



## COMPLICATIONS OF ZIRCONIA-BASED ALL-CERAMIC RESTORATIONS

### Zirkonya Esaslı Tam Seramik Restorasyonlarda Görülen Komplikasyonlar

Gülfem ERGÜN, Zeynep ŞAHİN

**Makale Kodu/Article Code** : 327675

**Makale Gönderilme Tarihi** : 10.07.2017

**Kabul Tarihi** : 01.02.2018

#### ABSTRACT

**Objective:** The aim of this review is to analyze the survival and clinical success rates of tooth or implant-supported zirconia-based fixed restorations and to evaluate the complications.

**Material and Methods:** In this review, studies involving the survival- success rate and reported complications of zirconia-based all-ceramic restoration, methods of veneering porcelain to zirconia frameworks have been discussed. Online search of the dental literature in Pubmed, Cochrane Library and Science Direct from 2006-2017 is performed with zirconia, zirconium-ceramic, fixed partial prosthesis, single crowns, dental implant, all-ceramic, complication, chipping, pressing or layering technique, framework design and different combinations of these keywords.

**Results:** As a result of the screening of publications, 381 researches have been considered appropriate to review within the subject area. The articles which have less than three years of follow-up, animal studies and case reports were excluded and 14 articles were included in this review.

**Conclusion:** As a result of the investigation, more studies are needed to evaluate the long-term and comprehensive clinical trials with more patients number in zirconia-based restorations in terms of technical, biological and esthetic aspects.

**Key words:** yttria stabilized tetragonal zirconia, fixed partial denture, clinical trial, complications, Computer-Aided Design

#### ÖZ

**Amaç:** Bu derlemenin amacı, diş destekli veya implant destekli zirkonya esaslı sabit restorasyonların sağ kalım ve klinik başarı oranlarını analiz etmek, komplikasyonları değerlendirmektir.

**Gereç ve Yöntem:** Bu derlemede, zirkonya esaslı tam seramik restorasyonların sağ kalım ve klinik başarı oranları, bildirilen komplikasyonlar ve zirkonya alt yapı üzerine veneer seramiği uygulanma teknikleri irdelenmiştir. Pubmed, Cochrane Library ve Science Direct’de 2006 ve 2017 yılları arasında yapılan taramada; zirkonya, zirkonyum-seramik, sabit bölümlü protezler, kron, dental implant, tam seramik, komplikasyon, veneer porseleninde kopma ve kırılma, presleme ya da tabakalama tekniği, alt yapı tasarımı ve bu anahtar kelimelerin farklı kombinasyonları kullanılmıştır.

**Bulgular:** Tarama sonucu ulaşılan 381 makale konu kapsamı dahilinde incelemeye uygun görülmüştür. Bu makalelerden üç yıldan daha az takip süresi olanlar, hayvan çalışmaları ve vaka raporları değerlendirme dışı bırakılarak 14 makale derlemeye dahil edilmiştir.

**Sonuç:** Yapılan inceleme sonucunda zirkonya esaslı restorasyonlarda hasta sayısının daha fazla olduğu uzun dönemli ve kapsamlı klinik çalışmaların estetik, biyolojik ve teknik açıdan yapılması öngörülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** yttria ile stabilize tetragonal zirkonyum polikristali seramiği, sabit parsiyel protez, klinik çalışma, komplikasyonlar, bilgisayar destekli tasarım,

## GİRİŞ

Metal-seramik restorasyonlar; memnuniyet verici estetik özellikleri, yüksek başarı oranları, uzun dönem klinik çalışmalarda başarılı sonuçlar göstermesi nedeniyle sabit protetik restorasyonlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.<sup>1</sup> Hem diş hem de implant destekli restorasyonların üretiminde altın standart olarak kabul edilmektedir.<sup>2</sup> Metal alt yapı; protetik restorasyonlar için istenilen dayanıklılığı sağlamakla birlikte; renginin koyu olması ve opak oksitler nedeniyle doğal bir dişin estetik özelliklerini taklit etmeyi zorlaştırmaktadır.<sup>3</sup> Artan estetik talepler ve biyouyumluluk özellikleri nedeniyle sabit kron ve bölümlü protezlerin üretiminde tam seramiklerin kullanımı giderek artış göstermektedir.<sup>4,5</sup>

Tam seramik restorasyonların; mükemmel estetik, renk stabilitesi, yüksek aşınma ve kimyasal direnci, biyouyumlu olması<sup>3</sup>, marjin uyumunun çok iyi olması<sup>6</sup> ve bakteri adezyonunu artırmaması<sup>7</sup> gibi olumlu karakteristik özellikleri bulunmaktadır. Bununla birlikte, tam seramik sistemler, metal-seramik sistemler ile karşılaştırıldığında mekanik dayanıklılık özellikleri daha düşüktür.<sup>8</sup>

Zirkonya esaslı restorasyonların klinik başarısı ile ilgili çalışmaların çoğu diş destekli sabit protezler üzerine yoğunlaşmaktadır.<sup>9-11</sup> İmplant destekli tam seramik restorasyonlarla ilgili çalışmalar kısıtlı sayıda bulunmaktadır.<sup>2,12,13</sup>

Bu derlemenin amacı, diş destekli veya implant destekli zirkonya esaslı sabit restorasyonların sağ kalım ve klinik başarı oranlarını analiz etmek, meydana gelen komplikasyonları tartışmaktır. Bununla birlikte zirkonya alt yapı üzerine veneer seramiği uygulama teknikleri ve alt yapı tasarımını inceleyerek klinisyene zirkonya esaslı restorasyonların ne zaman ve nerede kullanımının uygun olduğuna karar vermede yardımcı olmaktadır.

Tam seramik restorasyonların mekanik dayanımını artırmak için farklı kor materyalleri

kullanılmıştır. Son zamanlarda yttrium ile stabilize edilmiş tetragonal zirkonya polikristalleri (Y-TZP), CAD-CAM teknolojisi ile üretilmektedir.<sup>1,4,10</sup> Zirkonya, kimyasal olarak bir oksit ve teknolojik olarak seramik materyalidir.<sup>14</sup> Camsı bir matris içermeyen polikristal bir malzemedir.<sup>15,16</sup> Suda çözünmez, toksik değildir, bakteri tutulumu az, radyopak ve korozyon potansiyeli düşüktür.<sup>14</sup> Saf zirkonya polimorfik bir materyaldir.<sup>17</sup> Sıcaklık değişimine bağlı olarak monoklinik (oda sıcaklığından 1170°C ye kadar), tetragonal (1170°C-2370°C) ve kübik (2370°C-ergime sıcaklığına kadar) olmak üzere üç farklı kristal fazda bulunur.<sup>14</sup>

Oda sıcaklığında monoklinik bir kristal halinde bulunur, daha sonra sinterleme değişiklikleri ile tetragonal ve kübik kristal halinde durumlara dönüşür. Her iki faz durumunda da soğutulduğunda monoklinik faza geri dönecektir. Tetragonal fazdan monoklinik faza dönüşümü kolaylaştıracak su/nem ve mekanik işlemleri içeren polisaj uygulamaları malzemeyi zayıflatabilmektedir.<sup>16</sup>

Zirkonyayı oda sıcaklığında tetragonal fazda stabilize etmek için materyale magnezyum, seryum, yttrium ve kalsiyum gibi metal oksitler ilave edilmektedir.<sup>16,17</sup> Yttrium oksit ( $Y_2O_3$ ) zirkonyanın stabilize edilmesinde en çok kullanılan oksittir.<sup>18</sup> Yttrium oksit ile kısmen stabilize edilmiş zirkonya ve yttrium ile stabilize edilmiş tetragonal polikristallerin her ikisi de materyalin kırılma tokluğunu artırmaktadır.<sup>3</sup> Y-TZP materyalinin bünyesinde bir çatlak oluştuğunda, grenler enerjii emmekte ve bu enerji kristallerin tetragonal fazdan monoklinik faza dönüşümüne neden olmaktadır.<sup>19</sup> Tetragonal-monoklinik faz dönüşümü esnasında zirkonyum tanelerinde yaklaşık %4 oranında bir hacim artışı oluşmaktadır.<sup>17</sup> Lokal sıkıştırma stres alanları çatlakın daha fazla ilerlemesini engellemektedir. Bu durum sertleştirme (transformasyon) mekanizması olarak adlandırılmaktadır.<sup>19</sup> Zirkonya sertleştirme mekanizması özelliğine sahip olması nedeniyle yüksek bükülme

dayanımı ve kırılma tokluğu gibi fiziksel özellikler ile karakterize edilmektedir.<sup>5</sup>

Genel olarak diş hekimliğinde kullanılan üç tip zirkonya içerikli seramik vardır. Bunlar zirkonya ile güçlendirilmiş cam infiltre alümina seramik (ZTA), Magnezyum katyonlu kısmi stabil zirkonya polikristali (Mg-PZT) ve %3 mol yitrium ilave edilmiş tetragonal zirkonya polikristali (Y-TZP)'dir.<sup>17</sup>

Y-TZP, faz-dönüşüm sertleştirme mekanizması nedeniyle 900-1200 MPa yüksek bükülme dayanımı ve 9-10 MPa/m<sup>1/2</sup> kırılma direnci değerleri göstermektedir.<sup>7,13</sup> Diş hekimliği uygulamalarında zirkonya; kök-kanal postlarından, ortodontik braket, kron ve köprü protezlerinde kor materyali, implant dayanakları ve hatta tam seramik implantlar olmak üzere geniş bir kullanım alanına sahiptir.<sup>14</sup>

