

Farklı şekillerde polimerize olan iki rezin simanın değişik seramik sistemler ile üretilen laminate veneerlerin bağlanma dayanımlarına etkisi

The effect of two resin cements polymerized in different ways on the bond strength of laminate veneers produced with different ceramic systems

Işıl KARAOKUTAN¹ 
Filiz AYKENT² 

¹Pamukkale Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Denizli, Türkiye

²Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye



ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı; ışıkla ve dual olarak polimerize olan iki rezin simanın farklı seramik sistemleri ile üretilmiş laminate veneerlerin mikroçekme bağlanma dayanımları üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemektir.

Yöntemler: Altmış maksiller santral diş mine-sement birleşiminin 2 mm apikalinden akrilik rezin içine gömüldü ve laminate veneer preparasyonları tamamlandı. Restorasyonların mum modelajları 3B yazıcı yardımıyla üretildi. Dişler rastgele 3 gruba ayrıldı (n = 20) ve lityum disilikat, yüksek yoğunluklu mikronize lityum disilikat ve zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramiklerden restorasyonlar üretildi. Seramik örnekler ayrıca rezin siman tipine göre ışıkla polimerize ve dual polimerize rezin siman olarak 2 alt gruba (n = 10) ayrıldılar ve simantasyonları yapıldı. Daha sonra dişler 1 yıllık klinik kullanıma eşdeğer hızlandırılmış yapay yaşlandırmaya maruz bırakıldı. Her dişin kronunun tam ortasından 1'er tane mikrobar elde edildi (n = 10) ve örneklere kopma gerçekleşene kadar 0,5 mm/dk yükleme hızında çekme kuvveti uygulandı. İstatistiksel analizler iki yönlü varyans analizi ve Tukey's Post-hoc testi kullanılarak yapıldı (P ≤ ,05).

Bulgular: Seramik ve rezin siman alt grubundaki örnekler karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (P < ,001). Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramiklerin mikroçekme bağlanma dayanımları hem ışıkla polimerize olan hem de dual polimerize olan rezin siman gruplarında lityum disilikat seramiklere göre anlamlı seviyede düşük bulunmuştur (P < ,001). Dual polimerize olan rezin siman grubunun bağlanma dayanımı, ışıkla polimerize olan rezin siman grubundan istatistiksel olarak anlamlı seviyede düşük bulunmuştur (P < ,001).

Sonuç: Lityum disilikat laminate veneerler, zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat veneerlerden daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir. Yine ışıkla polimerize olan rezin siman, dual polimerize olan rezin simana göre daha etkili bağlanma dayanımı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Laminate veneer, lityum disilikat, mikro gerilim bağlanma dayanımı, rezin siman, zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to compare the effects of two resin cements polymerized in different ways on the microtensile bond strength of laminate veneers produced with different ceramic materials.

Methods: Sixty maxillary central incisor teeth were embedded in an acrylic resin 2 mm below the enamel-cement junction and laminate veneer preparations were completed. The wax models of the restorations were produced with a 3D printer. The teeth were randomly divided into 3 groups (n = 20) and restorations were produced with lithium disilicate, high-density micronized lithium disilicate and zirconia reinforced lithium silicate ceramics. Ceramic specimens were further divided into two groups (n = 10) according to the resin cement type as light-cure and dual-cure resin cement, and their cementation was performed. The teeth were then subjected to accelerated artificial aging equivalent to 1 year of clinical use. One microbar was obtained from the middle of the crown of each tooth (n = 10) and tensile force was applied to the specimens at a loading speed of 0.5 mm/min until the fracture occurred. Statistical analyzes were performed using two-way analysis of variance and Tukey's Post-hoc test (P ≤ .05).

Results: Statistically significant difference was found between the ceramic type and resin cement subgroups (P < .001). The bond strength of laminate veneers produced with zirconia reinforced lithium silicate ceramic group was found significantly lower than that of lithium disilicate ceramic's groups in both light-cured and dual-cured resin cement groups (P < .001). The dual-cure resin cement groups showed statistically significantly lower bond strength than the light-cure resin cement groups (P < .001).

Conclusion: The laminate veneers fabricated from lithium disilicate ceramics showed higher bond strength than that of zirconia reinforced lithium silicate veneers. Also, the light-cure resin cement provided more effective bond strength than dual-cure resin cement.

Keywords: Laminate veneer, lithium disilicate, microtensile bond strength, resin cement, zirconia reinforced lithium silicate

Geliş Tarihi/Received: 28.05.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 21.10.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Işıl KARAOKUTAN
E-mail: dt.isilsentoregil@gmail.com

Cite this article: Karaokutan I, Aykent F. The effect of two resin cements polymerized in different ways on the bond strength of laminate veneers produced with different ceramic systems. *Curr Res Dent Sci.* 2022; 32(2): 167-172.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

GİRİŞ

Günümüzde, hastaların estetik restorasyonlara ilişkin beklentileri artmıştır.¹ Çeşitli tam seramik materyaller; üretim teknikleri ve estetik özelliklerindeki gelişmeler nedeniyle son yıllarda artan bir şekilde popüler olmuştur.^{2,3} Seramik laminate veneer (LV) restorasyonlar ise hem estetik avantajları hem de minimal invaziv tekniklerle üretilebilmeleri nedeniyle geniş çapta tercih edilen restorasyonlar haline gelmiştir.⁴ Seramik laminate veneerlerin uzun dönem başarısı; preparasyon tipi ve derinliği, dişin vital veya devital olması, seramiğin tipi ve kalınlığı, adezyonun mine veya dentinde sağlanması, rezin siman tipi, diş morfolojisi, fonksiyonel ve parafonksiyonel aktivitelerden etkilenmektedir.⁵ Laminate veneerlerde en sık görülen başarısızlık tipinin kırık olduğu (%44), bunu çatlak oluşumunun (%27,59) ve debonding (%10) takip ettiği bildirilmiştir.⁶ Seramik malzemelerin en büyük dezavantajı, laboratuvar uyumlamaları sırasında ve özellikle ince laminate veneer restorasyonların işlenmesi sırasında indüklenerek çatlak oluşumuna yol açan kırılma yapılarıdır. Ayrıca, yapıştırma simanının polimerizasyon büzülmesi, adeziv arayüzünde stres oluşturabilir.⁶⁻⁸

