



Araştırma

2023; 32(Ek Sayı): 40-45

YAŞLANDIRMA SONRASI YÜZEY İŞLEMLERİNİN, ZİRKONYUM OKSİT SERAMİKLERİN BAĞLANTI DİRENCİ ÜZERİNE ETKİSİ\*  
THE EFFECT OF SURFACE TREATMENTS ON BOND STRENGTH OF ZIRCONIUM OXIDE CERAMICS AFTER AGING

Göknil ALKAN DEMETOĞLU<sup>1</sup>, Mustafa ZORTUK<sup>2</sup><sup>1</sup>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Aydın<sup>2</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Hatay**ÖZ**

Bu çalışmanın amacı zirkonya üzerine uygulanan farklı yüzey işlemlerinin, rezin siman bağlantısı üzerindeki etkisinin karşılaştırılmasıdır. Boyutları 10 x 10 x 2mm olan toplam 72 adet kare şeklinde zirkonya örnek ve silindir şeklinde rezin siman örnekler elde edilmiştir. Örnekler 6 gruba ayrıldı (n=12). Grup 1; yüzey işlemi uygulanmadı. Grup 2; 110 µ'luk Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kumu ile pürüzlendirildi. Grup 3; 110 µ'luk Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kumu ile pürüzlendirildikten sonra 30 µ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) silika kaplandı ve silan uygulandı. Grup 4; çift kat Zirconia Primer uygulandı. Grup 5; Nd: YAG lazer cihazı kullanılarak pürüzlendirildi. Cihazın paneli 20 Hz, 100mJ, 2W, 100µs olacak şekilde ayarlandı. Grup 6; cihaz paneli 20 Hz, 150mJ 3W 100µs olacak şekilde ayarlanarak Nd: YAG lazer ile pürüzlendirildi. Resin siman silindirler, yüzey işlemi uygulanmış zirkonya örneklerle simante edildi. Örnekler 2 hafta distile suda bekletildikten sonra termal döngü cihazında, 5-55 °C'de, 6000 döngü uygulandı. Örnekler makaslama testine tabi tutuldu. Bağlanma değeri verileri tek yönlü varyans analizi ve Duncan testi kullanılarak analiz edildi (α=.05). Her grubun ortalamaları tek yönlü varyans analizi ile değerlendirildi. Buna göre en yüksek değerler Grup 3'te bulunmuş, bunu Grup 6 takip etmiştir. En düşük değer ise Grup 1'de bulunmuştur. Örnekler taramalı elektron mikroskopunda (SEM) ve Atomik kuvvet mikroskopunda (AFM) incelenmiş, profilometre cihazında pürüzlülük değerleri ölçülmüştür.

**ABSTRACT**

The aim of this study was to compare the effects of surface treatment methods on the bond strength of zirconia to a resin luting agent. Seventy-two square-shaped (10x10x2mm) zirconia specimens and resin cement cylinders were prepared. The specimens divided into 6 groups (n=12) that were subsequently treated as follows: Group 1, no treatment; Group 2, the zirconia surfaces were airborne-particle abraded with 110µ aluminum-oxide (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) particles; Group 3, after abrasion of the surfaces with 110µ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> particles, silica coating using 30µ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) particles modified by silica and application of the silane coupling agent; Group 4; application of a Zirconia Primer agent; Group 5, zirconia surfaces irritated with Nd:YAG laser at 20 Hz, 100mJ, 2W, 100µs; Group 6, zirconia surfaces irritated with Nd: YAG laser at 20 Hz, 100mJ, 2W, 100µs. The resin cement cylinders were bonded to the treated zirconia surfaces. After the specimens were stored in distilled water at 37°C for 2 weeks, groups were subjected to thermo cycling for 6.000 cycles between 5 and 55 °C in water. Their shear bonding strength was tested using a universal testing machine. Bond strength data were analyzed using 1-way analysis of variance and the Duncan test, (α=.05), the means of each group were analysed by one-way analysis of variance (ANOVA). Accordingly, the highest values were found in Group 3, followed by Group 6. Lowest bond strength value was encountered in Group 1. The zirconia surfaces were evaluated by scanning electron microscope (SEM) and atomic force microscopy (AFM). Roughness values were measured on the profilometer.

**Anahtar kelimeler:** Dental yüzey işlemi, Nd: YAG lazer, zirkonya

**Keywords:** Dental surface conditioning, Nd: YAG laser, zirconia

\*23.02.2023-25.02.2023 tarihinde Kayseri/ TÜRKİYE'de gerçekleştirilen ERDİŞ 2023, 2. Uluslararası Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından TSD.09.860 nolu proje ile desteklenmiştir. Doktora Tez çalışmasıdır.

