

Hibrid Seramik ve Kompozit Rezin Bağlanma Dayanımında, Farklı Yüzey Hazırlıkları ve Üniversal Adeziv Uygulamalarının Etkisi

The Effect of Different Surface Treatments and Universal Adhesives on Bond Strength of Composite Resin to Hybrid Ceramic

^{1b} Hüseyin HATIRLI^a, ^{1b} Emine Şirin KARAARSLAN^a, ^{1b} Zülal TEKİROĞLU YELKEN^a, ^{1b} Gülşah TONGA^a,
^{1b} Osman DEMİR^b

^aTokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi ABD, Tokat, TÜRKİYE

^bTokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ABD, Tokat, TÜRKİYE

ÖZET Amaç: Çalışmanın amacı, hibrid seramiğe, farklı yüzey hazırlıkları ve üniversal adezivler uygulanmasının ardından, kompozit rezin ile makaslama bağlantı dayanımını değerlendirmektir. **Gereç ve Yöntemler:** Hibrid seramik bloklardan (VITA ENAMIC®, Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) 40 adet 6 mm kenar uzunluğunda kare dik prizma şeklinde parçalar, hassas kesme cihazında su soğutması altında hazırlandı. Bu parçalar, akrilik kalıplara yerleştirildi ve üst yüzeyleri parlatıldı. Hazırlanan örnekler, önce 2 yüzey işlemi grubuna, daha sonra da 2 ayrı adeziv sisteme [Single Bond Universal (SBU), 3M™ ESPE™, ABD ve Tokuyama Universal Bond (TUB), Tokuyama Dental Corporation Inc., Japonya] göre alt gruplara rastgele dağıtıldı (n=10). Örneklerin yüzeyleri, air abrazyon ve lazer uygulanarak pürüzlendirildi. İki ayrı üniversal adeziv, üretici önerileri doğrultusunda uygulandı. Silindirik şekilde kalıplar kullanılarak, 4 mm çapında ve 4 mm yüksekliğinde kompozit (Filtek™ Z250, 3M™ ESPE™, ABD) uygulandı. Örnekler, termal döngü ile yaşlandırma yapıldı. Makaslama bağlanma dayanımı, üniversal test cihazı ile değerlendirildi. İki yönlü varyans analizi (ANOVA) ile verilerin istatistiksel analizi yapıldı, gruplar arası karşılaştırmalar için Tukey HSD testi kullanıldı (p<0,05). **Bulgular:** En yüksek makaslama bağlanma dayanımı, lazer ile pürüzlendirme SBU uygulanan grupta izlenirken (13,44±3,60 MPa), en düşük bağlanma dayanımı ise air abrazyon sonrası SBU uygulanan grupta elde edildi (9,28±1,88 MPa). Yüzey hazırlığı, SBU gruplarında farklılık oluşturmaya rağmen (p<0,05) TUB grubunda farklılık oluşturmada (p>0,05). **Sonuç:** Işık uygulamasına gerek duymadan polimerize olan TUB, hızlı bir uygulamaya imkân sağlamaktadır. Lazer ile yüzey hazırlığı yapılmış, hibrid seramiklerle SBU ile TUB benzer makaslama bağlanma dayanımı gösterirken, air abrazyon ile yüzey hazırlığı yapılmış hibrid seramiklerle TUB, SBU'dan daha yüksek makaslama bağlanma dayanımı göstermiştir.

ABSTRACT Objective: The aim of this study was to evaluate the shear bond strength of a hybrid ceramic material a composite resin after different surface preparations and universal adhesives. **Material and Methods:** Forty specimens square prism in shape with 6 mm edge length were prepared from a hybrid ceramic block (VITA ENAMIC®, Zahnfabrik, Bad Säckingen, and Germany) with a cutting machine under water cooling. Specimens were placed in acrylic molds and upper surfaces were polished. Then they were randomly divided into two surface treatments main groups and two adhesive systems [Single Bond Universal (SBU), 3M™ ESPE™, USA and Tokuyama Universal Bond (TUB), Tokuyama Dental Corporation Inc., Japan] subgroups (n=10). Surface treatments were performed with laser and air abrasion devices, then universal adhesives were applied according to manufacturer instructions. Composite resin (Filtek™ Z250, 3M™ ESPE™, USA) was placed on to the hybrid ceramics with cylindrical molds in 4mm height and diameter. Specimens were submitted to thermal aging. The shear bond strength (SBS) test was performed using universal testing machine. Data were statistically analyzed with two-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey HSD test was used for pairwise comparisons (p<0.05). **Results:** While the highest SBS value (13.44±3.60 MPa) was observed in laser+SBU group, the lowest SBS value (9.28±1.88 MPa) was observed in air abrasion+SBU group. Although surface treatments affected bond strength of SBU adhesive (p<0.05), there were no difference between TUB groups (p>0.05). **Conclusion:** Since TUB can polymerize without the light application, it allows quick application. SBU and TUB showed similar shear bond strength to laser surface treatment applied hybrid ceramics while TUB showed higher shear bond strength to air abraded hybrid ceramics.

