

## DENTAL SERAMİKLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ

### HISTORICAL DEVELOPMENT OF DENTAL CERAMICS

Yrd. Doç. Dr. Zeynep TURAL \* Yrd. Doç. Dr. Işıl Damla ŞENER YAMANER\*  
Prof. Dr. Erman Bülent TUNCER\*\*

**Makale Kodu/Article code:** 1539  
**Makale Gönderilme tarihi:** 19.02.2014  
**Kabul Tarihi:** 27.03.2014

#### ÖZET

Seramikler belki de insanlar tarafından yapay olarak üretilen ve laboratuvar araştırmalarında kullanılan ilk materyaldir. Bu çalışma dental seramiklerin MÖ 23000 yılından diş hekimliği alanında en son gelişmelerin olduğu zamana kadar olan gelişmeleri sunmaktadır. Dental seramiklerin bilimsel ve sanatsal gelişimi endüstriyel gelişim ile birçok yönden paralel bir ilerleme göstermiştir. Dentin ve minerin optik özelliklerini en iyi taklit eden yüksek dayanıma sahip dental seramikler özellikle 20. yüz yılda gelişim göstermiştir. Seramikler yapım yöntemlerine göre sınıflandırılmıştır, seramiklerin evrimi, formülasyonu, kuvvet dayanımı ve aşınma karakteristiği ile ilgili bilgiler verilmiştir. Dental seramiklerin tarihindeki temel gelişmeler kronolojik sıra ile sunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Dental seramikler, Dental seramik sınıflaması, Dental seramik tarihi

#### ABSTRACT

Ceramics were probably the first materials to be artificially made by humans, and porcelain was among the first materials to be the subject of laboratory research. This review presents the evaluation of dental ceramics from 23,000BC to more recent introduction into dentistry. The development of the science and the art of dental ceramics in many ways parallels to the development of the industrial revolution. The development of high-strength dental ceramics that mimic the optical properties of enamel and dentin, occurred especially in the 20th century. This review is classified the ceramics about their method of manufacture and concerned with the evolution, formulation, strength and wear characteristics of new dental ceramics. The history of main developments of dental ceramics is presented chronologically.

**Key Words:** Dental ceramic, Classification of dental ceramics, History of dental ceramics.

#### DENTAL SERAMİKLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Seramik, orjinini topraktan yapıma anlamına gelen Yunanca 'keramos' sözcüğünden alan, insan tarafından yapısı değiştirilerek oluşturulmuş ilk inorganik cam fazlı kristalin yapısında materyaldir.<sup>1</sup> Cam materyali, volkanik camlar sayesinde ilk çağlardan bu yana var olmuştur. Hipoteze göre; camın keşfi, bir orman yangınının silika kumsalı yatağına ulaşması ile gerçekleşmiştir. Çekoslovakya'da tarihi M.Ö. 23.000'lere dayanan kil esaslı seramik objelerin bulunması, ilk insanların kil, kum ve cam malzemelerini ısı ile işleyip

kullanabildiklerini gösterir.<sup>2</sup> Rusya'da yerleşik topluluklarca üretilmiş seramik eşyaların tarihi M.Ö. 6000-7000 yıllarına dayanmaktadır.<sup>3</sup> Gelişmiş porselen ilk olarak M.S. 1000 yıllarında Çin'de kullanılmaya başlamıştır. Seramik üzerine çalışmalar, formülünün 17.yy başlarında Avrupalılar'ın keşfinden sonra başlamıştır.<sup>4</sup> O dönemde ev ve süs eşyaları için üretilen seramikler, yeterli fırınlar olmadığı için kırılğan ve opak materyallerdir. Belirli teknik ve ısılarda pişirme teknikleri geliştikten sonra diş hekimliği alanında seramikler kullanılır olmuştur.

Seramik, inorganik ametallerin genel adıdır. Bu kapsama camlar, nitritler, silikatlar, metal oksitler,

\* İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi



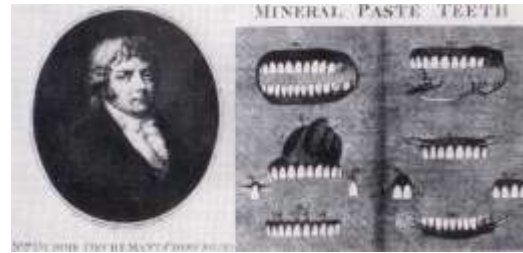
ve çimentolar da dahildir. Porselenler ise birbirleri içinde çözünmeyen elementlerin düşük ısıda eriyerek şekillendiği seramik materyali olarak tanımlanır.<sup>1</sup> Diş hekimliğinde porselen terimi dental seramik olarak da kullanılmaktadır.

Diş hekimliğinin 'babası' sayılan Pierre Fauchard, 1728 yılında yazdığı 'Le Chirurgien Dentiste, ou Traité des Dents' isimli kitapta porselenin diş hekimliği alanında kullanılabileceğini bildirmiştir ve porselenin mine ve dişeti rengini taklit edebileceğini öngörmüştür.<sup>5,6</sup> 1774 yılında Paris'li eczacı Alexis Duchateau ve diş hekimi Nicholas Dubois de Chemant ilk porselen yapay dişleri üretmişlerdir (Resim1).<sup>7</sup> De Chemant çalışmalarını İngiltere'de Josiah Wedgwood isimli bir bilim adamı ve porselen üreticisi ile devam etmiştir. İki araştırmacı yüksek ısılarda pişirme teknikleri geliştirmek için birçok laboratuvar deneyleri yapmışlardır. Çinliler'in formülü ilk olarak Paris'de denenmiş ve İngiltere'de çalışmalar devam etmiştir. Amerika ise 30-40 yıl sonra 1817'de Paris'de eğitim görmüş Peale ve 1830 yıllarında Stokton sayesinde porselen dişlerle tanışmıştır.<sup>4</sup> Bilinen ilk kişisel seramik restorasyonların tarih kayıtları 1837 yılına Murphy'nin bilimsel tezine dayanmaktadır.<sup>2</sup> O dönemde yapılan porselen dişler total protezlerde kullanılan dişlerdi ve bu renk değiştirmeyen kokmayan dişler büyük sükse yaparak karikatürlere konu olmuştu (Resim 2).