Zirkonya alt yapılar, CAD/CAM teknolojisi kullanılarak yarı sinterize (pre-sinterize) blokların yumuşak işlenmesi (soft-machining) veya tam sinterize blokların sert işlenmesi (hard-machining) olmak üzere iki farklı teknik ile üretilebilmektedir.<sup>18,20</sup> Yumuşak işlemede, kısmi sinterize ya da yeşil bloklardan büyütülmüş boyutlarda alt yapı millenir.<sup>21</sup> Daha sonra normalden büyük boyutta hazırlanan alt yapı sinterlenir. Böylece millenen alt yapı yaklaşık %25 oranında büzülme uğrayarak tam dayanıklı hale gelir.<sup>17</sup> Bu sistemin materyalin kırılması/kopması ve aletlerin aşınması olmaksızın kolay işlenebilir olması gibi olumlu özelliği bulunmaktadır.<sup>21</sup> Sert işlemede ise, yüksek yoğunluğa sahip (daha dayanıklı ve homojen) zirkonyum bloktan restorasyon esas boyutunda şekillendirilmektedir. Bu tip zirkonyum bloklara HIPed (hot isostatic pressed) zirkonya da denilmektedir.<sup>17</sup> Bu sistemde sinterleme sonrası büzülme olmadığı için üretilen alt yapıların uyumu oldukça iyidir. Bununla birlikte aletin aşınması ve işlemenin zor olması gibi olumsuz özellikleri bulunmaktadır.<sup>21</sup>

## **GEREÇ VE YÖNTEM**

Zirkonya esaslı restorasyonlar ile ilgili çalışmalar için PubMed, Cochrane Library ve Science Direct'de 2006 ve 2017 yılları arasında tarama yapıldı. Yapılan taramada zirkonya, zirkonyum-seramik, sabit bölümlü protezler, kron, dental implant, tam seramik, komplikasyon, chipping, presleme ya da tabakalama tekniği, alt yapı tasarımı ve bu anahtar kelimelerin farklı kombinasyonları değerlendirildi. Araştırmaların başlıkları ve özetleri incelemelere dahil edilmek üzere iki bağımsız araştırmacı tarafından tarama gerçekleştirildi. Tarama sonucu konuya ilişkin 381 makaleye ulaşıldı. Konu kapsamı dahilinde; üç yıldan daha az takip süresi olanlar, hayvan çalışmaları ve vaka raporları değerlendirme dışı bırakılarak 47 makale incelemeye uygun görüldü. İncelenen yayınların; 5'i sistematik derleme, 2'si derleme, 8'i in vitro ve 32'i in vivo çalışma idi. 32 in vivo çalışmanın ise, 19'u prospektif, 7'si retrospektif, 6'sı randomize (3'si prospektif-kohort, 1'i de retrospektif-kohort) çalışma idi. İn vitro çalışmalar, zirkonya esaslı restorasyonlarda rapor edilen bazı problemleri elimine etmek için gerçekleştirilen yaklaşımlar (üretim tekniği, alt yapı tasarımı) ve zirkonyanın mekanik davranışı ile ilgili çalışmalardır. Alt yapı tasarımı ve üretim tekniği ile ilgili yeterli klinik çalışma bulunmadığından zirkonyanın mekanik davranışı ile ilgili daha ayrıntılı bilgiye ulaşmak için derlememize 8 invitro çalışma da eklenmiştir.

Değerlendirilen 47 makaleden; 14 klinik çalışma konu kapsamı dahilinde incelemeye uygun görüldü.

## **BULGULAR VE TARTIŞMA**

### ***Zirkonya Esaslı Protetik Restorasyonlarda Görülen Komplikasyonlar***

Genel olarak zirkonya destekli restorasyonlarda biyolojik ve teknik olmak üzere iki tip klinik problem gözlenmektedir.<sup>22</sup> Çürük ve ayak dişin vitalitesinin kaybı gibi sorunlar biyolojik başarısızlıklar ile ilgilidir. Bununla birlikte retansiyon kaybı, veneer seramiğinde görülen kopma ve kırılmalar ise, en sık görülen teknik

başarısızlıklardır.<sup>22</sup> Zirkonya esaslı restorasyonlarda meydana gelen komplikasyonlar ve bunların görülme sıklığı ile ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur (Tablo I).

**Tablo I.** Zirkonya Destekli Sabit Restorasyonlarda Görülen Komplasyonlar

Yazar/Yıl	Komplikasyon Sayısı	Görülen Komplasyon	Görülme sıklığı (insidans) (%)
Sailer <sup>44</sup> ve diğerleri (2006)	7	3 sekonder çürük 1 ayak dişte kırılma 1 retansiyon kaybı 1 endodontik sorun 1 veneer materyalinde kopma	% 15.2
Sailer <sup>29</sup> ve diğerleri (2007)	12	6 sekonder çürük 2 ayak dişte kırılma 1 alt yapıda kırılma 1 retansiyon kaybı 1 veneer seramiğinde büyük kırılma 1 endodontik sorun	%26.1
Molin ve Karlsson <sup>11</sup> (2008)	1	1 retansiyon kaybı	%5.2
Wolfart <sup>40</sup> ve diğerleri (2009)	13	Kontrol grubu: 3 biyolojik komplikasyon 3 teknik komplikasyon Kantilever tasarımı: 4 biyolojik komplikasyon 3 teknik komplikasyon	% 21 % 13 % 15 % 12
Beuer <sup>42</sup> ve diğerleri (2010)	8	5 teknik komplikasyon 3 biyolojik komplikasyon	% 7.4 % 4.4
Tartaglia <sup>22</sup> ve diğerleri (2011)	23	11 veneer porseleninde kırılma 12 retansiyon kaybı	% 2.4 % 2.6
Vigolo ve Mutinelli <sup>45</sup> (2012)	17	Teknik komplikasyon (veneer porseleninde büyük ve küçük kopma/kırılma) 3 metal seramik 14 tam seramik	% 16 % 36
Pelaez <sup>2</sup> ve diğerleri (2012)	3	1 biyolojik komplikasyon (longitudinal kök kırığı) 2 veneer porseleninde kopma	% 5 % 10
Rinke <sup>30</sup> ve diğerleri (2013)	19	12 teknik komplikasyon 4 alt yapı kırığı (kor kırığı) 4 veneer seramiğinde kırık 4 retansiyon kaybı (çürükle sonuçlanmış) 6 biyolojik komplikasyon 3 marjinal sekonder çürük 2 periodontal lezyon 1 kök kırığı 1 nedeni bilinmeyen	% 19.1
Spies <sup>13</sup> ve diğerleri (2015)	11 (tek kron) 1 (sabit köprü)	12 veneer seramiğinde ciddi kopma ve kırılması (chipping)	% 23.4 (tek kron) % 6.2 (üç üyeli köprü)
Solá-Ruiz <sup>25</sup> ve diğerleri (2015)	9	4 veneer seramiğinde kopma 2 simantasyon başarısızlığı 2 sekonder çürük 1 endodontik tedavi	% 14.8 % 7.4 % 7.4 % 3.7
Naenni <sup>14</sup> ve diğerleri (2015)	12	5 veneer porseleninde küçük kopma 7 veneer porseleninde büyük kırılma ve kopma	% 13.8 % 19.4
Nicolaisen <sup>8</sup> ve diğerleri (2016)	9	8 teknik komplikasyon 3 metal-seramik (chipping) 5 tam seramik (chipping) 1 biyolojik komplikasyon (Metal-seramik/apikal lezyon)	% 25 % 23 % 3
Larsson <sup>31</sup> ve diğerleri (2016)	9	Teknik komplikasyon (chipping) 2 (ZTA/ In-Ceram Zirconia) 7 (Y-TZP/Denzir)	% 18 % 69

(Y-TZP: Yttrium ile stabilize edilmiş tetragonal zirkonya polikristalleri, ZTA: Zirkonya ile sertleştirilmiş alümina seramikler)

### Biyolojik komplikasyonlar

Diş destekli restorasyonlarda görülen biyolojik komplikasyonlar; ayak dişin vitalite kaybı, dental çürük ve tekrarlayan periodontitis nedeni ile restorasyonun kaybıdır. İmplant destekli restorasyonlarda görülen biyolojik komplikasyonlar ise, yumuşak doku komplikasyonları ve peri-implantitis'dir.<sup>23</sup>

Nicolaisen<sup>8</sup> ve diğerleri üç üyeli posterior metal-seramik ve zirkonya esaslı tam seramik restorasyonların 3 yıllık klinik sonuçlarını karşılaştırdıkları klinik çalışmada; her iki restorasyon grubunda da %100 oranında yüksek bir sağ kalım oranı elde edildiği bildirilmiştir. Başarı oranları ise, metal-seramik ve zirkonya esaslı tam seramik restorasyonlarda sırasıyla

%76 ve %71 olarak bulunmuştur. Her iki restorasyon grubunda en sık görülen komplikasyonun veneer porseleninde kopma olduğu ve ayrıca biyolojik komplikasyon görülme oranının ise, nadir olduğu (1 radyografik apikal lezyon) belirtilmiştir. Biyolojik komplikasyon görülme sıklığının az olmasının nedeni katı kurallı ve uygun vaka seçimi olarak öngörülmüştür.<sup>8</sup>

### Teknik komplikasyonlar

Diş destekli restorasyonlarda görülen teknik komplikasyonlar retansiyon kaybı, alt yapı kırığı ve veneer porseleninde görülen kopma ve kırılmalarıdır.<sup>23</sup> Bununla birlikte implant üstü restorasyonlarda görülen komplikasyonlar ise, veneer materyal kırığı, alt yapı kırığı, dayanak ya da okluzal vida gevşemesi, retansiyon kaybıdır.<sup>24</sup> İmplant, dayanak ve okluzal vida kırığı gibi parçaların kırığı nadir görülen komplikasyonlardır.<sup>23</sup>

