

ZİRKONYUM YÜZEYLERE FARKLI YÜZEY PÜRÜZLENDİRME TEKNİKLERİ SONRASI YAPIŞTIRILAN SERAMİK BRACKETLERİN BAĞLANMA DAYANIMLARININ KARŞILAŞTIRMALI OLARAK İNCELENMESİ: İN-VİTRO ÇALIŞMA

SHEAR BOND STRENGTH OF CERAMIC BRACKETS BONDED TO ZIRKONIUM SURFACES AFTER DIFFERENT SURFACE PREPERATION TECHNIQUES: AN IN VITRO STUDY

Emine KARSLI¹ , Evren ÖZTAŞ² 

¹İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Türkiye

²İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ORCID ID: E.K. 0000-0002-3463-6598; E.Ö. 0000-0001-9095-0525

Citation/Atf: Karşlı E, Öztaş E. Zirkonyum yüzeylere farklı yüzey pürüzlendirme teknikleri sonrası yapıştırılan seramik braketlerin bağlanma dayanımlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi: in-vitro çalışma. Sağlık Bilimlerinde İleri Araştırmalar Dergisi 2022;5(2):105-111. <https://doi.org/10.26650/JAHR2022-1105417>

ÖZ

Amaç: Monolitik zirkonyum yüzeylere, estetik beklentileri karşılamak amacıyla sık tercih edilen seramik braketlerin bağlanma dayanımını inceleyen çalışmalara az rastlanmaktadır. Bu çalışmanın amacı farklı pürüzlendirme yöntemleri uygulanmış zirkonyum yüzeylere yapıştırılan seramik braketlerin bağlanma dayanımını ölçmek ve kopma bölgelerini Artık adeziv indeksi (Adhesive Remnant Index: ARI) skorlaması ile değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: 40 adet zirkonyum blok 4 eşit gruba ayrılarak hidroflorik asit (HF), alüminyum oksit (Al₂O₃) ile kumlama, Er-YAG lazer ve Nd-YAG lazer ile yüzey pürüzlendirme işlemleri yapılmış ve tüm seramik braketler yüzeylere yapıştırılmıştır. Universal test cihazıyla braketlerin yüzeylere bağlanma dayanımları Megapascal (Mpa) cinsinden kaydedilmiştir. Sıyırma testi sonrası zirkonyum yüzeylerdeki kopma bölgeleri optik mikroskopta x20 büyütme altında yüzeyler incelenmiştir.

Bulgular: Yapılan değerlendirme sonucunda sırasıyla bağlanma dayanımı ortalama değerleri 4,56±1,99 MPa, 6,88±2,04 MPa, 7,43±1,47 MPa, 5,66±2,31 MPa ile en düşük HF grubu, en yüksek ise Er-YAG grubu olmuştur. Er-YAG grubunda ölçülen değer HF grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek olduğu görülmüştür (p<0.05). ARI skorları incelendiğinde Er-YAG grubunda örneklerin %40'ında tüm artık kompozitin porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 1) görülmüştür.

Sonuç: Ortodonti kliniğinde kullanılan HF ile pürüzlendirme yöntemi sonrası braketlerin zirkonyum yüzeylere bağlanma dayanımı yetersiz bulunmuştur. Zirkonyum yüzeylere Er-YAG lazer ile pürüzlendirme yönteminin seramik braketlerde daha fazla bağlanma dayanımı sağladığı gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: monolitik zirkonyum, seramik braket, bağlanma dayanımı, yüzey pürüzlendirme, lazer

ABSTRACT

Objective: There are few studies examining the shear bond strength (SBS) of ceramic brackets (which are frequently chosen to meet aesthetic expectations), on monolithic zirconium surfaces. The aim of this study is to measure the SBS of ceramic brackets adhered to the zirconium surfaces, to which different surface roughening methods have been applied and to evaluate the rupture areas with ARI scoring.

Materials and method: 40 zirconium blocks were divided into 4 equal groups and surface roughening processes performed with hydrofluoric acid (HF), sandblasting with aluminum-oxide (Al₂O₃), Er-YAG and Nd-YAG laser. All ceramic brackets were adhered to the surfaces. The SBS values of the brackets to surfaces were recorded in MPa with a universal test machine. For ARI scoring, the surfaces were examined under x20 magnification with optical microscope.

Results: the mean SBS values were 4.599±1.989, 6.879±2.037, 7.429±1.468, 5.665±2.308 MPa respectively, with the lowest being the HF group and the highest being the Er-YAG group. It was observed that the measured value in the Er-YAG group was statistically higher than the HF group. When Adhesive Remnant Index (ARI) scores were examined, it was observed that in 40% of the samples in the Er-YAG group, all residual composite remained on the zirconium.

Conclusion: the SBS of the HF method, which is frequently used in orthodontic clinics, to zirconium was found insufficient. It has been shown that surface roughening of zirconium with Er-YAG laser provides more SBS with ceramic brackets.

