

**DERLEME****CAD/CAM ile  
şekillendirilen protetik  
restorasyonlarda  
komplikasyonlar****Complications of  
CAD/CAM  
guided prosthetic  
restorations****Prof. Dr. Gülfem Ergün**

Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara.

**Dt. Ayse Seda Ataol**

Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara.

**Geliş tarihi** : 7 Ocak 2015

**Kabul tarihi** : 23 Şubat 2015

**Yazışma adresi:**

Prof. Dr. Gülfem Ergün  
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı,  
Bişkek Cd.(8.Cd.) 82.Sk. No:4 06510 Emek, Ankara.  
E-posta: ergulgulfem@yahoo.com

**ÖZET**

Günümüzde, sabit ve hareketli protezler, dayanaklar, implantlar, implant destekli protezler ve ortodontik apareyler gibi farklı tip protetik restorasyonlar için bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) sistemlerinin kullanımına artan bir ilgi mevcuttur. Özellikle protetik restorasyonlar için CAD/CAM sistemlerin kullanımı rutin kullanıma girmiştir. Bu nedenle, CAD/CAM ile şekillendirilen restorasyonların klinik kullanımlarına ile ilgili komplikasyonlara ilişkin veriler önem taşımaktadır. CAD/CAM restorasyonlarda; biyolojik, teknik ve estetik gibi farklı komplikasyonlar oluşabilmektedir. Bu derlemenin amacı CAD/CAM ile şekillendirilen protetik restorasyonların farklı komplikasyonlarını rapor etmektir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim, protetik restorasyonlar, komplikasyonlar.

**SUMMARY**

Nowadays, there is a greater interest in the computer-assisted design/computer-assisted manufacturing (CAD/CAM) systems for different type of prosthetic restorations as fixed and removable prosthesis, abutments, implants, implant supported prosthesis and orthodontic apparatus. Especially for prosthetic restorations, the usage of CAD/CAM systems are entered into routine use. Therefore, the data associated with the complications related with the clinical use of CAD/CAM guided restorations are important. Different complications such as biological, technical and esthetic could occur with CAD/CAM restorations. The aim of this review is to report the different complications of CAD/CAM guided prosthetic restorations.

Keywords: Computer-assisted design/computer-assisted manufacturing, prosthetic restorations, complications.

**GİRİŞ**

Diş hekimliğinde CAD/CAM terimi "bilgisayar destekli tasarım" ve "bilgisayar destekli üretim" için kullanılan bir kısaltmadır. Dr. Mörmann restorasyonların dental klinikte hasta başında restorasyonların aynı gün yapılması için yeni bir yaklaşım olan CEREC (Ceramic Reconstruction) sistemini geliştirmiştir (1). Tarihsel olarak, CEREC sistemi diş hekimliğindeki ilk hasta başı CAD/CAM sistemidir. CEREC ilk olarak 1985 yılında kullanı-

maya başlanmış olup, geliştirilen ilk CAD/CAM sistemidir. 1994 yılında CEREC 2, 2000 yılında CEREC 3, 2014 yılında CEREC SW 4.2 piyasaya sürülmüştür.

CAD/CAM teknolojisindeki gelişmeler ile birlikte protetik restorasyonların üretimleri için birçok sayıda sistem geliştirilmiştir. CAD/CAM restorasyonların yalnızca üretimi kolaylaştırmakla kalmayıp aynı zamanda konvansiyonel döküm restorasyonların kalitesi ile uyum gösterecek nitelikte olduğu vurgusu da ortaya konmuştur (2). CAD/CAM teknolojileri, restoratif tedavilerde (inley, onley, kron, veneer, çok üniteli sabit bölümlü protezler) en sık kullanılan uygulamalar olmalarının yanı sıra, gelişimi yavaş olsa da, hareketli tam protezlerin yapımlarına (3) ilave olarak ortodontik okluzal splintler, implant ile ilişkili unsurlar (4) ve yumuşak doku ölçümü için ortodontik tedavi planlamasında (5) da kullanılabilirler. İlave olarak, CAD/CAM teknik oral ve fasiyal protezlerin üretimi için idealdir (6).

Günümüzde CAD/CAM teknolojisi ile üretilen restorasyonlar diş hekimliğinde rutin kullanıma girmiştir (7). Bu durum, CAD/CAM restorasyonların kullanımlarının konvansiyonel olarak üretilen restorasyonlar ile kıyaslandıklarında restorasyonun uzun dönem klinik kullanımı ve komplikasyon oranlarına ilişkin bilimsel verilerin yeterli olup olmadığı sorusunu akla getirmektedir.

Diş hekimleri CEREC ile üretilen restorasyonların tanıtılmasından bu yana bu restorasyonlara ilişkin bir takım endişeler taşımaktadırlar. CAM işlemi frezelenen restorasyonun adaptasyonu ve marjinal uyumuna ilişkin çeşitli sorular doğurmuştur. CEREC sistemi ile üretilen ve adeziv olarak simante edilen seramik materyallerin kırılma direnci, dayanıklılığı ve klinik ömrü açısından sorgulamaları da beraberinde getirmiştir (8).

### **Dijital Ölçüye Bağlı Komplikasyonlar**

Dijital ölçü, protetik tedavi için model elde etmek amacıyla istenen dokuların ve materyallerin (ör: prepare edilmiş dişlerin, çevre yumuşak dokuların, implant ölçü postları) bir kamera sistemi ile taranması ve üç boyutlu dijital veri

elde edilmesidir. CAD/CAM görüntüleri direk ya da indirekt görüntülerden alınabilmektedir. İndirekt sistemde, dijital veriler ölçü materyalinden ya da modelden elde edilirken, direk teknikte görüntüler ağız içi tarayıcılar kullanılarak direk ağız içerisinden alınmaktadır (9). Diğer bir deyişle, görsel üç boyutlu modeller; alçı modelden, ölçü materyalinden ve ağız içi taramadan elde edilen üç veri üzerinden elde edilebilmektedir (10). Direk teknikte, ölçü materyali, kaşıklar, ölçü dökme, trimleme işlemlerine ve daylı modele gerek kalmadan veriler görsel üç boyutlu bir modele dönüştürmektedir. Bu prosedür preparasyon ve marjinlerin hızlı bir şekilde değerlendirilebilmesini de sağlamaktadır (9).

Dijital ölçü teknikleri, kullanıma girmelerinden bu yana sürekli olarak gelişim göstermektedir. CEREC, titreşimi engelleyen özelliğe sahip ve tüm yetersiz görüntüleri otomatik olarak elimine eden, daha rahat görüntü alabilmek için hafif tozlama gerektiren 'Bluecam' sistemini sunmuştur. 2012 yılında Sirona, toz kullanılmayan ve tüm renklerde üç boyutlu veri sağlayan CEREC Omnicam'ı tanıtmıştır (10).

Dijital ölçüler; hız, etkinlik, alınan bilgilerin arşivlenmesi, verilerin klinik ve laboratuvar arasında transfer edilebilmesi, geleneksel teknikten daha az girişimsel olması gibi avantajlara sahiptir (10). Ağız içi dijital ölçü alımı konvansiyonel ölçü alımı ile ilişkili olan ölçü materyalinin ve ana model elde edilmesinde kullanılan alçının boyutsal değişimi gibi birçok hatanın elimine edilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte, ağız içi dijital ölçünün hassasiyeti; bitim çizgisi konumu, periodontal sağlık ve ölçü alımı sırasındaki kanama, tükürük akış hızı ve hasta uyumundan etkilenebilmektedir (11). İlave olarak, özellikle ağız açıklığı az olan ya da son molar dişin bukkal yüzeyi ile ramus ön duvarının yakın olduğu hastalarda tarayıcı ucun ilgili alana ulaşabilirliği azalmaktadır (12). Bu nedenle sıklıkla konvansiyonel ölçüden elde edilen alçı modelin dijitalize edilmesi söz konusu olabilmektedir (11).

Dijital ölçü tekniklerinin etkinliklerini ve ölçüye bağlı oluşabilecek komplikasyonları belirlemek için dijital ve konvansiyonel ölçü tekniklerinin başarılarının karşılaştırılması üzerine çalışmalar devam etmektedir (9).

