

Derleme

Hasta başı CAD-CAM Uygulamaları

Chair-side CAD-CAM Applications

Ceyda Başak İnal¹, Merve Bankoğlu Güngör², Seçil Karakoca Nemli³

ÖZET

Dijital diş hekimliğinin hızlı bir şekilde gelişmesi bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD-CAM) sürecinin özellikle protetik alanda geniş kullanım alanı bulmasını sağlamıştır. CAD-CAM uygulamaları, protetik restorasyonların hem hekim hem de hasta açısından konforlu ve hızlı bir şekilde hazırlanmasına olanak tanır. Günümüzde materyal çeşitliliğinin artmasıyla minimal invaziv restorasyonların pratik bir şekilde üretilmesi mümkün olmaktadır. "Hasta başı" uygulamaları tek seansta restorasyonun tamamlanabileceği materyalleri ve dijital sistemleri tanımlamaktadır. Başarılı restorasyonlar için dijital sistemleri doğru kullanmak ve mevcut restoratif materyalleri iyi tanıyarak her vakaya uygun materyal seçimini yapabilmek gerekmektedir. Bu çalışmada güncel dijital sistemler ve hasta başı uygulamalarında kullanılabilen restoratif materyal çeşitlerinin anlatılması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Cam seramikler; Diş kaplaması; Onleyler; Seramikler

ABSTRACT

The rapid development of digital dentistry has led to the broad use of computer-aided design and manufacturing (CAD-CAM) processes, especially for the prosthetic restorations. CAD-CAM applications allow for fast and comfortable preparation of prosthetic restorations for both physician and patient. Today, the increased variety of materials makes it possible to produce minimal-invasive restorations practically. "Chair-side" applications refer to materials and digital systems that enable one-session restorations. It is necessary for successful restorations to use digital systems correctly and to be able to select material for each case by well recognizing the available restorative materials. This study aims to describe the types of restorative materials available for up-to-date digital systems and chair-side applications.

Keywords: Ceramics; Dental veneer; Glass ceramics; Onlays

Makale gönderiliş tarihi: 12.09.2022; Yayına kabul tarihi: 21.04.2023

İletişim: Dr. Ceyda Başak İnal

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Bişkek Cd. (8.Cd.) 1.Sk. No:4 06490 Emek, Ankara

E-posta: ceydabasak.inal@gazi.edu.tr

¹ Dt., Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

² Doç. Dr., Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

³ Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

GİRİŞ

Bilgisayar destekli sistemlerle tasarım ve üretim (CAD-CAM) günümüzde diş hekimliğinin klinik rutininde sıklıkla kullanılmaktadır. Özellikle daha doğru ve hızlı restorasyonlar üretilmesine duyulan ihtiyacın artması bu sistemlerin gelişerek daha sık kullanılmasına ve farklı materyallerden üretim yapılmasına olanak sağlamaktadır.^{1,2} CAD-CAM sistemi; bilgisayar yazılımı ile üç boyutlu modellerde tasarım yapılması ve bilgisayar tarafından yönetilen sistemlerle üretim yapılması olarak tanımlanabilmektedir.³ CAD-CAM sistemi, ağız içinin dijital ölçüsünün alınmasını sağlayan bir ağız içi tarayıcı, restorasyon tasarımının yapıldığı bir yazılım ve üretimin yapıldığı kazıma cihazından oluşmaktadır.^{4,5}

İlk CAD-CAM sistemi 1980'lerde piyasaya sürüldüğünde marjinal uyum ve kırılma dayanımı açısından geleneksel yöntemlere göre yetersizdi. Bu cihazlarla sadece çok kaba tasarım ve üretim yapabilirken⁶, günümüzde tamamen dijital iş akışı kullanılarak inley, onley, endokron restorasyonlar, porselen veneerler, kron ve köprü restorasyonlar, implant abutmentleri gibi çeşitli restorasyonlar hassas bir şekilde üretilmektedir.^{1,5,7} CAD-CAM sistemleri klinikte kullanım yöntemlerine göre üçe ayrılmaktadır. İlk yöntemde diş hekimi ağız içini dijital olarak taradıktan sonra restorasyon tasarımını ve üretimini yapıp restorasyonu hastaya aynı seansta teslim etmektedir. Bu yöntem "hasta başı" olarak adlandırılmaktadır. İkinci yöntemde dişlerin ölçüsü geleneksel yöntemlerle alınıp laboratuvarında alçı modeller elde edilir. Bu modellerin taranmasıyla elde edilen dijital modellerde restorasyon tasarımı yapılır ve kazıma ünitesinde üretilir. Ayrıca restorasyon üretimi diş hekiminin dijital ölçüleri, merkezi bir üretim laboratuvarına göndermesi ve restorasyonların aynı şekilde bilgisayarda tasarlanıp kazıma cihazı ile üretilmesi şeklinde de gerçekleştirilebilmektedir.^{4,8}

