

TAM SERAMİK KURON SİSTEMLERİ ALL -CERAMIC CROWN SYSTEMS

Doc. Dr. Funda BAYINDIR*

Araş. Gör. Dt. İsmail Hakkı UZUN*

ÖZET

Seramik materyaller, diş tedavilerinde yüzyıllardır kullanılmaktadır. Metal destekli seramik kuronlar, sabit protezlerde kullanılan en yaygın restorasyonlardır. Bununla beraber özellikle labial gingival marjın bölgesinde estetik problemlere sahiptirler. Estetik restorasyonlara yönelik talebin artması, ön ve arka grup dişlerin restorasyonlarında dental seramiklerin artarak kullanılmasına neden olmuştur. Daha önceki yıllarda tam seramik restorasyonlar, sadece ön bölge tedavileri ile kısıtlı iken günümüzde dentisyonun herhangi bir yerinde kullanılabilir. Geleneksel seramiklerin kullanım özelliklerinden dolayı tek kuronlarla sınırlı kalmış ve yetersiz dirençlerinden dolayı daha geniş restorasyonlar için önerilmemiştir. Ancak, biyouyumlu ve estetik olarak etkileyici restorasyonlara giderek artan ilgi ve bu alandaki gelişmeler ile daha büyük vakaların bile tedavi edilebilmesini sağlamıştır. Arzulanan bu özellikleri ve tam seramikleri ağız içinde kullanma isteği, araştırmacıları dental seramik materyallerin mekanik özelliklerini devamlı olarak geliştirmeye yöneltmiştir.

Araştırmacılar, sadece ön grupta değil arka grup diş kayıplarında da tam seramik sabit köprülerin yapılabileceği sonucuna varmışlardır. Bu makale, tam seramikler hakkında genel bilgi veren bir literatür taramasıdır.

Anahtar kelimeler: Tam seramik restorasyonlar, dental seramikler

ABSTRACT

Ceramic materials have been used for dental reconstructions for centuries. Metal porcelain crowns are common restorations used in fixed prosthodontics. However, they have esthetic problem especially at the labial gingival margin. The demand for esthetic restorations has resulted in an increased use of dental ceramics for anterior and posterior restorations. A few decades ago, all-ceramic restorations were restricted to treatment in the anterior region, but now all-ceramic restorations can be made anywhere in the dentition. The properties of traditional ceramic materials, however, have limited their use to single crowns, and larger restorations have been inadvisable because of insufficient strength. However, growing interest in biocompatible and esthetically attractive restoration, even in more extensive cases, has stimulated further developments in this field. Because of this favorable characteristics and the desire to use of all-ceramic restorations throughout the oral cavity, researchers are constantly attempting to improve the mechanical properties of dental ceramic materials.

The researchers concluded that it seems to make restorations with all-ceramic fixed partial dentures (FDP) in cases not only of anterior but also posterior tooth loss. This article presents a review of the literature about all-ceramics systems.

Key words: All-ceramic restoration, Dental ceramics

Seramikler, inert olmaları, renk stabiliteyi, yüksek aşınma dirençleri, düşük ısı iletkenlikleri, biyouyumluluk ve estetik özelliklerinden dolayı diş hekimliği açısından etkileyici materyallerdir^{1,2}. Termal iletkenlik ve termal genişleme katsayısı, mine ve dentinin değerlerine oldukça yakındır. Baskılara karşı direnci yüksek (350–550 MPa) olan seramiklerin, gerilime karşı dirençleri oldukça düşüktür (20–60 MPa)^{3,4}.

Seramik, temel olarak bir tür camdır ve kırılma direncinden yoksundur^{1,4}. Camlar, yüzeylerindeki mikro çatlaklara karşı oldukça hassastırlar. Bu da seramiklerin diş hekimliği uygulamalarında kullanılmasındaki temel çekincelerden biridir. Dental seramiklerin başarısızlıkları, yapılarındaki küçük boşluk ve çatlak gibi kusurlardan kaynaklanmaktadır.⁵ Stres artırıcı özelliklerinden dolayı bu kusurlar, seramik yapısında ilave bir direnç azaltıcı rol oynar.⁵ Siklik yüklenme,

* Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş tedavisi Anabilim Dalı

rezidüel stresler ve oral sıvıların doğal koroziv etkisiyle seramik yapısındaki bu küçük çatlaklar büyüyerek seramikte kırılmalara neden olurlar^{2,5}. Zamana bağlı olarak da seramiğin direncinde bir azalma ortaya çıkabilmekte ve normal yükleme altında bile başarısızlık görülebilmektedir.⁵Fırından çıkarılan seramiğin dış yüzeyi, soğuma esnasında, termal iletkenliğin düşük olmasına bağlı olarak iç yüzeyden daha hızlı soğumaktadır. Dış yüzey, başlangıçta iç yüzeyden daha fazla büzölmeye uğrar ve bunun sonucunda dış yüzeyde sıkıştırıcı bir yüklenme ile iç yüzeyde gerilme stresi oluşur. Bu gerilme kuvvetine karşı koyamayan iç yüzeyde çatlaklar oluşur. Daha düşük genleşme katsayısına sahip olan glazür uygulaması, yüzeyde oluşan çatlakları doldurarak dış yüzeyin sıkışmasını azaltır. Ancak bu uygulama, internal adaptasyonu bozacağı için restorasyonun iç yüzeylerinde yapılmaz.

Normal direnç dağılım değerlerine sahip metallerle karşılaştırıldığında seramiğin asimetrik direnç dağılımı gösterdiği ve maksimum direnç değerinin altında herhangi bir kuvvetle kırılabileceği görülmüştür.⁵ Desteksiz seramik materyaller, gerilme kuvvetleri altında kırılmaya yatkındırlar. Metal döküm altyapılar, seramiğe mükemmel mekanik destek sağlarken estetik problemler oluşturmaktadır⁴. Bugün gelinen noktada materyal ve teknolojideki ilerlemeye bağlı olarak seramik restorasyonlar, adeziv sistemlerle simante edilebilmekte ve bu şekilde restorasyondan dişe direkt kuvvet iletimi sağlanarak seramik yapı desteklenmektedir⁴. Seramiği güçlendirme tekniklerinden birisi de döküm metal altyapılar yerine diş renginde ve gerilmeye karşı daha dayanıklı altyapılar kullanılmasıdır. Seramiklerin güçlendirilmesi için seramik kor yapısı üzerinde de çalışmalar yapılmıştır.