Seelbach ve arkadaşları (13) dijital ölçü sistemleri ile üretilen restorasyonların konvansiyonel ölçü teknikleri ile benzer uyum gösterdiklerini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Zarauz ve arkadaşları (11), silikon ve intraoral dijital ölçü tekniklerini tam seramik tek kronların uyumları açısından kıyasladıkları klinik çalışmalarında intraoral dijital ölçünün konvansiyonel ölçü tekniği gibi klinik olarak uygun internal ve marjinal uyum gösterdiğini bildirmişlerdir.

Ender ve Mehl (14) ise, in vitro model üzerinde yaptıkları çalışmalarında, geleneksel ve dijital ölçü metodlarının tam ark ölçülerin doğruluğu ile ilgili farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada dijital ölçü sistemleri tam ark modellerde daha fazla lokal sapma (deviasyon) göstermiştir. Araştırmacılar, dijital ağız içi ölçü sistemini, yüksek uyum gösteren konvansiyonel ölçü tekniği ile kıyaslandığında yüksek uyum göstermediğini ancak, dijital iş akışı ile üretim aşamalarının elimine edilmesinin yüksek güvenilirlikte restorasyonların üretimi açısından üstün özellikleri olduğunu vurgulamışlardır.

Abdel-Azim ve arkadaşları (15), CAD/CAM ile üretilen tam seramik kronların marjinal uyumlarını değerlendirdikleri çalışmalarında konvansiyonel ölçü ve dijital ölçü tekniklerini kıyaslamışlardır. Araştırmacılar ortalama marjinal aralığın konvansiyonel ölçüde daha fazla olduğunu bildirmiş ancak, konvansiyonel ölçü ve dijital ölçü teknikleri arasında tam seramik kronlar için istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını rapor etmişlerdir.

CAD/CAM teknolojisi, süregelen gelişmeler ile birlikte implant destekli protezlerin ve dayanakların üretimlerinde de kullanıma girmiştir. Bu teknolojilerin kullanımı ile implant pozisyonunun dijitalize edilmesi, restorasyonun bilgisayar ortamında planlanması, tasarlanması ve restorasyonun frezeleme ile direk olarak üretilmesi mümkün olmaktadır. Fakat, ağız içi tarama cihazları ile oral kavitede diş ya da implantların görüntülerini almak her vakada henüz mümkün hale gelmemiştir. Altyapı ya da dayanakların tasarımları halen manuel olarak üretilen ve ağız içerisinde değerlendirilen

wax-up örneklerin taranmasını gerektirmektedir (16,17).

Yapılan klinik bir çalışmada, anatomik belirleyicilerin yetersiz olması nedeni ile ağız içi dijital veri aktarımının dişsiz hastalarda 2 adet dental implant varlığında iyi uyuma sahip bir protezin üretimi için yeterli olmadığı rapor edilmiştir. Çalışmada ağız içi taramada implantlar arası uzaklık ve açılanmalarda hata oluşumu ortaya konmuştur (18).

Birkaç in vitro çalışma konvansiyonel ölçüden taranan ana modelden elde edilen dijital veriler ve ağız içi dijital ölçüler ile üretilen kronların uyumlarını kıyaslamışlardır. Çalışmalar ana modelden elde edilen dijital veriler ve ağız içi dijital ölçüler ile üretilen kronlarda yüksek uyum rapor etmişlerdir (13,15).

Dijital ölçü kullanımı ile diş destekli sabit protetik restorasyonların üretimine ilişkin birçok in vitro çalışma bulunmaktadır (11,13,15). Bu çalışmalar özellikle komplike olmayan restorasyonlarda konvansiyonel tekniklerle benzer ya da daha başarılı sonuçlar sağlamaktadır. Fakat halen ağız içi tarayıcıların özellikle full mouth restorasyonlarda (14), tam protezlerde (18,19) ve implant destekli restorasyonlardaki kullanımlarının (11) in vivo performanslarına ilişkin veriler yetersizdir.

### Marjinal ve Internal Uyum

Restorasyonların uzun dönem fonksiyonel başarılarının sağlanması için gerekli en önemli kriterlerden biri marjinal uyumdur (20). Klinik olarak kabul edilebilir maksimum marjinal aralık genişliği üzerine görüş birliği bulunmamaktadır. 1000 kronu inceledikten sonra maksimum tolere edilebilecek marjinal aralık 120 µm olarak Mc Lean ve Von Fraunhofer tarafından tanımlanmıştır (21). Güncel olarak ise, CAD/CAM restorasyonlarda 60-150 µm aralığında marjinal aralık rapor edilmiştir (22).

CAD/CAM restorasyonların klinik performanslarını araştıran ve klinik olarak kabul edilebilir marjinal uyum gösteren birçok çalışma mevcuttur (23,24). Yapılan araştırmalar-

da CAD/CAM kronlar marjinal adaptasyon açısından değerlendirilmiş ve preparasyon tasarımı ve simantasyon prosedürünün dışında CAD/CAM sistemlere özgü farklı faktörlerin de marjinal adaptasyonu etkileyebileceğini bildirilmiştir. Bunlar yazılım ve donanım limitasyonları, tarayıcı tipi, frezeleme teknolojisi, tek ya da çok üniteli sabit protezlerin üretimi ve frezelemede sinterlenmiş ya da sinterlenmemiş materyallerin kullanımı olarak vurgulanmıştır (25).

Restorasyonun marjinal uyumdaki artış önemli bir klinik avantaj oluşturmaktadır. Aynı zamanda, rezin bazlı yapıştırıcı simanın diş/restorasyon ara yüzündeki genişliği ve bu genişliğin plak birikimini nasıl etkileyeceği de klinik olarak büyük öneme sahiptir (7). Diş ve CAD/CAM restorasyon arasındaki kompozit bağlantısının ortalama genişliği  $236 \pm 98 \mu\text{m}$ 'dir. Bu değer aralığında minimum  $108 \mu\text{m}$  ve maksimum  $475 \mu\text{m}$  ve ortalama ise yaklaşık  $218 \mu\text{m}$ 'dir (23).

Yapıştırıcı ajanların zaman içerisindeki aşınmasına bağlı olarak oluşan marjinal boşluklar ile ilgili çalışmalar mevcuttur (23,26,27). Posselt ve Kerschbaum (23), CEREC 1 ve CEREC 2 ünitelerinde üretilen 794 hastada tek seansta uygulanan 2328 inley ve onley restorasyonları içeren çalışmalarında, marjinal aralığın ölçülmesi için rastgele 44 restorasyon seçmişlerdir. Ortalama marjin aralığını  $236.1 \pm 96.8 \mu\text{m}$  olarak belirlemişlerdir. Ölçüm yapılan marjinlerin neredeyse yarısında (%47,7) marjinal uyumsuzluk gözlemişlerdir. Bindl ve Mörmann (26), CEREC 1 ve CEREC 2 ile üretilmiş Vita blocs Mark II kronların marjinal adaptasyonlarını kıyaslamışlardır. CEREC 1 ile üretilmiş kronlar ( $300 \pm 95 \mu\text{m}$ ) ile kıyaslandığında CEREC 2 ile üretilmiş kronlarda ( $207 \pm 63 \mu\text{m}$ ) marjinal adaptasyonun belirgin derecede gelişmiş olduğunu rapor etmişlerdir.

CAD/CAM sistemlerde gelişim ile birlikte inley ve onley restorasyonların marjinal uyumlarında gelişim görülmüştür (7). Nakamura ve arkadaşları (27) CEREC 3 ile üretilmiş kronlar için  $53-67 \mu\text{m}$  marjinal aralık bildirmişlerdir. CEREC 3 sistemi ile ve laboratuvar ortamında üretilmiş onleylerin

marjinal uyumlarını kıyasladıkları çalışmalarında Denissen ve arkadaşları (28), CEREC 3 ile üretilen restorasyonlarda  $85 \mu\text{m}$  marjinal aralık belirtmişlerdir. Araştırmacılar, laboratuvar çalışmalarında marjinal aralığın  $100 \mu\text{m}$ 'den düşük olmasına karşın, klinik çalışmalarda yapıştırma ajanının marjinal aralıktan aşınarak uzaklaşması nedeniyle daha büyük marjinal aralık oluştuğunu rapor etmişlerdir.

