

# Farklı Bağlayıcı Ajanlar Uygulanmış Lazer Sinterize Kobalt-Krom Alaşımına Kompozit Bağlantısının İncelenmesi

## Investigation of Composite Bonding to Laser-Sintered Cobalt-Chromium Alloy Treated with Different Adhesive Agents

<sup>ID</sup> Sabit Melih ATEŞ<sup>a</sup>, <sup>ID</sup> İpek ÇAĞLAR<sup>a</sup>, <sup>ID</sup> Zeynep YEŞİL DUYSUŞ<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi ABD, Rize, TÜRKİYE

Bu çalışma 27-30 Eylül 2018 tarihinde Ankara'da düzenlenen Türk Dişhekimleri Birliği 24. Uluslararası Dişhekimliği Kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuştur.

**ÖZET Amaç:** Bu çalışmanın amacı 4 farklı bağlayıcı ajan uygulanmış lazer sinterize kobalt-krom (Co-Cr) alaşımına akışkan kompozitin makaslama bağlantı dayanımını incelemektir. **Gereç ve Yöntemler:** Toplam 100 adet lazer sinterize Co-Cr örnek üretildi ve uygulanacak bağlayıcı ajana göre 5 farklı test grubuna ayrıldı (n = 20): Grup (1) kontrol, bağlayıcı ajan uygulanmadı; Grup (2) Alloy Primer (Kuraray Dental, Tokyo, Japonya) uygulandı; Grup (3) Z-Prime Plus (Bisco Inc., IL, A.B.D) uygulandı; Grup (4) Gluma Bond (Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Almanya) uygulandı ve Grup (5) Single Bond Universal (3M Espe GmbH, Neuss, Almanya) uygulandı. Bağlayıcı ajan uygulamasından sonra Co-Cr yüzeyler üzerine akışkan kompozit uygulandı. Örnekler 37°C'deki distile su içinde 24 saat bekletildikten sonra termalsiklusa (5°C ve 55°C, 30 saniye döngü süresi, 5000 siklus) tabi tutuldu ve universal test cihazında makaslama bağlantı dayanımı testi yapıldı. Örneklerde oluşan başarısızlık tipleri stereomikroskop ile incelendi. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi tek yönlü ANOVA ile yapıldı ve sonrasında Tukey testi kullanılarak gruplara ait ortalama bağlantı dayanımı değerleri karşılaştırıldı ( $\alpha=0.05$ ). **Bulgular:** Çalışmada kullanılan tüm bağlayıcı ajanlar akışkan kompozit rezinin bağlantı dayanımı değerlerini istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde arttırmıştır. En yüksek bağlantı dayanımı değeri Single Bond Universal uygulanan grupta ( $18.2 \pm 2.1$  MPa), en düşük bağlantı dayanımı değeri kontrol grubunda bulundu ( $5.3 \pm 0.8$  MPa). **Sonuç:** Çalışmada kullanılan 4 farklı bağlayıcı ajanın akışkan kompozitin lazer sinterize Co-Cr alaşımına bağlantısında etkili olduğu, bununla birlikte Single Bond Universal uygulamasının bağlantı dayanımını daha iyi geliştirebileceği sonucuna varılmıştır.

**ABSTRACT Objective:** The aim of this study was to examine the shear bond strength of a flowable composite resin to laser sintered cobalt-chromium (Co-Cr) alloy, using 4 different adhesives. **Material and Methods:** A total of 100 laser sintered Co-Cr samples were fabricated and divided into 5 test groups (n = 20) according to the adhesive used: group (1) control, no treatment; group (2) Alloy Primer (Kuraray Dental, Tokyo, Japan) application; group (3) Z-Prime Plus (Bisco Inc., IL, USA) application; group (4) Gluma Bond (Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Germany) application and group (5) Single Bond Universal (3M Espe GmbH, Neuss, Germany) application. After adhesive applications, flowable composite resin was applied to the Co-Cr surfaces. After storing in distilled water at 37°C for 24 hours, specimens were thermally cycled (5°C and 55°C, 30 second dwell time, 5000 cycles) and tested in shear mode in an universal testing machine. The failure modes were determined with a stereomicroscope. Mean bond strength values were analyzed by using One-way ANOVA followed by Tukey's multiple comparison tests ( $\alpha=0.05$ ). **Results:** All tested adhesives significantly increased the bond strength values of flowable composite resin. The highest bond strength values were observed in the Single Bond Universal application group ( $18.2 \pm 2.1$  MPa), while the lowest values were observed in the control group ( $5.3 \pm 0.8$  MPa). **Conclusion:** Application of each of the four adhesives was effective for bonding of flowable composite to laser sintered Co-Cr alloy, however Single Bond Universal application may result in improved bond strength values.