Anahtar Kelimeler: Hibrid seramik; kompozit rezin; lazer;
air abrazyon; bağlanma dayanımı;
üniversal adeziv

Keywords: Hybrid ceramic; composite resin; laser;
air abrasion; shear bond strength;
universal adhesive

Correspondence: Hüseyin HATIRLI

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi ABD, Tokat, TÜRKİYE/TURKEY

E-mail: huseyinhatirli@gmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.

Received: 13 Sep 2019

Received in revised form: 08 Dec 2019

Accepted: 11 Dec 2019

Available online: 27 Oct 2020

2146-8966 / Copyright © 2020 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Dijital teknolojinin, diş hekimliği uygulamalarında kullanımı günümüzde giderek yaygınlaşmaktadır. Bilgisayar destekli tasarım [computer aided design (CAD)]/bilgisayar destekli üretim [computer aided manufacturing (CAM)], restoratif ve protetik tedavilerde, dijital 3 boyutlu modellemeye ve restorasyonların hızlı bir şekilde üretilmesine imkân vermektedir. CAD/CAM sistemlerinde restorasyonun üretimi, özel hazırlanmış blokların üretim cihazındaki frezler ile şekillendirilmesiyle sağlanır. Diş rengindeki CAD/CAM materyalleri, içeriklerine göre genellikle seramik ve kompozit materyaller olarak sınıflandırılmaktadır.¹

Estetik restorasyonların üretiminde, çok iyi optik özelliklere sahip olduğu için genellikle cam seramik bloklar kullanılmaktadır. Ancak cam seramik materyaller, sert bir yapıya sahip oldukları için kırılmaya yatkındırlar. Cam seramiklerin, bu dezavantajlarının iyileştirilmesi amacıyla kompozit ve seramik içeren bir yapıya sahip hibrid seramik bloklar geliştirilmiştir. Hibrid seramikler; seramiklerin dayanıklılık ve renk stabilitesi ile kompozitlerin eğilme dayanımı, düşük aşındırma etkisi ve kolay şekillendirilebilme gibi iyi özelliklerini birleştirmektedir.² Üretimlerinin hızlı ve daha kolay olması, frez ile şekillendirilmeye elverişli olmaları sayesinde iyi kenar uyumu sağlanabilmesi, yüzey bitim ve polisaj işlemlerinin seramiklere göre daha kolay yapılabilmesi ve restorasyon kırıklarının ağız içi tamirlerinin daha kolay olması hibrid seramik blokların avantajları arasında yer almaktadır.

Seramik restorasyonlara yapılan yüzey hazırlıkları; frez ile mekanik pürüzlendirme, hidroflorik asit uygulaması, air abrazyon ve silan uygulanması gibi yüzey işlemlerini içermektedir.³ Air abrazyon yöntemi, aşındırıcı özellikteki alüminyum oksit partiküllerinin, basınçlı hava yardımı ile dar bir tüpten geçirilerek yüzeye püskürtülmesi ile uygulanmaktadır.⁴ Bu yöntem ile yüzeydeki kontamine tabakalar ve oksitler uzaklaştırılır, mekanik bağlantı sağlanacak temiz ve pürüzlü yüzeyler elde edilir. Yüzey enerjisi ve ıslanabilirliğin de artması ile kaliteli ve uzun ömürlü bir bağlantı oluşturulabilir.⁵ Lazer enerjisi kullanılarak, seramik yüzeylerin pürüzlendirilmesi oldukça yeni bir yaklaşımdır ve son yıllarda, Er:YAG ve Er,Cr:YSGG lazerler ile yüzey hazırlığı yapılma-

sının bağlanma dayanımına etkisi çeşitli araştırmalara konu olmuştur.^{6,7}

Üniversal ya da multimod olarak isimlendirilen adeziv sistemler, bu alandaki en güncel materyallerdir. Üniversal adezivler, uygulama protokolünü önemli ölçüde basitleştirmiş ve hızlandırmıştır.⁸ Mine ve dentin yüzeyine, metal alaşımlara ve seramiklere tek bir materyalle bağlantı sağlanabilmesine imkân vermesi, üniversal adezivlerin çok yönlü kullanılabilirliğinin bir sonucudur.^{9,10} Ek olarak, uygulayıcının tercihine göre total etch, self etch veya selektif etch yöntemleri ile uygulanabilmektedir.^{9,11,12} Üniversal adezivlerin birçoğu, fonksiyonel monomer olarak fosfat esterleri (metakriloloksidesil dihidrojen fosfat; MDP) içerir. Bu fonksiyonel monomer, bir ucundaki hidrofobik metakrilat grubu ile metakrilat esaslı restoratif materyaller ve simanlar ile kimyasal bağlantıyı sağlarken, diğer hidrofilik uçtaki fosfat grubu ile diş dokuları, metal ve zirkonla kimyasal bağlanma potansiyeline sahiptirler.^{13,14}

