

Zirkonya ile Güçlendirilmiş Lityum Silikat Cam Seramikler

Zirconia Reinforced Lithium Silicate Glass Ceramics

Dt. Mazhar Ünsal

İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul

ORCID ID: 0000-0002-8003-5718

Prof. Dr. Gökhan Akgüngör

İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul

ORCID ID: 0000-0002-0292-0033

Geliş tarihi: 11.08.2023

Kabul tarihi: 06.02.2024

doi: 10.5505/yeditepe.2025.32815

Yazışma adresi:

Dt. Mazhar Ünsal

İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul

Adres: Kalenderhane Mahallesi Vezneciler Cad. No:2
Vezneciler-Fatih-İstanbul.

Tel: 0 531 658 00 44

E-posta: dtmazharunsal@gmail.com

ÖZET

Özellikle 21. yüzyıl ile beraber dental materyaller ve kullanım alanlarında yaşanan teknolojik gelişimin ivmelenerek artması ve hastaların artan estetik beklentileri ile birlikte tam seramik restorasyonların kullanımında büyük bir yükseliş gözlemlenmektedir. Hasta ve hekimin bu materyallerden estetik açıdan tatmin edici sonuçlar beklemesine rağmen, kliniklerde 'kullanım bakımından' geçtiğimiz yıllarda tam manasıyla bir üstünlük elde edememesinin sebebi ise bu materyallerin kırılgan bir yapıya sahip olmalarıdır. Piyasada fazlasıyla kullanılan lityum disilikat içerikli cam seramik materyaller ön bölge restorasyonlarda sıkça tercih edilmekte ve ağız içi dijital tarayıcı ve bilgisayar destekli tasarım ve üretim işlemleri sayesinde hekimlere ve hastalara iyi bir tedavi seçeneği sunmaktadır. Diğer yandan zirkonya içerikli restorasyonlar da üstün mekanik dayanım ve konvansiyonel restorasyonlara göre görece daha estetik bir seçenek olmasından dolayı bir süredir fazlaca tercih edilen tedavi yöntemlerindendir. Bu sebepten ötürü son yıllarda geliştirilen zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat cam seramikler, lityum disilikat ve zirkonya içerikli materyallerin üstün özelliklerini bünyesinde toplayarak hem hasta beklentisini karşılamak hem de daha dayanıklı bir restorasyon üretmek açısından tercih edilebilir bir seçenek olmuştur. Klinik kullanımları ise gözle görülür biçimde artmaya başlamıştır. Bu derlemede zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat cam seramik materyalinin üretim biçimi, klinik kullanım alanları ve maddesel içerikleri bakımından anlatılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zirkonya ile güçlendirilmiş cam seramikler, dental materyaller, cam seramikler, lityum silikat cam seramikler.

ABSTRACT

With the advancements in technology, especially after the 2000s, there has been a significant rise in the use of all-ceramic restorations due to the growing aesthetic expectations of patients. Although these materials provide satisfactory aesthetic results for both patients and dentists, their usage has not gained a clear advantage in terms of "ease of use" in dental clinics in recent years, mainly due to their fragile nature. Lithium disilicate-containing glass-ceramic materials, which are widely used in the market, are frequently preferred in anterior restorations and offer a good treatment option to clinicians and patients thanks to intra-oral digital scanners and computer-aided design and production processes. On the other hand, zirconia restorations have been among the most preferred treatment methods for a while, due to their superior mechanical strength and being a relatively more aesthetic option than conventional restorations. For this reason, zirconia-reinforced lithium silicate glass ceramics, which have been developed in recent years, have begun to increase their clinical use as a highly preferable option for dentists in terms of both

meeting patient expectations and producing a more durable restoration by incorporating the superior properties of lithium disilicate and zirconia-containing materials. Therefore, zirconia-reinforced lithium silicate glass ceramics have started to gain significant popularity as a preferred option for clinicians in order to meet patient expectations and produce more durable restorations. This review aims to discuss the production methods, clinical applications, and material composition of lithium silicate glass ceramics reinforced by zirconia.