**Anahtar Kelimeler:** Bağlantı ajanları; diş protez tamiri; krom-kobalt alaşımları

**Keywords:** Bonding agents; chromium-cobalt alloys; dental prosthesis repair

1960'lı yılların başından itibaren kullanılan metal destekli porselen restorasyonlar üstün mekanik özellikleri, tatmin edici estetik sonuçları, klinik olarak kabul edilebilir marjinal ve internal adaptasyon-

ları ile günümüzde de tedavi alternatifleri arasında yer almaktadırlar.<sup>1</sup> Günümüzde metal destekli porselen restorasyonların metal alt yapılarının üretiminde farklı metotlar kullanılmaktadır. Bunlar, altın veya

**Correspondence:** Sabit Melih ATEŞ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi ABD, Rize, TÜRKİYE/TURKEY

**E-mail:** melih\_ates@hotmail.com



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

**Received:** 19 Feb 2020

**Received in revised form:** 28 Apr 2020

**Accepted:** 29 Apr 2020

**Available online:** 01 May 2020

2146-8966 / Copyright © 2021 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/>).

diğer metallerin duplike edilmiş güdük üzerine elektrodpozisyonu, güdük üzerine metal folyonun tepilmesi ve fırınlanması, metal ingotlardan veya metal tozlarından bilgisayar destekli tasarım-bilgisayar destekli üretim [computer aided design-computer aided manufacturing (CAD-CAM)] yoluyla, saf metal ve alaşımların kayıp mum tekniği kullanılarak dökümüdür.<sup>2</sup> CAD-CAM veya döküm tekniği kullanılarak üretilen metal alt yapıların yüzey karakteristiğinin farklı olduğu, bu nedenle rezin veya seramik esaslı malzemelerle olan bağlantı dayanımlarının da farklılıklar gösterebileceği bilinmektedir.<sup>3</sup>

Metal destekli porselen restorasyonların uygulanmasından sonra karşılaşılan en büyük problem üst yapı porseleninde meydana gelen kırıklardır. Bu kırıklar; travma, yetersiz okluzal uyumlama, parafonksiyonel alışkanlıklar, metal alt yapının maruz kaldığı esneme yorgunluğu, metal ve porselen arasındaki termal genleşme uyumsuzluğu, metal porselen arasındaki bağlantı başarısızlıkları, yetersiz diş preparasyonu, porselendeki porozite veya uygun olmayan metal alt yapı dizaynı nedeniyle ortaya çıkar.<sup>4,5</sup>

Metal destekli porselen restorasyonlarda meydana gelen kırıklar basit (sadece üst yapı porselenini kapsayana kırıklar), karma (üst yapı porselenindeki kırıklarla birlikte bir miktar metal alt yapının ortaya çıktığı kırıklar), kompleks (önemli miktarda metal alt yapının ortaya çıktığı kırık) olarak sınıflandırılır.<sup>6,7</sup>

Metal destekli porselen restorasyonlarda kırık tamiri fonksiyon ve estetiğin yeniden sağlanabilmesi için farklı tamir materyallerinin kullanılması ile yapılır. Bu tip restorasyonlarda kırık meydana geldiği zaman restorasyonun yenilenmesi de düşünülebileceği gibi, ağız içi tamir sistemleri kullanılarak kırığın restore edilmesi tedavi süresini kısaltan ve maliyeti düşüren önemli bir alternatiftir.<sup>6-8</sup> Bu tamir sistemlerinde, tamir materyali ile tamir edilen yüzey arasındaki bağlantının devamlılığı için bu yüzeyin bazı özel işlemlere tabi tutulması gereklidir. Bu işlemler, yüzey alanının artırılması (mekanik adezyon) ve yüzey kimyasının değiştirilmesi (kimyasal adezyon) yoluyla gerçekleştirilmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, yüzey alanının artırılması için alüminyum oksitle kumlama, frezle pürüzlendirme veya asitleme gibi işlemlerin yüzey kimyasının değiştirilmesi için

silan veya farklı bağlayıcı ajanların uygulandığı görülmektedir.<sup>9,10</sup> Özel ekipman gerektirmeyen ve uygulanması kolay olan metal primerler kimyasal adezyonunun geliştirilmesinde kritik rol oynarlar. Bu adeziv primerler kompozit rezinle metal yüzeyi üzerindeki oksit tabaka arasındaki kimyasal bağlantıyı gerçekleştiren aktif monomerler içerirler.<sup>11,12</sup> 4-metakriloloksi-etoksikarbonilfitalik anhidrat (4-META) metal yüzeyi ile adezyonun geliştirilmesi amacıyla kullanılan ilk monomerdir ve metal destekli porselen restorasyonlarda ağız içi tamir uygulamalarının gelişiminde önemli bir rol oynamıştır. Daha sonra, 10-metakriloloksidil dihidrojen fosfat (10-MDP) ve 11-metaakriloloksi-1,1-undekandikarboksilik asit (MAC-10) gibi fosforik ve karboksilik asit grupları içeren farklı monomer yapısına sahip primerler de metal alaşımlarla adezyonun güçlendirilmesi için piyasaya sürülmüştür. Kıymetli metal alaşımları ile adezyon için 6-(4-vinilbenzopropil) amino-1,3,5-triazin-2,4 dition (VBATDT) ve 6-metakriloksiheksil-2-thi-ourasil-5-kaboksilat (MTU-6) gibi sülfür bileşikleri içeren farklı fonksiyonel monomerler de mevcuttur.<sup>13,14</sup> Günümüzde, bu fonksiyonel monomerlerin birini veya birkaçını içeriğinde bulunduran ve rezin esaslı malzemelerin metal alaşımlarına bağlantısını sağlayan farklı universal adeziv primerler bulunmaktadır.<sup>14,15</sup>