Makale Geliş Tarihi : 03.07.2023  
Makale Kabul Tarihi: 11.10.2023

**Sorumlu Yazar:** Dr. Öğr. Üyesi Göknil ALKAN DEMETOĞLU, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Aydın, goknil.alkan@adu.edu.tr, 0000-0002-8280-8577  
Prof. Dr. Mustafa ZORTUK, mustafazortuk@gmail.com 0000-0003-4924-608X

## GİRİŞ

Kayıbolan diş dokusunu yenilemek, estetik, fonksiyon ve biyolojik uyumu sağlamak diş hekimliğinin en büyük amaçlarından biridir. Özellikle estetik beklentilerin artması zirkonyanın gözde bir materyal olmasına sebep olmuş ve bunların simanla bağlantısını önemli kılmıştır. Zirkonyum oksitin alt yapı materyali olarak kullanımı yüksek bükülme direnci, biyouyumluluk, tatmin edici optik özellikleri ve posterior bölgelerde çok üyeli sabit restorasyonların yapımını mümkün kılmaları gibi avantajlara sahiptir (1-4).

Zirkonya restorasyonlar, geleneksel simanlarla da simante edilebilmelerine rağmen rezin simanlar daha iyi tutuculuk ve marjinal uyum sağlarlar. Çürükler ve mikro sızıntı, simanın mikro kırıklarıyla ilişkili olurken, restorasyonun yerinden çıkması, simanın daha büyük mekanik başarısızlıkları sebebiyledir (5-7). Zirkonya ile güçlendirilmiş seramikler, silikondioksit (silika) içermediğinden, hidroflorik asit uygulanmasıyla pürüzlendirilemez. Bu nedenle, yüzey işlemi bu tip seramikler için gerekebilmektedir (5,7-8).

Bu çalışmanın amacı yapılan farklı yüzey işlemlerinin zirkonyum seramiğın rezin simana makaslama bağlantı direncini incelemektir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Farklı yüzey işlemi uygulanmış zirkonya örneklerin makaslama bağlanma direncini inceleyen bu çalışma 4 aşamada gerçekleştirildi:

- Zirkonya örneklerin hazırlanması
- Resin örneklerin hazırlanması
- Pürüzlülük ölçümü-Makaslama testi
- İstatistiksel değerlendirme

### Zirkonya Örneklerin Hazırlanması

Zirkonya örnekler, Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda, hassas kesme cihazında (Minitom, Struers, Danimarka) özel elmas disk (MOD10, Struers, Danimarka dönme hızı 200 devire ayarlanarak su soğutma sistemiyle boyutları 13x13x 2.5mm olacak şekilde kesilerek hazırlanmıştır. Zirkonzahn sinterleme fırınında üretici firmanın önerileri doğrultusunda 1500°C de 8 saat sinterlenmiş ve son boyutları dijital kumpas ile 10 x 10 x 2mm olarak ölçülmüştür. Elde edilen toplam 72 adet örnek farklı yüzey hazırlıklarına tabi tutulmak üzere rastgele 12'erli 6 gruba ayrıldı (Tablo I).

### Zirkonya Örnekler Yüzey İşlemlerinin Uygulanması

#### Grup1

Kontrol grubu olarak hazırlanan 12 adet örneğe, diğer

yüzey işlemlerinin etkisini görebilmek için herhangi bir yüzey işlemi yapılmamış, yalnızca hassas kesme cihazında kesilip, sinterleme işlemi yapılmıştır.

#### Grup2

Bu gruptaki örnekler, Rocatac Junior cihazıyla (3M ESPE, A.B.D.) parçacık büyüklüğü 110 µ olan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kumu ile (Rocatec-Prepowder, 3M ESPE, Almanya) 2.8 atmosfer hava basıncı altında yaklaşık 1cm mesafeden 13 sn süreyle kumlandılar.

#### Grup3

Örnekler, Rocatac Junior cihazıyla yine 110 µ'luk Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kumu ile kumlandılar. Daha sonra özel silika tanecikleri içeren 110 µ'luk Rocatec Plus tozu uygulanarak yüzey silika ile kaplanmıştır. Siman bloklar yapılandırılmadan önce seramik örnek yüzeyleri silan ajanıyla silanize edildi. Silan tek kullanımlık bir fırça yardımıyla yüzeye uygulandı ve üreticinin tavsiyesi doğrultusunda 5 dakika kuruması beklenildi.

#### Grup4

Örnekler hava ile kurutmayı takiben, çift kat Zirconia Primer (Z-Prime Plus Bisco, IL, A.B.D.) uygulandı. Hava ile 10 sn kibarca kurutuldu 20 sn 800 mW/cm<sup>2</sup> ışıqla polimerize edildi.

