

# Monolitik Zirkonya - Rezin Siman Bağlantısına Farklı Yüzey İşlemlerinin Etkisi

## Effect of Various Surface Pretreatments on Monolithic Zirconia-Resin Cement Bonding

**Dr. Öğr. Üyesi İpek Çağlar**

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği  
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi A.D., Rize

**Dr. Öğr. Üyesi Sabit Melih Ateş**

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği  
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi A.D., Rize

**Doç. Dr. Fatih Mehmet Korkmaz**

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,  
Protetik Diş Tedavisi A.D., Trabzon

**Prof. Dr. Zeynep Yeşil Duymuş**

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği  
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi A.D., Rize

**Geliş tarihi:** 2 Mayıs 2018

**Kabul tarihi:** 30 Ağustos 2018

**doi:** 10.5505/yeditepe.2018.04880

**Yazışma adresi:**

Dr. Öğr. Üyesi İpek Çağlar  
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği  
Fakültesi  
Fener Mahallesi Menderes Bulvarı No:64 Merkez/Rize  
Tel: +90 532 680 85 42  
E-posta: ipeksatiroglu@hotmail.com

### ÖZET

**Amaç:**Bu çalışmanın amacı, monolitik zirkonya restorasyonlara uygulanan kumlama ve farklı içerikli primerlerin monolitik zirkonya ile rezin siman arasındaki bağlantı dayanımına etkisini incelemektir.

**Gereç ve Yöntem:**10 mm çapında 3 mm yüksekliğinde 50 adet disk şeklinde monolitik zirkonya örnek rastgele 5 gruba ayrıldı (n=10): Grup 1, kontrol grubu; Grup 2, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile kumlama; Grup 3, kumlama+Monobond Plus uygulaması; Grup 4, kumlama+Z-Prime Plus uygulaması; Grup 5, kumlama+Alloy Primer uygulaması olarak belirlendi. Örneklerin işlem gören yüzeylerine kompozit rezin siman polimerize edildi. Simantasyon işlemi sonrası örnekler 24 saat distile suda bekletildi ve üniversal test cihazı ile makaslama bağlanma dayanımı testi uygulandı. Sonuçların istatistiksel analizi tek yönlü ANOVA ile yapıldı ve sonrasında Tukey HSD testi kullanılarak gruplara ait ortalamalar karşılaştırıldı. Sonuçlar  $\alpha=0.05$  için anlamlı kabul edildi.

**Bulgular:**En yüksek makaslama bağlantı dayanım değeri grup 4 ( $14.67 \pm 1.78$  MPa) gösterirken, en düşük makaslama bağlantı dayanım değeri grup 1 ( $2.05 \pm 0.58$  MPa) gösterdi. Primer uygulanan gruplar kumlama ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek makaslama bağlantı dayanım değerleri gösterdi ( $p<0.05$ ).

**Sonuç:**Fosfat monomer içerikli primer kullanımının kumlama ile kombine edilmesi monolitik zirkonya ile rezin siman arasındaki bağlantı dayanım değerini arttırabilmektedir.

**Anahtar kelimeler:**Zirkonyum, kayma mukavemeti, rezin simanları

### SUMMARY

**Aim:**The aim of this study was to evaluate the effect of sandblasting and different type of primer on the shear bond strength of monolithic zirconia and resin cement.

**Materials and Methods:**50 disk-shaped (10 mm diameter and 3 mm thickness) monolithic zirconia was prepared and randomly divided in 5 groups (n=10): Group 1, control; Group 2, sandblasting with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Group 3, sandblasting+Mono-Bond Plus application; Group 4, sandblasting+Z-prime Plus application; Group 5, sandblasting+Alloy Prime application. The treated surface of specimens were bonded with composite resin cement. After cementation specimens were stored in distilled water for 24 h and shear bond test was performed by universal test machine. All data were analyzed by using one-way ANOVA, after means compared with Tukey HSD test. Results were significant for  $\alpha=0.05$ .

**Results:**Group 4 revealed the highest shear bond values ( $14.67 \pm 1.78$  MPa), and the lowest shear bond values were revealed at Group 1 ( $2.05 \pm 0.58$  MPa). Priming groups were showed significantly higher shear bond strength values than control and sandblasting group ( $p<0.05$ ).

**Conclusion:**Using phosphate monomer containing primer combine with sandblasting can be improved the shear bond

strength between monolithic zirconia and resin cement.

