

Farklı Işık Geçirgenlik Özelliğine Sahip Zirkonya Seramiklere Uygulanan Yüze İşlemlerinin Rezin Siman ile Bağlanma Dayanımına Etkisi

Effect of Surface Treatments on the Bond Strength of Resin Cement to Zirconia Ceramics with Different Light Transmission Properties

 Nazmiye ŞEN^a,
 Sabire İŞLER^a

^aProtetik Diş Tedavisi ABD,
İstanbul Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
İstanbul, TÜRKİYE

Received: 14 Nov 2018
Received in revised form: 19 Mar 2019
Accepted: 25 Mar 2019
Available online: 28 Mar 2019

Correspondence:
Nazmiye ŞEN
İstanbul Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi ABD, İstanbul,
TÜRKİYE/TURKEY
nazmiye.sonmez@istanbul.edu.tr

ÖZET Amaç: Bu in vitro çalışmada; yüze işlemlerinin, farklı ışık geçirgenlik özellikleriyle karakterize edilmiş olan yeni geliştirilen zirkonya seramiklerin rezin siman ile olan bağlantısına etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Üç farklı zirkonya blokta [Vita YZ HT (HT), Vita YZ ST (ST) ve Vita YZ XT (XT)] 15,0 mm çapında ve 3,0 mm kalınlığında 96 örnek hazırlandı. Örnekler dört alt gruba ayrıldı (n=8). Bunlar; kontrol (A), kuşlama (B), glazür+HF asit uygulaması (C) ve zirkonya primer (D)'dir. Örneklerin makaslama bağlanma dayanımı, universal test cihazında 0,5 mm/dk hız ile test edildi. Elde edilen veriler iki yönlü varyans analizi ve Tukey HSD post hoc testi kullanılarak istatistiksel olarak karşılaştırıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi p<.05 olarak belirlendi. **Bulgular:** Bu çalışmada, farklı yüze işlemlerinin bağlanma dayanımı değerlerini etkilediği belirlendi. En yüksek ortalama bağlanma dayanım değeri kuşlama grubunda elde edilirken (15,06 MPa), en düşük bağlanma dayanım değeri kontrol grubunda (5,06 MPa) saptandı. Bloklar arası yapılan istatistiksel karşılaştırmada; test edilen yüze işlemleri açısından; kontrol ve kuşlama gruplarında anlamlı farklar saptanmaz iken (HT, ST ve XT), glazür+HF asit veya zirkonya primer uygulanan ST blokların diğer bloklardan (HT ve XT) anlamlı düzeyde düşük bağlanma dayanım değerleri gösterdiği bulundu. **Sonuç:** Seçilen yüze hazırlığı ve zirkonya blok tipi, rezin siman ile zirkonya arasındaki bağlanma dayanımını etkilemektedir. Simantasyon öncesi yüze hazırlığı, zirkonya ile rezin siman arasındaki bağlanma dayanımını artırabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bağlanma dayanımı; yüze işlemleri; zirkonya

ABSTRACT Objective: The purpose of this in vitro study was to evaluate the effect of surface treatments on the bond strength of resin cement to newly developed zirconia ceramics characterized by different light transmission properties. **Material and Methods:** 96 samples were prepared from 3 different zirconia blocks [Vita YZ HT (HT), Vita YZ ST (ST) and Vita YZ XT (XT)] with a diameter of 15.0 mm and a thickness of 3.0 mm. The specimens were divided into 4 subgroups (n=8) according to the surface treatment; control (A), airborne-particle abrasion (B), glaze+HF acid application (C) and zirconia primer (D). The shear bond strength was tested in a universal testing machine at a cross-head speed of 0.5 mm/min. The obtained data were statistically compared using two-way analysis of variance and Tukey HSD post-hoc test. Statistical significance was set at p<.05. **Results:** In the present study, the bond strength values were affected by the different surface treatments. The highest mean bond strength was obtained in the airborne-particle abrasion group (15.06 MPa) and the lowest bond strength was obtained in the control group (5.06 MPa). Statistical comparison between the tested blocks revealed no significant difference in the control and airborne-particle abrasion groups (HT, ST and XT), while significant differences were obtained among the blocks in the Glaze+HF acid or zirconia primer groups. **Conclusion:** The selected surface treatment method and zirconia block type affect the bond strength between zirconia and resin cement. Applying surface treatments to zirconia before cementation may increase bond strength between zirconia and resin cement.

Keywords: Shear bond strength; surface treatment; zirconia

Günümüzde zirkonya seramikler; üstün mekanik özellikleri ve biyolojik uyumları nedeni ile yaygın bir kullanım alanı bulmaktadır.¹⁻³ Doğal diş rengini taklit edebilen estetik özellikleri de geleneksel

metal-seramik restorasyonlara alternatif olarak kullanılmalarını artırmaktadır.¹ Zirkonya seramiklerin sahip oldukları üstün mekanik özelliklere rağmen etkili bir şekilde kullanılmalarını zorlaştıran en önemli nedenlerin başında, farklı yüzeylerle olan bağlanma sorunları gelmektedir.⁴ Polar olmayan bu malzeme, kimyasal olarak inerttir ve sinterleme sonrası oldukça yoğun ve homojen bir hâle gelmektedir.⁵ Bu özelliği, diğer seramik sistemlerde uygulanan simantasyon prosedürlerinin pek çoğunun zirkonya seramikler için yetersiz ya da etkisiz kalmasına neden olmaktadır.