Lityum disilikat seramikler (LDS), üstün estetik özellikleri nedeniyle restoratif diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır; ancak bu seramikler döngüsel yüklenme nedeniyle gelişen yorulma kırılmasına duyarlıdır.⁹ İdeal restorasyon materyalleri için süren araştırmalar, yeni materyallerin geliştirilmesine yol açmıştır. Yakın zamanda piyasaya sürülen malzemeler, lityum disilikat seramiğin estetik özelliklerini korurken, mikrokristal yapısında değişiklikler yaparak mekanik özelliklerini iyileştirmeyi amaçlamaktadır.¹⁰ Bunlardan zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat cam seramikler (ZLS) günümüzde giderek popüler hale gelmiştir. Celtra Press ince grenli ve homojen bir yapıya sahip ağırlıkça yaklaşık %10 zirkonya ile güçlendirilmiş yeni nesil cam-seramik malzemedir. Tetragonal fazdan monoklinik faza geçişte bir hacim artışı ile faz dönüşümüne uğrayan zirkonya takviyesi sayesinde, çatlak yayılması ve kırık oluşumunun önlenmesini hedefleyen daha güçlü bir cam seramik malzeme sunmak için piyasaya sürülmüştür.¹¹ Daha yüksek kırılma dayanımı nedeniyle hem veneer hem de tam kron restorasyonların yapımında kullanılabilir.¹²

Tam seramik restorasyonların klinik başarısı sadece estetik özelliklere bağlı olmayıp aynı zamanda diş sert dokularıyla aralarındaki bağlantının gücü ve kalitesi ile de yakından ilişkilidir.^{13,14} Adeziv rezin simanlar kullanılarak yapılan simantasyon işlemi güçlü bir retansiyonun sağlanabilmesi için seramik LV ler için hayati önemdedir.¹³ Ağız ortamındaki dental materyallerin zaman içerisinde yaşlanması doğal ve kaçınılmaz bir olaydır. Uzun süreli klinik takiplerin zor olması ve kişisel alışkanlıklarla ilgili faktörleri ortadan kaldırması nedeniyle, dental seramik ve rezin simanların başarısını değerlendirmek için ağız ortamını taklit eden farklı hızlandırılmış yaşlanma prosedürleri kullanılmaktadır.¹⁵⁻¹⁷ Önceki çalışmalarda^{18,19} güçlendirilmiş dental seramiklerin mekanik ve optik özellikleri ayrıca mikroyapısal değişimleri ısı işlem veya ısı döngü sonrası araştırılmış ancak bu çalışmalarda rezin simanın etkisi değerlendirilmemiştir. Dual polimerize olan rezin simanlar, daha uzun çalışma zamanı sağlamaları sebebiyle klinisyenler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir, ancak ışıkla polimerize olan rezin simanlar hem daha fazla renk seçeneği sunmaları hem de renklerini uzun süre değiştirmeden kalabilmeleri sebebiyle silika içerikli seramiklerden yapılan estetik restorasyonların simantasyonunda ön plana çıkmaktadır.^{20,21} Ancak kullanılan rezin siman sistemine göre simantasyon öncesinde yapılan yüzey hazırlığı işleminin içerikleri ve uygulama süreleri farklılık göstermektedir. Bu rezin simanla-

rın diş ve dental seramikler arasındaki bağlanma dayanımını nasıl etkileyeceğinin anlaşılması klinik kullanım açısından oldukça önemlidir. Bu bilgiler ışığında mevcut çalışmanın amacı bir ZLS ve iki farklı LDS ile üretilmiş laminate veneerlerin mine dokusuna bağlantısında farklı rezin simanların bağlanma dayanımı üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemektir. Çalışmanın sıfır hipotezi uygulanan rezin siman sistemlerinin farklı tam seramik materyalinden üretilmiş LV lerin diş mine dokusuna olan bağlanma dayanımları arasında fark yaratmayacağıdır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmada kullanılan materyallerin ticari isimleri, üretici firmaları ve içerikleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Bu in-vitro çalışma için etik kurul onayı Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından alınmıştır (Tarih: 7 Şubat 2020, Etik No: 60116787-020/11226). Gruplar arasındaki etki büyüklüğü f=0.5 olacak şekilde yapılan güç analizi sonucunda her grup için en az 8 örnek alınması durumunda %95 güvenle %80 güç elde edilebileceği hesaplanmıştır. Ancak test sırasında oluşabilecek problemlerin önüne geçilebilmesi için her grupta 10 örnek olması planlanmıştır. Bu çalışmada benzer büyüklükteki 60 maksiller yeni çekilmiş santral diş kullanıldı. Her diş hipoplazi, çatlak ve çürük açısından incelendi ve bu özelliğe sahip dişler çalışma dışı bırakıldı. Dişler, preparasyonlar tamamlanana kadar oda sıcaklığında salin solüsyonda saklandı. Çalışmaya başlamadan önce

