve büyük olmak üzere 3 farklı boyut ve ayrıca farklı şekil ve boyutlara sahip dişleri olan kaşıkları içerir[86].



Şekil 27: BD-Key Set[96].

Dikey ölçüm cihazı içeren yüz arkı, üst ölçü kaşığına sabitlenir ve ölçü kaşıkları hastanın ağzına yerleştirilir. Yüz arkı, interpupiller çizgi ve Camper düzlemini belirlemeye yarar; dikey ölçüm cihazı ise orta hattı kaydetmede kullanılır. BDKEY Lock adı verilen özel bir aygıt ile çene ilişkileri kaydedilir. Bu sayede son ölçümler yapılır, yüzün orta hattı belirlenir, estetik ve fonksiyonel bileşenler netleştirilir. Elde edilen veriler tasarım yazılımına aktarılır[73].



Şekil 28: BDKey Set[97].

Ölçü kaşığının üzerinde dişlerin bulunması genel estetik, dudak desteği, diş dizimi ve interoklüzal boşluğun değerlendirilmesini sağlamaktadır. Asıl protez ile aynı boyutta dişlere sahip olan bu kaşıklar, deneme protezi görevi görerek hastanın onayını ilk randevudan almayı sağlar[73].

Laboratuvara gönderilen kaşıklar ve ölçüler, Amann Girrbach Ceramill Map400 optik 3 Boyutlu tarayıcı ile taranır, elde edilen verilerin CAD tasarımı BDS'nin BDCreator adlı yazılımında oluşturulur. Tasarım onayının ardından protezler 5 eksenli bir CNC makinesinde üretilir. Lingualize oklüzyona sahip diş dizisinin entegre olduğu çapraz bağlı PMMA'dan üretilen diskler üç farklı boyutta mevcuttur. Ön ve arka dişler farklı boyutlarda bulunmaktadır. Tam protezin frezelenmesinin ardından diş dizimi geleneksel protezlerdeki gibidir. Oklüzal

ayarlamalar ağız içinde veya artikülatöre yeniden bağlanan modeller aracılığıyla yapılabilir[73].

Geleneksel Ölçü	BD KEY Set ile ölçü	Eski Protez ile Ölçü
		
Ölçü Alınması	Fonksiyonel Ölçü Alımı	Relining ve Ölçü Alımı
Fonksiyonel Ölçü Alınması	+	+
Kapanış Kaydı	Kapanış Kaydı	Kapanış Kaydı
Fonksiyonel ve Estetik Deneme Seansı	+	+
	Fonksiyonel ve Estetik Deneme Randevusu	Fonksiyonel ve Estetik Deneme Randevusu
Randevu sayısı hekimin sürecine göre değişir.	2 Randevu	2 Randevu

Şekil 29: Baltic Denture System ile Dijital İş Akışı Seçenekleri[96].

4.7 Dentsply

Dentsply Sirona CAD/CAM tam protez sektörüne son giriş yapan firmadır. Lucitone Digital Print 3D Denture Resin isimli bir 3 boyutlu baskı reçinesi geliştirdikleri için sistemleri sadece üç boyutlu baskı tekniğiyle üretilen kaideler üretmek üzere tasarlanmıştır. IPN 3D Digital Denture Teeth isimli dişlerin kaideye temas eden alt yüzleri, kretilere ve kaidedeki diş yuvalarına daha iyi oturması için girintili olarak tasarlanmıştır. Bu girintiler dişlerin kaidedeki soketlere daha iyi oturması ve yapıştırma işlemini kolaylaştırması için yuvarlatılmıştır. Baskı işlemi; dişler ve kaideler arasında sadece bonding ajanın dolduracağı çok küçük bir boşluk kalacak şekilde yapılmaktadır. Dişlerin kaideye yapıştırılması işlemi, dişlerin güçlendirici bir kimyasal ajanın içerisinde ısıtılması, yapıştırma ajanının uygulanması ve ışık polimerizasyonu kullanılarak dişlerin kaideye sabitlenmesi adımlarından oluşmaktadır. Son olarak protezin dış yüzeyine bir sabitleyici uygulanır ve protez tekrar ışık polimerizasyonuna tabi tutulur[73].



Şekil 30: Lucitone Digital Print 3D Denture Resin[98]

Klinik	Geleneksel İş Akışı	Avadent (2 Randevulu İş Akışı) *	Baltic **	Dentca ***	Ivoclar (3 veya 4 Randevulu İş Akışı) ****
1. Randevu	Kişisel ölçü kaşıklarının oluşturulması için ilk ölçünün alınması	Asıl ölçünün alınması	Dişli ölçü kaşıkları ile asıl ölçünün alınması (alt ve üst BDKEY Set ile)	Özel 3 parçalı maksiller ve 2 parçalı mandibular Dentca ölçü kaşıkları ile ölçü alınması	İlk ölçü alınması (Accudent®)
		Vertikal ve horizontal kayıtların belirlenmesi	Vertikal ve horizontal kayıtların belirlenmesi (Özel yüz arki ile)	Vertikal ve horizontal kayıtların belirlenmesi (Gotik ark yöntemi ile)	Sentrik kaşık yardımıyla vertikal ve horizontal ilk kayıtların belirlenmesi
		Estetik/ Fonksiyonel özelliklerin belirlenmesi		Dudak cetveli yardımıyla üst dudak uzunluğunun ölçümü ve kesici dişlerin pozisyonun belirlenmesi	UTS CAD cihazıyla oklüzal düzlemin belirlenmesi
		Deneme protezi ile ölçü alımı (opsiyonel)		Deneme protezi ile ölçü alımı (opsiyonel)	Papillometre yardımıyla üst dudak uzunluğunun ve gülme hattının belirlenmesi
2. Randevu	Son ölçünün alınması (mum duvarlara sahip kaide plağının oluşturulması için)	Protezin dokulara uyumu, fonksiyonel morfolojisi, cilalı yüzey ve oklüzyonun doğrulanmasının ardından dijitale aktarılması	Protezin dokulara uyumu, fonksiyonel morfolojisi, cilalı yüzey ve oklüzyonun doğrulanmasının ardından dijitale aktarılması	Protezin dokulara uyumu, fonksiyonel morfolojisi, cilalı yüzey ve oklüzyonun doğrulanmasının ardından dijitale aktarılması	Frezeleme ile üretilmiş kişisel ölçü kaşıkları ile son ölçünün alınması
					Vertikal ve horizontal kayıtların belirlenmesi (Gnathometer CAD ve Gotik ark yöntemi ile)
3. Randevu	Vertikal ve horizontal kayıtların belirlenmesi (Yüz arki kaydı ile)				Ivobase CAD + özel üretim ya da frezelenmiş protez dişler
					Estetik ve fonksiyonel özelliklerin kontrol edilmesi (fonetik, oklüzyon, retansiyon vb.)
4. Randevu	Estetik ve fonksiyonel özelliklerin kontrol edilmesi (fonetik, oklüzyon, retansiyon vb.)				Protezin dokulara uyumu, fonksiyonel morfolojisi, cilalı yüzey ve oklüzyonun doğrulanmasının ardından dijitale aktarılması
5. Randevu	Protezin dokulara uyumu, fonksiyonel morfolojisi, cilalı yüzey ve oklüzyonun doğrulanmasının ardından dijitale aktarılması				
Protez Üretim Protokolü	Baskı/enjeksiyon kalıplama	Frezeleme/ Baskı	Frezelenerek üretilmiş dişli kaide plağı	Protez dişlerin yerleştirileceği oyuklara sahip kaide plağının 3 boyutlu baskı ile üretimi	Protez dişlerin yerleştirileceği oyuklara sahip kaide plağının frezelenerek üretimi
	Frezeleme/ Baskı				
Bakım	Protezin hijyeninin sağlanması	Protezin hijyeninin sağlanması	Protezin hijyeninin sağlanması	Protezin hijyeninin sağlanması	Protezin hijyeninin sağlanması
	Oral mukozanın sağlığının korunması	Oral mukozanın sağlığının korunması	Oral mukozanın sağlığının korunması	Oral mukozanın sağlığının korunması	Oral mukozanın sağlığının korunması

Şekil 31: Geleneksel İş Akışı ve Dijital İş Akışı Karşılaştırma Tablosu[99]

5 PREPOLİMERİZE PMMA

5.1 Prepolimerize PMMA Hakkında Genel Bilgiler

Konvansiyonel ve dijital yöntemler ile üretilen tam protezlerin üretiminde kullanılan rezinler kimyasal olarak birbirlerine benzer olsalar da üretim süreçleri tamamen farklıdır. Daha yeni protokoller altında üretilen PMMA reçinelerinin, gelişmiş mekanik özelliklere sahip olup olmadığı ve klinik koşullar altında başarılı bir şekilde çalışıp çalışmadığı araştırma gerektirmektedir[100].