Adeziv sistemin, ışıkla polimerizasyonu aşamasını ortadan kaldırarak, daha hızlı bir uygulamaya imkân veren ve 2 likit yapının karıştırılması ile kimyasal olarak polimerize olan Tokuyama Universal Bond (TUB; Tokuyama Dental Corporation Inc., Tokyo, Japonya), kliniklerde kullanılan en yeni üniversal adezivlerden biridir. Literatürde, bu adezivin hibrid seramiklere makaslama bağlanma dayanımı açısından başarısının değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu nedenle bu çalışmanın amacı, lazer ve air abrazyonla yüzey hazırlığı yapılmış olan hibrid seramik bloklara, 2 farklı üniversal adeziv uygulaması ile kompozit rezinin bağlanma dayanımının termal döngü ile yaşlandırma sonrası değerlendirilmesidir. “Farklı yüzey hazırlıklarının, hibrid seramik ile kompozit rezin bağlantısına etkisi yoktur.” ve “Üniversal adezivler arasında bağlanma dayanımı açısından farklılık yoktur.” sıfır hipotezleri, bu çalışmada test edilmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI

Bu çalışmada kullanılmak üzere hibrid seramik bloklardan (VITA ENAMIC®, Zahnfabrik, Bad Säckin-

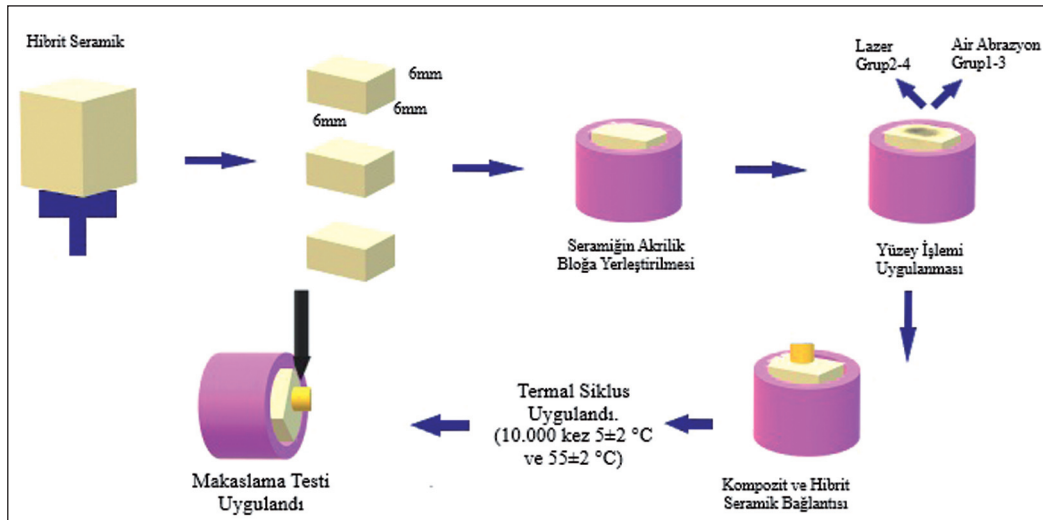
gen, Almanya), hassas kesme cihazı (Micracut 125, Metkon, Bursa, Türkiye) yardımıyla su soğutması altında, 6 mm kenar uzunluğunda kare dik prizma şeklinde 40 adet parça hazırlandı (Şekil 1). Hibrid seramik blok parçaları, üst kısımları yer düzlemine paralel olacak şekilde akrilik kalıplara yerleştirildi ve bu yüzeylere sırasıyla 600, 800, 1.200 gritlik silikon karbid zımparalar kullanılarak, parlatma cihazı (Micracut 125, Metkon, Bursa, Türkiye) ile su soğutması altında aşındırma yapıldı. Hazırlanan örnekler, önce yüzey işlemlerine göre 2 ana gruba ayrıldı (n=20). Daha sonra ana gruplardaki örnekler, 2 ayrı adeziv sistem alt gruplarına ayrıldı (n=10). Alt gruplardaki örnekler, Tablo 1’de görülmekte olan işlemler uygulandı.