Tablo 1. Çalışmada kullanılan materyaller

Ticari isim	Materyal	İçerik	Üretici Firma
IPS e.max Press	Lityum disilikat seramik	SiO ₂ %57,0-80,0 Li ₂ O %11,0-19,0 K ₂ O %0,0-13,0 P ₂ O ₅ %0,0-11,0 ZrO ₂ %0,0-8,0 ZnO %0,0-8,0 Renklendirici %0,0-18,0	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Celtra Press	Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramik	SiO ₂ %59,3, Li ₂ O %14,5, ZrO ₂ %9,3, Al ₂ O ₃ %3, K ₂ O %1,2, P ₂ O ₅ %4,9, Tb ₂ O ₃ %3,3, B ₂ O ₃ %2, Na ₂ O %0,2, CeO ₂ %0,83, Er ₂ O ₃ %0,73, V ₂ O ₅ %0,61, HfO ₂ %0,21, MgO %0,01 SrO %0,0003	Dentsply Sirona, Hanau, Almanya
Initial LiSi Press	Yüksek yoğunluklu mikronize lityum disilikat seramik	SiO ₂ %71,9, Li ₂ O %13, Al ₂ O ₃ %5,4, K ₂ O %2, Na ₂ O %1,4, P ₂ O ₅ %2,6, ZrO ₂ %1,7, CeO ₂ %1,2, V ₂ O ₅ %0,15, Tb ₂ O ₃ %0,35, Er ₂ O ₃ %0,4, B ₂ O ₃ %0,007, HfO ₂ %0,03	GC Co, Tokyo, Japonya
Variolink Esthetic LC	Işıkla polimerize olan rezin siman	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, İterbiyum triflorür, boroalüminofluorosilikat cam, küresel miks oksit, benzoilperoksit, stabilizatörler, pigmentler, Ivocerin™	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Panavia V5	Dual polimerize olan rezin siman	Bis-GMA, TEGDMA, hidroforobik aromatik dimetakrilat, hidrofilik alifatik dimetakrilat, baryum cam dolgu, floroalüminosilikat cam, silika dolgu, başlatıcılar, stabilizatörler, pigmentler	Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japonya
Monobond Plus	Primer	10-Metakriloiloksidesil dihidrojen fosfat, Metakrilatlı fosforik asit ester, adeziv monomerler, etanol	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Ceramic Primer Plus	Primer	3-Metakriloksisipropil trimetoksilan, 10-Metakriloiloksidesil dihidrojenfosfat, etanol	Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japonya

GMA, bisphenol A-glycidyl methacrylate; UDMA, urethane dimethacrylate; TEGDMA, triethylene glycol dimethacrylate

dişler flor içermeyen profilaksi patı ile fırçalandı, diş taşı ve artık yumuşak dokular kretuar ile uzaklaştırıldı. Daha sonra dişler su soğutmalı düşük hızlı elmas separe ile (Isomet 1000, Buehler, IL, ABD) sement-mine birleşiminin 2 mm apikalinden kesildiler ve labial yüzleri yukarı bakacak şekilde kimyasal olarak polimerize olan bir akrilik rezin (Meliodent, Heraeus Kulzer, South Bend, ABD) içine gömüldüler. İlk olarak 0,3 ve 0,5 mm'lik derinlik belirleyici frezler yardımı ile (G&Z Instrumente GmbH, Lustenau, Avusturya) preparasyon derinliği belirlendi. Servikal üçlüde 0,3 mm, orta ve insizal üçlüde 0,5 mm redüksiyon yapıldı ve butt-joint (düz) tasarımı ile servikal bitiş çizgisi, mine-sement birleşiminin 1 mm koronalinde oluşturuldu. Tüm preparasyonlar aynı klinisyen tarafından tamamlandı. Daha sonra dişler rastgele 3 gruba (n = 20) ayrılarak LV restorasyonları yapıldı: (1) LDS (IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), (2) yüksek yoğunluklu mikronize LDS (Initial LiSi Press, GC Co., Tokyo, Japonya) ve (3) ZLS (Celtra Press, Dentsply Sirona, Hanau, Almanya). Tamamlanan laminate preparasyonların ölçüleri laboratuvar tipi bir tarayıcı (Cerec inEos X5, Dentsply Sirona, Hanau, Almanya) yardımıyla alındı. Siman kalınlığı 90 µm belirlendi, yazılım programına (CEREC 4.4 Software; Dentsply Sirona, York, PA) girildi ve ardından restorasyonlar tasarlandı. Yazılım programı kullanılarak tasarlanan restorasyonların mum modelajları 3B yazıcı yardımıyla üretildi. Her restorasyonun mum modelajı, uyum ve marjinal adaptasyon açısından kontrol edildi. Seramik restorasyonlar, üretici firma talimatları doğrultusunda (Tablo 2) bir seramik fırınında (Austromat 654 Press-i-dent, Dekema, Freilassing, Almanya) preslendi. Tamamlanan seramik laminate veneer restorasyonları prepare diş yüzeylerine uyumlandıktan sonra üç aşamalı bir elmas sistemi (Porcelain Laminate Veneer Kit, Shofu) ile polisaj işlemi tamamlandı. Daha sonra seramik örnekler rezin siman tipine göre ayrıca iki gruba (n = 10) ayrıldı: (1) ışıkla polimerize olan rezin siman (Variolink Esthetic, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), (2) dual polimerize olan rezin siman (Panavia V5, Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japonya).

