



FARKLI YÖNTEMLERLE ÜRETİLEN METAL ALT YAPILARA KOMPOZİT REZİN BAĞLANTISI[‡]

BONDING OF COMPOSITE RESIN TO METAL FRAMEWORKS PRODUCED BY DIFFERENT METHODS[‡]

Doç. Dr. İpek ÇAĞLAR*
Araş. Gör. Emel ARSLAN*

Doç. Dr. Sabit Melih ATEŞ*
Prof. Dr. Zeynep YEŞİL DUYMUSH**

Makale Kodu/Article code: 4355
Makale Gönderilme tarihi: 19.03.2020
Kabul Tarihi: 13.07.2020
DOI : 10.17567/ataunifd.768729

İpek Çağlar: ORCID ID: 0000-0002-2286-4657
Sabit Melih Ateş: ORCID ID: 0000-0001-7137-2096
Emel Arslan: ORCID ID: 0000-0002-9319-5972
Zeynep Yeşil Duymuş: ORCID ID: 0000-0002-9767-0080

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, konvansiyonel döküm ve direk metal lazer sinterleme (DMLS) tekniği ile elde edilen kobalt-krom (Co-Cr) alt yapıların kompozit rezin ile bağlantısının değerlendirilmesidir.

Gereç ve yöntem: Dikdörtgen şekilli 60 adet döküm ve 60 adet direk lazer sintering (DMLS) metal alt yapı üretildi. Elde edilen örnekler uygulanacak yüzey işlemine göre; Grup K: Kontrol, GrupTK: Tribokimyasal kumlama, Grup Z: Z-Prime Plus uygulaması, Grup M: Monobond Plus uygulaması, Grup TKZ: Tribokimyasal kumlama+Z-Prime Plus uygulaması, Grup TKM: Tribokimyasal kumlama+Monobond Plus uygulaması olacak şekilde kendi içinde rastgele 6 alt gruba ayrıldı (n=10). Bağlantı yüzeyine uygulanan işlemler sonrasında metal yüzeyler üzerine özel bir kalıp yardımıyla akışkan kompozit uygulandı. Örnekler 24 saat distile suda bekletildikten sonra universal test makinesi ile makaslama bağlantı dayanım testine tabi tutuldu. Gruplar arası karşılaştırmalarda iki yönlü ANOVA ve Fisher's LSD testi kullanıldı. P<0.05 düzeyi anlamlı olarak kabul edildi.

Bulgular: Döküm altyapıların bağlantı dayanımlarının DMLS altyapılardan anlamlı şekilde daha yüksek olduğu görüldü. Her iki alt yapı tekniğinde de en yüksek bağlantı dayanım değerleri grup TKM'de, en düşük makaslama bağlantı değerleri Grup K'da görüldü.

Sonuç: Alt yapı üretim tekniklerinin ve uygulanan yüzey işlemlerinin kompozit rezin-metal bağlantısına etkilediği görüldü. Rezinin her iki alt yapı sisteminde de tribokimyasal kumlama sonrası Monobond Plus uygulaması ile etkin bağlantı oluşturduğu sonucuna varıldı.

Anahtar kelimeler: Direk metal lazer sinterleme, Döküm, Yüzey işlemi, Bağlantı dayanımı

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to evaluate the bonding of composite resin to cobalt-chrome (Co-Cr) frameworks that produced by conventional casting and direct metal laser sintering (DMLS) technique.

Material and methods: Rectangular shaped 60 cast and 60 DMLS metal frameworks were fabricated and randomly divided in 6 subgroups according to applied surface treatments (n=10); Group K:control, Group TK: tribochemical blasting, Group Z: Z-Prime Plus application, Group M: Monobond Plus application, Group TKZ: tribochemical blasting+Z-Prime application, Group TKM: tribochemical blasting+Monobond Plus application. The treated surface of metal frameworks were bonded to flowable composite resin by special mold. Specimens were left in distilled water for 24 hours and shear bond test were performed by universal test machine. All data were analyzed by using two-way Anova and Fisher's LSD test. Results were significant for a=0.05.