Zirkonya seramiklerin CAD/CAM ile üretimleri ile birlikte erken dönem takipte marjinal uyumsuzluk varlığı ortaya konmuştur. Bu nedenle CAD/CAM ile üretilen zirkonya seramiklerde sıklıkla biyolojik komplikasyon ile karşılaşmıştır (29). Bu uyumsuzluk erken dönem CAD/CAM prosedürlerinin yazılımsal hataları ile ilişkilendirilmiştir (30). Günümüzde CAD/CAM sistemlerindeki yazılımsal gelişim ve hekimin uygun dayanak preparasyonu yapması gereksiniminin azalması ile zirkonya restorasyonlarda marjinal uyum gelişmiştir (29).

Tam seramik restorasyonlarda CAD/CAM teknolojisinin kullanımı ile dayanak dişler için marjinal aralık düzenlenebilmektedir. CAD/CAM sistemi ile önceden saptanan uyumun sağlanabilmesi; tarama cihazı, frezelenen materyal ve frezeleme ünitesini içeren sistemin uyumuna, aynı zamanda sinterizasyon bütünlüğünü kompanse edebilmek için de sonuç boyutun öngörülebilirliğine bağlıdır (31). CAD/CAM ile üretilen kronlarda, yaklaşık olarak  $90 \mu\text{m}$ 'den daha düşük marjinal aralık değerleri kabul edilebilir görülmektedir (32). Çalışmalar CAD/CAM ile üretilen zirkonya restorasyonların yüksek marjinal uyum sağladığını göstermiştir (32,33). Bunların yanı sıra, uzun dönem bir klinik çalışmada, zirkonya restorasyonlarda uygun olmayan marjinal bütünlük nedeniyle hasarlı marjinler görülmüştür. Zayıf marjinal uyum yüksek restorasyon kaybına sebep olarak gösterilmiştir (34).

Farklı CAD/CAM sistemleri marjinal uyumun kalitesini belirgin şekilde etkileyebilmektedir. Zirkonya seramik altyapıların üretimlerinde kullanılan üretim tekniği restorasyonun uyumunu etkilemektedir (35). Örneğin üretim tekniği ile uyumlu diş preparasyon miktarından daha büyük internal kesim ya-

pan frezler planlanmayan büyüklükte internal boşluklara sebep olabilmektedirler. İlave olarak restorasyon iç yüzeyinde frezeleme ucundan daha küçük detaylar oluşturulamayacağı için frezeleme işleminin sonucunda elde edilen restorasyonun uyumu büyük oranda frezeleme ucunun boyutuna bağlı olabilmektedir (29).

Song ve arkadaşları (31) anterior 3 üyeli zirkonya seramik altyapılı sabit protezlerin marjinal aralıklarının kullanılan CAD/CAM sistemine göre değişiklik gösterdiğini rapor etmişlerdir. Fakat, çalışmada elde edilen marjinal aralık değerleri geleneksel metal-seramik restorasyonlar ile kıyaslandığında klinik olarak kabul edilen limitler dahilinde bulunmuştur. Tinschert ve ark. (33) Precident DCS sistemi ile itriyum ile stabilize zirkonyum oksit (DC-Zirkon) ve zirkonya ile güçlendirilmiş cam infiltre seramik (In-Ceram Zirconia) ile üretilen posterior bölgedeki 3, 4 ve 5 üniteli tam seramik sabit protezlerin marjinal uyumunu in vitro olarak değerlendirmişlerdir. Epoksi rezin modeller üzerine hazırlanan restorasyonları yerleştirilerek kesitler alıp SEM ile değerlendirmişlerdir. Gruplar arasında farklılık olmakla birlikte tüm gruplardaki ortalama değerler 100 µm'un altında bulunmuş ve kabul edilebilir marjinal uyum gösterdiği belirtilmiştir.

Pak ve arkadaşları (20) tam sinterize zirkonya blok (Digident) ve yarı sinterize zirkonya blok (Lava CAD/CAM) ile üretilen zirkonya seramik kronların marjinal uyumlarına porselen venerleme işleminin etkisini inceledikleri çalışmalarında, venerleme işlemi sonrasında marjinal aralıkta belirgin artış görmüşlerdir. Fakat yarı sinterize blokların kullanıldığı Lava sistemi ile tam sinterize blokların kullanıldığı Digident sistemi arasında marjinal aralıkta belirgin bir farklılık bulamamışlardır.

Mously ve arkadaşları (36), E4D sistemi kullanılan ve farklı spacer kalınlıkları ile uygulanan kronların marjinal ve internal uyumlarını değerlendirmişler ve bunları ısı ile preslenebilen teknikle üretim ile kıyaslamışlardır. Spacer kalınlığının ve üretim tekniğinin seramik kronun adaptasyonunu etkile-

diğini, ısı ile presleme tekniğinin ideal marjinal ve internal kron adaptasyonu sonucunu gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar E4D CAD/CAM sistem (D4D Technologies) için 30 ya da 60 µm spacer kalınlığı önermişlerdir (36).

Hibrit altyapıların oluşturulması için CAD/CAM sistemlerin kullanımı mümkündür. Hibrit tip restorasyonlarda CAD/CAM ile üretilmiş altyapılar konvansiyonel tekniklere kıyasla daha iyi pasif uyum sağlamaktadırlar (16).

### **Sekonder Çürük**

Tüm direk restorasyonlarda en büyük restorasyon kayıp sebebi, sekonder çürük teşhisidir ve genellikle restorasyonun yenilenmesi ile sonuçlanmaktadır (37). Marjinal uyumsuzluklar sekonder çürük oluşumuna sebep olan etkenlerden biri olduğu için klinik olarak önem taşımaktadır (33). CEREC ile üretilmiş inley restorasyonların değerlendirildiği çalışmaların büyük bölümünde rezin bazlı kompozit simanlarda çukurlaşmaya sebep olan marjinal aşınma rapor edilmiştir (7,8,37). Belirlenen marjinal aşınmaya karşın marjinal renklenme ve sekonder çürük oluşumu minimaldir. Bu durum aşınmanın yüzeysel olduğunu ve diş-seramik arasındaki adezyonun bozulması ile ilişkili olmadığını göstermektedir. Mikro dolduruculu rezin bazlı kompozit simanlar hibrit rezin simanlar ile kıyaslandıklarında daha yüksek aşınma direnci göstermektedirler (8).

Pieger ve arkadaşları (38), 2014 yılında yayınladıkları sistematik derlemede lityum disilikat tek kron ya da sabit parsiyel protezlerin klinik sonuçlarını değerlendirmişlerdir. CAD/CAM ile üretilmiş lityum disilikat cam seramik restorasyonlarda en sık görülen biyolojik komplikasyonun endodontik tedavi gereksinimi ve sekonder çürük oluşumu olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, Wittneban ve arkadaşları (39) CAD/CAM tek diş restorasyonların (kron, endo kron, inley, onley) klinik performanslarına ilişkin yaptıkları derlemede en sık görülen biyolojik kayıp sebebinin, sekonder çürük ve endodontik problemler olduğunu bildirmişlerdir.

## Postoperatif Hassasiyet

CEREC restorasyonlar tek seansta oluşturulmaktadır. Bu nedenle postoperatif hassasiyetlerin bir kısmı okluzal interferanslar nedeni ile oluşabilmektedir. Dolayısı ile okluzal kontaklar lokal anesteziğin etkileri ortadan kalktıktan sonra düzenlenmelidir (8).

CEREC sistem ile üretilen restorasyonlara ilişkin başlangıç klinik çalışmaları belirgin düzeyde postoperatif hassasiyet bildirmişlerdir (8, 37). Otto ve De Nisco (37), 200 adet CEREC ile üretilmiş inley restorasyonda %13 oranında immediate hassasiyet rapor etmişlerdir. 17 vakanın 12'sinde birkaç günden 3 haftaya kadar hassasiyetin ortadan kalktığını, kalan 5 vakada ise hassasiyetin kaybolmasının yedi ay sürdüğünü rapor etmişlerdir.