Geleneksel seramikler, temel olarak cam matriks içinde doldurucu kristalin faz içerirken yeni geliştirilen seramik sistemler primer olarak kristalin yapısındadır². Dental seramiklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, yapılarına katılan oksitlerle (silisyum oksit, lityum disilikat, potasyum oksit, sodyum oksit, kalsiyum oksit, kalsiyum flor vb.) geliştirilmeye çalışılmıştır.³ Genelde oksit seramikler olarak da bilinen bu yeni cam seramikler, kristalize zirkonyum, magnezyum ya da alüminyum temelinde dayanmaktadır². Yapısal olarak, %56-64 SiO₂, %0-2 Al₂O₃, % 15-20 MgO, %12-18 K₂O, %4-9 F, % 0-5 ZrO₂, %0.05 CeO₂'den oluşmaktadır⁶. Bu kristalize

moleküllerin cam matriks içinde oluşturdukları gelişigüzel yerleşim tarzı, camla çevrelenmiş sağlam bir ağı yapısı oluşturur. Cam matriks yapının ve ağı oluşturan kristallerin termal genleşme katsayıları, seramiklerin direncini artırmaktadır.

Tam seramik restorasyonlarda asıl hedef; yeterli direnci, yeterli ışık geçirgenliğinde sağlayan bir seramik sistemin sağlanmasıdır. Bu amaca yönelik çok çeşitli seramik restorasyon sistemi bulmak mümkündür. Tam seramik restorasyonlar için değişik sınıflandırmalar mevcuttur. Materyalin içeriğine göre ve yapım tekniklerine göre sınıflandırılabilir

Bu sistemler laboratuvar aşamalarına göre sınıflandırılacak olursa:

*presleme,
*cam infiltrasyonu,
*freze kaynaştırma (sintering) yöntemi ile uygulanan seramikler,

Kimyasal içeriklerine göre sınıflandırılırsa:

*feldspatik; yüksek lösit içerikli,
*düşük lösit içerikli cam seramik;
*lityum disilikat ve mika, kor ile güçlendirilmiş seramikler;
*alumina ve magnezyum kor yapılar^{7,8}

Metal destekli seramik restorasyonlarda metal altyapı, dayanıklılık sağlarken seramiğin estetik kalitesini azaltmaktadır. Metal altyapının opaklığı, doğal dişin renginin yansımaları engellemektedir. Metalin bu olumsuz özelliğini elimine etmek amacıyla metal destekli tam seramik sistemler geliştirilmiştir. Tam seramikler, biyouyumlu, estetik, kimyasal olarak dayanıklı ve plak birikimini engelleyecek kadar düzgün bir yapıda olmalıdır. Seramiklerin en büyük dezavantajları, kolay kırılmaları ve düşük dayanıklılık dirençlerine sahip olmalarıdır.^{9,10,11}

Metal Desteksiz Seramik Sistemlerinin Sınıflandırılması;¹²

A- Dispersiyon ile Güçlendirilmiş seramik Sistemleri;

- 1- Alümina Kor
 - a) Alüminus Seramik
 - b) Hi Ceram
 - c) In- Ceram infiltre seramikler (Slip- Cast)
- 2- Magnezyum Kor
- 3- Cerestore (Enjeksiyon yöntemi ile şekillendirilen kor)
- 4- Optec-HSP
 - B-Dökülebilir Seramikler
 - 1- Dicor

2- Cera Pearl

C-Preslenebilir seramikler, IPS Empress Sistemi
(Lösit ile Güçlendirilmiş Seramik Sistemi)

D- CAD-CAM sistemleri

A- Dispersiyon ile Güçlendirilmiş Seramik Sistemleri;

Dental seramiklerin özellikle çekme ve gerilme kuvvetlerine karşı direncini artırmak için kullanılan güçlendirme yöntemlerinden birisi, iyon değişimidir.^{4,13} Seramik yüzeyindeki küçük moleküller daha büyük moleküllerle yer değiştirir. Camın bileşenlerinden olan sodyumun çapı diğer bileşenlere göre küçüktür. Seramiklerin yüzeyinde bulunan sodyum iyonları, kendisinden çap olarak 35 kat daha büyük potasyum iyonlarıyla yer değiştirir. Sodyumdan boşalan bu küçük boşluğa, büyük potasyum iyonlarının yerleşmesiyle bir sıkışma gerilimi oluşur ve kırılma eğilimi azalmış olur.^{4,14} Son zamanlarda iyon değişimiyle ilgili diğer bir yaklaşım, küçük lityum iyonlarının büyük rubidyum iyonları ile yer değiştirmesiyle daha iyi güçlendirmenin sağlanmasıdır.^{4,13}

Dayanıklılığı artırmak için kullanılan bir başka yöntem de ısıl güçlendirme işlemidir. Bu işlemde eriyen cam, kristaller çevresine akar, matris ile kristaller arasından, yüzeyde oluşan katılaşmaya bağlı olarak yine sıkışma gerilimi oluşur ve dayanıklılık artar.

A.1. Alümina kor

A.1.a. Alümina seramik

Mc Lean ve Hughes 1965 yılında, seramik tozu ile % 40–50 oranında alüminayı karıştırarak bilinen seramikten iki kat daha dayanıklı yeni bir türü geliştirmiştir.^{15,16} Alümina partikülleri camdan çok daha kuvvetlidir, çatlak oluşumunu quartzdan daha etkin önlemekte ve çatlak durdurucu olarak görev yapmaktadır. Feldspatik seramiğin en iyi şartlarda 60 MPa olan bükülme direnci alümina kor seramiklerde 131 MPa'ya kadar yükselmiştir.⁵ Alümina cansız ve opak olduğu için üzerine estetik amaçlı feldspatik seramik kullanılmaktadır. Bu tip seramiğin sahip olduğu taşıma kuvveti, köprüler için yetersizdir.

Saf Alümina Korlar

Başka materyaller ile birlikte kullanılan alümina yalnız başına da kor yapımında kullanılabilir. Saf alümina, cam infiltre edilmiş kor materyalleri ile kıyaslandığında 480–699 MPa arasında değişen yüksek bir dirence sahiptir.^{4,18,19-21}

Alümina seramikler içerisinde dikkat çeken bir sistem, Procera All-Ceram sistemidir. (Procera Sandvik

AB, Stockholm, Sweden) Sistemin temelinde %100 saf alümina içeren kor yapı bulunur.^{18,22}

Alümina seramikleri içinde son yıllarda geliştirilen ve oldukça dikkat çekici başka bir sistem, %99.98 Alüminyum oksit materyalinden oluşan Turcom-Cera (Turcom-Cera SND. BHD. Kuala Lumpur, Malaysia) materyali, In-ceram yapımında kullanılan koping modeli hazırlaması ve dublikat olayını ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca özel bir freze cihazına, bilgisayar ve tarayıcı sistemine ihtiyaç duyulmaksızın minimum ekipmanla tek kurondan, full mount köprülere kadar tüm restoratif ihtiyaçlara cevap verebilecek bir materyal olarak sunulmaktadır. Üretici firma Turcom-Cera, kopinglerin bükülme dayanıklılığı 535-650 MPa olduğunu ve ayrıca bu materyalden elde edilen copinglerin 0.3-0.5 mm kalınlığında ve her bir copingin ağırlığı yaklaşık 0.2 gr olarak hazırlanabildiğini belirtmektedirler.

