



**DIŞ HEKİMLİĞİNDE YENİ GELİŞTİRİLEN YÜKSEK TRANSLÜSENT
MONOLİTİK PARŞİYEL STABİLİZE ZİRKONYA SİSTEMLERİNİN OPTİK VE
MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: DERLEME**

**EXAMINING OF THE OPTICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE
NEW DEVELOPED HIGH TRANSLUCENT MONOLITHIC PARTIAL
STABILIZED ZIRCONIA SYSTEMS IN DENTISTRY: REVIEW**

Dt. Gülsüm DOĞRU*

Dt. Elif DEMİRALP*

Prof. Dr. Handan YILMAZ*

Makale Kodu/Article code: 4608

Makale Gönderilme tarihi: 05.10.2020

Kabul Tarihi: 26.11.2020

DOI : 10.17567/ataunidfd.831822

Gülsüm Doğru: ORCID ID: 0000-0002-5803-9579

Elif Demiralp: ORCID ID: 0000-0001-8156-8738

Handan Yılmaz: ORCID ID: 0000-0001-5809-7018

ÖZ

İttriya tetragonal zirkonya polikristalin restorasyonları yüksek kırılma dayanıklılığı, tokluk, aşınmaya karşı direnç gibi mükemmel mekanik özelliklere sahiptir. Ancak itriya tetragonal zirkonya polikristalin restorasyonların en büyük dezavantajı opak olması nedeniyle estetik özelliklerinin daha zayıf olmasıdır. İttriya tetragonal zirkonya polikristalin restorasyonların opaklığının giderilmesi ve translüensliğinin artırılması için değişik yöntemler geliştirilmiştir. İttriya tetragonal zirkonya polikristalin restorasyonların translüensliğini geliştirmek amacıyla itriya içeriği artırılmış ve ışık geçirgenliğini artıran kübik faz zirkonya kullanılarak yüksek translüent parşiyel stabilize zirkonyalar üretilmiştir. Kübik fazın artmasıyla tetragonal fazdan monoklinik faza dönüşümün azaltılması mekanik özelliklerin zayıflamasına sebep olabilmektedir. İttriya tetragonal zirkonya polikristalin restorasyonların translüensliği alüminyum oksit miktarının azaltılması, itriyum oksit miktarının artırılması ile sağlanmaktadır. Bu durum zirkonyanın stres ile oluşan transformasyon sertliğini azaltarak, bükülme dayanımı ve kırılma direnci gibi mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Yeni geliştirilen yüksek translüent monolitik parşiyel stabilize zirkonya restorasyonları, artan estetik özellikleri nedeniyle itriya tetragonal zirkonya polikristalin restorasyonlarına alternatif olarak kullanılabilir. Bu derlemenin amacı, yeni geliştirilen translüent parşiyel stabilize zirkonya seramiklerinin optik ve mekanik özelliklerinin incelenerek değerlendirilmesidir.

Anahtar kelimeler: monolitik zirkonya, translüent zirkonya, parşiyel stabilize zirkonya, optik özellikler, mekanik özellikler.

ABSTRACT

Yttria tetragonal zirconia polycrystalline restorations have excellent mechanical properties such as high fracture strength, toughness, abrasion resistance. However, the biggest disadvantage of yttria tetragonal zirconia polycrystalline restorations is that their aesthetic properties are weaker because they are opaque. Various methods have been developed to remove opacity and increase the translucency of yttria tetragonal zirconia polycrystalline restorations. To improve the translucency of yttria tetragonal zirconia polycrystalline restorations, the yttria content was increased and high translucent partial stabilized zirconia was produced using cubic phase zirconia, which increases light transmittance. Decreasing the transformation from the tetragonal phase to monoclinic phase with the increase of cubic phase may cause weakening of the mechanical properties. The translucency of yttria tetragonal zirconia polycrystalline restorations is achieved by decreasing the amount of aluminium oxide and increasing the amount of yttrium oxide. This situation negatively affects the mechanical properties of zirconia such as flexural strength and fracture resistance by reducing the transformation hardness caused by stress. Newly developed highly translucent monolithic partial stabilized zirconia restorations can be used as an alternative to yttria tetragonal zirconia polycrystalline restorations due to their increased aesthetic properties. This review aims to examine and evaluate the optical and mechanical properties of newly developed translucent zirconia ceramics.

Keywords: Monolithic zirconia, translucent zirconia, partially stabilized zirconia, optical properties, mechanical properties.

* Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Ankara

Kaynakça Bilgisi: Doğru G, Demiralp E, Yılmaz H. Diş hekimliğinde yeni geliştirilen yüksek translüent monolitik parşiyel stabilize zirkonya sistemlerinin optik ve mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi: derleme. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2021; 31: 669-75.