CAD/CAM sistemlerinin yeni jenerasyonlarında marjinal ve internal uyumun artması (27) ve adeziv materyallerin ve yapıştırma tekniklerinin gelişmesi ile birlikte güncel çalışmalar daha az postoperatif hassasiyet rapor etmişlerdir (8, 40). Fasbinder ve arkadaşları (40) 80 adet ince grenli feldspatik seramik blok (Vita Blok Mark II) ve nanokristalin zirkonya doldurucu içeren rezin bazlı kompozit blok (Paradigm, 3M ESPE) inleyler üzerinde yaptıkları randomize klinik çalışmada bir haftalık kontrollerde tek restorasyonda hassasiyet rapor etmişlerdir. Bu hassasiyet ikinci haftada sonlanmıştır.

Hasta başı CAD/CAM restorasyonlarda belirgin bir postoperatif hassasiyetin görülmemesinin birçok olası sebebi bulunmaktadır. Preparasyonun optik olarak başarılı şekilde görüntülenmesi için özenli bir izolasyon sağlanması önemlidir. İyi bir izolasyon ve başarılı optik tarama adeziv simantasyon sürecinin öngörülebilirliğini ortaya koymaktadır. Bunların yanı sıra tek seansta bir restorasyon üretiminin sağlanabilmesi dişin kontaminasyon ihtimalini önleyeceği için postoperatif hassasiyeti minimize edebilecektir. Geçici restorasyon kullanımı sürecinde restorasyonlar kırılabilir ya da kaybolabilir. Buna ilave olarak geçici siman sızdırmazlığının düşük olması nedeniyle destek dişler kontamine olabilmektedir. Tek seansta restorasyonun üretilip simante

edilebilmesi ile geçici restorasyonun olumsuz etkileri elimine edilebilmektedir (8).

## Renk Uyumu

Seramik restorasyonların estetik beklentileri karşılayabilmesi için doğal dişlerde var olan dentin tabakasının sağladığı opasite ve insizal bölgenin sağladığı translusensi gibi bazı optik özellikleri karşılamalıdır (41).

Protetik restorasyonlarda altyapı renginin maskelenmesi ve komşu dentisyonla renk uyumunun sağlanması için porselen tabakalama işlemi yapılmaktadır. Porselen restorasyonların doğal dişler ile estetik uyumunun sağlanabilmesi için bireysel boyama ve glaze tekniği ile restorasyon renkleri modifiye edilebilmektedir (8). Geleneksel yöntemlerde renk uyumunun sağlanması teknisyenin bilgi ve becerisine bağlıdır. CAD/CAM materyallerinde renklendirme ise, aşındırma (cut-back) tekniği ile venerleme materyalinin uygulanması ya da boyama ile sağlanmaktadır. CEREC restorasyonlar ile ilgili yayınlanmış klinik çalışmaların büyük kısmı boyanmış ve glaze uygulaması yapılmış restorasyonlardan ziyade simantasyon sırasında polisajlanan monokromatik bloklardan frezelenerek oluşturulmuş verileri içermektedir (8,42). CAD/CAM materyallerindeki gelişmeler, tabakalı şekilde renklendirilmiş blokların kullanımını ortaya koymuştur. Bu tip bloklarda manuel tabakalamaya ihtiyaç duyulmamaktadır (43).

Restorasyonun sonuç rengi; frezelenen bloğun, rezin bazlı kompozit yapıştırma ajanının ve destek dişin renginin bir sonucu olarak oluşmaktadır. CEREC ile üretilmiş restorasyonlarda polisajlama ile klinik olarak kabul edilebilir estetik sonuçlar elde edilebilmektedir. Boyama ve glaze işlemi ile optimum doğal diş rengi uyumu sağlanabilmektedir. Doğal diş renginde ve translusensindeki değişim restorasyondaki renk değişiminden daha fazla olduğu için zamanla renk uyumsuzluğunda artış meydana gelebilmektedir (8).

Laminate restorasyonların CAD/CAM ile üretimlerinde cam seramikler ya da kristalin seramik bloklar kullanılabilir. Transludent özellikleri nedeni ile cam seramikler daha

çok tercih edilmektedir. Diş dokusundaki renklenmenin maskelenmesi gerektiği durumlarda ise zirkonya seramik altyapı kullanımı tercih edilmektedir (44). Bloklar frezelen-dikten sonra uygun porselen ile tabakalama yapılarak renk uyumu sağlanabilmektedir. Ayrıca restorasyonlar eksternal boyama ile de karakterize edilebilmektedir. Fakat monolitik restorasyonların estetik sonuçları tabakalama ile elde edilen restorasyonların estetik sonuçları kadar başarılı değildir. Monolitik restorasyonlardaki eksternal boyama zaman-la aşınma ve fırçalama ile uzaklaşabilmektedir (45). Son zamanlarda doğal dişleri taklit edebilmesi için renk geçişi gösteren ve farklı translusensi seviyelerinde üretilmiş çok renkli (multicolor) lösit ile güçlendirilmiş seramikler piyasa-ya sürülmüştür (41).

#### Restorasyon Kırığı

CAD/CAM sistemlerin bireysel ve hızlı üretim sağlamaları-na karşın, limitli uyum göstermeleri ve üretimleri sırasında mikroskobik kırıkların oluşma ihtimali gibi dezavantajları bulunmaktadır (46). Restorasyonların uzun dönem fonksi-yonel klinik başarılarının sağlanması için gerekli en önemli kriterlerden biri kırılma dayanımıdır (20). Güncel olarak en popüler seramik restoratif materyaller ikisi lityum disilikat ve zirkonyadır. Lityum disilikat cam seramikler zirkonya se-ramiklere kıyasla yüksek translusensiye ve düşük mekanik dayanıma sahiptir. Her iki materyal de monolitik restorasyon olarak ya da veneer porseleni ile uygulanan kor materyali olarak kullanılabilir (47). Her iki materyal için de sık karşılaşılan komplikasyonlar çatlak, porselenin ufak parça halinde kopması (chipping) ve veneer porselen materyalinin kırılmasıdır (48).

CAD/CAM inley ve onley restorasyonların kayıp oranları düşüktür. Kayıp sebepleri direk uygulanan amalgam ve kompozit restorasyonlardan farklıdır. CAD/CAM restora-syonlar gibi indirekt restorasyonlar direk restorasyonlara kıyasla daha büyük restorasyonlardır ve bu durum kayıp se-bebini etkilemektedir. En sık görülen kayıp sebepleri sırasıyla: restorasyon kırığı, sekonder çürük ve diş kırığıdır (7).

Uzun dönem çalışmalar, düşük kırık oranı rapor etmektedirler

(23,39). Posselt ve Kerschbaum (23) CEREC 1 ve CEREC 2 ünitelerinde 794 hastada uygulanan 2328 inley ve onley restorasyonların dokuz yıllık takibinde 35 kayıp bildirmişlerdir. Restorasyon kayıp sebepleri, iki adet inley kırığı (%5,7), altı adet diş kırığı (%17,1), 8 adet diş çekimi (%22,9) ve 8 adet (%22,9) restorasyon okluzal uyumlama gereksinimi şeklinde gelişmiştir. Düşük kayıp ve restorasyon kırık oranlarının tut-arlı sonuçları CEREC sistemi ile üretilmiş restorasyonların klinik dayanıklılığını göstermektedir. Diğer seramik sistemler ile benzer şekilde, seramik kırığı ve diş kırığı primer kayıp me-kanizmasını açıklayan sebeplerdir (49). Benzer şekilde Wit-tneben ve ark.'nın (39) yaptıkları sistematik derlemede CAD/CAM tek diş restorasyonlar için en sık görülen teknik kayıp sebebinin restorasyon ya da diş kırığı olduğu bildirilmiştir. Hareketli ve sabit protezlerde metal, altyapı materyali olarak kullanılmaktadır. Döküm alaşımlarına alternatif olarak CAM/CAM sistemleri için üretilen kobalt krom bloklar mevcuttur. Bu bloklar protetik üretimlerde ince ve dayanıklı yapısının yanı sıra üstün marjinal uyum göstermektedirler (50).

Pieger ve ark. (38) 2014 yılında yayınladıkları sistematik derlemede lityum disilikat (IPS e.max CAD) tek kron ya da sabit parsiyel protezlerin klinik sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Çalışmada restorasyon kaybı, restorasyonun çıkarılması ya da yenilenmesini gerektiren herhangi bir yerindeki kırık olarak tanımlanmıştır. En sık karşılaşılan teknik komp-likasyon olan kor altyapının kırılmasını, veneer porseleninin koheziv kırığı ve restorasyonun diş yüzeyinden ayrılması (debonding) takip etmiştir.