HİBRİD SERAMİK YÜZEY HAZIRLIĞI

Hazırlanan örnekler, yüzey hazırlığı için air abrazyon ve lazer uygulanarak pürüzlendirildi. Air abrazyon uygulaması, 50 µm boyutlarında Al₂O₃ partikülleri (Korox, Bego, Bremen, Almanya) kullanılarak, 3 atm basınçla, 10 mm mesafeden, 10 sn süreyle dairesel hareketlerle yüzeye dik gelecek şekilde yapıldı.¹⁵ Lazer ile pürüzlendirme, Er:YAG lazer (KaVo, Biberach an der Riss, Almanya) ile 20 Hz, 5 W ve 250 mJ parametrelerinde 20 sn boyunca su soğutması altında nonkontakt modda yapıldı.

ADEZİV UYGULAMASI

Single Bond Universal (SBU; 3M™ ESPE™, St. Paul, MN, ABD), adeziv üretici firma önerilerine göre



ŞEKİL 1: Çalışma kapsamında örneklerin hazırlanması ve yapılan testlerin şeması.

TABLO 1: Çalışma gruplarının hazırlanması.

Yüzey işlemi	Adeziv sistem	Grup numaraları	Uygulanan işlemler
Air abrazyon	Single Bond Universal (SBU)	Grup 1	<ul style="list-style-type: none"> • 50 µm Al₂O₃ partikülleri ile yüzeyin pürüzlendirilmesi • Single Bond Universal adeziv uygulaması • Kompozit rezin uygulaması
	Tokuyama Universal Bond (TUB)	Grup 2	<ul style="list-style-type: none"> • 50 µm Al₂O₃ partikülleri ile yüzeyin pürüzlendirilmesi • Tokuyama Universal Bond adeziv uygulaması • Kompozit rezin uygulaması
Lazer	Single Bond Universal (SBU)	Grup 3	<ul style="list-style-type: none"> • Lazer ile yüzeyin pürüzlendirilmesi • Single Bond Universal adeziv uygulaması • Kompozit rezin uygulaması
	Tokuyama Universal Bond (TUB)	Grup 4	<ul style="list-style-type: none"> • Lazer ile yüzeyin pürüzlendirilmesi • Tokuyama Universal Bond adeziv uygulaması • Kompozit rezin uygulaması

Grup 1 ve 3'te pürüzlendirilmiş yüzeylere aplikatör ile 20 sn ovalanarak uygulandı, 5 sn hafif havayla kurutuldu, 1.000 mW/cm² ışık gücüne sahip LED ışık cihazıyla (LEDMAX 550, Benlioğlu Dental, Ankara, Türkiye) sürekli modda 10 sn polimerize edildi.

TUB'nin ise üretici firma önerileri doğrultusunda, uygulama öncesinde oda sıcaklığına ulaşması sağlandı. Karıştırma kabında, TUB A ve B'den birer damla aplikatör ile karıştırıldı, Grup 3 ve 4'te hibrid seramik yüzeyine 10 sn uygulandı. Orta şiddette hava 5 sn uygulandı ve polimerize edilmedi.

TERMAL DÖNGÜ İLE YAŞLANDIRMA VE MAKASLAMA BAĞLANMA DAYANIMI TESTİ

Adeziv uygulaması sonrasında örneklere, mikrohibrid kompozit rezin (Filtek™ Z250, 3M™ ESPE™, ABD), 4 mm çapında ve 4 mm yüksekliğinde şeffaf silindirik kalıplar kullanılarak, 2 mm tabakalar hâlinde uygulandı ve 20 sn süreyle polimerize edildi. Tablo 2'de, bu çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri görülmektedir. Örnekler, 24 saat distile suda bekletildikten sonra 10.000 kez 5±2 °C ve 55±2 °C'de termal döngü cihazında (SD Mechatronik Thermocyclers, SD Mechatronik GMBH, Feldkirchen-

Westerham, Almanya) yaşlandırmaya maruz bırakıldı. Örneklerin makaslama bağlanma dayanımı, Shimadzu Universal Test Cihazı (Shimadzu Europa GmbH, Almanya) ile değerlendirildi. Test sırasında, cihaza takılı olan bıçak yüzeyli metal çubuk, kompozit ve hibrid seramik bağlantı yüzeyine paralel şekilde konularak, kırılma gerçekleşene kadar 0,5 mm/dk hızla uygulandı. Her örnek için kopma kuvveti, bağlanma yüzey alanına bölünerek, MPa cinsinden veriler kaydedildi.

