

PORSELEN RESTORASYONLARIN TAMİRİNDE KULLANILAN FARKLI AĞIZIÇI TAMİR MATERYALLERİNİN ÇEŞİTLİ YÜZEY PREPARASYONLARI UYGULANARAK KIRILMA DİRENÇLERİNİN İNVİTRO OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI

THE IN VITRO EVALUATION OF SHEAR-BOND STRENGTHS OF DIFFERENT PORCELAIN REPAIR MATERIALS AFTER VARIOUS SURFACE TREATMENTS

Övül KÜMBÜLOĞLU¹, Atilla USER¹, Suna TOKSAVUL¹, Sami AKSOY²

ÖZET

Porselen materyalinin kırılgan yapısından dolayı restorasyonlarda kırılmalar meydana gelebilmektedir. Porselenin doğasından dolayı ağız içinde yeni porselen ilavesi mümkün değildir. Bu nedenle de ağız içi porselen tamir yöntemleri geliştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı; üç farklı yüzey üzerine, frezle ve alüminyumoksit partikülleri ile kumlama yaparak oluşturulan yüzey pürüzlendirmesi işleminden sonra, beş farklı ağız içi porselen tamir setini uygulayarak hazırlanan örnekleri, belirli sürelerde suda beklettikten sonra, tüm örnekler termal döngü de uygulayarak, makaslama dayanımı karşılaştırmalı olarak test etmektir. Ayrıca yüzey pürüzlendirmelerini profilometrik olarak incelemek ve takiben oluşan retansiyon alanlarını taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile değerlendirmektir. Toplam 180 silindir örnek üzerine 5 farklı ağız içi porselen tamir seti uygulandıktan sonra, örneklerin 1/3'ü bir gün, 1/3'ü bir hafta ve kalan 1/3'ü ise bir ay 37°C'lik distile suda bekletildi ve 5-55°C'lik su banyosunda toplam 550 termal döngü yapıldı. Daha sonra tüm örneklerin Instron cihazında bağlanma dirençleri test edildi. Tüm veriler önem aralığı $p < 0.05$ 'a göre istatistiksel olarak değerlendirildi. Metal, porselen ve metal-porselen yüzeylerine makaslama dayanımı direnci arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Profilometrik değerlendirme sonucu metal, metal-porselen ve porselen örnekler için en pürüzlü yüzey frezle elde edilmiştir. Yeni gelişen adeziv teknikler ve kompozit rezin uygulamaları ile, özellikle restorasyonun küçük bir kısmının zarar gördüğü durumlarda ağız içi porselen tamir uygulamaları basit, tekrarlanabilir ve etkili bir tedavi seçeneğidir.

Anahtar Kelimeler: Metal destekli porselen restorasyon, Ağız içi porselen tamiri, Yüzey hazırlığı

ABSTRACT

Because the technique involves fusion of a brittle material to a ductile one, fractures of the brittle material can occur. New porcelain cannot be added to an existing restoration intraorally because of the nature of the porcelain processing. For this reason, intraoral porcelain repair methods have been developed. The aim of this study was to comparatively test the bond strength on water-stored and thermocycled specimens which were prepared by using five different intraoral porcelain repair kits used in porcelain repair on three different surfaces conditioned with bur and air-abraded with aluminium oxide particles.

¹ Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

² Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

Examination of the fracture surfaces resulting from the bond strength test and surface roughness by profilemeter, followed by scanning electron microscope evaluation of the retention sites was also aimed. A total of 180 specimens were prepared to test the shear bond strengths of intraoral repair kits under laboratory conditions. Following the application of five different repair kits, specimens were 37°C water-stored for 1 day, 1 week or 1 month and then all specimens were 5-55°C thermocycled for 550 times. Shear bond strengths of the specimens were then tested on Instron testing machine. All data were statistically analysed ($p<0.05$). Difference between the shear bond strengths to metal, porcelain and metal-porcelain surfaces were statistically significant. The highest surface roughness was obtained in profilemeter evaluation with burs on metal, metal-porcelain and porcelain surfaces. With recent developments in adhesive techniques and composite resin applications, intraoral porcelain repair methods provide a simple, repeatable and effective treatment alternative, especially when a relatively small part of a restoration is damaged.