Literatürde bulunan çalışmalarda, farklı bağlayıcı ajanların kıymetli veya kıymetsiz metal alaşımlarına rezin esaslı malzemelerin bağlantısını değerlendiren çalışmalar olmasına rağmen farklı bağlayıcı ajanların lazer sinterizasyonu ile elde edilen kobalt-krom (Co-Cr) alaşımına kompozit bağlantısına etkisinin karşılaştırılması olarak değerlendirildiği bir çalışma yoktur. Bu çalışmanın amacı 4 farklı bağlayıcı ajan uygulanmış lazer sinterize Co-Cr alaşımına akışkan kompozitin makaslama bağlantı dayanımını incelemektir. Bu doğrultuda çalışmanın hipotezi, farklı bağlayıcı ajan uygulamalarının lazer sinterize Co-Cr alaşımına kompozitin makaslama bağlantı dayanımını etkilemeyeceği şeklinde oluşturulmuştur.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmada kullanılan malzemeler, **Tablo 1**'de gösterildi. Metal yüzeylerini standardize edebilmek için lazer metal sinterizasyonu ile üretim yapan CAD-

**TABLO 1:** Çalışmada kullanılan materyaller.

Materyal	İçeriği	Üretici	Lot No
<b>Metal Alaşım Tozu</b>	%59.0 Co, %25.0 Cr, %9.5 W, %3.5 Mo, %1.0 Si	Starbond Cos Powder 30, Scheftner GmbH, Mainz, Almanya	0119380319
<b>Alloy Primer</b>	VBATDT, MDP, Aseton	Kuraray Noritake Dental Inc., Tokyo Japonya	AB0097
<b>Z-Prime Plus</b>	MDP, 2-HEMA, BisGMA, etanol	Bisco Inc., IL, ABD	1700006954
<b>Gluma Bond</b>	Etanol, glutaraldehit, hidroksietil metakrilat, 4-META, MDP	Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Almanya	010022
<b>Single Bond Universal</b>	MDP, HEMA, etanol/su	3M Espe GmbH, Neuss, Almanya	81011B
<b>Mikrohibrit Akışkan Kompozit</b>	Bis-GMA, TEGDMA	Bisco Inc., IL, A.B.D	1600003178

Co: Kobalt; Cr: Krom; W: Tungsten; Mo: Molibden; Si: Silisyum; Bis-GMA: Bisfenol A-glisidil metakrilat; TEGDMA: Trietilen glikol dimetakrilat; MDP: Metakriloksidesil dihidrojen fosfat; VBATDT: 6-(4-vinilbenzopropil) amino-1,3,5-triazin-2,4 dition; 2-HEMA: 2-hidroksietilmetakrilat; 4-META: 4-metakriloksi-etoksikarbonilfitalik anhidrat.

CAM sistemiyle (SLM-50, Realizer, Borchon, Almanya) Co-Cr metal alaşım tozu (Starbond Cos Powder 30, Scheftner GmbH, Mainz, Almanya) kullanarak 100 adet 10×8×2 mm boyutlarında Co-Cr örnek üretildi. Tüm örneklerin test için kullanılacak yüzeyi 180 gritlik silikon karbid kağıtla su altında tesviye edildi, takiben 50 µm'lik alüminyum oksitle kumlandı ve 5 dk boyunca ultrasonik temizleyicide (Ultra 3, Tecno-Gaz S.p.A, Parma, İtalya) temizlendi. Kumlanmış metal örnekler farklı bağlayıcı ajan uygulamaları için 5 gruba ayrıldı (n=20).

**Grup 1:** Kontrol grubu, metal yüzeyler 50 µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile kumlandı, ilave bir bağlayıcı ajan uygulanmadı.

**Grup 2:** Kumlanmış metal yüzeyleri üzerine üretici firmanın önerileri doğrultusunda Alloy Primer (Kuraray Dental, Tokyo, Japonya) uygulaması yapıldı.

**Grup 3:** Kumlanmış metal yüzeyleri üzerine üretici firmanın önerileri doğrultusunda Z-Prime Plus (Bisco Inc., IL, ABD) uygulaması yapıldı.