Elde edilen verilerin istatistiksel analizinde, SPSS (Versiyon 20.0, SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) yazılımı kullanıldı. Çift yönlü varyans analizi (ANOVA) ile verilerin istatistiksel analizi yapıldı, gruplar arası karşılaştırmalar için Tukey HSD testi kullanıldı (p<0,05).

BULGULAR

Hibrid seramik örneklerin, 2 farklı yüzey hazırlığı ve bağlayıcı ajan ile kompozit rezine yaşlandırma sonrası makaslama bağlanma dayanımının değerlendirildiği bu çalışmanın, tanımlayıcı istatistik değerleri Tablo 3'te görülmektedir. En yüksek ortalama bağ-

TABLO 2: Çalışmada kullanılan materyaller.

Materyalin adı	Kompozisyon	Üretici firma
VITA ENAMIC®	CAD/CAM seramik (ağırlıkça %86 feldspatik seramik, ağırlıkça %14 polimer)	VITA ENAMIC®, Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya
Hibrid kompozit Filtek Z250	Organik matriks: BisGMA, UDMA, BisEMA İnorganik doldurucu: Zirkonya/silika doldurucu (0,01-3 5µm %60-82)	3M™ ESPE™, St. Paul, MN, ABD
Single Bond Universal (SBU)	MDP monomer, dimetakrilat rezinler, HEMA, metakrilat modifiye polialkenoik asit kopolimeri (vitrebond), doldurucu, etanol, su, silan	3M™ ESPE™, St. Paul MN, ABD
Tokuyama Universal Bond (TUB)	Alkol, C2-4 alkil metakriloloksialkil asit, fosfat (fosforik asit monomeri), 2-hidroksietilmetakrilat, BisGMA, trietilen glikol dimetakrilat, kamforokinon, su	Tokuyama Dental Corporation Inc., Tokyo, Japonya

BisGMA: Bisfenol-A diglisidilmetakrilat, UDMA: Üretan dimetakrilat, BisEMA: Bisfenol-A dietoksi dimetakrilat, MDP: 10-metakriloloksidesil dihidrojen fosfat, HEMA: 2-hidroksietil metakrilat.

TABLO 3: Gruplardaki bağlanma dayanımı dağılımı.

Adeziv	Yüzey pürüzlendirme yöntemleri	
	Air abrazyon	Lazer
Single Bond Universal-SBU	9,28±1,88 (a,x)	13,44±3,60 (b,x)
Tokuyama Universal Bond-TUB	12,5±2,57 (a,y)	12,27±3,66 (a,x)

Veri ortalama değerleri standart sapma ile sunuldu. İki yönlü varyans analizi kullanıldı.

(ab): Yöntem için satır olarak ortak harf, istatistiksel önemsizliği ifade etmektedir. (xy): Adeziv uygulamalar için kolon olarak ortak harf istatistiksel önemsizliği ifade etmektedir.

lanma dayanımı, lazerle pürüzlendirme sonrası SBU uygulanan grupta izlenirken ($13,44 \pm 3,60$ MPa), en düşük bağlanma dayanımı ise air abrazyon sonrası SBU uygulanan grupta elde edildi ($9,28 \pm 1,88$ MPa).

Lazerle yapılan yüzey hazırlığı sonrası SBU adeziv uygulaması, TUB adezive göre daha yüksek bağlanma dayanımı göstermesine rağmen bu sonuç, istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p > 0,05$). Air abrazyon ile yapılan pürüzlendirme sonrası TUB adeziv uygulaması, SUB adezive göre istatistiksel olarak daha yüksek bağlanma dayanımı sonuçları gösterdi ($p < 0,05$).

Bir diğer ifadeyle air abrazyon ve lazerle yapılan yüzey hazırlığı, SBU adeziv gruplarında farklılık oluştururken ($p < 0,05$), TUB grubunda ise yüzey hazırlığı anlamlı farklılık oluşturmadı ($p > 0,05$).

TARTIŞMA

Üniversal adezivler, farklı yapılarıdaki indirekt restorasyonlara adezyon sağlayabilme kabiliyetleri ile klinisyenler için kullanım kolaylığı sunmaktadır.^{8,16} Güncel bir materyal olan üniversal adezivlerin geliştirilmesi açısından yapılan çalışmalar, uygulama süresinin azaltılmasına yönelik olarak devam etmektedir.¹⁶ Bu çalışmada, lazer ve air abrazyonla yüzey hazırlığı yapılmış olan hibrid seramik bloklara, ışıkla polimerize olan ve kimyasal olarak polimerize olan üniversal adezivlerin, yaşlandırma sonrası bağlanma dayanımı değerlendirilmiştir. Air abrazyon ile yüzey hazırlığı sonrası uygulanan adezivler arasında ve SBU grubunda, farklı yüzey hazırlığı yöntemleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu nedenle “Farklı yüzey hazırlıklarının, hibrid seramik ile kompozit rezin bağlantısına etkisi yoktur.” ve “Üniversal adezivler arasında bağlanma dayanımı açısından farklılık yoktur.” olarak kurulan sıfır hipotezleri reddedilmiştir.