Key Words: Metal fused to porcelain restoration, Intraoral porcelain repair, Surface treatment

GİRİŞ

Protetik dişhekimliğinde porselenlerin sıkça kullanımı henüz yeni olmasına rağmen, dayanıklı ve estetik bir materyal gereksinimi çok eskilere dayanmaktadır. Yüzyıllar boyu farklı birçok medeniyetten insanlar, dişleri sağlık, gençlik, güzellik ve asalet için tamamlayıcı bir unsur olarak kabul etmişlerdir. Farklı kültürler zaman içerisinde moda, dini ve mistik inançlar gibi sebeplerden dolayı dişlerin görünümünü değiştirme gereksinimi duymuşlardır (1, 2).

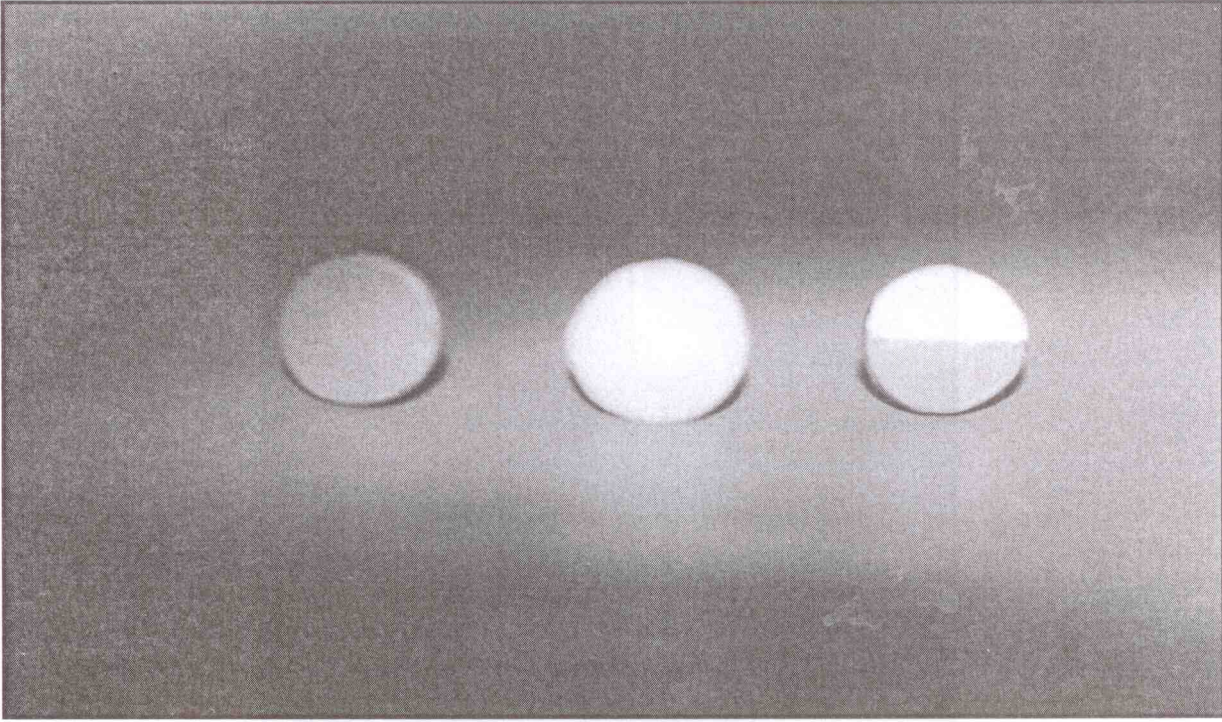
Porselenin doğasından dolayı ağız içinde yeni porselen ilavesi mümkün değildir. Bu nedenle de ağız içi porselen tamir yöntemleri geliştirilmiştir. Bunun sonucunda da hasta ve hekim için restorasyonun ağızdan çıkartılması sırasında yaşanabilecek ağrı, kalan dişlerde oluşabilecek harabiyet, zaman kaybı, ekonomik yönden meydana gelebilecek kayıplar önlenmiş olur (3-6). Kırılmış restorasyonu ağızdan çıkartmadan tamir edebilmek hasta ve hekim için memnuniyet verici bir durumdur. Fakat restorasyonun kalan kısmı ile tamir edilen kısmı arasındaki bağlantı fonksiyonel kuvvetlere karşı dayanabilecek güçte ve durumda olmalıdır (7).