CAD/ CAM protez üretim sürecinde, tamamen polimerize edilmiş akrilik reçine bloklarıyla eksiltmeli üretim tekniklerinin kullanılması, distorsiyona uğramamış protezler elde edilmesini sağlamaktadır[101, 102]. Önceden şekillendirilmiş PMMA blokları yüksek sıcaklıklarda enjeksiyon ile polimerize edilir. Bu yöntem, CAD/CAM ile üretilen dijital protezlerin büzülmesini engeller[16, 103]. Potansiyel olarak güçlendirilmiş mekanik ve fiziksel özellikleri olan prepolimerize PMMA bloklarının CAD/ CAM uygulamalarında kullanılması, CAD/ CAM tam protezlerinin kalitesinde kayda değer bir kalite artışı beklentisi oluşturmaktadır[104, 105].

5.2 Prepolimerize PMMA'nın Fiziksel Özellikleri

5.2.1 Hidrofiliklik

Alammari, kimyasal ve mekanik cilalamanın; ısıyla polimerize edilen akrilik rezinlerin, kimyasal yolla polimerize olan akrilik rezinlerin ve CAD/CAM PMMA reçinelerinin ıslanabilirliği üzerindeki etkisini incelemiştir. CAD/CAM PMMA'nın diğer PMMA'larla karşılaştırıldığında en düşük temas açısına (daha ıslanabilir) sahip olduğu sonucuna varılmıştır[106].

Steinmassl ve arkadaşları; CAD/CAM PMMA'nın fiziksel özelliklerini geleneksel bir PMMA ile karşılaştırmıştır. Tüm CAD/CAM PMMA'ların geleneksel PMMA'dan daha hidrofilik yüzeylere sahip olduğu sonucuna varılmıştır[107].

Arslan ve arkadaşları tarafından yürütülen benzer bir çalışmada da CAD/CAM PMMA'nın, geleneksel ısıyla sertleştirilmiş PMMA'dan daha hidrofilik olduğu bulunmuştur[108].

Hidrofiliklik protez retansiyonunu arttırmada önemli bir role sahiptir[109]. Bu nedenle CAD/CAM PMMA'nın ıslanabilirlik özelliği sayesinde, tükürük disfonksiyonu olan hastalarda tam protezin retansiyonunu iyileştirmek için tercih edilen materyal olmasını sağlayabileceği sonucuna varılmıştır [106].

Ayrıca CAD/CAM protezlerinin daha hidrofilik yapıda olmasıyla protezler, geleneksel ısıyla aktive olan reçinelere göre mikroorganizmaların yapışmasına karşı daha az duyarlı hale getirilebilmektedir[110, 111].

5.2.2 Artık Akrilik Rezin Monomer Miktarı

Isıyla aktive olan PMMA'da artık monomerin varlığı ve bunun yumuşak dokular üzerindeki olumsuz etkisi bilinen bir gerçektir[112, 113].

CAD/CAM PMMA'nın üretimi için yüksek basınç ve sıcaklığın kullanılması uzun polimer zincirlerinin geliştirilmesine katkıda bulunarak; geleneksel ısıyla polimerize edilmiş akrilik reçineye göre daha yüksek derecede monomer dönüşümü, daha az porozite ve serbest hacimde azalma ile sonuçlanmaktadır[12, 114].

Ayman, geleneksel ısıyla etkinleştirilmiş PMMA'daki kalıntı monomer içeriğini CAD/CAM PMMA ile karşılaştırırken, CAD/CAM PMMA'nın monomer içeriğini azalttığı sonucuna varmıştır[115].

Buna karşılık, Steinmassl ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, dört farklı CAD/CAM PMMA ile geleneksel ısıyla aktive olan PMMA arasındaki monomer salınımı karşılaştırılmıştır. Değerlendirilen tüm protezlerin çok düşük miktarlarda monomer saldığı sonucuna varılmıştır. Monomer salınımı ile protez ağırlığı, yoğunluğu veya yüzey alanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Artık monomer varlığının ya yapay dişleri frezelenmiş protez kaidesine sabitlemek için kullanılan bağlayıcı ajandan ya da monomerin diskin iç çekirdeğinden buharlaşmasını engelleyen prepolimerize diskin kalınlığından kaynaklandığına inanılmaktadır[116].

5.2.3 Yüzey Pürüzlülüğü

Tam protezlerin geleneksel üretimi sonucunda, oluşturulan protez kaidelerinin iç ve dış yüzeylerinde pürüzlülükler görülür[117]. Cilasız akrilik reçinenin, aşırı yüzey pürüzlülüğü nedeniyle yüzey lekelenmesine, plak birikimine ve protez kaidesine mikroorganizmaların yapışmasına neden olduğu bulunmuştur[118, 119].

Çalışmalar ayrıca frezelenmiş CAD/CAM protez kaidelerinde yüzey pürüzlülüğü olduğunu göstermiştir. Frezeleme işlemi, frezelenmiş kaidelerin iç ve dış yüzeylerinde dalgalanmış pürüzlülüklere sebep olur. Dalgaların boyutları, frezeleme aletlerinin kalitesine ve frezeleme işlemine bağlıdır[120]. Dış yüzeyinin pürüzlülüğü mekanik parlatma ile ortadan kaldırılabılırken, iç yüzey cilalanmaz ve doğal pürüzlülüğünü korur[107].

Yapılan birkaç çalışmada, CAD/CAM protezlerinin doğal yüzey pürüzlülüğünü geleneksel protezlerle karşılaştırılmıştır. Tüm CAD/CAM protezlerinin geleneksel protezlere göre daha pürüzsüz yüzeylere sahip olduğu sonucuna varılmıştır[108, 120]. CAD/CAM protezlerin daha pürüzsüz yüzeyleri, onları geleneksel protezlere göre daha hala hidrofilikleştirdiğinden dolayı mikroorganizma tutulumuna karşı daha az duyarlı hale getirmiştir[110, 111].

Ancak başka bir çalışmada, üç farklı marka önceden polimerize edilmiş CAD/CAM reçinesinin yüzey pürüzlülüğü, kahveye daldırıldıktan ve ısıl döngüye tabi tutulduktan sonra geleneksel ısıyla polimerize olan PMMA ile karşılaştırılmıştır. Prepolimerize PMMA blokları yüksek oranda yoğunlaştırılmış reçineden, daha az poroziteye ve yüksek cilalanabilirliğe sahip olsa da iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır[111].

5.2.4 Protez Kaidesinin Adaptasyonu ve Retansiyonu

Konvansiyonel olarak üretilmiş tam protezlerin dezavantajlarından biri, PMMA reçinenin polimerizasyon büzülmesine uğraması ve bunun sonucunda protez kaidesinin zayıf adaptasyonuna yol açmasıdır[13, 121].

Dijital ve geleneksel olarak üretilmiş tam protezler arasında protez adaptasyonunu karşılaştırılmıştır. Goodacre ve arkadaşları, hangi yöntemin daha doğru ve tekrarlanabilir protez kaidesi adaptasyonu sağladığını belirlemek için basınçlı muflalama, döküm, enjeksiyon ve CAD/CAM tekniklerini kıyaslamıştır. Geomagic Control 2014 yazılımını kullanarak yaptıkları değerlendirmeler sonucunda hiçbir tekniğin mükemmel protez kaidesi adaptasyonunu sağlamadığını gözlemlemişlerdir. Ancak CAD/CAM üretim sürecinin diğer tekniklere oranla en doğru ve tekrarlanabilir protez kaidesi üretim tekniği olduğunu belirtmişlerdir[20].

Steinmassl ve arkadaşları, dört farklı üretici tarafından sağlanan PMMA'lardan üretilen CAD/CAM dijital protezlerin uyumunu geleneksel yöntemle üretilen protezlerle karşılaştırmıştır. Tersine mühendislik yazılımı kullanarak protezlerin iç yüzeyi ve alçı model taramaları üzerinde yaptıkları karşılaştırmalar sonucunda; CAD/CAM üretim teknikleri kullanılarak üretilen protezlerin, geleneksel olarak üretilen protezlerden daha iyi uyum sağladığını gözlemlemişlerdir. Daha iyi uyum hekimlerin neden CAD/CAM ile üretilen protezlerde daha gelişmiş retansiyon ve daha düşük sayıda travmatik ülser vakası ile karşılaştığını açıklayabilmektedir[122].

Başka bir çalışmada, CAD-CAM, enjeksiyon tekniği ve geleneksel olarak üretilmiş tam protezlerin ölçü yüzeylerinin; damak kubbesi, vestibül yüzey, tüberler, alveolar kret ve AH hattı alanları ile uyumu değerlendirilmiştir. CAD/CAM ve enjeksiyon tekniğiyle üretilmiş tam protezlerin, sert damak ve post-dam alanlarındaki uyumunun; geleneksel yolla üretilenlere kıyasla daha iyi olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra test edilen üç protez üretim tekniğinin de klinik olarak kabul edilebilir olduğu sonucuna varmışlardır[123].