A.1.b. Hi-Ceram

Hi-Ceram, ilk kez 1972'de Southan ve Jorgensen tarafından, fosfat bağlı revetman üzerinde platin yaprak kullanmaksızın, alümina seramiği fırınlanarak elde edilmiştir. Kimyasal yapısı, geleneksel alümina kor yapısına benzer, ancak ona göre daha fazla alümina içermektedir. Teknikte kor seramiği direkt olarak ısıya dayanıklı güdük üzerinde pişirilmektedir.^{14,23} Geleneksel seramikten % 25 daha serttir. Bükülme kuvvetlerine karşı dayanıklılığı 155 MPa olarak belirlenmiştir.¹⁴

A.1.c İnfiltre seramikler: In Ceram (Slip-Cast)

In Ceram, Dr. Mickael Sadoun tarafından 1985 yılında Fransa'da geliştirilmiş bir tam seramik sistemidir. Altyapı ya slip-cast yöntemiyle ya da yarı sinterize hazır bloklardan freze tekniğiyle elde edilir.²⁴ Slip cast tekniği, poröz bir kalıbın, üzerinde katı bir tabaka oluşturmak amacıyla kapiller kuvvet yardımıyla sıvı fazlı bir maddeyi bünyesine çekmesi olarak açıklanır. Feldspatik cama ilave edilen alümina oranı hacim olarak %40-50'den %90'a çıkarılarak In-Ceram (Vita) adında bir sistem geliştirilmiştir. Bu sistemde "Slip Casting" yöntemiyle refraktör güdük üzerine alumina tozundan sulu ince hamur ile bir çekirdek hazırlanarak 1120°C'de 10 saat sinterlenmektedir.^{4,25} Alüminanın erime derecesi çok yüksek olduğundan tam yoğunlaşma akışkan fazda gerçekleşmez ve sinterleme katı fazda oluşur. Elde edilen ilk yapıda, alümina parçacıkları birbiriyle sadece temas etmiştir ve oldukça fazla porozite mevcuttur. Bu poroz yapının

kuvveti, 6–10 MPa civarındadır. Yapı, Lantum camı infiltre edilerek 1100°C'de 4–6 saat daha pişirilir.⁴ Eriyen camın kapiller aktiviteyle poroziteleri doldurmasıyla oldukça yoğun ve yüksek dirençli bir seramik elde edilir.²⁵ In-Ceram alümina, yaklaşık 446 MPa yatay bükülme direnci göstermektedir.²⁶

Alümina yerine "Spinel" ($MgAl_2O_4$) ve "Zirkonya" kullanılarak benzeri girişimler yapılmıştır. In-Ceram-Spinel, dentinin translusensi özelliklerini sergilediği için alüminaya göre daha estetik ancak direnci ona göre daha düşüktür (350 MPa).^{15,27} In-Ceram Zirkonyada ise alüminaya % 33'lük zirkonya ilavesi ile In-ceram alüminadan daha yüksek bükülme direnci (700 MPa) elde edilmiştir.²⁵

Slip Casting yönteminde diğer bir alternatif de Cerec (Sirona), Celay (Vident, Vita), sistemlerinde olduğu gibi CAD/CAM teknolojisi ile üretim yapılmasıdır. Hazır bloklar, elde edilen tarama verilerine göre freze işlemi ile şekillendirilir ve daha sonra ısıl işleme tabi tutularak sertleştirilir.^{24,28}

Slip casting yöntemiyle, ön bölge, kanatlı ve üç üyeli arka grup köprüler yapılarak büyük bir aşama kaydedilmiştir.^{15,24,29,30} İkinci tabakanın oldukça yoğun olmasından dolayı In-ceram diğer seramiklere göre daha opak ve bu nedenle kullanımı sağlam altyapılar hazırlamakla sınırlı kalmıştır.⁴

A.2 Magnezyum Kor

Temel yapısını, ağırlığının % 40–60 oranında magnezyum veya magnezyum oksit oluşturduğu seramik kor sistemidir. Materyalin ısıl genişleme katsayısı, $14,5 \times 10^{-6}$ °C gibi yüksek bir değerdir. Bu nedenle, metal destekli seramik sistemlerinde kullanılan dentin ve mine seramiği ile beraber kullanılabilir.¹³ Bükülme kuvvetlerine dayanıklılığı, 131 MPa'dır.¹⁵ Kor yapımı platin yaprak üzerinde ısıya dayanıklı güdük tekniğiyle gerçekleştirilir.

A.3. Cerestore

Sozio ve Riley tarafından 1982 yılında All-ceram (Innotek, Lakewood, Co.) adıyla yeniden piyasaya sunulmuştur.^{15,31} Enjeksiyon yöntemi ile şekillendirilen bu teknikte, kristalize magnezyum alüminyum oksit kullanılır.³¹ Kor materyalinin esas kristalin kısmını, %65–70 Al_2O_3 ve %8–10 magnezyum alüminat ($MgAl_2O_3$) oluşturur. Al_2O_3 ve mekanik olarak en güçlü oksit seramik materyali olan magnezyum alüminat, yapıya dayanıklılık kazandırır. Böylece Cerestore sisteminde fırınlama aşamasında diğer seramik sistemlerindeki kadar büzülme olmaz ve mükemmel

kenar uyumu elde edilir.¹⁵ Kor yapı, epoksi rezin güdük materyali üzerinde hazırlanan mum örneğin, sistem için özel bir fırında işleme tabi tutulmasıyla seramikten elde edilir.¹⁴

Dökülebilir seramikler

B.1. Dicor Sistemi

1983 yılında Grossman ve 1984 yılında da Adair'in çalışmaları sonucunda diş hekimliğine kazandırılmış bir dökülebilir seramik sistemidir.³² Dicor, camı yapıdaki çekirdekler halinde kullanıma sunulur ve mum eliminasyonu tekniği ile kullanılır.⁴ Kristalizasyon işlemi olarak adlandırılan ve 650 °C ile 1075 °C arasında uygulanan ısıl işlem esnasında cam matrix içerisinde tetrasiklik flor mika kristalleri büyüme göstererek, dayanıklılığı artırmada rol oynar.^{15,33} Normal seramiğinin iki katı esneme dayanıklılığına sahiptir. Yüksek baskı kuvvetlerine karşı dayanıklılığı, sertliği, yoğunluğu, aşınmaya karşı direnci, ısıl genişleme katsayısı ve yarı şeffaflık özelliği doğal diş dokusuna benzer.¹⁴ Dökülebilir seramikler hakkında kimyasal yapılarının ağız ortamında stabil olmaması ihtimalinden dolayı çok az gelişme sağlanabilmiştir.⁴