Porselen tamirinin başarısı çoğunlukla porselen veya metal ile kompozit rezin materyali arasındaki bağlanma direnci ile ilişkilidir (8). Bağlanma yöntemleri ve tamir sistemleri ile ilgili bazı çalışmalar literatürde yer almaktadır (3-8). Ancak bu çalışmalar çok kapsamlı değildir. Bu çalışmanın amacı; metal destekli porselen restorasyonların kırılması sonucunda karşılaşılan metal, porselen ve metal-porselen yüzeyleri üzerine, frezle ve alüminyumoksit partikülleri ile kumlama yaparak oluşturulan yüzey pürüzlendirmesini takiben, beş

farklı ağız içi porselen tamir setini uygulayarak hazırlanan örnekleri bir gün, bir hafta ve bir ay süreyle distile suda beklettikten sonra, tüm örneklerle termal döngü de uygulayarak, makaslama dayanımı karşılaştırmalı olarak test etmektir. Ayrıca makaslama dayanımı testi sonucunda meydana gelen kırık bölgelerini ve yüzey pürüzlendirmelerini profilometrik olarak incelemek ve takiben oluşan retansiyon alanlarını taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile değerlendirmektir.

GEREÇ ve YÖNTEM

2mm kalınlığında ve 10mm çapında toplam 180 silindirik örnek hazırlandı. Örneklerin ağız içinde meydana gelen metal-porselen kırılma durumlarını taklit edebilmesi amacıyla; 60 tanesi sadece metal, 60 tanesi sadece porselen ve 60 tanesi de yarısı metal yarısı da porselen yüzeyli olarak oluşturuldu (Resim 1). Metal örnekler Vautid Plus 3000 (%58 Nikel, %25 Krom, %13 Molibden, %2 Silika ve %1 Ti, Almanya) kıymetsiz metalinden hazırlandı. Örnekler özel olarak hazırlanan bir düzenek yardımıyla hepsi eşit çapta olacak şekilde mumdan elde edildi. Daha sonra revetmana (Bellavest T, Bego, Almanya) alınıp 1050 °C santirfujde döküldü. Önce 100µm'lik alüminyumoksit tozları ile kaba bir kumlama yapıldıktan sonra tesviye işlemleri tamamlandı ve 50µm alüminyum tozları ile son kumlama yapıldı. Porselen örnekler için, tamamı metal olan örneklerle eşit kalınlıkta olması amacı ile 0.6mm kalınlığında metal alt yapı hazırlandıktan sonra üzerine Ceramco porseleninden (Dentsply, Amerika) opak 0.4mm kalınlığında işlenip 950 °C'lik porselen fırınında (İvoclar P 100, Almanya) pişirildi. Üzerine 1mm kalınlığında dentin tabakası konuldu ve 920 °C'de tekrar pişirildi.



Resim 1: Tamir uygulamasından önce metal, metal-porselen ve porselen örnekler

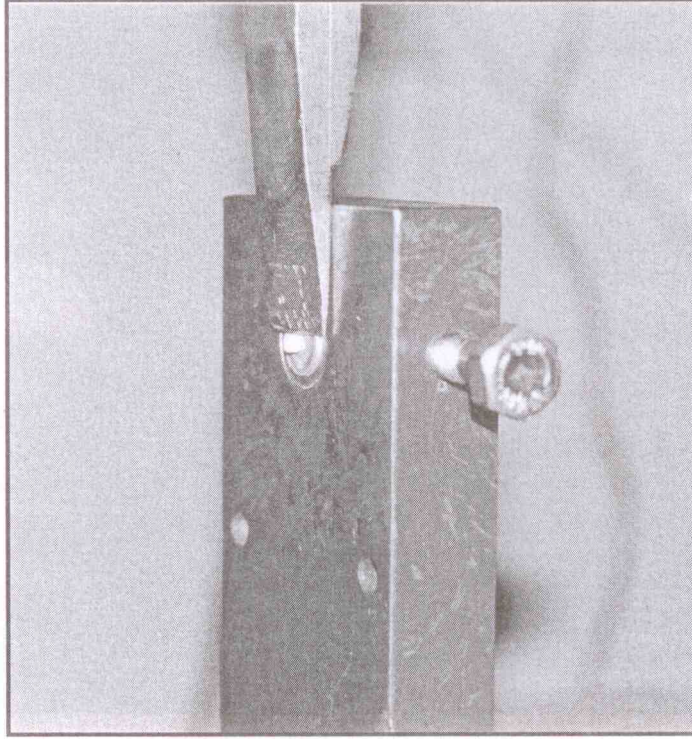
Yüzeyin yarısının metal, yarısının porselen olduğu örneklerin hazırlanmasında ise mum modelaj örneğin tam ortasında basamak oluşturuldu. Döküm işleminden sonra kumlama ve tesviye yapıldı, metal porselen tam birleşme çizgisinde sıfırlanacak şekilde opak porselen ve dentin porselen işlenip pişirildi.