Results: Cast metal frameworks showed higher bond strength values than DMLS frameworks. The highest bond strength values were found in groups TKM, the lowest values were found in group K for both frameworks.

Conclusion: Production methods of metal frameworks and surface treatments affected to bonding of composite resin. It was concluded that Monobond application after tribochemical blasting constitute efficient bonding for both metal framework systems.

Keywords: Direct metal laser sintering, Casting, Surface treatments, Bonding strength

*Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Rize

**Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Erzurum.

[‡] Bu çalışma 2018 yılında Türk Diş Hekimliği Birliği (TDB) kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuştur.

Kaynakça Bilgisi: Çağlar İ, Ateş SM, Arslan E, Yeşil Duymuş Z. Farklı yöntemlerle üretilen metal alt yapıların kompozit rezin bağlantısı. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2021; 31: 414-19.

Citation Information: Çağlar I, Ates SM, Arslan E, Yesil Duymus Z. Bonding of composite resin to metal frameworks produced by different methods. J Dent Fac Atatürk Uni 2021; 31: 414-9.



GİRİŞ

Metal destekli porselen restorasyonlar yüksek mekanik özellikleri, estetik beklentileri karşılama yeteneği ve klinik olarak uygun adaptasyon kapasitesi ile sabit protetik rehabilitasyonlarda uzun yıllardır güvenle kullanılmaktadır.^{1,2} Metal destekli porselen restorasyonlar için çeşitli alt yapı üretim yöntemleri mevcuttur.³ Geleneksel döküm yöntemi metal-seramik restorasyonların yapımında en sık kullanılan yöntemdir. Buna rağmen; bu yöntemde kullanılan temel metal alaşımların yüksek sıcaklıklara maruz kalması sonucunda metal-seramik bağlantısını etkileyebilecek oksitler oluşmasına neden olabilmektedir. Ayrıca, döküm işleminin hassas yapılması gerekliliği ve oluşabilecek döküm hatalarının restorasyonun kalitesini etkilediği bilinmektedir.^{4,5}

Son yıllarda, ilave ile üretim teknolojisi olan seçici lazer sinterleme (SLS) yönteminin diş hekimliğinde kullanım alanı artmaktadır. Bu sistemler yüksek enerjili bir lazer kaynağı yardımıyla metal tozlarını katman katman birleştirerek kısa sürede komplike yapıların üretimini sağlamaktadır.^{5,6} Eksiltirerek üretim yapan teknolojilerin aksine zaman, malzeme ve maliyet yönünden daha avantajlı bir sistemdir. Bunun yanı sıra, lazer sinterleme cihazları ile bilgisayar yardımıyla tasarlanan veriler çok detaylı bir şekilde üretilebilmektedir. Lazer sinterleme cihazları direk lazer sintering (DMLS) veya seçici lazer melting (SML) olarak iki farklı teknik ile çalışmaktadır. DMLS tekniğinde metal tozları lokal olarak tasarım üzerine eklenirken, SML tekniğinde metal tozları bütün olarak tasarım üzerinde bütünleştirilir.⁵⁻⁸

Metal-porselen restorasyonlarda en sık karşılaşılan problem üst yapıda meydana gelen kırıklardır. Bu kırıklar, parafonsiyonel alışkanlıklar, yetersiz diş preparasyonu, yetersiz oklüzal uyumlama, travma, metal-porselen arasındaki bağlantı başarısızlıkları, uygun olmayan metal alt yapı tasarımı gibi farklı nedenlerden kaynaklı olabilmektedir.⁹ Chung ve Hwang¹⁰ yaptıkları çalışmaya göre porselen kırıklarının basit kırıklar (porselen içerisinde meydana gelen kırıklar), karma kırıklar (metal ekspozu olan porselen kırıkları), kompleks kırıklar (büyük oranda metal ekspozu olan porselen kırıkları) olmak üzere üç grupta toplamıştır. Kırılan metal-porselen restorasyonların farklı tamir materyalleri ile tamiri ile kaybedilen fonksiyon ve estetiğin tekrar sağlanması amaçlanır. Tamir materyali ile tamir yüzeyi arasında başarılı bir bağlantı sağlanması için bağlantı yüzeyine özel işlemler uygulanması gerekir.^{11,12} Meka-