B.2. CeraPearl

Cera Pearl ilk kez Hobo ve Kyocera tarafından, dökümü yapılabilen bir apatit seramik olarak geliştirilmiştir.³⁴ Doğal diş minesi gibi hidroksi apatit kristalleri içerir. Baskı kuvvetlerine karşı dayanıklılığı 590 MPa'dır ve 390 MPa olan mine direncine göre çok daha üstündür. Bükülme kuvvetlerine karşı dayanıklılığı, Dicor'a benzer. Yapım tekniğinde kron, özel bir düzenekte döküm yöntemi ile elde edilir.¹⁴

C- Preslenebilir seramik sistemleri, IPS Empress Sistemi (Lösit ile güçlendirilmiş Metal Desteksiz Seramik sistemi)

Cam matrisi üzerinde kontrollü kristalizasyon yöntemiyle lösit esaslı cam seramiklerin geliştirilmesi, ilk olarak W. Höland ve arkadaşları tarafından gösterilmiştir.^{4,6,35} Cam partikülleri 720 °C fırınlandıktan sonra ikinci bir fırınlama yapılır ve bu fırınlama ile tek olan çekirdek, ikili ve dördü çekirdeklere dönüşür. Bu nükleasyon prosedürü lösit kristalizasyonunu sağlar.⁶ Lösit kristalleri, yapıda bulunan çatlakların büyümesini engelleyen sağlam bir bariyer görevi üstlenir. Isı ve basınçla şekillendirme tekniği, seramik yapının büzülmesini de kontrol eder. Oblik kuvvetlere karşı dayanıklılığı Dicor'a göre %30, Alüminus seramike göre %90 daha fazladır.³⁶ Bükülme kuvvetlerine karşı dayanıklılığı, ortalama 120–160

MPa'dır. Yüzey özelliklerinin geliştirilmesiyle bu değer 200 MPa'ya kadar çikabilmektedir.⁶

Preslenebilir seramikleri temsil edebilecek ilk ürün 1990 yılında piyasaya sunulan IPS Empress sistemidir.⁷ Empress sistemi, kaybolan mum tekniğine dayanmaktadır ve sistem bu haliyle, metal dökümüne benzemektedir.⁴ Metalin manşet içerisine dolması, santrifüj yoluyla sağlanırken Empress sisteminde hazır seramik bloklar, manşet içerisine vakum ve pistonla pres yapılarak yollar. Sonuçta mum örnek ile aynı boyutlarda seramik yapılar elde edilir. Bu sistemde ya restorasyon tamamen elde edilir ve yüzey boyaması ile renklendirilir, ya da seramik alt yapı elde edildikten sonra tabakalama yöntemi ile restorasyon tamamlanır.^{4,7} Empress sistemi ile tek üyeli vener kronlar, inley ve onley restorasyonlar yapılabilmektedir.^{6,7}

Lityum Disilikat ve Apatit Cam Seramikleri (IPS Empress 2 sistemi)

Seramik restorasyonlarla adeziv simanların kombine kullanımını artırmak ve tam seramikleri köprü yapımında kullanabilmek amacıyla SiO₂-LiO₂ sistemine dayanan bir seramik sistemi geliştirilmiştir. Empress 2, (Ivoclar Vivadent) sisteminde lityum disilikat cam kor materyali kullanılmaktadır.^{7,24,37} Lityum disilikat, rastgele iç içe geçen tabaka biçimli birçok kristalden oluşmaktadır. Direnç açısından değerlendirildiğinde iğnemsiz kristaller, çatlakların yön değiştirmesini ve kollara ayrılmasını engellemekte veya önlerinin kesilmesini sağlamaktadır. Seramik yapısındaki çatlak oluşumu, lityum disilikat kristalleri tarafından tutularak seramikin bükülme direncinde artış sağlanmaktadır. Lityum disilikat cam seramiklerin mekanik özellikleri, lösit seramiklerden oldukça fazladır, yatay bükülme dirençleri 350–400 MPa³⁸ arasında değişmektedir. Kırılma sertlikleri de lösit seramiklerin yaklaşık üç katı kadardır.

Estetik açıdan oldukça tatminkâr olan lityum disilikat cam seramikler, lösit cam seramikler gibi mum eliminasyonu ve ısı-basınç tekniği ya da prefabrike bloklardan freze tekniği ile elde edilmektedir³⁷, ancak işlem 920°C'de yapılmaktadır. Empress 2 yöntemiyle elde edilen altyapıların üzerine, florapatit esaslı seramik uygulanır.³⁶ Bu yöntemle, premolar bölgeye kadar üç üyeli köprü yapılabilmektedir.^{7,37} Gerekli bağlantı alanı sağlandığında molar bölgeye yapılan lityum disilikat yapı köprülerin de yeterli başarıyı sağladığı gösterilmiştir.³⁹

Preslenebilir Seramik Çeşitleri

Günümüzde birçok firma, piyasaya ilk sunulan IPS Empress sistemi ile uyumlu pres seramik ürünleri imal etmektedir. Bu ürünlerin büyük bir kısmı, Empress II dışında lösit ile güçlendirilmiş feldspatik seramiktir. Güncel preslenebilir seramik sistemlerden bazıları:⁴⁰

- IPS Empress (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein)
- IPS Empress 2 (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein)
- Finesse ALL Ceramic (Dentsply/Ceramco York, USA)
- Imax Press (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein)
- Creation Press-ceramics (Creation Willi Geller, Meiningen, Austria)

CAD-CAM SİSTEMLER

CAD-CAM (computer aided design-computer aided manufacturing) teknolojinin birçok alanında kullanılan bir üretim şeklidir. Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim şeklinde ifade edilebilir. Diş hekimliğinde CAD-CAM sisteminin kullanılmasıyla seramik materyallerin kondensasyon, eritme, kaynaştırma işlemleri nispeten azalmaktadır.⁴¹ Sistemin temeli; çok hassas bir freze makinasının, bilgisayar yazılımı ile çalıştırılarak, seramik bloklardan korlar, kuronlar, köprüler üretmesidir. Bütün CAD/CAM sistemleri teknik olarak 3 aşamayı gerektirir; verilerin toplanması, restorasyonun dizaynı ve yapımı.^{41,42} Bu sistem, geleneksel ölçü alma yöntemlerini ortadan kaldırdığı ve bekleme süresini kısalttığı için oldukça ilgi çekicidir.⁴¹⁻⁴³

Freze makinesine, çok dirençli seramikler bağlanarak üretim yapılır. Bununla beraber unutulmaması gereken bir husus da frezeden çıkan dirençli seramiklerin üzerine tabakalama seramiği uygulama gerekliliğidir. Restorasyonu yapılacak diş modelleri bilgisayara 3 boyutlu olarak aktarılır. Bilgisayar, tasarımı yapılan kuron formunu, seramik blokları çeşitli eksenlerde hareket edebilen kesici uçlar sayesinde şekillendirerek oluşturur. Tüm bu aşamalardan sonra üretilen restorasyonların, dirençli ve uyumlu olacağı belirtilmektedir.