Tüm restorasyon üretim sürecinin dijital olarak gerçekleştirildiği yani ağız içi tarayıcı ile alınan ölçülerden elde edilen dijital modeller üzerinde tasarım ve üretimin yapıldığı bu süreç, tam dijital iş akışı olarak isimlendirilmektedir.⁹ Dijital iş akışı yüksek doğruluk ve hassasiyete sahip, verimli ve düşük maliyetli bir sistemdir ve genellikle geleneksel yöntemlerle üretilen restorasyonların özelliklerine göre yüksek fiziksel, estetik ve biyolojik özelliklere sahip çok çeşitli

restoratif materyaller kullanma olanağı sağlamaktadır.^{9,10} Dijital iş akışının geleneksel yöntemlere göre önemli avantajları hastaların daha konforlu olması ve restorasyonun internal ve marjinal uyumunun daha iyi olmasıdır. Günümüzde "hasta başı" olarak kullanılacak sistemlerin sayısı artmaktadır. Ağız içi tarayıcılar daha hızlı ve doğru tarama yapmakta ve daha küçük ve kullanışlı hale gelmektedir.^{6,11}

Hasta başı sistemlerin avantaj ve dezavantajları

Hasta başı sistemlerin hem hasta hem de hekim açısından en önde gelen avantajı, laboratuvar aşamasının ortadan kalkması ile restorasyon üretim sürecinin kısalması ve seans sayısının azalmasıdır. Ağız içi dijital tarama ile ölçü aşaması, klasik yöntemlerden daha hızlı ve konforlu olmaktadır. Her iki arkin ölçüsünün ortalama 2 dakikalık bir sürede alınabileceği bildirilmiştir.⁷ Ölçü maddesinin ağız içinde verdiği rahatsızlığın ortadan kalkması sebebiyle hastalar işlemleri daha kolay benimser. Ölçü maddesi ve model alçısının sertleşmesi esnasında meydana gelen boyutsal değişimlere bağlı hatalar ortadan kalkar.^{7,8,12} Elde edilen dijital modeller preparasyonu hızlıca inceleyebilme ve gerekiyorsa düzeltme yapma imkânı sunmaktadır. Dijital modeller üzerinde giriş yolunu belirleyebilme, oklüzal ve aksiyel kontaktları görüntüleyebilme ve miktarını ayarlayabilme olanağı bulunmaktadır. Ayrıca ağız içi tarama sırasında iyi taranmamış ya da hatalı taranmış görüntülerin tüm taramayı tekrarlamaya gerek kalmadan sadece aynı bölgenin tekrar taranmasıyla elde edilebilmesi geleneksel ölçü yöntemlerine göre dijital ölçünün diğer bir avantajıdır.^{7,12} CAD-CAM sistemleri dental restorasyonlarda kullanılabilen materyal çeşitliliğinin artmasına katkıda bulunmuştur. Geleneksel yöntemlerle şekillendirilmesi zor olan veya mümkün olmayan seramik ve seramik benzeri materyaller hassas ve hızlı bir şekilde uygulanabilmektedir. Dijital ölçülerin bozulmadan depolanabilirliği sayesinde ek işlemler olmadan restorasyonlar tekrar tekrar üretilmektedir.^{11,13}

Hasta başı CAD-CAM sistemlerinin belirtilen tüm avantajlarının yanı sıra pratikte karşılaşılan bazı sınırlamaları da söz konusudur. Ağız içi tarayıcıların tek üye restorasyonlarda veya kısa köprülerde doğrulukları geleneksel yöntemlerle aynı veya daha yüksek bulunurken, tüm ark restorasyonlarda ve uzun protezlerin yapılacağı durumlarda doğruluğu tartış-

malıdır.^{10,14} Ağız içi tarayıcıların doğru ve pratik kullanımını tecrübe gerektirmektedir. Cihaza uygun tarama yöntemi kullanılmalı, çalışma alanı çok iyi izole edilmiş olmalıdır. Sistemlerin yüksek maliyeti ve yazılım sorunlarının çıkabileceği de göz ardı edilmemelidir.¹²