Lee ve arkadaşları, frezeleme ya da eklemeli teknik ile üretilen tam protezlerin, enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretilen protezlere göre daha doğru kaideler ürettiğini; ancak, 3 boyutlu baskı ile üretimin tekrarlanabilirliğinin düşük olduğunu, zaman gerektirdiğini ve destekleyici yapılara ihtiyaç duyulduğunu söylemişlerdir[124].

Yoon ve arkadaşları, frezeleme ve üç boyutlu baskı tekniği ile üretilen mandibular kaidelerin uyumunu ve doku adaptasyonunu değerlendirmiştir. Frezelenmiş kaidelerin, baskı kaidelerden daha iyi bir uyuma sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak doku adaptasyonunda frezelenmiş ve baskılı kaideler arasında önemli bir fark bulamamışlardır[125].

6 KLİNİK ÇALIŞMALAR

Wei ve arkadaşları 2020 yılında yayınladıkları çalışmada; geleneksel yöntem ve CAD/CAM kullanılarak dijital olarak üretilen protezleri hasta memnuniyeti açısından karşılaştırmışlardır. 20 katılımcının bulunduğu tek kör deney gerçekleştirilmiştir. Hastalara ilk olarak geleneksel yolla üretilen tam protezler verilerek 3 ay kullanmaları istenmiştir. Daha sonra 3 ay boyunca dijital tam protezler kullanılarak değerlendirilmeleri istenmiştir. Hastaların memnuniyeti ve ağız sağlığı ile ilişkili yaşam kalitesi; görsel analog skalası (VAS) ve ağız sağlığı etki profiline (OHIP-20E) göre; başlangıç, ikinci hafta, birinci ay, ikinci ay ve son olarak üçüncü ayda ölçülmüştür.

Dijital yöntemle üretilen tam protezlerde; hastaların genel memnuniyet seviyesinin daha yüksek olduğu, protezin temizlenme kolaylığı, konuşma fonksiyonu, estetiği, stabilitesi ve ağız sağlığı açısından daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Çiğneme kolaylığı yönünden ciddi bir fark gözlenmemiştir[126].

Peroz ve arkadaşları 2021 yılında, geleneksel yöntemle ve CAD/CAM kullanılarak dijital olarak üretilen protezleri hasta memnuniyeti, hasta başı geçirilen süre ve laboratuvar süreleri açısından karşılaştırmışlardır. 16 katılımcıyla yapılan çalışmada, hastalara iki randevulu Baltic Denture System kullanılarak üretilen birer dijital tam protez ve beş randevulu iş akışıyla üretilen birer geleneksel tam protez verilmiştir. Hastalara protezlerin verilme sırası rastgele bir şekilde seçilmiştir. İlk protezin üç aylık kullanımının ardından diğer proteze geçiş yapılmıştır. Ağız sağlığı ile ilişkili yaşam kalitesinin zamana bağlı değişimi gözlemlenmiştir. OHIP-G49 ölçütlerine göre başlangıçta, ikinci haftada ve üçüncü ay sonunda değerlendirmeler yapılmıştır.

İş akışlarının sonuçları arasında, ağız sağlığı ile ilgili yaşam kalitesi açısından ciddi bir fark görülmezken, iki haftanın ardından dijital protezlerin daha fazla fiziksel ağrıya sebep olduğu gözlemlenmiştir. İki haftalık kullanım süresinin ardından geleneksel protez kullanan hastaların fonksiyonel olarak daha rahat olduğu, üç ayın ardından ise protezlerin daha doğal hissettirdiği belirtilmiştir.

Öte yandan; iki randevuda tamamlanan dijital iş akışının, beş randevuda tamamlanan geleneksel yöntemle göre 1 saat daha az hasta başı süre ve laboratuvarında 5 saat daha kısa çalışma süresi gerektirdiği görülmüştür. Dijital protezler toplam 4 saatte üretilebilirken, geleneksel protezlerin üretimi için diş hekimi ve teknisyenin toplamda 10,5 saat çalışması gerekmektedir[127].

Schwindling ve arkadaşları, frezeleme ve enjeksiyon tekniği olmak üzere iki farklı dijital tekniğin karşılaştırılması için bir pilot klinik çalışma planlanmıştır. 5 katılımcının yer aldığı bu çalışmada, her katılımcıya özel birer çift dijital tam protez tasarlanmıştır. Protez kaideleri bireylere özgü veriler kullanılarak PMMA bloktan frezeleme yöntemi ve enjeksiyon tekniği ile üretilmiştir. Tedavi dört klinik seans sürmüştür. Kişisel ölçü kaşıkları ve PVS kullanılarak oluşturulan ölçüler dijital ortama aktarılmıştır. Deneme protezleri üretilerek fonksiyon ve estetik yönlerden değerlendirilmiştir. Onayların ardından iki farklı teknik kullanılarak asıl protezler üretilmiş ve teslim edilmiştir. Protezler retansiyon, uygunluk, estetik, fonetik, maksillomandibular ilişki ve oklüzyon yönünden incelenmiştir. İki protez türünde de majör bir komplikasyon ile karşılaşılmasıdır. İki teknik arasında belirgin bir fark gözlemlenmemiştir[128].

Lo Russo ve arkadaşları tarafından yapılan bu çalışmada 14 hasta ve toplamda 20 tam dişsiz ark ile yapılan bu çalışmada bütün hastalara birer adet frezelenmiş ve üç boyutlu baskı yöntemiyle üretilmiş dijital tam protez verilmiştir. Ölçüler intraoral tarayıcılar ile elde edilmiştir, protezlerin iç yüzey doğruluğu ölçülerek kıyaslanmıştır. Bu ölçümler sonucunda üretim teknikleri kendi içlerinde yorumlanabilir bir doğruluk oranı farkı göstermezken, frezelenerek üretilen protezlerin doğruluk oranının 9 kat daha fazla olduğu görülmüştür.

Maksiller protezler için seçilen 11 noktada ve mandibular protezler için seçilen 13 noktada, frezelenerek üretilen protezlerde ciddi bir fark gözlemlenmemişken; üç boyutlu baskı yöntemiyle üretilen protezlerde hata oranı daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak freze ile üretim yönteminin daha doğru sonuçlar verdiği, ancak üç boyutlu baskı tekniği ile üretilen protezlerin de beklentileri karşılayabileceği raporlanmıştır[129].

Arakawa ve arkadaşları tarafından 2021 yılında yapılan araştırmada, geleneksel ve CAD/CAM kullanılarak üretilen protezler; tedavi süresi, klinik sonuç ve maliyet bakımından kıyaslanmıştır. Çalışmaya 32 tam dişsiz hasta katılmıştır. CAD/CAM protez sistemi olarak AvaDent veya Wieland kullanılmıştır. Ölçü alma, protez teslimi ve takip randevularındaki bulgular not edilmiştir ve kıyaslanmıştır. Son olarak, dental tedavi ve laboratuvar masrafları hesaplanmıştır.

Dijital ve geleneksel protezler arasında kayda değer bir tedavi süresi farkı gözlemlenmemiştir. Üretimin ardından yapılan düzeltmeler ve tamir işlemlerinin miktarı arasında ciddi bir fark gözlemlenmemiştir. Dijital protezlerin laboratuvar maliyetleri daha düşük bulunmuştur. Ancak klinik maliyetler birbirine yakındır, bu da dijital protezlerin genel olarak daha düşük maliyetlerle üretildiğini göstermektedir. Klinik randevu sayıları arasında ciddi bir fark gözlemlenmemiştir.

Tedavi süresi, klinik randevu sayısı, düzeltme, bakım ve maliyet miktarları göz önünde bulundurulduğunda, dijital protezlerin geleneksel protezlere göre daha tercih edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır[130].

Srinivasan ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen bu çift-kör deneyin amacı, frezelenerek ve üç boyutlu baskı tekniğiyle üretilen protezlerin karşılaştırılmasıdır. Deneye 15 tam dişsiz hasta katılmıştır. Hastalara rastgele frezelenmiş veya üç boyutlu baskı ile üretilen protezler verilmiştir. Altı haftanın ardından diğer proteze geçiş yapılmıştır. Deneyin sonuçları, hastanın protez memnuniyeti, ağız sağlığı ile ilişkili yaşam kalitesi, ödeme yapma istekliliği, protez seçenekleri arasındaki son tercihi, hekimin protez kalitesi değerlendirmesi, çiğneme verimliliği, maksimum ısırma gücü ve protez bakım gereklilikleri verilerini içermektedir. Sonuçlar, protezlerin teslim gününde, birinci ve altıncı haftalarda incelenmiştir.

Bütün katılımcıların üç boyutlu baskı ile üretilen tam protezler için daha fazla bakım randevusu alması gerektiği, daha uzun bir uyumlama süreci ve birtakım ayarlamalar yapılmasına ihtiyaç duyduğu belirlenmiştir. Hastaların frezelenmiş protezlere daha yüksek ücretler ödemek istediği gözlemlenmiştir. Diğer kıyas noktaları için ciddi bir fark görülmemiştir.