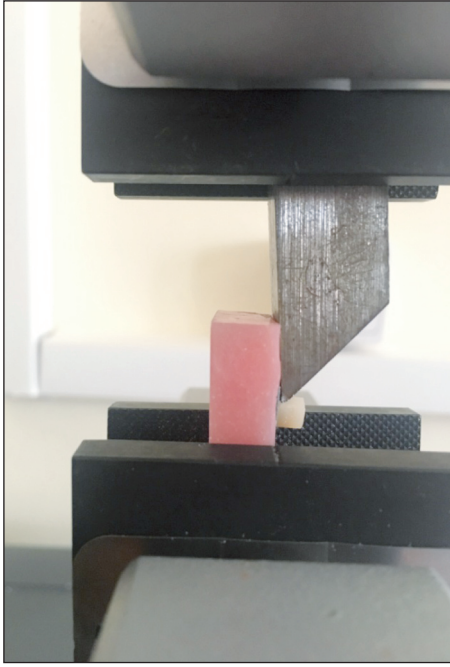
**Grup 4:** Kumlanmış metal yüzeyleri üzerine üretici firmanın önerileri doğrultusunda Gluma Bond (Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Almanya) uygulaması yapıldı.

**Grup 5:** Kumlanmış metal yüzeyleri üzerine üretici firmanın önerileri doğrultusunda Single Bond Universal (3M ESPE GmbH, Neuss, Almanya) uygulaması yapıldı.

Bağlayıcı ajan uygulamasından sonra metal yüzeyler üzerine özel bir silikon kalıp yardımıyla 3 mm

yüksekliğinde, 6 mm çapında mikrohibrid akışkan kompozit (Aeliteflo, Bisco Inc., IL, ABD) uygulandı ve üretici talimatları doğrultusunda ışıkla sertleştirildi. Hazırlanan örnekler 37°C'deki distile su içinde 24 saat bekletildikten sonra termalsiklusa (5°C ve 55°C, 30 sn döngü süresi, 5.000 siklus) tabi tutuldu. Daha sonra metal örnekler makaslama bağlantı dayanımı testi için akrilik bloklar içerisine gömüldü (Resim 1). Makaslama bağlantı dayanımı testi universal test cihazı (Instron 3340, Wycombe, İngiltere)nde 1 mm/dk kafa hızıyla uygulandı ve değerler Newton olarak elde edildi (Resim 2). Sonuçlar F=N/A (N: Newton, A: yüzey alanı) formülü kullanılarak MPa cinsine çevrildi. 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. Ma-

**RESİM 1:** Test örneği.



RESİM 2: Test mekanizması.

kaslama bağlantı dayanımı testi uygulanan örneklerin kırık yüzey analizleri stereomikroskop ile yapıldı ve örneklerin kırık tipleri (adeziv, koheziv, karışık) belirlendi.

## BULGULAR

Örneklerin bağlantı dayanımı değerlerinin ortalama ve standart sapma sonuçları Tablo 2’de gösterildi. Bağlayıcı ajanların makaslama bağlantı dayanımı üzerine etkisi olduğu bulundu ( $p<0,05$ ). En yüksek bağlantı dayanımı değerleri 5. gruptaki örneklerde ( $18,2\pm 2,1$  MPa), en düşük değerler ise kontrol grubundaki örneklerde ( $5,3\pm 0,8$  MPa) tespit edildi. Beşinci gruptaki örneklerin bağlantı dayanımı değerleri, diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek bulunurken ( $p<0,001$ ), kontrol grubundaki örneklerin bağlantı dayanımı değerleri, diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ( $p<0,001$ ). 2, 3 ve 4. gruptaki örneklerin bağlantı dayanımı değerleri arasındaki farkın anlamlı olmadığı istatistiksel olarak tespit edildi ( $p>0,05$ ).

Örneklerin bağlantı başarısızlığı analizi sonucunda bağlantı değerlerinin yüksek olmamasından dolayı çoğunlukla adeziv ve karma tip kırılmaların olduğu gözlemlendi (Tablo 3).

## TARTIŞMA

Bu çalışmada, 4 farklı bağlayıcı ajan uygulanmış lazer sinterize Co-Cr alaşımına akışkan kompozitin makaslama bağlantı dayanımını değerlendirilmiştir. Makaslama bağlantı dayanımı değerleri bağlayıcı ajanların uygulanması ile artığından çalışmanın hipotezi reddedilmiştir.

Adeziv primerlerin uygulanmasından önce tüm metal yüzeyler  $50\ \mu\text{m}$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  ile kumlanmıştır. Bu şekilde metal yüzeyler standardize edilmiş ve bağlantı yüzey alanının artırılması amaçlanmıştır.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ile kumlama işlemi mikromekanik kilitlenme ile birlikte bağlantı dayanımını artırabilmektedir ancak bu işlem metal kompozit bağlantısının güvenilirliği için tek başına yeterli değildir.<sup>16,17</sup> Bu doğrultuda, yapılan bu çalışmada farklı bağlayıcı ajanların uygulanması ile metal kompozit bağlantısında oluşabilecek değişimler incelenmiştir.