1806 yılında Giuseppangelo Fonzi'nin total protezler için 'terrometalik' diye adlandırdığı kişisel olarak üretilen porselen dişleri kullanması protetik diş hekimliği alanında önemli bir gelişme olmuştur (Resim 3a, b). Porselenin translüsentliğinin ve renginin gelişmesi ise, 1838 yılında Elias Wildman'ın vakumlu fırınlamayı ilk kez kullanması sayesinde gerçekleşmiştir. 1885 yılında Logan, platin post üstüne porselen uygulayarak post ve porselen arasındaki retansiyon problemini çözmüştür. 'Richmond kuron' olarak isimlendirdiği kuronlar, Fonzi'nin platin çivili porselen dişleri geliştirmesinden 77 yıl sonra metal porselen sistemindeki ikinci büyük gelişme olmuştur.<sup>7</sup>

Porselenin sabit protezlerde kullanımının öncüsü, 1886 yılında platin yaprak üstüne feldspatik porseleni işlemesi ile Dr. Charles Land olmuştur. Land, inley ve kuronları geliştirdikten sonra 1889 yılında jaket kuron patentini almıştır.<sup>8</sup> Land'ın geliştirdiği inleyler M.Ö. 800 yy'da ilk kez Maya'larda görülmüş dolgulara benzemektedir.<sup>2</sup> Porselen, oldukça estetik olmasına rağmen popülaritesini 19.yy ortalarına kadar

geçici bir süreliğine kaybetmiştir. 1950'lere geldiğinde porselenin yapısına lösit eklenmesi, genleşme katsayısı yüksek olan porselenin altın alaşımları ile daha güçlü bağlantı oluşturmasını sağlamıştır.<sup>7,9</sup> 1958 yılında Vines ve arkadaşları estetik diş hekimliğinde çığır açan vakumlu fırınlamayı geliştirmişlerdir.<sup>10</sup> 1960 yıllarının başında Weinstein, altın alaşımlarla porselenin yapısını değiştirerek vakum altında pişirmiştir. Porselene %11-15 oranında K<sub>2</sub>O (potasyum oksit) ekleyerek ve ısıyı 700°C'den 1200°C'e çıkartarak yüksek genleşme katsayısına sahip porselenin metale bağlantı kuvvetini arttırmıştır.<sup>2</sup>



Resim 1. Dubois Dechemant ve ilk kez porselen dişlerin kullanıldığı protezler



Resim 2. Porselen dişlerin kullanıldığı protezlerin karikatürize edilmiş.





Resim 3a, b. Fonzi ve terrometalik dişler.

1965 yılında Mc Lean ve Hughes günümüzde kullanılan tam porselen sistemlerinin temelini oluşturan alt yapısı %40-50 oranında alumina kristalleri ile kuvvetlendirilmiş jaket kuron yapımını geliştirmişlerdir.<sup>2</sup> Kor, hacimsel olarak %40-50 oranında alüminyum oksit ve feldspatik porselenden oluşur. Cam yapı içindeki alumina partikülleri elastik modülü artırarak çatlakların ilerlemesini durdurur ve yapı %50 oranında güçlenmiş olur. Bu şekilde üretilen alt yapıların bükülme dayanımları yaklaşık 125 Mpa'dır.<sup>11</sup>

1976 yılında McLean ve Sced çift folyo tekniği kullanarak porselen jaket kuronun güçlenmesini sağlamışlardır. 'Twin Foil' adını verdikleri bu teknikte alçı model üzerine iki kat platin yaprak adapte edilir ve üstteki yaprak kalay ile kaplanır. İç yüzeyde kalan platin yaprak çatlak ilerlemesini durdurarak porselenin güçlenmesini sağlar. Bu sistem ilk olarak Vita-Pt (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) ticari ismi ile piyasaya çıkmıştır.<sup>2</sup> Ancak kuron iç yüzeyinde gri renklenmeye neden olduğu için estetik olarak avantajlı olmadığı görülmüştür. Ayrıca laboratuvar işlemlerinin zor olması nedeniyle özellikle ABD'de popüler olmamıştır. Renaissance/Ceplatec (Williams Gold Refining Co., Inc., Buffalo, N.Y.); Sunrise (Tanaka Dental, Skokie, Ill.); Flexobond (Elephant Edelmetaal, Hoorn, The Netherlands); Plati-deck (Schone Edelmetaal, Degussa, Amsterdam, The Netherlands) sistemleri 'twin foil' tekniğinin modifikasyonları olarak piyasaya çıkmışlardır.<sup>11-12</sup> Bu sistemlerde bükülme dayanımı 140-170 MPa arasındadır. Çift folyo tekniği 7 yıllık takip sonuçlarına göre %15 başarısızlık göstermiştir.<sup>13</sup>

1980'li yıllardan itibaren artmış dayanıklılık ve estetiği bir arada sunan üretim teknikleri, tam porselen sistemlerine ilginin artmasına neden olmuştur. Bu sebeple çok farklı yapım teknikleri de gündeme gelmiştir. Farklı araştırmacıların sınıflamalarındaki birkaç farklılığa rağmen temelde tam porselen sistemleri yapım tekniği yönünden 4 grupta incelenebilir.<sup>14-16</sup>

## 1. Dökülebilir Porselen Sistemleri:

Dicor (Dentsply, A.B.D)  
Cerapearl (Kyocera, A.B.D)

## 2. Refraktör Day Üzerinde Fırınlanan Porselen Sistemleri:

Cerestore\ Alceram (Innotek Dental Corp., A.B.D)  
Mirage (Myron Int, Inc. Kansas City, Kan.)  
Optec (Jeneric, Pentron Inc., A.B.D)  
Hi-Ceram (Vita-Zahnfabrik, Almanya)  
In-Ceram Alumina (Vita-Zahnfabrik, Almanya)  
In-Ceram Spinel (Vita-Zahnfabrik, Almanya)  
In-Ceram Zirkonya (Vita-Zahnfabrik, Almanya)

## 3. Isı Altında Sıkıştırılabilir Porselen Sistemleri:

IPS-Empress (Ivoclar, Schaan, İsviçre)  
IPS Empres II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)