Hasta başı CAD-CAM sistemleri ile yapılacak restorasyonlarda diş preparasyonunun dişetin üstünde veya dişeti seviyesinde olması tarama esnasında görüşün daha iyi olması için tavsiye edilmektedir. Subgingival marjin uygulanacağı zaman ise izolasyon, dijital ölçü ve simantasyon aşamalarına büyük önem gösterilmelidir.^{7,10} Preparasyonda dikkat edilmesi gereken diğer bir konu da diş geometrisinin ve ayrıntıların kazıma ünitesinin üretim hassasiyetine uygun olmasıdır. Preparasyonda çok ince, keskin kenar ve köşelerin bırakılmaması gerekmektedir.¹⁰

Hasta başı sistemler

Günümüzde CEREC (Dentply Sirona, York, PA, ABD) ve Planmeca (Planmeca Oy, Helsinki, Finlandiya) hasta başı olarak en sık kullanılan sistemlerdir.¹⁰ Carestream CS 3600 ağız içi tarayıcı ve CS3000 kazıma ünitesi (Carestream Dental, Stuttgart, Almanya), Dental Wings DWIO ağız içi tarayıcı ve DWLM lasermill cihazı (Dental Wings, Montreal, Kanada), IntraScan ağız içi tarayıcı ve Inhouse5x kazıma cihazı (Zfx, Dachau, Almanya), Ceramill Map DRS ağız içi tarayıcı ve Ceramill Motion kazıma cihazı (Amann Girbach, GmbH, Pforzheim, Almanya), 3M True Definition ağız içi tarayıcı ve TS150 In-Office kazıma cihazı (3M ESPE, St. Paul MN, ABD) diğer hasta başı olarak kullanılabilen sistemlerdir.^{8, 10, 12}

Bu sistemlere ek olarak hasta başı sistemleri sadece ağız içi tarayıcı veya kazıma ünitesi olarak destekleyen firmalar da bulunmaktadır. Trios 3 (3Shape, Kopenhag, Danimarka) kablolu veya kablosuz olarak kullanılabilen ağız içi tarayıcı kişisel bilgisayara bağlanabilmekte ve dijital ölçüler elde edilmektedir. 3Shape veya Ivoclar PrograMill CAM yazılımları kullanılarak restorasyonun tasarımı ve PrograMill One (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) kazıma ünitesi ile üretimi hasta başı olarak yapılabilmektedir.^{10,12}

CEREC sisteminin v.3.0 ve daha sonraki versiyonlarında tüm restorasyon üretim sürecini tek seansta gerçekleştirmek mümkün olmaktadır.⁸

Hasta başı sistemlerde kullanılabilen restoratif materyaller

Hasta başında uygulanabilen CAD-CAM restorasyonlar kullanılan materyalin içeriğine ve endikasyonlarına göre sınıflandırılmaktadır.¹⁸ Her materyalin farklı klinik kullanımlara göre endikasyon ve kontrendikasyonları mevcuttur.⁵ Geleneksel tabakalamada kullanılan materyallere göre CAD-CAM sistemlerinde kullanılan bloklar daha homojen bir yapıya sahiptir ve bu nedenle üretimde hatalarla karşılaşılma oranı azalmaktadır.¹¹ Başlangıçta CEREC sistemiyle sadece feldspatik seramikler kullanılabilirken daha dayanıklı malzemelere duyulan ihtiyaç lösit ve lityum disilikat destekli seramikler ve zirkonya gibi materyallerin bu alanda kullanılmaya başlanmasını sağlamıştır. Günümüzde ise hibrit seramikler ve kompozit rezin materyaller ile daha hızlı hazırlanabilen ve tamiri mümkün restorasyonlar üretilmektedir.⁵

Seramik ve seramik benzeri materyallerin en güncel sınıflandırması Gracis ve ark.¹⁹ tarafından 2015 yılında yapılmıştır. İçeriklerine göre cam matriks seramikler, polikristalin seramikler ve rezin matriks seramikler olmak üzere 3 sınıfa ayrılmaktadır.

Feldspatik seramikler

Cam matriks seramiklerin alt sınıfı olan feldspatik seramikler kaolin, quartz ve doğal feldspar bileşiminden oluşmakta ve camsı bir matrikse sahip olduklarından mine ve dentinin optik özelliklerini taklit edebilmektedirler. Bu yapı nedeniyle daha zayıf ve kırılgen materyallerdir.^{2,19} Ancak üstün estetik özellikleri, yumuşak dokuyla uyumu, renk stabilitesi ve translusensiye sahip olmaları gibi avantajları nedeniyle estetik restorasyonlarda tercih edilmektedirler.²⁰