Porselen veneerde koheziv kırık (chipping) zirkonya sera-mik kronlarda sıklıkla farklı sebeplere bağlı olarak oluşmaktadır. Bazı yorgunluk test sonuçları veneer porseleninde koheziv kırık oluşumunun mandibular molarların bukkal tüberküllerinde görüldüğünü bildirirse de, klinik olarak daha sıklıkla mandibular posterior dişlerin lingual tüberküllerinde görüldüğünü ortaya koymaktadır (34,51). CAD/CAM üretim-de tüm preparasyon yüzeyinde belirli bir kalınlıkta altyapı fre-zelendiğinde sonuç restorasyonda veneer porselen kalınlığı uniform olamamaktadır. Bu nedenle alt yapı tasarımının

nihai diş anatomisine göre tasarlanmasının veneer porsele-  
ninde koheziv kırık olasılığını azaltacağı belirtilmiştir (52).

Veneerlenen zirkonya restorasyonlarda görülen veneer  
porselede koheziv kırığın önlenmesi için Beuer ve ark.  
(53) 2009 yılında CAD/CAM ile üretilmiş lityum disilikat ve-  
neer tabakaların zirkonya seramik kor üzerinde sinterlenme  
yönteminin kron ve köprülerin dayanımını belirgin düzeyde  
arttırdığını öne sürmüşlerdir. CAD/CAM ile üretilmiş zirkonya  
korlar üzerine yine CAD/CAM ile üretilmiş lityum disilikat se-  
ramik veneer uygulaması ile manuel olarak veneerlenen ve  
presleme ile veneerlenen restorasyonları kıyaslamışlardır.  
CAD/CAM ile üretilmiş lityum disilikat seramik veneer  
uygulamasının daha yüksek yorgunluk direncine (2,699 N,  
1,195 N, 1,507 N) sahip kronlar oluşturulabileceğini vurgu-  
lamışlardır (53). Araştırmacılar, preslenerek ya da manuel  
olarak tabakalama ile veneerlenen kronların kayıp tiplerini  
veneer porselede koheziv kırık şeklinde belirtirken, CAD/  
CAM veneer tabaka ile veneerlenen restorasyonlarda ise  
ara tabakanın açığa çıktığı veneer tabakanın kütleli kırıkları  
olduğunu ortaya koymuşlardır (46).

Polimetilmetakrilat bazlı CAD/CAM materyallerin 6 aya kadar  
geçici restorasyon olarak kullanımları önerilmektedirler (46).  
Bu materyallerin CAD/CAM ile üretimlerinde yüksek kırılma  
dayanımı ve yaşlanmaya karşı düşük hassasiyet göster-  
dikleri belirtilmektedir. Fakat, bu materyallerin uzun dönem  
klinik kullanımına ilişkin veriler yetersizdir (54).

Post kor sistemlerin farklı fiziksel özellikleri kök dentini  
içerisinde farklı stres dağılımlarına sebep olmaktadır. Bu  
stres dağılımı post kaybı, kök kırığı ya da kor kırığına sebep  
olabilmektedir (55). Bu komplikasyonların yanı sıra tamir  
edilemeyen katastrofik kayıplara sebep olan ana faktör elas-  
tite modülüsüdür. CAD/CAM' in ve direk metal lazer sinter-  
lemenin, konvansiyonel döküm tekniğine alternatif olarak  
post üretiminde kullanımı popüler hale gelmiştir (56). CAD/  
CAM ile ilgili güncel çalışmalar marjinal ve internal uyum  
üzerine yoğunlaşmasına karşın (23,24), post kor sistemlerde

kırılma dayanımı büyük önem taşımaktadır. Bilgin ve ark-  
adaşları (57) geleneksel döküm, CAD/CAM ve direk metal  
lazer sinterleme teknikleri ile üretilen Co-Cr post korların kırıl-  
ma dirençlerini karşılaştırmışlardır. Geleneksel döküm ve di-  
rek metal lazer sinterleme benzer kırılma direnci gösterirken,  
CAD/CAM ile üretilen post yüksek kırılma direnci göster-  
miştir. Araştırmacılar, CAD/CAM üretimi ile yüksek dayanım  
değerlerinin elde edilmesini üretim tekniği, materyal kom-  
pozisyonu ve marjinal uyum ile ilişkilendirmişlerdir.

Implant destekli protezlerin estetik özelliklerinin gelişimi  
kişisel dayanak kullanımı ile ilişkilendirilebilir (58, 59). Kişisel  
dayanaklar, istenilen diş boyutu ve yumuşak doku  
kontürünün elde edilmesi için önem taşımaktadır. Kişisel  
dayanaklar, uygun açılanma ve subgingival marjinlerin  
oluşturulmasını kolaylaştırmaktadır. CAD/CAM ile kişisel  
dayanak üretiminde metal ya da seramikler kullanılmak-  
tadır (60). Zembic ve ark. (60) yaptıkları randomize kontrollü  
klinik çalışmada tek diş implantlar için CAD/CAM ile üretilmiş  
zirkonya ve titanyum dayanaklarda ortalama 36 aylık klinik  
takipte dayanak kırığı ya da altyapı kaybı rapor etmemişlerdir.

Sıklıkla anterior bölgede kişisel CAD/CAM zirkonya dayanak-  
lar kullanılmaktadır (61). Zirkonya dayanakların kırılma  
dayanımları birçok in vitro çalışmada rapor edilmiştir (61, 62).  
Frezeleme sırasında yüksek stres ve ısı oluşumu zirkonya  
materyalinin dayanımında ve restorasyonun uzun dönem  
başarısında olumsuzluk oluşturmaktadır (61). Kim ve ark-  
adaşları (61) CAD/CAM ile üretilmiş zirkonya dayanaklarda kırıl-  
ma dayanımının preslenerek üretilmiş kişisel metal-seramik  
dayanaklara kıyasla belirgin düzeyde daha düşük olduğunu  
bildirmişlerdir. Bu çalışmada CAD/CAM zirkonya dayanak-  
ların sekizinde lingual bölgede dayanak ve kron kırığı,  
ikisinde benzer kırıklarla birlikte dayanak vida kaybı belirtilm-  
iştir. Dayanak vida kaybı değerlerinin (650N/66,2 kg) klinik  
olarak oluşan okluzal kuvvet değerlerinin (90-370N/9,1-  
37,7kg) çok daha üstünde oluşması nedeniyle klinik olarak  
anlamli bulunmadığı şeklinde rapor edilmiştir.



Nguyen ve arkadaşları (62), implant-seramik dayanak birleşiminin yüklemeye yorgunluklarını kıyasladıkları çalışmalarında, zirkonya dayanaklarda dayanak çapının önem taşıdığını belirtmişlerdir. Geniş çaplı implant sistemlerinde de dayanak kaybı görülmesine karşın, dar ya da orta kalınlıkta dayanaklar daha yüksek risk grubunu oluşturmuşlardır. İmplant-dayanak hegzagonal bağlantı bölgesinde CAD/CAM ile üretilen zirkonya dayanakların bulunmasının özellikle posterior alanda kayıplara sebep olabileceğini vurgulamışlardır.

Hibrit tip restorasyonların CAD/CAM ile üretimi, okluzal ilişkilere ve diş formlarına ilişkin verilerin saklanması mümkün kılmaktadır. Böylece hibrit restorasyonlarda sıklıkla görülen; dişlerin kırılması ya da aşınması durumlarında altyapı çıkarılmadan dişlerin kolayca yeniden üretilebilmesini sağlamaktadır (16,63). İmplant üstü sabit dental protezlerde pasif uyumun sağlanabilmesi; vida kaybı, vida kırığı ya da okluzal uyumsuzluk gibi mekanik komplikasyonların da azalması da rol oynamaktadır (63).