**Key words:** Zirconium, shear strength, resin cements

## GİRİŞ

Tam seramik restorasyonların üstün estetik özelliklerine rağmen düşük mekanik dirence sahip olmaları klinik uygulamalarını kısıtlamaktadır. Zirkonya seramik restorasyonlar ise, yüksek mekanik ve optik özellikleri, kimyasal stabilite ve biyoyumlulukları sayesinde ağız içinde istenilen bölgede rahatlıkla kullanılabilirler.<sup>1</sup> Günümüzde iki tip zirkonya sistemi kullanılmaktadır. Bunlar; alt yapı zirkonya ve monolitik zirkonyadır. Alt yapı olarak kullanılan zirkonya sistemlerinde alt yapılar estetik feldspatik porselen ile veneerlenmektedir. İki tabakalı yapısı nedeniyle; üst yapı porseleninde meydana gelen çatlak veya ayrılmalar, alt ve üst yapı arasındaki bağlantı başarısızlıkları restorasyonun başarı oranını azaltmaktadır.<sup>2,3</sup> Monolitik zirkonya sistemlerinde ise, zirkonya monoblok şeklinde kazınır ve üst yapı porselenine gerek duyulmaz. Monolitik zirkonyaların üretimi ile zirkonya restorasyonlarda en sık karşılaşılan porselen bağlantı başarısızlıkları da elimine edilmiştir.<sup>2-4</sup>

Yüksek mekanik özellikler restorasyonun uzun dönem başarısı için önemli bir kriter olmasına rağmen, sabit protezlerde klinik başarı çoğunlukla simantasyon işlemine dayanmaktadır.<sup>5</sup> Zirkonya restorasyonların simantasyonu konvansiyonel ve rezin simanlar ile yapılabilmektedir. Ancak, marjinal açıklıkları daha iyi kapatmaları, tutuculuklarının daha fazla olması ve restorasyonun kırılma direncini arttırmaları gibi avantajlarından dolayı rezin simanlarının kullanımı tercih edilmektedir.<sup>5,6</sup> Rezin siman ile simantasyon işleminde rutin olarak kullanılan asitleme ve silanizasyon işlemi silika ve cam içeriği bulunmayan zirkonya restorasyonlarda etkin bir şekilde uygulanamamaktadır.<sup>5</sup> Bu nedenle uygun zirkonya-rezin siman bağlantısı için alternatif metotlar kullanılmaktadır.<sup>7</sup>

Zirkonya ile rezin siman arasındaki mikromekanik bağlantının sağlanması için kuşlama, lazerle pürüzlendirme, nano boyutta alüminyum ile kaplama gibi farklı yüzey pürüzlendirme işlemleri kullanılmaktadır.<sup>8,9</sup> Zirkonya restorasyonların yüzeyinin pürüzlendirilmesi için kuşlama işlemi sıklıkla tercih edilmektedir.<sup>8-10</sup> Kuşlama işlemi ile zirkonya yüzey enerjisinin ve ıslanılabilirliğinin arttığı bilinmesine rağmen; uygulanan kuşlama işleminin zirkonyanın mekanik özelliklerini olumlu ya da olumsuz şekilde etkileyebilmektedir.<sup>9</sup> Yapılan çalışmalarda kuşlama sonucu zirkonya yüzeyinde oluşabilecek küçük hataların rezin siman tarafından iyileştirileceği ve malzemenin kuvvetleneceği bildirilmiştir.<sup>9,10</sup> Kuşlama işlemi dışında metal alaşımların, alümina veya zirkonya seramik yüzeylerin silika ile kaplandığı tribokimyasal silika kaplama yöntemi tercih edilen yöntemler arasındadır. Bu yöntemde de seramik yüzeyi, silika ile modifiye edilmiş alüminyum oksit tozları ile kuşlanır. Kuşlama işleminden farklı olarak silika modi-

fiye yüzeylere silan bağlayıcı ajan uygulaması ile kimyasal bağlantıya geçiş sağlanır.<sup>1,6,7</sup>

Bağlantı yüzeyinin pürüzlendirilmesi ile oluşturulan mikromekanik bağlantı rezin siman ile zirkonya arasında oluşacak bağlantı için yeterli olmadığı düşünüldüğünden yüzey pürüzlendirme işlemleri ile kimyasal bağlantının kombine edilmesi amacı ile çeşitli primer ve rezin siman kullanımı gündeme gelmiştir.<sup>11</sup> Yapılan çalışmalarda kimyasal bağlantıyı arttırmak amacı ile 10 metakriloksidesil dihidrojen fosfat (MDP) gibi organofosfat monomerleri içeren primer, bağlantı ajanları ya da rezin siman kullanımının zirkonya-rezin bağlantısına pozitif etkisinin olacağı vurgulanmıştır.<sup>12,13</sup> MDP dışında MEPS (tiosforik aist metakrilat) ve 4-META( 4-metakriloksietil trimellitik anhidrit) gibi asidik monomerler de rezin siman ile zirkonya bağlantısını güçlendirmek için tercih edilmektedir.<sup>7-14</sup>

Son yıllarda üretici firmalar zirkonya ile rezin simanın bağlantısını arttırmaya yönelik farklı monomer içerikli çeşitli bağlayıcı ajanlar üretmektedirler. Bu çeşitlilik içinde klinisyenin doğru kararı vermesi gittikçe zorlaşmaktadır. Özellikle diş hekimliğinden yeni kullanılmaya başlayan monolitik zirkonyanın rezin siman bağlantısını arttırmaya yönelik literatürde bir eksiklik mevcuttur.