## 4. Bilgisayar destekli tasarım ve üretim tekniği; CAD-CAM Sistemi

Procera AllCeram (Nobel Biocare, İsveç)  
Cerec (Siemens, Almanya)  
Lava (3M ESPE, St. Paul, Minn)  
Cercor (Dentsply Ceramco, York Pa )  
DC-Zirkon (DCS Dental AG, Allschwill, İsviçre)  
Denzir (Decim AB, Skelleftea, İsveç)

## 1. DÖKÜLEBİLİR PORSELEN SİSTEMLERİ:

### 1.1. Dicor (Dentsply Int. York, PA)

1980'li yılların başında Adair ve Grossman tarafından geliştirilen Dicor (Dentsply Int. York, PA), hacimsel olarak %45 oranında cam ve %55 oranında tetrasiklik floromika kristallerinden oluşur.<sup>7,11</sup> Dökülebilir cam porselenin kullanım alanının tek üyeli restorasyonlarla sınırlı olması nedeniyle, porselenin yapısını güçlendirmek amacıyla içine zirkonyum oksit ( $ZrO_2$ ) ve alüminyum oksit ( $Al_2O_3$ ) ilave edilmiş ve yapıya dayanıklılık sağlanmıştır. Model üzerinde hazırlanan modelaj rövetmana alınır ve mum uçurulduktan sonra fırında ısıtılan cam seramik 1370°C'de refraktör day içerisinde santrifüj tekniği ile dökülür. Döküm sonrası ajüstesi yapılan restorasyona 'ceramming' adı verilen kontrollü kristalizasyon uygulanır.<sup>11</sup> Böylece cam yapı içinde mika kristalleri oluşturularak yüksek dayanıklılığa sahip bir yapı oluşturulur. Bükülme dayanımı 135-152 Mpa'dır.<sup>17</sup> Kırılma tokluğu  $1.31 \pm 0.12$  MPa  $m^{1/2}$ 'dir.<sup>18,19</sup> 3 yıllık takip sonuçlarına göre molar dişlere yapılan Dicor kuronların başarısızlık oranı %35'olarak açıklanmıştır.<sup>20</sup> Başarısızlık özellikle döküm esnasında porözite oluşması nedeni ile meydana

gelmektedir.<sup>21</sup> Dicor'un yüksek stres gelen yerlerde kırılma riski fazladır.<sup>22</sup>

Dökülebilir Dicor seramiğinden sonra CAD-CAM modülü için hazırlanmış Dicor MGC (Dentsply Int. York, PA) kullanıma sunulmuştur. Florosilik mikta ile güçlendirilmiş Dicor MGC 219 MPa bükülme dayanımına sahiptir.<sup>23</sup> Yüksek translüsentliğe sahip Dicor feldspatik bir porselen ile veneerlenmelidir.<sup>24</sup>

### 1.2. Cerapearl (Kyocera, A.B.D)

Hobo ve Iwata doğal diş yapısını taklit etmek için sentetik hidroksi apatitin en ideal restoratif materyal olacağı düşüncesiyle 1985 yılında Cerapearl materyalini (Kyocera, San Diego, Calif.) geliştirmişlerdir. Bu sistemin tekniği Dicor cam porselene benzerdir. Kalsiyum fosfat esaslı cam, kontrollü ısı uygulamasıyla kısmen kristalin bir yapıya dönüştürülür. Bu ilk kristalin faz oksiapatit yapısındadır. Suyun varlığında hemen hidroksiapatite çevrilir. Işığın kırma özelliği, yoğunluğu ve termal iletkenliği doğal mineye benzer bulunmuştur. Bükülme dayanımı 150 MPa'dır.<sup>4</sup>

## 2. REFRAKTÖR DAY ÜZERİNDE FIRINLANAN PORSELEN SİSTEMLERİ:

Platin yaprak tekniğinin uzun dönemde başarısızlığı görüldükten sonra 1972 yılında Southan ve Jorgensen refraktör day materyalini geliştirmişlerdir. Refraktör day, rövetman benzeri bir malzemedir. Alçı model silikon ile dublike edilebilir ve fırınlanabilen ısıya dayanıklı model elde edilmiş olur. Böylelikle porselenin fırına taşınması için platin yaprak gerekmez. Refraktör day üzerine kor materyali direk olarak şekillendirilir ve birlikte fırınlanır.

### 2.1. Cerestore\Alceram (Ceramco Inc., Johnson & Johnson Dental Care Co):

Porselenin fırınlama büzülmesine ait sorunların ortadan kaldırılması amacıyla Sozia ve Riley tarafından 1983 yılında 'shrink-free' diye ifade edilen Cerestore (Ceramco Inc., Johnson & Johnson Co., E. Windsor, N.J.) geliştirilmiştir. Ağırlıkça %65 alumina ve %45 aluminöz porselen içerir. Fırınlama sırasında alt yapıda aluminanın bir kısmı kristalin yapıyı oluştururken %20 oranında kimyasal olarak magnezyum oksit ile magnezyum alumina spinel kristalleri oluşur ( $MgAl_2O_4$ )<sup>25,26</sup>. Bu reaksiyonda, pişirme sırasında oluşan fırınlama büzülmesini önleyen hacim artışı meydana gelir. Kor materyali üzerine feldspatik porselen kaplanarak restorasyon son haline getirilir.<sup>14</sup> Molar dişlerin restore edilip 4 yıl izlendiği çalışmada %

18,5 başarısızlık görülmüştür.<sup>3</sup> Kırılma tokluğu  $1.94 \pm 0.16 \text{ MPa m}^{1/2}$ 'dir.<sup>27</sup> Bükülme dayanımı 169 MPa'dır.<sup>28</sup>

### 2.2. Mirage (Myron Int, Inc. Kansas City, Kan.):

Zirkonyum oksit kristalleriyle güçlendirilmiş kor porselenidir. Bükülme dayanımı 70 MPa'dır.<sup>28</sup> Kırılma tokluğu  $1.18 \text{ MPa m}^{1/2}$ 'dir.<sup>29</sup> Daha sonra geliştirilen Mirage 2 sisteminde yapının sertliği biraz daha artırılarak çatlak ilerleme mekanizması azaltılmıştır. Mirage 2 yapısında artan zirkonya ile translusens özelliği azalmıştır.<sup>11</sup>