İlk başlarda, zirkonya restorasyonların simantasyonu için çinko fosfat veya rezin modifiye cam iyonomer simanlar gibi geleneksel simanlar önerilmiştir.³ Ancak yapılan çalışmalarda; yapıştırma simanının seramik restorasyonların retansiyonunu, kırılma ve yorulma direncini artırdığı, marjinal sızıntıyı azaltarak restorasyonun klinik ömrünü uzattığı bildirilmiştir.^{4,5} Ayrıca, zirkonya seramiklerin kullanıldığı bölümlü kronlar, Maryland tipi adeziv köprüler veya intrakoronel restorasyonlarda gerekli tutuculuğun sağlanabilmesi, uzun süreli ve güçlü bir adeziv bağlantı gerektirmektedir.⁶ Zirkonya ile siman ara yüzeyinde bu uzun süreli ve dayanıklı bağlantının oluşabilmesi için hem kimyasal hem de mikromekanik retansiyonun sağlanması gerekmektedir.^{7,8} Silika bazlı geleneksel seramik sistemlerin rezin simanla bağlantısı, seramik iç yüzeyinin mekanik olarak pürüzlendirilmesi veya kimyasal olarak etkinleştirilmesi için yapılan yüzey işlemleri ile sağlanmaktadır.⁴ Ancak, geleneksel seramik sistemlerin aksine zirkonya seramikler cam matriks içermemektedir.¹⁻⁵ Bu nedenle, basit mikromekanik tutunma için yaygın olarak kullanılan hidroflorik (HF) asit uygulaması gibi yüzey hazırlama yöntemleri, zirkonya yüzeyini yeterince pürüzlendirememektedir.^{2,3} Zirkonya ile reçine siman bağlantısını iyileştirmek için yüzeyi pürüzlendirmek veya aktive etmeye yönelik pek çok yöntem denenmiştir.⁹ Bunlardan bazıları; alüminyum oksit (Al_2O_3) tanecikleri ile kumlama, lazer ile pürüzlendirme, tribokimyasal silika kaplama, nano yapıda alümina kaplama, zirkonya primer uygulaması, düşük ısı seramiği veya glazür uygulaması sonrası HF asit ile pürüzlendirme şek-

linde sıralanabilmektedir.^{3,7-9} Bu yöntemlerden bazıları pahalı, karmaşık ve özel ekipman gerektirdiğinden klinik kullanım açısından uygun değildir.⁴ En basit, fonksiyonel ve yaygın olarak kullanılan yöntemlerin başında, Al_2O_3 tanecikleri ile kumlama gelmektedir.¹⁰ Farklı boyutlarda veya silika kaplı partiküller kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir.^{8,10} Bu yöntem, mikromekanik bağlantı için gerekli yüzey alanını ve zirkonyanın ıslatılabilirliğini artırmakla birlikte, yüzeydeki kontaminasyon tabakasının uzaklaştırılmasına da yardımcı olmaktadır.¹⁰ Bir diğer pratik yöntem ise restorasyonun simantasyon yüzeyine glazür uygulamasının ardından HF asit ile pürüzlendirmedir.¹¹ Bu yöntem, glazür katmanında yer alan silika nedeni ile silan uygulamasına da izin vermektedir ve retansiyonu artırdığı bildirilmiştir.¹² Zirkonya ile rezin siman arasında etkili bir bağlantı oluşturulmasında diğer önemli faktörler ise siman ve adeziv seçimleridir.^{5,8,10} Zirkonya seramikler, metal oksitler içerdiğinden, retansiyonun iyileştirilmesi için pek çok *in vitro* ve *in vivo* çalışma simantasyonda, 10-metakriloksi loksidil-dihidrojen fosfat veya fosforik asit grubu içeren primerler kullanılmasını önermektedir.¹³⁻¹⁵

Yttria stabilize tetragonal zirkonya (Y-TZP)'nin sınırlı şeffaflığı ve opak beyaz görünümü, çoğu zaman yeterli estetiğe sahip restorasyonların elde edilmesini zorlaştırmaktadır.^{1,3} Bu nedenle, Y-TZP'nin optik performansını artırma arayışında; stabilizatör oksit (Yttria) konsantrasyonunun artırılması, alümina içeriğinin azaltılması, sinterleme parametrelerinin optimizasyonu, porözitenin azaltılması veya nanometrik bir mikroyapı oluşturulması gibi pek çok yöntem önerilmiştir.^{2,5,7} Ancak, bu parametrelerdeki küçük değişikliklerin bile Y-TZP'nin mikroyapısal, fiziksel ve optik özelliklerinde önemli farklılıklara neden olabileceği bilinmektedir.¹⁻⁴ Son zamanlarda, zirkonya seramiklerin optik özelliklerini geliştirmeye yönelik yapılan çalışmalarla birlikte, Yttria oranları farklı pek çok yeni zirkonya blok kullanımına sunulmuştur. Yttria içeriğinin artırılmasının zirkonya seramiklerde; gren boyutunu artıracığı ve optik olarak izotropik olan ve diğer fazlar (monoklinik ve tetragonal) ile karşılaştırıldığında daha az ışık