Işıklı polimerize olan rezin simanla yapıştırılan gruplar için; restorasyonlar 20 sn boyunca %4,8'lik hidroflorik asit ile asitlendi ve su spreyi ile durulandı. Daha sonra restorasyonlara bir mikro fırça ile 10-MDP monomeri ve silan içerikli universal primer olan Monobond Plus (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) uygulandı, 60 sn bekletildi ve hava spreyi ile 5 sn hafifçe kurutuldu. Hazırlanan diş yüzeylerine 30 sn süreyle %37'lik fosforik asit uygulandıktan

sonra durulandı ve dikkatlice kurutuldu. Asit uygulamasının ardından Adhese Universal uygulandı ve 20 saniye bekletildi, ardından hava ile kurutuldu. Daha sonra bir LED ışın sistemi (VALO™ Cordless, Ultradent, South Jordan, ABD) ile 10 sn polimerize edildi. Bu aşamayı takiben rezin siman laminate veneer içine dağıtıldı, parmak baskısı ile oturtuldu ve siman aynı LED cihazı ile standart modda 1 mm mesafeden 1000 mW/cm² güçte 10 sn polimerize edildi. Dual polimerize olan siman ile yapıştırılan gruplar için; restorasyon iç yüzü üretici firmanın önerileri doğrultusunda fosforik asit içerikli K-Etchant (Panavia V5, Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japonya) ile 5 sn boyunca asitlendi, ardından durulandı ve kurutuldu. Takiben etanol içinde çözülmüş 10-MDP monomeri ve silan içeren Ceramic Primer Plus uygulandı ve kurutuldu. Hazırlanan diş yüzeyleri için K-Etchant 10 sn uygulandı, ardından durulandı ve kurutuldu. Diş primeri (Panavia V5, Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japonya) bir mikro fırça ile uygulandı ve 20 sn bekletildi sonra hava ile kurutuldu. Siman restorasyonun içine dağıtıldı ve parmak baskısı ile oturtuldu. Ardından 5 sn süreyle aynı LED cihazı ile polimerize edildi. Simantasyon işlemleri tamamlanan dişler 24 saat distile su içinde bekletildi ve daha sonra bir UV yaşlandırma makinesi (Atlas UV 2000, Atlas Electronic Devices, Chicago, IL, ABD) ile hızlandırılmış yapay yaşlandırmaya tabi tutuldu. Örnekler, ışık kaynağına 10 cm uzaklıkta yerleştirildi. Test süresi sadece 40 dakika ışık, 20 dakika ışık artı ön su spreyi, 60 dakika ışık ve 60 dakika karanlık artı ön su spreyi olacak şekilde belirlendi. Örnekler toplam 300 saat ve 1 yıllık klinik kullanıma eşdeğer 150 kJ/m² enerjiye maruz bırakıldı.²² Yaşlandırma prosedürü tamamlandıktan sonra, akril bloklar elmas separe (Diamond Wafering Blade, 10 cm x 0,3 mm, Buehler, ABD) örneklerin seramik-rezin siman-mine bağlantı yüzeyine dik olacak şekilde düşük hızlı kesim yapan cihaza (Isomet 1000; Buehler, IL, ABD) sabitlendi ve her dişin kronun tam ortasından seramik ve dişten oluşan örneklerden uzun aksına paralel vertikal olarak 1,2 x 1,2 x 5 mm'lik kesitli 1'er tane mikrobare elde edildi (Şekil 1). Numunelerin boyutları dijital bir kumpas ile kontrol edilerek yeterli mine veya seramik kalınlığına sahip olmayan örnekler yeniden elde edildi. Daha sonra bir siyanoakrilat (Pattex, Henkel UA) ile mikrogereçim test cihazına (Bisco, Inc., Schaumburg, IL, ABD) ile sabitlenen örnekler kopma gerçekleşene kadar 0,5 mm/dk hızda çekme kuvveti uygulandı ve elde edilen değerler kaydedildi.

İstatistiksel Analiz

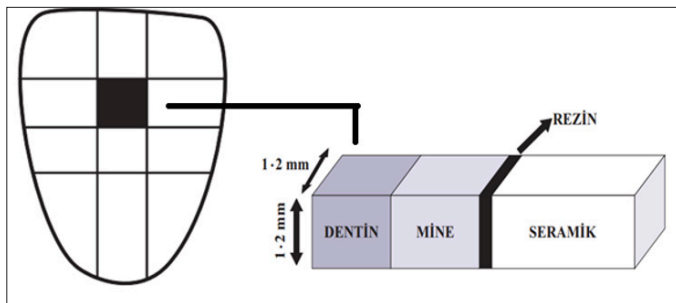
İstatistiksel analizler, standart istatistiksel yazılım programı IBM SPSS versiyon 23 (IBM Statistical Package for the Social Sciences Corp., Armonk, NY, ABD) kullanılarak yapıldı. Her grubun verileri Shapiro-Wilk testi ile normallik varsayımları açısından kontrol edildi ve veriler normal dağıldığı için sonuçlar iki yönlü varyans analizi testi kullanılarak analiz edildi. Çoklu karşılaştırmalar için Tukey's Post-hoc testi kullanıldı ($P \leq ,05$).

BULGULAR

İki yönlü ANOVA testi sonuçları gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir ($P < ,001$, Tablo 3). Test gruplarının ortalama ve standart sapma değerleri ile gruplar arası karşılaştırmalar Tablo 4 ve Şekil 2'de gösterilmiştir. Hidroflorik asit kullanılan ışıkla polimerize olan siman gruplarında LDS grupları arasında (e.max Press (18,58 MPa), Initial LiSi Press (18,65 MPa)) istatistiksel olarak anlamlı bir fark yokken ZLS grubu (13,89 MPa) anlamlı seviyede düşük bulunmuştur ($P < ,001$). Benzer şekilde fosforik asit kullanılan dual polimerize siman gruplarında LDS grupları arasında (e.max Press (13,03 MPa), Initial LiSi Press (11,41 MPa)) istatistiksel olarak fark gözlenmezken, ZLS grubu (7,95

Tablo 2. Seramik örneklerin presleme parametreleri

	IPS e.max Press	Initial LiSi Press	Celtra Press
Başlangıç ısısı	700°C	700°C	700°C
Isıtma oranı	60°C/dk	60°C/dk	40°C/dk
Bekletme süresi	29 dk	25 dk	30 dk
Final sıcaklık	915°C	915°C	860°C