Keywords: Zirconia reinforced glass ceramics, dental materials, glass ceramics, lithium silicate glass ceramics.

GİRİŞ

Geçtiğimiz yıllarda konvansiyonel metal destekli seramik restorasyonlar ideal tedavi yöntemi olarak benimsenmiş olsa da, sürekli artan estetik beklenti dental materyal sektöründeki araştırmaları tam seramik restorasyonları yüksek estetik ve dayanıklılık standartlarına ulaştırmak adına bir gelişime sevk etmiştir.¹ Tam seramik materyallerin estetik açıdan çok büyük avantajlarına rağmen uzun süre klinik kullanımının belli bir seviyenin altında kalmasının sebebi iste kırılabilir yapıları sebebiyle özellikle posterior bölgelerde kırık ve çatlak gibi istenmeyen sonuçlar vermesidir.^{2,3} Lityum disilikat (LS) cam seramikler (örneğin IPS e.max) yüksek estetik sonuçlar vermesi sebebiyle protetik tedavilerde kullanılmaktadırlar ancak tam seramik restorasyonların sahip olduğu 'kırılabilirlik' özelliği nedeniyle bazı dezavantajlara sahiptirler. Bu nedenle araştırmacılar bu materyalleri güçlendirmek için çalışmalara yönelmektedirler. Zirkonya materyali ise düşük trans-lusensi özelliğine sahip olduğu için tam seramik restorasyonlara göre estetik açıdan tatmin edici olmayan sonuçlar vermektedir.⁴ Bu verilerin ışığında son yıllarda bu iki materyalin üstün özelliklerinin bir araya getirilmesi suretiyle zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat (ZLS) materyaller geliştirilmiştir. Bu özellikler, özellikle zirkonyadaki çatlak ilerlemesinin kendi kendine durdurma mekanizması ile dayanımın artması ve lityum silikat taneciklerinin estetik özellikleri artırması suretiyle birleşmiştir.⁵⁻⁸ ZLS cam seramiklerin LS cam seramiklere göre bir başka avantajı ise mikro yapısındaki taneciklerin daha ufak olmasıdır, bu durum materyalin parlatılabilirliğini arttırabilecek bir özelliktir. Tüm bunlar LS cam seramiklere göre ZLS materyalleri fazlasıyla tercih edilebilir bir seçenek olarak ortaya çıkarmaktadır.⁹ Çatlak ilerleme mekanizmasının durdurulması zirkonya güçlendirilmesiyle sağlandığı için dayanımı LS cam seramiklere göre artarken⁶, boyutu daha ufak silikat taneciklerinin ışık geçirgenliğini de arttırdığı savunulmuştur.⁵

ZLS cam seramik materyali fazla oranda zirkonya ile zenginleştirilmiş cam seramik malzemedir. Degudent, VITA

ve Fraunhofer Silikat Araştırma Enstitüsü arasındaki yakın işbirliği sonucunda geliştirilmiştir. Daha sonrasında ise VITA ve Dentsply araştırmalarına devam edip materyali daha da geliştirip şu an kullanımda olan materyalleri üretmişlerdir.^{10,11}

ZLS cam seramiklerin üretim şekilleri genellikle iki ayrı yöntemle gerçekleştirilir. İlk yöntem, presslenmiş seramik blokların kullanıldığı "sinterleme" işlemidir. Bu yöntemde, önceden hazırlanmış seramik malzeme presslenir ve ardından yüksek sıcaklıklarda sinterlenir, yani yoğunlaştırılır. Bu işlem sonucunda, seramik malzemenin iç yapısında kristalleşme gerçekleşir ve güçlendirici zirkonyum dioksit parçacıkları da homojen bir şekilde dağılır.¹² Diğer bir üretim yöntemi ise "CAD/CAM" (bilgisayar destekli tasarım/üretim) teknolojisidir. Bu yöntemde, bilgisayar yazılımı ve özel bir tarama cihazı kullanılarak preparasyonun dijital bir modeli oluşturulur. Daha sonra, bu dijital model üzerinde tasarım çalışmaları yapılır ve özel bir freze makinesi kullanılarak seramik bloktan lityum silikat-zirkonya seramik blokları üretilir. Bu CAD/CAM yöntemi, üretim sürecini hızlandırır ve daha yüksek hassasiyet sağlar.¹³