Bu çalışmanın amacı, kuşlama ve farklı içerikli primer kullanımının monolitik zirkonya ile rezin siman arasındaki makaslama bağlantı dayanımına etkisinin araştırılmasıdır. Çalışmanın sıfır hipotezi; uygulanan mekanik ve kimyasal yüzey işlemlerinin monolitik zirkonya ve rezin siman arasındaki bağlantı dayanımını etkilemeyeceğidir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

### Örneklerin hazırlanması

Bu çalışmada kullanılan malzemeler, üreticileri ve içerik bilgileri Tablo 1'de sunulmuştur. Elli adet disk şeklinde (10 mm çap, 3 mm kalınlık) presinterize monolitik zirkonya örnek Y-TZP seramik bloğundan (Katana Zirconia HT, Kuraray-Noritake, Aichi, Japonya) CAD-CAM sistemi (Yenadent DC40, Yenadent LTD, İstanbul, Türkiye) kullanılarak elde edildi. Pre-sinterize disk örnekler boyutları kontrol edildikten sonra üretici talimatları doğrultusunda yüksek ısı fırınında (Everest Therm; KaVo Dental GmbH, Biberach, Almanya) 1500°C'de 7 saat bekletilerek sinterlendi. İstenilen boyutlarda elde edilen örnekler tekli şekilde akrilik rezin bloğa gömüldü. Elde edilen örneklerin yüzeyleri standardize edilmesi için öncelikle döner silikon karbid aşındırıcı (NTI Ceramic Polisher; Kahla GmbH, Thuringia, Almanya) ile su soğutması altında düzgünleştirildi. Daha sonra 500 ve 1500'lük aşındırma kâğıtları ile son düzenlemeler yapıldı ve örnekler ultrasonik banyoda (Eurosonic E4D, Euronda, Vicenza, İtalya) 20 dakika distile su ile temizlendi. Standardizasyonu sağlanan örnekler rastgele olarak 5 gruba ayrıldı (n=10).

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan malzemeler ve içerikleri

Malzeme	Marka	İçerik	Üretici	Lot No
Monolitik Zirkonya	Katana Zirconia HT	ZrO <sub>2</sub> , HfO <sub>2</sub> , Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , diğer oksitler	Kuraray-Noritake, Aichi, Japonya	DQZQJ
Primer	Z-Prime Plus	HEMA, BPDm, etanol, MDP	Bisco, Illinois, ABD	1600357937
Primer	Monobond Plus	Silan metakrilat, fosforik asit metakrilat, disülfid metakrilat, etanol	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Almanya	V30663
Primer	Alloy Primer	VDP, MDP, aseton	Kuraray-Noritake, Aichi, Japonya	990056
Rezin Siman	Multilink Automix	Base and catalyst: pastes of dimethacrylates, HEMA, inorganic fillers, ytterbiumtrifluoride, initiators, stabilizers, pigments Base and catalyst: pastes of dimethacrylates, HEMA, inorganic fillers, ytterbiumtrifluoride, initiators, stabilizers, pigments Dimetakrilat, HEMA, inorganik doldurucular, iteryum triflorür, başlatıcılar, stabilizatör, pigmentler	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Almanya	V40254

\*ZrO<sub>2</sub>: zirkonyum oksit, HfO<sub>2</sub>: hafniyum oksit, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: itriyum oksit, HEMA: Hidroksimetil metakrilat, BPDm: bifenil dimetakrilat, MDP: 10-Metakriloksidil dihidrojen fosfat, VDP: 6-(4-vinilbenzil-n- propil amino-1,3,5-triazin-2,4-ditiyon

Grup 1; Hazırlanan örnekler herhangi bir işlem uygulanmadı (kontrol).

Grup 2; Partikül büyüklüğü 50 µm olan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kumu (Cobra, Renfert GmbH, Hilzingen, Almanya) ile dental kumlama cihazı kullanılarak (Basic Classic, Renfert GmbH) 2,5 bar atmosfer hava basıncı altında, yaklaşık 10 mm mesafeden, 15 saniye süreyle tek bir uygulayıcı tarafından kumlandı. İşlem sonrası kumlanmış örnekler %96'lık isopropil alkol ile ultrasonik cihaz ile temizlendi.