Örneklerin tümü deneyin gerçekleştirildiği test cihazına uygun olarak, 12mm çapında ve 20 mm yüksekliğindeki alüminyum boruların içine otopolimerizan akrilik rezin (Meliodent, Bayer Dental) yardımı ile gömüldü.

Örnekler ultrasonik cihazda (Bandelin Souorex RK 102) 15 dakika distile su içinde temizlendikten sonra, yüzeylerin tamamen düzgün ve pürüzsüz olmasını sağlamak amacı ile sırasıyla 500 ve 1200 no'lu silikon karbid zımparalar (English Abrasives, English Abrasives Ltd. İngiltere) kullanılarak polisaj cihazında (Metasynex, Rathenow, Almanya) su banyosu altında zımparalanarak düzeltildi. Örneklerin yarısı ağız içi kumlama cihazı Miniblaster (Deldent Ltd, İsrail) yardımıyla, 50µm'lik alüminyumoksit partikülleri 2.5 bar basınç altında ve yaklaşık 20mm mesafeden dik açı ile yüzey matlaşmaya kadar kumlandı. Örneklerin kalan yarısına ise elmas frez (Diamont, FG 142G016, Almanya) ve aeratör yardımıyla su altında yüzey hazırlığı uygulandı. Yüzey hazırlığını takiben

örnek gruplarının yüzeyinde herbirine beş farklı porselen tamir seti, 3.9mm çapında ve 3mm yüksekliğindeki şeffaf matrislerin içine tabakalar halinde uygulanarak oluşturuldu. Tüm tamir malzemeleri ışın cihazı (Optilux 150, Demetrom, Amerika) ile polimerize edildi. Restorasyonların tamir işlemlerinden sonra bitirme ve polisaj işlemleri uygulandı. Polisaj için sarı kuşak elmas bitirme frezleri (Intensiv SA, İsveç), aşındırıcı diskler (Hawe Neos Dental, İsviçre), sarı ve beyaz silikon lastikler ve kendinden cila patı içeren rulolar kullanıldı.

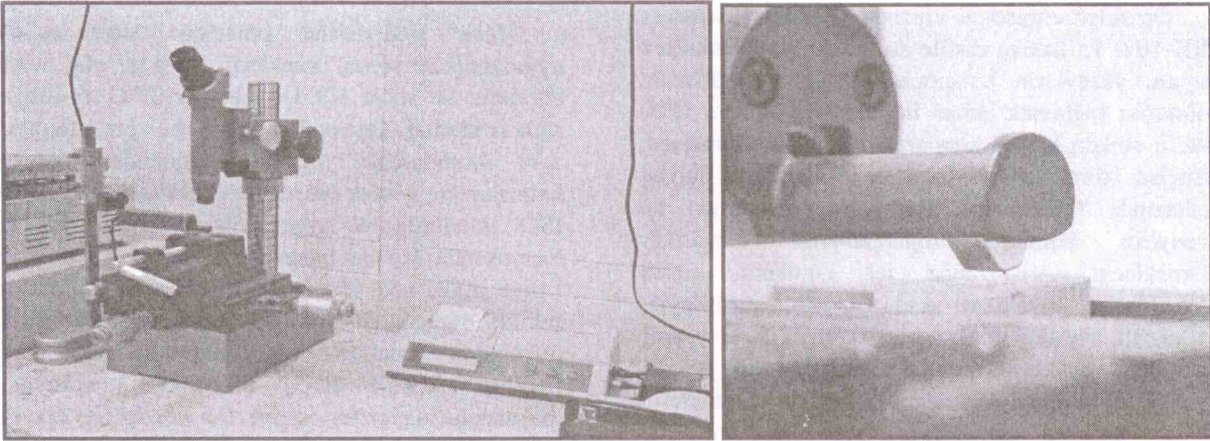
Örnek yüzeylerine porselen tamir setleri uygulandıktan sonra, örneklerin 1/3'ü bir gün, 1/3'ü bir hafta ve kalan 1/3'ü ise bir ay 37°C'lik distile suda bekletildi. Test edilen örneklerin ağız ortamıyla aynı koşullardaki sıcaklık değişimlere maruz kalmasını sağlamak amacı ile örneklere daha sonra ISO standartlarına uygun olarak, 5-55°C'lik su banyosunda her bir banyoda 20 saniye kalacak ve banyo aralarında 15 saniye süzülme süresi olacak şekilde toplam 550 döngü termal döngü işlemi uygulandı. Örneklerin tümü universal test cihazı Instron (AG-50 kNG, Shimadzu) yardımıyla makaslama dayanımı testine 0.5mm/dakika hız ile tabi tutuldu (Resim 2).