nik işlemler; frez ile aşındırma, asit ile pürüzlendirme, kumlama veya lazer ile pürüzlendirme olarak sayılabilir. Silan uygulamaları, bağlayıcı ajan uygulaması, primer uygulamaları kimyasal yüzey işlemleri olarak sınıflandırılmaktadır.⁸⁻¹² Mekanik işlemler ile bağlantı yüzey alanını arttırmak amaçlanırken, kimyasal işlemler ile bağlantı yüzeyinin kimyasının değiştirilmesi amaçlanır. Bağlantının etkinliği arttırmak için hem mekanik hem kimyasal işlemlerin etkilerinden faydalanılmak istenildiğinde ise kombine bir işlem uygulanabilir.¹⁰⁻¹³

Yapılan çalışmalar ile alt yapılara uygulanan yüzey işlemleri sonrası rezin esaslı malzemelerin bağlantı dayanımını değerlendiren çalışmalar mevcut iken, mekanik ve kimyasal yüzey işlemlerinin farklı üretim teknikleri ile elde edilen alt yapılar ile kompozit rezin arasındaki bağlantı dayanımının karşılaştırıldığı çalışmalar mevcut değildir. Bu çalışmanın amacı, iki farklı şekilde üretilen kobalt-krom (Co-Cr) alt yapılara uygulanan yüzey işlemleri sonrasında kompozit rezin ile bağlantı dayanımlarının karşılaştırılmasıdır. Çalışmanın sıfır hipotezi; uygulanan yüzey işlemlerinin ve üretim şekillerinin metal alt yapılar ve kompozit rezin arasındaki bağlantı dayanımını etkilemeyeceğidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Örneklerin hazırlanması

Bu çalışmada kullanılan malzemeler, üreticileri ve içerik bilgileri Tablo 1'de belirtilmiştir. Çalışmada kullanılmak üzere 10x10x2 mm boyutunda 60 adet Co-Cr metal alt yapı konvansiyonel döküm yolu ile aynı boyutlarda 60 adet Co-Cr metal alt yapı lazer sinterleme yöntemi ile elde edildi (Şekil 1). Elde edilen örnek yüzeyleri standardize edilmek üzere 600 gritlik silikon karbid aşındırma kâğıdı ile tesviye sonrasında 110 µm'lik alüminyum oksitle (Al₂O₃) kumlama işlemi yapıldı. İki ana grup (n=60), uygulanacak yüzey işlemleri için 6 alt gruba (n=10) ayrıldı.



Şekil 1. Farklı yöntemlerle üretilen alt yapı örnekleri. A: Döküm yolu ile elde edilen metal alt yapı, B: DMLS yolu ile elde edilen metal alt yapı.

Grup K: Elde edilen metal alt yapılardan herhangi bir yüzey işlemi uygulanmayan örnekler kontrol grubu olarak ayrıldı.