Citation Information: Dogru G, Demiralp E, Yilmaz H. Examining of the Optical and Mechanical Properties of the New Developed High Translucent Monolithic Partial Stabilized Zirconia Systems in Dentistry: Review J Dent Fac Atatürk Uni 2021; 31: 669-75.

GİRİŞ

Protetik diş hekimliğinde, artan estetik beklenti ve doku uyumluluğuna karşı gösterilen hassasiyet, diş hekimleri ve hastaları metal desteksiz sistem arayışına

yönlendirmiştir.¹ Teknolojik gelişmeler ile beraber bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) sistemlerinin gelişimi ile tam seramik ma-



teryallerin üretim ve kullanımı artmış ve yeni geliştirilmiş yüksek kaliteli materyaller ile restorasyon yapımına olanak tanınmıştır.^{2,3} Tam seramiklerin kırılmaya karşı dayanıksız ve hassas olmasına karşı, geleneksel itriya tetragonal zirkonya polikristalin (Y-TZP) zirkonya seramikleri sertlik ve aşınmaya karşı direnc, yüksek doku uyumluluğu gibi olumlu özelliklere sahiptir.¹

Saf zirkonya sıcaklığa bağlı olarak üç ayrı kristalografik yapıda bulunmaktadır.^{1,4} Oda sıcaklığında monoklinik fazda bulunurken; ısı arttıkça tetragonal ve kübik fazlara geçer. Tetragonal fazdan (t) monoklinik (m) faza dönüşüm sırasında materyal içerisinde başarısızlığa neden olabilen yaklaşık %4-5 oranında önemli bir hacimsel artış meydana gelmektedir. Bu dönüşüm geri dönebilir bir durumdur ve soğuma sırasında yaklaşık 950 °C civarında olmaktadır. Saf zirkonyumun CaO, MgO, Y₂O₃ veya CeO₂ gibi stabilize edici oksitlerle alaşım haline getirilmesi, tetragonal yapının oda sıcaklığında tutulmasını ve böylece stres kaynaklı t→m dönüşümünün kontrolünü sağlar, çatlak ilerlemesini etkili bir şekilde durdurur ve yüksek tokluğa yol açar.^{4,5} Saf bir zirkonya soğutma işlemi sırasında, kübik faz önce 2,680 °C sıcaklıkta kristalleşir ve daha sonra 2,370 °C'de tetragonal faza dönüşüm geçirir. 1,170 °C'lik bir sıcaklıkta, zirkonyumun oda sıcaklığında mevcut olduğu monoklinik faza dönüşüm nihayet gerçekleşir.^{6,7} Dental uygulamalar için parsiyel stabilize zirkonya (PSZ), tetragonal zirkonya polikristal (TZP), zirkonya sertleştirilmiş alümina (ZTA) ve tamamen kübik stabilize zirkonya (CSZ) dahil olmak üzere çeşitli zirkonya tipleri mevcuttur.⁷ Geleneksel zirkonyanın en sık kullanılan hali, %3 mol itriya (3Y-TZP) ile stabilize edilmiş ve %0.25 alümina ile güçlendirilmiş yüksek dayanıklı tetragonal kristal fazdır.^{6,8} Geleneksel zirkonya mükemmel mekanik özelliklere sahiptir, ancak estetik özellikleri zayıf ve opaktır. Günümüzde Y-TZP zirkonya seramikleri, dental kronların ve özellikle ön bölge ve posterior bölgede uzun köprü restorasyonlarının yapımında kullanılmaktadır.⁹⁻¹¹ Ancak, Y-TZP zirkonyanın iki tabakalı sistemlerde kullanımında, seramiğin ayrılma ve kopma gibi problemleri bulunmaktadır.¹² Bu problemler tek tabaka olarak kullanılan monolitik üretilen materyallerin gelişimini sağlamıştır.^{9,13} Son yıllarda, alümina içeriğinin azaltılması ve itriya miktarının artırılması ile birçok monolitik olarak üretilen zirkonya seramik sistemleri piyasaya sürülmüştür.⁹

Zirkonyanın Mekanik Özellikleri ve Etkileyen Faktörler

Y-TZP zirkonya restorasyonların mekanik özellikleri büyük ölçüde tane boyutuna bağlıdır.^{4,14-16}