Keywords: monolithic zirconium, ceramic bracket, bond strength, surface roughening, laser

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Emine KARSLI E-mail: karsli.emine@live.com

Başvuru/Submitted: 18.04.2022 • **Revizyon Talebi/Revision Requested:** 15.05.2022 • **Son Revizyon/Last Revision Received:** 23.05.2022 •

Kabul/Accepted: 24.05.2022 • **Online Yayın/Published Online:** 13.06.2022



This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

GİRİŞ

Günümüzde erişkin hastaların ortodontik tedaviye olan ilgisi artmaktadır (1). Bu durum ortodontik tedavi prosedürleriyle ilgili bazı sorunları da beraberinde getirmektedir (2). Bunlardan en önemlisi erişkin hastaların adölesan vakalara oranla daha fazla dental restorasyona sahip olmalarıdır. Ancak dental restorasyon üzerine sabit ortodontik ataşman yapıştırma prosedürü üzerinde henüz konsensus sağlanamamıştır. Estetik beklentileri yüksek olan erişkin hasta popülasyonunda, hasta konforunu ve tedavi başarısını yüksek seviyede tutmak için, braket yapıştırılması tedavinin en önemli aşamalarından biridir (3).

Literatürde ortodontik ataşmanların ideal bağlanma dayanımını ölçmek amacıyla yapılan in-vitro çalışmalarda en sık kullanılan yöntemlerden biri makaslama bağlanma dayanımının ölçülmesi (Shear Bond Strength, SBS) yöntemidir (4). İdeal bağlanma dayanımı güncel literatürde 6-10 MPa olarak değerlendirilmektedir (5-6). Bu değer düşük olması, yetersiz bağlanma ile sonuçlanıp braketin düşmesine, yüksek olması ise diş veya restorasyon yüzeyinde çatlak ve kırıklara sebep olabilmektedir (7-8). Artan estetik beklentilerden dolayı son yıllarda seramik braketlerin kullanımı artmaktadır (9). Diş minesine mekanik bağlanan metal braketlerden farklı olarak kimyasal bağlanan seramik braketler için önerilen birçok pürüzlendirme yöntemi bulunmakta, ancak bunlardan hiçbiri yeterli bağlanmayı sağlamamaktadır (5).

Erişkin hastalarda bulunan porselen kronlar sabit ortodontik tedavinin uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Bunun sebebi braketlerin bağlanma dayanımının en düşük gözlemlendiği yüzeylerin porselen yüzeylerdir (10). Erişkin hastalarda kullanılan son derece yüksek sertlik ve dayanıklılıktaki monolitik zirkonyum, ideal bağlanma dayanımına ulaşmanın en zor olduğu materyallerden biridir. Güncel literatürde henüz monolitik zirkonyum yüzeylerin ideal yüzey hazırlığıyla alakalı konsensus sağlanamamıştır (11).

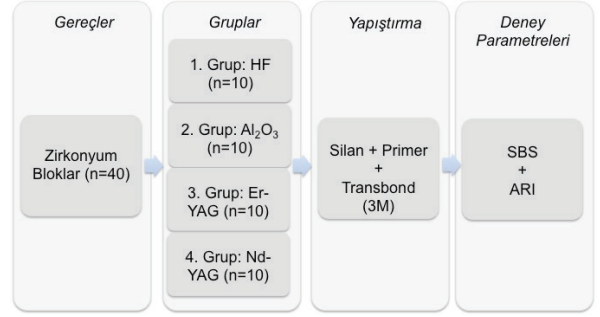
Literatürde monolitik zirkonyum yüzeylere bağlanma dayanımını artırma amacıyla başvurulan en temel yüzey pürüzlendirme tekniği hidroflorik (HF) asit ile pürüzlendirme; en yaygın kullanılan diğer yöntemi ise alüminyum oksit (Al_2O_3) ile kumlama yöntemidir (5, 12). Konvansiyonel yöntemlere alternatif olarak lazerlere de başvurulmuştur. Ancak yapılan literatür taramasında farklı lazer tekniklerinin kıyaslamasına rastlanmamıştır (13).

Bu in-vitro çalışmanın amacı, monolitik zirkonyum yüzeylere HF asit, Al_2O_3 ile kumlama, Er-YAG ve Nd-YAG lazerler ile yüzey pürüzlendirmeleri sonrası uygulanan seramik braketlerin bağlanma dayanımlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

G*Power programıyla yapılan Power analizinde, %95 güven (1- α), %95 test gücü (1- β), $f=0,40$ (large) etki büyüklüğü ile deney yapılması gereken grup içi örnek sayısı $n=10$, toplam örnek sayısı 40 olarak elde edilmiştir. Bu çalışmaya dahil edilen 40 adet CAD-CAM teknolojisi ile hazırlanmış monolitik zirkonyum porselen blok (Labcera Seramik, İstanbul, Türkiye), boyutları 15

mm x 15 mm x 2 mm olacak şekilde kesilmiştir. Bloklar rastgele seçilen 10'ar zirkonyum bloktan oluşan 4 eşit gruba ayrılmıştır. Deneyin iş akış şeması Şekil 1'de gösterildiği gibidir.