CAD-CAM sistemleriyle kullanılabilen en eski bloklardan olan feldspatik CEREC bloklar (Sirona Dental Systems, Bensheim, Almanya) ve VITABLOCS (Vitablocks Mark II, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) dişin doğal renk geçişini ve translusensi özelliğini başarılı bir şekilde taklit edebilmektedir.² Bu materyaller renk skalasına uygun çeşitli renklerde tek renkli bloklar veya dişin doğal renk tonlarına uygun hazırlanmış renk geçişli bloklar halinde bulunabilmektedir.¹⁸ Veneer, inley, onley ve anterior bölgede tam kron yapımında kullanılabilirler (Resim 1). Bu seramik materyaller 25 yıldan fazla



Resim 1. Feldspatik seramik ile anterior veneer restorasyonlar

süredir kullanılmaktadır. Kırılma dayanımı yüksek materyaller olmakla birlikte uzun dönem takipli çalışmalarda başarı oranları yüksek bulunmaktadır.^{21,22} Ayrıca simantasyonu sırasında diş dokusuna iyi bağlanması restorasyonların uzun dönemde başarısını artırmaktadır.²⁰

Lösit içerikli seramikler

Cam matrikse eklenen lösit kristalleri ile geleneksel feldspatik seramiklerin estetik özelliklerine ek olarak mekanik özellikleri bir miktar güçlendirilmiştir. Bu bloklardan ilk olarak Ivoclar firması tarafından 1998'de piyasaya sürülen %35-45 oranında lösitle güçlendirilmiş cam seramik içeren ProCAD, daha sonra yerini IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) bloklara bırakmıştır.^{2,23} 2006 yılında %30 lösit içeren Paradigm C (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) ve 2017 yılında Initial LRF (GC, Tokyo, Japonya) lösit destekli feldspatik porselen bloklar tanıtılmıştır.^{5,23} Bu bloklar değişen renklerde tek renk olarak veya polikromatik yani birden fazla renge sahip bloklar halinde de bulunmaktadır.¹⁸ Artmış kırılma dayanımı ve iyi estetik özellikleri ile klinik kullanımda öne çıkmaktadırlar.^{2,20} Ön bölge ve 2. premolarlara kadar olan bölgedeki kron ve 3 üyeli köprüler, inley, onley ve veneer restorasyonların üretiminde kullanılabilmektedirler.⁵

Yüksek dayanımlı cam seramikler en sık kullanılan hasta başı materyallerdendir. Kırılma dayanımını artırmak amacıyla adeziv simantasyonları önerilmektedir.²⁴ Ancak en az 1 mm restorasyon kalınlığı gerektirmeleri ve adeziv simantasyon gerekliliği bazı durumlarda kullanımlarını sınırlamaktadır.²⁵

Lityum disilikat içerikli seramikler

Cam seramiklerde dayanıklılığın artırılması ihtiyacı ile seramik yapısına lityum disilikat kristalleri ilave edilerek materyal güçlendirilmiştir. Bu seramiklerden ilk olarak 2006 yılında IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) bloklar tanıtılmıştır. Önceki CAD-CAM seramiklerden daha yüksek esneme ve kırılma dayanımına sahiptirler. Estetik özelliklerinin daha iyi ve kullanımlarının kolay olması kısa süre içinde popüler hale gelmelerini sağlamıştır.^{18,26} Bu bloklar hacim olarak %40 oranında 0.2-1 µm boyutlarında lityum metasilikat kristalleri içermektedir. Önceki bloklardan farklı olarak daha kolay kazınabilir formda (140 MPa) bulunan bu mor bloklardan restorasyonun üretilmesinin ardından ekstra bir fırınlama işlemi ile kristalizasyonu tamamlanır (440 MPa).⁵ Kristalizasyon sonrası materyalin içeriği ise hacimce %70 1.5 µm boyutlarında taneciklere dönüşmekte ve translusent özellik kazanmaktadır.^{2,18} İnley, onley, veneer gibi parsiyel restorasyonlarda, kron, post-kor kron ve premolar bölgeye kadar olan 3 üyeli köprülerde, implant abutment ve kronlarının yapımında kullanılabilmektedir.^{2,5,26} (Resim 2, 3, 4). Yüksek dayanıklılığı sayesinde 0.5 mm'den ince restorasyonlar üretilebilmektedir.²⁶ Adeziv simantasyonu önerilen güçlendirilmiş cam seramiklerin mekanik dayanıklılıkları mine yüzeyine bağlandıklarında belirgin şekilde artmaktadır.²⁷

Amber Mill ve Rosetta SM (HASSBio Kangneun, Kore), Nice (Straumann, Freiburg, Almanya), CEREC Tessera (Dentsply Sirona), GC Initial LiSi Blok (GC), Obsidian (Glidewell Laboratories, CA, ABD) piyasadaki diğer lityum disilikat içerikli CAD-CAM bloklardır. Nice, CEREC Tessera ve GC Initial bloklardan üretilen restorasyonlara ilave kristalizasyon işlemi gerekmemektedir.²⁶