Zirkonya esaslı tam seramik sabit restorasyonlarda en sık karşılaşılan problemlerden birisi veneer porseleninde görülen kopma ve kırılmadır.<sup>1,25,26</sup> Kor (alt yapı) ve veneer materyalinin ısıl genleşme katsayısındaki farklılıklar nedeniyle oluşan rezidüel gerilim, veneer seramiğinin kor materyalini ıslatabilirliğinin düşük olması, porselen fırınlanmasından kaynaklanan sıkıştırma, veneer ve kor materyalinin ısıtma ve soğuma işlemlerinde uygulanan protokol, ısıl değişiklikler ya da uygulanan kuvvetler nedeniyle kor-porselen veneer materyalinin arayüzünde oluşan zirkonyum di oksitin kristal faz dönüşümü, üretim esnasında oluşan doğal defektler, veneer seramiğinin uygulanma tekniği (tabakalama/enjeksiyon), veneer seramiğinin yetersiz kalınlığı ve okluzal travma gibi bazı faktörler chipping görülme sıklığını etkilemektedir.<sup>25</sup> Bununla birlikte veneer seramiğinin eşit kalınlıkta olmasını sağlayacak ideal bir boşluğa olanak veren alt yapı tasarımı da veneer seramiğindeki kopma ya da kırılma riski ile ilgili klinik bir faktördür.<sup>15</sup>

Heintze ve Rousson<sup>9</sup> zirkonya esaslı restorasyonlarda görülen veneer porselenindeki kopma ya da kırılmaları; restorasyonun tamir gerektirmesine ve ciddiyetine göre üç seviyede sınıflandırmışlardır:

Seviye 1: küçük yüzey kopması, restorasyon yüzeyi parlatma ile tedavi edilebilir

Seviye 2: orta derecede yüzey kopması, rezin kompozit tamir sistemi kullanılarak tedavi edilebilir

Seviye 3: zirkonyum alt yapının açığa çıkmasına neden olan şiddetli veneer seramik kopması, hasar görmüş protezin değiştirilmesi gerekir.

Heintze ve Rousson<sup>9</sup>, Solá-Ruíz<sup>25</sup>, Raigrodski<sup>27</sup> zirkonya esaslı sabit restorasyonlarda en sık görülen veneer porseleni kopmasının (chipping) seviye 1 ve 2'de olduğunu ve restorasyon başarısızlığını içermediğini belirtmişlerdir.

Veneer porseleninde görülen kopma oranını azaltmak için alt yapının (kor) anatomik tasarımı, porselen fırınlanması esnasında uygulanan yavaş soğutma ve ısıtma protokolleri ve tabakalama tekniği ile veneerleme işlemi yerine lityum di silikat ya da preslenebilen porselen kullanımı gibi girişimler uygulanmaktadır.<sup>27,28</sup> Diğer bir yaklaşım da sadece estetik olarak gerekli olan yerlerde zirkonyanın minimal porselen ile veneerlenmesi ya da monolitik zirkonya materyallerinin kullanılması ile veneer porselenin kırılmasının önlenmesidir.<sup>28</sup>

Zirkonya alt yapı nadiren hasar görmektedir.<sup>21</sup> Alt yapı kırığı in vivo olarak yapılan birkaç klinik çalışmada rapor edilmiştir.<sup>29,30</sup> Sailer<sup>29</sup> ve diğerleri'nin yaptıkları 5 yıllık prospektif çalışmada 3-5 üyeli posterior zirkonya esaslı sabit restorasyonlarda 38 ay klinik kullanım sonrasında travmaya bağlı 5- üyeli zirkonya alt yapıda kırık olduğu bildirilmiştir. Zirkonya alt yapıda görülen kırığın konnektör bölgesinde birinci molar ile ikinci premolar arasındaki gövdede olduğu ve

5 yıllık takip sonrası alt yapı başarı oranının %97.8 olduğu belirtilmiştir.<sup>29</sup>

Rinke<sup>30</sup> ve diğerleri 3-4 üyeli posterior zirkonya esaslı sabit restorasyonların ortalama 7 yıllık süre sonrasında değerlendirdikleri prospektif çalışmada; restorasyonun yenilenmesini gerektiren 4 adet alt yapı kırığı olduğunu tespit etmişlerdir. Alt yapı başarı oranının %93.8 olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Posterior bölgede alt yapı kırığı, yumuşak milled tekniği ile yapılmış sabit restorasyonlarda kısa ve orta süreli klinik çalışmalarda %8 kırılma oranı ile nadir olarak görüldüğü bildirilmiştir.<sup>9,17,30</sup>

Al-Amleh<sup>17</sup> ve diğerlerinin yaptıkları bir derlemede, sert milled (hard-milled) tekniği ile üretilmiş sıcak izostatik presleme (HIP) zirkonya alt yapı tokluğu (dayanıklılığı) nedeniyle HIP zirkonya ile desteklenen restorasyonlarda kırık görülmediği sonucuna varmışlardır.

Zirkonya esaslı restorasyonlar, metal-seramik restorasyonlar ile karşılaştırıldığında iki önemli dezavantaja sahiptir.<sup>17</sup> Bunlardan biri klinik olarak chipping kırılmaları olarak belirtilen veneer porselenindeki kırılma ve kopmalardır.<sup>25</sup> Diğer ise, su varlığında zirkonyanın doğal olarak yapısında meydana gelen yaşlanma problemi.<sup>17</sup> Bu yaşlanma, aynı zamanda düşük sıcaklık bozulması (degradasyonu) olarak da bilinmektedir. Nemli ortamlarda ve düşük sıcaklıklarda (150-400 °C) zirkonya gren yapılarının tetragonal fazdan daha stabil olan monoklinik faza dönüşmesidir.<sup>2</sup> Zirkonya kristallerinin bu faz dönüşümü (tetragonal → monoklinik) mekanik özelliklerin zayıflamasına neden olan kristal hacminde artışla (%4-5) sonuçlanır.<sup>25</sup> Bu durum zirkonya alt yapılarda makro ve mikro çatlakların oluşması gibi başarısızlıklara neden olabilir.<sup>17</sup>

Zirkonya esaslı restorasyonlar; diş ya da implant destekli olarak hem kron hem de köprü protezlerinde kullanılabilir.<sup>13,22</sup> Tam seramik restorasyonlarda sağ kalım oranının 2

ile 5 yıl klinik kullanım sonrası %88 ile %100 aynı zamanda 5-15 yıl klinik kullanım sonrasında ise, %97 olarak bildirilmiştir.<sup>21</sup>

Pjetursson<sup>23</sup> ve diğerleri yaptıkları sistematik derlemede; beş yıllık takip süreci sonrasında restrasyonların sağ kalım oranları konvansiyonel diş destekli sabit protezlerde %93.8, kantilever sabit protezlerde %91.4, sadece implant destekli sabit protezlerde %95.2, hem diş hem de implant destekli protezlerde %95.5, implant destekli tek kronlarda ise, %94.5 olarak rapor edilmiştir. 10 yıllık takip süreci sonrası ise, sağ kalım oranlarının konvansiyonel diş destekli sabit protezlerde %89.2, kantilever sabit protezlerde %80.3, implant destekli sabit protezlerde %86.7, hem diş hem de implant destekli sabit protezlerde %77.8, implant destekli tek kronlarda %89.4'e düşmesi tahmin edilmiştir. Yüksek sağ kalım oranları gözlenmesine karşılık implant destekli sabit protezlerde 5 yıllık takip süresi sonrasında %38.7, konvansiyonel diş destekli sabit protezlerde %15.7 ve kantilever sabit protezlerde %20.6 oranında komplikasyon bildirilmiştir. Konvansiyonel diş destekli sabit protezlerde seramik kırığı ya da kopması komplikasyonu (%2.9), tamamen implant destekli restorasyonlarla (%8.8) karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur. En sık görülen teknik komplikasyonların veneer materyalinde kırılma (seramik kırılması ya da kopması), dayanak ya da vida gevşemesi ve retansiyon kaybı olduğu belirtilmiştir.

Zirkonya esaslı protetik restorasyonlar ile ilgili kısa ve uzun dönem klinik performansları ve sağ kalım oranlarını içeren birçok çalışma bulunmaktadır (Tablo II).