Bilgisayar Destekli Tasarım/Bilgisayar Destekli Üretim (CAD/CAM)

CAD/CAM 'Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing' kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır ve bilgisayar destekli tasarım ve üretim anlamı taşımaktadır. Üç boyutlu tasarımlara dönüştürülmesi amaçlanan verilerin, optik tarayıcılar vasıtasıyla taranması ve kaydedilmesi esasına dayanır.¹⁴ CAD/CAM teknolojisi zaman ve malzemeden tasarruf, üretim sürecinin standardize olması gibi nedenlerden dolayı daha sık kullanılmaya başlanmıştır.¹⁵

CAD/CAM sistemi 3 basamakta incelenebilir;

1. İntraoral ve ekstraoral tarama ve verilerin toplanması,
2. Bilgisayarda 3 boyutlu restorasyon planlaması ve tasarlanması (CAD),
3. Tasarımı sanal olarak tasarlanmış restorasyonun üretilmesi (CAM).¹⁶

ZLS seramikler, CAD/CAM için üretilmiş tam sinterize ve yarı sinterize olarak iki farklı şekilde piyasaya sunulmuşlardır. Tam sinterize şekilde piyasaya sunulan materyal (Celtra Duo) üretici talimatlarına göre final sinterizasyonu yapılmış şekilde geldiği için kazıma işlemi sonrası ağza takılabilirken, yarı sinterize şekilde üretilmiş olan materyal (VITA Suprinity) ise son bir sinterizasyon fırınlamasına sokulmalıdır.

CAD/CAM ZLS Cam Seramikler

CAD/CAM uygulamalarında kullanılmak üzere ZLS cam seramik materyallerin üretimi piyasaya iki farklı firma tarafından sürülmüştür: VITA Suprinity (VITA Zahnfabrik) ve Celtra Duo (Dentsply Sirona). İki materyalde de lityum

metasilikat cam seramiğe ağırlığına oranla %10 zirkonyum oksit (ZrO_2) eklenmiştir ve ikisinde de temel amaç optik ve mekanik anlamda iki materyalin de pozitif özelliklerinin optimal olarak birleştirilmesidir.¹⁷

Yarı Sinterize Bloklar (VITA Suprinity)

İlk üretilen yarı kristalize formda bloklar, VITA firmasının piyasaya sunduğu Suprinity isimli bloklardır ve ağırlıkça %8-12 arası zirkonya içeren cam seramikten oluşmaktadır. VITA Suprinity CAD/CAM blokları içerik olarak detaylı bir şekilde bakılırsa silikon dioksit (SiO_2), lityum oksit (Li_2O), potasyum oksit (K_2O), fosfor pentoksit (P_2O_5), alüminyum oksit (Al_2O_3), zirkonyum dioksit (ZnO_2), seryum IV oksit (CeO_2) ve pigmentlerden oluşmaktadır.^{18,19} Tüm bileşenler 1500°C'de homojen olarak karıştırılmak üzere ısıtılır. Blok formunu elde etmek üzere kalıplara dökülür. Bu bloklar bu formda çok kırılgan oldukları ve kazıma işlemine uygun olmadıkları için ikinci bir fırınlama işlemine tabi tutulurlar (500°C-600°C arası). Bu aşamada lityum metasilikat formuna dönüşüm gerçekleşir ve frezeleme işlemine uygundur. Frezeleme işlemi sonrası materyal yarı sinterize halden tam sinterize hale geçmek adına bir final fırınlamasına girmelidir. 8 dakika kadar 840°C sıcaklıkta fırınlanır. Frezelemeden sonra ölçülen kırılma dayanımı 210 MPa iken, fırınlama sonrası kristalleşme ile kırılma dayanımı 420 MPa'a kadar ulaşır.¹⁸