Şekil 1. Mikrotensile testi için örneklerin hazırlanması

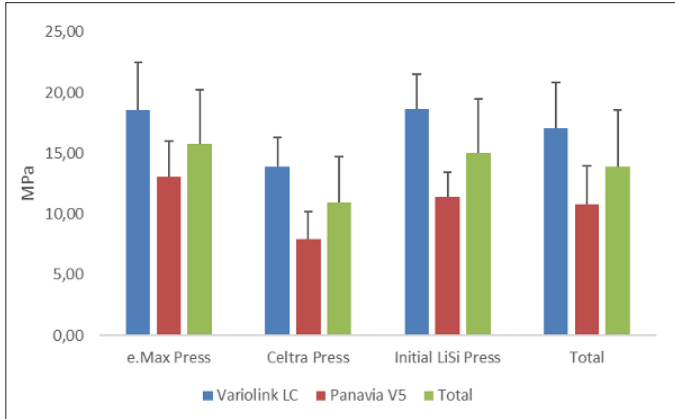
Tablo 3. İki yönlü ANOVA sonuçları

	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	P
Seramik	275,959	2	137,980	17,735	< ,001
Siman	584,489	1	454,689	75,131	< ,001
Seramik Siman	860,487	2	286,829	36,867	< ,001

Tablo 4. Ortalama, standart sapma değerleri ve grupların karşılaştırılması (MPa)

	IPS e.Max Press	Celtra Press	Initial LiSi Press	Total
Variolink Esthetic	18,58 ± 3,90 ^a	13,89 ± 2,44 ^b	18,65 ± 2,89 ^a	17,04 ± 3,78
Panavia V5	13,03 ± 2,93 ^c	7,95 ± 2,24 ^d	11,41 ± 2,05 ^c	10,80 ± 3,19
Total	15,81 ± 4,40	10,92 ± 2,80	15,03 ± 4,44	13,92 ± 4,68

^{a-d}Aynı harfe sahip gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır.



Şekil 2. Test gruplarının ortalama ve standart sapma değerleri

(MPa) istatistiksel olarak anlamlı seviyede düşük bulunmuştur ($P < ,001$) (Tablo 4). Siman grupları arasında yapılan karşılaştırma sonucunda dual polimerize olan rezin siman grubu, ışıkla polimerize olan rezin siman grubundan istatistiksel olarak anlamlı seviyede düşük bulunmuştur ($P < ,001$).

TARTIŞMA

Bu çalışma lityum disilikat ve zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramiklerinden yapılan laminate veneerlerin dış yüzeyine bağlanma dayanımlarına ışıkla ve dual polimerize olan iki rezin simanın etkisi karşılaştırılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre grupların mikroyerleşim bağlanma dayanımı değerleri iki siman ve laminate veneerin yapıldığı materyale göre farklılık göstermiştir. Bu sebeple kullanılacak rezin siman tipine göre ZLS ve LDS arasındaki mikro gerilim bağlanma dayanımına etki etmeyeceği yönünde kurulan sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Mikro çekme testinde, çekme bağ kuvveti, simante edilmiş yüzeyin enine kesit alanına bağlıdır ve örnekler kesit yöntemi kullanılarak elde edildiğinden geleneksel çekme testlerine göre bazı avantajlar sağlar. Tek bir numuneden birden fazla kesit elde edilebilir ve bu kesitlere testten önce bir aşındırma işlemi uygulanmadığı için, bağlı yüzeyler üzerinde daha az stres vardır.²³ Ancak bunun yanında mikro gerilim testinde düşük hızlı bir elmas testere kesme makinesi ile numunelerin hazırlanması sırasında, bağlantının erken bozulmasına neden olabilecek mikro çatlaklar ve diğer kusurlar meydana gelebilir. Bu nedenle numuneler dikkatli bir şekilde hazırlanmalıdır.²⁴ Bu çalışmada elde edilen numuneler dikkatlice incelenmiş mine veya seramik içermeyen yada çatlak, kırık örnekler yenilenmiştir.

Seramik restorasyonların klinik performansı büyük ölçüde rezin simanların restoratif materyallere ve diş yapısına bağlantısına