**Tablo II.** Zirkonya Destekli Sabit Restorasyonların Klinik Performansı

Yazar/Yıl	Materyal	Restorasyon Tipi	Tablo Süresi	Ornak Sayısı	Alt yapı başarısızlığı	Veneer materyalinde kırılma	Diş kalım oranı
Sakari <sup>22</sup> ve diğerleri (2006)	Yüksekten seramik kölemler (Bijeliler destekli) (Bijeliler destekli sistem)	3-5 yıllık posterior köprü	3 yıl	46	0	%13	%84.8
Sakari <sup>22</sup> ve diğerleri (2007)	Cam	3-5 yıllık posterior köprü	5 yıl	33	1	%15.2	%73.9
Melis ve Karlıoğlu <sup>24</sup> (2009)	Danite	3-5 yıllık köprü	5 yıl	19	0	0	%100
Widmer <sup>25</sup> ve diğerleri (2009)	CerconBase	3-4 yıllık Posterior köprü	4 yıl	58	0	Kantilev: %13 Kantilever olmayan: %12	Kantilev: %96 Kantilever olmayan: %92
Bauer <sup>26</sup> ve diğerleri (2009)	IPS e.max ZirCAD (Bijeliler destekli)	Tek kron/ 2-4 dişli köprü	3 yıl	50 tek kron/ 18 köprü	Diş kalım oranı: 0 Tek kron: 0	Diş kalım oranı: 0 Tek kron: 0	%88.2
Tatagiba <sup>27</sup> ve diğerleri (2011)	Tam seramik Zirconia (ZrO2) / Nitec	Tek kron/ 2-4 dişli köprü	3 yıl	238 kron/ 225 köprü	0	Diş kalım oranı: 0 Tek kron: 0	%98.2
Vagstad ve Manuelli <sup>28</sup> (2012)	Metall-seramik Tam seramik (Zirkonya destekli) Lava: IM ESPE Proceer: Nobel Biocare	Tek dişli posterior kron	5 yıl	58	0	Metall-seramik: %16 Lava: %36 Proceer: %36	Metall-seramik: %95 Lava: %95 Proceer: %79
Pikler <sup>29</sup> ve diğerleri (2012)	Tam seramik Lava: IM ESPE	3 dişli posterior köprü	3 yıl	20	0	%10	%95
Ranka <sup>30</sup> ve diğerleri (2013)	CerconBase	3-4 dişli köprü	7 yıl	99	4	%28	%83.4
Spini <sup>31</sup> ve diğerleri (2013)	Tam seramik Proceer: Nobel Biocare	Tek kron/ 2-4 dişli köprü	5 yıl	63 kron/ 27 köprü	0	%42.8-62	Kron: %76 Köprü: %83.8
Sola-Rau <sup>32</sup> ve diğerleri (2015)	Tam seramik (Zirkonya destekli) Lava: IM ESPE	3-6 dişli Anterior köprü	7 yıl	27	0	%14.8	%88.8
Nasser <sup>33</sup> ve diğerleri (2015)	Y-TZP IPS e.max ZirCAD (Bijeliler destekli)	3 dişli posterior köprü	3 yıl	40	0	Probleme: %40 Tahribata: %20	%100
Neukircher ve diğerleri (2016)	Metall-seramik (Alu-P) Zirkonya alt yapı IPS e.max ZirCAD (Bijeliler destekli)	3 dişli posterior köprü	3 yıl	17 metal alt yapı 17 zirkonya alt yapı	0	%25	%100
Larsson <sup>34</sup> ve diğerleri (2016)	Y-TZP (Özelen, Anomix) ZTA (In-Ceram, Zirconia Vitre)	2-5 dişli köprü	10 yıl	25	0	Y-TZP: %69 ZTA: %18	%100

(Y-TZP: Yttrium ile stabilize edilmiş tetragonal zirkonya polikristalleri, ZTA: Zirkonya ile sertleştirilmiş alümina seramikler)

Zirkonya esaslı restorasyonlar ile ilgili yapılan klinik çalışmalarda restorasyonların değerlendirilmesinde; modifiye Kaliforniya Diş hekimliği Birliği (CDA) kalite değerlendirme sistemi<sup>1,2,10,31</sup> ya da modifiye edilmiş Birleşik Devletler Halk Sağlığı Hizmeti (USPHS) kriterleri kullanılmıştır.<sup>7,15, 32-34</sup>

Restorasyonlar; klinik olarak modifiye Kaliforniya Diş hekimliği Birliği (CDA) kalite değerlendirme sistemine göre mükemmel, kabul edilebilir, düzeltilebilir ve kabul edilemez olarak skorlandırılır.<sup>31</sup> (Tablo III)

**Tablo III.** Modifiye Kaliforniya Diş Hekimliği Birliği Kalite Değerlendirme Sistemine göre Yüzey Sınıflandırılması

Kalite Durumu	Kriterler
Mükemmel	Restorasyonun yüzeyi düzgün Konuşma dokularında iritasyon yok
Kabul edilebilir	Restorasyonun yüzeyi hafif pürüzlü ya da çukurlu Parlatılabilir fakat gerekli değil
Düzeltililebilir	Yüzey düzensizliği veya fonksiyonel anatomiyi değiştirmeyen parçalanmalar, kopmalar Parlatılabilir
Kabul edilemez	Kırık, parlatma ile düzeltilemez Anatomik form, fonksiyonel olarak yetersiz (oklüzal veya aproksimal kontak kaybı gibi)

Birleşik Devletler Halk Sağlığı Hizmeti (USPHS) kriterlerine göre; alt yapı kırığı, veneer seramik materyalinde kopma/kırılma, oklüzal pürüzlülük, marjinal bütünlük ve restorasyonların konturları olmak üzere beş parametre değerlendirilmektedir.<sup>33</sup> Restorasyonda problem olmadığı zaman Alfa (A), küçük fakat klinik olarak kabul edilebilir bir defekt mevcut ise Bravo (B), defekt klinik olarak kabul edilemez bir seviyeye ulaşmışsa Charlie (C) ve defekt nedeniyle restorasyonun yenilenmesi gerekiyorsa Delta (D) olarak skorlandırma yapılmaktadır<sup>15</sup> (Tablo IV). Restorasyonda C veya D skoru yok ise başarılı,

C skoru olanlarda restorasyon sağ kalmış durumda ve D skoru var ise restorasyon başarısız olmuştur.<sup>33</sup>

**Tablo IV.** Birleşmiş Milletler Halk Sağlığı Hizmeti Kriterleri (USPHS kriterleri)

	Alfa (A)	Bravo (B)	Charlie (C)	Delta (D)
Alt yapı (kor) kırığı	Yok			Var
Veneer materyalinde kırılma	Yok	Kopma/kırılma var Parlatılması mümkün	Kopma ya da kırılma alt yapıya uzanıyor	Yeni restorasyon gerekli
Oklüzal aşınma	Restorasyonda veya karşıt dişte aşınma yok	Restorasyon veya karşıt dişte aşınma < 2mm	Restorasyon veya karşıt dişte aşınma > 2mm	Yeni restorasyon gerekli
Marjinal bütünlük	Sondun takılmaması	Sondun hafif takılması, Aralık gözlenmemesi	Sond dişe ile restorasyon arasındaki aralığa takılması, dentin ve sementinin açığa çıkması	Yeni restorasyon gerekli
Anatomik form	İdeal anatomik şekilli Proksimal kontak iyi	Hafif derecede Aşırı ya da az konturlu Zayıf proksimal kontak	Çok fazla aşırı ya da az konturlu Proksimal kontaklar açık	Yeni restorasyon gerekli

Roediger<sup>4</sup> ve diğerleri yaptıkları prospektif çalışmada en fazla yan yana iki komşu diş eksikliği olan 75 hasta, 99 zirkonya esaslı restorasyon ile tedavi edildiği ve bu restorasyonların 4 yıllık (ortalama 50 ay) klinik takip sonrası sağ kalım ve başarı oranını değerlendirmişlerdir. Zirkonya alt yapıları (Cercon; Degudent), alt yapı ile uyumlu olan seramik materyali [(termal ekspansiyon katsayısı (TEC): 8.5  $\mu\text{m}/\text{mK}$ )] ve Cercon CeramS (TEC: 9.5  $\mu\text{m}/\text{mK}$ ) kullanılarak tabakalama tekniği ile veneerlemiştir. Restorasyonları 6 aylık aralıklarla değerlendirmişlerdir. 48 ay takip süresi sonrasında sağ kalım oranı %94 olarak bildirmişlerdir. 4 teknik komplikasyon ve 3 biyolojik komplikasyon nedeni ile restorasyonda kayıp izlemiştir. 13 restorasyonda parlatma işlemi gerektiren veneer porseleninde kopma (%13), 6 retansiyon kaybı (yeniden simantasyon gerektiren), 3 çürük lezyonu ve 1 vitalite kaybı (endodontik tedavi gerektiren) görüldüğünü belirtmişlerdir. Başarı oranları ise, deney grubunda %91.6 ve Ceram-S grubunda ise, %88 bulunmuş olup iki veneer materyali arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlememişlerdir.

Schwarz<sup>35</sup> ve diğerleri yaptıkları retrospektif çalışmada implant destekli tam seramik ve metal-seramik tek kronlarda görülen veneer porseleninde kopma (chipping) oranını karşılaştırmışlardır. 153 hastada (%51.7 erkek, yaş ortalaması: 55) 232 adet simante implant

destekli tek kron tedavisi yapmışlardır. 179 kronunda metal alt yapı (altın alaşımı) ve 53 kronunda ise, tam seramik (zirkonya alt yapı/Cercon, Degudent- cam seramik veneer materyali) kullanılmıştır. 5.8 yıllık izleme periyodu esnasında tam seramik kronlarda %24.5 oranında ve metal-seramik kronlarda ise, %9.5 oranında veneer porseleninde kopma rapor etmişlerdir. Abutment vida gevşemesi ve kron kırığı komplikasyonlarının olmadığını belirtmişlerdir. Zirkonya esaslı tam seramik restorasyonlarda sağ kalım oranının %86.8 ve metal-seramik restorasyonlarda ise, %98.3 olduğunu bildirmişlerdir.