Grup TK: Tribokimyasal kumlama; örnekler 30 µm silika kaplı Al₂O₃ tanecikleri (3M ESPE, Seefeld, Almanya) ile 3 bar basınç altında 15 sn pürüzlendirildi. Kumlama cihazının uygulama ucu ile örnek arasında 10 mm mesafe bırakıldı. Tüm işlemler tek bir kullanıcı tarafından yapıldı. İşlem sonrası kumlanmış örnekler % 96'lık isopropil alkol ile ultrasonik cihaz ile temizlendi.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan materyaller

Kullanılan malzeme	Marka	Malzeme içeriği	Üretici	Lot
Döküm metal alaşım	Starbond Co	%63 Co, %29,5 Cr, %5 Mo, %1 Si, Mn, Fe, N, C <%1	Scfctner GmbH, Mainz, Almanya	0422270819
DMLS metal alaşım tozu	Starbond CoS Powder	%59 Co, %25 Cr, %9,5 W, %3,5 Mo, %1 Si, Mn, Fe, N, C <%1	Scfctner GmbH, Mainz, Almanya	0110380319
Tribokimyasal kum	Cojet Sand	30 m silika kaplı Al ₂ O ₃	3M ESPE, Seefeld, Almanya	625642
Primer	Z-prime Plus	MDP, 2-HEMA; BPDM, Etanol	Bisco Inc., IL, Amerika	1600357937
Primer	Monobond Plus	Silan metakrilat, fosforik metakrilat, disülfid metakrilat, etanol	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	V30663
Mikrohibrit akışkan kompozit rezin	Bisco Aelito Flo	BİS-GMA, TEGDMA	Bisco Inc., IL, Amerika	1600002660

Tablo 2. Gruplara ait uygulanan yüzey işlemleri ve ortalama makaslama bağlantı dayanım değerleri (MPa)

Yöntem	Yüzey işlemi	Ortalama	Standart sapma
Döküm	Kontrol	6,3 ^{Aa}	,56
	Tribokimyasal kumlama(TK)	8,1 ^{Bc}	1,26
	Z-Prime Plus(Z)	7,8 ^{Be}	,86
	Monobond Plus(M)	8,8 ^{Cf}	1,64
	TKZ	12 ^{Dh}	2,61
DMLS	YKM	14,3 ^{Ei}	2,93
	Kontrol	5,1 ^{Xb}	,55
	Tribokimyasal kumlama(TK)	6,8 ^{Yd}	,99
	Z-Prime Plus(Z)	6,5 ^{Ye}	1,85
	Monobond Plus(M)	7,2 ^{Zg}	1,01
	TKZ	11,5 Th	2,49
TKM	12,5 ^{Vi}	2,75	

*Farklı üst simge büyük harfler grup içi, farklı üst simge küçük harfler gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları göstermektedir (p<0.05).

Tablo 3. Başarısızlık tiplerinin dağılımı

Yöntem	Adeziv kırık	Karma kırık	Koheziv kırık	
Döküm	Kontrol	10	0	0
	Grup T	8	2	0
	Grup Z	7	3	0
	Grup M	5	5	0
	Grup TK	6	4	0
	GrupTKM	5	5	0
DMLS	Kontrol	10	0	0
	Grup T	8	2	0
	Grup Z	9	1	0
	Grup M	6	4	0
	Grup TK	6	4	0
	Grup TKM	4	6	0

Grup Z: Bağlantı yüzeylerine tek kullanımlık fırça yardımı ile Z-Prime Plus (Bisco, Schaumburg, IL, Amerika) uygulandı ve 5 saniye bekletildi.

Grup M: Bağlantı yüzeylerine tek kullanımlık fırça yardımı ile Monobond Plus (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) uygulandı. 60 saniye yüzeye reaksiyona girmesi beklendikten sonra fazlalıklar basınçlı hava ile uzaklaştırıldı.

Grup TKZ: Örnek bağlantı yüzeyleri Grup T'de tarif edildiği şekilde kumlandıktan sonra su spreyi ile hava basıncı altında yıkandı ve kurutuldu. Daha sonra Grup Z'de tarif edildiği şekilde Z-prime Plus uygulandı.

Grup TKM: Örnek bağlantı yüzeyleri Grup T'de tarif edildiği şekilde kumlandıktan sonra su spreyi ile hava basıncı altında yıkandı ve kurutuldu. Daha sonra Grup M'de tarif edildiği şekilde Monobond Plus uygulandı.