Resim 2. Lityum disilikat içerikli seramik restorasyonlar ile çapraşıklığın düzeltilmesi



Resim 3. Lityum disilikat içerikli seramik kronlar ile diastemanın kapatılması



Resim 4. Lityum disilikat içerikli seramik ile post-kor kron restorasyonu

Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum disilikat seramikler

Lityum disilikat seramiklerin özellikle estetik açıdan yüksek klinik başarısı materyali çok popüler hale getirmiş olup bu materyalin mekanik dayanımının biraz daha artırılması arayışları zirkonya ile güçlendiril-

mesi ile sonuçlanmıştır. Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat cam seramikler (ZLS), cam formunda %10 çözünmüş zirkonyum dioksit ve ortalama 0.5-0.7 μm boyutunda ince lityum metasilikat ve lityum disilikat kristalleri içermektedir. Pre-kristalize veya tam kristalize formda bulunabilirler.²⁷ Zirkonya destekli lityum silikat blok olarak 2012 yılında piyasaya

sürülen Celtra Duo (Dentsplay, Sirona), 1 µm'den küçük cam seramik kristalleri ve %8-10 zirkonyum dioksit içermektedir. Bu içerik materyalin dayanıklılığını artırırken aynı zamanda kolay kazınmasını sağlayan ince taneli bir yapı oluşturur. Bu bloklardan restorasyon kazındıktan sonra ekstra kristalizasyon işlemine ihtiyaç olmamaktadır.^{18,28} 2016 yılında piyasaya sürülen benzer içeriğe sahip zirkonya destekli lityum silikat blok Vita Suprinity PC (VITA Zahnfabrik) bloklar ile restorasyon üretildikten sonra ilave kristalizasyon işlemi gerekmektedir. Bu seramikler veneer, inley, onley, endokron, anterior ve posterior kronların yapımında kullanılabilir⁵ (Resim 5).

Cam içerikli seramiklerin güçlendirilmesi ile elde edilen dayanıklılığı yüksek, estetik özellikleri iyi, kullanımı kolay ve yüksek dayanımlı seramik bloklar hasta başı sistemlerde kullanılan popüler materyaller haline gelmiştir.^{18,26,29}

Polikristalin seramikler

Polikristalin seramikler cam matriks seramiklere göre üstün mekanik dayanıma sahip yüksek dirençli seramiklerdir. İtiryum ile stabilize tetragonal zirkonya 1000-1500 MPa eğilme dayanımı değerlerine sahiptir.^{2,10} Başlangıçta altyapı porseleni olarak kullanılmak amacıyla metal destekli seramiklere alternatif olarak sunulan zirkonya, günümüzde translusensi özelliğinin artırılması sayesinde monolitik olarak daha sık kullanılabilir. Farklı zirkonya türlerinden %3 mol itriya destekli zirkonyanın yük taşıyan alanlarda, %5 mol itriya içeren zirkonyanın estetik bölgede kullanımı önerilmektedir.² Estetik ve dayanıklılığın dengelendiği 4. jenerasyon zirkonya ise anterior ve molar bölgede tek kron ve 3 üyeli köp-

rülerde kullanılabilir. Mekanik dayanımının yüksek olması materyal kalınlığının 0.6-0.7 mm'ye kadar indirilebilmesine olanak sağlamakta, gerekli durumlarda geçici olarak simante edilebilir.²⁵ Zirkonyanın hasta başı materyal olarak tanımlanabilmesi ise hızlı sinterleme modunun geliştirilmesi sayesinde mümkün olmuştur. Hasta başı kullanımda zirkonyanın kuru freze edilmesi, hızlı sinterlenmesi ve ekstra karakterizasyon gerekmemesi adına tabakalı bloklar kullanılması önerilmektedir.²⁵

Piyasadaki CEREC Zirkonya blok (Dentsply Sirona), Katana Zirkonya blok (Kuraray Noritake Inc., Tokyo, Japonya), VITA YZ (VITA Zahnfabrik), Lava Plus Zirkonya blok (3M ESPE), IPS e.max ZirCAD (MT Multi tabakalı blok ve LT blok) (Ivoclar Vivadent), Bruxzir Anterior (Glidewell Laboratories, CA, ABD) bloklar yüksek translusensi özelliğine sahip zirkonya materyallerindedir.¹⁰ Restorasyonlar pre-sinterize formda %20-25 büyük olacak şekilde kazınır ve daha sonra sinterizasyon işlemi sırasında gerçekleşen büzülme ile orijinal restorasyon boyutuna ulaşır. Hızlı sinterleme ile 20-30 dk arasında sinterleme işlemi tamamlanabilir.¹⁰ Yeterli kalınlığa sahip zirkonya restorasyonlar rezin modifiye cam iyonomer simanlarla veya self adeziv rezin simanlarla yapıştırılabilir. Daha ince ve siman retansiyonuna ihtiyaç duyan zirkonya restorasyonlar ise uygun adeziv simantasyon protokolü izlenerek yapıştırılmalıdır.^{2,10}