kırılmasına (birefringence) neden olan kübik fazı artıracağı belirtilmiştir.^{3,4} Çalışmamızda üç farklı yttria konsantrasyonuna (%3, %5 ve %9) sahip zirkonya seramik kullanılmıştır. Yeni geliştirilen zirkonya seramiklere uygulanan farklı yüzey hazırlama işlemlerinin, rezin siman ile olan bağlantısına etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu nedenle, bu çalışmada; farklı yüzey işlemlerinin, yeni geliştirilen zirkonya seramiklerin rezin siman ile olan bağlantısına etkisinin değerlendirilmesi ve retansiyonu artırmak için en etkili yüzey hazırlama yönteminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmamızda test edilen boş hipotez; uygulanan yüzey hazırlık işlemlerinin ve farklı ışık geçirgenlik özelliğine sahip zirkonya seramiklerin rezin siman ile olan bağlanma dayanımını etkilemeyeceğidir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamızda, farklı ışık geçirgenlik özellikleri ile karakterize edilmiş üç farklı zirkonya bloktan [Vita YZ HT (HT), Vita YZ ST (ST) ve Vita YZ XT (XT) (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya)] bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli imalat [computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM)] sistemi (InLab MC X5; Dentsply Sirona, Bensheim, Almanya) yardımıyla 15,0 mm çapında ve 3,0 mm kalınlığında 96 örnek hazırlandı. Pre-sinterize bloklardan hazırlanan örnekler üretici firmanın talimatları doğrultusunda sinterlendi (Tablo 1).

Örnekler, universal test cihazının ara parçasına uygun olarak, paslanmaz çelikten özel olarak hazırlanan test düzeneğinin merkezine gelecek şe-

kilde, otopolimerizan akrilik (Meliodent, ABD) içeresine simantasyon yüzeyleri açıkta kalacak şekilde yerleştirildi. Farklı yüzey işlemlerinin rezin siman ile bağlantısını incelemek amacıyla hazırlanan örnekler dört alt gruba ayrıldı (n=8/n=96). Bunlar; kontrol (A), kumlama (B), glazür+HF asit uygulaması (C) ve zirkonya primer (D)'dir.

A. Kontrol Grubu: Bu grupta yer alan örneklerle hiçbir yüzey işlemi uygulanmadı.

B. Kumlama Grubu: Örneklerin simantasyon işlemi yapılacak olan yüzeylerine, kumlama cihazında (Korox, Bego, Bremen, Almanya) 50 µm büyüklüğündeki Al₂O₃ kumları ile 2,5 bar basınç altında 10,0 mm uzaklıktan 10 sn süreyle kumlama yapıldı.

C. Glazür+HF Asit Grubu: Feldspatik seramik glazür tozundan hazırlanan glazür örneklerin simantasyon yüzeyine, bir seramik fırçası yardımıyla ince bir tabaka hâlinde uygulandı ve örnekler, seramik fırınında (Programat P90, Ivoclar Vivadent, Schaan, Almanya) 750°C'de 20 dk süreyle ısıtılma tabii tutuldu. Glazür işleminin ardından örnekler %9'luk HF asit jel (Ultradent, ABD) 60 sn süreyle uygulandı ve ardından 90 sn boyunca hava su spreyi yardımıyla yıkanıp kurutuldu.

D. Zirkonya Primer Grubu: Örneklerin simantasyon yüzeylerine bir aplikatör yardımıyla üretici firmanın talimatları doğrultusunda iki tabaka Bisco Z-Prime Plus (Bisco, Inc., IL, ABD) uygulandı ve hava spreyi ile 5 sn kurutuldu. A, B, C ve D gruplarından birer örnek taramalı elektron mikroskopu ile [scanning electron microscopy (SEM)] (EVO LS 0, Zeiss, Oberkochen, Almanya) x1.000 ve x5.000 büyütmelemlerde incelendi.

TABLO 1: Çalışmada kullanılan materyaller.

Ticari isim	İçerik	Sinterleme koşulları			Lot numarası	Üretici firma	
		sıcaklık (°C)	Süre	Sayı			
Vita YZ HT	%90-95 ZrO ₂ , %4-6 Y ₂ O ₃ , %1,5-2,5 HfO ₂ , %0-0,3 Al ₂ O ₃ , %0-0,5 Er ₂ O ₃ , %0-0,3 Fe ₂ O ₃	1.450	2	32	HT	77430	Vita Zahnfabrik
Vita YZ ST	%88-93 ZrO ₂ , %6-8 Y ₂ O ₃ , %1,5-2,5 HfO ₂ , %0-0,3 Al ₂ O ₃ , %0-0,5 Er ₂ O ₃ , %0-0,3 Fe ₂ O ₃	1.530	2	32	ST	59220	Vita Zahnfabrik
Vita YZ XT	%86-91 ZrO ₂ , %8-10 Y ₂ O ₃ , %1,5-2,5 HfO ₂ , %0-0,3 Al ₂ O ₃ , %0-0,5 Er ₂ O ₃ , %0-0,3 Fe ₂ O ₃	1.450	2	32	XT	61960	Vita Zahnfabrik