Bağlantı yüzeyine uygulanan işlemler sonrasında örnek yüzeyler üzerine 2 mm çap 2 mm yüksekliğe sahip silindir şeklinde özel bir kalıp hazırlandı. Örneklerin işlem gören yüzeylerine akışkan kompozit (Aelito Flo, Bisco Inc., IL, Amerika) uygulandı ve tüm yüzeylerde 40'ar saniye olacak şekilde LED ışın cihazı (Woodpecker Led G, Guangxi, Çin) ile ışınlanarak polimerize edildi. Örnekler 37°C'deki distile su içinde 24 saat bekletildi.

Makaslama Bağlantı Dayanımı Testi

Makaslama bağlantı dayanımı testi Universal Test Cihazında (3340, Instron Corp., Wycombe, İngiltere) 1 mm/dk kafa hızıyla uygulandı ve değerler Newton olarak elde edildi. Sonuçlar F=N/A (N:Newton, A: Yüzey alanı) formülü kullanılarak MPa cinsine çevrildi.

Kırık Analiz Testi

Başarısızlık tiplerini belirlemek için örneklerin kırık tipleri adeziv, koheziv ve karma olarak belirlendi. Kırık hattı tamamen kompozit siman ile metal alt yapı arasında ve yüzeyde herhangi bir kompozit artığı bulunmuyor ise adeziv kırık, metal alt yapı bağlantı

yüzeyi %50'den daha az kompozit içeriyor ise karma kırık, daha fazla kompozit içeriyorsa kohesiv kırık olarak değerlendirildi.

İstatistiksel Analiz

Çalışma sonucunda elde edilen veriler istatistiksel analiz paket programı SPSS for Windows 17.0 ile gerçekleştirildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile tespit edildi. Gruplar arası karşılaştırmalarda iki yönlü ANOVA ve Fisher's LSD testi kullanıldı. $P < 0.05$ düzeyi anlamlı olarak kabul edildi.

BULGULAR

Her gruba ait ortalama makaslama bağlantı dayanım değerleri ve standart sapmalar Tablo 2'de gösterildi. Döküm metal alt yapılar DMLS metal alt yapılara göre daha yüksek bağlantı dayanım değerleri gösterdi, ancak bu fark sadece kontrol, grup K, grup M ve grup TKM için istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.05$).

Çalışmada uygulanan yüzey işlemlerinin bağlantı dayanım değerlerini etkilediği görüldü. Buna göre her iki alt yapı sisteminde de en yüksek bağlantı dayanım değeri grup TKM'de elde edilirken, en düşük bağlantı dayanım değerleri kontrol gruplarında elde edildi. Z-Prime Plus uygulanan grupta elde edilen bağlantı dayanım değerleri Monobond Plus ve tribokimyasal kumlama uygulanan gruptan daha düşük olduğu görülürken, bu fark sadece Monobond Plus uygulanan grup ile yapılan karşılaştırma için istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.05$).

Kompozit rezin ile metal alt yapılar arasında bağlantı başarısızlık tiplerinin dağılımı Tablo 3'de gösterildi. Kontrol gruplarında adeziv kırık tipi görülürken, kombine yüzey işlemi yapılan gruplarda karma tip kırık görüldü. Bağlantı dayanımı değerlendirilen örneklerin hiçbirinde koheziv kırığa rastlanmadı.

TARTIŞMA

Bu çalışmada farklı yüzey işlemlerinin çeşitli yöntemler ile üretilen kobalt-krom (Co-Cr) metal alt yapıların akışkan kompozit ile bağlantı dayanımına etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda, metal alt yapı üretim yönteminin ve yüzey işlemlerinin bağlantı dayanımını etkilediği tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışmanın sıfır hipotezi reddedildi.