Daha büyük tanecik boyutları varlığında, Y-TZP zirkonya restorasyonları daha az kararlıdır ve spontan t→m dönüşümüne karşı daha hassastır, daha küçük tanecik boyutları (<1 µm) daha az bir dönüşüm oranı ile ilişkilidir.^{4,17} Ayrıca dönüşümün mümkün olması için tanecik boyutunun en az ~0.2 µm olması gerekir, tanecik boyutunun azalması kırılma tokluğunun azalmasına neden olur.¹⁸ Bununla birlikte, sinterleme koşulları tane boyutunu etkilemekte ve son ürünün stabilitesi ve mekanik özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sebep olmaktadır.^{4,19} Daha yüksek sinterleme sıcaklıkları ve daha uzun sinterleme süreleri daha büyük tane boyutlarına yol açar.^{4, 16, 20, 21}

Düşük ısı bozunması ve mekanik yaşlandırmanın faz transformasyonuna sebep olduğunu gösteren çalışmalar yapılmıştır.^{22-25,26-28} Zirkonyanın yüksek kuvvet ve mekanik dayanımı tetragonal fazın monoklinik faza transformasyonuna bağlıdır.²⁹ Faz değişimi %4'lük hacim artışına neden olmaktadır. Bu da lokalize basınç gerilmelerini ve dönüştürülmüş zirkonya parçacıkları çevresindeki mikro çatlakları indükler. Bu dönüşüm çatlakların açılmasına etkili bir şekilde karşı koyar ve böylece daha fazla çatlak yayılmasına karşı direnci artırır, çatlak uçlarındaki bu olumlu etkinin yanı sıra, t →m dönüşümü mekanik stabilitenin azalmasına sebep olur.²⁹ Ancak iki tabakalı zirkonya restorasyonlarında zirkonya oral dokular ve tükürük ile direkt olarak temas etmezken, monolitik tek tabaka zirkonya restorasyonlar direkt olarak tükürük ile temas halindedir ve çiğneme sırasında tekrarlanan mekanik yüklenmeye maruz kalır.^{30,31} Isısal ve mekanik yüklenme monolitik zirkonya kronların kırılma dayanımını azaltabilmektedir. Zirkonyanın düşük ısı bozunmasına ve mekanik yüklenmelere uzun süre maruz kalması sonucu monoklinik faz miktarında artış belirlenmiştir. Artan monoklinik faz miktarı materyalin kuvvet ve dayanımının azalmasına sebep olmaktadır.^{29, 32, 33}

Y-TZP zirkonya restorasyonları için asitletimsiz gibi yüzey işlemlerinin etkili olmadığı belirtilmektedir.³⁴ Geleneksel olarak kumlama gibi yüzey işlemleri zirkonyanın yüzeyinde değişiklik yaratarak mekanik retansiyon sağlamak için kullanılmaktadır.³⁵ Y-TZP zirkonya restorasyonlar için kumlamanın 2 etkisi vardır: t→m dönüşümü nedeniyle koruyucu bir yüzey tabakası üretmek ve dayanıklılığı azaltan yüzey çentikleri meydana getirirken sertleşmeyi sağlamaktır.³⁶ Bu nedenle kumlama, aşındırıcı parçacıkların tipine ve boyutuna, bağlı olarak Y-TZP zirkonya restorasyonlarının bükülme dayanıklılığını azaltabilir^{37,38} veya artırabilir.^{39,40}



Zirkonyanın Optik Özellikleri ve Etkileyen Faktörler

Y-TZP zirkonya restorasyonları sertlik ve aşınmaya karşı direnç, yüksek doku uyumluluğu gibi olumlu özelliklere sahiptir.¹ Fakat Y-TZP zirkonya restorasyonların en büyük dezavantajı opak bir materyal olması ve translüensliklerinin cam seramiklerden daha az olmasıdır.^{9,17} Y-TZP zirkonya restorasyonların tetragonal fazda tanecikleri anizotropiktir ve tanecikler içinde farklı kristalografik yönlerde ışık kırılması oluşarak yüksek opaklığa neden olmaktadır.^{15,41-43} Y-TZP zirkonya restorasyonların opasitesi, özellikle anterior bölgede restorasyonun estetiğini önemli derecede etkiler. Bu sorunları çözmek ve anatomik konturlarda restorasyonlar üretmek için daha translüsent monolitik zirkonya geliştirilmiştir.¹¹ Işık Y-TZP zirkonya restorasyonlarında yansır ve kırılır dolayısıyla ışığın dağılmasına sebep olur. Işığın dağılması translüensliği etkileyen önemli bir faktördür ve gözenekler, safsızlık, defektler ve tanecik sınırları dahil olmak üzere çeşitli sebeplerden kaynaklanabilir. Y-TZP zirkonya restorasyonlarının yapısındaki gözenek boyutu ve gözenek miktarının ışığın dağılması üzerindeki etkisini kanıtlayan birtakım çalışmalar yapılmıştır.^{11,44-46} Bu çalışmalar sonucunda 200-400 nm aralığındaki gözenek boyutlarının ve gözenek miktarının az olmasının translüensiyi önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir ve daha yüksek sinterleme sıcaklıkları ve daha uzun sinterleme sürelerinin de daha büyük gözenek boyutlarına yol açtığı ortaya konmuştur.¹¹ Ayrıca restorasyonun kalınlığının ve renginin tonunun da gelen ışığın yansımada önemli olduğu ispatlanmıştır.⁴⁷