Resim 2: Örnekler tutucu kol yardımıyla Instron cihazında test edilirken

Metal, porselen veya her ikisi ile de tamir materyallerinin bağlanmasını sağlayan yüzey preparasyonlarının, örnek yüzeyinde meydana getirdikleri pürüzlülüğü gözlemlemek amacı ile tamir setleri içinde kullanılan yüzey hazırlığı işlemleri profilometre (Mitotoyo SurfTest 301, Japonya) yardımıyla incelendi (Resim 3). Bu işlem için hazırlanan örneklerin yüzeyleri önce 500 ve sonra 1200 no'lu silikon karbid (paper 40400009)

zımparalarla su altında Struers RotoPol-11 cihazında düzeltildi. Örnek yüzeylerinden beş ayrı kesitte ölçüm yapıp bulunan değerlerin aritmetik ortalaması alındı. Bu amaç için; 50µm'lik alüminyum partikülleri ile kumlama, hidroflorik asit ile asitleme, fosforik asit ile asitleme, elmas frez ile pürüzlendirme ve kontrol grubu olarak da sadece 1200 no'lu silikon karbid zımpara uygulanmış yüzey kullanıldı.



Resim 3: Profilometre cihazı ve yüzey pürüzlülüğünün ölçümü

Instron cihazında test edilen örneklerin istatistiksel değerlendirilmesinin ardından gruplardan elde edilen ortalama değerlere en yakın değeri gösteren örnekler belirlendi ve taramalı elektron mikroskopunda incelenmek üzere ultrasonik temizleyicideki distile suda 15 dakika temizlendi. Bunu takiben taramalı elektron mikroskopunda (Jeol JSM 5200, Japon) vakum altında Sputter Coater (Polaron SC 502, İngiltere) ile altın kaplama yapılarak incelendi.

Sonuçlar elde edildikten sonra istatistiksel değerlendirme SPSS 11.0 (Statistical Package of Social Sciences) istatistik programında yapıldı. Tüm veriler için istatistiksel önem aralığı $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

Invitro olarak elde edilen veriler, tek yönlü varyans analizinde (ANOVA) direnç bağımlı değişken alınarak uygulama grupları, kullanılan malzeme, yüzey preparasyonları ve suda bekletme süreleri karşılaştırıldı. Gruplar arası fark, kullanılan malzemeler arası fark ve grup-malzeme etkileşimi arasındaki fark önemli bulunduğu için Post Hoc Testleri yapıldı. Gruplar arası farkların belirlenmesinde "Duncan ^{a,b,c}" testi kullanıldı.