Makaslama bağlanma dayanımı testi, hibrid seramiklerin kompozit rezin ile bağlanma dayanımının değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır.¹⁷⁻¹⁹ Seramik restorasyonların tamirinin başarılı olabilmesi için gerekli en az bağlanma dayanımının sekiz dokuz MPa arasında olması gerektiği, daha önceki bir çalışmada bildirilmiştir.²⁰ Bu çalışma, sonuçları değerlendirilen yüzey pürüzlendirme yöntemleri ve adeziv sistemlerle bu gerekliliğin sağlanabildiğini göstermektedir.

Diş hekimi kliniklerinde, ofis içi modelleme ve üretime imkân veren CAD/CAM sistemleri ve hibrid seramik bloklar yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, ağırlıkça %86 oranında feldspatik seramik ile %14 polimer içeren VITA ENAMIC® CAD/CAM bloklarından hazırlanan örnekler değerlendirilmiş ve lazer veya air abrazyonla yapılan yüzey hazırlığının uygulanan adeziv sisteme göre bağlanma dayanımı açısından farklılık gösterdiği bulunmuştur. Lazer ile yüzey hazırlığı sonrası SBU uygulandığında, en yüksek bağlantı değerleri elde edildiği görülürken, air abrazyon ile yüzey hazırlığı sonrası SBU uygulamasının en düşük bağlanma dayanımı gösterdiği belirlenmiştir. Daha önce yapılmış bir çalışmada, rezin matrisi içeren seramiklerde lazer ile yapılan yüzey hazırlığının, cam fazı ortadan kaldırarak, mikromekanik retansiyon alanları oluşturduğu bildirilmiştir.²¹ Bunun yanı sıra, kumlama yöntemlerinin ise rezin matrisi bozarak, doldurucuları açığa çıkardığı ve bu sayede pürüzlendirme yaptığı belirtilmiştir.²² Bu çalışmada, yüzey hazırlığı yöntemlerinin, hibrid seramiklerde oluşturduğu yüzey karakterlerindeki farklılıkların, SBU grubundaki bağlanma farklılığının nedeni olduğu düşünülmektedir.

Yapısındaki çift fonksiyonlu gruplar sayesinde silan, organik ve inorganik bileşenleri birbirine bağlayabilme kabiliyetine sahiptir. Seramik yüzeyleri ile silan arasındaki bağlantı silanol gruplarının siloksan bağlantısı oluşturması ile meydana gelir.²³ Bunun yanı sıra SBU adezivin içerisindeki MDP monomeri de zirkonya, alümina ve bazı metaller kimyasal olarak bağlanabilir.²⁴ Bu nedenlerle, içeriğinde silan bulduran SBU adezivin, doldurucu partiküllere daha iyi adezyon göstermesi beklenebilir. Ancak daha yeni geliştirilmiş bir üniversal adeziv olan TUB'nin, air abrazyon uygulanan yüzeylere bağlanma dayanımı anlamlı ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Literatürde, TUB'nin hibrid seramiklere bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışma bulunamamıştır. Ancak TUB'nin yapısındaki farklı özelliklerdeki monomerlerin ve bağlantı sağlayıcı bileşenlerin, bu çalışma sonuçlarında etkili olduğu düşünülmektedir.

Seramik yüzeylerin bağlanma öncesi hazırlığında lazerlerin kullanılması güncel bir uygulamadır.¹⁷ Hibrid seramik yüzeylerinin pürüzlendirilmesi