Nejatidanesh<sup>1</sup> ve diğerleri yaptıkları retrospektif çalışmada implant ve diş destekli zirkonyum esaslı tek kronların 7 yıllık klinik sonuçlarını değerlendirmişlerdir. 261 hastada ya diş (324) ya da implant (232) destekli olarak tedavisi gerçekleştirilen 556 tek kron 3-7 yıllık takip süresince incelemiştir (ortalama gözlem süresi: diş destekli kronlarda 60.70 ay ve implant destekli kronlarda 59.20 ay) Kaliforniya Dişhekimliği Birliği (CDA) kalite değerlendirme sistemi, restorasyonların ve Görsel analog skalaları (VAS) ise, hasta ve hekim memnuniyetinin değerlendirilmesinde kullanmışlardır. Yumuşak doku durumları; plak ve gingival indeks skorları, sondlamada kanama ve cep derinlikleri gibi parametreler kullanarak değerlendirmişlerdir. İmplant ve diş destekli kronlarda 5 yıllık Kaplan-Meier sağ kalım oranları sırasıyla 98.3 ve 97.3 olduğu, kronların birçoğunda CDA oranlarının mükemmel ya da kabul edilebilir (%99.5) düzeyde olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Veneer porseleninde kopma (3), implant kaybı (1) ve diş çekimi (5) gibi başarısızlıklar kronların yenilenmesini gerektirmiştir. Hem hasta hem de klinisyen için VAS skorları yüksek bulunmuş olup ayrıca yumuşak doku parametreleri de restorasyonlar kontrol dişler ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir.<sup>1</sup>

İmplant destekli çok üyeli zirkonyum esaslı restorasyonlar (%10-40), diş destekli çok

üyelı zirkonyum esaslı restorasyonlar ile karşılaştırıldığında; veneer porseleninde daha yüksek oranda kırılma (chipping) gözlemlendiği rapor edilmiştir.<sup>23</sup> Bu sonuç dental implantların etrafındaki periodontal ligamentin olmaması ve okluzal streslerin direkt olarak kemiğe iletilmesi ile ilgili olabileceği bildirilmiştir.<sup>2</sup>

### Zirkonya alt yapı tasarımına ilişkin mekanik komplikasyonlar

Alt yapı (kor) tasarımı, tam seramik sabit restorasyonların yük taşıma kapasitesi sebebiyle çok önemli bir faktördür.<sup>36</sup> Tam seramik sabit restorasyonlarda ideal zirkonya alt yapı tasarımının araştırıldığı birkaç çalışma gerçekleştirilmiştir.<sup>36-39</sup> İdeal kor yapısı tasarımı; minimum 0,7 mm kalınlığında olan, düzgün ve yuvarlak, anatomik olarak şekillendirilmiş, 0.8-2.0 mm eşit kalınlıkta veneer materyaline izin veren ve destekleyen bir yapıda olması gerektiği bilinmektedir.<sup>36</sup>

Klinik çalışmalarda kullanılan zirkonya alt yapı ve veneer seramik materyali, konnektör boyutları ve hangi veneerleme tekniğinin kullanıldığına ilişkin mevcut çalışmalar tablo V’de yer almaktadır.

**Tablo V.** Zirkonya Destekli Restorasyonlarda Zirkonya-Seramik Sistemler ve Veneer Seramiğinin Uygulanma Tekniğine İlişkin Çalışmalar

Yazar / Yıl	Zirkonya-Seramik Sistemler	Konnektör Boyutları	Veneer Seramiğinin Uygulanma Tekniği
Sailer <sup>38</sup> ve diğerleri (2006)	A: Direkt seramik işleme V: Yeni bir veneer seramik	Konnektör: 7 mm <sup>2</sup> (3 üyelı) 9 mm <sup>2</sup> (4 üyelı) 11 mm <sup>2</sup> (5 üyelı)	Tabakalama tekniği
Sailer <sup>38</sup> ve diğerleri (2007)	A: Cerecon V: Yeni bir veneer seramiği	Bilgi verilmemiş	Tabakalama tekniği
Mullis ve Karlsson <sup>41</sup> (2008)	A: Denizir V: Vira D IPS Empress	Konnektör: 9 mm <sup>2</sup>	Tabakalama/Presleme tekniği
Wolffart <sup>39</sup> ve diğerleri (2009)	A: Cerecon V: CereconCeramiS Cerecon Ceram Express	Konnektör: 9 mm <sup>2</sup>	Tabakalama/Presleme tekniği
Beuer <sup>40</sup> ve diğerleri (2010)	A: IPS e.max ZirCAD V: IPS e.max Ceram	Bilgi verilmemiş	Tabakalama tekniği
Tasoglu <sup>42</sup> ve diğerleri (2011)	A: Zirconia V: CZR Noritake Kizai	Bilgi verilmemiş	Tabakalama tekniği
Vigolo ve Martinelli <sup>43</sup> (2012)	A: Lava Procera V: Lava Ceram NobelRondo Zirconia	Bilgi verilmemiş	Tabakalama tekniği
Pekarec ve diğerleri (2012)	A: Lava V: Lava Ceram	Konnektör: 9 mm <sup>2</sup> (en az)	Tabakalama tekniği
Rinke <sup>44</sup> ve diğerleri (2013)	A: Cerecon Base V: Cerecon Ceram-S	Konnektör ≥ 9 mm <sup>2</sup> (minimum 9 mm <sup>2</sup> )	Tabakalama tekniği
Spies <sup>45</sup> ve diğerleri (2015)	A: Procera V: NobelRondo Zirconia	Bilgi verilmemiş	Tabakalama tekniği
Sala-Ruiz <sup>46</sup> ve diğerleri (2015)	A: Lava V: Lava Ceram	Konnektör: 7 mm <sup>2</sup>	Tabakalama tekniği
Nasuni <sup>47</sup> ve diğerleri (2015)	A: IPS e.max ZirCAD V: IPS e.max ZirPress IPS e.max Ceram	Bilgi verilmemiş	Tabakalama/Presleme tekniği
Nicolaisen <sup>48</sup> ve diğerleri (2016)	A: BeCe CAD Zirconia, BEGO V: VITA VM 9	Konnektör: 16 mm <sup>2</sup>	Tabakalama tekniği
Larsson <sup>49</sup> ve diğerleri (2016)	A: Denizir In-Ceram Zirconia V: Espridont TriCeram V: Intra-align	Bilgi verilmemiş	Tabakalama tekniği

(A: Alt yapı V: Veneer Seramiği)

Bu çalışmalarda, zirkonya alt yapıların en az 0.5 mm- 0.7 mm kalınlığında dizayn edildiği ve alt yapı konnektörlerinin boyutlarının çoğunlukla 9 mm<sup>2</sup> ile 16 mm<sup>2</sup> arasında değiştiği bildirilmiştir.<sup>5,11,27</sup> 5 üyelı zirkonya alt yapılarda ise, konnektör alanının klinik yüklemelere karşı

koyabilmesi için en az 11 mm<sup>2</sup> olması gerektiği belirtilmiştir.<sup>29</sup>

Ortop<sup>40</sup> ve diğerleri yaptıkları retrospektif çalışmada zirkonya esaslı tek kronların 5 yıllık klinik performansını ve sağ kalım oranını değerlendirmişlerdir. Ekim 2004- Kasım 2005 tarihleri arasında özel bir klinikte yapılan zirkonya esaslı tam seramik kron restorasyonlar çalışmaya dahil edilmiştir. Klinik verilerden 162 hasta ve 205 kron hakkında bilgi edinilerek kronların birçoğunun (%78), premolar-molar bölgesinde minimum 0.5 mm kalınlığında, anatomik formda zirkonya korları (Procera Zirconia/Nobel Biocare) tasarlamak için CAD (bilgisayar destekli tasarım) teknik kullanıldığı rapor edilmiştir. Bu kor yapı aynı zamanda uygun kalınlıkta (1.0-2.0 mm) veneer seramiği elde edilmesini sağladığı bildirilmiştir. 126 hasta ve 143 kronunda herhangi bir komplikasyon bildirilmemiştir. Ayak dişin çekimi (%3), retansiyon kaybı (%7), endodontik tedavi gereksinimi (%4) ve veneer porselen kırılması (%3) yaygın görülen komplikasyonlar olarak belirtilmiştir. 5 yıllık kümülatif sağ kalım oranı %88.8 oranında bulunmuş olup zirkonya esaslı kronların posterior bölgede kullanılmasının alternatif bir tedavi şekli olabileceği sonucunu ortaya koymuşlardır.

Ferrari<sup>38</sup> ve diğerleri yaptıkları çalışmada, CAD/CAM ile üretilmiş üç farklı alt yapı tasarımının zirkonyum esaslı kronların kırılma direncine olan etkisini değerlendirmişlerdir. Çekilmiş 30 adet maksiller premolar dişler üç alt gruba ayrılmış ve chamfer preparasyon (2.0 mm okluzal ve 1.5 mm aksiyel redüksiyon) uygulanmıştır. Dayanak dış hatların reproduksiyonu (düz tasarım), metal-seramik restorasyonlara benzer şekilde mum şablon ve porselen veneerleme kalınlığının eşit seviyede olmasını sağlayan anatomik tasarım olmak üzere üç farklı zirkonya alt yapı tasarımı oluşturmuşlardır. Porselen veneerlenmesi işleminde; ısı ve basınçla tabakalama tekniği (Initial Zr, GC) kullanılmıştır. Kronlar, self-adeziv rezin siman (G-Cem, GC) ile simante



edilmiştir. 37 °C’de 24 saat suda bekletildikten sonra universal test aleti (kafa hızı 1 mm) kullanılarak dişin uzun eksenine paralel ve uygulanan kuvvet santral fossaya gelecek şekilde kron restorasyonlu dişe yüklemeye yapmışlardır. Kırılma anındaki yük Newton olarak kayıt edilmiştir. Anatomik forma uygun olarak tasarlanmış zirkonya alt yapılar (1721,6 N); düz tasarım (1179,5 N) ve metal-seramik restorasyona benzer şekilde yapılmış olup mumla işleme (wax-up) (1004,6 N) tasarımları ile karşılaştırıldığında ise, daha yüksek kırılma direnci gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Broseghini<sup>26</sup> ve diğerleri yaptıkları çalışmada 96 zirkonya esaslı (tek/çok üyeli) diş ve implant destekli restorasyonlarda veneer porseleninde kopma (chipping) önlemek için estetik fonksiyonel alanların korunması konsepti ile bir zirkonya alt yapı tasarımı kullanmışlardır. Çalışmada zirkonya alt yapı, anterior dişlerin insizal kenarlarını ve posterior dişlerde aksiyel yüzeylerin etrafında ve tüberkül tepesinde veneer seramiğini destekleyecek şekilde tasarlanmıştır. Bu bölgelerde oluşan oblik gerilme kuvvetlerinin seramik materyalinde kopma ve kırılma riskine neden olduğu ifade edilmiştir. Destekleyici zirkonya alanları, estetik seramiğe uygulanmış oblik gerilim kuvvetlerini sıkıştırma kuvvetlerine dönüştürerek veneer seramiğinin bu kuvvetlere daha iyi dayanabileceğini öngörmüşlerdir. Bu çalışmada 12-18 ay klinik takip süresi sonrasında sadece bir implant dayanağında (maksiller sol lateral kesici) küçük boyutlarda porselen seramiğinde kopma (minör chipping) izlenmişlerdir. Kopma gözlenen seramik bölgesini polisajlayarak bu problemi tatmin edici bir şekilde giderdiklerini belirtmişlerdir.