Simantasyon işlemlerinin standardize edilebilmesi için 5,0 mm çapında ve 3,0 mm yüksekliğinde teflon kalıplar kullanılarak 96 adet kompozit disk (Filtek Z-250, 3M ESPE, Seefeld, Almanya) hazırlandı. Hazırlanan kompozit diskler, farklı yüzey işlemleri uygulanan zirkonya yüzeylerine self adeziv rezin siman (RelyX Unicem 2, 3M ESPE, Seefeld, Almanya) ile bir simantasyon düzeneği yardımıyla 500N kuvvet uygulanarak simante edildi. Taşan fazla simanın temizlenmesinin ardından led ışık cihazıyla 20 sn süreyle ön polimerizasyon işlemi yapıldı ve polimerizasyonun tamamlanması için 5 dk süreyle beklenildi. Simantasyonu tamamlanan deney örnekleri 37°C distile suda 24 saat bekletildi.

Örneklerin makaslama bağlanma dayanım testi için universal test cihazı (Shimadzu AG-X, Shimadzu, Japonya) kullanıldı (Şekil 1). 1,0 mm kalınlığındaki metal uç zirkonya-rezin siman ara yüzeyine 90°'lik bir açı ve 0,5 mm/dk yükleme hızıyla ayırma kuvveti uygulandı. Kompozit diskin zirkonya yüzeyinden ayrılma anındaki dayanım değerleri (N) kaydedildi. Birim alana düşen yük miktarının saptanabilmesi için aşağıdaki formül kullanılarak, Newton (N) değerleri Megapascal (MPa) değerlerine dönüştürüldü.

Makaslama direnci (MPa)=Yük (N)/Alan (mm²)

$$\text{Alan} = (\pi \times r^2) / 4 \text{ (mm}^2\text{)}$$

r= Bağlanma yüzeyinin yarı çapı

Makaslama bağlanma dayanım testi sonrası örnek yüzeyler stereomikroskop ile incelendi. Başarısızlık tipleri;

(a) adeziv: rezin simanın zirkonya yüzeyinden tamamen ayrıldığı başarısızlık tipi,

(k) koheziv: kopmanın rezin siman içerisinde gerçekleştiği başarısızlık tipi,

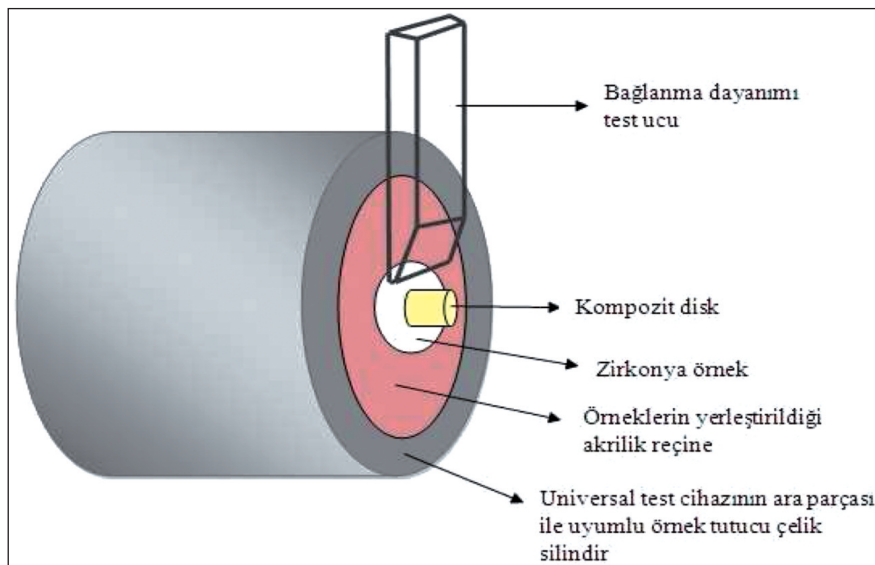
(m) mikst-kombine: adeziv ve koheziv başarısızlıkların birlikte görülmesi şeklinde üç grupta değerlendirildi.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışmamızda elde edilen veriler SPSS paket programı (IBM SPSS Statistics v21; IBM Corp) kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile belirlendikten sonra, 2 yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey HSD post-hoc testleri ile istatistiksel anlamlılık karşılaştırıldı (p<,05).

BULGULAR

Yapılan iki yönlü ANOVA testi, kullanılan zirkonya blok tipi ve yüzey işlemi etkileşiminin, bağlanma dayanım değerleri üzerinde anlamlı etkiye



ŞEKİL 1: Bağlanma dayanımı test mekanizmasının şematik gösterimi.

sahip olduğunu gösterdi ($p<.001$). Blok tipi ile bağlanma dayanımı arasında anlamlı bir ilişki saptanmaz iken ($p>.05$), yüzey işlemi ve yüzey işlemi*blok tipi etkileşiminin bağlanma dayanımı üzerinde anlamlı etkiye sahip olduğu görüldü ($p<.001$) (Tablo 2).