Grup 3: Örnek bağlantı yüzeyleri Grup 2'de tarif edildiği şekilde kumlandıktan sonra su spreyi ile hava basıncı altında yıkandı ve kurutuldu. Bağlantı yüzeylerine tek kullanımlık fırça yardımı ile Monobond Plus (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) uygulandı. 60 saniye yüzeyle reaksiyona girmesi beklendikten sonra fazlalıklar basınçlı hava ile uzaklaştırıldı.

Grup 4: Örnek bağlantı yüzeyleri Grup 2'de tarif edildiği şekilde kumlandıktan sonra su spreyi ile hava basıncı altında yıkandı ve kurutuldu. Bağlantı yüzeylerine tek kullanımlık fırça yardımı ile Z-Prime Plus (Bisco, Schaumburg, IL, Amerika) uygulandı ve 5 saniye beklendi.

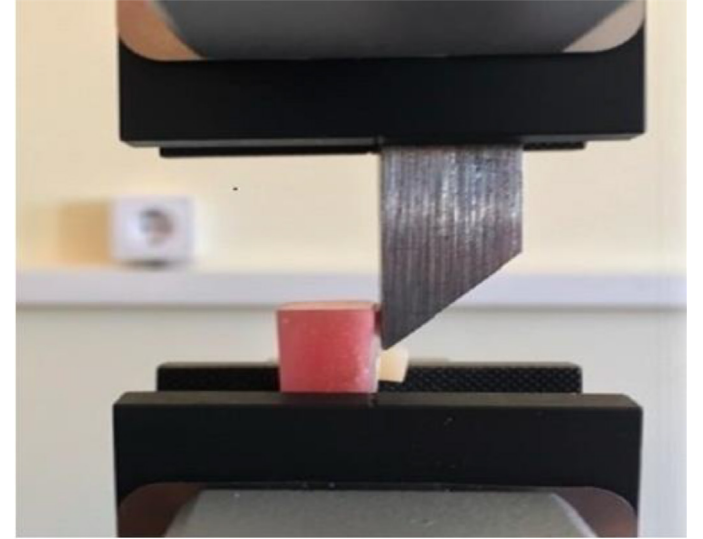
Grup 5: Örnek bağlantı yüzeyleri Grup 2'de tarif edildiği şekilde kumlandıktan sonra su spreyi ile hava basıncı altında yıkandı ve kurutuldu. Bağlantı yüzeylerine tek kullanımlık fırça yardımı ile Alloy Primer (Kuraray Dental) uygulandı.

Monolitik zirkonya örnek yüzeylerine uygulanacak rezin

simanın standardizasyonu için 5 mm çapında 3 mm yüksekliğinde teflon kalıp hazırlandı. Örneklerin merkezine yerleştirilen kalıp içerisine kompozit rezin siman Multilink Automix (Ivoclar Vivadent) özel şırıngası yardımı ile uygulanarak tüm yüzeylerde 40'ar saniye olacak şekilde LED ışın cihazı (Woodpecker Led G, Guangxi, Çin) ile ışınlanarak polimerize edildi. Simantasyon işlemi sırasında tüm örnekler parmak basıncını temsilen standart olarak 500 gr lık yük uygulandı.

#### Makaslama bağlantı dayanımı testi

Simantasyon işlemi tamamlanan örnekler 37°C distile suda 24 saat bekletildi. Tüm örnekler Universal Test Cihazı (3340, Instron Corp., Wycombe, İngiltere) kullanılarak kafa hızı 1 mm/dak olacak şekilde makaslama bağlantı dayanımı testi uygulandı ve değerler Newton olarak elde edildi (Resim 1). Sonuçlar F=N/A (N: Newton, A: Yüzey alanı) formülü ile MPa cinsine çevrildi.



**Resim 1.** Universal Test Cihazı (3340, Instron Corp., Wycombe, İngiltere) kullanılarak

#### Başarısızlık tipi analizi

Başarısızlık tiplerini değerlendirmek için örneklerin kırık yüzey görüntüleri stereomikroskopu (Zeiss, Oberkochen, Almanya) altında ×10 ve ×20 büyütmede değerlendirildi. Kırılan örneklerin bağlanma ara yüzeylerindeki başarısızlık tipleri adeziv (A) ve karma (K) olmak üzere ikiye ayrıldı. Kırık hattı tamamen rezin siman ile zirkonya arasında ve yüzeyde herhangi bir rezin siman artığı bulunmuyor ise adeziv kırık, zirkonya bağlantı yüzeyi %50'den daha az rezin siman içeriyor ise karma kırık olarak değerlendirildi.

#### İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışmadan elde edilen verilerin istatistiksel analizi istatistik paket programı (SPSS v.17, IBM, Chicago, ABD) kullanılarak tek yönlü ANOVA ile yapıldı ve sonrasında Tukey HSD testi kullanılarak gruplara ait ortalamalar karşılaştırıldı. Sonuçlar α=0.05 için anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

Makaslama bağlantı dayanımı değerleri ile ilgili her bir gruba ait ortalama değer ve standart sapmalar Tablo 2’de gösterildi. Bu sonuçlara göre; en yüksek makaslama bağlantı dayanımı değeri kumlama+Z Prime Plus (Grup 4) uygulanan grupta tespit edilirken, en düşük bağlantı dayanımı değeri kontrol grubunda (Grup 1) tespit edildi.

**Tablo 2.** Test gruplarının makaslama bağlantı dayanımı değerleri (MPa)

Grup	Ortalama değer ± Standart sapma (MPa)
Kontrol <sup>a</sup>	2.05 ± 0.58
Kumlama <sup>a</sup>	5.16 ± 0.69
Kumlama + Monobond Plus <sup>b</sup>	12.47 ± 0.77
Kumlama + Z Prime Plus <sup>c</sup>	14.67 ± 1.78
Kumlama + Alloy Primer <sup>d</sup>	9.97 ± 1.25

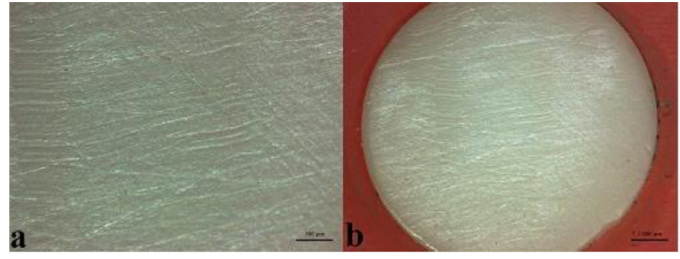
\*Farklı üst harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları ifade etmektedir (p<0.05).

Kumlama uygulanan grup, kontrol grubuna göre bağlantı dayanımı değerlerini arttırmasına rağmen bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü (p>0.05). Primer uygulanan test grupları (Grup 3, Grup 4 ve Grup 5) kontrol ve kumlama grubuna göre istatistiksel olarak farklı olacak şekilde yüksek makaslama bağlantı dayanımı değerleri gösterdi (p<0.05). Ayrıca uygulanan primer sistemleri kendi aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi (p<0.05).

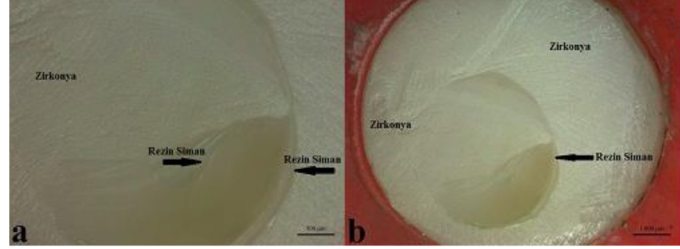
Monolitik zirkonya yüzeyine uygulanan yüzey işlemleri sonrası başarısızlık tiplerinin dağılımı Tablo 3’de gösterildi. Kontrol ve kumlama grubunda sadece adeziv kırık tipi görülürken (Resim 2), primer uygulanan gruplarda adeziv ve karma kırık tipleri birlikte görüldü (Resim 3).

**Tablo 3.** Başarısızlık tiplerinin dağılımı

Grup	Adeziv başarısızlık	Karma başarısızlık	Toplam
Kontrol	10	0	10
Kumlama	10	0	10
Kumlama+Monobond Plus	7	3	10
Kumlama+Z Prime Plus	6	4	10
Kumlama+Alloy Prime	8	2	10
Toplam	41	9	50



**Resim 2.** Kontrol ve kumlama grubunda sadece adeziv kırık tipi görüntüsü



**Resim 3.** Primer uygulanan gruplarda adeziv ve karma kırık tiplerinin görüntüsü

## TARTIŞMA

Bu çalışmada kumlama ile farklı içerikli primer uygulamalarının monolitik zirkonya ile kompozit rezin siman arasındaki makaslama bağlantı dayanımına etkisi araştırıldı. Çalışma sonucunda, kumlama ve farklı içerikli primer uygulamasının monolitik zirkonyanın makaslama bağlantı dayanımını etkilediği tespit edildi. Bu nedenle çalışmanın sıfır hipotezi reddedildi.