#### *Simantasyon ve bağlanmaya ilişkin komplikasyonlar*

Yüksek bükülme dayanımına sahip olması nedeniyle zirkonya, herhangi bir işlem uygulamasına gerek olmadan metal-seramik restorasyonlarda olduğu gibi geleneksel yöntemlerle simante edilebilmektedir<sup>17</sup>.

Bununla birlikte zirkonya materyalinin mikro yapısında camsı faz ya da silikanın bulunmaması nedeniyle asit uygulama yapılmamalıdır.<sup>41</sup>

Zirkonya esaslı restorasyonlar ile ilgili yapılan klinik çalışmalarda; çinko fosfat siman<sup>11,30</sup>, cam iyonomer siman<sup>10,22,42</sup>, rezin modifiye cam iyonomer siman<sup>8,19,43</sup> ve rezin siman<sup>5,11,28,34,44</sup> gibi farklı simanlar kullanılmıştır.

Zirkonya esaslı restorasyonların simantasyonuna ilişkin 13 klinik çalışmanın 7’sinde retansiyon kaybı rapor edilmiştir (Tablo VI). Rezin siman (Variolink) ile simante edilmiş dört üyeli sabit restorasyonda 33,3 ay<sup>44</sup>, cam iyonomer siman (Ketac Cem) ile simante edilmiş anterior üç üyeli sabit restorasyonda 31 ay<sup>42</sup> klinik kullanım sonrası retansiyon kaybı bildirilirken; rezin siman (Panavia F) ile simante edilmiş üç üyeli sabit restorasyonda 12 ay<sup>11</sup>, rezin siman (Multilink) ile simante edilmiş 4- üyeli ve 6- üyeli iki sabit restorasyonda sırasıyla 7 ay ve 6 ay klinik kullanım sonrası retansiyon kaybı bildirilmiştir.<sup>25</sup>

**Tablo VI.** Zirkonya Esaslı Restorasyonlarda Kullanılan Yapıstırıcı Siman Sistemlerine İlişkin Çalışmalar

Yazar/Yıl	Çalışma Tipi	Zirkonya Tipi	Marka	Siman	Retansiyon kaybı	Desimantasyon zamanı
Sailer <sup>4</sup> ve diğerleri (2006)	Prospektif	Non-HPed (yumuşak milleme)	Cercon zirkonya	Rezin siman (Variolink/Panavia F)	1 Variolink	33.3 ay
Malin ve Karlsen <sup>4</sup> (2008)	Prospektif	HPed	Denzir	Çinko fosfat siman (De Trey Zinc) Rezin siman (Panavia F)	1 Panavia F	12 ay
Wolfart <sup>10</sup> ve diğerleri (2009)	Prospektif	Non-HPed	CerconBase	Cam iyonomer siman (Ketac Cem maxicap)	2	1 ay 18 ay
Beaz <sup>7</sup> ve diğerleri (2010)	Prospektif	Non-HPed	IPS ZirCAD e.max	Cam iyonomer siman (Ketac Cem Aplicap)	1	31 ay
Taragila <sup>22</sup> ve diğerleri (2011)	Prospektif	Non-HPed	Zirite	Cam iyonomer siman (Ketac, 3M ESPE)	12	Bilgi verilmemiş
Vigolo ve Mainelli <sup>42</sup>	Prospektif	Non-HPed	Lava: 3M ESPE ProCera: Nobel Biocare	Cam iyonomer siman (Ketac-Cem, 3M ESPE)	0	-
Pelaez <sup>7</sup> ve diğerleri (2012)	Prospektif	Non-HPed	Lava: 3M ESPE	Rezin siman (Reley X Unicem, 3M ESPE)	0	-
Rinke <sup>30</sup> ve diğerleri (2013)	Prospektif	Non-HPed	CerconBase	Çinko fosfat siman (Harvard, Richter & Hoffmann Harvard)	11	11-35 ay
Spies <sup>37</sup> ve diğerleri (2015)	Prospektif Kohort	Non-HPed	ProCera: Nobel Biocare	Cam iyonomer siman (Ketac-Cem, 3M ESPE)	0	-
Sola-Ruiz <sup>2</sup> ve diğerleri (2015)	Prospektif	Non-HPed	Lava: 3M ESPE	Rezin siman (Multilink, Ivoclar Vivadent)	2	6-7 ay
Naemi <sup>19</sup> ve diğerleri (2015)	Randomize (rastgele seçilimi)	Non-HPed	IPS e.max ZirCAD	Rezin siman (Panavia, Kuraray)	0	-
Nicolaisen <sup>8</sup> ve diğerleri (2016)	Randomize (rastgele seçilimi)	Non-HPed	BeCe CAD Zircons, BEGO	Rezin modifiye CIS (Ketac, Cem Plus, 3MESPE)	0	-
Larsson <sup>5</sup> ve diğerleri (2016)	Randomize (rastgele seçilimi)	HPed	Denzir, Decim	Çinko fosfat siman (De Trey Zinc)	0	-

(HPed: sıcak izostatik preslenen zirkonya; CIS: Cam İyonomer Siman)

Wolfart<sup>10</sup> ve diğerleri cam iyonomer siman (Ketac Cem maxicap) ile zirkonya esaslı restorasyonları simante ettikleri klinik çalışmalarında her iki tarafında da ayak diş bulunan sabit protez tasarımında (sonlu abutment tasarımı); bir hastada 1 ay klinik kullanım sonrası retansiyon kaybı meydana

geldiği ve restorasyonun yeniden simante edildiği belirtilmiştir. Bununla birlikte distal gövdeli kantilever tasarım yapılmış post-core tedavili dişte ise 18 ay klinik kullanım sonrası retansiyon kaybı izlendiği ve restorasyonun yeniden simante edilemediği bildirilmiştir.

Rinkle<sup>30</sup> ve diğerleri çinko fosfat siman ile zirkonya esaslı restorasyonları simante ettikleri klinik çalışmalarında; 11-55 ay (ortalama 29.2±14.8 ay) klinik kullanım sonrası görülen 11 retansiyon kaybının 4'ünün yeniden simante edilemediği (ilerleyen sekonder çürük nedeniyle), 7'sinin ise, adeziv siman ile tekrar simante edildiği ve retansiyon kaybının daha çok mandibuladaki restorasyonlarda izlendiği belirtilmiştir. Bu çalışmada retansiyon kaybı oranının yüksek olmasının nedeninin, CAD sistemin erken aşamada kullanımı ile birlikte alt yapıların internal uyumunun azalması ve ayrıca geleneksel çinko fosfat simanın kullanımı ile ilgili olabileceği bildirilmiştir.<sup>30</sup>

Shi<sup>24</sup> ve diğerlerinin yaptıkları retrospektif kohort çalışmada; 221 üç üyeli sabit protez iki implant ve diğer 58 sabit protez üç implant destekli olarak hastaların tedavileri (127 zirkonya esaslı ve 152 metal destekli) gerçekleştirilmiştir. 8 yıllık takip süresince retansiyon kaybı başarısızlığının (11 zirkonya esaslı, 8 metal destekli) tamamı iki implant destekli protezlerde gözlenmiştir. Bu durum üç implant üstü zirkonya esaslı ve metal destekli sabit protezlerde, simante edilen alanın artması ile açıklanabileceği bildirilmiştir.

Zirkonya beyaz opak bir renge sahiptir. Bu nedenle daha translusent bir veneer porseleni ile maskelenmesi gerekmektedir.<sup>17</sup> Günümüzde zirkonya alt yapının veneer porseleni ile kaplanmasında tabakalama tekniği ve presleme tekniği kullanılmaktadır<sup>21</sup>. Veneer seramikler zirkonya alt yapının (kor) üzerine genellikle tabakalama tekniği yöntemiyle yapılandırılır.<sup>25</sup> Tabakalama tekniğinde porselen tozu zirkonya alt yapı üzerine fırınlama işleminden önce uygulanır.<sup>21</sup> Tabakalama tekniği estetik açıdan üstündür. Bununla birlikte istenilen şekil ve

rengi üretmek için birkaç kez fırınlama işleminin yapılması gerekmektedir.<sup>21</sup>

Son zamanlarda zirkonya alt yapı üzerine veneer seramiğinin ısı ile preslenmesi tekniği, zirkonya alt yapılarının veneer seramiği ile kaplanması için kullanılan yeni ve gelecek vadeden bir tekniktir.<sup>34</sup> Presleme tekniğinde istenilen şekilde veneer kaplama elde etmek için alt yapı üzerine mum kullanılarak örnek hazırlanmaktadır.<sup>34</sup> Restorasyonu oluşturmak için kayıp mum tekniği (mum atımı tekniği) kullanılmaktadır. Homojen seramik ingotlar ısıtılır ve basınçla mum boşluğun içine preslenir.<sup>21</sup> Bu teknikte restorasyonu bitirmeden önce ağız ortamında prova edilebilmesi klinik olarak önemli bir avantajdır.<sup>34</sup>

Presleme tekniği, tabakalama tekniği ile karşılaştırıldığında fırınlama esnasında oluşan büzülmenin az olması, veneer materyalinin gerilme dayanımının daha yüksek olması gibi olumlu özellikleri bulunmaktadır. Bununla birlikte; tabakalama tekniğine göre estetik sonuçların daha düşük olması bilinen olumsuz özellikleridir.<sup>13</sup> Presleme tekniğinde sadece tek bir renge sahip olan seramik ingotlar kullanıldığı için istenilen rengi üretmek zordur.<sup>21</sup>

Beuer<sup>45</sup> ve diğerleri zirkonya alt yapı üzerine presleme tekniği ile veneer seramiği uyguladıkları çalışmalarında üç üyeli posterior sabit restorasyonlarda üç yıllık gözlem süresi sonrası veneer porseleninde kopma başarısızlığı görülmediğini bildirmişlerdir.