Şekil 1: Deneyin iş akış şeması

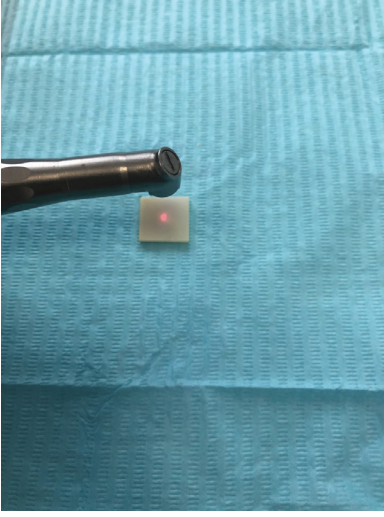
Deney Gruplarının Oluşturulması

Yüzey pürüzlendirme yöntemi olarak 1. gruba HF asit, 2. gruba Al_2O_3 ile kumlama, 3. gruba Er-YAG lazer, 4. gruba Nd-YAG lazer uygulanmıştır. 1. grupta, örnek yüzeyine %9,6'lık HF asit 120 saniye uygulanmış ve pamuk rulo ile temizlenmiştir. 2. grupta örnek yüzeyine ağız içi kumlama cihazı yardımıyla (Microetcher II, Danville Materials, Oakland, ABD) 2,5 bar basınç altında, örnek yüzeylerine dik olacak şekilde ortalama 10 mm uzaklıktan, 10 saniye süre ile, 50 μ m boyutundaki Al_2O_3 ile kumlama işlemi yapılmıştır. 3. grupta örnekler üretici firma talimatlarına göre 2940 nm dalga boyunda, MSP (Maxi Short Pulse) modunda, pulsasyon genişliği 100 mikrosaniye (μ s), 1,3 probe çapı ile pulsasyon sıklığı 20 Hertz (Hz) ve gücü 2 W olan Er-YAG lazer (Fotona, At Fidelis, Ljubljana, Slovenya) uygulanmıştır. Cihaz, hava ve suyla, non kontak modda, pulsasyon enerjisi 100 mJ olacak şekilde seramik yüzeylerinden 1 mm uzaklıktan homojen bir yüzey elde etmek için elle süpürme hareketi yaparak tüm yüzeye 10 saniye boyunca uygulanmıştır (Şekil 2). 4. grupta örnekler üretici firma talimatlarına göre 1064 nm dalga boyunda, pulsasyon genişliği 150 mikrosaniye (μ s), pulsasyon sıklığı 20 Hertz (Hz) ve gücü 2 W olan Nd-YAG lazer (Fotona, At Fidelis, Ljubljana, Slovenya) uygulanmıştır (Şekil 1, 2) (Şekil 3). Cihaz, hava ve suyla, non kontak modda, pulsasyon enerjisi 100 mJ, enerji yoğunluğu 141,54 J/cm² olacak şekilde seramik yüzeylerinden 1 mm uzaklıktan homojen bir yüzey elde etmek için elle süpürme hareketi yaparak tek bir kişi tarafından (E.K.) tüm yüzeye 10 saniye boyunca uygulanmıştır.

Yapıştırma Prosedürü

Tüm örnek yüzeyler, debrislere arındırılmaları için 20 saniye boyunca basınçlı suyla yıkanıp kurutulmuştur. Tüm gruplardaki kuru yüzeylere Silan (ESPE-Sil, 3M ESPE Seefeld, Almanya), fırça yardımıyla tek kat halinde uygulanarak kurumaya bırakılmıştır. Primer olarak Transbond XT Primer (3M/Unitek, Monrovia, California) sürülerek 5 saniye hava ile kurutulup LED ışık kaynağı (Eliapar™ S10, 3M/Unitek, Monrovia, California) uygulanmıştır. Braket tabanının yüzey alanı 10,96 mm² olan monokristalin 0,018" slot seramik alt kesici braketleri (Zhejiang Medical, Zhejiang Province, China) ışıkla sertleşen reçine kompozit olan Transbond XT Light-Cure Adeziv (3M/Unitek, Monrovia, Cali-

fornia uygulanarak, polimerizasyonu için LED ışık kaynağı (braketin oklüzal, gingival, distal ve mezial yüzeylerinden 10'ar sn olacak şekilde) 40 saniye boyunca uygulanarak yapıştırılmıştır.



Şekil 2: Zirkonyum örnek yüzeyine Er-YAG lazer ile pürüzlendirme uygulaması



Şekil 3: Deneyde kullanılan Fotona lazer cihazı

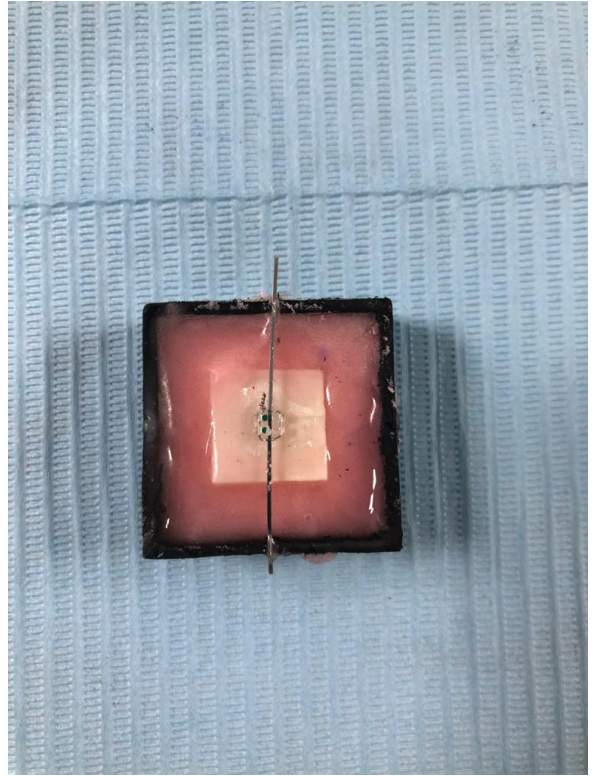
Örneklerin Taşıyıcı Bloklara Aktarılması