### 2.3. Optec HSP (Jeneric / Pentron):

Optec HSP lösit kristalleri ile güçlendirilmiş ve konvansiyonel feldpatik porselene göre dayanımı artırılmıştır. Kor kullanılmaksızın tam porselen kuron yapımında kullanılan bu sistemin bükülme dayanımının yapılan çalışmalarda 105-170 MPa değerleri arasında olduğu da belirtilmiştir.<sup>11</sup> Kırılma tokluğu  $1,29 \text{ MPa m}^{1/2}$ 'dir.<sup>29</sup> Optec sulu kıvamda hazırlanarak ısıya dayanıklı day üzerinde şekillendirilir. Daha sonra fırınlanarak  $1035^\circ\text{C}$ 'de son haline getirilir. Platin yaprak veya refraktör day üzerinde yapılabilen bu sistem, feldspatik porselenden daha dirençli olmakla birlikte kor içeren porselenlere göre beklentileri yerine getirememiştir.<sup>26</sup> Üretici firma tarafından 3 üyeli köprülerde kullanımı desteklenmiştir.<sup>14</sup> Yarı şeffaf bir yapı sergilemesi nedeniyle estetik olarak dezavantajlıdır.

### 2.4. Hi-Ceram (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany):

Hacimsel olarak alumina miktarı %75 oranında artırılmıştır. Bükülme dayanımı 155 Mpa'dır. Hi-Ceram core materyali, geleneksel porselenden %25 daha serttir. Malzemenin dayanıklılığı ile beraber opasite de artmıştır.<sup>30</sup> Bükülme dayanımını 141-80 MPa arasındadır.<sup>10</sup> Ağız içindeki restorasyonların düşük bükülme dayanımı nedeniyle kırılmaları bu tekniğin günümüzde kullanılmamasına yol açmıştır.

### 2.5. In-Ceram Alumina (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany):

1986 yılında Michael Sadoun %99,9 oranında alumina içeren In-Ceram sistemini geliştirmiştir. Homojen bir yapıya sahip, marjinal uyumu yüksek, doku uyumu iyi olması avantajlarıdır. Slip-casting yöntemi ile ya da üretici tarafından hazırlanmış blokların CAD-CAM tekniği ile işlenerek ile hazırlanır.<sup>31</sup> Alumina oranı arttığı için bükülme dayanımı 236-600 Mpa aralığındadır.<sup>24,20</sup> Kırılma tokluğu 3,2- 5,0 MPa  $\text{m}^{1/2}$  aralığındadır.<sup>19-27</sup>



Sistem, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içine erimiş cam infiltrasyonu ile oluşturulan bir kor ve bu koru anatomik ve estetik özelliklerin tamamlaması amacı ile kaplanmakta kullanılan feldspatik porselenden oluşur. Anterior bölgeye ilk 3 üyeli köprü yapılmasını sağlayan tam seramik materyalidir.<sup>29</sup> Anterior ve posterior tek üyeli kuronlar, anterior 3 üyeli köprü, inley onley restorasyonlar hazırlanabilir.<sup>11,18,32</sup> En büyük dezavantajı opak olmasıdır.

### **2.6. In-Ceram Spinel (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany):**

In-Ceram Alumina içindeki yüksek alumina oranına bağlı olarak opak olması yeni bir materyalin geliştirilmesi gereğini doğurmuştur. 1994 yılında In-Ceram Spinel materyali, magnezyum alüminyum oksit (MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) kullanılarak ışık geçirgenliği 2 kat arttıracak şekilde geliştirilmiştir.<sup>33,34</sup> Işığın yüksek oranda geçirdiği için yarısaydam olarak sınıflandırılabilir. Ancak bükme dayanımı %25 oranında düşmüştür; 171-377 Mpa arasındadır.<sup>6,23</sup> Kırılma tokluğu 1,79±0,2 61MPa m<sup>1/2</sup>'dir.<sup>35</sup>

### **2.7. In-Ceram Zirkonya (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany):**

In-Ceram alumina'nın bir alternatifidir. Alumina yapısına %35 oranında zirkonya eklenmiştir.<sup>36</sup> Alumina oranı % 65'dir. Dönüşüm doygunluğu mekanizması sayesinde çatlak ilerlemesi yavaşlar ve yapı daha güçlü olur.<sup>37</sup> Zirkonya eklenmesinin amacı bükülme dayanımının artırılmasıdır. Yapılan çalışmalarda bükülme dayanımının In-Ceram Alumina'dan daha yüksek olduğunu gösteren çalışmalar olduğu gibi In-Ceram Alumina'dan istatistiksel olarak farklı değerlerde olmadığını bildiren çalışmalar da vardır.<sup>30</sup> Slip casting tekniği ile hazırlanan örneklerde bükülme dayanımı 513-647 MPa aralığındadır ve posterior bölgede güvenle kullanılabilir.<sup>29,30,38</sup>

## **3. ISI ALTINDA SIKIŞTIRILABİLİR PORSELEN SİSTEMLERİ:**

### **3.1. IPS Empress (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)**

1990 yılında Wohlwend tarafından IPS Empress (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) geliştirilmiştir. Esas olarak bir feldspatik porselen olan IPS Empress'in kristalin yapısı, lösit kristalleri ile güçlendirilmiştir. Lösit ile güçlendirilmiş porselen çekirdekleri elde etmek üzere, öncelikli olarak esas cam yapı eritilir. Kontrollü kristalizasyon için ısı işleme tabi tutulduktan sonra öğütülür. Toz halindeki yapıya, stabilize edici kimyasal katkı maddeleri, floresans

bileşikler, skalalardaki renkleri sağlayacak şekilde boyalar katılır. Daha sonra tabletler şeklinde preslenip ısı işleme tabi tutularak kullanıma hazır hale getirilir. Ölçüden elde edilen model üzerinde hazırlanan mum modelaj özel rövetmanına alınır. Özel fırınında modelaj mumu uçurulduktan sonra elde edilen boşluğa empress tabletler ısı ve vakum altında preslenir. Fırınlama sırasında klasik porselen sistemlerinde toz halinden katı hale geçerken görülen büzülme bu sistemde görülmez. Soğuma esnasında görülen büzülme ise cam ile uyumlu genişleme katsayısına sahip rövetman ile önlenir.<sup>39</sup>