Procera All-Ceram sistemi (Procera Sandvik AB, Stockholm, Sweden) temelinde %100 saf alümina içeren kor yapı bulunur.^{18,22} Ölçüden elde edilen güdük, laboratuarda optik tarayıcı ile taranır ve istenen altyapı, özel bir yazılımla sayısal hale getirilir. Bu veriler, merkez laboratuara gönderilir ve % 99,5 saf alüminanın 1600–1700°C' de özel bir işlemle sinterlenmesi ile kor yapı elde edilir. Laboratuara geri gönderilen bu kor yapı üzerine feldspatik seramik işlenerek restorasyon tamamlanır.¹⁸

CAD/CAM sistemleriyle yapılan restorasyonların klinik başarısı, değişik faktörlere bağlıdır:⁴⁴

○ Hardware ve software limitasyonları: intraoral kameranın, freze ünitesinin netliği, software programının ve dizayn algoritmalarının sınırlamaları.

○ Adezyon: yapıştırıcı simanın ve hekimin uygulama performansı

○ Bitirme: son bitirme işlemleri ve uygun oklüzyon

○ Uygulayıcıya bağlı değişkenler: klinisyenin teknik elemanlar tarafından eğitim süreci.

Zirkonyum seramikleri

Zirkonyum, 1990'ların başında diş hekimliğinde kullanılmaya başlanmıştır.⁴⁵ Mekanik dayanıklılık ve kırılma dayanımı yönünden, diğer seramiklerle karşılaştırıldığında oldukça iyi özelliklere sahiptir.^{46,47} Diş hekimliğinde, implant dayanağı, kuron-köprü materyali, ortodontide braket yapımı, post-kor materyali ve kompozit materyalini güçlendirmek amacıyla kullanılmaktadır.^{6,48-50}

Zirkonyum, monoklinik, kübik ve tetragonal olmak üzere 3 ana fazda bulunmaktadır. Oda ısısında monoklinik fazda olan saf zirkonyum, 1170 °C üzerinde tetragonal faza geçmektedir. Tetragonal faz, eklendiği seramiğin konsantrasyonu ve tanecik büyüklüğüne bağlı olarak oda ısısında stabilize edilebilmekte, çok daha yüksek sıcaklıklarda kübik faza geçmektedir. Saf zirkonyum, sinterizasyon işlemi sonrası büyük miktarlarda ısı düşüşü ve hacminde önemli değişiklikler göstermekte, bu durum kitleye stabil olmayan bir özellik kazandırmaktadır. Stabilize edici oksitlerin eklenmesiyle (CaO, MgO, CeO₂, Y₂O₃) "parsiyel stabilize zirkonyum" olarak adlandırılan çok fazlı bir materyal elde edilmektedir.⁵¹ Biyomateryal olarak en çok kullanılan ise, saf zirkonyuma ağırlığının % 3-5 oranında yitrium oksit ilave edilmesiyle elde edilen yitrium tetragonal zirkonya polikristalin (Y-TZP)'dir.⁵¹ Y-TZP materyallerinin başlangıçtaki yüksek dayanıklılığı ve kırılma sertliği gibi olumlu mekanik özellikleri, "transformasyon sertleşmesi" olarak adlandırılıp, diğer polikristalin seramiklerde bulunmayan fiziksel özelliğine bağlıdır.⁵¹ Parsiyel stabilize zirkonyum oksit, gerilim stresleri, aşındırma, sinterizasyon sonrası soğuma ve yüksek kuvvetler gibi dış streslerin sebep olduğu bir çatlağın başlangıç aşamasında tetragonal fazdan monoklinik faza geçmekte ve faz değişimi hacimde % 3-5' lik bir artışa yol açmaktadır.⁵¹ Hacim

artışı, çatlak başlangıcında sıkıştırıcı stresler oluşturmakta ve dış streslerin nötralize edilmesini sağlamaktadır. Bu fiziksel özellik, "transformasyon sertleşmesi" olarak tanımlanmaktadır.⁵¹ In vitro deneylerde Y-TZP esaslı örneklerin 900-1200 MPa bükülme direnci gösterdiğini bulunmuştur.⁵² Y-TZP altyapılı sabit protezlerin, in-vitro deneylerde statik yüklemeye altında 1800-2000 N kırılma direnci gösterdiği bulunmuştur.⁵³

Y-TZP Esaslı Alt Yapı Dizaynı ve Üretimi

Y-TZP esaslı altyapılar, geleneksel mum modelasyon tekniği veya CAD yöntemiyle dizayn edilebilmektedir.³⁷ Ancak Y-TZP seramiklerin, güdük üzerinde direkt sinterizasyona uygun olmamaları nedeniyle sadece freze tekniği ile şekillendirilebilmekte, bu teknikler de CAD/CAM sistemlerini gerekli kılmaktadır. Y-TZP ve diğer tüm seramik restorasyonların yapımında, farklı CAD/CAM sistemleri ile kullanılan iki tür materyal vardır.

1. Yoğun, sinterize seramikler: Cam fazı ortadan kaldırılmıştır. Altyapı materyali olarak tam veya yarı sinterize alüminyum oksit veya zirkonyum oksit kullanılmaktadır. Altyapı üretiminde farklı teknikler mevcuttur: *DCS- President, DC-Zirkon Sistem (Austenal, Chicago, İL), Procera Sistem (Nobel Biocare, Yorba Linda, CA), Cercon Sistem (Dentsply Ceramco, Burlington, NJ), Lava Sistem (3M ESPE, St. Paul, MN).*

2. Kristal yapıdaki boşluklara cam infiltre edilen seramikler: Kitlenin ana yapısı olan alümina veya alümina/zirkonya karışımının kristalleri arasındaki boşluklara cam infiltre edilerek yapının devamlılığı sağlanmaktadır; *CEREC inLab Sistemi*