Tam Sinterize Bloklar (Dentsply Sirona Celtra Duo)

Yarı sinterize formda bloklardan daha sonra üretilen tam sinterize bloklar da yarı sinterize bloklar gibi %10 oranında zirkonya içermektedirler. Bu içerikteki bloklar Dentsply'nin ürettiği Celtra Duo bloklardır ve bu blokların kristalit yapısı (500-700 nm), geleneksel LS kristallerine (2000-4000 nm) oranla 4 ile 8 kat arasında daha küçüktür. Yüksek cam içeriğine rağmen iyi bir kırılma dayanımı gösterme sebebi bu ince mikroyapısıdır.²⁰

Optik olarak ise 500-700 nm boyutundaki lityum silikat kristallerinin yine doğal bir görüntü oluşturmak için ideal olduğu üretici firma tarafından öne sürülmüştür. Üretici firma, tam kristalize formda Celtra Duo'nun ayrı bir kristalizasyon fazına ihtiyaç duymamasından ötürü doğrudan kazıma işlemi ve mekanik cila sonrası uygulanabildiğini söylemektedir ve bu sayede tedavi sürecinin kısaldığını aktarmaktadır. Ancak firma, zorunlu kılmamakla birlikte, daha ideal bir estetik görüntü sağlanması adına ve bükülme dayanımının 210 MPa'dan 370 MPa'a yükseltilmesi amacı gözeterek ek bir glaze fırınlaması (820°C 8 dakika fırınlama) yapılmasını önermektedir.²⁰

Üreticilerine göre VITA Suprinity'nin bükülme dayanımı 443,63 ± 38,90 MPa olarak bulunmuş, kırılma dayanımı 2,31 ± 0,17 MPa, elastik modülü 70,44 ± 1,97 GPa ve sertliği 6,53 ± 0,49 GPa'dır.⁶ Celtra Duo'nun kırılma dayanımı ise 2 MPa olarak gözlemlenirken, bükülme dayanımı 210-

370 MPa, elastik modülü 70 GPa ve sertliği 7 GPa olarak bulunmuştur.²¹

Isı ile Presslenen ZLS Seramikler

CAD/CAM sistemlere alternatif olarak üretilen ısı ile presslenen ZLS cam seramikler üretilmiştir (Celtra Press, Dentsply Sirona). Üretici firmaya göre, ekstra fırınlama yapılmasıyla beraber materyalin mekanik dayanımı 500 MPa'ın üzerine çıkmaktadır.²¹ 2017 yılında piyasaya sürülen Celtra Press'in ardından, 2020 yılında ise VITA Ambria üretilmiştir ve normalde mekanik dayanımı 396 MPa olan materyalin, ek fırınlama işlemleriyle mekanik dayanımının 540 MPa'a kadar yükseldiği öne sürülmüştür.^{22,23}

Bu materyaller CAD/CAM sistemlere nazaran çok yeni oldukları için haklarında yeterince literatür çalışması ve kaynak bulunmamaktadır.

Materyallerin Avantajları, Dezavantajları ve Yapılan Araştırmalar

Elsaka ve ark.⁶ tarafından 2016 yılında yapılan, ZLS ve LS ile güçlendirilmiş seramiklerin mekanik özelliklerinin karşılaştırıldığı çalışmada, ZLS seramiklerin kırılma dayanımı, bükülme direnci, elastik modülü ve sertlik derecesi bakımından LS seramiklere kıyasla daha üstün olduğu bulunmuştur.

2016 yılında Ramos ve ark.²⁴ tarafından yapılan mekanik özelliklerin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada, ZLS ve LS ile güçlendirilmiş seramikler arasında anlamlı farklılık olmadığı ortaya çıkmıştır.