bağlıdır. Seramik yüzeylerin rezin simanlarla bağlanma dayanımını artırmak için, kumlama ile pürüzlendirme veya asit uygulaması gibi yöntemler geliştirilmiştir.²⁵ Bir seramik materyal ile rezin siman arasındaki gerçek bağ dayanımı oldukça karmaşıktır çünkü seramik materyalin mikro yapısı, rezin simanın viskozitesi ve seramik materyalin mekanik özellikleri gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Farklı yüzey hazırlıkları, kimyasal yapıları farklı olan seramik materyaller üzerinde farklı topografik değişiklikler üretebilir, dolayısıyla bağlanma dayanımları etkilenebilir. Silika içerikli seramiklerin rezin simanlar ile mikromekanik retansiyonunun sağlanabilmesi için yüzeylerinin asitle pürüzlendirilmesi gerekmekte ve asitle pürüzlendirme sonrasında kimyasal bağlanmayı sağlamak için silan uygulaması önerilmektedir.^{26,27} Bu sayede hidrofilik restorasyon yüzeyi ile hidrofobik kompozit yüzeyi arasında bağlantı sağlanmaktadır.^{28,29} Adeziv simantasyon yaparken metal alaşımları, zirkonya ve cam seramikler gibi farklı yapılara çok yönlü bağlantı sağlanabilmesi için, bazı universal adezivler, silan ve monomer 10-metakriloiloksidesil dihidrojen fosfat (10-MDP) içermektedir.³⁰ Mevcut çalışmada rezin-seramik bağını güçlendirmek için LDS ve ZLS yüzeyine silan bağlayıcı ajan uygulanmış, böylece silika ile kovalent bağ oluşması sağlanmıştır.³¹ Ancak çalışmada kullanılan her iki rezin simanın da primer içeriklerinde etanol içinde çözündürülmüş silan ve 10-MDP bulunmaktadır. Dolayısıyla benzer kimyasal içeriğe sahip primerlerin bağlanmadaki farklılığın sebebi olmadığı düşünülmüştür. Seramik yüzeyler üzerine uygulanan agresif ön işlemler en yüksek bağlanma dayanımını oluştursa da kumlama veya hidroflorik asit aşındırmasıyla oluşan derin ve güçlü mikro pürüzlülük, seramik materyallerinde yüzey bozulmasına ve mikro çatlaklara sebep olabilir. Bu nedenle, materyallerde zayıflamaya sebep olmadan en yüksek bağlanma dayanımına ulaşmak için daha güvenli bir seramik ön işlem yönteminin geliştirilmesi gerekmektedir.³² Hidroflorik asit, güçlü, aşındırıcı ve oldukça toksik bir kimyasaldır.³³ Maruo ve ark.³² fosforik asidin lityum disilikat cam seramiklerin bağlanma gücünü arttırılmasında hidroflorik aside ve kumlama işlemine alternatif bir yüzey pürüzlendirme işlemi olabileceğini ancak rezin-seramik bağlantısını iyileştirmek için fosforik asit uygulamasını takiben silan uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir. Ancak başka bir çalışmada % 40'lık fosforik asit cam seramik örneklerle 5 ve 60 sn uygulanmış ve yüzey morfolojisinde önemli farklılıklara yol açmadığı bildirilmiştir.³⁴ Ayrıca hidroflorik asit ve fosforik asit ile pürüzlendirme ve alüminyum oksit tozu ile kumlama işlemlerinin lityum disilikat seramiklerin yüzey pürüzlülüğüne etkisi değerlendirildiği bir çalışmada tek başına hidroflorik asit uygulamasının, kumlama ile oluşturulan mikro krater benzeri görünümü yaratmada başarısız olduğu, öte yandan, fosforik asit uygulamasının yüzeyi yalnızca yüzeysel olarak değiştirerek minimum düzeyde pürüzlü bir yüzey elde ettiği bildirilmiştir.³² Yıldırım³⁵ ise yaptığı çalışmada hibrit, feldspatik, lityum disilikat ve zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramiklerine hidroflorik ve fosforik asit uygulayarak bağlanma dayanımını incelemiştir. Çalışmasının sonucunda hidroflorik asit uygulamasının fosforik asit uygulamasından daha fazla bağlanma dayanımı sağladığını, ayrıca her iki asit uygulamasının da lityum disilikat seramiklerde zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramiklere göre daha yüksek bağlanma değerleri gösterdiğini bildirmiştir. Bu çalışmada da önceki çalışmalarının sonuçlarına benzer şekilde prosedüründe 4,8'lik hidroflorik asit ile pürüzlendirmenin uygulandığı ışıkla polimerize simanın fosforik asit içerikli dual polimerize rezin siman göre bağlanma dayanımı daha yüksek bulunmuştur. Ancak çalışmamızda elde edilen sonuçlar Yıldırım'ın çalışması ile paralellik göstermekle birlikte elde edilen bağlanma değerleri daha düşüktür bunun sebebi Yıldırım'ın

çalışmasından farklı olarak çalışmamızda bağlanma değerlerinin 1 yıllık klinik kullanıma eşdeğer yaşlandırma yapıldıktan sonra ölçülmesine bağlı olabilir. Peumans ve ark.³⁶ yaptıkları çalışmalarında farklı kimyasal yapıya sahip seramiklere sadece hidroflorik asit ve hidroflorik asit ve silan uygulamasını da içeren çeşitli yüzey işlemleri uygulamış ve dual polimerize olan rezin simanlara olan bağlanmalarını değerlendirmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda lityum disilikat porselene hidroflorik asit ve silan uygulanmasının sadece hidroflorik asit uygulamasına göre daha yüksek bağlanma değerleri gösterdiğini ancak ZLS seramiğine hidroflorik asidi takiben yapılan silan uygulamasının bağlanma değerlerini arttırmadığını bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada da tüm seramik gruplarına silan uygulaması yapılmış ancak ZLS örneklerinin bağlanma değerleri lityum disilikat örneklerine göre daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeni her iki asitinde zirkonya içerikli seramik materyal üzerindeki etkisinin daha az olması olabilir.³⁵

Kullanılan seramik materyallerinden bağımsız olarak ışıkla polimerize olan rezin siman dual polimerize olan rezin simana göre daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir. Üretici firmaların belirttiği bilgiler doğrultusunda bu çalışmada kullanılan simanlardan ışıkla polimerize olan rezin simanın doldurucu miktarı (%60-68) dual polimerize olan rezin simandan daha fazladır (%38). Simanlar arasındaki viskozite farkı bu sonucun bir sebebi olabilir. Simanların viskozitesi arttıkça penetrasyon düzeyleri azalır, ancak mine ve dentin yüzeyine uygulanan ön işlemler yardımıyla, yüksek viskoziteli rezin siman daha fazla nüfuz edebilir. Güçlü bir bağlanma dayanımı için simanın penetrasyon potansiyelini artırmak da önemlidir.³⁶ Mevcut çalışmadaki simanlar arasındaki bağlanma farklılıklarının da önceki çalışmalarda bildirilen faktörlere bağlı olabileceği düşünülmüştür. Bu çalışmanın limitasyonları arasında kullanılan asitler üretici firma önerileri doğrultusunda tek bir konsantrasyon ve sürede uygulanması sayılabilir. Bu nedenle ileriki çalışmalarda farklı konsantrasyon ve sürelerde uygulanan asit ve primer içerikleri olan farklı rezin simanlar araştırılmalıdır. Ayrıca klinik bir uygulamada restoratif materyallerin hem doğal dişe yakın optik özellikler göstermesi hem de yeterli mekanik dayanıma sahip olması beklenir. Bu sebeple ileriki çalışmalarda seramik materyaller ve rezin siman arasındaki bağlanma dayanımının yanı sıra diğer mekanik ve optik özellikler de araştırılmalıdır.