#### Lazer Grupları

Bu gruptaki örnekler Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ndeki Fidelis Plus 3 Fotona (Ljubljana, Slovenya) lazer cihazıyla pürüzlendirilmiştir. Zirkonya örneklerin yüzeyleri lazer uygulamadan önce distile su ile karıştırılmış polimer katkılı toz karbon (grafit tozu) ile boyanmıştır.

#### Grup5

Nd: YAG lazer cihazı (20 Hz, 100mJ, 2W, 100µs): Spot alanı 1mm<sup>2</sup> olan 300µm'lik fiber uç, saniyede 1mm ilerleyecek şekilde yüzey tarandı.

#### Grup6

Nd: YAG lazer cihazı (20 Hz, 150mJ, 3W, 100µs): Spot alanı 1mm<sup>2</sup> olan 300µm'lik fiber uç, saniyede 1mm ilerleyecek şekilde yüzey tarandı.

#### Resin örneklerin hazırlanması

Resin blokların hazırlanması için Panavia F2.0 (Kuraray Medical Inc., Japonya) rezin siman kullanıldı. Siman blokların standardizasyonu için hazırlanan yüksekliği 3mm ve çapı 3.6mm olan plastik kalıplara, A ve B patlarından eşit miktarda alınarak 20 saniye karıştırılan siman dolduruldu. Uygulama yapıldıktan sonra 400-515nm dalga boyu olan ışık cihazı (Blue Swan Digital, Dentanet, Ankara, Türkiye) ile polimerizasyon sağlandı. Her yüzeye 40 sn ışık uygulandı. Ardından zirkonya örnekler, siman bloklara simante edilmek üzere, basmaçekme cihazında 750 gr'lık sabit kuvvet altında tutuldu.

**Tablo I.** Zirkonya yüzeylerine uygulanan işlemler

Grup adı	Yapılan yüzey işlemi
Grup1	Yüzey işlemi yok
Grup2	110µ'luk Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Rocatec-Pre tozu
Grup3	110µ'luk Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Rocatec-Pre tozu +110µ'luk Rocatec Plus tozu+Silan
Grup4	Zirkonya Primer
Grup5	20 Hz: 100mJ: 2W 100µs- Nd: YAG lazer
Grup6	20 Hz:150mJ: 3W 100µs- Nd: YAG lazer

Taşan siman artıkları minik fırça yardımıyla temizlendikten sonra her yönden 40 sn ışık alacak şekilde polimerize edildi. Örnekler 2 hafta oda sıcaklığındaki suda bekletildi. Daha termal döngü cihazında (Nüve BS302 Ankara, Türkiye), 5-55 °C 'de, her derecede bekleme süresi 30 saniye ve bir banyodan diğerine geçiş 2sn olacak şekilde 6000 döngü uygulandı. SEM analizi öncesi her gruptan birer tane seramik örnek kurutuldu ve bir püskürtme cihazı ile yüzeyleri 200 A° kalınlığında altın ile kaplandı ve görüntüler alındı. Yüzey morfolojisinin incelenmesi için elektron mikroskobu kullanılarak (LEO 440, Stereoscan, İngiltere) 5000 büyütmeyle SEM görüntüleri elde edildi. Her gruptan 2 örneğin AFM ve profilometre (Mitutoyo SurfTest-201, Accessory, A.B.D.) cihazlarında yüzey pürüzlülükleri incelendi. Profilometrede her örnek yüzeyinden 10'ar ölçüm elde edildi. Bunlardan 4'ü yatay, 4'ü dikey ve 2'si çapraz ölçümlerdi. AFM'de ise görüntü 10 ve 20µm'lik alanlardan alındı.

#### Makaslama testi

Örnekler makaslama testine tabi tutulabilmeleri için, akrilik blokların yarıçapı ve yüksekliği 1cm olacak şekilde hazırlanmış özel metal kalıplar yardımıyla akrilik kaide içerisine oturtuldular.

Rezin siman- seramik makaslama bağlantı değerlerinin ölçümü için örnekler; evrensel test cihazına (Instron 2710-105, A.B.D.) yerleştirildi. Bıçak sırtı şeklindeki uç seramik-siman ara yüzeyine dokunacak şekilde, hızı 1mm/dk olarak ayarlandı. Ayrılma sırasında kaydedilen değerler N cinsinden kaydedildi ve yapışma alana bölünerek MPa cinsinden makaslama değerleri hesaplandı.