Rezin matriks seramikler

Rezin matriks seramikler; ağırlıklı olarak porselen, cam, seramik ve cam seramikler gibi dayanıklı inorganik bileşenleri içeren polimerik matriks bir yapıya



Resim 5. Zirkonya destekli cam seramik ile renk değişimi olan dişin restore edilmesi

sahiptir.¹⁹ Rezin matriks seramikler; yüksek yük taşıma kapasitesi, düşük kırılma, yüksek elastik modül, kazıma kolaylığı ve daha düzgün kenar bitimine sahip olması, üretim sonrasında ilave fırınlamaya ihtiyaç duyulmaması ve polisaj ile yüzey bitirme işlemlerinin yapılabilmesi gibi avantajlara sahiptir.^{2,10,18} Polimerlerin esneme özelliği ve yüksek kırılma dayanımı ile seramiklerin estetik özelliklerinin bir arada olduğu materyallerdir.

Blatz ve ark.¹⁰ ve Sulaiman² rezin matriks seramikleri rezin esaslı seramikler ve hibrit seramikler olmak üzere iki alt gruba ayırmıştır. Rezin esaslı seramiklerden Katana Avencia blok (Kuraray Noritake, Inc.), Lava Ultimate (3M ESPE), Cerasmart (GC), Shofu HC blok (Shofu, San Marcos, ABD), Grandio blok (VOCO GmbH, Cuxhaven, Almanya) ve MAZIC Duro (Vericom, Kore) en az %80 nanoseramik doldurucu içeren polimer matriksten oluşmaktadır. Vita Enamic (Vita Zahnfabrik) gibi hibrit seramikler ise seramik ağ yapısının polimer ile doldurulmasından oluşan bir

yapıya sahiptir.^{2,10} Böyle bir yapıya sahip olmaları, dentine benzer eğilme ve aşınma dayanımına sahip olmalarına ve restorasyonların kırılmadan yüksek kuvvetlere direnç göstermesini sağlamaktadır.^{18,27}

Rezin esaslı seramikler ve hibrit seramikler arasındaki bağlantı yöntemleri açısından fark bulunmaktadır. Hibrit seramiklerin yüksek seramik içerikleri, simantasyonları öncesi yüzeyin %5'lik hidroflorik asit ve silan uygulanması ile hazırlanmasını gerektirmektedir. Ancak yüksek polimer içeriğe sahip rezin esaslı seramikler silan uygulaması öncesinde sadece 50 µm'dan küçük alüminyum oksit parçacıkları ile kumlanmalıdır.^{2,10}

Rezin matriks seramikler grubundaki tüm materyaller seramiklerden daha düşük aşınma direncine sahiptir. Rezin matriks seramikler, veneer, inley, onley, endokron, tek kron üretiminde ve implant üstü restorasyonların üretiminde kullanılabilir.^{2,27} (Resim 6).



Resim 6. Rezin matriks seramik materyalinden üretilen posterior (A, B) ve anterior (C, D) endokron restorasyonlar

Rezinler

PMMA

PMMA (polimetilmetakrilat) metil metakrilat polimerlerinden oluşan doldurucu içermeyen termoplastik bir polimerdir. Kullanım amacına uygun olarak farklı pigmentlerle renklendirilebilmektedir.²⁷ Estetik özellikleri ve renk stabilitesi geleneksel geçici restorasyonlardan yüksek olan PMMA ile dayanıklı ancak gerektiğinde tamiri kolay geçici restorasyonlar üretilmektedir.^{30,31} Her tür sabit geçici restorasyonun yapımında kullanılabilir ve 6 ay 1 yıl gibi uzun süreler hasta ağızında kalabilmektedir.²⁷ Kazıma cihazında üretimi kolay olan PMMA restorasyonların yüzey bitirme işlemlerinin de rahatlıkla uygulanabilmesi estetik bölgelerde uzun süreli kullanımda avantaj sağlamaktadır.² Telio CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) ve VITA CAD-Temp Multicolor blok (VITA Zahnfabrik), LuxaCam PMMA (DMG Hamburg, Almanya), Everest C-Temp (KaVo, Biberach, Almanya), artBloc Temp (Merz Dental, Lütjenburg, Almanya) piyasadaki PMMA bloklardandır.³⁰