Çalışmada zirkonyum yüzeylere farklı yüzey pürüzlendirme tekniklerinin ardından yapıştırılan örnekler bağlanma dayanım testine girmeden önce evrensel test cihazına aktarmak için 3x3x2,2 cm boyutlarındaki kalıplar içinde akrilik malzemeye gömülmüştür. Test cihazında kuvvet vektörünün doğru iletilmesi için, kalıpların kenarlarının orta noktaları işaretlenmiş, 0,018" slot seramik braketlerden tam dimensiyonda 0,018x0,025" paslanmaz çelik düz tel geçirilerek sabitlenmiştir (Şekil 4). Bağlanma dayanımı ölçülebilmesi için hazır plastik kalıplar yüzeyde kalacak şekilde akrilik materyal içine gömülmüştür. Akriliğin polimerizasyonu su soğutması altında gerçekleştirilmiştir.

Bağlanma Dayanımı Değerlendirmesi

Yapıştırılan braketlerin bağlanma dayanımı İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde bulunan Instron evrensel test cihazı

(AG-IS, SHIMADZU Corp., Kyoto, Japan) ile ölçülmüştür. Cihazın alttaki sabit tablasına örnekler yerleştirilmiş, üst hareketli parçasına ise bıçak sırtı şeklinde sonlanan yüklemeye ucu bağlanmıştır. Yüklemeye ucunun yönü braketin tabanı doğrultusunda paralel olacak şekilde, braket ile porselen yüzey arasına yerleştirilmiştir. Test cihazının hareketli üst tablasının hızı 1 mm/dakika, aygıtın uygulayacağı maksimum kuvvet ise 500 N olarak ayarlanmış ve ölçümler 0,2 N hassasiyetle yapılmıştır. Braketin yapıştırılan porselen yüzeyden ayrıldığı andaki kuvvet değeri Newton (N) olarak kaydedilmiş, ardından bu değerin MPa'ya dönüştürülmesi için, $MPa=N$ (uygulanan kuvvet)/ mm^2 (yüzey alanı) formülü kullanılmıştır ve sonuçlar bağlanma dayanım değerleri olarak kaydedilmiştir.



Şekil 4: Örneklerin taşıyıcı bloklara aktarılması

Artık Adeziv İndeksi Skorlaması

Seramik braketler, zirkonyum yüzeyinden ayrıldıktan sonra kırılmanın nerede meydana geldiğini inceleyebilmek için artık adeziv indeksi (Adhesive Remnant Index: ARI) skorlaması kullanılmıştır. Skorlama için Bishara ve Truelove tarafından tanımlanan modifiye ARI indeksi kullanılarak örnekler değerlendirilmiştir (14). ARI skorları aşağıda gösterildiği gibi 1, 2, 3, 4, 5 olarak sınıflandırılmak üzere, İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde bulunan ışık mikroskobu (Olympus SZX7, Tokyo, Japan) kullanılarak 20x büyütme altında incelenmiştir.

Skor 1: Artık kompozitin tamamı porselen yüzeyinde kalmıştır.

Skor 2: Artık kompozitin %90'dan fazla kısmı porselen yüzeyinde kalmıştır.

Skor 3: Artık kompozitin %10'dan daha fazla, %90'dan daha az kısmı porselen yüzeyinde kalmıştır.

Skor 4: Artık kompozitin %10'dan az kısmı porselen yüzeyinde kalmıştır.

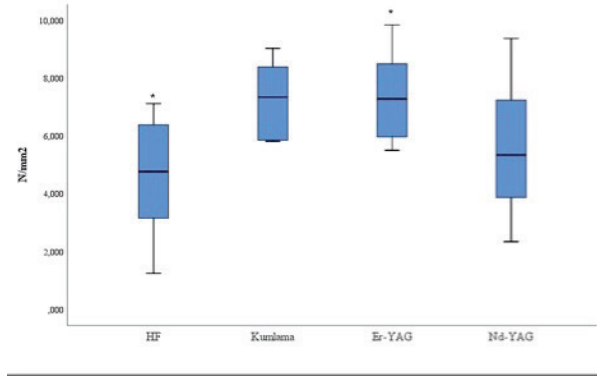
Skor 5: Porselen yüzeyinde hiç artık kompozit kalmamıştır.