Deneyin sonucu olarak hem frezelenmiş hem de üç boyutlu baskı ile üretilmiş tam protezlerin hastalar için kabul edilebilir tedavi yöntemleri olduğu gözlemlenmiş ancak; frezelenmiş tam proteze daha yüksek ödemeler yapmaya hazır oldukları sonucuna varılmıştır[131].

Clark ve arkadaşları, dijital tam protez replikasyonu iş akışı ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Geleneksel tam protez protokollerinin fazla sayıda randevu gerektirmesi ve geleneksel süreçlerde belirsizliğin fazla olmasının dijital protez replikasyonu ile çözülebileceğini anlatan bir çalışmadır.

Bir hastanın halihazırda bulunan maksiller ve mandibular tam protezleri intraoral tarayıcı ile taranmıştır. Elde edilen tarama üç boyutlu yazıcı ile basılmıştır. Ardından bu baskı modeller, kişiselleştirilmiş ölçü kaşığı olarak kullanılmıştır. Bu sayede hata payının daha az olduğu ölçüler elde edilmesi hedeflenmiştir. Mandibular protezde önce “heavy body” PVS ile ölçü alınıp, “light body” PVS ile iki kere ölçü alınması gerekirken, maksiller protezde uyumun daha iyi olduğu görülmüştür ve sadece light body PVS ile ölçü alınmıştır. Bu aşamaların ardından hastanın ağzına daha iyi oturan protezler ile sentrik ilişki ve kapanış kaydı alınarak dental laboratuvara iletilmiştir. Bununla birlikte hastanın ön yüz fotoğrafı da gülüş tasarımı için laboratuvara gönderilmiştir.

Teknisyen laboratuvarında ilk olarak ölçüleri ve sentrik ilişki kaydını taratmıştır. Hastanın çekilen fotoğrafı ve bu taramalar dental tasarım yazılımına yüklenip burada birleştirilmiştir. Aynı yazılımda dijital diş dizilimi de yapılarak deneme protezi üretilmiştir. Bu deneme, geleneksel iş akışındaki dişli provayı elimine etmiştir. Böylece hekim ve hasta; estetik, fonetik, oklüzyon, dikey boyut aynı klinik parametreleri daha kolay değerlendirmiştir. Onayın ardından final protezleri seçilen renk tonundaki PMMA’dan frezelenerek üretilmiştir. Hasta protez tesliminden iki gün ve bir hafta sonra kontrol randevusuna çağırılmıştır. Sadece küçük düzeltmeler yapılmıştır ve hastanın memnuniyet seviyesinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

Mevcut protezinden memnun ancak uzun süre kullanım sonrası protezinde bollaşma, bozulma görülmeye başlayan hastalar veya protezin kırılması, kaybolması gibi durumlar için yedek protez bulundurmamak isteyen hastalar bu iş akışı sayesinde klinikte çok daha az süre geçirerek mevcut protezlerinin aynısını elde edebilmektedir[132].

Russo ve arkadaşları, genel olarak tam dişsiz ağızlarda intraoral taramalar ile tam protez üretiminin çok doğru sonuçlar vermemesi sebebiyle en iyi sonucu verebilecek bir iş akışı üzerine çalışma yapmıştır. Çalışmanın sonucu olarak intraoral tarama ile kabul edilebilir doğruluk seviyesinde, hastayı memnun edebilecek protezler üretilbileceği raporlanmıştır.

1. U şeklindeki bir reraktör ile bukkal mobil dokular sabitlenerek 3Shape Trios 3Color intraoral tarayıcı ile dişsiz ark ve karşısındaki ark taranır. Taramalar Trios yazılımına aktarılır.
2. Dijital alçı modeller 3Shape Dental System yazılımında oluşturulur.
3. Tarama verileri kullanılarak kişisel ölçü kaşığı üretilir ve dişsiz arkın ölçüsü alınır.
4. Oklüzal ilişkilerin kaydı için kaideye mum adapte edilir.
5. Dikey boyut, oklüzal düzlem, dudak desteği, maksiller kesici aralığı ve orta hat saptanır.
6. Yüz arkı ve çene ilişkisi ölçüleri alınır. Hasta sentrik ilişkide konumlandırılır.
7. Oklüzal ilişki taranır.
8. Dijital alçı modeller ile oklüzal ilişki üç nokta metodu kullanılarak eşleştirilir.
9. Protez dijital olarak tasarlanır. Diş dizimi gerçekleştirilir.

10. Deneme protezi üretilir, gerekli düzeltmeler varsa yapılarak asıl protez kaidesi frezelenerek üretilir. Dişler hızlı polimerleşen akrilik reçine ile proteze sabitlenir ve protez hastaya teslim edilir.

Qu ve arkadaşlarının çalışmasında ise, CAD/CAM ve 3 boyutlu yazıcı kullanılarak intraoral gotik ark içeren kişiselleştirilmiş bir ölçü kaşığı ile sentrik ilişki kaydı ve ikinci ölçü alımını tek bir adımda yapmayı hedefleyen bir iş akışı incelenmiştir.

Sentrik ilişki kaydı tam protezlerde iki farklı şekilde alınmaktadır. Bunlar mum duvar ve gotik ark çizimidir. Mum duvar yöntemi daha pratik ve daha hızlı sonuçlar vermekteyken, gotik ark çizimi daha doğru sonuçlar vermektedir. Bu nedenle dijital protez üretim iş akışına gotik ark çizimi dahil edilmek istenmiştir.

1. Dikey boyut belirlenir ve ön sentrik ilişki Ivoclar Vivadent'in sentrik ilişki kaşığı ile ölçülür. Hastanın burnuna ve çenesine birer nokta çizilir, hastadan ağzını açması ve yavaşça kapatması istenir. Dudaklar kapandığı zaman iki nokta arasındaki fark ölçülür. Yapılan bu ölçümden 2 milimetre kabul edilen interoklüzal istirahat aralığı çıkarılır. Silagum-Putty'nin ölçü silikonu sentrik kaşığa konularak hastanın ağzına bu kaşık yerleştirilir. Ölçü silikonun rezidüel kreti kaplaması için hastadan ağzını yavaşça kapatması istenir. İki nokta arasındaki mesafe ilk ölçülen dikey boyuta ulaştığı zaman hastadan yutkunması istenir. Ölçü silikonu polimerleştikten sonra kaşık ağızdan çıkarılır.
2. Aljinat ile ilk ölçü alınır.
3. Alınan ölçüler ve sentrik kaşıklar 3 boyutlu tarayıcı ile taranır.
4. İlk ölçü verilerini düzenlemek ve trimlemek için tersine mühendislik yazılımı kullanılır.
5. Tersine mühendislik yazılımından çıkarılan STL (Standard tessellation language) dosyaları CAD tasarım yazılımına aktarılır. CAD yazılımında gerçekleştirilen işlemler sonucunda maksiller ve mandibular kişiselleştirilmiş ölçü kaşıkları, gotik ark çizim tablası görselleştirilir.
6. CAD verisi protez tasarım yazılımına aktarılır ve 3 boyutlu baskıya gönderilmek üzere dilimlenir. Gotik arklı özel kaşıklar üretilir.
7. Oklüzal düzlem, dudak desteği ve görünüşü değerlendirilmek üzere maksiller kişisel ölçü kaşığına mum duvar hazırlanır.
8. Putty silikon ve ölçü silikonu kullanılarak bu özel kaşıklarla asıl ölçüler alınır.
9. Mandibular gotik ark çizim tablası ve çizim vidası birleştirilir. Cihaz hastanın ağzına yerleştirilir ve vidanın yüksekliği önceden kaydedilen dikey boyuta ayarlanır. Maksiller ve mandibular özel kaşıklar temas halindeyken, hastadan lateral ve antero-posterior mandibular hareketleri gerçekleştirilmesi istenir. Cihaz hastanın ağzından çıkarılır ve çizim plakası mürekkep ile kaplanır. Cihaz tekrar hastanın ağzına yerleştirilir ve hastadan önceki hareketleri tekrar etmesi istenir.
10. Çizimlerin doğruluğundan emin olunduktan sonra oklüzal kayıt materyali hasta ağzına yerleştirilerek ısırma kaydı alınır. Kaşıklar sabitlendikten sonra çıkarılır ve laboratuvara gönderilir.
11. Gerekli görüldüğü takdirde bir deneme protezi üretilir, daha sonra asıl protez üretilerek hastaya teslim edilir[133].

Jurado ve arkadaşları, tam protezlerin üretimindeki en zorlu durumlardan biri olan aşırı derecede kret rezorpsiyonu bulunan vakalarda, takip edilebilecek geleneksel ve dijital tekniklerin bir arada kullanıldığı özel bir iş akışı üzerinde çalışmışlardır. Çalışmanın

sonucu olarak bu iş akışının atrofik alveolar kretler için kabul edilebilir sonuçlar verdiğini raporlamışlardır.