Bu çalışmanın sınırları dahilinde lityum disilikat seramikler zirkonya ile güçlendirilmiş seramiklerden daha iyi bağlanma dayanımı göstermiştir. Yine ışıkla polimerize olan rezin siman dual polimerize olan rezin simana göre daha yüksek bağlanma dayanımı sağlamıştır. Zirkonya ilave edilerek yapısı güçlendirilmiş seramiklerden üretilmiş laminate veneerlerin klinik uygulamasında, prosedüründe hidroflorik asit ve takiben silan uygulanması içeren bir yapıstırıcı simanın kullanılması diş yüzeyine bağlanma dayanımını daha da arttıracığından tercih edilmelidir.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma için etik komite onayı Pamukkale Üniversitesi'nden (Tarih: 7 Şubat 2020, No: 60116787-020/11226) alınmıştır.

Hasta Onamı: Bu çalışma için yazılı hasta onamı gerekmemektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – I.K.; Tasarım – I.K, F.A.; Denetleme – I.K, F.A.; Kaynaklar – I.K.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – I.K.; Analiz ve/veya Yorum – I.K.; Literatür Taraması – I.K, F.A.; Yazıyı Yazan – I.K, F.A.; Eleştirel İnceleme – F.A.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Koordinatörlüğü tarafından 2020BSP007 proje numarası ile desteklenmiştir.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval was received for this study from the ethics committee of Pamukkale University (Date: February 7, 2020, Decision Number: 60116787-020/11226).

Informed Consent: Patient's written informed consent was not required for this study.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – I.K.; Design – I.K, F.A.; Supervision – I.K, F.A.; Resources – I.K.; Data Collection and/or Processing – I.K.; Analysis and/or Interpretation – I.K.; Literature Search – I.K, F.A.; Writing Manuscript – I.K, F.A.; Critical Review – F.A.

Declaration of Interests: The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding: This research was funded by Scientific Research Projects Center, Pamukkale University, Denizli, Turkey (Grant Number: 2020BSP007)

KAYNAKLAR

- Pimentel W, Teixeira ML, Costa PP, Jorge MZ, Tiossi R. Predictable outcomes with porcelain laminate veneers: A clinical report. *J Prosthodont.* 2016;25(4):335-340. [\[Crossref\]](#)
- Yılmaz B, Yanıkoğlu N. Evaluation of marginal adaptation and fracture strength of different zirconia based crowns. *Curr Res Dent Sci.* 2021;31(2):247-255. [\[Crossref\]](#)
- Cantürk K, Karalar B, Sağsöz Ö, Seven N, Sağsöz NP, Bayındır YZ. The effect of different universal bonding agents on the bond strength of CAD/CAM ceramics repaired with composite resin. *Curr Res Dent Sci.* 2019;29(3):381-386. [\[Crossref\]](#)
- Shetty A, Kaiwar A, Shubhashini N, et al. Survival rates of porcelain laminate restoration based on different incisal preparation designs: An analysis. *J Conserv Dent.* 2011;14(1):10-15. [\[Crossref\]](#)
- Ozturk E, Bolay S. Survival of porcelain laminate veneers with different degrees of dentin exposure: 2-year clinical results. *J Adhes Dent.* 2014;16(5):481-489.
- Morimoto S, Albanesi RB, Sesma N, Agra CM, Braga MM. Main Clinical outcomes of feldspathic porcelain and glass-ceramic laminate veneers: A systematic review and meta-analysis of survival and complication rates. *Int J Prosthodont.* 2016;29(1):38-49. [\[Crossref\]](#)
- Obradović-Đuričić KB, Medić VB, Dodić SM, Đuričić SP, Jokić BM, Kuzmanović JM. Porcelain veneers-preparation design: A retrospective review. *Hemijaska industrija.* 2014;68(2):179-192. [\[Crossref\]](#)
- Gresnigt MM, Kalk W, Özcan M. Clinical longevity of ceramic laminate veneers bonded to teeth with and without existing composite restorations up to 40 months. *Clin Oral Investig.* 2013;17(3):823-832. [\[Crossref\]](#)
- Belli R, Geinzer E, Muschweck A, Petschelt A, Lohbauer U. Mechanical fatigue degradation of ceramics versus resin composites for dental restorations. *Dent Mater.* 2014;30(4):424-432. [\[Crossref\]](#)
- Hamza TA, Sherif RM. Fracture resistance of monolithic glass-ceramics versus bilayered zirconia-based restorations. *J Prosthodont.* 2019;28(1):259-264. [\[Crossref\]](#)
- Rinke S, Pabel AK, Rödiger M, Ziebolz D. Chairside fabrication of an all-ceramic partial crown using a zirconia-reinforced lithium silicate ceramic. *Case Rep Dent.* 2016;2016:1354186. [\[Crossref\]](#)
- Albakry M, Guazzato M, Swain MV. Influence of hot pressing on the microstructure and fracture toughness of two pressable dental glass-ceramics. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2004;71(1):99-107. [\[Crossref\]](#)
- Vargas MA, Bergeron C, Diaz-Arnold A. Cementing allceramic restorations: recommendations for success. *J Am Dent Assoc.* 2011;142(Suppl 2):S20-24. [\[Crossref\]](#)
- Lima RBW, Barreto SC, Alfrisy NM, Porto TS, De Souza GM, De Goes MF. Effect of silane and MDP-based primers on physico-chemi-