Termalsiklus metal kompozit ara yüzünün ısıl yaşlandırılması amacıyla çalışmada incelenen tüm örneklere uygulanmıştır. Bu şekilde, ağız içi ortamda oluşan ısıl değişimlerin rezin esaslı malzemelerde

TABLO 2: Örneklerin bağlantı dayanımı değerleri (MPa).

Grup	Ortalama	Standart Sapma
Grup 1 (Kontrol)	5.3 <sup>a</sup>	0.8
Grup 2	10.4 <sup>b</sup>	2.5
Grup 3	11.3 <sup>b</sup>	3.1
Grup 4	12.3 <sup>b</sup>	2.1
Grup 5	18.2 <sup>c</sup>	2.1

SS: Standart sapma. \*Farklı üstsimge harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları ifade etmektedir ( $p<0,05$ ).

TABLO 3: Örneklerin bağlantı başarısızlığı analizi sonuçları.

Grup	Kırılma Tipi			Toplam
	Adeziv	Koheziv	Karma	
Grup 1 (Kontrol)	18	0	2	20
Grup 2	15	0	5	20
Grup 3	14	0	6	20
Grup 4	14	0	6	20
Grup 5	12	0	8	20
Toplam	73	0	27	100



oluşturacağı boyutsal değişimin ve bu değişimin bağlantı ara yüzünde oluşturacağı etkilerin çalışmaya yansıtılması amaçlanmıştır.<sup>18</sup> Termalsiklus işleminin farklı adeziv primerler üzerindeki etkisi monomer yapıdaki değişikliğe bağlı olarak farklı olabileceğinden, yapılan bu çalışmada elde edilen farklı sonuçlar üzerinde termalsiklus uygulamasının etkisinin olduğu düşünülmektedir.<sup>11</sup>

Alloy primerin rezin esaslı malzemelerin soy ve temel metal alaşımları ile adezyonunu sağlamak için kullanımı tavsiye edilmiştir.<sup>19</sup> Bu primer yapısında VBATDT ile 10-MDP monomeri karışımı içerir ve VBATDT fonksiyonel monomeri ile soy metallere, 10-MDP ile temel metal alaşımlarına bağlanır.<sup>20,21</sup> VBATDT monomerinin özellikle soy ve yarı-soy metal alaşımlarına afinitesinin yüksek, temel metal alaşımlarına afinitesinin düşük olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, VBATDT monomerinin rezin esaslı malzemelerin içeriğinde bulunan reaksiyon başlatıcı monomerleri de olumsuz etkileyebileceği gösterilmiştir.<sup>12</sup> Bülbül ve ark., Co-Cr alaşımına Alloy Primer uygulamasından sonra rezin bağlantısını değerlendirdikleri çalışmalarında primer uygulamasından sonra yüksek bağlantı dayanımı değerleri elde etmişler ancak termalsiklus uygulamasından sonra bu değerlerin düştüğünü ve bağlantının güvenilir olmadığını bildirmişlerdir.<sup>22</sup> Yapılan bu çalışmada da Alloy Primer grubunda elde edilen bağlantı dayanımı değerlerinin diğer gruplara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Z-Prime Plus zirkonya, alümina ve metal alaşımları ile kompozit rezin gibi indirekt restoratif materyaller arasındaki adezyonun geliştirilmesi için kullanılan tek aşamalı bir primerdir. Bu primer yapısında 10-MDP ve 2-hidroksietil metakrilat (2-HEMA) gibi adezyon geliştirici monomerler içerir. Literatürde bulunan çalışmalar incelendiğinde, bu primerin zirkonya ile rezin esaslı restoratif malzemeler arasındaki bağlantının değerlendirildiği birçok çalışma bulunmaktadır.<sup>23-28</sup> Bu çalışmaların sonuçları ile benzer şekilde yapılan bu çalışmada da Z-Prime Plus uygulaması ile kontrol gruba göre artmış bağlantı değerleri bulunmuştur. Zakavi ve ark., farklı universal adezivlerin zirkonya-kompozit bağlantısı üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, yapılan bu

çalışmaya benzer şekilde Z-Prime Plus uygulanan grupta 11,7 MPa bağlantı dayanımı değeri tespit etmişlerdir.<sup>29</sup> Ancak literatürde çoğunlukla bu primer ile birlikte rezin esaslı malzemelerin zirkonyaya olan bağlantı dayanımı incelenmiş, metal veya metal alaşımları ile olan bağlantı dayanımını ile ilgili çalışma yapılmamıştır.<sup>24,25</sup>