BULGULAR

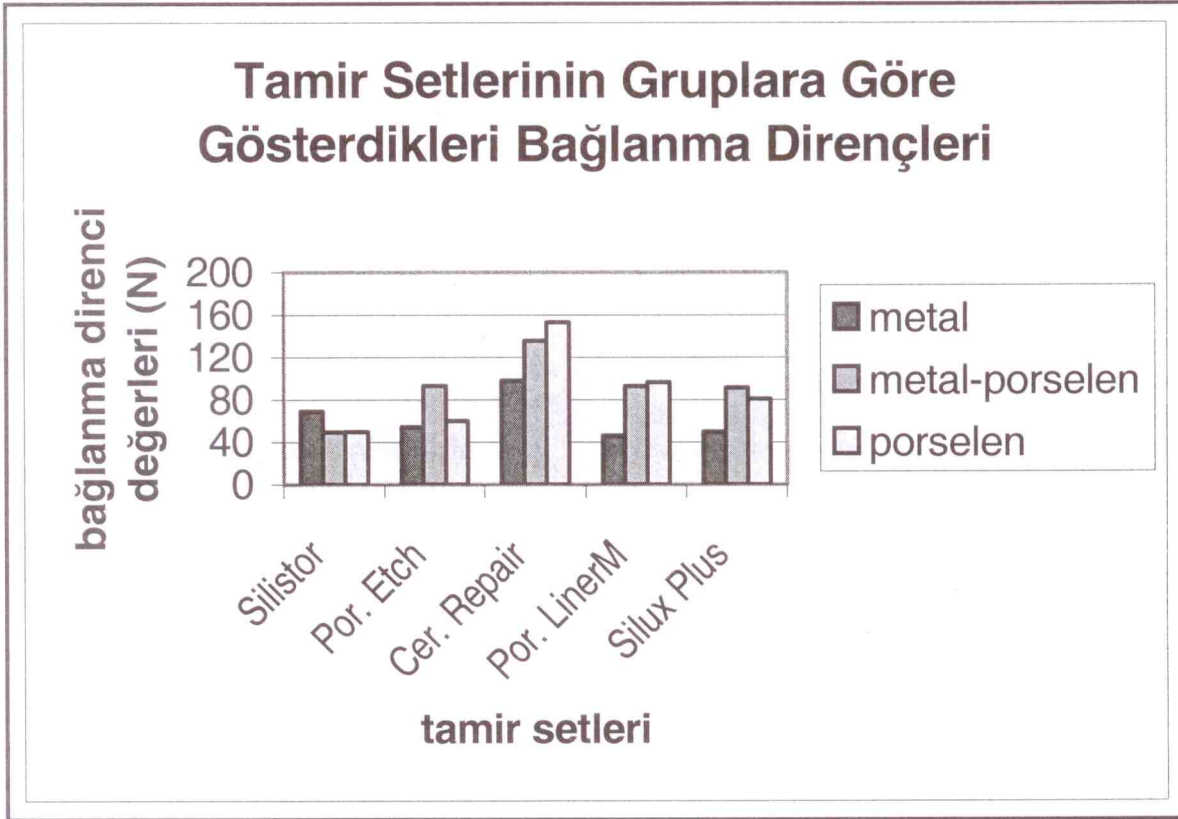
Metal, porselen ve metal-porselen yüzeylerine makaslama dayanımı arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Bağlanmaları test edilen Silux Plus, Silistor, Porcelain Etch, Ceramic Repair ve Porcelain Liner-M tamir setleri arasındaki fark yine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Örnek yüzeylerine yapılan uygulamalardan kuşlama ve frezle pürüzlendirme işlemleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0.05$). Örnekleri test etmeden önce 1 gün, 1 hafta ve 1 ay distile suda bekletme süreleri arasında da istatistiksel olarak

anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0.05$). Gruplar ve malzemeler arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0.05$).

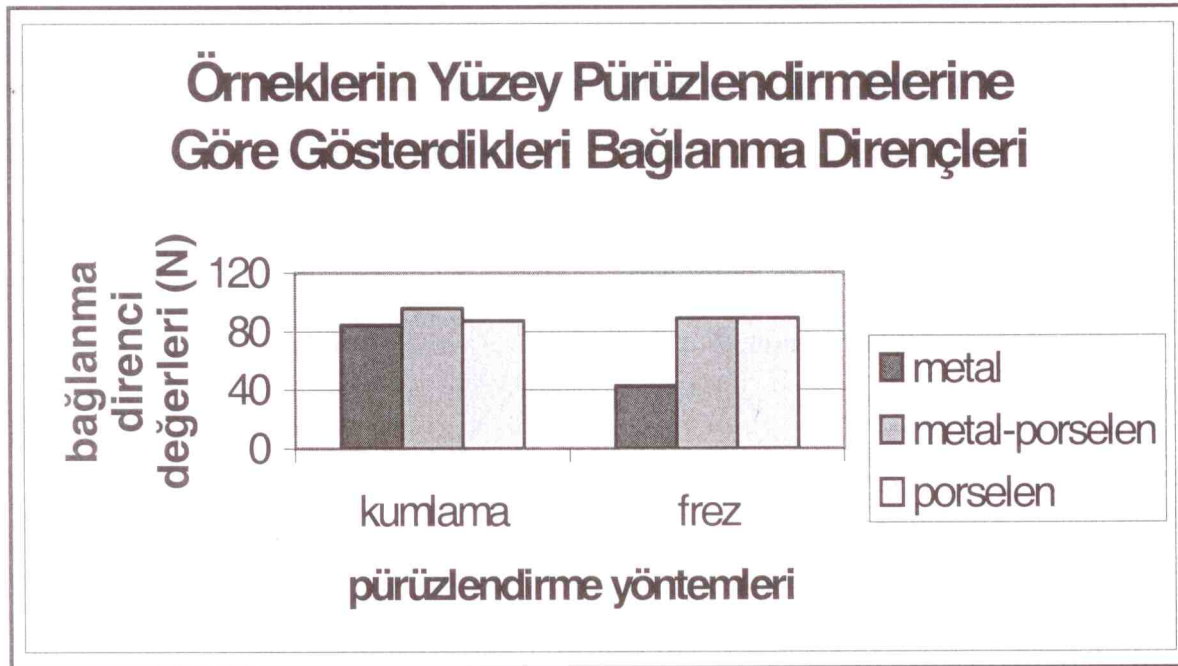
Grup-uygulama, malzeme-uygulama, grup-malzeme-uygulama, grup-gün, malzeme-gün, grup-malzeme-gün, uygulama-gün, grup-uygulama-gün, malzeme-uygulama-gün, grup-malzeme-uygulama-gün arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır ($p > 0.05$).