#### İstatistiksel inceleme

Verilerin analizi SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, A.B.D.) programı ile analiz edildi. Verilerin normal dağılıma uyup uymadığı Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Makaslama kuvvetine göre gruplar arası karşılaştırmalar için tek yönlü varyans analizi, çoklu karşılaştırmalar için Tamhane's T2 testi kullanıldı. Pürüzlülük değerlerine tek yönlü varyans analizi ile bakıldı, gruplar arası farklar ise Post-Hoc Fisher LSD yöntemi ile test edildi. α anlamlılık düzeyi 0.05 olarak belirlendi.

## BULGULAR

### Makaslama testi bulguları

Zirkonyum seramik yüzeylerine uygulanan farklı yüzey işlemleri sonrası Panavia F2.0 simanla olan makaslama bağlantı dirençleri Newton cinsinden ölçüldü, ardından siman blok alanı olan 19.625 mm<sup>2</sup> ye bölünerek MPa birimine çevrildi. Kontrol grubundan 5, Grup4'ten 2 ve Grup5'ten 1 adet örnek, termal döngü sonrası desimante olduğundan bu örneklerin değerleri "0" olarak kaydedilmiştir. Post-hoc testi sonuçlarına göre aynı

harfler gruplar arası benzerliği, farklı harfler gruplar arası farklılığı belirtmektedir (Tablo II).

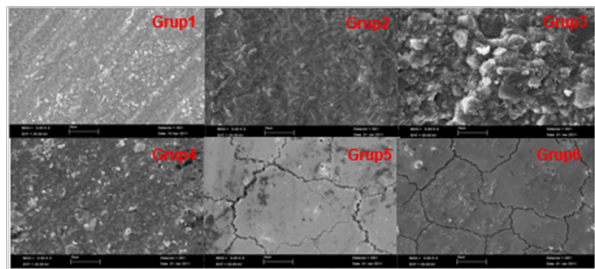
Makaslama kuvvetine göre gruplar arasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0.001). Kontrol grubu, tüm yüzey işlemi uygulanan gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az bağlanma direnci göstermiştir (p<0.05). En yüksek makaslama bağlanma sonuçları; Grup 3'te bulunmuştur.

### Pürüzlülük bulguları

Profilometre ile elde edilen verilere göre; Grup 3 değerleri Lazer gruplarıyla (Grup 5 ve 6) benzer pürüzlülük değerleri gösterirken; Grup 4'ten, Grup 1'den ve Grup 2'den yüksek pürüzlülük değeri göstermiştir (p<0.05). En yüksek pürüzlülük değerini Grup 3; en düşük değeri ise Grup 4 vermiştir (Tablo III).

### AFM ve SEM bulguları

SEM incelemesinde (Şekil I) kontrol grubu yüzeyinde hassas kesme işleminden kaynaklanan tek yönlü çizgilere rastlanmıştır. Kumlama yapılan örnekte (Grup 2), kontrol grubundaki zirkonya yüzeylerinden farklı bir yüzey yapısı izlenmiş, düzenli yapının bozularak oldukça pürüzlü bir yüzey yapısının oluştuğu gözlenmiştir. Bununla birlikte kesme diskinin tüm zırlarının silinmediği ve sık olmamakla birlikte mikro çatlaklar oluştuğu görülmüştür. Grup 3'teki örneğin yüzey yapısı kontrol grubuna göre tamamen değişmiş, oldukça pürüzlü bir yüzey yapısının oluştuğu gözlenmiştir. Yüzey dokusunda tepelik ve çukurcuk benzeri oluşumların meydana geldiği izlenmiştir. Grup 4 'teki örneğin 5000'lik büyütmesinde, kontrol grubuna benzer bir yüzey yapısı göze çarpmaktadır. Grup 5'teki örnekte atımlardan kaynaklanan haleler izlenmiştir. Yüzeyde yer yer krater benzeri oluşumlar gözlenmiştir. Kontrol grubundan farklı olarak bu grupta mikro çatlaklar gözlenmiştir. Çatlakların derinliği fazla olmamakla birlikte tüm yüzey boyunca izlenmektedir. Grup 6'daki örnekte de Grup 5'tekine benzer mikro çatlaklar gözlenmiş olup çatlakların ayırdığı parçacıkların boyutu daha küçüktür. Bununla birlikte Grup 5'te gözlenen krater benzeri oluşumlar bu grupta da izlenmiştir ancak derin olmadığı gözlenmiştir. Çatlakların sayısının fazla olması nedeniyle daha pürüzlü bir yüzey dokusu gözlenmiştir.