İstatistiksel Değerlendirme

Bağlanma dayanım değerlerinin (shear bond strength, SBS) değerlendirilmesinde ANOVA ve Tukey's testleri, ARI skorları için ki-kare testi kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen bulguların istatistiksel analizi IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Türkiye) programında yapılmıştır. Anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Zirkonyum yüzeylere farklı pürüzlendirme işlemi uygulanıp seramik braketler yapıştırıldıktan sonra, örnekler makaslama testine tabi tutularak bağlanma dayanımı ölçülmüştür (Şekil 5). Ölçülen değerler HF grubu için ortalama $4,599 \pm 1,989$ MPa, Al_2O_3 grubu $6,879 \pm 2,037$ MPa, Er-YAG grubu $7,429 \pm 1,469$ MPa, Nd-YAG grubu $5,665 \pm 2,308$ MPa olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).



Şekil 5: Zirkonyum yüzeye seramik braketlerin makaslama testi sonrası bağlanma dayanımlarına etki eden pürüzlendirme yöntemlerinin kutu grafiği. (Tukey's çoklu karşılaştırma testi sonucu HF-Er-YAG grupları arası $p = 0,014$, $*p < 0,05$)

Tablo 1: Deney gruplarının zirkonyum yüzeye seramik braketlerin makaslama testi sonrası bağlanma dayanımlarının analizi

Gruplar	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	%95 interval aralığında	
				En düşük	En yüksek
HF	4,599	1,989	0,628	3,176	6,022
Al_2O_3	6,879	2,037	0,644	5,421	8,336
Er-YAG	7,429	1,468	0,464	6,378	8,480
Nd-YAG	5,665	2,308	0,730	4,013	7,316
Total	6,143	2,143	0,347	5,440	6,846

MPa: megapascal

Ölçülen değerler gruplar arasında karşılaştırılmıştır. Yapılan Tukey's çoklu karşılaştırma testine göre; HF grubu bağlanma değerleri açısından Al_2O_3 ve Nd-YAG gruplarıyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p > 0,05$). HF grubunda ölçülen değer Er-YAG grubuna göre istatistik olarak daha düşük olduğu görülmüştür ($p < 0,05$) (Tablo 2).

Al_2O_3 grubu bağlanma değerleri açısından HF, Er-YAG ve Nd-YAG gruplarıyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$) (Tablo 2).

Er-YAG grubu bağlanma değerleri açısından Al_2O_3 ve Nd-YAG gruplarıyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$). Er-YAG grubunda ölçülen değer HF grubuna göre istatistik olarak daha yüksek olduğu görülmüştür ($p < 0,05$) (Tablo 2).

Nd-YAG grubu bağlanma değerleri açısından HF, Al_2O_3 ve Er-YAG gruplarıyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$) (Tablo 2).

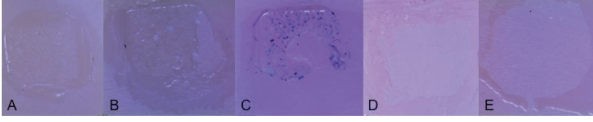
Tablo 2: Zirkonyum yüzeye seramik braketlerin makaslama testi sonrası bağlanma dayanımlarına etki eden farklı pürüzlendirme yöntemlerinin Tukey's çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

	Tukey Testi
HF- Al_2O_3	0,064
HF- Er-YAG	*0,014
HF- Nd-YAG	0,627
Al_2O_3 - Er-YAG	0,924
Al_2O_3 - Nd-YAG	0,523
Er-YAG- Nd-YAG	0,208

* $p < 0.05$

Zirkonyum yüzeylerin makaslama testi sonucunda örnekler $\times 20$ büyütmede mikroskopta incelenmiş ve yüzeydeki kopma bölgeleri Şekil 6'de gösterildiği gibi belirlenmiştir. ARI skorları ki-kare testine göre gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 3). ARI skorları dağılımı Tablo 3'de gösterildiği gibi HF grubunda örneklerin %10'unda tüm artık kompozitin porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 1), %20 'sinde artık kompozitin %90'dan fazlasının porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 2), %30'unda artık kompozitin %10'dan fazlası, %90'dan az kısmının porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 3), %20'sinde artık kompozitin %10'dan az kısmının porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 4), %20'sinde porselen yüzeyinde hiç artık kompozit kalmadığı (ARI skoru 5) görülmüştür.

ARI skorları dağılımı Al_2O_3 grubunda örneklerin %30'unda tüm artık kompozitin porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 1), %20 'sinde artık kompozitin %90'dan fazlasının porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 2), %20'sinde artık kompozitin %10'dan fazlası, %90'dan az kısmının porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 3), %20'sinde artık kompozitin %10'dan az kısmının porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 4) görülmüştür.



Şekil 6: Zirkonyum yüzeye seramik braketlerin makaslama testi sonrası kopma bölgelerinin x20 büyütme ile mikroskop altında incelenmesi. (A: Skor 1, Er-YAG grubundan bir örnek yüzeyi B: Skor 2, Nd-YAG grubundan bir örnek yüzeyi C: Skor 3, HF grubundan bir örnek yüzeyi, D: Skor 4, Al₂O₃ grubundan bir örnek yüzeyi, E: Skor 5, HF grubundan bir örnek yüzeyi.)