Bükülme dayanımı ortalama 84-134 MPa'dır.<sup>24,40</sup> Kırılma tokluğu 1,29-1,7 MPa m<sup>1/2</sup>'dir.<sup>17</sup> Lösit kristalleri ile yüksek ışık geçirgenliği elde edilir.<sup>41,42</sup> Böylelikle yüksek estetik özellikte kuronlar elde edilebilir. Ancak renklenmiş dişleri veya metal implant abutmanları maskeleyemez. Düşük bükülme direnci sebebiyle endikasyonları; anterior bölgede tek kuron ve lamina, inley, onley ile sınırlıdır. Bu porselen sistemi tek başına veya üzeri yüzey porseleni ile kaplanarak (anterior bölgedeki restorasyonlarda) kor materyali olarak kullanılabilir. Bu sistem 2 şekilde bitirilebilir:<sup>17</sup>

1. Boyama tekniği (Staining): Restorasyonun glazür esnasında boyanması ile elde edilir.
2. Tabakalama tekniği (Layering): Elde edilen restorasyonda dentin ve mine porselenine yer sağlamak için aşındırma yapılır. Üzerine dentin ve mine porseleni işlenir. Bu teknik ile daha estetik kuronlar hazırlanır.<sup>4</sup>

### **3.2. IPS Empres II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)**

1998 yılında lityum disilikat içerikli cam seramik IPS Empres II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) geliştirilmiştir. Laboratuvar tekniği IPS Empres ile aynıdır ancak bitimi sadece tabakalama tekniği ile yapılır.<sup>17</sup> Cam seramik kontrollü kristalizasyon yöntemi ile % 60 oranında kristalleşir. IPS Empress II lityum disilikat kristalleri dışında düşük oranda 0.1-0.3µm boyutunda lityum ortofosfat kristalleri de içerir.<sup>43</sup> Bükülme dayanımı 300-440MPa ve kırılma tokluğu 2,8-3,5 MPa m<sup>1/2</sup>'dir.<sup>44</sup> Empress II anterior bölgede 3 üyeli köprülerde ve anterior posterior tek kuron restorasyonlarında kullanılabilir.<sup>45</sup> Bu teknikle üretilen diğer tam seramik sistemleri; Finess All-Ceramic (Dentsply), Cergo (Degussa), Matchpress (Matchmaker), Ayrıca lityum disilikat ile güçlendirilmiş IPS e.max Pres (Ivoclar Vivadent), floropatit ile güçlendirilmiş



IPSe.max, ZirPress'dir.(IvoclarVivadent).<sup>17,46</sup> CAD-CAM sistemler için geliştirilmiş olan lityum disilikat esaslı IPS e.max CAD bloklar da üretilmiştir. Bu bloklar, IPS e.max Press ile aynı kimyasal yapıya sahiptir. Fakat daha farklı bir ısıl işleme tabi tutularak parsiyel olarak kristalize edilirler. Parsiyel kristalize edilmelerindeki amaç; blokların hızlı ve kolay freze edilebilmelerini sağlamak ve seramiğe yeterli direnci sağlamaktır.<sup>47</sup>

#### **BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM VE ÜRETİM TEKNİĞİ; CAD-CAM SİSTEMİ**

Sistem önceden üretilen porselen blokların bilgisayar destekli freze yardımı ile şekillendirilmesi esasına dayanır. Kamera yardımı ile elde edilen veriler bilgisayara yüklenir. Daha sonra tasarımları (CAD) yapılarak üretime (CAM) geçilir. 1985 yılından günümüze dek Cerec, Cicero, Procera, Celay, Duret, Precident-DCS, Lava, Everest-Kavo, Hint-Els GmbH, Zeno Tech- Wieland, Cercon gibi çok sayıda CAD/CAM sistemleri geliştirilmiştir.<sup>48</sup>

#### **4.1. Procera All-Ceram (Nobel Biocare, Göteborg, Sweden)**

Procera sistemi titanyumu alt yapıda kullanmak ve işleyebilmek üzere geliştirilmiştir. Bilinen CAD-CAM sistemlerinden farklı olarak CAM modüllerinden biri ABD'de biri de İsveç'tedir. Laboratuvarlarda tarayıcı ve CAD modülü bulunur (Resim 4). Model taranır ve bilgisayarda tasarımı tamamlandıktan sonra üretim için merkez laboratuvara data transfer edilir. Son yıllarda titanyumun yerini %100 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeren Procera AllCeram almıştır. Bükülme dayanımı 472-687 MPa'dır.<sup>30,42</sup> Merkez laboratuvardan gönderilen alt yapı üzerine sistem ile uyumlu felspatik porseleni işlenerek restorasyon bitirilir.



Resim 4. Procera Piccolo modeline ait tarayıcı.

#### **4.2. CEREC (Sirona Dental):**

1980-1986 yılları arasında Mörmann ve Brandt tarafından geliştirilen 'Ceramic REConstruction' sistemi, ilk CAD-CAM sistemi ünvanına sahiptir.<sup>2</sup> Sistem sürekli kendini yenilemekte ve işlediği blokları çeşitlendirmektedir. Cerec 1 Vitablocs, Mark I felspatik seramik blokları işlenmektedir, 1991 yılından itibaren de mekanik olarak güçlendirilmiş Cerec 2 ile Vitablocs Mark II(Vita) bloklarında inley, onley, venter kuron yapılmaktadır.

Günümüzde Cerec 3 ile uyumlu ağız içi kamerası ile ölçü alınabilmekte ve mekanik özellikleri artırılmış çeşitli bloklarla üretim yapılabilmektedir. Tüm In-Ceram Alumina, Spinel ve Zirkonya sistemleri slip-casting sistemi ile üretilebildiği gibi CAD-CAM modüllerinde hazırlanabilmeleri için hazır 'presintered' blokları vardır.<sup>28,32</sup> VITA In-Ceram 2000 YZ ve VITA In-Ceram 2000 AL (Vita Zahnfabrik) 1500°C'de endüstriyel fırınlarda (VITA ZYrcomat) bu amaçla üretilmiş bloklardır. 'Drypressed' adı verilen bu üretim tekniğinde slip hazırlanmasına gerek kalmaz.<sup>49</sup>

Ölçüden elde edilen model tarama modülünde lazer ile taranır ve özel yazılım programı sayesinde uygun alt yapı dizayn edilir. Dizaynı bilgisayarda 3 boyutlu hazırlanan alt yapı, kazıma modülünde önceden sinterlenmiş bloktan üretilir.<sup>50</sup> Elde edilen alt yapı cam infiltrasyonu için tekrar fırınlanır ve üst yapı porseleni işlenir. Bu teknikle üretilen In-Ceram 2000 YZ bloklarının bükülme dayanımı 1,107MPa'dır.<sup>51</sup> CEREC kullanılarak ayrıca Dicor MGC (Dentsply Int. York, PA), lityum disilikat ile güçlendirilmiş IPS e.max CAD, zirkonya ile güçlendirilmiş IPS e.max ZirCAD ve lösit içeren Vitablocks Mark II (Vita Zahnfabrik) blokları kullanılarak da alt yapı hazırlanabilir.