Şekil I. SEM görüntüsü, orijinal büyütme X 5000

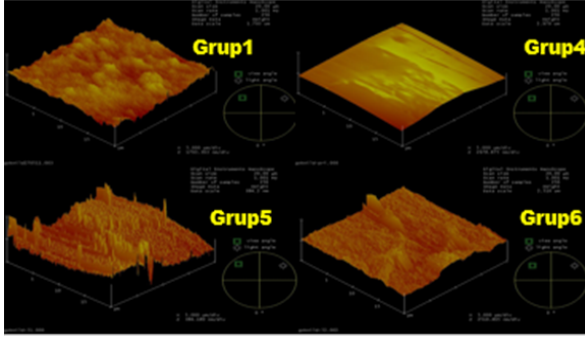
Tablo II. Makaslama Testi verileri MPa

	Grup1	Grup2	Grup3	Grup4	Grup5	Grup6	p
Makaslama Dayanma Direnci(MPa)	1.56 ± 0.46 <sup>a</sup>	6.99 ± 1.02 <sup>b</sup>	13.20 ± 2.18 <sup>c</sup>	6.25 ± 1.53 <sup>b</sup>	6.17 ± 1.55 <sup>b</sup>	10.12 ± 2.29 <sup>d</sup>	<0.001

Tablo III. Profilometre ile ölçülen pürüzlülük değerleri.

	Grup1	Grup2	Grup3	Grup4	Grup5	Grup6	p
Pürüzlülük Değeri (Ra)	2.546± 0.71 <sup>a,b</sup>	2.578± 0.57 <sup>a,b</sup>	3.428± 0.53 <sup>c</sup>	2.407± 1.27 <sup>a</sup>	2.826± 0.61 <sup>a,c</sup>	3.146± 0.78 <sup>b,c</sup>	<0.001

AFM alan incelemesinde (Şekil II) kırmızı tonlamalar çukur alanları gösterirken sarı tonlar yüksekliği ifade etmektedir. 2. ve 3. gruplarının yüzey yapılarının karakteri nedeniyle AFM görüntüsü elde etmek mümkün olmamıştır. Primer uygulanan grubun (Grup 4) 3 boyutlu AFM görüntüleri, diğer yüzey işlemi uygulanmış gruplara göre oldukça düzgün bir yüzey yapısı göstermiştir. AFM ile elde edilen pürüzlülük değerleri ve gruplardaki kırılma tipleri Tablo IV’de gösterilmiştir. Düşük makaslama bağlantı gücü veren gruplarda daha



Şekil II. Örneklerin 20µm'lik 3 boyutlu AFM yükseklik görüntüsü

Tablo IV. AFM ile elde edilen pürüzlülük değerleri ve gruplardaki kırılma tipleri

	20µm'lik AFM	10µm'lik AFM	KIRILMA TİPİ
Grup1	129.36nm	134.58nm	2 karışık 10 adeziv
Grup2	-	-	1 koheziv 11 karışık
Grup3	-	-	5 koheziv 7 karışık
Grup4	197.42nm	60.90nm	2 karışık 10 adeziv
Grup5	72.144nm	32.724nm	3 karışık 9 adeziv
Grup6	192.86nm	148.2nm	11 karışık 1 adeziv

çok adeziv kopmalara rastlandığı, bağlantı gücü arttıkça kopmanın karışık ve daha seyrek olarak da koheziv tipte olduğu görülmüştür

#### TARTIŞMA

Zirkonyanın hem estetik hem de dayanıklı bir materyal oluşu, klinik kullanım yelpazesinin geniş olmasını sağlar. Asitle pürüzlendirilemediklerinden ve silanizasyon yapılamadığından zirkonya restorasyonların rezinlesimantasyonu, hala üzerinde çalışılması gereken bir konudur. Zirkonya seramik ile rezin siman arasındaki bağlantı gücünü artırmak için literatürde farklı yöntemler önerilmiştir (5-7).

Zirkonya altyapılarda yapılan aşındırma ya da kumlama işlemi sonrasında yüzeyde mikro çatlakların oluştuğu bilinmektedir (8). Bu konuyla ilgili klinik bilgilerin az olmasından ötürü bazı zirkonya seramik üreticileri simantasyon öncesi hava abrazyonunu önermemektedir. Çalışmamızda kullandığımız seramik sisteminde hava abrazyonu kontrendike değildir.

Kumlama ve aşındırma işlemleri sonrasında yüzeyde oluşan monoklinik faz artışının, yapının makaslama kuvvetlerine direncini arttırdığı bilinmektedir (9). Aşındırma veya kumlama işlemi gereğinden uzun bir süre

yapılmaz ve mikro çatlakların çok derine inmesine neden olunmazsa, baskı kuvveti tabakası yapılan bu işlemlerin neden olduğu kuvvetleri karşılayacak ve malzemenin makaslama kuvvetlerine direncinin daha da artmasını sağlayacaktır (10).