Yapılan çalışmalarda Y-TZP zirkonya restorasyonların kalınlıklarının 1 mm veya daha fazla olduğunda opaklığın arttığı bildirilmiştir.^{44, 45}

Zhang ve ark. Y-TZP zirkonya restorasyonların translüensiyi özelliğinin artırılması için zirkonya yoğunluğunu artırmanın ve alüminayla sinterleme yöntemini ortadan kaldırmanın opaklığı gidermede ve translüensiyi arttırmada etkili olduğunu bildirmiştir.¹¹ Ayrıca translüensiyi Y-TZP zirkonya restorasyonların 0.5 mm' den kalın olduğu durumlarda rengin değiştiği ve opaklığın arttığını bildirmişlerdir.¹¹

Optik Özellikleri Geliştirmek İçin Önerilen Yöntemler

Y-TZP zirkonya restorasyonların opaklığının giderilmesi ve translüensiyinin artırılması için birtakım yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler zirkonyanın yapısıyla yakından ilişkilidir. Zirkonya translüensiyi başlıca zirkonyanın yapısındaki bileşen taneciklerin boyutu ve şekline, katkı maddelerinin miktarı ve tipine

bağlıdır. Aynı zamanda ısıtma yöntemleri, sinterleme için kullanılan sıcaklık ve atmosfer koşulları, ışık dağılımını etkileyen faktörler de etkilidir.⁶ Translütent monolitik zirkonya restorasyonları üretmek için kullanılan yöntemlerden biri, tetragonal fazda tanecik boyutunu arttırmak olmuştur.^{11,43,48} Başka bir yöntem, tanecik boyutunu görünür ışığın dalga boyundan (400-700 nm) daha küçük olan 100 nm'nin altına indirmektir. Böylece ışık, büyük taneciklere kıyasla sadece küçük bir dağılma ile malzemeden geçebilir. Başka bir yaklaşım, izotropik olan ve ışık geçirgenliğini artıran kübik taneli zirkonya kullanmak olmuştur. Bu tip malzeme tamamen stabilize zirkonya (FSZ) olarak bilinir ve kübik tanelerin itriya içeriği artırılarak elde edilmektedir. Bununla birlikte, kübik zirkonyada t→ m dönüşümü de görülmemektedir.^{11, 47} Geleneksel Y-TZP zirkonya restorasyonlarını tamamen stabilize etmeyi (LTD'yi önlemeyi) ve optik özelliklerini geliştirmek amaçlı çalışmalar yapılmıştır.^{7,23} İlk yapılan çalışmalar Y-TZP zirkonya restorasyonların yüksek opaklık (beyazımsı karakteristik), yüksek direnç, tokluk ve gelişmiş mekanik özellikler sunan geleneksel bir seramik olduğunu göstermiştir. Bu sebeple restorasyonlar çoğunlukla zirkonya altyapı üzerine geleneksel porselen tabakalandırma tekniğiyle üretilmiştir.^{7,23}

Daha sonraki çalışmalarda zirkonya restorasyonların tanecik boyutları azaltılmış Y-TZP'den oluşuyordu; materyal bileşimindeki bu küçük değişikliklerle, zirkonya materyalinin ilk kez monolitik restorasyonlarda kullanılabilen formu oluşturuldu aynı zamanda transformasyon mekanizması korunarak ışık iletimi, optik ve estetik özellikleri geliştirildi.^{7,23}

En son yapılan çalışmalarda ise zirkonyaların itriyum oksit yüzdesi artırılmıştır. Bu değişikliklerle, seramik kristal mikroyapıda %53'e kadar kübik fazın görülebildiği bir materyal üretilmiştir. Optik ve estetik özellikler (translütensiyi ve ışık geçirgenliği) geliştirilmiş, ancak mekanik özelliklerin, t-m faz transformasyonuna dayanan sertleştirme mekanizmasının ortadan kaldırılmasıyla bir miktar azaldığı belirlenmiştir.^{7,23}