Kumlama işlemi yüzey pürüzlülüğü ve düzensizliğini artırarak zirkonya yüzeyinin yüzey enerjisini ve ıslanabilirliğini arttırmaktadır. Böylelikle rezin simanın zirkonya yüzeyinde akışı kolaylaşmaktadır.<sup>15,16</sup> Zirkonya restorasyonlar için sıklıkla tercih edilen bu işlem için kullanılan kumun partikül boyutu ve uygulama basıncı materyalin mekanik özelliklerine etkisi açısından dikkat edilmesi gereken parametrelerdir.<sup>16,17</sup> Wang ve ark.<sup>18</sup> yaptıkları çalışmada, 50 µm partikül boyutundaki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tozu ile kumlamanın zirkonyanın direncini arttıracaklarını, 120 µm boyutunun ise mikro çatlaklar oluşturarak malzemenin direncini zayıflatacağını belirtmişlerdir. Literatürde, yüzey hasarından kaçınmak için zirkonyanın düşük basınç altında ve 50 µm partikül boyutunu aşmayacak şekilde kumlama tavsiye edilmektedir.<sup>19,20</sup> Bu çalışmada monolitik zirkonyanın mekanik özelliklerini olumsuz etkilememesi için 50 µm partikül boyutunda Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kumu tercih edildi. Kumlama yapılan örneklerden elde edilen makaslama bağlantı dayanımı değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek olmasına rağmen, kontrol grubu ile kumlama grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya çıkmadı. Bu çalışmaya benzer olarak Tanış ve ark.<sup>10</sup> zirkonya ile rezin siman bağlantısını arttırmak amacıyla 50 µm partikül boyutunda Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kumu kullanmış ve kontrol grubuna farklılık elde edememişlerdir. Bunun nedeni olarak, kullanılan kum boyutunun monolitik zirkonya yüzeyi için, uygun yüzey özelliklerini oluşturmadığı düşünülmektedir. Bu çalışmaların aksine Yi ve ark.<sup>21</sup> 50 µm partikül boyutunda Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kumu ile kumlama zirkonya örneklerinin bağlantı dayanımlarının



kontrol grubuna göre anlamlı şekilde arttığını belirtmişlerdir. Diğer çalışmalardan farklı olarak Yi ve ark.<sup>21</sup> MDP içerikli bir rezin siman kullanmasının elde edilen farklı sonuçların sebebi olduğu düşünülmektedir.

Rezin siman ile kıymetli ve kıymetsiz metal alaşımları arasındaki kimyasal bağlantı sağlamak için çeşitli metal primerler geliştirilmiştir. Zirkonya, yüzeyinde saf metal ve metal alaşımlara benzer şekilde oluşan ince pasif oksit tabaka sayesinde primerlere elverişli duruma gelmektedirler.<sup>22</sup> Yapılan çalışmalarda, uygulanan primerlerin kumlama sonrası uygulanması ile primerin etkinliğinin artacağı savunulmuştur.<sup>8,10,23,24</sup> Ahn ve ark.<sup>25</sup> yaptıkları çalışmada kumlamanın primerlere etkisini incelemişler ve farklı içerikli olsa dahi kumlama sonrası uygulanan primerlerin bağlantı dayanım değerlerinin istatistiksel olarak daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle, bu çalışmada primer uygulamasından önce kumlama işlemi uygulandı.

Son yıllarda rezin siman ile silikadan yoksun zirkonya ile bağlantı başarısını arttırmaya yönelik MDP gibi organofosfat monomerleri, MEPS ve 4-META gibi metakrilat monomerleri içeren bağlantı ajanlar ve primerler sıklıkla kullanılmaktadır.<sup>15,21,25-27</sup> Bu çalışmada kullanılan Alloy Primer ve Z-Prime Plus içeriğinde fosfat içerikli monomer bulunurken, Monobond Plus içeriğinde ise metakrilat içerikli monomer mevcuttur. Bu çalışmada en yüksek bağlantı dayanım değeri MDP içerikli Z-Prime Plus uygulanan grupta elde edildi. Monobond Plus ve Alloy Primer uygulanan gruplarda kontrol ve kumlama grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek bağlantı dayanımı değerleri ortaya koydu. MDP monomeri, zirkonya yüzeyindeki hidroksil grubuna bağlanan fosforik ester grubu ve rezin simana bağlantı sağlayan karboksil grubu olmak üzere iki fonksiyonel grup içermektedir.<sup>12</sup> Z-prime Plus içeriğindeki MDP'nin fonksiyonel grupları sayesinde bağlantı ara yüzündeki kimyasal geçirgenlik ve yüzey ıslanabilirliği kuvvetlendiğinden yüksek bağlantı dayanımı değerlerinin ortaya çıktığı düşünülebilir.

Bu çalışmaya benzer şekilde farklı yapıdaki primerlerin zirkonya rezin siman bağlantı dayanımına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada Alloy primer, Z-Prime Plus ve Monobond Plus uygulamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen en yüksek bağlantı dayanımı değeri Z-Prime Plus uygulanan grupta elde edilmiştir.<sup>28</sup> Yapılan başka bir çalışmada, Z-Prime Plus ile Monobond Plus uygulaması karşılaştırılmış ve önceki çalışmalardan farklı olarak metakrilat monomer içerikli Monobond Plus uygulanan grubun istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bağlantı dayanımı değerleri ortaya koyduğu görülmüştür.<sup>10</sup> Çalışmalarda kullanılan rezin simanların farklı içerikte olması ve primerlerin uygulama standartlarının aynı olmaması sonuçlardaki farklılığın nedeni olarak düşünülmektedir.