Cercon Sistem (Dentsply Ceramco, Burlington, NJ), altyapı hazırlanmasında geleneksel mumlama tekniklerini kullanırken, DCS President, DC-Zirkon Sistem (Austenal, Chicago, IL) ve Lava Sistem (3M ESPE, St. Paul, MN) farklı tipte CAD yöntemlerini kullanmaktadır.^{49,50} Altyapı tamamlanmadan önce CAD yöntemiyle veya geleneksel mum altyapı örneğinin taranmasıyla elde edilen veriler CAM ünitesine aktarılır. Lava sistem ve Cercon sistem yarı sinterize Y-TZP bloklardan, DCS President, DC-Zirkon Sistem ise tam sinterize Y-TZP bloklardan altyapı elde etmektedir. Yarı sinterize zirkonyum kullanıldığında, son sinterleme esnasında oluşan büzülmeyle karşılaşmak üzere altyapı boyutları % 20-25 oranında büyütülür.^{49,50} Yarı sinterize blokların kullanılması halinde milling işlemleri sırasında mikro çatlaklar oluşabilmekte, tam sinterize Y-TZP kullanıldığında ise işlem ikinci bir kontraksiyon

içermediği için daha iyi kenar uyumu elde edilmektedir.³⁷

DCS Precident Sistem

DCS Precident Sistem, ilk olarak 1990 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Altyapı tam sinterize Y-TZP bloktan şekillendirilmektedir.⁴¹ PreciScan adı verilen lazer tarayıcı, dayanak dişin kendisine ait, komşu dişlere ve çevre dokulara göre koordinat bilgilerini elde etmek için ölçümler yapmakta, bu ölçümleri, bir optik sensör ile dişe temas etmeden sürdürmektedir. Otomatik ölçümde, cihaz her iki çenenin de modelini elde edebilmekte ve en fazla 14 prepare edilmiş dişin restorasyonu yapılabilir. ⁴¹

Procera All-Ceram Sistem

Procera All-Ceram sisteminde, bilinen yöntemlerle hazırlanan güdük taranarak bilgisayar ekranında üç boyutlu görüntüsü elde edilir. Sinterizasyon sırasında oluşacak % 15–20'lik büzülme karşılamak amacıyla büyütülmüş güdük hazırlanarak buna uygun alüminyum oksit veya zirkonyum oksit altyapı elde edilmektedir. Altyapı, CAD ile tasarlanmakta ve milling yöntemiyle şekillendirilmektedir.¹⁸

Cercon sistem

Cercon sistem, klasik (CAM) (computer aided manufacturing) ve sanat (CAD/CAM) (computer aided design-computer aided manufacturing) olmak üzere iki farklı altyapı seçeneği sunmaktadır. Klasik seçeneğinde, prepare edilen dişe ait day üzerinde altyapının mum örneği hazırlanarak Cercon cihazının ana parçasına (Cercon brain) yerleştirilir. Bu örnek, cihazın lazer sistemi ile taranır ve elde edilen verilerin freze ünitesine aktarılmasıyla yarı sinterize zirkonyum bloklardan altyapı elde edilir. Sanat modunda ise altyapı tasarımı ve üretimi de bilgisayar destekli yapılmaktadır.⁴¹ Mum örneğin boyutları, sinterizasyon esnasında meydana gelecek büzülme oranında büyütülmektedir.^{49,54}

Lava Sistem

Lava sistem, presinterize ZrO₂ seramik bloklar, ZrO₂ için özel tasarlanmış kaplama seramiği, bir freze cihazı, bir optik tarayıcı, sinterizasyon için bir fırın ve bir bilgisayardan oluşmaktadır.⁴¹ İşlem, ölçüden elde edilmiş model yüzeyinin optik tarayıcı ile yüzeye temas etmeden taranması ile başlamaktadır. Okluzal ilişkiler ve güdükler, scanner ile dijitize edilerek üç boyutlu olarak bilgisayara aktarılır ve altyapı, sistem parametrelerine göre elde edilir. Tamamen CAD destekli olması sistemin, teknisyenin mum modelaj yapmasını gerekli kılan diğer sistemlere göre

avantajıdır.⁴¹ Son sinterizasyon sırasında büzülme göstereceği için, freze işlemi ile büyütülmüş altyapı hazırlanmaktadır. Bu işlemi sinterizasyon ve kaplama aşamaları takip etmektedir. Altyapılar, klasik vita skalasına göre farklı yedi renkte elde edilebilmektedir. Bu durum, gövdenin lingual ve gingival yüzeylerinin venere edilmesi ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır.²⁴

CEREC inLab Sistem:

Cerrec sistem ilk olarak 1988 yılında kullanılmaya başlanmış, 1994'te Cerrec 2 sistemi geliştirilmiş ve en son olarak da 2000 yılında Cerrec 3 sistemi kullanıma sunulmuştur. Cerrec 1'den Cerrec 3 sistemine gidildikçe daha ayrıntılı ve daha uyumlu restorasyonlar elde etmek mümkündür.⁴¹ Cerrec sistemin temelinde, üç boyutlu optik ölçü alan intraoral kamera vardır.⁵⁵ Tarama prosedürünün ardından, dijital bilgiler "x,y,z" bilgi modeli olarak saklanır ve ekranda dondurulmuş çerçeveler halinde görülür ve bunlar pratisyen tarafından şekillendirilir. Dizayn edilen altyapılar, sisteme alt freze ünitesinde elde edilir. Freze ünitesinde, Vita mark II ve Vita In-ceram zirkonya seramikleri kullanılmaktadır.⁴¹

Tam Seramik Kronların Klinik Performansları ve Dayanıklılıkları

Sabit protetik tedavilerde estetiğin daha da önemli hale gelmesi, tam seramik restorasyonların kullanımlarını arttırmıştır. Ancak bu materyallerin geleneksel metal destekli seramiklere alternatif olabilmeleri için klinik başarı oranları, en azından onlar kadar olmalıdır.³⁷ Walton, 515 metal-seramik sabit protezi değerlendirdiği klinik çalışmada, 5. yılda %96, 10. yılda %87, 15. yılda % 85 başarı oranı bulmuştur.⁵⁶ Walton'un açıkladığı başarısızlık nedenleri, diş kırılmaları (%38), periodontal problemler (%27), retansiyon kaybı (%13), ve çürük (%11) tür.⁵⁷

Tam seramik köprülerde, statik yüklemde konektör bölgesinde önce vertikal kırılmalar ardından başarısızlık görülmektedir.⁵⁸

58 hastada anterior ve posterior bölgelere yapılan 100 Procera All ceram kurunun, 5 yıllık klinik takip sonunda % 97 klinik başarı gösterdiği tespit edilmiştir.²²

Walter ve ark.⁵⁹ yaptığı çalışmada ise 61 anterior, 46 posterior procera all-ceram kron yapılmış 70 hasta takip edilmiş ve 6 yıllık klinik takip sonunda anterior kronlarda %96,7, posterior kronlarda %91,3 ve toplamda da % 94,3 başarı oranı görülmüştür.