Zirkonyanın translüensiyi özelliklerinin artırılması, monolitik restorasyonlar için estetik özelliklerin iyileştirilmesiyle sağlanmıştır. Günümüzde zirkonyanın translüensiyi artırarak için kullanılan mevcut yöntemde, itriya içeriği artırılmış ve tetragonal zirkonyaya izotropik kübik faz uygulanmasıyla parsiyel stabilize zirkonya üretilmiştir. Monolitik restorasyonlar için "yüksek translütensiyi" zirkonya restorasyonlar, translütensiyi özelliği yüksek olan lityum disilikata alternatif bir malzeme olarak önerilmiştir.⁴⁹



Y-TZP zirkonya restorasyonları mekanik olarak son derece güçlü olmasına rağmen, yeterli translü-sensliğe sahip değildir. Geleneksel zirkonyanın translü-sensliliğini geliştirmenin mevcut yöntemi, tetragonal (t) faz zirkonyaya daha optik olan izotropik bir kübik (c) fazı eklemektir.⁵⁰ Bu nedenle daha yüksek itriyum içeriği kullanılarak %4 mol (4Y-PSZ) veya %5 mol (5Y-PSZ) (6Y-PSZ) parsiyel stabilize zirkonyalar üretilmiştir.^{1,51} Bununla birlikte, kübik faz zirkonyanın strese bağlı dönüşüm tokluğunu azaltır ve azalmış kırılma dayanımı ve tokluğa neden olur.¹

Mao ve ark. yeni geliştirilen yüksek kübik zirkonya içeriğine sahip değişik seramiklerde yüzey işlemlerinin kırılma direncine ve translüsensiye etkisini inceledikleri çalışmada, yüzey işlemlerinin bükülme dayanımını azalttığını ancak translüsenslik özelliğini etkilemediğini bildirmişler ve yüksek kübik zirkonya içeren bu yeni materyallerin uygun kuvvetli ve estetik dental materyaller olarak kullanılabileceğini vurgulamışlardır. Çalışmada, kırılma direnci 4 nokta bükülme testi ve translüsenslik özelliği ise CIEL*a*b* renk sistemine göre kolorimetre cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Yüksek kübik zirkonya içeriğine sahip değişik materyallerde translüsenslik (TP) değerleri 19,63-34,17 arasında değişirken, kontrast değerleri (CR) ise 0,31-0,57 arasında belirlenmiştir.¹ Zirkonya restorasyonların monolitik olarak kullanımında kalınlığın azaltılması genel olarak daha translüsens ve daha doğal bir görünüm ile sonuçlanmaktadır. Aksine, kalınlık arttıındaysa estetik ve translüsenslik azalır ancak strese karşı dayanım ve direnç artar.⁵² Monolitik zirkonya restorasyonları, minimum kalınlıkta bile artan mekanik özellikleri nedeniyle geleneksel zirkonyaya alternatif olarak kullanılabilir.^{53,56}

Translüsent Zirkonyanın Mekanik Özellikleri

Translüsent zirkonya arttırılmış kübik faz içeriği nedeniyle, geleneksel zirkonyadan farklı bir moleküler yapıya sahiptir. Bu durum zirkonyanın stres ile oluşan transformasyon sertliğini azaltarak, bükülme dayanımı ve kırılma direnci gibi mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir.^{1,50} Translüsent zirkonyanın optik özelliklerinin anlatıldığı derlemede kübik zirkonyanın (600 ila 800 MPa arasında) bükülme dayanımı, tetragonal zirkonyadan (1000-1200 MPa) daha düşük, bükülme dayanımı 460 MPa olan lityum disilikattan daha yüksek, ancak geleneksel zirkonyadan daha düşük olduğu belirtilmektedir.^{6,49,57} Zadeh ve ark. ise yaptığı çalışmada kübik/tetragonal zirkonya ve lityum disilikat materyallerinin mekanik ve optik özelliklerini karşılaştırmışlardır. Bu materyallerin bükülme dayanımlarının (490-557 MPa) lityum disilikattan (296 MPa) daha

yüksek olduğunu ancak hala lityum disilikat materyalinin estetik özelliklerinin daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.⁵⁷

Kübik zirkonyada, tetragonal zirkonya gibi tetragonalardan monoklinik faza dönüşüm gerçekleşmez. Bir çatlak başladığında, tetragonal zirkonya iç hacimsel dönüşüme uğrar ve çatlak ilerlemesini durdurur, ancak kübik zirkonyada bu dönüşüm gerçekleşmez. Daha estetik görünüm için yapılan yenilikler, bükülme dayanımını 1000'den 600 MPa'ya düşürmüş, aynı zamanda zirkonya tokluğunu ve kırılmaya karşı direnç özelliğini veren dönüşüm sertleşmesini de ortadan kaldırmıştır.^{6,57} Yine de kübik zirkonyanın kırılma direnci feldspatik seramik kronlardan veya lityum disilikat restorasyonlardan daha yüksektir.^{54,58}