Bu çalışmada fosfat monomer içeren Z-Prime Plus uygulanan grupta en yüksek bağlantı dayanımı değerleri görülmesine rağmen, aynı monomeri içeren Alloy Primer uygulanan grup metakrilat monomeri içeren gruba göre (Monobond Plus) istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük bağlantı dayanımı değerleri ortaya koydu. Primerlerin içeriğindeki monomerlerin yoğunluklarının ve saflık derecelerinin farklı olabileceği ihtimali, elde edilen farklı sonuçların nedeni olabilir. Üretici firmalar primerlerin içerdikleri monomerleri belirtmelerine rağmen monomerin yoğunluk ve saflık dereceleri ile herhangi bir bilgi vermemektedirler. Ayrıca içeriğinde MDP monomerinin yanı sıra metakrilat monomerinin de bulunması Z-Prime Plus uygulanan grupta elde edilen yüksek bağlantı dayanım değerlerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Başarısızlık tipleri değerlendirildiğinde monolitik zirkonya-rezin siman ara yüzünde çoğunlukla adeziv ve karma başarısızlık olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeninin bağlantı dayanımı değerlerinin rezin simanın koheziv direncinin üzerine çıkamaması olduğu düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan monolitik zirkonya malzemesinin kırılma olmaması ve kesitlere ayrılmasının zor olduğu düşüncesi ile makaslama bağlantı dayanımı testi tercih edildi. Ayrıca malzemenin dirençli ve sert olması, makaslama kuvvetlerine karşısında koheziv bir başarısızlık oranını büyük ölçüde düşürmektedir.<sup>29</sup> Bu sayede, bağlantı yüzeyindeki gerilmelerin düzensiz dağılımı nedeniyle makaslama bağlantı dayanımı testi ile ilgili en yaygın sorun olan sonuçların yanlış yorumlanması ihtimali elimine edilmiştir.<sup>30</sup> Yapılan bu çalışmada, ağız içi koşullarında oluşan dinamik yüklemelerin ısıl ve pH değişikliklerinin göz ardı edilmiş olması çalışmanın sınırlamaları olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca test örneği olarak kullanılan monolitik zirkonyanın gerçek bir protez dizaynını yansıtmaması ve tek tip rezin siman kullanılması da çalışmanın sınırlamaları dahilindedir.

## SONUÇ

Çalışmamızın limitleri dâhilinde elde edilen sonuçlara göre, Z-prime Plus primerinin kumlama ile kombine olarak kullanılması zirkonya ile rezin siman arasında güçlü ve uzun süreli bir bağlantı oluşturulması için en güvenilir seçenek olduğu sonucuna varıldı.

## KAYNAKLAR

- 1.Gargari M, Gloria F, Napoli E, Pujia AM. Zirconia: cementation of prosthetic restorations. Literature review. Oral Implantol (Rome) 2010; 3: 25-29.
- 2.Rosentritt M, Preis V, Behr M, Hahnel S, Handel G, Kolbeck C. Two-body wear of dental porcelain and substructure oxide ceramics. Clin Oral Investig 2012; 16: 935-943.
- 3.Park C, Vang MS, Park SW, Lim HP. Effect of various polishing systems on the surface roughness and phase

transformation of zirconia and the durability of the polishing systems. *J Prosthet Dent* 2017; 117: 430-437.

**4.**Pereira GK, Silvestri T, Camargo R, Rippe MP, Amaral M, Kleverlaan CJ, Valandro LF. Mechanical behavior of a Y-TZP ceramic for monolithic restorations: effect of grinding and low-temperature aging. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl* 2016; 63: 70-77.

**5.**Calvalcanti AN, Foxton RM, Watson TF, Olivera MT, Giannini M, Marchi GM. Bond strength of resin cements to a zirconia ceramic with different surface treatments. *Oper Dentistry* 2009; 34: 280-287.

**6.**Chen C, Kleverlaan C, Feilzer AJ. Effect of an experimental zirconia-silica coating technique on micro tensile bond strength of zirconia in different priming conditions. *Dental Mater* 2012; 28: 127-134.

**7.**Piasek JR, Swift EJ, Thompson JY, Grego S, Stoner BR. Surface modification for enhanced silanation of zirconia ceramics. *Dental Mater* 2009; 25: 1116-1121.

**8.**Zandsarsa R, Talua NA, Finkelman MD, Schaus SE. An in vitro comparison of shear bond strength of zirconia to enamel using different surface treatments. *J Prosthodont* 2013; 23: 117-123.