2015 yılında çeşitli materyallerin ışık geçirgenliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, yüksek translusensiye sahip cam seramiklerle karşılaştırıldığında, ZLS cam seramik daha opak bir yapı gösterirken, polisajlı yüzeylere sahip konvansiyonel LS seramikler ile kıyaslandığında daha yüksek translusensi değerleri görülmüştür.⁵

D'Arcangelo ve ark.²⁵ tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, altın alaşımları ve mine kullanılarak Celtra Duo ve benzeri 5 farklı bloğun aşınma dayanımları karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, glaze fırınlaması uygulanmamış Celtra Duo'nun düşük aşınma direncine sahip olduğu tespit edilmiş ve bu nedenle glaze fırınlamasının gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Lawson ve ark.²⁶ farklı CAD-CAM bloklarının aşınma direncini, mekanik dayanımını, elastik modülünü ve sertliklerini karşılaştırdıkları araştırmalarında, glaze fırınlaması yapılmamış Celtra Duo bloklarının mekanik dayanımları (300,1 MPa) ile glaze fırınlaması yapılmış olanların (451,4 MPa) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu gözlemlemişlerdir. Aynı çalışmada, glaze fırınlaması uygulanmış ve uygulanmamış 44 Celtra Duo örneğinin sertlikleri bakımından aralarında anlamlı bir fark olduğu ortaya konmuş ve glaze fırınlaması yapılmış numunelerin yapılmamış olanlara oranla daha yüksek sertliğe sahip olduğu

belirtilmiştir. Glaze fırınlaması yapılmamış Celtra Duo'nun kırılma dayanımı (300,1 MPa), IPS e.max CAD'den (376,9 MPa) daha düşük bulunmuş, ancak glaze fırınlaması yapılmış Celtra Duo'nun (451,4 MPa) IPS e.max CAD'e göre daha yüksek kırılma dayanıma sahip olduğu görülmüştür.

ZLS Seramiklerin Laboratuvar Aşamasında Hazırlık Süreçleri ve Klinik Kullanımda Etkileri

ZLS cam seramiklerin kazıma işlemi tamamlandıktan sonra, ince elmas uçlu frezlerle 10.000-12.000 devirde mikromotor kullanılarak tesviye işlemi gerçekleştirilmeli ve uygun polisaj kitleriyle cilalanmalıdır. Ek olarak, tercihen glaze işlemi de uygulanabilir. ZLS bloklarıyla CAD/CAM yöntemiyle üretim yapıldıktan ve kristalizasyon veya fırınlama işlemi tamamlandıktan sonra oklüzal düzenlemelerin yapılması önerilmez. Bu işlemin restorasyonun kırılma olasılığını artırabileceği ve gelen kuvvete karşı dayanımını azaltabileceği gösterilmiştir.²⁷ Laboratuvar ortamında iyi parlatılmış restorasyonlarda çok daha az plak tutulumu olduğu gözlemlenmiştir.²⁸ Hepatosit büyüme faktörü (HGF) salınımına izin vermesi ve yüksek oranda biyoyumlu olması nedeniyle yumuşak dokuya değdiği noktalarda olumlu etkileri vardır.²⁷ Monolitik ZLS cam seramik restorasyonlarda minimum kuron kalınlığının 1 mm olması gerektiği belirtilmiştir.²⁷