Çalışmada 15 yıldır tam protez kullanan 45 yaşındaki kadın hastanın, protezleri yenilenmesi amaçlanmıştır. İlk değerlendirmenin ardından maksilla ve mandibulada ekstrem derecede alveolar kret rezorpsiyonu gözlemlenmiştir. Alveolar mukozanın sağlıklı olduğu ve iki kretin de keratinize mukoza ile kaplı olduğu görülmüştür.

Hastanın mevcut protezlerinin kaideleri, hastanın ağız yapısına uyum gösterdiği için kişisel ölçü kaşığı olarak kullanılmıştır. Kerr mumu ile fonksiyonel ölçü yöntemi kullanılarak ölçüler alınmıştır. Son olarak PVS kullanılarak final ölçüsü oluşturulmuştur. Çene ilişkisi kayıtları, geleneksel yöntem ile elde edilmiştir. Elde edilen ölçüler ve kayıtlar AvaDent'e gönderilmiştir. Oluşturulan protez modeli; hekim tarafından AvaDent'in dijital sistemlerinde modifiye edildikten sonra bir hafta içerisinde üretilip gönderilmiştir. Hasta protezi denediğinde, kabul edilebilir retansiyon ve stabilite gözlemlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda herhangi bir ekstra ayarlama yapılmasına gerek duyulmamıştır. Geleneksel bir klinik remount işlemi oklüzyonu gözlemlenmek için gerçekleştirilmiş ve herhangi bir problem gözlemlenmemiştir. Alınan sonuçtan hasta ve hekim memnun kalmıştır.

Bu teknik tam dijital olarak sınıflandırılmamaktadır. Hekimin PVS ile ölçü alırken geleneksel yöntemleri doğru olarak uygulaması oldukça kritiktir. Alveolar kret rezorpsiyonu gibi ekstrem klinik vakalarda, dijital ve geleneksel süreçleri bir araya getirmenin daha doğru sonuçlar verebileceği gözlemlenmiştir[134].

Perea- Lowery ve arkadaşları, CAD/CAM ile üretilen dijital protezlerin üretiminde kullanılan materyallerin mekanik özellikleri hakkında bilgi edinmek için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada üç farklı prepolimerize PMMA reçine ve geleneksel protez üretiminde kullanılan iki farklı protez kaidesi polimeri incelenmiştir. Her bir materyal, bükülme direnci, nanosertlik, elastisite ve yüzey mikrosertliği değerlendirmeleri için sekiz parçaya ayrılmıştır. Örneklerin yarısı otuz gün boyunca suda bekletilirken, diğer yarısı ise kuru bir ortamda bekletilmiştir. Çalışmanın sonucu olarak materyal türünün ve saklama biçiminin kontrol edilen parametreler üzerinde kayda değer bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir (%99+), ancak CAD/CAM ile kullanılan materyallerin geleneksel yöntemde kullanılan materyallerden belirgin bir şekilde üstün olmadığı sonucuna varılmıştır[100].

7 SONUÇ

Günümüzde tam protezler, tam dişsiz hastalar için hala en yaygın tercih edilen ve ekonomik tedavi biçimidir. Bireylerin tam protezlere olan gereksinimi uzun yıllar boyunca geleneksel iş akışı kullanılarak oluşturulan protezlerle karşılanırken, gelişen teknolojilerin diş hekimliği alanında kullanılmaya başlanması ile zamanla yeni ve dijital klinik iş akışları denenmeye başlanmıştır.

Son yıllarda dijital teknolojiler ve CAD/ CAM iş akışları hekimlerin çalışma biçimini neredeyse her açıdan değiştirmiştir. Bu yöntemlerle üretilen tam protezler hakkında ilk akademik çalışma 1994 yılında yayınlanmış olmasına rağmen uygulanabilir bir klinik konsept haline gelmeleri 2012 yılından önce olmamıştır. Yalnızca AvaDent ve DentCa 2012 yılında aktif şekilde dijital protez üretimi yapan şirketlerdi ve iş akışları oldukça sınırlayıcı ve alternatifsizdi. Bundan sonraki beş yılda dijital iş akışı süreçleri kayda değer gelişim göstermeye başlamıştır ve birçok yeni firma sektöre giriş yapmıştır. Son on yıl içerisinde dijital protezler birçok firma ve dental laboratuvar tarafından çok çeşitli iş akışları kullanılarak üretilebilir hale gelmiştir. Birçok farklı iş akışı olsa bile final protezlerinin üretimi temelde iki farklı şekilde yapılabilmektedir. Bunlar üç boyutlu baskı (eklemeli üretim) ve frezeleme (eksiltmeli üretim) teknikleridir. Frezeleme yöntemi 2012 yılından beri aktif olarak kullanılmaktayken, üç boyutlu baskı yönteminde kullanılan materyallerin intraoral dokularda kullanılması FDA tarafından 2015 yılının sonlarına kadar onaylanmamıştır. Bu sebeple frezeleme ile üretim hakkında daha fazla akademik çalışma ve iş akışı modifikasyonları görülmektedir.

Dijital tam protezlerin öncü firmalarından olan AvaDent; termoplastik ölçü kaşıkları ve ayarlanabilir dişli termoplastik deneme protezleri ile diğer firmalardan ayrılmaktadır. Hekimin tercihinine göre 2 veya 3 seansta bitirilen nihai protez, frezeleme tekniği ile üretilmektedir. Ivoclar Vivadent firması ise farklı boyut ve şekillerde olan Accudent XD ölçü kaşıkları ve sentrik ilişki kaydı sağlayan sentrik ilişki kaşıklarını sunmaktadır. UTS CAD adı verilen aygıt ile oklüzal düzlemin belirlenmesini sağlarken, Gnathometer CAD adı verilen başka bir aygıt ile Gotik ark çizimi yapılmasını sağlamaktadır. Alınan ölçü ve kayıtların dijital ortama aktarılmasının ardından IvoBase CAD adı verilen çift renkli bir PMMA diskten frezeleme tekniği kullanılarak protez üretilmektedir. 3 veya 4 seansın ardından asıl protez hastaya teslim edilmektedir. Dentca, çoğu firmanın aksine nihai protezleri üç boyutlu baskı ile üretmektedir. Firmanın fonksiyonel ölçü almayı kolaylaştıran parçalı ölçü kaşıkları mevcuttur. 2 seansta protez teslimi yapılabilirken, hekimin veya hastanın tercihinine bağlı olarak bir prova seansı da eklenebilmektedir. Baltic Denture System; ölçü alımı, kapanış kaydı, fonksiyonel ve estetik deneme randevusunu BD KEY Set aracılığıyla tek seansa indirgeyebilmektedir. Böylece hastalar, toplam 2 seansta frezelenerek üretilen nihai protezlerine kavuşmaktadırlar.

Hasta memnuniyetinin değerlendirildiği klinik çalışmalara göre; 2020 yılında yapılan bir çalışmada dijital yöntemlerle üretilen tam protezlerin daha avantajlı olduğu belirtilirken, 2021 yılında yapılan başka bir çalışmada iki protez türü arasında ciddi bir hasta memnuniyeti farkı olmadığı ancak dijital protez iş akışlarının daha kısa sürede tamamlanmasının önemli bir avantaj olduğu belirtilmektedir. Yapılan bir diğer çalışmada ise kayda değer bir tedavi süresi farkı gözlemlenmemiş olmasına rağmen dijital protezlerin laboratuvar maliyetlerinin çok daha düşük olması sebebiyle hem hastalar hem de hekimler açısından daha tercih edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Literatür taraması yapıldığında diş dizimindeki doğruluğun artışı, azaltılmış hasta başı süresi, geleneksel protez üretimi için gerekli olan beş veya üstü randevu sayısının, dijital iş akışlarında iki veya üçe düşürülmüş olması ve takip randevusu gerekliliğinin azaltılması, randevu başına koltuk süresinin azalması ve protez tesliminin daha hızlı bir şekilde yapılabilmesi sebebiyle hasta memnuniyetinde ciddi bir artış olduğu gözlemlenmiştir.

Dijital protez üretim yöntemleri kendi aralarında kıyaslandığında ise frezeleme ile üretilen protezlerin, 3 boyutlu baskı ile üretilen protezlere göre daha tercih edilebilir olduğu görülmektedir. Bunun temel sebebi yapılan bir çalışmaya göre; frezelenerek üretilen protezlerin doğruluk oranının 9 kat daha fazla olması iken, başka bir çalışmaya göre ise 3 boyutlu baskı ile üretilen protezlerin daha fazla uyumlama ve bakım randevusu gerektirmesidir. Her iki çalışmanın sonucunda da iki üretim tekniğinin de kabul edilebilir sonuçlar verdiği vurgulanmaktadır.

Bir çalışmada, birçok dijital protez üreticisi tarafından direkt ölçü alımının yerine geçebileceği belirtilen mevcut protezlerin replikasyonu tekniği incelenmiştir. Geleneksel iş akışı yöntemlerine göre daha kısa sürede protezin yenilenmesi sağlandığından dolayı, dijital iş akışı kullanılmasının hastalar açısından daha tercih edilebilir bir seçenek olduğu görülmüştür.