Elsayed ve ark., 3Y-TZP (Bio ZX2), 4Y-PSZ (DD cube X2), 5Y-PSZ (DD cubeX2) zirkonya seramiklerinden üretilen tam kronların ısıl ve mekanik yaşlandırma sonucu materyallerdeki kırılma direncini değerlendirdikleri çalışmada; zirkonya seramiğindeki itriyum oksit artışının, seramikte ısıl ve mekanik yaşlandırma uygulamasından sonra materyalin mekanik özelliklerinin azalabileceğini bildirmişlerdir. Bu durumu, optik özellikleri iyileştirmek için; itriyum oksit içeriğinin arttırılması, kübik fazdaki tanecik boyutunun artışı ve tetragonal fazın azalmasıyla açıklamışlardır.²⁸

SONUÇ

Y-TZP zirkonya restorasyonları yüksek direnç, tokluk ve gelişmiş mekanik özelliklere sahip olması nedeniyle sıklıkla ön ve arka bölge restorasyonlarında kullanılmaktadır. Ancak Y-TZP zirkonya restorasyonlarının opak olması ve estetik özelliklerinin zayıf olması en büyük dezavantajlarıdır. Estetik özelliklerinin iyileştirilmesi ve opaklığın giderilmesi amacıyla çalışmalar yapılmış ve materyal yapısında kübik faz içeriği arttırılmış, alüminyum içeriği azaltılmış ve itriyum içeriği arttırılarak translüsent zirkonyalar geliştirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda geliştirilen translüsent parsiyel stabilize zirkonyalar (4Y-PSZ, 5Y-PSZ, 6Y-PSZ) dental restorasyonların üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. Böylelikle restorasyonların translüsensi özelliği artmış fakat kübik fazın artmasından dolayı mekanik özellikleri zayıflamıştır. Monolitik zirkonya restorasyonları, minimum kalınlıkta bile artan mekanik özellikleri nedeniyle geleneksel zirkonyaya alternatif olarak kullanılabilir. Yeni geliştirilen translüsensi özelliği yüksek PSZ restorasyonların klinikte rutin kullanımından önce gerek mekanik gerekse biyolojik özellikleri detaylı olarak incelenmeli ve araştırılmalıdır.



Bu çalışma, çalışmayı yürüten tüm yazarlar tarafından okunmuş ve onaylanmış orijinal bir çalışmadır. Herhangi bir yazar, kurum ya da kuruluş ile çıkar çatışması olmadığını belirtmek isteriz.