Protetik diş tedavisinde metal-porselen restorasyonlar uzun yıllardır başarı ile kullanılmakta olup, kullanılan metalin özellikleri restorasyonun klinik başarısını direkt etkilemektedir.^{1,2,4,5} Metal-porselen restorasyonun başarısı alt yapı olarak kullanılan metalin üretim şekline, mekanik ve fiziksel özelliklerine, porselen ile arasındaki bağlanma dayanımına bağlıdır.¹⁻⁵ Bu çalışmada iki farklı yöntemle üretilen Co-Cr alt yapıların kompozit rezin ile bağlanma dayanımı karşılaştırılmış ve yüzey işlemleri göz ardı edildiğinde DMLS yöntemi ile elde edilen metal alt yapıların bağlanma dayanımının konvansiyonel döküm yöntemine göre daha düşük olduğu görüldü. Farklı alt yapıların porselen bağlantısının karşılaştırıldığı bir çalışmada, konvansiyonel döküm yöntemiyle üretilen alt yapılarda DMLS yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek bağlantı dayanım değerleri elde edildiği vurgulanmıştır.¹⁴ Tulga'nın¹⁵ yaptığı çalışmada ise metal alt yapıların kompozit rezin bağlantısı karşılaştırılmış ve bu çalışmaya benzer şekilde DMLS örneklerin bağlantı dayanım değerleri konvansiyonel döküm örneklere göre daha düşük olduğu belirtilmiştir. Bu farklılığın alt yapıların üretim şekillerine bağlı olarak yüzey özelliklerinin ve mikroyapılarının farklı olmasından kaynaklı olduğu düşünülebilir. Döküm metal örnek yüzeylerin DMLS yöntemi ile üretilen alt yapılara göre daha düzgün, yüzeydeki girinti ve çıkıntılarının daha yüzeyel yapıda olması da bu farklılığın sebebi olabilmektedir.

Bağlantı dayanımı ile ilgili yapılan çalışmalar bağlantı yüzeyinin kimyasal veya fiziksel özelliklerinin tamir dayanımını doğrudan etkilediğini göstermektedir.^{3,5,7-9,16} Bu nedenle metal alt yapı materyalleri ile kompozit tamir materyalinin bağlantı dayanımını kuvvetlendirmek amacı ile farklı yüzey işlemleri uygulanmaktadır.^{1,4,9-11} Bu çalışmada silika bazlı kumlama ve farklı içerikli primer ajanlar ve bunların kombinasyonu kullanıldı. En yüksek bağlantı dayanım değeri ise her üretim şeklinde de mekanik+kimyasal yüzey işlemlerinin kombine kullanılması ile elde edildi.

Metal alaşımların, zirkonya seramik yüzeylerin kompozit ile kimyasal bağlantı oluşturabilmek için yüzeylerin silika ile kaplandığı en yaygın yöntemlerden birisi tribokimyasal kumlama yöntemidir.¹⁷ Tribokimyasal kumlama ile Al_2O_3 ile mikromekanik tutunma sağlanırken silika ile kimyasal bağlanma meydana gelir. Materyalin içeriğinde; %97'den fazla Al_2O_3 , %3'den az amorf silika bulunmaktadır.¹⁸ Dental restorasyonların ağız içi tamir işlemlerinde mekanik

olarak pürüzlendirme yapılmasında ve soğuk silika kaplama amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışmada, her iki alt yapı sisteminde de tribokimyasal kumlama yapılan örnekler kontrol gruplarına göre anlamlı şekilde yüksek bağlantı dayanım değerleri ortaya koydu. Benzer bir şekilde rezin-zirkonya bağlantısının incelendiği bir çalışmada tribokimyasal kumlama yapılmış örneklerin kontrol gruplarına göre daha yüksek bağlantı dayanım değerleri ortaya koyduğu belirtilmiştir.¹⁸ Özcan ve ark.¹² porselen tamiri ile ilgili yapmış olduğu derleme çalışmasında intraoral kumlama cihazlarının kullanılmasının avantajlarından bahsetmiş ve Al₂O₃ tozu ile kumlama yerine silika kaplı partiküller uygulanırsa daha iyi sonuçların alınabileceğini vurgulamıştır.