Yapılan istatistiksel değerlendirmenin ışığı altında elde edilen sonuçları aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz:

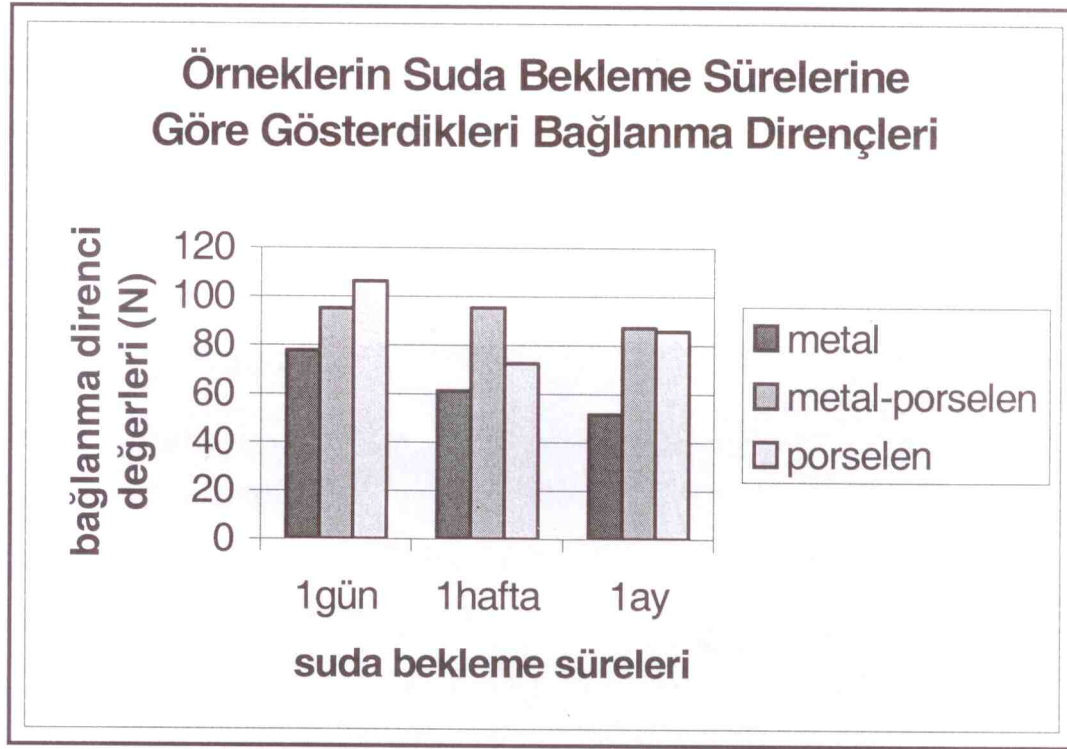
1. Malzemeler açısından; metal örnekler (98.21 ± 4.17 MPa), metal-porselen örnekler (153.18 ± 13.17 MPa) ve porselen örnekler (135.82 ± 12.07 MPa) içerisinde en yüksek makaslama dayanımı Ceramic Repair tamir seti vermiştir (Grafik 1).
2. Yüzey Pürüzlendirilmesi açısından; metal örnekler içerisinde en yüksek makaslama dayanımı kuşlama ile pürüzlendirme grupları (84.39 ± 2.72 MPa) verirken, porselen örnekler içerisinde kuşlama ile pürüzlendirme (96.07 ± 7.63 MPa) vermiştir. Metal-porselen örnekler içerisinde ise farklı olarak frez ile pürüzlendirme (89.04 ± 8.60 MPa) ile en yüksek makaslama dayanımı elde edilmiştir (Grafik 2).
3. Suda Bekletilme Süreleri açısından; metal örnekler içerisinde en yüksek makaslama dayanımı 1 gün distile suda (77.86 ± 3.39 MPa) bekleyen örnekler verirken, porselen örnekler içerisinde 1 hafta distile suda (95.39 ± 9.35 MPa) bekleyen örnekler vermiştir. Metal-porselen örnekler içerisinde ise 1 gün distile suda (106.30 ± 10.20 MPa) bekleyen örnekler en yüksek makaslama dayanımı vermiştir (Grafik 3).