Seramik dayanakların titanyum dayanaklara oranla daha iyi estetik sonuçlar sağlamalarına karşın, özellikle internal bağlantı alanlarında dayanımlarının titanyum dayanaklarında daha düşük olması, titanyum ve zirkonyumun bir arada kullanımını akla getirmiştir. Bu mekanik avantajının yanı sıra gingival alanda, gingival dokudan gri yansımayı da titanyum dayanaklara kıyasla daha azaltabilmektedir (64). Ayrıca bu durum için lityum silikat hibrit seramik dayanaklar da kullanılmaktadır. TiBase ve inCoris ZI meso kişisel hibrit dayanak üretimi için kullanılmaktadır. Mekanik ve estetik avantajının yanı sıra titanyum esaslı taban dayanağın implanta uyumunu da kolaylaştırmaktadır (65).

### Restorasyonun Altyapıdan Ayrılması

Restorasyonun alt yapıdan ayrılması protetik tedavi sonrası karşılaşılan teknik komplikasyonlardan biridir ve pek çok faktöre bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir. Pieger ve arkadaşları (38) 2014 yılında yayınladıkları sistematik derlemede, lityum disilikat (IPS e.max CAD) tek kron ya da sabit

parsiyel protezlerin klinik sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Teknik komplikasyonlar arasında kor altyapının kırılmasının en sık karşılaşılan komplikasyon olduğunu ve bunu da restorasyonun dış yüzeyinden ayrılmasının takip ettiğini belirtmişlerdir. Bilgin ve arkadaşları (57); çalışmalarında CAD/CAM ile üretilen post örnekler üretim tekniği nedeniyle daha az yüzey pürüzlülüğüne sahip olduğunu ve bu durumun CAD/CAM postların kök kanal sisteminden çıkmasına neden olabileceği ileri sürmüşlerdir.

### Restorasyonun Uzun Dönem Klinik Kullanımı

Diş hekimliğinde CAD/CAM uygulama teknolojilerinin kullanım alanları hem dental laboratuvarlar hem de kliniklerde gün geçtikçe artmaktadır. CEREC 1 ünitesi inley ve onleylerin hasta başı üretimi ve anında simantasyon için geliştirilmiştir. Bu nedenle CEREC restorasyonların uzun dönem klinik başarılarına ilişkin yayınların büyük kısmı inley ve onleyler üzerindedir (37,66). Güncel CEREC 3 sistemi ile inley, onley, posterior kron, anterior kron ve veneer üretilebilmektedir. Laboratuvarda üretilen çeşitli seramik restorasyonlar CEREC 3 sistemi ile hasta başında da üretilebilmektedir (8). CAD/CAM inley ve onley restorasyonların klinik ömrü direk restorasyonlara kıyasla daha iyidir (23). Sjögren ve ark. (66), çalışmalarında CAD/CAM ile üretilmiş inley restorasyonlar için 10 yıllık klinik başarı oranını %89 olarak rapor etmiştir. Benzer şekilde Fasbinder ve arkadaşları8 tarafından, CEREC ile üretilmiş restorasyonların uzun dönem klinik kullanım oranları 5 yıl için %97 ve 10 yıl için ise %90 olarak rapor edilmiştir.

Bindl ve Mörmann (26), CEREC 2 ile üretilen ince grenli feldspatik seramik blok (Vitablocs Mark II) ile üretilen kronlar ile alüminyum ve magnezyum oksit içeren oksit seramik (Vita In-Ceram Spinell) ile üretilen kronları kıyaslamışlardır. Restorasyonun uzun dönem klinik kullanım oranı alüminyum ve magnezyum oksit içeren oksit seramik (In-Ceram Spinell) kronlar için %91,7 ve ince grenli feldspatik seramik blok (Vita Blocs Mark II) kronlar için ise %94,4 olarak bildirilmiştir. Bindl ve ark. (67) Vitablocs Mark II kronları diş tipi

ve preparasyon dizaynı açısından kıyaslamışlardır. Klasik kron preparasyonunu en az 3 mm' lik preparasyon duvar yüksekliği, 6°-8° taper açısı ve 1-1,2 mm shoulder basamak olarak tanımlamışlardır. Azalmış kron preparasyonunu ise; 3 mm'den az preparasyon duvar yüksekliği olarak belirtmişlerdir. Premolar dişlerde, klasik kronlar için %9,0 restorasyon uzun dönem klinik kullanım, azalmış kronlar için %92,9 ve endodontik kronlar için ise %68,8 restorasyon uzun dönem klinik kullanım rapor edilmiştir. Molar dişlerde, klasik kronlar için %94,6 restorasyon uzun dönem klinik kullanımı, azalmış kronlar için %92,1 ve endodontik kronlar için ise %87,1 restorasyon uzun dönem klinik kullanım rapor edilmiştir. Araştırmacılar, premolar ve molar dişler için klasik ve azalmış kronların başarılı olduğunu, fakat, endodontik kronların yalnızca molar dişler için uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Wittneben ve ark. (39) CAD/CAM ile üretilmiş tek diş restorasyonların klinik performanslarına ilişkin yaptıkları sistematik derlemede Cerec 1, Cerec 2 ve Celay restorasyonları konvansiyonel restorasyonlar ile kıyaslamışlar ve restorasyonun uzun dönem klinik başarı oranlarının benzer olduğu sonucuna varmışlardır. Çalışmada değerlendirilen CAD/CAM sistemleri arasında kayıp oranı açısından istatistiksel fark bulunmamıştır. Ortalama restorasyon uzun dönem klinik kullanım oranını 5 yıllık takip sonucunda %91,6 ve her yılki restorasyon kaybını %1,75 olarak bildirmişlerdir. Tek parça olarak kök kanalına uzanan endokronlar bu derlemede incelenen diğer tek diş restorasyonlara (inley, onley, kron) kıyasla belirgin düzeyde daha yüksek kayıp oranı göstermişlerdir. En az 5 yıllık takipte endokronlarda en düşük restorasyon uzun dönem klinik başarı oranının (%82,3) ve bunu takiben azalmış dayanak yüksekliğine sahip kronlarda (%88,4) düşük restorasyon uzun dönem klinik başarı oranının görülmesi adeziv yapıştırıcıların limitasyonlarına dikkat çekmektedir. Ayrıca bu derlemede CAD/CAM ile üretilmiş farklı restorasyonlarda kullanılan farklı materyaller arasında cam seramiklere ilişkin en yüksek kayıp oranı (%18,18) rapor edilmiştir. CAD/CAM restorasyonlar arasında feldspatik seramikler, alüminyum oksit seramikler ve rezin bazlı kompozit arasında istatistik-

sel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Yapıştırıcı ajanların ise çalışma sonuçlarında etkili olmadığı belirtilmiştir.

Günümüzde CAD/CAM ile üretilen anterior ve posterior zirkonya seramik sabit parsiyel protezler için restorasyon uzun dönem klinik başarı oranı geleneksel metal-seramik sabit parsiyel protezler ile benzer bulunmuştur (51,68). Güncel bir sistematik derlemede zirkonya seramik sabit protezler için kümülatif 5 yıllık restorasyon uzun dönem klinik kullanım oranı %94 olarak bildirilmiştir (68). Ayrıca güncel randomize kontrollü çalışmada da zirkonya ve metal-seramik sabit parsiyel protezlerde benzer uzun dönem klinik başarı bildirilmiştir (51).

Kapos ve ark. (69), 2014 yılında yaptıkları sistematik derlemede, implant üstü restorasyonlarda konvansiyonel üretim teknikleri ile CAD/CAM üretim tekniğini; estetik, komplikasyonlar (biyolojik ve mekanik), hasta memnuniyeti ve ekonomik faktörler açısından incelemişlerdir. İmplant destekli protezler için CAD/CAM ile üretilen kron, dayanak ve altyapılarda konvansiyonel protez üretim teknikleri ile üretilen restorasyonlarla kıyaslanabilir uzun dönem klinik kullanım oranı bildirmişlerdir. Zembic ve ark. (60) yaptıkları randomize kontrollü klinik çalışmada tek diş implantlar için CAD/CAM ile üretilmiş zirkonya ve titanyum dayanaklarda ortalama 36 aylık takipte %100 restorasyon uzun dönem klinik kullanım oranı rapor etmişlerdir. Cesaret verici kısa dönem verilere karşın, CAD/CAM zirkonya dayanakların tedavi sonuçlarına ilişkin daha fazla uzun dönem verilere gereksinim bulunmaktadır (46).