Gluma Bond içeriğindeki 4-META sert yüzeyler üzerinde uygun ıslanma sağlayarak homojen film oluşumunu ve yüksek bağlantı dayanımını destekler. Bağlayıcı ajanın adeziv özellikleri ilave olarak MDP ile de güçlendirilmiştir. Böylece metal, metal alaşımları ve oksit seramikler ile etkili bağlantı yapar.<sup>30</sup> Lawaf ve ark. rezin simanla yapıştırılan metal kuronların dentine bağlantısına Gluma hassasiyet giderici ajanın etkisini inceledikleri çalışmada bağlantı dayanımı değerlerinin Gluma uygulanmayan gruba göre anlamlı şekilde arttığını göstermiştir.<sup>31</sup> Stawarczyk ve ark. zirkonya kuronlarla yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlar tespit etmişlerdir.<sup>32</sup> Yapılan bu çalışmada da metal kompozit bağlantısına Gluma Bond'un etkisi incelenmiş ve literatürde bulunan çalışmalara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak literatürde bu bağlayıcı ajan ile direkt metal kompozit tamiri yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Single Bond'un yapısında MDP, dimetakrilat rezinler, polialkenoik asit kopolimeri, doldurucu, etanol, su, başlatıcılar ve silan bulunmaktadır. İçerdiği polialkenoik asit kopolimeri ve MDP sayesinde yüksek bağlanma performansı göstermektedir.<sup>27,28</sup> Nima ve ark., farklı adeziv sistemlerin nikel-krom (Ni-Cr) alaşımına rezin bağlantısına etkisini değerlendirdikleri çalışmada en yüksek bağlantı dayanımı değerlerini Single Bond uygulanan grupta tespit etmişlerdir.<sup>21</sup> Llerena-Icochea ve ark., benzer şekilde zirkonya ile yaptıkları çalışmada da en yüksek bağlantı dayanımı değerlerini Single Bond uygulanan grupta tespit etmişlerdir.<sup>33</sup> Yapılan bu çalışmada da literatürdeki sonuçlara paralel olarak en yüksek bağlantı dayanımı değerleri Single Bond uygulaması ile elde edilmiştir.

ISO 10477 standardına göre kabul edilebilir minimum makaslama bağlantı dayanımı değeri 5 MPa olarak belirlenmiştir.<sup>34</sup> Ancak Matsumura ve ark., kli-

nik başarı için rezin-metal bağlantısında bu değer 10 MPa'nın üzerinde olması gerektiğini belirtmişlerdir.<sup>35</sup> Bu çalışmada da adeziv primer kullanılan tüm test gruplarında bağlantı dayanımı değerleri 10 MPa'nın üzerinde bulunmuştur.

Bu çalışmada, makaslama bağlantı dayanımı testi kullanılmıştır çünkü bu test basit ve hızlı bir şekilde ağız içi durumu yansıtabilmektedir. Materyalin yüzey özellikleri mekanik ve kimyasal adezyonu etkileyerek makaslama bağlantı dayanımını değiştirebilir. Metal ile kompozit arasında oluşan bağlantı dayanımının yeterince yüksek olmaması çalışmada çoğunlukla adeziv tip başarısızlıkların ortaya çıkmasına neden olmuştur.<sup>36,37</sup>

Bu in-vitro çalışmadan elde edilen sonuçlardan, mekanik retansiyon ile birlikte bağlayıcı ajan kullanımının lazer sinterize Co-Cr alaşımı ile kompozit arasındaki bağlantıyı artırdığı görülmüştür. Bu doğrultuda, metal yüzeyinin açığa çıktığı restorasyon kırıklarında mekanik ve kimyasal yüzey işlemlerinin birlikte kullanımı ile kompozit tamiri güvenle yapılabilir. Özellikle MDP içeren universal bağlayıcı ajanların kullanımı başarılı sonuçlar ortaya koyabilmektedir.

Yapılan bu çalışmada, ağız içi koşullarında oluşan dinamik yüklemelerin ve pH değişikliklerinin göz ardı edilmiş olması çalışmanın sınırlamaları olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca test örneği olarak kullanılan metal gerçek bir protez dizaynını yansıtmamaktadır. Bu parametrelerin yapılacak farklı klinik çalışmalarda uzun dönemde incelenmesi gerekmektedir.

## SONUÇ

1. Lazer sinterize Co-Cr alaşımına farklı bağlayıcı ajanların uygulanması kompozit rezinin makaslama bağlantı dayanımını artırmıştır.
2. Yüzey işleminde kullanılacak bağlayıcı ajanın içeriği bağlantı dayanımı üzerinde etkili bir faktördür.
3. Single Bond kullanımı lazer sinterize Co-Cr alaşımına kompozit rezinin bağlantı dayanımının artırılmasında etkili bir yöntemdir.