KAYNAKLAR

1. Mao L, Kaizer M, Zhao M, Guo B, Song YF, Zhang Y. Graded ultra-translucent zirconia (5Y-PSZ) for strength and functionalities. J Dent Res 2018; 97: 1222-8.
2. Seçil K, Yılmaz H. Zirkonyum ve sabit protezlerde kullanımı. J Dent Fac Atatürk Uni 2006;36-44.
3. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. Dent Mater J 2009;28:44-56.
4. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. Dent Mater 2008;24:299-307.
5. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. Biomaterials 1999;20:125.
6. Manziuc MM, Gasparik C, Negucioiu M, Constantiniuc M, Burde A, Vlas I, Dudea D. Optical properties of translucent zirconia: A review of the literature. Eur Biotech J 2019;3:45-51.
7. Stawarczyk B, Keul C, Eichberger M, Figge D, Edelhoff D, Lümekemann N. Three generations of zirconia: From veneered to monolithic. Part I. Quintessence Int 2017;48:441-50
8. Tong H, Tanaka CB, Kaizer MR, Zhang Y. Characterization of three commercial YTZP ceramics produced for their high-translucency, high-strength and high-surface area. Ceram Int 2016; 42:1077-85.
9. Zhang F, Inokoshi M, Batuk M, Hadermann J, Naert I, Van Meerbeek B, Vleugels J. Strength, toughness and aging stability of highly-translucent Y-TZP ceramics for dental restorations. Dent Mater 2016;32:327-37.
10. Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. Int J Prosthodont 2013;57:236-61.
11. Zhang Y. Making yttria-stabilized tetragonal zirconia translucent. Dent Mater 2014;30:1195-203.
12. Schmitter M, Mueller D, Rues S. Chipping behaviour of all-ceramic crowns with zirconia framework and CAD/CAM manufactured veneer. J Dent 2012;40:154-62.
13. Chen YM, Smales RJ, Yip KHK, Sung WJ. Translucency and biaxial flexural strength of four ceramic core materials. Dent Mater 2008;24:1506-11.
14. Green DJ. Transformation toughening of ceramics. CRC press in Boca Raton, Fla 2018
15. Burger W, Richter HG, Piconi C, Vatteroni R, Cittadini A, Boccacari M. New Y-TZP powders for medical grade zirconia. J Mater Sci Mater Med 1997;8:113-8.
16. Ruiz L, Readey MJ. Effect of heat treatment on grain size, phase assemblage, and mechanical properties of 3 mol% Y-TZP. J Am Ceram Soc 1996;79:2331-40.
17. Heuer A, Claussen N, Kriven WM, Ruhle M. Stability of tetragonal ZrO₂ particles in ceramic matrices. J Am Ceram Soc 1982;65:642-50.
18. Cottom BA, Mayo MJ. Fracture toughness of nanocrystalline ZrO₂-3mol% Y₂O₃ determined by Vickers indentation. Scr Mater 1996;34:809-14.
19. Subbarao E. Zirconia an overview, Science and Technology of Zirconia. Proc. 1 st. Int. Conf. held at Cleveland, Ohio, June 16-18 1980. Advances in Ceramics.
20. Scott HG. Phase relationships in the zirconia-yttria system. J Mater Sci 1975;10:1527-35.
21. Chevalier J, Deville S, Münch E, Jullian R, Lair F. Critical effect of cubic phase on aging in 3 mol% yttria-stabilized zirconia ceramics for hip replacement prosthesis. Biomater 2004; 25:5539-45.
22. Zhuang Y, Zhu Z, Jiao T, Sun J. Effect of aging time and thickness on low-temperature degradation of dental zirconia. J Prosthodont 2019;28:404-10.
23. Pereira GKR, Guillard LF, Dapieve KS, Kleverlaan CJ, Rippe MP, Valandro LF. Mechanical reliability, fatigue strength and survival analysis of new polycrystalline translucent zirconia ceramics for monolithic restorations. J Mech Behav Biomed Mater 2018;85:57-65.
24. Pereira GKR, Venturini A, Silvestri T, Dapieve K, Montagner A, Soares F, Valandro L. Low-temperature degradation of Y-TZP ceramics: a systematic review and metaanalysis. J Mech Behav Biomed Mater 2016;55:151-63.
25. Chevalier J, Gremillard L, Deville S. Low-temperature degradation of zirconia and implications for biomedical implants. Annu Rev Mater Res 2007;37:1-32.
26. Pinto PA, Colas G, Filleter T, De Souza GM. Surface and mechanical characterization of dental yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystals (3Y-TZP)