Blatz ve arkadaşları yüksek dayanıklılıktaki seramiklerde yüzey pürüzlülüğünün artırılması ile yüzey enerjisini arttırdığını ve dolayısıyla ıslanabilirliği arttırarak rezin simanın bağlanma dayanımını yükselttiğini düşünmektedir (11,12). Daha önce yapılmış çalışmalarla benzer olarak bizim çalışmamızda elde ettiğimiz SEM görüntülerinde, kumlanan örneklerde girintili çıkıntılı bir yüzey oluşmaktadır (13,14). Çalışmamızda kumlama sonucu bağlanma dayanımının kontrol grubuna göre yüksek bulunmasını; artan bağlanma yüzeyi olduğunu düşünmekteyiz.

Kumlama yapılmış zirkonya seramiklere silan uygulaması ile bağlantı kuvvetlerinin arttığı görülmüştür (9). Bunun nedeni kumlanmış yüzeydeki porözite olabileceği gibi silanın yüzey ıslanabilirliğini arttırmasıyla da ilgili olabilir. Böylece kullanılan rezin simanın porözite ve andir katlara daha kolay ulaşması sağlanmaktadır (11). Çalışmamızda elde ettiğimiz SEM görüntülerinde kumlama yapılmış ve kumlama yapıldıktan sonra silika kaplanmış örneklerin yüzeylerinin pürüzlü olduğu, sayı-

sız irili ufaklı girinti ve çıkıntılarının olduğu izlenmektedir. Ancak Grup3'teki örneklerde, bağlanma dayanımının daha yüksek çıkmasını yukarıda bahsedilen nedenlere bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Döngüsel yükleme sırasında nemli bir ortama maruz kaldığında zirkonya yüzeyinde oluşan yüzey çatlakları, şiddetli stres arttırıcılara dönüşebilir (15). Zhang ve arkadaşları kumlama uyguladıkları örneklerde yorulma testi sonrası dayanıklılıkta %30'luk bir düşüş rapor etmiştir (16). Bu düşüş, 4µm'den daha büyük yüzey mikro çatlaklarının oluşumu ve yükleme altında büyüyen çatlak başlangıcına sebep olması ile açıklanmıştır (17). Ancak bizim çalışmamızda çatlak derinlikleri bu değerler oldukça altında bulunmuştur.

Özcan ve Valittu 2003'de yaptıkları çalışmada farklı seramiklere asitle dağlama, hava abrazyonu ve silika kaplama işlemlerini uyguladıktan sonra örnekleri rezin simanla yapıştırmış ve termal döngü öncesi ve sonrasında makaslama testi uygulamışlardır. Termal döngü öncesinde cam infiltre edilmiş zirkonyum dioksit-rezin siman makaslama dirençleri yüzey işlemlerine göre yaklaşık olarak sırasıyla 8, 16, 18 MPa iken termal döngü sonrasında bu değerler sırasıyla 2, 5, 9 MPa değerlerine düşmüştür (1). Çalışmamızda ise hava abrazyonu



uygulanan ve silika kaplanan gruplarda sonuçlar bu değerlerden biraz daha yüksek bulunmuştur (6.99 ve 13.20 MPa). Bunun sebebi kullanılan seramik ve yapıştırma simanı farklılığı olabilir.

Zirkonya seramiğe kimyasal yapışma çeşitli ajanları içerir. Bu ajanlara ilaveten yeni bir yaklaşım da organofosfat ve karboksilik asit monomerlerinin bir arada kullanıldığı ve ışıkla polimerize olabilen karışımın kullanılmasıdır. Magne ve ark'nın 2009'da yaptıkları çalışmalarında, çalışmamızda kullandığımız primer ajanını farklı siman sistemlerinde uygulamışlardır ve primer uygulanan gruplarda daha yüksek makaslama direnci sonuçları bulmuşlardır. Aradaki bu fark; Magne ve ark'nın polisajlanmış ve 50µ'luk Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tozuyla pürüzlendirdikleri LAVA sistem zirkonya kullanmalarına ve yaşlandırma işlemi uygulamamalarına bağlı olabilir (18).

Spohr ve ark'nın in-ceramzirkonyaya farklı yüzey işlemi uyguladıkları çalışmada en yüksek sonuçlar Nd: YAG lazerle elde edilmiştir. Aynı çalışmanın SEM sonuçlarında lazer uygulanan yüzeylerde; mikro-patlamalar sonucu materyalin uzaklaşmasıyla boşluklu yüzey yapısının oluştuğunu ve seramiğin yüzeyel tabakasının erimesini takiben katılaşması sonrası oluşan düzgün kabarcık benzeri yüzey yapısı meydana geldiği rapor edilmiştir (19).