### 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:** Zeynep Yeşil Duymuş, Sabit Melih Ateş; **Tasarım:** Sabit Melih Ateş; **Denetleme/Danışmanlık:** Zeynep Yeşil Duymuş, İpek Çağlar; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Sabit Melih Ateş, İpek Çağlar; **Analiz ve/veya Yorum:** Sabit Melih Ateş; **Kaynak Taraması:** Sabit Melih Ateş, İpek Çağlar; **Makalenin Yazımı:** Sabit Melih Ateş; **Eleştirel İnceleme:** Zeynep Yeşil Duymuş; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** İpek Çağlar.

## KAYNAKLAR

1. Bayne SC, Ferracane JL, Marshall GW, Marshall SJ, van Noort R. The Evolution of Dental Materials over the Past Century: Silver and Gold to Tooth Color and Beyond. J Dent Res. 2019;98(3):257-65.[Crossref] [PubMed]
2. Anusavice JK. Phillips' Science of Dental Materials. 11th ed. Elsevier Science Company, Philadelphia; 2003.
3. Saraç D, Kaleli N, Saraç Y. [Comparison of repair strength of laser sintered and cast base metal frameworks]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2012;13(3):7-13. [Link]
4. dos Santos JG, Fonseca RG, Adabo GL, dos Santos Cruz CA. Shear bond strength of metal-ceramic repair systems. J Prosthet Dent. 2006;96(3):165-73.[Crossref] [PubMed]
5. Hickel R, Brühshaver K, Ilie N. Repair of restorations--criteria for decision making and clinical recommendations. Dent Mater. 2013;29(1):28-50.[Crossref] [PubMed]
6. Yadav JS, Dabas N, Bhargava A, Malhotra P, Yadav B, Sehgal M, et al. Comparing two intraoral porcelain repair systems for shear bond strength in repaired cohesive and adhesive fractures, for porcelain-fused-to-metal restorations: An in vitro study. J Indian Prosthodont Soc. 2019;19(4):362-8.[Crossref] [PubMed] [PMC]
7. Garbelotto LGD, Fukushima KA, Özcan M, Cesar PF, Volpato CAM. Chipping of veneering ceramic on a lithium disilicate anterior single crown: Description of repair method and a fractographic failure analysis. J Esthet Restor Dent. 2019;31(4):299-303.[Crossref] [PubMed]