amacıyla farklı enerji seviyelerinde lazer uygulamalarının etkinliği, farklı çalışmalarda değerlendirilmiştir.^{1,17,19} Bu çalışma sonucunda, her 2 adeziv sistemin de lazerle yüzey hazırlığı yapılmış olan yüzeylere benzer düzeyde bağlanma dayanımı gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle, rezin matriks içeren lazerle pürüzlendirilmiş yüzeylere, her 2 üniversal adezivin de aynı oranda bağlanabildiği söylenebilir. Diğer taraftan, air abrazyon uygulaması ile lazer uygulaması arasında TUB'nin bağlanma dayanımını açısından farklılık izlenmezken, SBU grubunda lazer uygulanan örneklerde anlamlı ölçüde daha yüksek bağlanma dayanımı olduğu belirlenmiştir. Air abrazyon uygulamasının, yüzeyde pürüzlülük meydana getirdiği ancak oluşan düzensizliklerin adezivin yüzeyi ıslatmasını engelleyici biçimde keskin köşeler içerdiği, daha önce yapılan bir çalışmada bildirilmiştir.²⁵ Bu nedenle SBU adezivin, lazer ile oluşturulmuş daha fazla rezin matriks içeren yüzeye daha iyi bağlanabildiği düşünülebilir. Diğer taraftan Çelik ve ark., lazer ile pürüzlendirme yapılan hibrid seramiklere SBU adezivin bağlanma dayanımının, air abrazyon uygulamasına göre anlamlı ölçüde düşük olduğunu bildirmişlerdir.¹⁹ Lazer enerjisinin yüzey yapısını bozduğu ve bu durumun elektron mikroskobu görüntülerinde materyal yüzeyinde erime odakları olarak izlendiği de aynı çalışmada belirtilmiştir.¹⁹ Bunun yanı sıra, lazer veya air abrazyon ile yapılan yüzey hazırlığının, hibrid seramiklere rezin simanın bağlanma dayanımı açısından farklılık oluşturmadığı ya da lazer uygulamasının sığ düzensizlikler oluşturduğu ve ortaya çıkan ısı nedeni ile yüzeydeki bozulma sonucunda daha düşük bağlanma gösterdiği de farklı çalışmalarda bildirilmiştir.^{17,25} Farklı çalışmalarda, pürüzlendirilen yüzey özelliklerinin, kullanılan lazer sistemleri ile uygulama parametrelerinin ve yaşlandırma yöntemlerindeki farklılıkların sonuçlar üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

SONUÇ

Işık uygulamasına gerek duymadan polimerize olan 2 likidin karıştırılması ile uygulamaya hazır hâle getirilen TUB, dental uygulamalar için hızlı bir uygulamaya imkân sağlamaktadır. Bu çalışmanın sınırlamaları içerisinde, lazer ile yüzey hazırlığı yapılmış hibrid seramik yüzeylerinde SBU ile TUB yaşlandırma sonrası benzer makaslama bağlanma dayanımı izlenirken, air abrazyon ile yüzey hazırlığı yapılmış hibrid seramiklerle TUB, SBU'dan daha yüksek makaslama bağlanma dayanımına sahip olduğu görülmüştür.

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 kararı 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: Emine Şirin Karaarslan, Hüseyin Hatırlı, Zülal Tekiroğlu Yelken; **Tasarım:** Emine Şirin Karaarslan, Hüseyin Hatırlı; **Denetleme/Danışmanlık:** Emine Şirin Karaarslan, Hüseyin Hatırlı; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Gülşah Tonga, Zülal Tekiroğlu Yelken, Osman Demir; **Analiz ve/veya Yorum:** Osman Demir, Hüseyin Hatırlı, Emine Şirin Karaarslan; **Kaynak Taraması:** Hüseyin Hatırlı, Gülşah Tonga, Zülal Tekiroğlu Yelken; **Makalenin Yazımı:** Hüseyin Hatırlı, Emine Şirin Karaarslan, Gülşah Tonga, Osman Demir; **Eleştirel İnceleme:** Emine Şirin Karaarslan, Osman Demir; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Zülal Tekiroğlu Yelken, Gülşah Tonga, Emine Şirin Karaarslan.