Çalışmamızda elde edilen ortalama bağlanma dayanımı ve standart sapma değerleri ile blok tipi-yüzey işlem grupları arasındaki farklılıklar Tablo 3'te görülmektedir.

Uygulanan farklı yüzey işlemlerinin bağlanma dayanımı değerlerini etkilediği belirlendi. En yüksek ortalama bağlanma dayanım değeri kumlama grubunda elde edilirken (15,06 MPa), en düşük bağlanma dayanım değeri kontrol grubunda (5,06 MPa) gözlemlendi ($p<.05$) (Tablo 3). Bloklar arasında yapılan istatistiksel karşılaştırmada ise tüm test edilen bloklarda (HT, ST ve XT) en yüksek ortalama bağlanma dayanım değerleri kumlama grubunda saptandı. Gruplar arasında test edilen yüzey işlemleri

açısından; kontrol ve kumlama gruplarında anlamlı farklar saptanmaz iken, glazür+HF asit veya zirkonya primer uygulanan ST blokların diğer bloklardan (HT ve XT) anlamlı düzeyde düşük bağlanma dayanım değerleri gösterdiği belirlendi ($p<.05$).

Makaslama bağlanma dayanım testi sonrası belirlenen başarısızlık tiplerinin dağılımı Tablo 4'te görülmektedir.

Kontrol, kumlama, glazür+HF asit ve zirkonya primer uygulanan gruplara ait elektron mikroskobu görüntüleri Resim 1'de görülmektedir.

TARTIŞMA

Çalışmamızda; simantasyon öncesi uygulanan çeşitli yüzey hazırlık işlemlerinin, farklı ışık geçirgenlik özellikleri ile karakterize edilmiş olan zirkonya seramiklerin rezin siman ile olan bağlanma dayanımını etkilediği belirlenmiş ve test edilen boş hipotez reddedilmiştir.

TABLO 2: İki yönlü ANOVA.

	df	Kareler toplamı	Ortalama kare	F	P
Yüzey işlemi	3	1826,19	316,24	162,03	<,001
Zirkonya blok tipi	2	265,54	76,38	52,06	,418
Yüzey işlemi * Zirkonya blok tipi	6	161,09	36,25	19,84	<,001
Hata	155	287,01	8,29		
Toplam	200				

TABLO 3: Farklı yüzey işlemleri uygulanan zirkonya seramiklerin bağlanma dayanımı (MPa) bulguları.

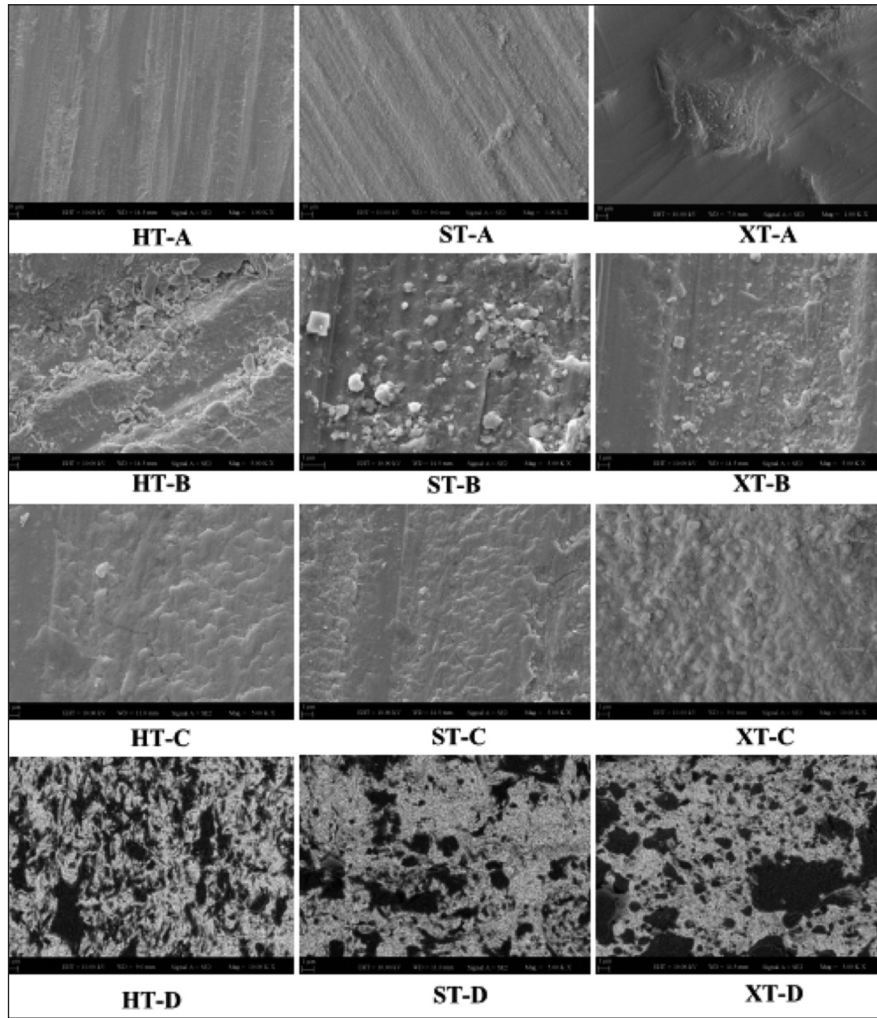
Yüzey işlemi/materyal	Kontrol grubu	Kumlama grubu	Glazür+HF asit grubu	Zirkonya primer grubu
HT	6,21±2,13 Ca	13,4±4,6 Ac	10,08±4,86 Bc	9,43±3,17 Bb
ST	5,74±1,98 Ca	12,37±6,23 Ac	7,13±2,04 Cb	6,18±2,85 Ca
XT	5,06±1,32 CDa	15,06±3,89 Acd	9,65±1,19 Bb	8,94±2,70 Bb