Dijital tam protez üretim yöntemlerinde, geleneksel ölçü alım tekniklerinin yerine geçmesi hedeflenen intraoral tarayıcılar ile ilgili yapılan çalışmalarda anatomik referans noktalarının bulunmaması ve yumuşak dokuların hareketliliği gibi sebeplerden ötürü sonuçların çok doğru olmadığı görülmektedir. Ancak çeşitli iş akışı modifikasyonları ile bu engellerin belirli oranlarda aşılabildiği raporlanmıştır. Yeni nesil bir intraoral tarayıcı (Primescan) kullanarak yapılan bir çalışmada ise ve hekimin deneyiminden bağımsız olarak hareketli protezlerin üretimi için yeterince yüksek doğruluk seviyesine ulaşıldığı gözlemlenmiştir.

Dijital protezlerde geleneksel protezlerde olduğu gibi PMMA materyali kullanılarak üretim yapılmaktadır ancak dijital protezlerde kullanılan PMMA prepolimerizedir. Prepolimerize oluşu materyali frezelenabilir özellikle kılarken, geleneksel protezlerdeki polimerizasyon sırasında oluşan boyutsal değişiklikler elimine edilmektedir ve aynı materyal kullanıldığı için aynı biyouyumluluğa sahip protezler üretilmesini sağlamaktadır. Ek olarak çalışmalar dijital protezlerde malzeme ve uygulamadan kaynaklı hataların geleneksel protezlere oranla çok daha az miktarda olduğunu ve böylece dokulara daha uyumlu protezler elde edildiğini göstermiştir.

Dijital tam protezler hala gelişim süreci içerisinde. Her geçen gün yaygınlaşmalarıyla birlikte, yakın bir gelecekte tam dişsizlik için yaygın kullanılan tedavi yöntemlerinden biri olması beklenmektedir. Bazı sınırlayıcı etkenler veya dezavantajlar bulunsa bile yeterince deneyim ve veri elde edildiği takdirde bu sorunlar kolayca aşılabacaktır. Daha yüksek kaliteli sonuçları daha hızlı verebildikleri için, geleneksel tam protezlerin yerine geçme olasılıkları yüksektir. Ancak dijital protez tedavisi uygulanırken, geleneksel protez tedavisinin temellerinden uzaklaşılmalıdır, çünkü hasta-hekim ilişkisinin yerine geçebilecek herhangi bir dijital teknoloji bulunmamaktadır.

8 KAYNAKÇA

1. ZARB, G., et al.,2012, *Prosthetic Treatments for Edentulous Patients: Complete Dentures and Implant-Supported Prostheses*. 13 ed., St. Louis, United States: Elsevier-Health Sciences Division.
2. TAMIMI, F. and H. HIRAYAMA,2019, *Digital Restorative Dentistry: A Guide to Materials, Equipment, and Clinical Procedures*, ed. F. Tamimi and H. Hirayama. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG.
3. KATTADIYIL, M.T., A. ALHELAL, and B.J. GOODACRE,2017, *Clinical complications and quality assessments with computer-engineered complete dentures: A systematic review*. J Prosthet Dent. **117**(6): s. 721-728.
4. POLZER, I., et al.,2010, *Edentulism as part of the general health problems of elderly adults*. Int Dent J. **60**(3): s. 143-55.
5. MURRAY, M.D. and B.W. DARVELL,1993, *The evolution of the complete denture base. Theories of complete denture retention--a review. Part 3*. Aust Dent J. **38**(5): s. 389-93.
6. CUNHA, T.R., et al.,2013, *A randomised trial on simplified and conventional methods for complete denture fabrication: masticatory performance and ability*. J Dent. **41**(2): s. 133-42.
7. DORNER, S., et al.,2010, *Clinical performance of complete dentures: a retrospective study*. Int J Prosthodont. **23**(5): s. 410-7.
8. BILHAN, H., et al.,2012, *Complication rates and patient satisfaction with removable dentures*. J Adv Prosthodont. **4**(2): s. 109-15.
9. DARBAR, U.R., R. HUGGETT, and A. HARRISON,1994, *Denture fracture--a survey*. Br Dent J. **176**(9): s. 342-5.
10. TAKAMIYA, A.S., et al.,2012, *Complete denture wearing and fractures among edentulous patients treated in university clinics*. Gerodontology. **29**(2): s. e728-34.
11. ATEŞ, M., et al.,2006, *The effect of occlusal contact localization on the stress distribution in complete maxillary denture*. J Oral Rehabil. **33**(7): s. 509-13.
12. ALI, I.L., N. YUNUS, and M.I. ABU-HASSAN,2008, *Hardness, flexural strength, and flexural modulus comparisons of three differently cured denture base systems*. J Prosthodont. **17**(7): s. 545-9.
13. WONG, D.M., et al.,1999, *Effect of processing method on the dimensional accuracy and water sorption of acrylic resin dentures*. J Prosthet Dent. **81**(3): s. 300-4.
14. VALLITTU, P.K.,1996, *Dimensional accuracy and stability of polymethyl methacrylate reinforced with metal wire or with continuous glass fiber*. J Prosthet Dent. **75**(6): s. 617-21.
15. MARAGLIANO-MUNIZ, P. and E.D. KUKUCKA,2021, *Incorporating Digital Dentures into Clinical Practice: Flexible Workflows and Improved Clinical Outcomes*. J Prosthodont. **30**(S2): s. 125-132.
16. INFANTE, L., et al.,2014, *Fabricating complete dentures with CAD/CAM technology*. J Prosthet Dent. **111**(5): s. 351-5.
17. BIDRA, A.S., T.D. TAYLOR, and J.R. AGAR,2013, *Computer-aided technology for fabricating complete dentures: systematic review of historical background, current status, and future perspectives*. J Prosthet Dent. **109**(6): s. 361-6.

18. KEENAN, P.L., D.R. RADFORD, and R.K. CLARK,2003, *Dimensional change in complete dentures fabricated by injection molding and microwave processing*. J Prosthet Dent. **89**(1): s. 37-44.
19. KATTADIYIL, M.T. and A. ALHELAL,2017, *An update on computer-engineered complete dentures: A systematic review on clinical outcomes*. J Prosthet Dent. **117**(4): s. 478-485.
20. GOODACRE, B.J., et al.,2016, *Comparison of denture base adaptation between CAD-CAM and conventional fabrication techniques*. J Prosthet Dent. **116**(2): s. 249-56.
21. ALHELAL, A., et al.,2017, *Comparison of retention between maxillary milled and conventional denture bases: A clinical study*. J Prosthet Dent. **117**(2): s. 233-238.
22. ALVES, A.C., et al.,2018, *Quality of life related to complete denture*. Acta Odontol Latinoam. **31**(2): s. 91-96.
23. DA, F.,2009, *Edentualism and Comorbid Factors*. J Prosthodont. **18**: s. 88-96.
24. GOIATO MC, B.L., MORENO A, DOS SANTOS DM, ET AL. ,2012, *Quality of life and stimulus perception in patients' rehabilitated with complete denture*. Journal of Oral Rehabilitation. **39**: s. 438-445.
25. DYE, B., et al.,2015, *Dental caries and tooth loss in adults in the United States, 2011-2012*. NCHS Data Brief (197): s. 197.
26. REGIS RR, C.T., DELLA VECCHIA MP, RIBEIRO AB, ET AL.,2013, *A randomised trial of a simplified method for completedenture fabrication: patient perception and quality*. Journal of Oral Rehabilitation **40**: s. 535-545.
27. RAHN, A.O., J.R. IVANHOE, and K.D. PLUMMER,2009, *Textbook of Complete Dentures*. 6 ed., Connecticut: People's Medical Publishing House.
28. FELTON, D.,2010, *Edentulism and Comorbid Factors*. Texas dental journal. **127**: s. 389-401.
29. SHIGA, Y., et al.,2020, *Effect of tooth loss and nutritional status on outcomes after ischemic stroke*. Nutrition. **71**: s. 110606.
30. FELTON, D.A.,2016, *Complete Edentulism and Comorbid Diseases: An Update*. J Prosthodont. **25**(1): s. 5-20.
31. LEE, D.J. and P.C. SAPONARO,2019, *Management of Edentulous Patients*. Dent Clin North Am. **63**(2): s. 249-261.
32. ÇALIKKOCAOĞLU, S.,2010, *Dişsiz Hastaların Protetik Tedavisi Klasik Tam Protezler*. İSTANBUL: Quintessence.
33. MARTONE, A.L.,1964, *Effects of complete dentures on facial esthetics*. The Journal Prosthetic Dentistry. **14**: s. 231-255.
34. ÖZKAN, Y.K.,2019, *Complete Denture Prosthodontics: Planning and Decision-Making*. Springer International Publishing.
35. 2017, *The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition*. J Prosthet Dent. **117**(5s): s. e1-e105.
36. DORLAND, W.A.N.,2011, *Dorland's Illustrated Medical Dictionary*. 32 ed.: Elsevier Saunders.
37. RANGARAJAN, V.,2017, *Textbook of Prosthodontics*. Second ed., India: Elsevier.
38. DENG, K., et al.,2021, *Evaluation of functional suitable digital complete denture system based on 3D printing technology*. J Adv Prosthodont. **13**(6): s. 361-372.
39. DAOU, E.,2010, *The elastomers for complete denture impression: A review of the literature*. The Saudi Dental Journal. **22**: s. 153-160.