Metal altyapı, akrilik diş ve akrilik rezin kaide materyalinden oluşan implant destekli, vidalı, metal-rezin, sabit çıkarılabilir protezler (hibrit protezler) implant diş hekimliğinde uzun süredir kullanılmaktadır. Bu tip protezlere ilişkin yüksek protetik restorasyon uzun dönem klinik kullanım oranı bildirilmesine karşın (70), akrilik rezin kırığı ve akrilik diş aşınması gibi protezlerle ilişkili birçok komplikasyon da ortaya konmuştur (71). Bu nedenle yeni bir tasarım ve üretim kombinasyonunun kullanımını gündeme getirmiştir. Bu teknikte

CAD/CAM ile üretilen seramik restorasyonlar CAD/CAM ile üretilmiş titanyum altyapı üzerine simante edilmektedir. Kayıp yumuşak doku ise pembe akrilik ya da seramik venter tabakası ile oluşturulmaktadır. Bu tip tasarımda 10 yıllık klinik takipte %96 restorasyon uzun dönem başarı oranı rapor edilmiştir (72).

## SONUÇ

CAD/CAM teknolojisindeki gelişmeler diş hekimliğinin pek çok alanında heyecan verici olup, CAD/CAM sistemleri, estetik beklentileri karşılayan aynı zamanda hekim ve hasta için zaman kazandırıcı olan ve konvansiyonel laboratuvar işlemleri ile üretilenlerden daha iyi klinik sonuçlar ortaya koyan sistemlerdir. Bununla birlikte, CAD/CAM teknolojisi ile üretilen restorasyonlarda görülen komplikasyonlara ilişkin uzun dönem veriler genellikle inley ve onley restorasyonlar üzerine yoğunlaşmaktadır. Diş hekimliğinin diğer kullanım alanlarına ilişkin in vitro çalışmalar, vaka raporları ve kısa dönem takip verileri bulunmasına karşın, konvansiyonel tekniklerle kıyaslanabilmeleri için daha fazla uzun dönem klinik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Baroudi K, Ibraheem S. Assessment of Chair-side Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing Restorations: A Review of the Literature. *J Int Oral Heal* 2015;7:96-104.
2. Harder S, Kern M. Survival and complications of computer manufacturing vs. conventionally fabricated implant-supported reconstructions: a systematic review. *Clin Oral Impl Res* 2009;20:48-54.
3. Kanazawa M, Inokoshi M, Minakuchi S, Ohbayashi N. Trial of a CAD / CAM system for fabricating complete dentures. *Dent Mater J* 2011;30:93-96.
4. Kwon S, Kim Y, Ahn H, Kim K, Chung K, Sunny SK. Computer-Aided Designing and Manufacturing of Lingual Fixed Orthodontic Appliance Using 2D / 3D Registration Software and Rapid Prototyping. *Int J Dent* 2014:1-8.
5. Ronay V, Sahrman P, Bindl A, Attin T, Schmidlin P. Current Status and Perspectives of Mucogingival Soft Tissue Measurement Methods. *J Esthet Restor Dent* 2011;23:146-156.
6. Jiao T, Zhang F, Huang X, Wang C. Design and Fabrication of Auricular Protheses by CAD/CAM System. *Int J Prosthodont* 2004;17:460-463.
7. Myör I, Davis ME, Abu-hanna A. CAD / CAM Restorations and Secondary Caries : A Literature Review with Illustrations. *Dent Update* 2008;35:118-120.
8. Fasbinder DJ. Clinical performance of chairside CAD/CAM restorations. *J Am Dent Assoc* 2006;137:22-31.
9. Poticny DJ, Klim J. CAD/CAM In-office Technology. *J Am Dent Assoc* 2010;141:5-9.
10. Galhano G, Pellizzer P, Mazaro J. Optical impression systems for CAD-CAM restorations. *J Craniofac Surg* 2012;23:575-579.
11. Zarauz C, Valverde A, Martinez-rus F, Hassan B, Pradies G. Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions. *Clin Oral Invest* 2015:1-8.
12. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent* 2010;38:553-559.
13. Seelbach P, Brueckel C, Wöstmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clin Oral Invest* 2013:1759-1764.
14. Ender A, Mehl A. In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. *Quintessence Int* 2014;46:9-17.
15. Abdel-azim T, Rogers K, Elathamna E, Zandinejad A. Comparison of the marginal fit of lithium disilicate crowns fabricated with CAD/CAM technology by using conventional impressions and two intraoral digital scanners. *J Prosthet Dent* 2015;114:554-559.
16. Drago C, Howell K. Concepts for Designing and Fabricating Metal Implant Frameworks for Hybrid Implant Protheses. *J Prosthodont* 2012;21:413-424.
17. Shamseddine L, Mortada R, Rifai K, Chidiac JJ. Marginal and internal fit of pressed ceramic crowns made from convention-

- al and computer-aided design/computer-aided manufacturing wax patterns: An in vitro comparison. *J Prosthet Dent* 2016; doi:10.1016/j.prosdent.2015.12.005.
18. Andriessen FS, Rijkens DR, Van Der Meer WJ, Wismeijer DW. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: A pilot study. *J Prosthet Dent* 2014;111:186-194.
  19. Ohkubo C, Park E-J, Kim TH, Kurtz KS. Digital relief of the mental foramen for a CAD/CAM-fabricated mandibular denture. *J Prosthet Dent* 2016; doi:10.1111/jopr.12476.
  20. Pak H-S, Han J-S, Lee J-B, Kim S-H, Yang J-H. Influence of porcelain veneering on the marginal fit of Digident and Lava CAD/CAM zirconia ceramic crowns. *J Adv Prosthodont* 2010;2:33-38.
  21. McLean JW, Von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971;131:107-111.
  22. Von Fraunhofer JA. CAD/CAM restorations. In: *Dental Materials at a Glance*. John Wiley & Sons, Inc.; 2013.
  23. Posselt A, Kerschbaum T. Longevity of 2328 chairside Cerec inlays and onlays. *Int J Comput Dent* 2003;6:231-248.
  24. Bindl A, Mörmann W. Clinical and SEM evaluation of all-ceramic chair-side CAD/CAM-generated partial crowns. *Eur J Oral Sci* 2003;111:163-169.
  25. Nakamura T, Tanaka H, Kinuta S, et al. In vitro study on marginal and internal fit of CAD/CAM all-ceramic crowns. *Dent Mater J* 2005;24:456-459.
  26. Bindl A, Mörmann W. Survival rate of mono-ceramic and ceramic-core CAD/CAM-generated anterior crowns over 2-5 years. *Eur J Oral Sci* 2004;112:197-204.
  27. Nakamura T, Dei N, Kojima T, Wakabayashi K. Marginal and internal fit of Cerec 3 CAD/CAM all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 2003;16:244-248.
  28. Denissen H, Crossed D, Signozic A, Van Der Zel J, Van Waas M. Marginal fit and short-term clinical performance of porcelain-veneered CICERO, CEREC, and Procera onlays. *J Prosthet Dent* 2000;84:506-513.
  29. Abduo J, Lyons K, Swain M. Fit of zirconia fixed partial denture: a systematic review. *J Oral Reha* 2010;37:866-876.
  30. Bornemann G, Lemelson S, Luthardt R. Innovative method for the analysis of the internal 3D fitting accuracy of Cerec-3 crowns. *Int J Comput Dent* 2002;5:177-182.
  31. Song T-J, Kwon T-K, Yang J-H, et al. Marginal fit of anterior 3-unit fixed partial zirconia restorations using different CAD/CAM systems. *J Adv Prosthodont* 2013;5:219-225.
  32. Ural C, Burgaz Y, Saraç D. In vitro evaluation of marginal adaptation in five ceramic restoration fabricating techniques. *Quintessence International* 2010;41:585-590.
  33. Tinschert J, Natt G, Mautsch W, Spekermann H, Anusavice K. Marginal fit of alumina and zirconia-based fixed partial dentures produced by a CAD/CAM system. *Oper Dent* 2001;26:396-400.
  34. Sailer I, Fehér A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, Hammerle CHF. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2007;20:383-388.
  35. Grenade C, Mainjot A, Vanheusden A. Fit of single tooth zirconia copings: comparison between various manufacturing processes. *J Prosthet Dent* 2011;105:249-255.
  36. Mously HA, Finkelman M, Zandparsa R, Hirayama H. Marginal and internal adaptation of ceramic crown restorations fabricated with CAD / CAM technology and the heat-press technique. *J Prosthet Dent* 2014;112:249-256.
  37. Otto T, de Nisco S. Computer-aided direct ceramic restorations: A 10-year prospective clinical study of Cerec CAD/CAM inlays and onlays. *Int J Prosthodont* 2002;15:122-128.
  38. Pieger S, Salman A, Bidra AS. Clinical outcomes of lithium disilicate single crowns and partial fixed dental prostheses: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2014;112:22-30.
  39. Wittneben J, Wright RF, Weber H, Gallucci GO. A systematic review of the clinical performance of CAD/CAM single-tooth restorations. *Int J Prosthodont* 2009;22:466-471.
  40. Fasbinder D, Dennison J, Heys D, Lampe K. The clinical performance of CAD/CAM-generated composite inlays. *J Am Dent Assoc* 2005;136:1714-1723.
  41. Höland W, Schweiger M, Watzke R, Peschke A, Kappert H. Ceramics as biomaterials for dental restoration. *Expert Rev Med Devices* 2008;5:729-745.
  42. Chaiyabutr Y, Kois JC, LeBeau D, Nunokawa G. Effect of abut-