#### **4.3. Cicero Sistemi**

CICERO, Cicero Dental Systems B.V. (Hoorn, The Netherlands) firmasının patentli markasıdır. Cicero (Computer Integrated Ceramic Reconstruction) sistemi, optik tarama, seramik sintering ve CAM [Computer Aided Manufacturing (Bilgisayar destekli üretim)] esaslarına dayanmaktadır.<sup>52</sup>

Cicero sistemin çalışma aşamaları, model hazırlığı, optik tarama, dizayn, sinterlenme işlemi, sentrik oklüzyon ayarı, artikülasyon ayarları, tabakaların oluşturulması (tam kuron dizaynı) ve bilgisayar destekli yapım aşaması olarak özetlenebilir.

Cicero sisteminde prepare edilen dişin bulunduğu çenenin tüm ölçüsü elde edilir, lazer tarayıcı ile

önce güdük model tek başına sonra modelin tümü olmak üzere tarama işlemi yapılır, kapanış modeli üzerine yerleştirilerek model daha hassas olarak bir kez daha taranır, data bankasında bulunan hazır kuronlar arasından en uygun kuron belirlenir. Böylece maksimum proksimal kontak ve karşıt dişle sentik okluzyon oluşturulur.<sup>52</sup> Seçilen kuron ekrana yerleştirilerek düzeltmeleri yapılır böylece yeni kuronun konturları bilgisayar yardımıyla oluşturulur, güdük üzerine zirkonyum oksit ve alüminyum oksitten oluşan alt yapı seramiği yüksek basınçta tepilir ve vakum altında sinterlenir. 1050°C'de aktif olabilen likit zirkonya cam fazı, alüminanın güdüğe kırılma veya çatlama olmadan sinterlenmesine yardım eder. Freze bölmesinde alt yapı işlenir, aynı sistemle önce dentin, daha sonra mine porseleni preslenip pişirilir ve freze bölmesinde işlenir.<sup>52</sup>

#### 4.4. Duret Sistemi

Duret sistemi en iyi tasarlanmış ancak en pahalı CAD/CAM sistemidir. Fransa'da hala kullanılmakta olan sistem, bilgi aktarımını sağlayan kamera, restorasyon dizaynı için CAD modülü ve şekillendirme modülü olmak üzere 3 üniteden oluşur. Duret sisteminde dişlerin okluzyonda kaydı alınır. Sistemin kullanımı oldukça zordur ancak yüksek hassasiyette kuron, inley ve sabit protetik restorasyonların yapımında kullanılmaktadır.<sup>53</sup>

#### 4.5. CERCON Sistemi

Zürich Üniversitesi ve İsviçre Federal Teknoloji Enstitüsünün işbirliği ile geliştirilen Cercon Smart ceramics, DeguDent, Dentsply firmasının zirkonya tam porselen sistemidir. Cercon sistemi dental pazara 2002 yılında sürülmüş olmasına rağmen, Nisan 1998'den beri Zürich Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'nde uygulanmaktadır. Sistemde kullanılan zirkonya tam olarak Y-TZP dir. Materyalin içeriğinde bulunan Yttrium oksit yapının stabilitesini sağlar, materyalin direnci için kritik öneme sahiptir. Hafniyum oksit ise zirkonyanın ham halinde doğal olarak var olan ve yapısal olarak zirkonyaya benzerliğinden dolayı kimyasal olarak ayrılmayan bir komponenttir.<sup>54</sup>

Cercon sisteminde sinterlenmemiş zirkonyum oksit kullanılmaktadır. Sistemin Y-TZP kristalinden oluşan 12 mm, 30 mm, 38 mm ve 47 mm'lik prefabrike blokları (Cercon Base Blank), beyaz ve renkli olmak üzere iki çeşittir. Aşındırma ünitesinde yarı sinterlenmiş zirkonyum blok üzerinde önce kaba daha sonra hassas aşındırma işlemi yapılır. Aşındırılan zirkonyum oksit blok, olması gerektiğinden hacimce

%30 oranında daha büyüktür. Sonrasında yapılan sinterleme işlemi ile hacimce küçülme sağlanarak zirkonyum altyapıya gerçek boyutu kazandırılır aynı zamanda yapı gerçek sertliğine ulaştırılır. Elde edilen alt yapı üzerine, sistemin özel Cercon Ceram-S porselen tozu ile tabakalama tekniği ile üst yapı hazırlanır.<sup>54</sup>

#### 4.6. Lava Sistemi

Lava (3M ESPE, St. Paul, Minn) sisteminde alumina ile karşılaştırıldığında düşük elastik modülüne ve yüksek kırılma direncine sahip Y-TZP altyapı kullanılmaktadır.<sup>55</sup> Lava sisteminde, kuron restorasyonu için 5 dakika, üç üyeli köprü restorasyonu için 12 dakika süreyle güdükler tarandıktan sonra CAD programı ile presintere yumuşak bloklardan orjinal boyutundan daha geniş altyapılar kazınır.<sup>55</sup> Yedi farklı renkteki blok seçeneklerinden uygun olan bloktan, kuron restorasyonu için 35 dakika, üç üyeli köprü restorasyonu için 75 dakika süreyle kazıma yapılır (Resim 5). Kazıma işlemi takiben 8 saat süreyle özel otomatik fırında sinterleme işlemi gerçekleştirilir.<sup>56,57</sup>



Resim 5. Lava milling ünitesi.

#### Dental porselenin gelişimindeki kronolojik sıra

- MÖ 40000: Ateş ilk insan tarafından bulundu.
- MÖ 23000: Bilinen ilk seramik obje yapıldı.
- MÖ 4-5000: İlk kil çanak üretildi.
- MS 1000: İlk Çin porseleni üretildi.
- 1671: John Dwight transpanan porselenin patentini aldı. (patent no 164)
- 1708: Seramik materyalinin ilk bilimsel laboratuvarı açıldı.