40. BASKER, R.M., J.C. DAVENPORT, and J.M. THOMASON,2011, *Prosthetic Treatment of the Edentulous Patient*. 5th ed., UK: A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
41. YILMAZ, B. and T.B. ÖZÇELİK,2014, *An alternative impression technique for complete dentures*. J Prosthet Dent. **111**(2): s. 166-8.
42. HYDE, T.P., et al.,2010, *A cross-over Randomised Controlled Trial of selective pressure impressions for lower complete dentures*. J Dent. **38**(11): s. 853-8.
43. *Preliminary Impressions*, in *Treating the Complete Denture Patient*. 2020. p. 5-15.
44. ÖZKAN, Y.K.,2019, *Complete Denture Prosthodontics: Treatment and Problem Solving*. İstanbul: Springer.
45. CASTELIN, C., *CLINICIAN PERSPECTIVES ON CURRENT IMPLEMENTATION OF DIGITALLY FABRICATED COMPLETE DENTURES: A SURVEY OF PROSTHODONTISTS* , in *Prosthodontics Department*. 2020, University of North Carolina: Chapel Hill.
46. DANKWORT, C.W., et al.,2004, *Engineers'CAx education - it's not only CAD*. Comput. Aided Des. **36**: s. 1439-1450.
47. DURET, F., J.L. BLOUIN, and B. DURET,1988, *CAD-CAM in dentistry*. J Am Dent Assoc. **117**(6): s. 715-20.
48. MÖRMANN, W.H.,2006, *The evolution of the CEREC system*. J Am Dent Assoc. **137 Suppl**: s. 7s-13s.
49. MIYAZAKI, T., et al.,2009, *A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience*. Dent Mater J. **28**(1): s. 44-56.
50. <https://www.venusdentureclinic.co.nz/single-post/2019/01/10/digital-vs-conventional-dentures> [Ziyaret Tarihi 8 Nisan 2022]
51. BLATZ, M.B. and J. CONEJO,2019, *The Current State of Chairside Digital Dentistry and Materials*. Dent Clin North Am. **63**(2): s. 175-197.
52. CHEN, L.-C. and Z.Q. XU,2005, *Innovative 3D Dental Measurement for Tooth Model Restoration*. Key Engineering Materials. **295-296**: s. 145 - 150.
53. DURET, F.,1985, *[Toward a new symbolism in the fabrication of prosthetic design]*. Cah Prothese. **13**(50): s. 65-71.
54. LO RUSSO, L. and A. SALAMINI,2018, *Removable complete digital dentures: A workflow that integrates open technologies*. J Prosthet Dent. **119**(5): s. 727-732.
55. RICHERT, R., et al.,2017, *Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression*. J Healthc Eng. **2017**: s. 8427595.
56. KATTADIYIL, M.T., et al.,2014, *Intraoral scanning of hard and soft tissues for partial removable dental prosthesis fabrication*. J Prosthet Dent. **112**(3): s. 444-8.
57. LO RUSSO, L. and A. SALAMINI,2018, *Single-arch digital removable complete denture: A workflow that starts from the intraoral scan*. J Prosthet Dent. **120**(1): s. 20-24.
58. LEE, S.J., et al.,2015, *Accuracy of digital versus conventional implant impressions*. Clin Oral Implants Res. **26**(6): s. 715-9.
59. PAPASPYRIDAKOS, P., et al.,2016, *Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes*. Clin Oral Implants Res. **27**(4): s. 465-72.
60. YUZBASIOGLU, E., et al.,2014, *Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes*. BMC Oral Health. **14**: s. 10.
61. ALGHAZZAWI, T.F.,2016, *Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation*. J Prosthodont Res. **60**(2): s. 72-84.
62. ZIMMERMANN, M., et al.,2015, *Intraoral scanning systems - a current overview*. Int J Comput Dent. **18**(2): s. 101-29.

63. ENDER, A. and A. MEHL,2013, *Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision*. J Prosthet Dent. **109**(2): s. 121-8.
64. MAEDA, Y., et al.,1994, *A CAD/CAM system for removable denture. Part I: Fabrication of complete dentures*. Int J Prosthodont. **7**(1): s. 17-21.
65. BUSCH, M. and B. KORDASS,2006, *Concept and development of a computerized positioning of prosthetic teeth for complete dentures*. Int J Comput Dent. **9**(2): s. 113-20.
66. SUN, Y., P. LÜ, and Y. WANG,2009, *Study on CAD&RP for removable complete denture*. Comput Methods Programs Biomed. **93**(3): s. 266-72.
67. KANAZAWA, M., et al.,2011, *Trial of a CAD/CAM system for fabricating complete dentures*. Dent Mater J. **30**(1): s. 93-6.
68. JANEVA, N., G. KOVACEVSKA, and E. JANEV,2017, *Complete Dentures Fabricated with CAD/CAM Technology and a Traditional Clinical Recording Method*. Open Access Maced J Med Sci. **5**(6): s. 785-789.
69. WULFMAN, C., et al. *Digital removable complete denture: a narrative review*. 2020.
70. CHRISTENSEN, G.J.,2006, *Removable prosthodontics: a forgotten part of dentistry*. Alpha Omegan. **99**(1): s. 26-8.
71. MASRI, R.E. and C.F.E. DRISCOLL, *Clinical applications of digital dental technology*. 2015, Ames, Iowa : John Wiley and Sons Inc.
72. AGUIRRE, B.C., et al.,2020, *Flexural strength of denture base acrylic resins processed by conventional and CAD-CAM methods*. J Prosthet Dent. **123**(4): s. 641-646.
73. BABA, N.Z., et al.,2021, *CAD/CAM Complete Denture Systems and Physical Properties: A Review of the Literature*. J Prosthodont. **30**(S2): s. 113-124.
74. SCHWEIGER, J., et al.,2017, *Virtual evaluation for CAD-CAM-fabricated complete dentures*. J Prosthet Dent. **117**(1): s. 28-33.
75. KATASE, H., et al.,2013, *Face simulation system for complete dentures by applying rapid prototyping*. J Prosthet Dent. **109**(6): s. 353-60.
76. CHEBIB, N., et al.,2019, *Edentulous jaw impression techniques: An in vivo comparison of trueness*. J Prosthet Dent. **121**(4): s. 623-630.
77. FANG, Y., et al.,2019, *A Technique for Digital Impression and Bite Registration for a Single Edentulous Arch*. J Prosthodont. **28**(2): s. e519-e523.
78. FANG, J.H., et al.,2018, *Digital intraoral scanning technique for edentulous jaws*. J Prosthet Dent. **119**(5): s. 733-735.
79. UNKOVSKIY, A., et al.,2019, *Intraoral scanning to fabricate complete dentures with functional borders: a proof-of-concept case report*. BMC Oral Health. **19**(1): s. 46.
80. LEE, J.J., D.H. KIM, and K. NOH,2020, *A technique for transferring the contours of a functional impression to the polished surfaces of digitally fabricated removable complete dentures*. J Prosthet Dent. **124**(2): s. 153-156.
81. GOODACRE, B.J., C.J. GOODACRE, and N.Z. BABA,2018, *Using Intraoral Scanning to Capture Complete Denture Impressions, Tooth Positions, and Centric Relation Records*. Int J Prosthodont. **31**(4): s. 377–381.
82. ENDER, A. and A. MEHL,2013, *Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems*. Int J Comput Dent. **16**(1): s. 11-21.
83. SCHIMMEL, M., et al.,2021, *Accuracy of intraoral scanning in completely and partially edentulous maxillary and mandibular jaws: an in vitro analysis*. Clinical Oral Investigations. **25**(4): s. 1839-1847.
84. <https://www.avadent.com/products/solutions/> [Ziyaret Tarihi 20 Ekim 2021]