Heintze ve Rousson<sup>9</sup> hem zirkonya hem de metal destekli restorasyonlarda presleme tekniğini, tabakalama tekniği ile karşılaştırdıklarında veneer seramiğinde kopma görülme sıklığının presleme tekniğinde daha az olduğunu belirtmişlerdir.

Naenni<sup>34</sup> ve diğerleri yaptıkları randomize klinik çalışmalarında tabakalama veya presleme tekniği ile veneer seramiğinin uygulandığı üç üyeli zirkonya esaslı posterior restorasyonların 3 yıllık klinik kullanım sonrası sağ kalım ve

veneer porselenindeki kopma oranını karşılaştırmışlardır. Maksiller ya da mandibular ikinci premolar ya da molar bölgesinde 40 hastada CAD/CAM sistemi (Cerec Sirona) kullanılarak zirkonya alt yapılar üretilmiştir. Rastgele olarak seçilmiş gruplardan test grubunda zirkonya alt yapı preslenebilen bir seramik (IPS e.max Zir Press) ile, kontrol grubunda ise, tabakalama tekniği kullanılan bir seramik (IPS e.max Ceram) ile veneerlenmiştir. Bütün restorasyonlar adeziv simanla simante edilmiştir. Teknik sonuçlar modifiye USPHS kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Biyolojik parametreler; ayak dişte ve restore edilmemiş kontrol dişte cep derinliği ölçümü, plak indeksi, sondlamada kanama, diş vitalitesi (CO<sub>2</sub>) testi kullanılarak analiz edilmiştir. Sağ kalım oranı, Kaplan-Meier istatistiği kullanılarak hesaplanmıştır. 36 hasta (18 test ve 18 kontrol grubu) 36 ay klinik takip sonrası hem test grubu hem de kontrol grubunda sağ kalım oranı %100 olarak bulunmuştur. Preslenebilen veneer seramiğinde; kopma, kırılma (%40), tabakalama tekniğine (%20) göre daha sık gözlemlendiği bildirilmiştir. Bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır. Her iki grupta hem ayak dişte hem de kontrol dişte biyolojik parametreler açısından da fark oluşmamış olup sağlıklı klinik durum izlenmiştir. Presleme veya tabakalama tekniği kullanılmış olan zirkonya esaslı sabit restorasyonlar üç yıllık klinik takip sonrası benzer sonuçlar verdiği ve zirkonya alt yapıların posterior restorasyonlarda uygulanabilir bir tedavi yöntemi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Beuer<sup>46</sup> ve diğerleri bilgisayar destekli tasarım ve üretim tekniğinin (CAD-CAM) kullanıldığı yeni bir veneerleme yöntemi (CAD-on tekniği) tanımlamışlardır. Gerçekleştirdikleri in-vitro çalışmada; veneer seramiğine milled işlemleri yapıldıktan sonra zirkonya alt yapılar (koping) sinterlenilmiştir. (CAD-on teknik). 'CAD-on' tekniğinde hem zirkonya kor yapı hem de veneer materyalinin CAD-CAM teknolojisi ile milled ve tasarımını yapmak mümkündür. Daha sonra alt yapı ve üst yapı ya

sinterleme işlemi ile cam seramiğin füzyonu ya da yapıştırıcı rezin siman yoluyla birleştirilmektedir.<sup>36</sup> CAD-CAM tekniği ile veneerlenmiş zirkonya alt yapılar, geleneksel tabakalama tekniği ve presleme tekniği ile karşılaştırıldığında daha üstün mekanik özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir.<sup>46</sup>

Yeni veneerleme yönteminin maliyet ve veneer porseleninde görülen kopmayı azaltması gibi olumlu özellikleri belirtilmekle birlikte bu yeni teknik ile ilgili daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır.<sup>34</sup>

Grohmann<sup>47</sup> ve diğerlerinin yaptıkları randomize klinik çalışmada; CAD/CAM tekniği ile üretilmiş zirkonya alt yapılar lityum di silikat cam seramik CAD-on tekniği ile veya manuel olarak tabakalama tekniği ile veneer seramiği uygulanan üç üyeli posterior sabit restorasyonların 1 yıllık klinik takibi sonrası sağ kalım oranı, teknik ve biyolojik sonuçları araştırılmıştır. 60 hastada zirkonya alt yapılar CAD/CAM sistemi (Cerec inLab/Cerec inEOS inLab) ile üretilmiştir. 30 sabit restorasyon lityum di silikat cam seramik (IPS e.max CAD) ingotları CAD/CAM tekniği kullanılarak (CAD-on)(test grubu), diğer 30 sabit restorasyon ise veneer seramiği (IPS e.max Ceram) tabakalama tekniği ile veneerlenmiştir (kontrol grubu). Klinik değerlendirmede modifiye edilmiş USPHS kriterleri kullanılmıştır. Biyolojik sonuçlar; plak kontrol kaydı, sondlamada kanama ve cep derinliği ölçümü karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. 56 hasta ortalama 13.9 ay takip süresi sonrasında hem test hem de kontrol grubun da sağ kalım oranı %100 bulunmuştur. Her iki grupta da teknik sonuçlar açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. CAD-on tekniği ile üretilen zirkonya esaslı sabit restorasyonlarda veneer seramiğinde kopma (%11) yüzeysel ve küçük boyutlarda iken tabakalama tekniği kullanılan restorasyonlarda veneer seramiğindeki kopma ve kırılmaların (%10.3) ise, büyük boyutlarda olduğu vurgulanmıştır. Biyolojik farklılık ya da

problem gözlenmemiştir. Gruplar arasında farklılık gözlenmeksizin her iki tip zirkonya esaslı sabit restorasyonlar çok iyi klinik sonuçlar gösterdiği ancak uzun süreli takip içeren daha fazla çalışmaya gerek olduğu belirtilmiştir.

## SONUÇ

Zirkonya anterior ve posterior bölgede sabit bölümlü protezlerde kullanılması uygun bir materyaldir.

Zirkonya esaslı tam seramik restorasyonlarda en sık görülen komplikasyon veneer porseleninde görülen kopmalardır.

Zirkonya alt yapı kırığı nadir görülen bir komplikasyondur ve sıcak izostatik presleme ile sert milleme ile üretilmiş (HIPed) zirkonya alt yapı, yumuşak milleme (soft-milled) (non-HIPed) ile karşılaştırıldığında alt yapı başarısızlığı görülmediği için daha avantajlıdır.

Zirkonya esaslı sabit restorasyonlarda; retansiyon kaybı çinko fosfat siman veya cam iyonomer siman ile yapıştırılan restorasyonlarda rezin siman ile yapıştırılanlardan daha sık meydana gelmektedir. Bu nedenle geleneksel simantasyonun endikasyon aşamasında dikkatli davranılmalıdır.

Anatomik olarak tasarlanmış kor yapısı ile birlikte eşit kalınlıkta veneer porseleni ile desteklenmiş olan zirkonya esaslı restorasyonların başarısını artırmaktadır.

Zirkonya esaslı restorasyonlarda hasta sayısının daha fazla olduğu uzun dönemli ve kapsamlı klinik çalışmaların estetik, biyolojik ve teknik açıdan yapılması gerekmektedir.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarların çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Nejatidanesh F, Moradpoor H, Savabi O. Clinical outcomes of zirconia-based implant- and tooth-supported single crowns. *Clin Oral Investig* 2016; 20:169-78.

2. Güncü MB, Cakan U, Aktas G, Güncü GN, Canay Ş. Comparison of implant versus tooth-supported zirconia-based single crowns in a split-mouth design: a 4-year clinical follow-up study. *Clin Oral Investig* 2016; 20:2467-73.

3. Takeichi T, Katsoulis J, Blatz MB. Clinical outcome of single porcelain-fused-to-zirconium dioxide crowns: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2013;110:455-61.

4. Roediger M, Gersdorff N, Huels A, Rinke S. Prospective evaluation of zirconia posterior fixed partial dentures: four-year clinical results. *Int J Prosthodont* 2010;23:141-8.

5. Peláez J, Cogolludo PG, Serrano B, Lozano JF, Suárez MJ. A prospective evaluation of zirconia posterior fixed dental prostheses: three-year clinical results. *J Prosthet Dent* 2012;107:373-9.

6. Pelaez J, Cogolludo PG, Serrano B, Serrano JF, Suarez MJ. A four-year prospective clinical evaluation of zirconia and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses. *Int J Prosthodont* 2012;25:451-8.

7. Sorrentino R, De Simone G, Tetè S, Russo S, Zarone F. Five-year prospective clinical study of posterior three-unit zirconia-based fixed dental prostheses. *Clin Oral Investig* 2012;16:977-85.