Günümüzde CAD-CAM PMMA materyali tam protezlerin üretiminde de kullanılmaktadır. Kaidenin ve dişlerin ayrı ayrı üretilip bağlayıcı ajan ile birleştirildiği bu protezlerin geleneksel tam protezlerden daha yüksek dayanıma, daha iyi yüzey özelliklerine ve yüksek uyuma sahip olduğu bildirilmektedir.^{2,32}

Kompozit rezin

Organik rezin matriksi içinde inorganik ve organik doldurucular, başlatıcılar, stabilizatörler ve pigmentler içeren materyallerdir ve içeriklerine göre mekanik ve estetik özellikleri değişmektedir.^{2,27} Kazınabilir bloklar halinde bulunan kompozitler, direkt kompozit uygulamalarında ortaya çıkabilen polimerizasyon büzülmesi, artık monomerler ve düşük mekanik dayanım gibi olumsuzlukları ortadan kaldırmaktadır. Kompozit bloklar hızlı hazırlanma, iyi marjinal uyum, kolay yüzey bitirme ve karakterizasyon yapılabilmesi gibi avantajlara sahiptir.^{18,27,33}

CAD-CAM kompozit rezin bloklar 2000'li yıllarda Paradigm MZ100 blokların piyasaya sürülmesi ile kullanılmaya başlanmıştır. 2016 yılından itibaren de Brilliant Crios (Coltene-Whaledent, İsviçre), Tetric CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn), Grandio (VOCO GmbH), LuxaCam kompozit (DMG) gibi

çeşitli bloklar tanıtılmıştır.^{2,5,18} Bu materyaller veneer, inley, onley ve tek kron restorasyonların yapımında kullanılabilir. Dentine yakın elastik modüle sahip olmaları restorasyonlarda stres birikimini azaltmakta ve kırılmayı zorlaştırmaktadır.¹⁸

SONUÇ

Çeşitli restoratif materyallerden hızlı, konforlu, estetik ve fonksiyonel restorasyonlar üretilmesini sağlayan hasta başı CAD-CAM sistemler günümüzde sıklıkla tercih edilmektedir. Ağız içi tarayıcılar yardımıyla ölçü alınması, restorasyon tasarımının ve üretiminin aynı seansta tamamlanması hem hekime hem de hastaya zaman kazandırmakta ve konforu artırmaktadır.

Başarılı restorasyonlar üretmek için kullanılan materyallerin ve CAD-CAM sistemlerinin özelliklerine hâkim olmak büyük önem taşımaktadır. Her vakaya uygun restoratif materyalin seçimi, preparasyon ve restorasyon üretim aşamalarının doğru bir şekilde tamamlanması deneyim gerektirmektedir ve güncel teknolojinin düzenli takip edilmesiyle gerçekleştirilebilmektedir. Hastaların estetik beklentilerinin ve tedaviye hızlı ulaşma taleplerinin artması bu sistemlerin kullanımını yaygınlaştırmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Bayazit EÖ, Karabıyık M. Chairside restorations of maxillary anterior teeth with CAD/CAM porcelain laminate veneers produced by digital workflow: A case report with a step to facilitate restoration design. *Case Rep Dent* 2019;6731905
2. Sulaiman TA. Materials in digital dentistry-A review. *J Esthet Restor Dent* 2020;32:171-81.
3. Özdoğan A, Bayındır F. CAD/CAM sistemlerinde materyal seçimi ve kullanım alanları. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2019;29:357-61.
4. Baroudi K, Ibraheem SN. Assessment of chair-side computer-aided design and computer-aided manufacturing restorations: A review of the literature. *Int J Oral Health Dent* 2015;7:96-104.
5. Marchesi G, Camurri Piloni A, Nicolini V, Turco G, Di Lenarda R. Chairside CAD/CAM materials: current trends of clinical uses. *Biology* 2021;10:1170.
6. Kim H-J, Jang J-H, Ryu G-J, Choi K-K, Kim D-S. Chairside computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM)-based restoration of anterior teeth with customized shade and surface characterization: A report of 2 cases. *J Dent Rehabil Appl Sci* 2020;36:128-37.
7. Sannino G, Germano F, Arcuri L, Bigelli E, Arcuri C, Barlattani A. Cerec CAD/CAM chairside system. *Oral Implantol* 2014;7:57-70.