8. Yesil ZD, Karaoglanoglu S, Akyil MS, Seven N. Evaluation of the bond strength of different composite resins to porcelain and metal alloy. *Int J Adhes Adhes.* 2007;27(3):258-62.[Crossref]
9. Kanzow P, Wiegand A, Schwendicke F, Göstemeier G. Same, same, but different? A systematic review of protocols for restoration repair. *J Dent.* 2019;86:1-16.[Crossref] [PubMed]
10. Ozcan M. Evaluation of alternative intra-oral repair techniques for fractured ceramic-fused-to-metal restorations. *J Oral Rehabil.* 2003;30(2):194-203.[Crossref] [PubMed]
11. Minami H, Murahara S, Suzuki S, Tanaka T. Effects of metal primers on the bonding of an adhesive resin cement to noble metal ceramic alloys after thermal cycling. *J Prosthet Dent.* 2011;106(6):378-85.[Crossref] [PubMed]
12. Fonseca RG, de Almeida JG, Haneda IG, Adabo GL. Effect of metal primers on bond strength of resin cements to base metals. *J Prosthet Dent.* 2009;101(4):262-8.[Crossref] [PubMed]
13. Almilhatti HJ, Giampaolo ET, Vergani CE, Machado AL, Pavarina AC, Betiol EA, et al. Adhesive bonding of resin composite to various Ni-Cr alloy surfaces using different metal conditioners and a surface modification system. *J Prosthodont.* 2009;18(8):663-9.[Crossref] [PubMed]
14. Kadoma Y. Chemical structures of adhesion promoting monomers for precious metals and their bond strengths to dental metals. *Dent Mater J.* 2003;22(3):343-58.[Crossref] [PubMed]
15. Jamel RS, Nayif MM, Abdulla MA. Influence of different surface treatments of nickel chrome metal alloy and types of metal primer monomers on the tensile bond strength of a resin cement. *Saudi Dent J.* 2019;31(3):343-9.[Crossref] [PubMed] [PMC]
16. Di Francescantonio M, Oliveira MT, Daroz LG, Henriques GE, Giannini M. Adhesive bonding of resin cements to cast titanium with adhesive primers. *Braz Dent J.* 2012;23(3):218-22.[Crossref] [PubMed]
17. Sarafianou A, Seimenis I, Papadopoulos T. Effectiveness of different adhesive primers on the bond strength between an indirect composite resin and a base metal alloy. *J Prosthet Dent.* 2008;99(5):377-87.[Crossref] [PubMed]
18. Taira Y, Kamada K, Atsuta M. Effects of primers containing thiouracil and phosphate monomers on bonding of resin to Ag-Pd-Au alloy. *Dent Mater J.* 2008;27(1):69-74.[Crossref] [PubMed]
19. Aranda Garcia de Souza EH, Berger SB, Carlesse Paloco EA, Caixeta RV, Moretto TS, Lopes MB, et al. Effect of metal primers on the bond strength of resin cement to Co-Cr alloy. *Minerva Stomatol.* 2019;68(5):259-64.[Crossref] [PubMed]
20. Silikas N, Wincott PL, Vaughan D, Watts DC, Eliades G. Surface characterization of precious alloys treated with thione metal primers. *Dent Mater.* 2007;23(6):665-73.[Crossref] [PubMed]
21. Nima G, Ferreira PVC, Paula AB, Consani S, Giannini M. Effect of Metal Primers on Bond Strength of a Composite Resin to Nickel-Chrome Metal Alloy. *Braz Dent J.* 2017;28(2):210-5.[Crossref] [PubMed]
22. Bulbul M, Kesim B. The effect of primers on shear bond strength of acrylic resins to different types of metals. *J Prosthet Dent.* 2010;103(5):303-8.[Crossref] [PubMed]
23. Yang L, Chen B, Xie H, Chen Y, Chen Y, Chen C, et al. Durability of Resin Bonding to Zirconia Using Products Containing 10-Methacryloyloxydecyl Dihydrogen Phosphate. *J Adhes Dent.* 2018;20(4):279-87.[PubMed]
24. Salem RST, Ozkurt-Kayahan Z, Kazazoglu E. In Vitro Evaluation of Shear Bond Strength of Three Primer/Resin Cement Systems to Monolithic Zirconia. *Int J Prosthodont.* 2019;32(6):519-25.[Crossref] [PubMed]
25. Mahgoli H, Arshad M, Rasouli K, Sobati AA, Shamshiri AR. Repair Bond Strength of Composite to Zirconia Ceramic Using Two Types of Zirconia Primers. *Front Dent.* 2019;16(5):342-50.[PubMed] [PMC]
26. Sharafeddin F, Shoale S. Effects of Universal and Conventional MDP Primers on the Shear Bond Strength of Zirconia Ceramic and Nanofilled Composite Resin. *J Dent (Shiraz).* 2018;19(1):48-56.[PubMed] [PMC]
27. Cardoso GC, Nakanishi L, Isolan CP, Jardim PDS, Moraes RR. Bond Stability of Universal Adhesives Applied To Dentin Using Etch-And-Rinse or Self-Etch Strategies. *Braz Dent J.* 2019;30(5):467-75.[Crossref] [PubMed]
28. Kawazu M, Takamizawa T, Hirokane E, Tsujimoto A, Tamura T, Barkmeier WW, et al. Comparison of dentin bond durability of a universal adhesive and two etch-and-rinse adhesive systems. *Clin Oral Investig.* 2020;24(8):2889-97.[Crossref] [PubMed]
29. Zakavi F, Mombeini M, Dibazar S, Gholizadeh S. Evaluation of shear bond strength of zirconia to composite resin using different adhesive systems. *J Clin Exp Dent.* 2019;11(3):e257-e263.[PubMed] [PMC]
30. Finger WJ, Ahlstrand WM. 4-META as an acidic monomer in an all-in-one experimental adhesive. *Compend Contin Educ Dent.* 2001;22(12 Suppl):8-11; quiz 18-9.[PubMed]
31. Lawaf S, Jalalian E, Roshan R, Azizi A. Effect of GLUMA desensitizer on the retention of full metal crowns cemented with Rely X U200 self-adhesive cement. *J Adv Prosthodont.* 2016;8(5):404-10.[Crossref] [PubMed] [PMC]
32. Stawarczyk B, Hartmann R, Hartmann L, Roos M, Ozcan M, Sailer I, et al. The effect of dentin desensitizer on shear bond strength of conventional and self-adhesive resin luting cements after aging. *Oper Dent.* 2011;36(5):492-501.[Crossref] [PubMed]
33. Llerena-Icochea AE, Costa RM, Borges A, Bombonatti J, Furuse AY. Bonding Polycrystalline Zirconia With 10-MDP-containing Adhesives. *Oper Dent.* 2017;42(3):335-41.[Crossref] [PubMed]
34. ISO 10477:2004. Dentistry-polymer-based crown and bridge materials. International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland. [Link]
35. Matsumura H, Yanagida H, Tanoue N, Atsuta M, Shimoe S. Shear bond strength of resin composite veneering material to gold alloy with varying metal surface preparations. *J Prosthet Dent.* 2001;86(3):315-9.[Crossref] [PubMed]
36. Aboushelib MN. Evaluation of zirconia/resin bond strength and interface quality using a new technique. *J Adhes Dent.* 2011;13(3):255-60.[PubMed]
37. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater.* 2010;26(2):e100-21.[Crossref] [PubMed]