Uygulanan mekanik işlemler ile bağlantı dayanımlarının arttırdığını savunan çalışmalar^{4,14-16} mevcut olmasına rağmen rezin-metal bağlantısı için kimyasal bağlantının da gerekliliğini savunan birçok çalışma mevcuttur.^{9,10,12,18,19} Yapılan çalışmalar; kimyasal bağlantının başarılı olmasını uygulanan bağlayıcı ajan içindeki fonksiyonel monomere bağlamaktadır. Bu çalışmada tribokimyasal kumlama dışında farklı içerikli iki primer ajan ve bunların tribokimyasal kumlama ile kombinasyonu kullanıldı. Bu çalışmada uygulanan Z-Prime Plus içinde 10-metakriloksidil dihidrojen fosfat (MDP) fonksiyonel monomeri mevcut iken, Monobond Plus içinde silan metakrilat monomeri mevcuttur. Elde edilen sonuçlara göre silan metakrilat monomeri (Monobond Plus) kompozit-metal bağlantısında MDP monomerine (Z-Prime Plus) göre daha yüksek bağlantı dayanım değerleri ortaya koymasına rağmen en yüksek bağlantı dayanım değeri tribokimyasal bağlantı sonrası uygulanan silan metakrilat içerikli primer (grup TKM) ile elde edildi. Primerler ile tribokimyasal kumlamanın bağlantı dayanımına etkisinin karşılaştırıldığı bir çalışmada en yüksek bağlantı dayanım değerlerini tribokimyasal uygulanan grupta olduğunu belirtmişlerdir.⁹ Tribokimyasal kumlama sonucu elde edilen yüksek bağlantı dayanım değeri bu sistem ile hem mekanik bir aşındırma yapılırken hem de silika parçacıkları ile kimyasal bir bağlantının sağlanmasından dolayı olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada ise tribokimyasal kumlama grup Z'den yüksek bağlantı dayanım değerleri ortaya koyarken bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Buna rağmen çalışmada kullanılan diğer primer tribokimyasal kumlama göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek bağlantı dayanım değerleri ortaya koydu. Bu iki primerin farklı içerikte olması ortaya çıkan farklılığı açıklamaktadır. Tribokimyasal

kumlama ve primer ajanların kombine kullanıldığı gruplarda ise tek kullanımlara göre istatistiksel olarak daha yüksek bağlantı dayanım değerleri elde edildi. Bu gruplarda bağlantı yüzeyinin silika ile hazırlanması sonrası uygulanan primer işleminin daha etkili olduğu düşünülmektedir.

ISO 10477 standartlarına göre arzu edilen en düşük bağlantı dayanım değerleri 5 MPa olarak kabul edilmektedir.²⁰ Buna rağmen Matsumura ve ark.²¹ yaptıkları çalışmaya göre metal ile rezin arasında klinik olarak sağlam bir bağlantı olması için bu değer minimum 10 MPa olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da elde edilen verilerin hepsi 5 MPa üzerindedir. Döküm ve DMLS örneklerin kombine uygulanan yüzey işlemleri sonucunda elde edilen makaslama bağlantı dayanım değerleri 10 MPa üstünde olduğu görüldü. Bu sonuç rezin-metal bağlantısı için kombine uygulanan yüzey işleminin önemini vurgulamaktadır.

SONUÇLAR

1. Metal alt yapı üretim şekilleri metal-kompozit bağlantısını etkilemektedir.
2. Metal yüzeyine uygulanan yüzey işlemleri metal-kompozit bağlantısını etkilemektedir.
3. En yüksek metal-kompozit bağlantısı fiziksel ve kimyasal işlemlerin kombinasyonu ile elde edilmiştir.