Tablo 3: Zirkonyum yüzeye seramik braketlerin makaslama testi sonrası ARI skorları, skorların yüzdelik dağılımı ve ki-kare testine göre sonuçları (p>0,05).

Gruplar	ARI Skorları					p
	1	2	3	4	5	
HF	1 (%10)	2 (%20)	3 (%30)	2 (%20)	2 (%20)	0,948
Al ₂ O ₃	3 (%30)	2 (%20)	3 (%33)	2 (%20)	0 (%0)	
Er-YAG	4 (%40)	2 (%20)	2 (%20)	1 (%10)	1 (%10)	
Nd-YAG	2 (%20)	3 (%30)	3 (%30)	1 (%10)	1 (%10)	

ARI skorları dağılımı Er-YAG grubunda örneklerin %40'ında tüm artk kompozitin porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 1), %20 'sinde artk kompozitin %90'dan fazlasının porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 2), %20'sinde artk kompozitin %10'dan fazlası, %90'dan az kısmının porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 3), %10'unda artk kompozitin %10'dan az kısmının porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 4), %10'unda porselen yüzeyinde hiç artk kompozit kalmadığı (ARI skoru 5) görülmüştür.

ARI skorları dağılımı Nd-YAG grubunda örneklerin %20'sinde tüm artk kompozitin porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 1), %30'unda artk kompozitin %90'dan fazlasının porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 2), %30'unda artk kompozitin %10'dan fazlası, %90'dan az kısmının porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 3), %10'unda artk kompozitin %10'dan az kısmının porselen yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 4), %10'unda porselen yüzeyinde hiç artk kompozit kalmadığı (ARI skoru 5) görülmüştür.

TARTIŞMA

Feldspatik porselen materyallere ortodontik ataşmanların bağlanma dayanımını literatürde inceleyen birçok çalışma yer alırken, klinikte sıklıkla kullanılan, estetik olan ve yüksek dayanıklılığa sahip monolitik zirkonyum restorasyonlara bağlanma dayanımını inceleyen yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır (15-18). Erişkin hastalarda bulunan dental restorasyonlar üzerine ortodontik ataşmanların yapıştırma prosedürlerinin ideal bağlanma dayanımının belirlenmesi için yeni alternatif yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır (19-20). Estetik kaygılar nedeniyle sık kullanılan seramik braketlerin bağlanma dayanımını değerlendiren çalışmalar yetersiz sayıdadır.

Standart feldspatik porselen restorasyonlardan farklı olarak monolitik zirkonyum silika partikülü içermediğinden HF asit ile

pürüzlendirilebilir bir porselen özelliği göstermediğini savunan çalışmalar mevcuttur (21-22). Al₂O₃ ile kumlama yönteminin bazı araştırmacılar tarafından yüksek bağlanma dayanımı sağladığı savunulsa da restorasyon yüzeyine makroskopik düzeyde zarar vermesi ve braket çıkartılması sonrası restorasyonda kalıcı hasar bırakması sebebiyle farklı yüzey pürüzlendirme yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır (12, 23, 24). Yapılan literatür taramasında diş hekimliğinde genellikle sert doku cerrahilerinde kullanılan Er-YAG ve Nd-YAG lazerlerin monolitik zirkonyum yüzeylerde pürüzlendirme işlemleri sonrası yüzey özelliklerini inceleyen ve bu yüzeylere yapıştırılan seramik braketlerin bağlanma dayanımına etkileşimi karşılaştırmalı incelemesine rastlanmamıştır (26-27). Bu çalışmanın amacı konvansiyonel yüzey pürüzlendirme yöntemleri olan HF ve Al₂O₃ ile kumlama ile Er-YAG ve Nd-YAG lazer uygulamalarının zirkonyum yüzeye seramik braketlerin bağlanma dayanımına etkilerini karşılaştırmalı olarak in-vitro incelemektir.

Monolitik zirkonyum yüzeylere ortodontik ataşmanların bağlanma dayanımını değerlendiren literatürde az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan Yassaei ve ark. ve Mokhtorpur ve ark. monolitik zirkonyum yüzeye metal braket uygulayarak bağlanma dayanımını ölçmüşlerdir. Bu amaçla iki çalışmada da yüzeylere HF uygulanmış ve ataşmanlar yapıştırılmıştır. Bu çalışmalarda bağlanma dayanım değerleri sırası ile 5,84±0.78 MPa ve 6,11±0.94 MPa bulunmuştur. Bu çalışmalarda metal braketler incelenmiş olmasına rağmen bizim çalışmamızda da HF asit uygulanan grupta bağlanma dayanım testi sonucu bu çalışmalarda benzer sonuçlar alınmıştır.