**9.**Blatz M, Sadan A, Martin J, Lang B. In vitro evaluation of shear bond strengths of resin to densely-sintered high purity zirconium-oxide ceramic after long-term storage and thermal cycling. *J Prosthetic Dentistry* 2004; 91: 356-362.

**10.**Taniş MÇ, Akay C, Karakış D. Resin cementation of zirconia ceramics with different bonding agents. *Biotechnol Biotechnol Equip* 2015; 29: 363-367.

**11.**Shin YJ, Shin Y, Yi YA, Kim J, Lee IB, Cho BH, Son HH, Seo DG. Evaluation of the shear bond strength of resin cement to YTZP ceramic after different surface treatments. *Scanning* 2014; 36: 479-486.

**12.**Inokoshi M, Poitevin A, De Munck J, Minakuchi S, Van Meerbeek B. Bonding effectiveness to different chemically pre-treated dental zirconia. *Clin Oral Investig* 2014; 18: 1803-1812.

**13.**Wolfart M, Lehmann F, Wolfart S, Kern, M. Durability of resin bond strength to zirconia ceramic after using different surface conditioning methods. *Dental Mater* 2007; 23: 45-50.

**14.**Ural Ç, Külünk T, Külünk Ş, Kurt M, Baba S. Determination of resin bond strength to zirconia ceramic surface using different primers. *Acta Odontol Scand* 2011; 69: 48-53.

**15.**Papia E, Larsson C, Toit M, Steyern PV. Bonding between oxide ceramics and adhesive cement systems: a systematic review. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials* 2014; 102: 395-413.

**16.**Kitayama S, Nikaido T, Takahashi R, Zhu L, Ikeda M, Foxton RM, Tagami J. Effect of primer treatment on bonding of resin cements to zirconia ceramic. *Dental Materials* 2010; 26: 426-432.

**17.**Karakoca S, Yilmaz H. Influence of surface treatments on surface roughness, phase transformation, and biaxial flexural strength of Y-TZP ceramics. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2009; 91: 930-937.

**18.**Wang H, Aboushelib MN, Feilzer AJ. Strength influencing variables on CAD/CAM zirconia frameworks. *Dent Mater* 2008; 24: 633-638.

**19.**Kern M, Barloi A, Yang B. Surface conditioning influences zirconia ceramic bonding. *J Dent Res* 2009; 88: 817-822.

**20.**Magne P, Paranhos MP, Burnett LH. New zirconia primer improves bond strength of resin-based cements. *Dent Mater* 2010; 26: 345-352.

**21.**Yi YA, Ahn JS, Park YJ, Jun SH, Lee IB, Cho BH, Son HH, Seo DG. 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: 63-71.

**22.**Monaco C, Cardelli P, Scotti R, Valandro LF. Pilot evaluation of four experimental conditioning treatments to improve the bond strength between resin cement and yttria-zirconia ceramic. *Journal of Prosthodontics* 2011; 20: 97-100.

**23.**Yun J, Ha S, Lee J, Kim S. Effect of sandblasting and various metal primers on the shear bond strength of resin cement to Y-TZP ceramic. *Dental Mater* 2010; 26: 650-658

**24.**Kern M, Wegner SM. Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability. *Dental Mater* 1998; 14: 64-71.

**25.**Ahn JS, Yi YA, Lee Y, Seo DG. Shear bond strength of MDP-containing self-adhesive resin cement and Y-TZP ceramics: effect of phosphate monomer-containing primers. *BioMed Research International* 2015; 2015: 389234.

**26.**Tanaka RA, Fujishima Y, Shibata Y, Manabe A, Miyazaka Y. Cooperation of phosphate monomer and silica modification on zirconia. *Dent Res* 2008; 87: 666-670.

**27.**Tsuo Y, Yosika K, Atsuta M. Effect of alumina-blasting and adhesive primers on bonding between resin luting agent and zirconia ceramics. *Dent Mater J* 2006; 25: 669-674.

**28.**Pereira Lde L, Campos F, Dal Piva AM, Gondim LD, Souza RO, Özcan M. Can application of universal primers alone be a substitute for airborne-particle abrasion to improve adhesion of resin cement to zirconia? *J Adhes Dent*. 2015; 17: 169-174.

**29.**Della Bona A, Borba M, Benetti P, Cecchetti D. Effect of surface treatments on the bond strength of a zirconia-reinforced ceramic to composite resin. *Braz Oral Res* 2007; 21: 10-15.

**30.**Valandro LF, Ozcan M, Amaral R, Vanderlei A, Bottino MA. Effect of testing methods on the bond strength of resin to zirconia-alumina ceramic: microtensile versus shear test. *Dent Mater J* 2008; 27: 849-855.