*Aynı küçük harfler yüzey işlemleri arasında aynı, büyük harfler ise zirkonya bloklar arasında bağlanma dayanımı değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığını göstermektedir ($p>.05$, Tukey HSD post-hoc test).

TABLO 4: Başarısızlık tiplerinin materyal ve yüzey işlem gruplarına göre dağılımı (a/k/m).

Materyal	Kontrol grubu	Kumlama grubu	Glazür+HF asit grubu	Zirkonya primer grubu
HT	8/0/0	7/1/0	6/2/0	6/1/1
ST	8/0/0	6/0/2	7/0/1	8/0/0
XT	8/0/0	4/1/3	5/0/3	7/0/1

a: adeziv; k: koheziv; m: mikst-kombine.



RESİM 1: Test edilen bloklara ait [Vita YZ-HT (HT), Vita YZ-ST (ST) ve Vita YZ-XT (XT)] elektron mikroskobu görüntüleri. **A)** Kontrol grubu, **B)** Kumlama grubu, **C)** Glazür+HF asit grubu ve **D)** Zirkonya primer grubu.

Günümüzde, CAD/CAM sistemlerinde yaşanan gelişmeler, hasta ve hekimlerin artan estetik beklentileriyle birlikte zirkonya seramikler giderek daha yaygın bir kullanım alanı bulmaktadır. Ancak, diğer tam seramik sistemler ile karşılaştırıldıklarında, rezin simanla olan bağlanma sorunları zirkonya seramiklerin en önemli dezavantajları arasında gösterilmektedir.^{15,16} Bu nedenle, zirkonya ile rezin siman arasındaki bağlanma dayanımını artırmaya yönelik pek çok yöntem geliştirilmiştir.¹⁷ Temel olarak, zirkonyanın yüzey alanını artırmayı ve yüzeyi daha aktif hâle getirmeyi amaçlayan bu yöntemlerden bazıları; kumlama, tribokimyasal silika kaplama, plazma sprey yöntemi, yüzeyin lazerle pürüzlendirilmesi, yüzeye düşük ısı porseleni

ya da glaze tabakası uygulanması, HF asitle pürüzlendirme veya primer uygulaması olarak sıralanabilmektedir.^{7-9,16} Çalışmamızda, farklı yüzey hazırlama yöntemlerinin zirkonya ile rezin siman arasındaki bağlanma dayanımına olan etkisini değerlendirmek için klinik uygulamalarda yaygın olarak kullanılan ve pratik yöntemler olan; kumlama, glazür+HF asit uygulaması ve zirkonya primer uygulaması seçilmiştir. Zirkonya ile rezin siman arasında güçlü bir bağlantının sağlanabilmesi için adeziv siman seçiminin yüzey hazırlık yöntemlerinden daha önemli bir etken olduğunu bildiren yayınlar olmakla birlikte; bunun tam aksini, yani yüzey hazırlama yönteminin daha belirleyici olduğunu savunan araştırmalar çoğunluktadır.^{17,18} Ç-