1717: d'Entrecolles Çin porseleninin sırrının keşfetti.  
1728: Fauchard dişhekimliği alanında porselenin kullanımını önerdi.  
1774: Duchateau ilk porselen yapay dişleri yaptı.  
1791: De Chemant dental porselen için Fransız ve İngiliz patentini aldı.  
1806: Fonzi porselen ve metali birleştirerek 'terrometalik' dişleri üretti.  
1816: De Chemant köprü yapımında porseleni kullandı.  
1830: Stockton Amerika'da ilk porselen dişleri üretti.  
1838: Wildman vakumlu fırınlamayı ilk kez kullandı.  
1845: White ilk ticari porselen yapay dişleri üretti.  
1864: Porselen kuronlar genel kullanıma girdi.  
1880: Tess porselen fırını geliştirdi.  
1886: Land platin yaprak üstüne feldspatik porseleni işledi. Land, inley ve kuronları geliştirdi.  
1889: Land jaket kuron patentini aldı.  
1900: Orta ısı porseleni keşfedildi.  
1910: Dental porselenin mekanik özellikleri yayınlandı.  
1918: Dental porselenin ilk kimyasal analizi yapıldı.  
1940: Dental porselenin vakum fırını keşfedildi.  
1942: Formülünden uranyum çıkartılarak daha florosans özellikte porselen üretildi.  
1956: Porselen-altın sistemi geliştirildi.  
1958: Vines vakumlu fırınlamayı geliştirdi.  
1960: Polisülfid ölçü maddesi bulundu.  
1962: Altın alaşımlar çok daha fazla geliştirildi.  
1965: McLean ve Hughes alumina porseleni keşfetti.  
1968: Cam seramikler ilk kez MacCulloch tarafından kullanıldı.  
1970: Porselen metal sisteminde metal alt yapı geliştirildi.  
1972: Dental porselenin elastik modülü ilk kez tam doğru olarak ölçüldü.  
Southan ve Jorgensen refraktör day materyalini geliştirmişlerdir.  
1974: Palladyum gümüş alaşımı geliştirildi.  
1980: Adair ve Grossman, Dicor porselen sistemini geliştirdi.  
1981: Alumina kor geliştirildi ve dökülebilir cam seramiklere ilgi yeniden arttı.  
1983: O'Brien tarafından yüksek genleşme potansiyelinde kor materyali geliştirildi.  
1983: Sozia ve Riley, Cerestore materyalini geliştirdi.  
1984: Dental porselen tozunun ilk uluslar arası standardı yayınlandı. (ISO 6872-1984)  
1985: Hobo ve Iwata sentetik hidroksi apatit kullanarak Cerapearl materyalini geliştirdi.

1980-1986: Mörmann ve Brandestini tarafından CEREC geliştirildi.  
1986: Michael Sadoun In-Ceram sistemini geliştirdi.  
1990: Wohlwend tarafından IPS Empress geliştirildi.  
1991: Cerec 2 geliştirildi.  
1994: Vita Zahnfabrik In-Ceram Spinel materyalini geliştirdi.

#### KAYNAKLAR

1. The glossary of prosthodontic term. The academy of prosthodontics. The journal of prosthetic dentistry 2005; 94: 10-83.
2. Wildgoose DG, Johnson A, Winstanley RB. Glass/ceramic/refractory techniques, their development and introduction into dentistry: A historical literature review. J Prosthet Dent 2004; 91: 136-43.
3. Powers JM, Sakaguchi RL. Craig's restorative dental materials. In: Scope and history of restorative materials 12th ed. St. Louis: Mosby Elsevier Inc.; 2006: 2-12
4. Jones DW. Development of dental ceramics. An historical perspective. Dent Clin. North. Am. 1985; 29: 621-44.
5. Anusavince K.J: Phillip's Science of Dental Materials. 10. edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1996.p 10-45
6. Maloney WJ, Maloney MP. Pierre Fauchard: the father of modern dentistry J Mass Dent Soc. 2009 Summer; 58: 28-9.
7. Kelly JR, Nishimura I., Campbell SD. Ceramics in denstry: Historical roots and current perspective. J Prosthet Dent 1996; 75: 18-32.
8. Rosentiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics. In: Denry IL All-Ceramic Restorations, 4th ed. St Louis Missouri, Mosby Elsevier, 2006.
9. McLean JW, Odont D. Evolution of dental ceramics in the twentieth century J Prosthet Dent 2001; 85: 61-6.
10. McLean JW. The Science and Art of Dental Cramics, Vol II. Quintessence Publishing Co. Inc, Chicago, Berlin, Rio de Janerio, Tokyo, 1980.
11. Qualtrough AJE, and Piddock V. Ceramics update. J. Dent 1997; 25: 91-5.
12. Chiche GJ, Pinault A. Esthetics of Anterior Fixed Prosthodontics. In: Mc Lean, Jeansonne EE, Chiche