Bizim çalışmamızda lazer gruplarından elde ettiğimiz SEM bulgularında ise; yüzeylerde mikro çatlaklar izlenmektedir. Mikro-patlamalar sonucu oluşan boşluklu yüzey dokusunun sıklığı ise Spohr'ın çalışmasına göre çok az olmakla birlikte mevcuttur (19). Bu farkın sebebi; İn-ceram zirkonyadaki zirkonyum oksit içeriğinin yaklaşık %20 olması olabilir. Bir başka sebep ise Spohr ve ark'nın lazer uygulamadan önce seramik yüzeylerini kumlama işlemine tabi tutmuş olmaları olabilir. Bizim çalışmamızdaki iki lazer grubu SEM görüntüleri benzer olmakla birlikte Grup5'teki örneklerde daha az çatlak ve buna bağlı olarak oluşan adacıkların boyutlarının daha büyük olduğu gözlenmiştir. Grup6'da ise adacıklar daha küçük ve sık olarak izlenmiştir. Çalışmamızda incelediğimiz iki lazer grubu arasındaki bağlantı farklılığının, birim atım sırasındaki enerji farkına, dolayısıyla toplamda uygulanan enerjiye bağlı olarak oluşan mikro çatlakların oluşturduğu adacıkların boyutu nedeniyle olduğunu düşünmekteyiz.

Yine oluşan mikro çatlakların derinlikleri de oldukça farklı bulunmuştur. Rezin simanın bu alanlara girmesi bağlantı değerlerini etkileyebilir. Bununla birlikte oluşan mikro çatlakların, materyalin fiziksel özellikleri üzerindeki uzun dönem etkilerinin incelenmesine ihtiyaç vardır.

Farklı yüzey işlemlerinin uygulandığı zirkonyum oksit yüzeylerinin, rezinsimanlarla olan makaslama bağlantı gücünü araştıran Atsu ve ark, yüzeyleri kopma tipine göre değerlendirmişlerdir. Düşük bağlantı gücüne sahip örneklerde kopma tipinin daha çok adeziv tipte olduğunu, daha yüksek bağlantı gücü veren gruplarda ise koheziv ve karışık tipte kopmalara rastladıklarını rapor etmişlerdir (7).

Çalışmamızda makaslama bağlantı testinin ardından elde ettiğimiz kopma yüzeyleri incelediğinde literatürle uyumlu olarak düşük bağlantı gücü veren gruplarda daha çok adeziv kopmalara rastlandığı, bağlantı gücü arttıkça kopmanın karışık ve daha seyrek olarak da

koheziv tipte olduğu görülmüştür.

Bu in vitro çalışmanın sonuçlarını klinik olarak yorumlamadan önce, çalışmalar arasında standart bir test yönteminin eksik olduğunu, test edilen yüzey şeklinin, ürünün ticari formundan farklılık gösterdiğini ve uzun dönem kullanımında muhtemel olumsuzlukların ortaya çıkabileceği göz önüne alınmalıdır.

Çalışmamızda kullanılan örneklerin, restorasyonların geometrik formunu taklit etmeyen düz yüzeyler olarak hazırlanması, yaşlandırma sürecinin göreceli olarak kısa olması bu çalışmanın sınırlamalarındandır.

Zirkonyum oksit seramik materyallerin, restoratif diş hekimliğinde kullanımının artması ve kullanım alanının genişlemesi; bu materyalle ilgili ileri çalışmaların yapılmasını gerektirmektedir. İn vitro çalışmalar, muhtemel klinik tavsiyeleri sağlayacağından, klinikle ilgili parametreleri içermelidir. Ancak bir ürün veya prosedürün genel klinik kullanımını önermek için uzun dönem klinik deneyimlerin yapılması gerekmektedir.

## SONUÇ

Zirkonyum oksit seramik örnekler üzerinde yaptığımız yüzey işlemleri ve yaşlandırma sonrası şu sonuçlar elde edilmiştir:

En yüksek makaslama bağlanma sonucu Rocatec sistemle silika kaplanan ve silan uygulanan örneklerde (Grup 3) bulunmuştur.

Nd: YAG lazerin zirkonya yüzeyinde pürüzlendirme yaptığı ancak kullanılan grafit tozu uzaklaştırılmadığından daha farklı bir boyar madde ile ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Profilometre ile yapılan pürüzlülük ölçümü sonrası en yüksek değer Grup 3'te ölçülmüştür. Daha sonra sırasıyla Grup 6, Grup 5, Grup 2, Grup 1 ve Grup 4 olarak kaydedilmiştir.

Bu sonuçlara göre pürüzlülüğün makaslama bağlantı gücünde etkili olduğunu ancak tek başına yeterli olmadığı sonucuna ulaşabiliriz.