KAYNAKLAR

1. Kurtulmus-Yilmaz S, Cengiz E, Ongun S, Karakaya I. The effect of surface treatments on the mechanical and optical behaviors of CAD/CAM restorative materials. *J Prosthodont.* 2019;28(2):e496-503. [Crossref] [PubMed]
2. Coldea A, Swain MV, Thiel N. Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials. *Dent Mater.* 2013;29(4):419-26. [Crossref] [PubMed]
3. Reymus M, Roos M, Eichberger M, Edelhoff D, Hickel R, Stawarczyk B. Bonding to new CAD/CAM resin composites: influence of air abrasion and conditioning agents as pretreatment strategy. *Clin Oral Investig.* 2019;23(2):529-38. [Crossref] [PubMed]
4. Liebenberg WH. A useful evacuation aid for intraoral air-abrasive devices. *Quintessence Int.* 1997;28(2):105-8. [PubMed]
5. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent.* 2003;89(3):268-74. [Crossref] [PubMed]
6. Usumez A, Aykent F. Bond strengths of porcelain laminate veneers to tooth surfaces prepared with acid and Er, Cr: YSGG laser etching. *J Prosthet Dent.* 2003;90(1):24-30. [Crossref] [PubMed]
7. Van Meerbeek B, De Munck J, Mattar D, Van Landuyt K, Lambrechts P. Microtensile bond strengths of an etch&rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. *Oper Dent.* 2003;28(5):647-60. [PubMed]
8. Alex G. Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry? *Compend Contin Educ Dent.* 2015;36(1):15-26. [PubMed]
9. Sai K, Shimamura Y, Takamizawa T, Tsujimoto A, Imai A, Endo H, et al. Influence of degradation conditions on dentin bonding durability of three universal adhesives. *J Dent.* 2016;54:56-61. [Crossref] [PubMed]
10. Vermelho PM, Reis AF, Ambrosano GMB, Giannini M. Adhesion of multimode adhesives to enamel and dentin after one year of water storage. *Clin Oral Investig.* 2017;21(5):1707-15. [Crossref] [PubMed]
11. Al Jeaidi ZA, Alqahtani MA, Awad MM, Rodrigues FP, Alrahlah AA. Bond strength of universal adhesives to air-abraded zirconia ceramics. *J Oral Sci.* 2017;59(4):565-70. [Crossref] [PubMed]
12. Zhang ZY, Tian FC, Niu LN, Ochala K, Chen C, Fu BP, et al. Defying ageing: an expectation for dentine bonding with universal adhesives? *J Dent.* 2016;45:43-52. [Crossref] [PubMed]
13. Van Landuyt KL, Yoshida Y, Hirata I, Snauwaert J, Munck JD, Okazaki M, et al. Influence of the chemical structure of functional monomers on their adhesive performance. *J Dent Res.* 2008;87(8):757-61. [Crossref] [PubMed]
14. Chen L, Suh BI, Brown D, Chen X. Bonding of primed zirconia ceramics: evidence of chemical bonding and improved bond strengths. *Am J Dent.* 2012;25(2):103-08. [PubMed]
15. Bankoğlu Güngör M, Karakoca Nemli S, Bal BT, Ünver S, Doğan A. Effect of surface treatments on shear bond strength of resin composite bonded to CAD/CAM resin-ceramic hybrid materials. *J Adv Prosthodont.* 2016;8(4):259-66. [Crossref] [PubMed] [PMC]
16. Saito T, Takamizawa T, Ishii R, Tsujimoto A, Hirokane E, Barkmeier WW, et al. Influence of application time on dentin bond performance in different etching modes of universal adhesives. *Oper Dent.* 2020;45(2):183-95. [Crossref] [PubMed]
17. Barutçigil K, Barutçigil Ç, Kul E, Özarslan MM, Buyukkaplan US. Effect of different surface treatments on bond strength of resin cement to a CAD/CAM restorative material. *J Prosthodont.* 2019;28(1):71-8. [Crossref] [PubMed]
18. Bello YD, Di Domenico MB, Magro LD, Lise MW, Corazza PH. Bond strength between composite repair and polymer-infiltrated ceramic-network material: effect of different surface treatments. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(3):275-9. [Crossref] [PubMed]
19. Çelik E, Sahin SC, Dede DÖ. Shear bond strength of nanohybrid composite to the resin matrix ceramics after different surface treatments. *Photomed Laser Surg.* 2018;36(8):424-30. [Crossref] [PubMed]
20. Kalra A, Mohan MS, Gowda EM. Comparison of shear bond strength of two porcelain repair systems after different surface treatment. *Contemp Clin Dent.* 2015;6(2):196-200. [Crossref] [PubMed] [PMC]
21. Yavuz T, Dilber E, Kara HB, Tuncdemir AR, Ozturk AN. Effects of different surface treatments on shear bond strength in two different ceramic systems. *Lasers Med Sci.* 2013;28(5):1233-9. [Crossref] [PubMed]
22. Spitznagel FA, Horvath SD, Guess PC, Blatz MB. Resin bond to indirect composite and new ceramic/polymer materials: a review of the literature. *J Esthet Restor Dent.* 2014;26(6):382-93. [Crossref] [PubMed]
23. Söderholm KJ, Shang SW. Molecular orientation of silane at the surface of colloidal silica. *J Dent Res.* 1993;72(6):1050-4. [Crossref] [PubMed]
24. Borges GA, Faria JS, Agarwal P, Spohr AM, Correr-Sobrinho L, Miranzi BAS. In vitro marginal fit of three all-ceramic crown systems before and after cementation. *Oper Dent.* 2012;37(6):641-9. [Crossref] [PubMed]
25. Motevasselian F, Amiri Z, Chiniforush N, Mirzaei M, Thompson V. In vitro evaluation of the effect of different surface treatments of a hybrid ceramic on the microtensile bond strength to a luting resin cement. *J Lasers Med Sci.* 2019;10(4):297-303. [Crossref] [PubMed]