Yassaei ve ark. HF asit uygulamasına ek olarak kumlama ve Er-YAG lazer (2W) uygulaması karşılaştırmalı olarak incelenmiştir ve kumlama yapılan grubun bağlanma dayanımını en yüksek bulmuşlardır. Ancak bu çalışmada Er-YAG lazer (2W) uygulaması Nd-YAG lazer ile farklılık göstermemesine rağmen, HF uygulamalarına göre en yüksek bağlanma dayanımı gösteren grup olmuştur. ARI skorları değerlendirildiğinde de Er-YAG lazer grubunda Skor 1'de görülen örnek sayısı yüksek bulunmuştur ve bu bulgular tutarlılık göstermektedir. Er-YAG lazer bulguları karşılaştırıldığında bu çalışma ile bizim çalışmamız uyumsuzdur. Bu uyumsuzluğun örneklem sayısındaki farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Buna ek olarak Yassaei ve ark. yaptıkları çalışmada ARI skoru değerlendirmesi bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmamızla arasında karşılaştırma yapılamamıştır.

Kurt ve ark. çalışmasında zirkonyum yüzeylere metal braket uygulamasının incelendiği çalışmada HF asit, kumlama, Cojet ve karbid frezle pürüzlendirilerek bağlanma dayanımı için MPa cinsinden sonuçlar değerlendirilmiş ve HF grubu 5,38±0,9 MPa ile en yüksek değeri göstermiştir (19). Bu sonuç, bu çalışmadaki HF grubu ile benzerlik göstermektedir.

Literatürde monolitik zirkonyum üzerine metal braketlerin bağlanma dayanımını değerlendiren birkaç çalışma olmasına karşın seramik braketlerin bağlanma dayanımını karşılaştıran yalnızca Çetik ve ark. ve Ju ve ark. çalışmaları bulunmaktadır. Çetik ve ark. çalışmasında kumlama ve Er-YAG lazer ile pürüzlendirilen zirkonyum yüzey üzerindeki metal ve seramik braketlerin bağ-

lanma dayanımı incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda her iki pürüzlendirme metodu sonrası yapıştırılan seramik braketlerin bağlanma dayanım değerleri metal braketlere göre daha düşük bulunmuştur. Bu durum literatürde metal braketlerin mekanik tutuculuk yoluyla, seramik braketlerin ise kimyasal tutuculukla bağlanmasıyla açıklanmaktadır

Seramik braketlerin zirkonyum yüzeylere bağlanma dayanımını güçlendirme alternatiflerini araştıran Ju ve ark. çalışmasında, standart prosedürde zirkonyum yüzeye yapılan silan uygulamasını braket yüzeyine de uygulayarak bağlanma dayanımını arttırmayı amaçlamışlardır. Hem braket hem zirkonyum yüzeye yapılan silan uygulaması sonrası bağlanma dayanımının arttığı gözlenmiştir. Bu çalışmada silan uygulaması yalnızca zirkonyum yüzeye yapılmıştır. Literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak HF asit ile Al_2O_3 ile kumlama ile pürüzlendirme metodlarına ek olarak Er-YAG ve Nd-YAG lazer ile pürüzlendirmenin etkileri incelenmiştir ve Er-YAG lazer uygulaması ile uygun bağlanma dayanım değerleri elde edilmiştir.

Yapılan deney sonucunda ortodonti kliniğinde sıklıkla kullanılan pürüzlendirme yöntemi olan HF asit ile pürüzlendirme sonrası seramik braketlerin zirkonyum yüzeylere bağlanma dayanımı yetersiz bulunmuştur. Kumlama ile pürüzlendirme sonrası yeterli bağlanma dayanımı sağlanmasına karşın, yüzeyde kalıcı hasar oluşabilmektedir. Bu nedenle ortodontik ataşmanın çıkartılması sonrası kron restorasyonunun değiştirilmesi ve hastaya ek uygulamalar yapılması gerekebilmektedir. Bu çalışmada gruplar arası yapılan karşılaştırmalar, Er-YAG lazer ile daha başarılı bağlanma dayanımı sağlandığını göstermiştir. Ancak farklı pürüzlendirme yöntemleriyle oluşan materyal yüzey özelliklerindeki değişikliklerin daha detaylı analizinin yapılabilmesi için kapsamlı in-vitro çalışmalara ihtiyaç vardır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Çalışma Konsepti/Tasarım- E.K.; Veri Toplama- E.K.; Veri Analizi/Yorumlama- E.K., E.Ö.; Yazı Taslağı- E.K.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- E.Ö.; Son Onay ve Sorumluluk- E.K.; Malzeme ve Teknik Destek- E.K.; Süpervizyon E.Ö.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir

Finansal Destek: Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

Peer Review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Conception/Design of Study-E.K.; Data Acquisition- E.K.; Data Analysis/Interpretation- E.K., E.Ö.; Drafting Manuscript- E.K.; Critical Revision of Manuscript- E.Ö.; Approval and Accountability- E.K.; Material and Technical Support- E.K.; Supervision- E.Ö.

Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest.

Financial Disclosure: Authors declared no financial support.