## Etik Beyan

Erciyes Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından değerlendirilmiş, "etik açıdan sakıncalı olmadığı için Etik Kurul onayına gerek yoktur" kararı alınmıştır. (Sayı:B.30.2.ERC.01.00.01/500-527).

## Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## Teşekkür

Yardımlarından dolayı Doç. Dr. Mehmet Bülbül'e teşekkür ederiz.

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından TSD.09.860 nolu proje ile desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

1. Ozcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bondstrength of lutingcement to ceramics. Dent Mater 2003; 19(8): 725-731. PMID: 14511730
2. Gamborena I B. A clinical guide to predic table esthetics with zirconium oxideceramic restorations. Quintessence Dent Technol 2006; 29: 11-23.
3. Glauser RW, Studer S. Application of zirconia abutments on single tooth implants in the maxillary estheticzone. A 6-year clinical and radiographic follow upreport. Appl Osseointegration Res 2004; 4:

- 41-45.
4. Kern M. Clinically long-term survival of two-retainer and single-retainer all-ceramic resin bonded fixed partial dentures. *Quintessence Int* 2005; 36(2): 141-147. PMID: 15732550
  5. Derand P, Derand T. Bond strength of luting cements to zirconium oxide ceramics *Int J Prosthodont*. 2000; 13(2): 131-135. PMID: 11203621
  6. Burke FJ, Fleming GJ, Nathanson D, et al. Are adhesive technologies needed to support ceramics? An assessment of the current evidence. *J Adhes Dent* 2002; 4(1): 7-22. PMID: 12071631
  7. Atsu SS, Kilicarslan MA, Kucukesmen HC, et al. Effect of zirconium-oxide ceramic surface treatments on the bond strength to adhesive resin. *J Prosthet Dent* 2006; 95(6): 430-436. PMID: 16765155 doi: 10.1016/j.prosdent.2006.03.016
  8. Guazzato M, Albakry M, Quach L, et al. Influence of grinding, sandblasting, polishing and heat treatment on the flexural strength of a glass-infiltrated alumina reinforced dental ceramic. *Biomaterials* 2004; 25(11): 21 PMID: 14741630 doi: 10.1016/j.biomaterials.2003.08.056
  9. Lin J, Shinya A, Gomi H, et al. Effect of self-adhesive resin cement and tribochemical treatment on bond strength to zirconia. *Int J Oral Sci*. 2010; 2: 28-34. PMID: 20690416
  10. Albakry M, Guazzato M, Swain MV. Effect of sandblasting, grinding, polishing and glazing on the flexural strength of two pressable all-ceramic dental materials. *J Dent* 2004; 32(2): 91-99. PMID: 14749080 doi: 10.1016/j.jdent.2003.08.006
  11. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2003; 89(3): 268-274. PMID: 12644802 DOI: 10.1067/mps.2003.50
  12. Blatz MB, Sadan A, Blatz U. The effect of silicoating on the resin bond to the intaglio surface of Procera All Ceram restorations. *Quintessence Int* 2003; 34(7): 542-547. PMID: 12946074
  13. Wolfart M, Lehmann F, Wolfart S, et al. Durability of the resin bond strength to zirconia ceramic after using different surface conditioning methods. *Dent Mater* 2007; 23(1): 45-50 PMID: 16427692
  14. Amaral R, Ozcan M, Bottino MA, et al. Microtensile bond strength of a resin cement to glass infiltrated zirconia-reinforced ceramic: the effect of surface conditioning. *Dent Mater* 2006; 22(3): 283-290. PMID: 16039705
  15. Kosmac T, Oblak C, Jevnikar P, et al. Strength and reliability of surface treated Y-TZP dental ceramics. *J Biomed Mater Res* 2000; 53: 304-313. PMID: 10898871
  16. Zhang Y, Lawn BR, Malament KA, et al. Damage accumulation and fatigue life of particle-abraded ceramics. *Int J Prosthodont* 2006; 19: 442-448. PMID: 17323721
  17. Zhang Y, Lawn BR, Rekow ED, et al. Effect of sandblasting on the long-term performance of dental ceramics. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2004; 71: 381-386 PMID: 15386395
  18. Magne P, Paranhos MPG, Burnett LH. New zirconia primer improves bond strength of resin-based cements. *Dent Mater* 2010; 6(4): 345-352. PMID: 20047757
  19. Spohr AM, Borges GA, Junior LH, et al. Surface modification of In Ceram Zirconia ceramic by Nd:YAG laser, Rocotec system, oral uminum oxides and blasting and its bond strength to a resin cement. *Photomed Laser Surg* 2008; 26(3): 203-208 PMID: 18588435