ışmamızda, hiçbir yüzey işlemleri uygulanmayan kontrol grubunda elde edilen bağlanma dayanım değerleri 5,06-6,21 MPa aralığında değişmektedir. Test edilen farklı zirkonya bloklar arasında kontrol grubundaki bağlanma dayanım değerleri açısından istatistiksel anlamlılık saptanmamıştır. Ancak, yüksek ışık geçirgenlik özelliğine sahip XT grubunun, diğer test edilen bloklardan daha düşük bağlanma dayanım değerine sahip olduğu görülmüştür. Yeni kullanıma sunulan, yüksek ışık geçirgenlik özelliği ve yttria konsantrasyonu (%8-10) ile karakterize olan bu blokların rezin simanla olan bağlanma dayanımını inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Zirkonya ile rezin simanın bağlantısını iyileştirmek amacıyla en sık kullanılan yöntemlerden biri kumlama'dır.⁷ Pek çok çalışmada, kumlamanın zirkonya ile rezin siman arasındaki mikro mekanik bağlanmayı artırdığı bildirilmiştir.^{7,9,10,19} Çalışmamızda da diğer yüzey hazırlık yöntemleriyle karşılaştırıldığında en yüksek bağlanma dayanım değerleri (12,37-15,06 MPa) kumlama grubunda elde edilmiştir. Ayrıca, yapılan SEM incelemesinde, kumlama işleminin zirkonya yüzeyinde keskin sınırlar ve çukurcuklar oluşturarak yüzey pürüzlülüğünü artırdığı gözlemlenmiştir (Resim 1). Kumlama işleminin bağlanma dayanımına olan olumlu etkilerinin yanı sıra, zirkonya yüzeyinde faz değişimine neden olduğu ve bunun yapıyı zayıflatarak yüzeyde istenmeyen mikro kırıklara sebep olarak restorasyonların dayanıklılığını ve kullanım ömrünü azalttığını belirten çalışmalar da bulunmaktadır.^{20,21} Kumlama işleminin olumsuz etkilerini azaltmak için dikkat edilmesi gereken faktörler; kullanılan taneciklerin boyutu, şekli, uygulama basıncı ve açısıdır.^{7,10} Özellikle uygulanan basınç ve tanecik boyutunun değiştirilerek kumlama işleminin olumsuz etkilerinin azaltılabileceği savunulmaktadır.^{9,10,19}

Zirkonya ile rezin simanın bağlanma dayanımını artırmak için güncel olarak uygulanan bir diğer yüzey hazırlık işlemi; zirkonyanın simantasyon yüzeyinin glazürle kaplanması ve ardından cam seramik yüzeyine HF asit uygulanmasıdır.¹¹ Bu yüzey hazırlığının, glazür tabakasındaki silika içeriği sayesinde silan uygulamasına olanak tanı-

ması, ilave ekipman gerektirmeyen ekonomik ve kolay uygulanabilir olması avantajları arasında gösterilmektedir.²² Çalışmamızda, glazür+HF asit uygulanan gruplarda elde edilen bağlanma dayanım değerleri 7,13-10,08 MPa aralığında saptanmıştır ve kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda elde edilen sonuçları destekler nitelikte, glazür+HF asit uygulamasının bağlanma dayanımını artırdığını belirten çalışmalar olmakla birlikte, olumsuz yönde etkilediğini veya bir değişikliğe sebep olmadığını savunan araştırmalar da mevcuttur.^{6,8,9,11} Elde edilen farklı sonuçların, çalışmalarda uygulanan test yöntemi veya uygulanan yüzey hazırlık yöntemleri arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda kullandığımız bir diğer yüzey hazırlık işlemi de organofosfat ve karboksilik asit monomerleri içeren primer uygulamasıdır. Primer uygulaması yapılan HT (9,43 MPa) ve XT (8,94 MPa) gruplarında kontrol gruplarından anlamlı düzeyde yüksek bağlanma dayanım değerleri saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda, primer uygulamasının zirkonya ile rezin siman arasındaki bağlanma dayanımını artırdığı bildirilmiştir.^{12,13,23} Ancak, bu uygulamanın mekanik yöntemlerle desteklenmesi gerektiği belirtilmiştir.^{7,12} Bu yüzey hazırlık yöntemi için, çalışmalarda belirtilen bir diğer önemli dezavantaj da uygulamanın nemli ortamlardan etkilenmesidir.^{18,23} Zirkonya primer uygulamasının, uzun süreli termal siklus yapılan çalışmalarda yeterli bağlanma dayanımını sağlayamadığı bildirilmiştir.¹⁸ Çalışmamızın sınırlamalarından biri, termal siklus uygulamasının yapılmamasıdır. Dolayısıyla yüzey hazırlık yöntemleri ve kullanılan adeziv rezin simanlara ilişkin kapsamı farklı çalışmalara gereksinim duyulmaktadır. Ağız ortamındaki değişkenlerin taklit edilerek farklı yüzey işlemlerinin ve adeziv rezin simanların test edilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmanın sınırları içerisinde, seçilen yüzey hazırlığı ve zirkonya blok tipinin, rezin siman ile zirkonya arasındaki bağlanma dayanımını etkilediği görülmektedir. Farklı ışık geçirgenlik özellikleriyle

karakterize, güncel zirkonya seramiklere uygulanan farklı yüzey hazırlık işlemlerinin rezin siman ile bağlanma dayanımına etkisinin bilinmesi, hem klinik uygulamalarda hem de yapılacak olan yeni araştırmalarda hekimlerin uygun materyal tercihinine ve simantasyon seçeneğine karar vermesine yardımcı olabilmektedir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek karar olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Nazmiye Şen, Sabire İşler; **Tasarım:** Nazmiye Şen; **Denetleme/Danışmanlık:** Nazmiye Şen, Sabire İşler; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Nazmiye Şen; **Analiz ve/veya Yorum:** Nazmiye Şen, Sabire İşler; **Kaynak Taraması:** Nazmiye Şen; **Malzemenin Yazımı:** Nazmiye Şen; **Eleştirel İnceleme:** Nazmiye Şen, Sabire İşler; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Nazmiye Şen, Sabire İşler; **Malzemeler:** Nazmiye Şen.