- cal properties of zirconia and its bond strength to resin cement. *Dent Mater.* 2019;35(11):1557-1567. [\[Crossref\]](#)
15. Karaokutan I, Yilmaz Savas T, Aykent F, Ozdere E. Color stability of CAD/CAM fabricated inlays after accelerated artificial aging. *J Prosthodont.* 2016;25(6):472-477. [\[Crossref\]](#)
 16. Lu H, Powers JM. Color stability of resin cements after accelerated aging. *Am J Dent.* 2004;17:354-358.
 17. Pissaia JF, Correr GM, Gonzaga CC, Cunha LF. Influence of shade, curing mode, and aging on the color stability of resin cements. *Braz J Oral Sci.* 2015;14(4):272-275. [\[Crossref\]](#)
 18. Bayne SC, Ferracane JL, Marshall GW, Marshall SJ, van Noort R. The evolution of dental materials over the past century: Silver and gold to tooth color and beyond. *J Dent Res.* 2019;98(3):257-265. [\[Crossref\]](#)
 19. Hallmann L, Ulmer P, Gerngross MD, et al. Properties of hot-pressed lithium silicate glass-ceramics. *Dent Mater.* 2019;35(5):713-729. [\[Crossref\]](#)
 20. Kramer N, Lohbauer U, Frankenberger R. Adhesive luting of indirect restorations. *Am J Dent.* 2000;13:60-76.
 21. Al-Harhi AA, Aljoudi MH, Almaliki MN, El-Banna KA. Laboratory study of micro-shear bond strength of two resin cements to leucite ceramics using different ceramic primers. *J Contemp Dent Pract.* 2018;19(8):918-924. [\[Crossref\]](#)
 22. Lee SM, Choi YS. Effect of ceramic material and resin cement systems on the color stability of laminate veneers after accelerated aging. *J Prosthet Dent.* 2018;120(1):99-106. [\[Crossref\]](#)
 23. Aykent F, Usumez A, Ozturk AN, et al. Effect of provisional restorations on the final bond strengths of porcelain laminate veneers. *J Oral Rehabil.* 2005;32(1):46-50. [\[Crossref\]](#)
 24. Ratnaweera PM, Fukagawa N, Tsubota Y, Fukushima S. Microtensile bond strength of porcelain laminate veneers bonded to fluorosed teeth. *J Prosthodont.* 2009;18(3):205-210. [\[Crossref\]](#)
 25. Kukiattrakoon B, Thammasitboon K. Optimal acidulated phosphate fluoride gel etching time for surface treatment of feldspathic porcelain: on shear bond strength to resin composite. *Eur J Dent.* 2012;6(1):63-69. [\[Crossref\]](#)
 26. Tian T, Tsoi JK, Matinlinna JP, Burrow MF. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dent Mater.* 2014;30(7):147-162. [\[Crossref\]](#)
 27. Puppini-Rontani J, Sundfeld D, Costa AR, et al. Effect of hydrofluoric acid concentration and etching time on bond strength to lithium disilicate glass ceramic. *Oper Dent.* 2017;42(6):606-615. [\[Crossref\]](#)
 28. Straface A, Rupp L, Gintaute A, Fischer J, Zitzmann NU, Rohr N. HF etching of CAD/CAM materials: influence of HF concentration and etching time on shear bond strength. *Head Face Med.* 2019;15(1):21. [\[Crossref\]](#)
 29. Nagai T, Kawamoto Y, Kakehashi Y, Matsumura H. Adhesive bonding of a lithium disilicate ceramic material with resinbased luting agents. *J Oral Rehabil.* 2005;32(8):598-605. [\[Crossref\]](#)
 30. Yoshida F, Tsujimoto A, Ishii R, et al. Influence of surface treatment of contaminated lithium disilicate and leucite glass ceramics on surface free energy and bond strength of universal adhesives. *Dent Mater J.* 2015;34(6):855-862. [\[Crossref\]](#)
 31. Hooshmand T, Rostami G, Behroozibakhsh M, Fatemi M, Keshvad A, van Noort R. Interfacial fracture toughness of different resin cements bonded to a lithium disilicate glass ceramic. *J Dent.* 2012;40(2):139-145. [\[Crossref\]](#)
 32. Maruo Y, Nishigawa G, Irie M, Yoshihara K, Matsumoto T, Minagi S. Does acid etching morphologically and chemically affect lithium disilicate glass ceramic surfaces? *J Appl Biomater Funct Mater.* 2017;15(1):93-100. [\[Crossref\]](#)
 33. Bajraktarova-Valjakova E, Korunoska-Stevkovska V, Georgieva S, et al. Hydrofluoric acid: Burns and systemic toxicity, protective measures, immediate and hospital medical treatment. *Open Access Maced J Med Sci.* 2018;6(11):2257-2269. [\[Crossref\]](#)
 34. Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dent Mater.* 2002;18(5):380-388. [\[Crossref\]](#)
 35. Yildirim G. Effect of different acid treatments on the shear bond strength of computer-aided design and manufacturing (CAD-CAM) ceramics for dental applications. *J Ceram Sci Technol.* 2018;9(4):391-396.
 36. Peumans M, Valjakova EB, De Munck J, Mishevskva CB, Van Meerbeek B. Bonding effectiveness of luting composites to different CAD/CAM materials. *J Adhes Dent.* 2016;18(4):289-302.