8. Abdullah A, Muhammed F, Zheng B, Liu Y. An overview of computer aided design/computer aided manufacturing (CAD/CAM) in restorative dentistry. *J Dent Mater Tech* 2018;7:1-10.
9. Tallarico M. Computerization and digital workflow in medicine: Focus on digital dentistry. *Materials (Basel)* 2020;13:2172.
10. Blatz MB, Conejo J. The current state of chairside digital dentistry and materials. *Dent Clin North Am* 2019;63:175-97.
11. Spitznagel F, Boldt J, Gierthmuehlen P. CAD/CAM ceramic restorative materials for natural teeth. *J Dent Res* 2018;97:1082-91.
12. Zaruba M, Mehl A. Chairside systems: A current review. *Int J Comput Dent* 2017;20:123-49.
13. Alghazzawi TF. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *J Prosthodont Res* 2016;60:72-84.
14. Jennes ME, Soetebeer M, Beuer F. In vivo full-arch accuracy of intraoral scanners: A narrative review. *Int J Comput Dent* 2022;25:9-16.
15. Saravi B, Vollmer A, Hartmann M, Lang G, Kohal RJ, Boeker M, *et al.* Clinical performance of CAD/CAM all-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. *Materials (Basel)* 2021;14.
16. Morimoto S, Rebello de Sampaio FB, Braga MM, Sesma N, Özcan M. Survival rate of resin and ceramic inlays, onlays, and overlays: A systematic review and meta-analysis. *J Dent Res* 2016;95:985-94.
17. Otto T. Up to 27-years clinical long-term results of chairside Cerec 1 CAD/CAM inlays and onlays *Int J Comput Dent* 2017;20:315-29.
18. Fasbinder DJ. Material matters: A review of chairside CAD/CAM restorative materials. *J Cosmetic Dent* 2018;34:64-74.
19. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont* 2015;28:227-35.
20. De Almeida B, de Oliveira KF, Caldas RA. Mechanical and optical properties of feldspathic ceramics and lithium disilicate: Literature review. *Rev Bras Odontol* 2020;77:e1427.
21. Morimoto S, Albanesi RB, Sesma N, Agra CM, Braga MM. Main clinical outcomes of feldspathic porcelain and glass-ceramic laminate veneers: A systematic review and meta-analysis of survival and complication rates. *Int J Prosthodont* 2016;29:38-49.
22. Otto T, Schneider D. Long-term clinical results of chairside Cerec CAD/CAM inlays and onlays: A case series. *Int J Prosthodont* 2008;21:53-9.
23. Fasbinder DJ. Materials for chairside CAD/CAM restorations. *Compend Contin Educ Dent* 2010;31:702-4.
24. van den Breemer CR, Gresnigt MM, Cune MS. Cementation of glass-ceramic posterior restorations: A systematic review. *Biomed Res Int* 2015:148954.
25. Rinke S, Metzger A, Ziebolz H. Multilayer super-translucent zirconia for chairside fabrication of a monolithic posterior crown. *Case Rep Dent* 2022:4474227.
26. Phark JH, Duarte S, Jr. Microstructural considerations for novel lithium disilicate glass ceramics: A review. *J Esthet Restor Dent* 2022;34:92-103.
27. Lambert H, Durand JC, Jacquot B, Fages M. Dental biomaterials for chairside CAD/CAM: State of the art. *J Adv Prosthodont* 2017;9:486-95.
28. Rinke S, Pabel AK, Rödiger M, Ziebolz D. Chairside fabrication of an all-ceramic partial crown using a zirconia-reinforced lithium silicate ceramic *Case Rep Dent* 2016;2016:1354186.
29. Fu L, Engqvist H, Xia W. Glass-ceramics in dentistry: A review. *Materials* 2020;13:1049.
30. Wiegand A, Stucki L, Hoffmann R, Attin T, Stawarczyk B. Repairability of CAD/CAM high-density PMMA-and composite-based polymers. *Clin Oral Investig* 2015;19:2007-13.
31. Herráez-Galindo C, Rizo-Gorrita M, Maza-Solano S, Serrera-Figallo MA, Torres-Lagares D. A review on CAD/CAM yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal (Y-TZP) and polymethyl methacrylate (PMMA) and their biological behavior. *Polymers (Basel)* 2022;14.
32. Baba NZ, Goodacre BJ, Goodacre CJ, Müller F, Wagner S. CAD/CAM complete denture systems and physical properties: A review of the literature. *J Prosthodont* 2021;30:113-24.
33. Alamouh RA, Silikas N, Salim NA, Al-Nasrawi S, Satterthwaite JD. Effect of the composition of CAD/CAM composite blocks on mechanical properties. *Biomed Res Int* 2018:4893143.