- GJ, Pinault A. All-Ceramic Crowns and Foil Crowns. Quintessence Publishing Co, Inc. St Louis, 1994.
13. McLean JW. Dental Ceramics. Proceedings of the First International Symposium on Ceramics. Chicago: Quintessence Publishing Co, 1983: 27.
  14. Hondrum SO. A review of the strength properties of dental ceramics. J Prosthet Dent 1992; 67; 859-65.
  15. Coskun A, Yalug S. Metal desteksiz porselen sistemleri. Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi Cilt 5, Sayı 2, 2002.
  16. Bayındır F, Uzun İH. Tam seramik kuron sistemleri. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. 2007; Suppl 2: 33-42
  17. Uctasli S, Wilson HJ, Unterbrink G, Zaimoglu A. The strength of a heatpressed all-ceramic restorative material. J Oral Rehabil. 1996; 23; 257-61.
  18. Dickinson AJG, Moore BK, Haris RK. A comparative study of the strength of aluminous porcelain and all-ceramic crowns. J Prosthet Dent 1989; 61: 297-304.
  19. Seghi RR, Daher T, Caputo A. Relative flexural strength of dental restorative ceramics. Dent Mater. 1990; 6; 181-4.
  20. Moffa JP, Lugassy AA, Ellison JA. Clinical evaluation of a castable ceramic material (abst.) J Dent Res 1988; 67; 118.
  21. Kelly JR, Campbell SD. Fracture-surface analysis of dental ceramics. J Prosthet Dent 1989; 62; 536-41.
  22. Sjögren G, Lantto R, Tillberg A. Clinical evaluation of all-ceramic crowns (Dicor) in general practice. J Prosthet Dent 1999; 81; 277-84.
  23. Seghi RR, Sorensen JA. Relative flexural strength of six new ceramic materials. Int J Prosthodont 1995; 8; 239-46.
  24. Giordano RA, Pelletier L, Campbell S, Pober R. Flexural strength of an infused ceramic, glass ceramic, and feldspathic porcelain. J Prosthet Dent 1995; 73; 411-8.
  25. Wall JG, Cipra DL. Alternative crown systems. Dent Clin. North Am. 1992; 36; 765-82.
  26. Thompson JY, Anusavice KJ, Naman A, Morris HF. Fracture surface characterization of clinically failed all-ceramic crowns. J. Dent Res. 1994; 73; 1824-32.
  27. Seghi RR, Denry IL, Rosenstiel SF. Relative fracture toughness and hardness of new dental ceramics. J Prosthet Dent 1995; 74; 145-50.
  28. Bindl A, Mormann WH. An up to 5-year clinical evaluation of posterior In-Ceram CAD/CAM core crowns. Int J Prosthodont 2002; 15; 451-6.
  29. Wagner WC, Chu TM. Biaxial flexural strength and indentation fracture toughness of three new dental core ceramics. J Prosthet Dent 1996; 76; 140-4.
  30. Guazzato M, Albakry M, Swain MV, Inrside J. Mechanical properties of In-Ceram Alumina and In-Ceram Zirconia. Int J Prosthodont 2002; 15; 339-46.
  31. Raigrodski AJ. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: A review of the literature. J Prosthet Dent 2004; 92; 557-62.
  32. Chai J, Takahashi Y, Sulaiman F, Chong K. Probability of fracture of all-ceramic crowns. Int J Prosthodont 2000; 13; 420-4.
  33. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: Core materials. J Prosthet Dent 2002; 88; 4-9.
  34. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: Core and veneer materials. J Prosthet Dent 2002; 88; 10-5.
  35. Jung YG, Peterson IM, Pajares A, Lawn BR. Contact damage resistance and strength degradation of glass-infiltrated alumina and spinel ceramics. J Dent Res. 1999; 77; 804-14.
  36. Sundh A, Sjogren GA. Comparison of fracture strength of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia ceramic crowns with varying core thickness, shapes and veneer ceramics. J Oral Rehabil. 2004; 31; 682-8.
  37. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. Biomaterials. 1999; 20; 1-25.
  38. Itinoche KM, Özcan M, Bottino MA, Oyafuso D. Effect of mechanical cycling on the flexural strength of densely sintered ceramics. Dent Mater. 2002; 2; 1029-34.
  39. Rosenblum MA, Schulman A. A review of all ceramic restoration. JADA. 1997; 128; 297-307.



40. Whitters CJ, Strang R, Brown D, Clarke RL, Curtis RV. Dental Materials: 1997 literature review. J Dent 1999; 27; 401-35.
41. Cattell MJ, Clarke RL, Lynch EJ. The transverse strength, reliability and microstructural features of four dental ceramic, Part I. J Dent 1997; 25; 399-407.
42. Wen MY, Mueller HJ, Chai J, Wozniak WT. Comparative mechanical property characterization of 3 all-ceramic core materials. Int J Prosthodont 1999; 12; 534-41.
43. Şener ID, Türker ŞB. Kimyasal yapılarına göre tam seramik restorasyonlar. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2009; 19: 61-7.
44. 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.
45. Chu SJ. Current clinical strategies with lithium-disilicate restorations. Compend Contin Educ Dent 2012; 33: 64, 66-7
46. Griggs JA. Recent Advances in Materials for All-Ceramic Restorations. Dent Clin N Am. 2007; 51; 713-27.
47. Küçük BE, Kunt GE, Lityum disilikat seramikler. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. 2012; Suppl 5: 123-31.
48. Yalım B, Türker ŞB. Klinikte tam seramik sistemler. Atatürk Üniv. Diş Hek Fak. Derg. 2012; Suppl 5: 76-90.
49. Wassermann A, Kaiser M, Strub JR. Clinical long-term results of VITA In-Ceram classic crowns and fixed partial dentures: a systematic review. Int J Prosthodont 2006; 19; 355-63.
50. Giray Z. Özkurt Z, Kazazoğlu E. Zirkonya yapısı ve zirkonya alt yapıların üretim teknikleri. Dentiss 2007; Mayıs/Haziran,1-3.
51. Chai J, Chu FCS, Chow TW, Liang BMH. Chemical Solubility and Flexural Strength of Zirconia-Based Ceramics. Int J Prosthodont 2007; 20; 587-95.
52. Van Der Zel JM, Vlaar S, De Ruitter WJ, Davidson C. The CICERO system for CAD CAM fabrication of full ceramic crowns. J Prosthet Dent 2001; 85; 261-7.
53. Crispin BJ. Computerized design and manufacturing of esthetic dental restorations. Dent Clin N Am. 1992; 36; 797-807.
54. Lothar V. Cercon the all ceramic CAM system by Degussa Dental. Quintessence, 2001; 52: 811-4.
55. Bachhav VC, Aras MA. Zirconia-based fixed partial dentures: a clinical review. Quintessence Int 2011; 42: 173-82.
56. Conrad HJ, Wook-Jin Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: A systematic review. J Prosthet Dent 2007; 98; 389-404.
57. Piwowarczyk A, Ottl P, Lauer HC, Kuretzky T. A clinical report and overview of scientific studies and clinical procedures conducted on the 3M ESPE Lava All-Ceramic System. J Prosthodont 2005; 14; 39-45.

**Yazışma Adresi:**

Yrd. Doç. Dr. Zeynep TUTAL  
İstanbul Aydın Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi  
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı  
İzzettin Çalışlar Cad. No:31/A  
Bahçelievler İstanbul  
Tel: 0212 444 8 347  
e-posta: zgiray@hotmail.com