8. Nicolaisen MH, Bahrami G, Schropp L, Isidor F. Comparison of Metal-Ceramic and All-Ceramic Three-Unit Posterior Fixed Dental Prostheses: A 3-Year Randomized Clinical Trial. *Int J Prosthodont* 2016;29:259-64.

9. Heintze SD, Rousson V. Survival of zirconia- and metal-supported fixed dental prostheses: a systematic review. *Int J Prosthodont* 2010;23:493-502.

10. Wolfart S, Harder S, Eschbach S, Lehmann F, Kern M. Four-year clinical results of fixed dental prostheses with zirconia substructures (Cercon): end abutments vs. cantilever design. *Eur J Oral Sci* 2009;117:741-9.

11. Molin MK, Karlsson SL. Five-year clinical prospective evaluation of zirconia-based Denzir 3-unit FPDs. *Int J Prosthodont* 2008;21:223-7.

- 12.**Fenner N, Hämmerle CH, Sailer I, Jung RE. Long-term clinical, technical, and esthetic outcomes of all-ceramic vs. titanium abutments on implant supporting single-tooth reconstructions after at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2016;27:716-23.
- 13.**Spies BC, Stampf S, Kohal RJ. Evaluation of Zirconia-Based All-Ceramic Single Crowns and Fixed Dental Prosthesis on Zirconia Implants: 5-Year Results of a Prospective Cohort Study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015;17:1014-28.
- 14.**Zembic A, Bösch A, Jung RE, Hämmerle CH, Sailer I. Five-year results of a randomized controlled clinical trial comparing zirconia and titanium abutments supporting single-implant crowns in canine and posterior regions. *Clin Oral Implants Res* 2013;24:384-90.
- 15.**Vigolo P, Mutinelli S. Evaluation of zirconium-oxide-based ceramic single-unit posterior fixed dental prostheses (FDPs) generated with two CAD/CAM systems compared to porcelain-fused-to-metal single-unit posterior FDPs: a 5-year clinical prospective study. *J Prosthodont* 2012;21:265-9.
- 16.**Çelik M, Bural C, Bayraktar G. Diş Hekimliğinde Zirkonya Uygulamaları. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2014; 8:106-16.
- 17.**Al-Amleh B, Lyons K, Swain M. Clinical trials in zirconia: a systematic review. *J Oral Rehabil* 2010; 37:641-52.
- 18.**Stawarczyk B, Ozcan M, Hallmann L, Ender A, Mehl A, Hämmerle CH. The effect of zirconia sintering temperature on flexural strength, grain size, and contrast ratio. *Clin Oral Investig* 2013;17:269-74.
- 19.**Güncü MB, Cakan U, Muhtarogullari M, Canay S. Zirconia-based crowns up to 5 years in function: a retrospective clinical study and evaluation of prosthetic restorations and failures. *Int J Prosthodont* 2015;28:152-7.
- 20.**Torabi Ardekani K, Ahangari AH, Farahi L. Marginal and internal fit of CAD/CAM and slip-cast made zirconia copings. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2012;6:42-8.
- 21.**Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. *J Prosthodont Res* 2013;57:236-61.
- 22.**Tartaglia GM, Sidoti E, Sforza C. A 3-year follow-up study of all-ceramic single and multiple crowns performed in a private practice: a prospective case series. *Clinics (Sao Paulo)*. 2011;66:2063-70.
- 23.**Pjetursson BE, Brägger U, Lang NP, Zwahlen M. Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) and implant-supported FDPs and single crowns (SCs). *Clin Oral Implants Res* 2007;18:97-113.
- 24.**Shi JY, Zhang XM, Qiao SC, Qian SJ, Mo JJ, Lai HC. Hardware complications and failure of three-unit zirconia-based and porcelain-fused-metal implant-supported fixed dental prostheses: a retrospective cohort study with up to 8 years. *Clin Oral Implants Res* 2016;16. doi: 10.1111/clr.12836.
- 25.**Solá-Ruiz MF, Agustin-Panadero R, Fons-Font A, Labaig-Rueda C. A prospective evaluation of zirconia anterior partial fixed dental prostheses: Clinical results after seven years. *J Prosthet Dent* 2015;113:578-84.
- 26.**Broseghini C, Broseghini M, Gracis S, Vigolo P. Aesthetic functional area protection concept for prevention of ceramic chipping with zirconia frameworks. *Int J Prosthodont* 2014;27:174-6.
- 27.**Raigrodski AJ, Hillstead MB, Meng GK, Chung KH. Survival and complications of zirconia-based fixed dental prostheses: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2012;107:170-7.
- 28.**Pihlaja J, Näpänkangas R, Raustia A. Outcome of zirconia partial fixed dental prostheses made by predoctoral dental students: A clinical retrospective study after 3 to 7 years of clinical service. *J Prosthet Dent* 2016;116:40-6.
- 29.**Sailer I, Fehér A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, Hämmerle CH. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior

- fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2007;20:383-8.
- 30.**Rinke S, Gersdorff N, Lange K, Roediger M. Prospective evaluation of zirconia posterior fixed partial dentures: 7-year clinical results. *Int J Prosthodont* 2013;26:164-71.
- 31.**Larsson C, Vult von Steyern P. Ten-Year Follow-Up of Implant-Supported All-Ceramic Fixed Dental Prostheses: A Randomized, Prospective Clinical Trial. *Int J Prosthodont* 2016;29:31-4.
- 32.**Zembic A, Philipp AO, Hämmerle CH, Wohlwend A, Sailer I. Eleven-Year Follow-Up of a Prospective Study of Zirconia Implant Abutments Supporting Single All-Ceramic Crowns in Anterior and Premolar Regions. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015;17:417-26.
- 33.**Spies BC, Kohal RJ, Balmer M, Vach K, Jung RE. Evaluation of zirconia-based posterior single crowns supported by zirconia implants: preliminary results of a prospective multicenter study. *Clin Oral Implants Res* 2016 Mar 29. doi: 10.1111.
- 34.**Naenni N, Bindl A, Sax C, Hämmerle C, Sailer I. A randomized controlled clinical trial of 3-unit posterior zirconia-ceramic fixed dental prostheses (FDP) with layered or pressed veneering ceramics: 3-year results. *J Dent* 2015;43:1365-70.
- 35.**Schwarz S, Schröder C, Hassel A, Bömicke W, Rammelsberg P. Survival and chipping of zirconia-based and metal-ceramic implant-supported single crowns. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14:119-25.
- 36.**Mahmood DJ, Linderoth EH, Wennerberg A, Vult Von Steyern P. Influence of core design, production technique, and material selection on fracture behavior of yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal fixed dental prostheses produced using different multilayer techniques: split-file, over-pressing, and manually built-up veneers. *Clin Cosmet Investig Dent* 2016; 12:15-27.
- 37.**Bahat Z, Mahmood DJ, Vult von Steyern P. Fracture strength of three-unit fixed partial denture cores (Y-TZP) with different connector dimension and design. *Swed Dent J* 2009;33:149-59.
- 38.**Ferrari M, Giovannetti A, Carrabba M, Bonadeo G, Rengo C, Monticelli F, Vichi A. Fracture resistance of three porcelain-layered CAD/CAM zirconia frame designs. *Dent Mater* 2014;30:163-8.
- 39.**Partiyan A, Osman E, Rayyan MM, Aboushelib M, Ibrahim A, Jimbo R. Fracture resistance of three-unit zirconia fixed partial denture with modified framework. *Odontology* 2017;105:62-7.
- 40.**Ortorp A, Kihl ML, Carlsson GE. A 5-year retrospective study of survival of zirconia single crowns fitted in a private clinical setting. *J Dent* 2012;40:527-30.
- 41.**Smith RL, Villanueva C, Rothrock JK, Garcia-Godoy CE, Stoner BR, Piascik JR, Thompson JY. Long-term microtensile bond strength of surface modified zirconia. *Dent Mater* 2011;27:779-85.
- 42.**Beuer F, Stimmelmayer M, Gernet W, Edelhoff D, Güh JF, Naumann M. Prospective study of zirconia-based restorations: 3-year clinical results. *Quintessence Int* 2010;41:631-7.
- 43.**Christensen RP, Ploeger BJ. A clinical comparison of zirconia, metal and alumina fixed-prosthesis frameworks veneered with layered or pressed ceramic: a three-year report. *J Am Dent Assoc* 2010;141:1317-29.
- 44.**Sailer I, Fehér A, Filser F, Lüthy H, Gauckler LJ, Schärer P, Franz Hämmerle CH. Prospective clinical study of zirconia posterior fixed partial dentures: 3-year follow-up. *Quintessence Int* 2006;37:685-93.
- 45.**Beuer F, Edelhoff D, Gernet W, Sorensen JA. Three-year clinical prospective evaluation of zirconia-based posterior fixed dental prostheses (FDPs). *Clin Oral Investig* 2009;13:445-51.
- 46.**Beuer F, Schweiger J, Eichberger M, Kappert HF, Gernet W, Edelhoff D. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings--a new fabrication mode for all-ceramic restorations. *Dent Mater* 2009;25:121-8.

47. Grohmann P, Bindl A, Hämmerle C, Mehl A, Sailer I. Three-unit posterior zirconia-ceramic fixed dental prostheses (FDPs) veneered with layered and milled (CAD-on) veneering ceramics: 1-year follow-up of a randomized controlled clinical trial. Quintessence Int 2015;46:871-80.

**Yazışma Adresi**

Gülfem ERGUN

Mersin Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Protetik Diş Tedavisi A.D.

Çiftlikköy Kampüsü,

32133 Cadde, 33079,

Yenişehir, Mersin, Türkiye

E-posta: ergungulfem@yahoo.com