ZLS Seramiklerin Simantasyonu

Tam seramik restorasyonlar için simantasyon prosedürleri büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple hibrit yapılı ZLS cam seramikler için de yüzey işlemleriyle sağlanacak iki modlu (kimyasal ve mekanik) bağlanma çok önemlidir. Hidroflorik asit (HF) uygulanması ile beraber silan primer uygulanması ZLS cam seramikler için en ideal adezyon hazırlığıdır.^{29,30} Asidik uygulamalar (HF gibi) restorasyon yüzeyini pürüzlendirir ve mikroporozite oluşumunu destekleyerek reçine siman ve restorasyon bağlantısını "mekanik olarak" güçlendirir.³¹ Oluşumu arzu edilen mikroretantif alanın geliştirilmesi için, üretici talimatlarına uygun şekilde restoratif materyalin iç yüzeyinin %5'lik HF ile pürüzlendirilmesi yapılır. Bu asit uygulaması yarı kristalize ZLS bloklar (VITA Suprinity) için 20 saniye, tam kristalize ZLS bloklar (Celtra Duo) için 30 saniye olarak bildirilmiştir (Tablo 1).^{32,33} Hava su spreyi ile HF durulanır. Bunun sebebi asitleme sonrası mikroporöz alanlara çöken kristallerin temizlenmesinin gerekliliğidir. Bu çöken kristaller temizlenmediğinde adeziv simanın mikromekanik bağlantıyı sağlamak için önünde engeller oluşur ve bu durum bağlanma dayanıklılığını düşürür.³⁴ Bu sebepten dolayı yüzey çok iyi asitten temizlendikten sonra kurulanmalı ve silan uygulanmalıdır. Silanın reaksiyona girmesi için 60 saniye beklenmelidir. Sartori ve ark.'ın³¹ bulduğu verilere göre, ZLS cam seramikler için kullanılan silanlar arasında metakrioloksidesil dihidrojen fosfat (MDP) içeren silanlar,

geleneksel silanlara kıyasla daha yüksek bağlanma dayanımı sergilemektedirler.

Tablo 1. ZLS cam seramikler (Yarı sinterize/Tam sinterize).

	Yarı Sinterize ZLS Cam Seramikler	Tam Sinterize ZLS Cam Seramikler
	<i>VITA Suprinity</i>	<i>Dentsply Sirona Celtra Duo</i>
Zirkonya içeriği	%8-10	%8-10
Final kristalizasyon fırınlaması	Gerekli.	Gerekli değil. (Yapılırsa mekanik direnç artar.)
Mekanik Direnç	- 420 MPa (Gerekli olan final kristalizasyon fırınlaması uygulandıktan sonra.)	- 210 MPa (Sadece mekanik cila uygulandığında.) - 370 MPa (Final kristalizasyon fırınlaması tercih edilirse.)
Simantasyon	%5'lik HF ile 20 saniye pürüzlendirme ve adeziv simantasyon.	%5'lik HF ile 30 saniye pürüzlendirme ve adeziv simantasyon.

Uzun Dönem Klinik Çalışmalar ve Sağ Kalım Oranları

ZLS cam seramikler uzun dönem klinik çalışmalar açısından kısıtlı bir materyal grubudur çünkü görece yeni bir materyaldir. Zimmermann ve ark.³⁵ yaptığı araştırmada ZLS seramik materyallerin 1 yıllık sağ kalım oranı %96,7 olarak bulunmuştur. Bir diğer çalışmada ise lityum silikat içerikli seramik materyaller belli periyotlarda olmak üzere in-vitro olarak döngüsel yaşlandırma işlemine (fatigue cyclic load) sokulmuştur. Bu çalışmanın sonucunda LS seramik materyallerin, ZLS materyallere nazaran uzun dönemde daha dayanıklı olduğu görülmüştür. Celtra Duo ise Suprinity'e göre uzun dönemde daha başarılı bulunmuştur.³⁶