- after different aging processes. *Microsc Microanal* 2016; 22:1179-88.
27. Lameira DP, De Souza GM. Fracture strength of aged monolithic and bilayer zirconia based crowns. *Biomed Res Int* 2015;2015:418641
 28. Elsayed A, Meyer G, Wille S, Kern M. Influence of the yttrium content on the fracture strength of monolithic zirconia crowns after artificial aging. *Quintessence Int* 2019;50:344-8.
 29. Kohorst P, Borchers L, Stempel J, Stiesch M, Hassel T, Bach FW, Hübsch C. Lowtemperature degradation of different zirconia ceramics for dental applicatins. *Acta Biomater* 2012;8:1213-20.
 30. Nakamura K, Harada A, Kanno T, Inagaki R, Niwano Y, Milleding P, Örtengren U. The influence of low-temperature degradation and cyclic loading on the fracture resistance of monolithic zirconia molar crowns. *J Mech Behav Biomed Mater* 2015;47:49-56.
 31. Attia A, Kern M. Influence of cyclic loading and luting agents on the fracture load of two all-ceramic crown systems. *J Prosthet Dent* 2004; 92: 551-6.
 32. Cotič J, Jevnikar P, Kocjan A. Ageing kinetics and strength of airborne-particle abraded 3Y-TZP ceramics. *Dent Mater* 2017;33:847-56.
 33. Kelly JR, Denry I. Stabilized zirconia as a structural ceramic: an overview. *Dent Mater* 2008;24:289-98.
 34. Blatz MB, Vonderheide M, Conejo J. The effect of resin bonding on long-term success of high-strength ceramics. *J Dent Res* 2018;97:132-9.
 35. Kosmač T, Oblak C, Jevnikar P, Funduk N, Marion L. The effect of surface grinding and sandblasting on flexural strength and reliability of Y-TZP zirconia ceramic. *Dent Mater* 1999;15:426-33.
 36. Zhang Y, Lawn BR, Malament KA, Thompson VP, Rekow ED. Damage accumulation and fatigue life of particle-abraded ceramics. *Int J Prosthodont* 2006;19:442-8
 37. Özcan M, Melo RM, Souza RO, Machado JP, Valandro LF, Botttino MA. Effect of air-particle abrasion protocols on the biaxial flexural strength, surface characteristics and phase transformation of zirconia after cyclic loading. *J Mech Behav Biomed Mater* 2013;20:19-28.
 38. Guess P, Zhang Y, Kim JW, Rekow E, Thompson V. Damage and reliability of YTZP after cementation surface treatment. *J Dent Res* 2010;89:592-6.
 39. Kosmač T, Oblak Č, Marion L. The effects of dental grinding and sandblasting on ageing and fatigue behavior of dental zirconia (Y-TZP) ceramics. *J Eur Ceram Soc* 2008;28:1085-90.
 40. Scherrer SS, Cattani-Lorente M, Vittecoq E, de Mestral F, Griggs JA, Wiskott HA. Fatigue behavior in water of Y-TZP zirconia ceramics after abrasion with 30 µm silica-coated alumina particles. *Dent Mater* 2011;27:28-42.
 41. Sailer I, Feher A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, Hämmerle CHF. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2007;20:383-8.
 42. Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE. All-ceramic or metalceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). *Dent Mater* 2015;31:603-23.
 43. Hatanaka GR, Polli GS, Adabo GL. The mechanical behavior of high-translucent monolithic zirconia after adjustment and finishing procedures and artificial aging. *J Prosthet Dent* 2020;123:330-7.
 44. Klimke J, Trunec M, Krell A. Transparent tetragonal yttria-stabilized zirconia ceramics: influence of scattering caused by birefringence. *J Am Ceram Soc* 2011;94:1850-8.
 45. Krell A, Klimke J, Hutzler T. Transparent compact ceramics: inherent physical issues. *Optical Materials* 2009;31:1144-50.
 46. Yamashita I, Tsukuma K. Light scattering by residual pores in transparent zirconia ceramics. *J Ceramic Soc Japan* 2011;119:133-5.
 47. Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Donovan TE, Ritter AV, Vallittu PK, Närhi TO, Lassila LV. Optical properties and light irradiance of monolithic zirconia at variable thicknesses. *Dent Mater* 2015; 31: 1180-7
 48. Denry I, Kelly J. Emerging ceramic-based materials for dentistry. *J Dent Res* 2014;93:1235-42.
 49. Carrabba M, Keeling AJ, Aziz A, Vichi A, Fonzar RF, Wood D, Ferrari M. Translucent zirconia in the ceramic scenario for monolithic restorations: A flexural strength and translucency comparison test. *J Dent* 2017;60:70-6.
 50. Zhang Y, Lawn B. Novel zirconia materials in dentistry. *J Dent Res* 2018;97:140-147.
 51. <https://www.nacera.us/solutions/nacera-pearl-q3-multi-shade>.



52. Vichi A, Sedda M, Fabian Fonzar R, Carrabba M, Ferrari M. Comparison of contrast ratio, translucency parameter, and flexural strength of traditional and "augmented translucency" zirconia for CEREC CAD/CAM system. *J Esthet Restor Dent* 2016;28:32-9.
53. Beuer F, Stimmelmayer M, Gueth JF, Edelhoff D, Naumann M. In vitro performance of full-contour zirconia single crowns. *Dent Mater* 2012;28:449-56.
54. Zesewitz TF, Knauber AW, Nothdurft FP. Fracture resistance of a selection of full contour all-ceramic crowns: an in vitro study. *Int J Prosthodont* 2014;27:264-6.
55. Preis V, Behr M, Hahnel S, Handel G, Rosentritt M. In vitro failure and fracture resistance of veneered and full-contour zirconia restorations. *J Dent* 2012;40:921-8.
56. Sun T, Zhou S, Lai R, Liu R, Ma S, Zhou Z, Longquan S. Load-bearing capacity and the recommended thickness of dental monolithic zirconia single crowns. *J Mech Behav Biomed Mater* 2014;35:93-101.
57. Zadeh PN, Lmkemann N, Sener B, Eichberger M, Stawarczyk B. Flexural strength, fracture toughness, and translucency of cubic/tetragonal zirconia materials. *J Prosthet Dent* 2018;120:948-54.
58. Kwon SJ, Lawson NC, McLaren EE, Nejat AH, Burgess JO. Comparison of the mechanical properties of translucent zirconia and lithium disilicate. *J Prosthet Dent* 2018;120:132-7.

Sorumlu Yazarın Yazışma Adresi

Dt. Gülsüm DOĞRU
Gazi Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Protez Bölümü B blok 2. kat ankaya/Ankara
E-mail: dogrugulsum@gmail.com