85. LO RUSSO, L., et al.,2021, *Digital dentures: A protocol based on intraoral scans*. J Prosthet Dent. **125**(4): s. 597-602.
86. BABA, N.Z., et al.,2016, *Current techniques in CAD/CAM denture fabrication*. Gen Dent. **64**(6): s. 23-28.
87. https://www.avadent.com/wp-content/uploads/2017/07/Wagner-EZ-Guide-070517_V7.pdf [Ziyaret Tarihi 25 Şubat 2022]
88. <http://www.guident.net/articles/prosthodontics/CAD-CAM-FABRICA-TED-COMLETE-DENTURE--A-PEEK-INTO-THE-FUTURE....html> [Ziyaret Tarihi 23 Şubat 2022]
89. <https://midwaydental.com/product/view/49173> [Ziyaret Tarihi 26 Şubat 2022]
90. https://www.ivoclar.com/tr_tr/products/removable-prosthetics/uts-cad [Ziyaret Tarihi 24 Şubat 2022]
91. https://www.ivoclar.com/tr_tr/products/digital-processes/gnathometer-cad [Ziyaret Tarihi 20 Şubat 2022]
92. https://www.ivoclar.com/en_us/shop/p/ivoclardigital/ivobasecadbondkit10id/p/686181 [Ziyaret Tarihi 27 Şubat 2022]
93. BABA, N., et al.,2016, *Current techniques in CAD/CAM denture fabrication*. Journal - Academy of General Dentistry. **64**.
94. PARK, J.-H., et al.,2015, *The treatment of an edentulous patient with DENTCA™ CAD/CAM Denture*. The Journal of Korean Academy of Prosthodontics. **53**: s. 19.
95. <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-VIONIC-BASE-48124,27568.html> [Ziyaret Tarihi 1 Mart 2022]
96. <https://www.baltic-denture-system.de/en/products/> [Ziyaret Tarihi 2021 28 Aralık]
97. https://www.baltic-denture-system.de/wp-content/uploads/2015/09/GI_BDKEY-Set_907199-2015-01.pdf [Ziyaret Tarihi 29 Aralık 2021]
98. <https://www.dentsplysirona.com/en-ca/categories/lab/3d-printed-dentures.html> [Ziyaret Tarihi 2 Mart 2022]
99. MARINELLO, C.P. and R. BRUGGER,2021, *Digital Removable Complete Denture—an Overview*. Current Oral Health Reports. **8**(4): s. 117-131.
100. PEREA-LOWERY, L., et al.,2021, *Assessment of CAD-CAM polymers for digitally fabricated complete dentures*. J Prosthet Dent. **125**(1): s. 175-181.
101. GOODACRE, C.J., et al.,2012, *CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data*. J Prosthet Dent. **107**(1): s. 34-46.
102. KATTADIYIL, M.T., et al.,2015, *Comparison of treatment outcomes in digital and conventional complete removable dental prosthesis fabrications in a predoctoral setting*. J Prosthet Dent. **114**(6): s. 818-25.
103. STEINMASSL, P.-A., et al.,2017, *Do CAD/CAM dentures really release less monomer than conventional dentures?* Clinical Oral Investigations. **21**(5): s. 1697-1705.
104. SRINIVASAN, M., et al.,2017, *CAD/CAM milled removable complete dentures: an in vitro evaluation of trueness*. Clinical Oral Investigations. **21**(6): s. 2007-2019.
105. STEINMASSL, O., et al.,2018, *CAD/CAM produces dentures with improved fit*. Clinical Oral Investigations. **22**(8): s. 2829-2835.
106. ALAMMARI, M.R.,2017, *The influence of polishing techniques on pre-polymerized CAD\CAM acrylic resin denture bases*. Electron Physician. **9**(10): s. 5452-5458.

107. STEINMASSL, O., et al.,2018, *Influence of CAD/CAM fabrication on denture surface properties*. J Oral Rehabil. **45**(5): s. 406-413.
108. ARSLAN, M., et al.,2018, *Evaluation of flexural strength and surface properties of prepolymerized CAD/CAM PMMA-based polymers used for digital 3D complete dentures*. Int J Comput Dent. **21**(1): s. 31-40.
109. SIPAHI, C., N. ANIL, and E. BAYRAMLI,2001, *The effect of acquired salivary pellicle on the surface free energy and wettability of different denture base materials*. J Dent. **29**(3): s. 197-204.
110. AL-FOUZAN, A.F., L.A. AL-MEJRAD, and A.M. ALBARRAG,2017, *Adherence of Candida to complete denture surfaces in vitro: A comparison of conventional and CAD/CAM complete dentures*. J Adv Prosthodont. **9**(5): s. 402-408.
111. ALP, G., W.M. JOHNSTON, and B. YILMAZ,2019, *Optical properties and surface roughness of prepolymerized poly(methyl methacrylate) denture base materials*. J Prosthet Dent. **121**(2): s. 347-352.
112. AUSTIN, A.T. and R.M. BASKER,1980, *The level of residual monomer in acrylic denture base materials with particular reference to a modified method of analysis*. Br Dent J. **149**(10): s. 281-6.
113. SINGH, R.D., et al.,2013, *High performance liquid chromatographic determination of residual monomer released from heat-cured acrylic resin. An in vivo study*. J Prosthodont. **22**(5): s. 358-61.
114. MURAKAMI, N., et al.,2013, *Effect of high-pressure polymerization on mechanical properties of PMMA denture base resin*. J Mech Behav Biomed Mater. **20**: s. 98-104.
115. AYMAN, A.-D.,2017, *The residual monomer content and mechanical properties of CAD\CAM resins used in the fabrication of complete dentures as compared to heat cured resins*. Electronic Physician. **9**: s. 4766 - 4772.
116. STEINMASSL, P.A., et al.,2017, *Do CAD/CAM dentures really release less monomer than conventional dentures?* Clin Oral Investig. **21**(5): s. 1697-1705.
117. BERGER, J.C., et al.,2006, *Surface roughness of denture base acrylic resins after processing and after polishing*. J Prosthodont. **15**(3): s. 180-6.
118. BOLLEN, C.M., P. LAMBRECHTS, and M. QUIRYNEN,1997, *Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature*. Dent Mater. **13**(4): s. 258-69.
119. MORGAN, T.D. and M. WILSON,2001, *The effects of surface roughness and type of denture acrylic on biofilm formation by Streptococcus oralis in a constant depth film fermentor*. J Appl Microbiol. **91**(1): s. 47-53.
120. SRINIVASAN, M., et al.,2018, *CAD/CAM milled complete removable dental prostheses: An in vitro evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and surface roughness*. Dent Mater J. **37**(4): s. 526-533.
121. WOELFEL, J.B., G.C. PAFFENBARGER, and W.T. SWEENEY,1960, *Dimensional changes occurring in dentures during processing*. J Am Dent Assoc. **61**: s. 413-30.
122. STEINMASSL, O., et al.,2018, *CAD/CAM produces dentures with improved fit*. Clin Oral Investig. **22**(8): s. 2829-2835.
123. SRINIVASAN, M., et al.,2017, *CAD/CAM milled removable complete dentures: an in vitro evaluation of trueness*. Clin Oral Investig. **21**(6): s. 2007-2019.
124. LEE, S., et al.,2019, *Comparing accuracy of denture bases fabricated by injection molding, CAD/CAM milling, and rapid prototyping method*. J Adv Prosthodont. **11**(1): s. 55-64.

125. YOON, H.I., et al.,2018, *Evaluation of the trueness and tissue surface adaptation of CAD-CAM mandibular denture bases manufactured using digital light processing*. J Prosthet Dent. **120**(6): s. 919-926.
126. WEI, L., et al.,2020, [*Evaluation of clinical efficacy of a kind of digital complete denture*]. Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban. **52**(4): s. 762-770.
127. PEROZ, S., et al.,2021, *Digital versus conventional complete dentures: A randomized, controlled, blinded study*. J Prosthet Dent.
128. SCHWINDLING, F.S. and T. STOBBER,2016, *A comparison of two digital techniques for the fabrication of complete removable dental prostheses: A pilot clinical study*. J Prosthet Dent. **116**(5): s. 756-763.
129. LO RUSSO, L., et al.,2021, *Intaglio surface trueness of milled and 3D-printed digital maxillary and mandibular dentures: A clinical study*. J Prosthet Dent.
130. ARAKAWA, I., et al.,2021, *Clinical outcomes and costs of conventional and digital complete dentures in a university clinic: A retrospective study*. J Prosthet Dent.
131. SRINIVASAN, M., et al.,2021, *CAD-CAM complete removable dental prostheses: A double-blind, randomized, crossover clinical trial evaluating milled and 3D-printed dentures*. J Dent. **115**: s. 103842.
132. CLARK, W.A., I. DUQUM, and B.J. KOWALSKI,2019, *The digitally replicated denture technique: A case report*. J Esthet Restor Dent. **31**(1): s. 20-25.
133. QU, F., X. DU, and W.C. LIU,2019, *3D-printed custom trays with a Gothic arch for centric relation recording and definitive impression making for complete dentures: A dental technique*. J Prosthet Dent. **121**(1): s. 32-36.
134. JURADO, C., et al.,2022, *Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) Complete Dentures for Atrophic Alveolar Ridges: Workflow Combining Conventional and Novel Techniques*. Cureus.

9 ÖZGEÇMİŞ

1996 yılında İstanbul'da doğdum. İlkokulu Bahçelievler Kumport İlköğretim Okulu'nda okudum. 2015 yılında Cağaloğlu Anadolu Lisesi'nden mezun oldum. Aynı yıl Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümüne girdim, 2017 yılında meslek tercihimde değişiklik yaparak İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ne başladım. Almanca ve İngilizce bilmekteyim. İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde 5. Sınıf öğrencisi olarak lisans eğitimime devam etmekteyim.