SONUÇ

ZLS, LS cam seramiklerin sektöre getirdiği estetik özellikleri zirkonya materyalin yüksek dayanımı ile birleştirmeyi amaçlamıştır ve her geçen gün gelişen dental materyal üretim teknikleri ve teknolojileri sayesinde kullanımı günden güne sıklaşmaya devam etmektedir. ZLS cam seramiklerin görece olarak yeni materyaller olmasından ötürü çalışmalar kısıtlı olmakla beraber günden güne yapılan araştırmalar da artmakta ve bu araştırmalar ışığında hem var olan materyaller geliştirilmekte hem de yeni materyaller piyasaya sürülmektedir. Hali hazırda materyalin iki ayrı piyasaya sürülmüş versiyonu vardır. Bunlardan biri tam kristalize ZLS cam seramikler (Dentsply Sirona Celtra Duo), diğeri ise yarı kristalize ZLS cam seramiklerdir (VITA Suprinity). Yarı kristalize ZLS cam seramikler konusunda üretici firma yönergesi materyalin yapısı nedeniyle daha nettir çünkü bu materyaller zaten yapıları gereği mutlaka kazıma sonrası bir fırınlama işlemi görmelidir. Ancak tam kristalize ZLS cam seramikler konusunda üretici firma tek bir final aşaması sunmamaktadır. Firma Celtra Duo materyalinin kazıma işlemi sonrası mekanik cila yapılmasının ardından restorasyonun simantasyonunun yapılabileceğini, ancak bir final fırınlaması yapılırsa da materyalin dayanıklılığının ve estetik özelliklerinin arttığını öne sürmektedir. Sonuç olarak bu durum tam kristalize ZLS cam seramikler

için LS cam seramikler ve yarı sinterize ZLS cam seramiklerle karşılaştırarak daha fazla çalışma yapılması gerekliliğini gözler önüne sermektedir.

KAYNAKLAR

1. Bonfante EA, Gracis S. Individual ceramic crowns for teeth. In: Ferencz JL, Silva NRFA, Navarro JM, editors. High-Strength Ceramics: Interdisciplinary Perspectives. 1st ed., Illinois, Quintessence Publishing Co, Inc; 2014. p. 63-98.
2. Nasr E, Makhoulouf AC, Zebouni E, Makzoum J. All-ceramic Computer-aided Design and Computer-aided Manufacturing restorations: Evolution of structures and criteria for clinical application. J Contemp Dent Pract 2019; 20: 516-523.
3. Kurt M, Turhan Bal B. Farklı yüzey işlemleri ve hızlandırılmış yapay yaşlandırmanın monolitik seramik sistemlerin yüzey pürüzlülüğü ve topografisi üzerine etkileri. Selcuk Dent J 2017; 4: 68-76.
4. Aljanobi G, Al-Sowaygh ZH. The effect of thermocycling on the translucency and color stability of modified glass ceramic and multilayer zirconia materials. Cureus 2020; 12: e6968.
5. Awad D, Stawarczyk B, Liebermann A, Ilie N. Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. J Prosthet Dent 2015; 113: 534-540.
6. Elsaka SE, Elnaghy AM. Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic. Dent Mater 2016; 32: 908-914.
7. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. Int J Prosthodont 2015; 28: 227-235.
8. Traini T, Sinjari B, Pascetta R, Serafini N, Perfetti G, et al. The zirconia-reinforced lithium silicate ceramic: lights and shadows of a new material. Dent Mater J 2016; 35: 748-755.
9. Silva LHD, Lima E, Miranda RBP, Favero SS, Lohbauer U, et al. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. Braz Oral Res 2017; 31: e58.
10. Bajraktarova-Valjakova E, Korunoska-Stevkovska V, Kapusevska B, Gigovski N, Bajraktarova-Misevska C, et al. Contemporary dental ceramic materials, a review: chemical composition, physical and mechanical properties, indications for use. Open Access Maced J Med Sci 2018; 6: 1742-1755.
11. Belli R, Wendler M, de Ligny D, Cicconi MR, Petschelt A, et al. Chairside CAD/CAM materials. Part 1: measurement of elastic constants and microstructural characterization. Dent Mater 2017; 33: 84-98.
12. Flinn BD, Raigrodski AJ, Mancl LA, Toivola R, Kuykendall T. Influence of aging on flexural strength of translucent zirconia for monolithic restorations. J Prosthet Dent 2017; 117(2): 303-309.
13. Sailer I, Fehér A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, et al. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. Int J Prosthodont 2007; 20(4): 383-388.
14. O'Brien WJ. Dental materials and their selection. 10th ed., Chicago, Quintessence; 2002.
15. Brenes C, Duqum I, Mendonza G. Materials and systems for all ceramic CAD/CAM restorations. Dent Trib Int Mag Digi Dent 2016; 3: 10-15.
16. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. J Am Dent Assoc 2006; 137: 1289-1296.
17. Traini T, Sinjari B, Pascetta R, Serafini N, Perfetti G, et al. The zirconia-reinforced lithium silicate ceramic: lights and shadows of a new material. Dent Mater J 2016; 35(5): 748-755.
18. Vita Zahnfabrik. Vita Suprinity PC-Technical and scientific documentation, 2019.
19. Durschang B, Probst J, Thiel N, Bibus J, Vollman M, Schusser U (inventors). Fraunhofer- Gesellschaft, Degudent, Vita Zahnfabrik, assignees. Lithium disilicate glass-ceramic, method for production thereof and use thereof. US patent application 20120309607 A1, 6 December 2012.
20. Dentsply Sirona. Celtra® Duo. Developed to make a difference - Brochure for the dental laboratory, 2017.
21. Dentsply Sirona. Celtra Duo Fact File. Online available from; <https://www.dentsplysirona.com/en-us/categories/restorative/celtra-duo.html>.
22. Dentsply Sirona. Celtra Press Fact File. Online available from; https://assets.dentsplysirona.com/websites/microsites/celtra/Celtra_Press_Lab_Brochure.pdf.
23. VITA Zahnfabrik. Vita Ambria Brochure. Online available from; <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-AMBRIA-Lithium-disilicate-pressceramic-92379.html>. 2020.
24. Ramos NdeC, Campos TMB, de La Paz IS, Machado JPB, Bottino MA, et al. Microstructure characterization and SCG of newly engineered dental ceramics. Dent Mater 2016; 32(7): 870-878.
25. D'Arcangelo C, Vanini L, Rondoni GD, De Angelis F. Wear properties of dental ceramics and porcelains compared with human enamel. J Prosthet Dent 2016; 115(3): 350-355.
26. Lawson NC, Bansal R, Burgess JO. Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. Dent Mater 2016; 32: e275-e283.
27. Zarone F, Ruggiero G, Leone R, Breschi L, Leuci S, et al. Zirconia-reinforced lithium silicate (ZLS) mechanical and biological properties: A literature review. J Dent 2021; 109: 103661.
28. Abdalla MM, Ali IA, Khan K, Mattheos N, Murbay S, et