In-ceram tekniğiyle 18 hastaya yapılan 20 posterior köprüden 18 tanesinin (%90) 5 yıllık klinik

takip sonunda kabul edilebilir olduğu ve geleneksel metal seramiklere alternatif olabileceği görülmüştür.³⁰

Posterior bölgeye yapılan üç ve dört üyeli 18 İn-ceram zirkonya köprüden üç yıllık klinik takip sonucunda sadece bir tanesinin kök kırılması sonucu başarısız olduğu diğerlerinin ise ya mükemmel ya da kabul edilebilir olduğu görülmüştür.²⁵

Seramik kor materyallerinin flexural dayanımı üzerine yapılan bir çalışmada Procera All-ceram sistemin 687 MPa, İn-ceram kor seramiğin 352MPa ve IPS Empress kor materyalinin 134MPa flexural dayanıma sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, Procera All-ceram ve İn-ceram materyallerinin kırılma dayanımı değerlerinin (4.48 ve 4.49 MPa·m^{1/2}) benzer olduğu ve Empress materyalinden (1.74 MPa·m^{1/2}) belirgin şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir.²⁰

Başka bir çalışmada, lityum disilikat altyapılı üç üyeli 30 posterior köprünün 24 aylık klinik takip süresi sonunda %93 oranında başarılı olduğu görülmüştür.³⁹

36 hastada yapılan 46 zirkonyum altyapılı posterior köprü, 3 yıllık klinik takip süresi sonunda, zirkonyum altyapılarda %100 başarı, üstyapılarla birlikte değerlendirildiğinde ise %84,8 genel başarı sergilemiştir.⁶⁰

SONUÇ

Kuron, köprü, inley ve vener yapımı için birçok tam seramik sistemi geliştirmiştir. Günümüzde, sadece ön grupta değil, arka grup diş kayıplarında da tam seramik sabit köprülerin yapılabilmesine imkân veren seramik sistemler mevcuttur. Bu literatür taramasında verilen bilgilerin ışığı altında, tam seramik materyallerin seçiminde; hekim malzemenin tüm fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri yanında uzun dönem klinik performanslarını göz önüne alarak, uygulayacağı vakanın tipine göre en uygun materyali tercih etmelidir. Dolayısıyla, uygulanacak vakalarda tercih edilebilecek uygun malzeme tedavinin başarı şansını ve hasta memnuniyetini arttıracaktır.

KAYNAKLAR

1. Lawn B.R, Deng Y, Lloyd I K, Janal M N, Rekow E D, Thompson V P. *Materials Design Of Ceramic-Based Layer Structures For Crowns. J Dent Res. 2002;81(6): 433-438.*
2. Vult P, Von Steyern, Carlson P, Nilner K. *All-Ceramic Fixed Partial Dentures Designed According To The DC-Zirkon Technique. A 2-Year Clinical Study. Journal Of Oral Rehabilitation 2005 :32; 180-187.*

3. *Dental Materials Science. 2nd. Edition. Cork Universty Press. 1993: 112-120.*
4. *Qualtrough AJE, Piddock V. Ceramic Update. Journal of Dentistry 1997; 25(2):91-95.*
5. *Tinscherta J, Zweza D, Marxa R, Anusaviceb K J. Structural Reliability Of Alumina-, Feldspar-, Leucite-, Mica- And Zirconia-Based Ceramics. Journal Of Dentistry 2000: 28: 529-535.*
6. *Wolfram Höland. Biocompatible And Bioactive Glass-Ceramics - State Of The Art And New Directions. Journal Of Non-Crystalline Solids 1997: 219; 192-197.*
7. *Albakry M, Guazzato M, Swain MV. Biaxial Flexural Strength, Elastic Moduli, And X-Ray Diffraction Characterization Of Three Pressable All-Ceramic Materials. J Prosthet Dent 2003(89): 374-80.*
8. *El-Mowafy O, Brochu JF: Longevity and Clinical Performance of IPS-Empress Ceramic Restorations: A Literature Review. J Can Dent Assoc 2002; 68(4):233-7.*
9. *Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Hillis S. Clinical Assessment Of High-Strength All-Ceramic Crowns. J Prosthet Dent. 2000 :83(4);396-401.*
10. *Lawn BR, Deng Y, Thompson VP. Use Of Contact Testing In The Characterization And Design Of All-Ceramic Crownlike Layer Structures: A Review. J Prosthet Dent. 2001: 86(5);495-510.*
11. *Fischer H, Maier HR, Marx R. Improved Reliability Of Leucite Reinforced Glass by Ion Exchange. Dental Materials 2000 (16): 120-128.*
12. *Hondrum SO. A Review of The Strength Properties Of Dental Ceramics. J Prosthet Dent 1992; 67(6): 859-865.*
13. *Denry I L, Rosenstiel S F, Holloway J A, Niemiec M S, Enhanced Chemical Strengthening Of Feldspathic Dental Porcelain. J Dent Res 1993 72(10):1429-1433.*
14. *Yüksel G, Çekiç C, Özkan P. Metal Desteksiz Seramik Sistemleri. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2000 10(2): 79-88.*
15. *Isabelle L. Denry, Recent Advances In Ceramics For Dentistry. Crit Rev Oral Biol Med 1996 7(2):134-143.*
16. *Mclean JW, Hughes TH. The Reinforcement Of Dental Porcelain With Ceramic Oxides. Br Dent J 1965 119:251-267.*
17. *Mclean JW. High-Alumina Ceramics For Bridge Pontic Construction. Br Dent J 1967 123: 571-7.*