KAYNAKLAR

- Vagkopoulou T, Koutayas SO, Koidis P, Strub JR. Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. *Eur J Esthet Dent.* 2009;4(4):130-51.
- Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater.* 2008;24(3):299-307. [Crossref] [PubMed]
- Denry I, Kelly JR. Emerging ceramic-based materials for dentistry. *J Dent Res.* 2014;93(12):1235-42. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Sen N, Sermet IB, Cinar S. Effect of coloring and sintering on the translucency and biaxial strength of monolithic zirconia. *J Prosthet Dent.* 2018;119(2):308.e1-308.e7. [Crossref] [PubMed]
- Thompson JY, Stoner BR, Piascik JR, Smith R. Adhesion/cementation to zirconia and other non-silicate ceramics: where are we now? *Dent Mater.* 2011;27(1):71-82. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Sasse M, Kern M. Survival of anterior cantilevered all-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses made from zirconia ceramic. *J Dent.* 2014;42(6):660-3. [Crossref] [PubMed]
- Yi YA, Ahn JS, Park YJ, Jun SH, Lee IB, Cho BH, et al. The effect of sandblasting and different primers on shear bond strength between yttria-tetragonal zirconia polycrystal ceramic and a self-adhesive resin cement. *Oper Dent.* 2015;40(1):63-71. [Crossref] [PubMed]
- Liu D, Pow EHN, Tsoi JK, Matinlinna JP. Evaluation of four surface coating treatments for resin to zirconia bonding. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2014;32(1):300-9. [Crossref] [PubMed]
- Sciasci P, Abi-Rached FO, Adabo GL, Baldissara P, Fonseca RG. Effect of surface treatments on the shear bond strength of luting cements to Y-TZP ceramic. *J Prosthet Dent.* 2015;113(3):212-9. [Crossref] [PubMed]
- Foxton RM, Cavalcanti AN, Nakajima M, Pilecki P, Sherriff M, Melo L, et al. Durability of resin cement bond to aluminium oxide and zirconia ceramics after air abrasion and laser treatment. *J Prosthodont.* 2011;20(2):84-92. [Crossref] [PubMed]
- Valentino TA, Borges GA, Borges LH, Platt JA, Correr-Sobrinho L. Influence of glazed zirconia on dual-cure luting agent bond strength. *Oper Dent.* 2012;37(2):181-7. [Crossref] [PubMed]
- Koizumi H, Nakayama D, Komine F, Blatz MB, Matsumura H. Bonding of resin-based luting cements to zirconia with and without the use of ceramic priming agents. *J Adhes Dent.* 2012;14(4):385-92.
- Magne P, Paranhos MP, Burnett LH Jr. New zirconia primer improves bond strength of resin based cements. *Dent Mater.* 2010;26(4):345-52. [Crossref] [PubMed]
- Takeuchi K, Fujishima A, Manabe A, Kuriyama S, Hotta Y, Tamaki Y, et al. Combination treatment of tribochemical treatment and phosphoric acid ester monomer of zirconia ceramics enhances the bonding durability of resin based luting cements. *Dent Mater J.* 2010;29(3):316-23. [Crossref] [PubMed]
- Dikicier S, Korkmaz C, Atay A. [Evaluation of bond strength of current adhesive resin cements]. *Türkiye Klinikleri J Prosthodont-Special Topics.* 2018;4(2):26-32.
- Manicone PF, Rossi Iommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. *J Dent.* 2007;35(11):819-26. [Crossref] [PubMed]
- Derand T, Molin M, Kvam K. Bond strength of composite luting cement to zirconia ceramic surfaces. *Dent Mater.* 2005;21(12):1158-62. [Crossref] [PubMed]
- da Silva EM, Miragaya L, Sabrosa CE, Maia LC. Stability of the bond between two resin cements and an yttria-stabilized zirconia ceramic after six months of aging in water. *J Prosthet Dent.* 2014;112(3):568-75. [Crossref] [PubMed]
- Moon JE, Kim SH, Lee JB, Ha SR, Choi YS. The effect of preparation order on the crystal structure of yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystals and shear bond strength of dental resin cements. *Dent Mater.* 2011;27(7):651-63. [Crossref] [PubMed]
- Wolfart M, Lehmann F, Wolfart S, Kern M. Durability of resin bond strength to zirconia ceramic after using different surface conditioning methods. *Dent Mater.* 2007;23(1):45-50. [Crossref] [PubMed]
- Qeblawi DM, Muñoz CA, Brewer JD, Monaco EA Jr. The effect of zirconia surface treatment on flexural strength and shear bond strength to a resin cement. *J Prosthet Dent.* 2010;103(4):210-20. [Crossref]
- Özcan M, Dündar MC, Çömlekoğlu ME. Adhesion concepts in dentistry: tooth and material aspects. *J Adhes Sci Technol.* 2012;26(24):2661-81. [Crossref]
- Kim MJ, Kim YK, Kim KH, Kwon TY. Shear bond strengths of various luting cements to zirconia ceramic: surface chemical aspects. *J Dent.* 2011;39(11):795-803. [Crossref] [PubMed]