KAYNAKLAR

1. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2003;89(3):268-74.
2. Karan S, Büyükyılmaz T, Toroğlu MS. Orthodontic bonding to several ceramic surfaces: Are there acceptable alternatives to conventional methods? *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007;132(2):14. doi:10.1016/j.ajodo.2006.12.006
3. Poosti M, Jahanbin A, Mahdavi P, Mehrnough S. Porcelain conditioning with Nd: YAG and Er:YAG laser for bracket bonding in orthodontics. *Lasers Med Sci* 2012;27(2):321-4.
4. Ajlouni R, Bishara SE, Oonsombat C, Denehy GE. Evaluation of modifying the bonding protocol of a new acid-etch primer on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2004;74(3):410-3.
5. Barbosa VLT, Almeida MA, Chevatarese O, Keith O. Direct bonding to porcelain. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995;107(2):159-64.
6. Bourke BM, Rock WP. Factors affecting the shear bond strength of orthodontic brackets to porcelain. *Br J Orthod* 1999;26(4):285-90.
7. Thurmond JW, Barkmeier WW, Wilwerding TM. Effect of porcelain surface treatments on bond strengths of composite resin bonded to porcelain. *J Prosthet Dent* 1994;72(4):355-9.
8. Wang WN, Meng CL, Targn TH. Bond strength: a comparison between chemical coated and mechanical interlock bases of ceramic and metal brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997;111(4):374-81.
9. Lemke K, Xu X, Hagan JL, Armbruster PC, Ballard RW. Bond strengths and debonding characteristics of two types of polycrystalline ceramic brackets. *Aust Orthod J* 2010;26(2):134-40.
10. Smith GA, McInnes-Ledoux P, Ledoux WR, Weinberg R. Orthodontic bonding to porcelain—bond strength and refinishing. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988;94(3):245-52.
11. Schmage P, Nergiz I, Herrmann W, Özcan M. Influence of various surface-conditioning methods on the bond strength of metal brackets to ceramic surfaces. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2003;123(5):540-6.
12. Zachrisson YO, Zachrisson BU, Büyükyılmaz T. Surface preparation for orthodontic bonding to porcelain. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996;109(4):420-30.
13. Erdur EA, Basciftci FA. Effect of Ti:sapphire laser on shear bond strength of orthodontic brackets to ceramic surfaces. *Lasers Surg Med* 2015;47(6):512-9.
14. Bishara SE, Trulove TS. Comparisons of different debonding techniques for ceramic brackets: An in vitro study: Part II. Findings and clinical implications. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990;98(3):263-73.
15. Ramakrishnaiah R, Alkheraif AA, Divakar DD, Matinlinna JP, Vallittu PK. The effect of hydrofluoric acid etching duration on the surface micromorphology, roughness, and wettability of dental ceramics. *Int J Mol Sci* 2016;17(6):822.
16. Ho GW, Matinlinna JP. Insights on ceramics as dental materials. Part I: ceramic material types in dentistry. *Silicon* 2011;3(3):109-15.
17. Grewal Bach GK, Torrealba Y, Lagravère MO. Orthodontic bonding to porcelain: a systematic review. *Angle Orthod* 2014;84(3):555-60.
18. Yucel MT, Aykent F, Akman S, Yoldem I. Effect of surface treatment methods on the shear bond strength between resin cement and all-ceramic core materials. *J Non Cryst Solids* 2012;358(5):925-30.

19. Kurt I, Çehreli ZC, Özçirpıcı AA, Şar Ç. Biomechanical evaluation between orthodontic attachment and three different materials after various surface treatments: A three-dimensional optical profilometry analysis. *Angle Orthod* 2019;89(5):742-50.
20. Özcan M. The use of chairside silica coating for different dental applications: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2002;87(5):469-72.
21. Ju GY, Lim BS, Moon W, Park SY, Oh S, Chung SH. Primer-treated ceramic bracket increases shear bond strength on dental zirconia surface. *Materials (Basel)* 2020;13(18):4106.
22. Yi YA, Ahn JS, Park YJ, vd. 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.
23. Kocadereli I, Canay S, Akca K. Tensile bond strength of ceramic orthodontic brackets bonded to porcelain surfaces. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2001;119(6):617-20.
24. Blakey R, Mah J. Effects of surface conditioning on the shear bond strength of orthodontic brackets bonded to temporary polycarbonate crowns. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2010;138(1):72-8.
25. Weiner GP. Laser dentistry practice management. *Dent Clin* 2004;48(4):1105-26.
26. Stabholz A, Zeltser R, Sela M, vd. The use of lasers in dentistry: principles of operation and clinical applications. *Compend Contin Educ Dent* 2003;24(12):935-48.
27. Dederich DN, Bushick RD. Lasers in dentistry: separating science from hype. *J Am Dent Assoc* 2004;135(2):204-12.
28. Yassaei S, Aghili H, KhanPayeh E. Comparison of shear bond strength of rebonded brackets with four methods of adhesive removal. *Lasers Med Sci* 2014;29(5):1563-8.
29. Mokhtarapur H, Nafisifard M, Dadgar S, Etemadi A, Chiniforush N, Sobouti F. Shear Bond Strength of the Metal Bracket to Zirconium Ceramic Restoration Treated by the Nd: YAG Laser and Other Methods: An In Vitro Microscopic Study. *J Lasers Med Sci* 2020;11(4):411-6.
30. Cetik S, Ha TH, Sitri L, Duterme H, Pham V, Atash R. Comparison of Shear Strength of Metal and Ceramic Orthodontic Brackets Cemented to Zirconia Depending on Surface Treatment: An in Vitro Study. *Eur J Dent* 2019;13(2):150-5.