18. Ailbhe McDonald. *Advances In Operative Dentistry And Fixed Prosthodontics. Primary Dental Care 2001;8(1):13-16.*
19. Zeng K, Oden A, Rowcliffe D. *Flexure Tests On Dental Ceramics. Int J Prosthodont 1996;9: 434-439.*
20. Wagner WC, Chu TM. *Biaxial Flexural Strength And Indentation Fracture Toughness Of Three New Dental Core Ceramics. J Prosthet Dent 1996;76: 140-4.*
21. White SN, Caputo AA, Li ZC, Zhao XY. *Modulus Of Rupture Of The Procera All-Ceramic System. J Esthet Dent 1996;8:120-126.*
22. Oden A, Andersson M, Krystek-Ondracek I, Magnusson D. *Five-Year Clinical Evaluation Of Procera Allceram Crowns. J Prosthet Dent 1998;80: 450-456.*
23. Mclean JW, Jeanson EE, Chiche G, Pinault A. *All-Ceramic Crowns And Foil Crowns. In Esthetics Of Anterior Fixed Prosthodontics. Quintessence Publishing Co. Inc. Chicago, 1994: 97-113.*
24. Raigrodski AJ. *Contemporary Materials And Technologies For All-Ceramic Fixed Partial Dentures: A Review Of The Literature. J Prosthet Dent 2004;92: 557-62.*
25. Suarez MJ, Lozano JFL, Salido MP, Martinez F. *Three Year Clinical Evaluation Of In-Ceram Zirconia Posterior Fpds. Int J Prosthodont 2004;17: 35-18.*
26. Sergi RR, Sorensen JA. *Relative Flexure Strength Of Six New Ceramic Materials. Int J Prosthodont 1995;8: 239-246.*
27. Ironside JG. *Light Transmission Of A Ceramic Core Material Used In Fixed Prosthodontics. Quintessence Dent Technol 1993;16: 103-106.*
28. Eidenbenz S, Lehner CR, Scharer P. *Copy Milling Ceramic Inlays From Resin Analogs: A Practicable Approach With The Celay System. Int J Prosthodont 1994 7: 134-142.*
29. McLaren EA. *All-Ceramic Alternatives To Conventional Metal-Ceramic Restorations. Compend Contin Educ Dent 1998;19: 307-325.*
30. Steyern PV, Jönsson O, Nilner K. *Five-Year Evaluation Of Posterior All-Ceramic Three-Unit (In-Ceram) FPDs. Int J Prosthodont 2001; 14: 379-384.*
31. Höland AW, Strub JR, Scharer P. *Metal Ceramic And All-Porcelain Restorations: Current Considerations. Int J Prosthodont 1989 (2):13-26.*
32. Grossman DG, Lohson JLM. *Glass-Ceramic Compositions For Dental Constructs. US Patent 1987 4.652.312.*
33. Grossman DG. *Machinable Glass-Ceramic Based On Tetrasilicic Mica. I Am Ceram Soc 1972 (55):446-449.*
34. Hobo S, Iwata T. *Castable Apatite Ceramics. As A New Biocompatible Restorative Material. Quintessence Int 1985 (2):135-141.*
35. Höland W, Frank M, Rheinberger V. *Surface Crystallization Of Leucite In Glasses J. Non-Cryst. Solids 1995 (180): 292-307.*
36. David G. Wildgoose, Anthony Johnson, Raymond B. Winstanley. *Glass/Ceramic/Refractory Techniques, Their Development And Introduction Into Dentistry: A Historical Literature Review, J Prosthet Dent 2004(91): 136-43.*
37. Raigrodski AJ. *Contemporary All-Ceramic Fixed Partial Dentures: A Review. Dent Clin N Am 2004; 48: 531-544.*
38. Sorensen JA. *The Ips Empress 2 System: Defining And Possibilities. Quintessence Dent Technol 1999;22: 153-163.*
39. Esquivel-Upshaw JF, Anusavice KJ, Young H, Jones J, Gibbs C. *Clinical Performance Of A Lithia Disilicate-Based Core Ceramic For Three-Unit Posterior Fpds. Int J Prosthodont 2004;17: 469-475.*
40. Derand P, Vereby P. *Wear Of Low-Fusing Dental Porcelains. J Prosthet Dent. 1999;81: 460-463.*
41. Palin W, Trevor Burke FJ. *Trends In Indirect Dentistry:8. Cad/Cam Technology. Dent Update 2005;32: 566-572.*
42. Duret D, Preston JD. *CAD/CAM In Dentistry. Curr Opinion Dent 1991;1.150-154.*
43. Rekow ED, Speidel TM, Erdman AG. *Computer - Aided Syem To Automate Production Of Posterior Dental Restorations. J Dent Res 1986 ;65: 317.*
44. Martin N, Jedynakiewicz NM. *Clinical Performance Of Cerec Ceramic Inlays: A Systematic Review. Dent Mat 1999;15: 54-61.*
45. Jeong SM, Ludwig K, Kern M. *Investigation Of The Fracture Resistance Of Three Types Of Zirconia Posts In All-Ceramic Post-And-Core Restorations. Int J Prosthodont 2002;15: 154-158.*
46. Koutayas SO, Kern M. *All-Ceramic Posts And Cores: The State Of The Art. Quintessence Int. 1999 ;30(6): 383-392.*

47. Morgano SM, Brackett SE. Foundation Restorations In Fixed Prosthodontics: Current Knowledge And Future Needs. *J Prosthet Dent.* 1999 Dec;82(6): 643–657.
48. Akkayan B, Gulmez T. Resistance To Fracture Of Endodontically Treated Teeth Restored With Different Post Systems. *J Prosthet Dent.* 2002 Apr;87(4): 431–437.
49. Filser F, Kocher P, Weibel F, Luthy H, Scharer P, Gauckler LJ. Reliability And Strength Of All-Ceramic Dental Restorations Fabricated By Direct Ceramic Machining (DCM). *Int J Compute Dent* 2001;4: 89–106.
50. Suttor D, Bunke K, Hoescheler S, Hauptmann H, Hertlein G. Lava: The System For All Ceramic ZrO₂ Crown And Bridge Frameworks. *Int J Compute Dent* 2001;4: 195–206.
51. Luthardt RG, Sandkuhl O, Reitz B. Zirconia-TZP And Alumina—Advanced Technologies For The Manufacturing Of Single Crowns. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1999;7: 113–119.
52. Christel P, Meunier A, Heller M, Torre JP, Peille CN. Mechanical Properties And Short-Term In-Vivo Evaluation Of Yttrium-Oxide-Partially-Stabilized Zirconia. *J Biomed Mater Res* 1989; 23: 45–61.
53. Suttor D, Hauptmann H, Frank S, Hoescheler S. Fracture Resistance Of Posterior All Ceramic Zirconia Bridges. (Abstract). *J Dent Res* 2001;80: 640.
54. Luthardt RG, Holzhueter MS, Ruldolph H, Herold V, Walter MH. CAD/CAM Machining Effects On Y-TZP Zirconia. *Dent Mat* 2004;20: 655–662.
55. Mörmann WH, Bindl A. The New Creativity In Ceramic Restoration: Dental CAD/CIM. *Quintessence Int* 1996;27: 821–828.
56. Walton TR. An Up To 15-Year Longitudinal Study Of 515 Metal-Ceramic Fpds: Part 1. Outcome. *Int J Prosthodont* 2002; 15: 439–445.
57. Walton TR. An Up To 15-Year Longitudinal Study Of 515 Metal-Ceramic Fpds: Part 2. Modes Of Failure And Influence Of Various Clinical Characteristics. *Int J Prosthodont* 2003;16: 177–182.
58. Campbell SD, Sozio RB. Evaluation Of The Fit And Strength Of An All-Ceramic Fixed Partial Denture. *J Prosthet Dent* 1998; 59: 301–306.
59. Walter MH, Wolf BH, Wolf AE, Boening KW. Six Year Clinical Performance Of All-Ceramic Crowns With Alumina Cores. *Int J Prosthodont* 2006;19: 162–163.
60. Sailer I, Feher A, Filser F, Lüthy H, Gauckler LJ, Scharer P, Hammerle CHF. Prospective Clinical Study Of Zirconia Posterior Fixed Partial Dentures: 3-Year Follow-Up. *Quintessence Int* 2006;37: 685–693.

Yazışma adresi:

Doç. Dr. Funda BAYINDIR

Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Protetik Diş Tedavisi ana bilim dalı

25240/Erzurum/ Türkiye

Tel: 0 442 2311779

E-mail: fundabayindir@gmail.com