- ment tooth color, cement color, and ceramic thickness on the resulting optical color of a CAD/CAM glass-ceramic lithium disilicate-reinforced crown. *J Prosthet Dent* 2011;105:83-90.
43. Guess PC. Posterior partial- coverage restorations: inlays and onlays. In: Ferencz JL, Silva NRFA, Navarro JM (eds). *High-Strength Ceramics, Interdisciplinary Perspectives*. Quintessence Publishing Co, Inc; 2014:46-61.
  44. Alghazzawi TF, Lemons J, Liu P, Essig ME, Janowski GM. Evaluation of the optical properties of CAD-CAM generated yttria-stabilized zirconia and glass-ceramic laminate veneers. *J Prosthet Dent* 2012;107:300-308.
  45. Morimoto S, Calamita MA, Coachman C, Gürel G. Ceramic veneers. In: Ferencz JL, Silva NRFA, Navarro JM (eds). *High-Strength Ceramics, Interdisciplinary Perspectives*. Quintessence Publishing Co, Inc; 2014:100-117.
  46. Strub JR, Swain M V. Ceramic application to restore implants. In: Ferencz JL, Silva NRFA, Navarro JM (eds). *High-Strength Ceramics, Interdisciplinary Perspectives*. Quintessence Publishing Co, Inc; 2014:149-170.
  47. Christensen G. The all-ceramic restoration dilemma: where are we? *J Am Dent Assoc* 2011;142:668-671.
  48. Raigrodski A, Hillstead M, Meng G, Chung K. Survival and complications of zirconia-based fixed dental prostheses: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2012;107:170-177.
  49. Hickel R, Manhart J. Longevity of restorations in posterior teeth and reasons for failure. *J Adhes Dent* 2001;3:45-64.
  50. Calgaro M, Clavijo V, da Costa RG, Clavijo W. Successful ceramic application on various substructures. In: Ferencz JL, Silva NRFA, Navarro JM (eds). *High-Strength Ceramics, Interdisciplinary Perspectives*. Quintessence Publishing Co, Inc; 2014:204-232.
  51. Sailer I, Gottnerb J, Kanelb S, Hammerle CHF. Randomized controlled clinical trial of zirconia-ceramic and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses: a 3-year follow-up. *Int J Prosthodont* 2009;22:553-560.
  52. Bonfante E a., Sailer I, Silva NRF a, Thompson VP, Dianne Rekow E, Coelho PG. Failure modes of Y-TZP crowns at different cusp inclines. *J Dent* 2010;38:707-712.
  53. Beuer F, Schweiger J, Eichberger M, Kappert HF, Gernet W, Edelhoff D. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings - A new fabrication mode for all-ceramic restorations. *Dent Mater* 2009;25:121-128.
  54. Güth J, Almeida E Silva J, Ramberger M, Beuer F, Edelhoff D. Treatment concept with CAD/CAM-fabricated high-density polymer temporary restorations. *J Esthet Restor Dent* 2012;24:310-318.
  55. Saatian S. Fracture strength of endodontically treated teeth restored with casting post and core and glass-fiber with composite core. *Iran Endod J* 2006;1:65-68.
  56. Lee JH. Accelerated techniques for a post and core and a crown restoration with intraoral digital scanners and CAD/CAM and rapid prototyping. *J Prosthet Dent* 2014;112:1024-1029.
  57. Bilgin MS, Erdem A, Dilber E, Ersoy İ. Comparison of fracture resistance between cast, CAD/CAM milling, and direct metal laser sintering metal post systems. *J Prosthodont Res* 2015;6-11.
  58. Guilherme NM, Chung K-H, Flinn BD, Zheng C, Raigrodski AJ. Assessment of reliability of CAD/CAM tooth-colored implant custom abutments. *J Prosthet Dent* 2016;8:30-36.
  59. Kim KB, Kim WC, Kim HY, Kim JH. An evaluation of marginal fit of three-unit fixed dental prostheses fabricated by direct metal laser sintering system. *Dent Mater* 2013;29:e91-e96.
  60. Zembic A, Sailer I, Jung RE, Hammerle CHF. Randomized-controlled clinical trial of customized zirconia and titanium implant abutments for single-tooth implants in canine and posterior regions: 3-year results. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:802-808.
  61. Kim S, Kim H-I, Brewer JD, Monaco EA. Comparison of fracture resistance of pressable metal ceramic custom implant abutments with CAD/CAM commercially fabricated zirconia implant abutments. *J Prosthet Dent* 2009;101:226-230.
  62. Nguyen HQ, Tan KB, Nicholls JI. Load fatigue performance of implant-ceramic abutment combinations. *Int J Oral Maxillofac Implant* 2009;24:636-646.
  63. Abduo J, Bennani V, Waddell N, Lyons K, Swain M. Assessing the fit of implant fixed prostheses: a critical review. *Int J Oral Maxillofac Implant* 2010;25:506-515.
  64. Gehrke P, Johannson D, Fischer C, Stawarczyk B, Beuer F.

- In vitro fatigue and fracture resistance of one- and two-piece CAD/CAM zirconia implant abutments. Int J Oral Maxillofac Implant 2015;30:546-554.*
65. Carvalho M, Sotto-Maior BS, Del Bel Cury AA, Pessanha Henriques GE. Effect of platform connection and abutment material on stress distribution in single anterior implant-supported restorations: A nonlinear 3-dimensional finite element analysis. *J Prosthet Dent 2014;112:1096-1102.*
66. Sjögren G, Molin M, JW van D. A 10-year prospective evaluation of CAD/CAM-manufactured ( Cerec ) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite. *Int J Prosthodont 2004;17:241-246.*
67. Bindl A, Richter B, Mörmann W. Survival of ceramic computer-aided design/manufacturing crowns bonded to preparations with reduced macroretention geometry. *Int J Prosthodont 2005;18:219-224.*
68. Schley J, Heussen N, Reich S, Fischer J, Haselhuhn K, Wolfart S. Survival probability of zirconia-based fixed dental prostheses up to 5 yr: A systematic review of the literature. *Eur J Oral Sci 2010;118:443-450.*
69. Kapos T, Evans C. CAD/CAM technology for implant abutments, crowns, and superstructures. *Int J Oral Maxillofac Implant 2014;29:117-136.*
70. Rocuzzo M, Bonino F, Gaudio L, Zwahlen M, Meijer HJ a. What is the optimal number of implants for removable reconstructions? A systematic review on implant-supported overdentures. *Clin Oral Impl Res 2012;23:229-237.*
71. Bozini T, Petridis H, Garefis K, Garefis P. A meta-analysis of prosthodontic complication rates of implant-supported fixed dental prostheses in edentulous patients after an observation period of at least 5 years. *Int J Oral Maxillofac Implant 2011;26:304-318.*
72. Malo P, de Araújo Nobre M, Borges J, Almeida R. Retrievable metal ceramic implant-supported fixed prostheses with milled titanium frameworks and all-ceramic crowns: retrospective clinical study with up to 10 years of follow-up. *J Prosthodont 2012;21:256-264.*