Finansal Destek

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Lacy AM, Laluz J, Watanabe LG, Dellinges M. Effect of porcelain surface treatment on the bond to composite. J Prosthet Dent 1988; 60:288-9
2. 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: 355-9.
3. Willer J, Rossbach A, Weber HP. Computer assisted milling of dental restorations using a new CAD/CAM data acquisition system. J Prosthet Dent 1998;80:346-53.
4. Roberts HW, Berzins DW, Moore BK, Charlton DG. Metal-ceramic alloys in dentistry: a review. J Prosthodont 2009;18:188-94.



5. Serra-Prat J, Cano-Batalla J, Cabratosa-Termes J, Figueras-Alvarez O. Adhesion of dental porcelain to cast, milled, and laser sintered cobaltchromium alloys: Shear bond strength and sensitivity to thermocycling. *J Prosthet Dent* 2014;112:600-5.
6. O'Brien WJ. Casting. In: O'Brien WJ, editor. *Dental Materials and their selection*. 4th Ed., Hanover Park-Illinois, Quintessence Publishing Co Inc. 2008; p. 243-252.
7. Uzun G. An overview of dental CAD/CAM systems. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 2008; 22:530-5.
8. Sun J, Zhang FQ. The application of rapid prototyping in prosthodontics. *J Prosthodont* 2012;21:641-4.
9. Dos Santos JG, Fonseca RG, Adabo GL, dos Santos Cruz CA. Shear bond strength of metal-ceramic repair systems. *J Prosthet Dent* 2006;96:165-73.
10. Chung KH, Hwang YC. Bonding strengths of porcelain repair systems with various surface treatments. *J Prosthet Dent* 1997;78:267-74.
11. Tulunoğlu IF, Beydemir B. Resin shear strength to porcelain and a base metal alloy using two polymerization schemes. *J Prosthet Dent* 2000;83:181-6.
12. Ozcan M. Evaluation of alternative intra-oral techniques for fractured ceramic-fused-to-metal restorations. *J Oral Rehabil* 2003;30:194-203.
13. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dunne JT Jr. Shear bond strengths of 2 intraoral porcelain repair systems to porcelain or metal substrates. *J Prosthet Dent* 2001;86:526-31.
14. Saraç D, Kaleli N, Saraç Y. Lazer Sinterleme ve Döküm Teknikleri ile Elde Edilen Metal Altyapıların Tamir Dayanıklılıklarının Karşılaştırılması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2012;13:7-14.
15. Tulga A. Veneer Kompozitlerin Farklı Tekniklerle Üretilen Kobalt-Krom Alaşımlara Makaslama Bağlanma Direnci. *SdÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2018;9:34-9.
16. Thurmond JW, Barkmeier WW, Wilwerding TM. Effect of porcelain surface treatments on bond strengths of composite resin bonded to porcelain. *J Prosthet Dent* 1994;72:355-9.
17. Yıldırım G, Uzun İ. Diş hekimliğinde silan uygulamaları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2016;15:123-30.
18. Pilo R, Dimitriadi M, Palaghia A, Eliades G. Effect of tribochemical treatments and silane reactivity on resin bonding to zirconia. *Dent Mater* 2018;34:306-16.
19. Çapa N, Özkurt Z, Kazazoğlu E. Ağız içi porselen tamir sistemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2006;1:34-40.
20. ISO 10477:2004. *Dentistry-polymer-based crown and bridge materials*. International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland.
21. Matsumura H, Yanagida H, Tanoue N, Atsuta M, Shimoe S. Shear bond strength of resin composite material to gold alloy with varying metal surface preparations. *J Prosthet Dent* 2001;86:315-9.

Sorumlu Yazarın Yazışma Adresi

Prof. Dr. Zeynep YEŞİL DUYMUŞ
Atatürk Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi, Erzurum
E Mail: zyesilz@hotmail.com