al. The influence of surface roughening and polishing on microbial biofilm development on different ceramic materials. J Prosthodont 2021; 30: 447-453.

29. Aboushelib MN, Sleem D. Microtensile bond strength of lithium disilicate ceramics to resin adhesives. J Adhes Dent 2014; 16: 547-552.

30. Sato TP, Anami LC, Melo RM, Valandro LF, Bottino MA. Effects of surface treatments on the bond strength between resin cement and a new zirconia-reinforced lithium silicate ceramic. Oper Dent 2016; 41: 284-292.

31. Sartori N, Tostado G, Jin-Ho P, Kazunari T, Lin R, et al. CAD/CAM High Strength Glass- Ceramics. Quintessence Dent Technol 2015; 38: 39-54.

32. Dentsply Sirona. The new DNA of high-strength glass ceramics, Celtra Duo, 2013.

33. VITA Suprinity: Technical and Scientific Documentation. VITA Zahnfabrik, 2013

34. Duarte Jr S, Phark JH, Blatz M, Sadan A. Ceramic systems: An ultrastructural study. Quintessence Dent Technol 2010; 33: 42-60.

35. Rinke S, Pfitzenreuter T, Leha A, Ziebolz D. Clinical evaluation of chairside-fabricated partial crowns composed of zirconia reinforced lithium silicate ceramics: 3-year results of a prospective practice-based study. J Esthet Restor Dent 2020; 32: 226-235.

36. Wendler M, Belli R, Valladares D, Petschelt A, Lohbauer U. Chairside CAD/CAM materials. Part 3: Cyclic fatigue parameters and lifetime predictions. Dent Mater 2018; 34: 910-921.