Grafik 1: Tamir setlerinin gruplara göre bağlanma direnci değerleri



Grafik 2: Yüzey pürüzlendirme yöntemlerinin gruplara göre bağlanma direnci değerleri



Grafik 3. Örneklerin suda bekleme sürelerine göre bağlanma direnci değerleri

Metal, porselen ve metal-porselen örneklerin çeşitli yüzey hazırlıklarını takiben kazandıkları yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek amacı ile profilometre ile bakılmış ve elde edilen veriler istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır (Tablo 1). Metal

örnekler için en pürüzlü yüzey ($2.21 \pm 0.42 \mu\text{m}$) frezle elde edilirken, en düzgün yüzey ($0.07 \pm 0.01 \mu\text{m}$) hidroflorik asit ile sağlanmıştır. Kontrol grubu ($0.06 \pm 0.008 \mu\text{m}$).

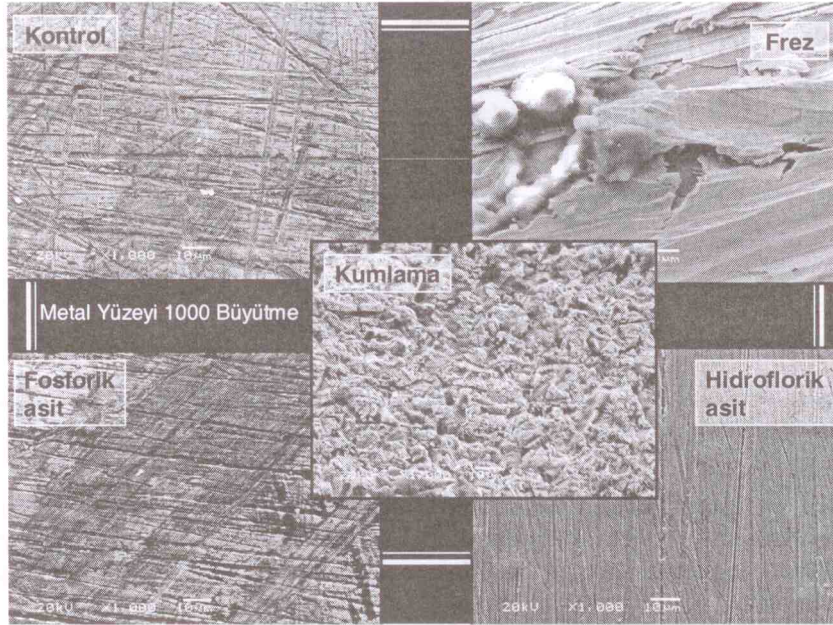
Tablo 1: Metal, metal-porselen ve porselen gruplarına uygulanan farklı yüzey pürüzlendirmelerin profilometrik değerlendirme sonuçları.

Grup	Yüzey	Ortalama Ra (μm)	Std. Sapma
Metal	Kontrol	0.06	0.008
	Frez	2.21	0.422
	HF	0.07	0.015
	Fosforik Asit	0.08	0.008
	Aluminyumoksit ile kumlama	0.81	0.357
Porselen	Kontrol	0.08	0.036
	Frez	2.10	0.349
	HF	0.58	0.084
	Fosforik Asit	0.08	0.070
	Aluminyumoksit ile kumlama	1.74	0.342
Metal-Porselen	Kontrol	0.10	0.037
	Frez	2.16	0.729
	HF	0.50	0.336
	Fosforik Asit	0.25	0.074
	Aluminyumoksit ile kumlama	1.44	0.879

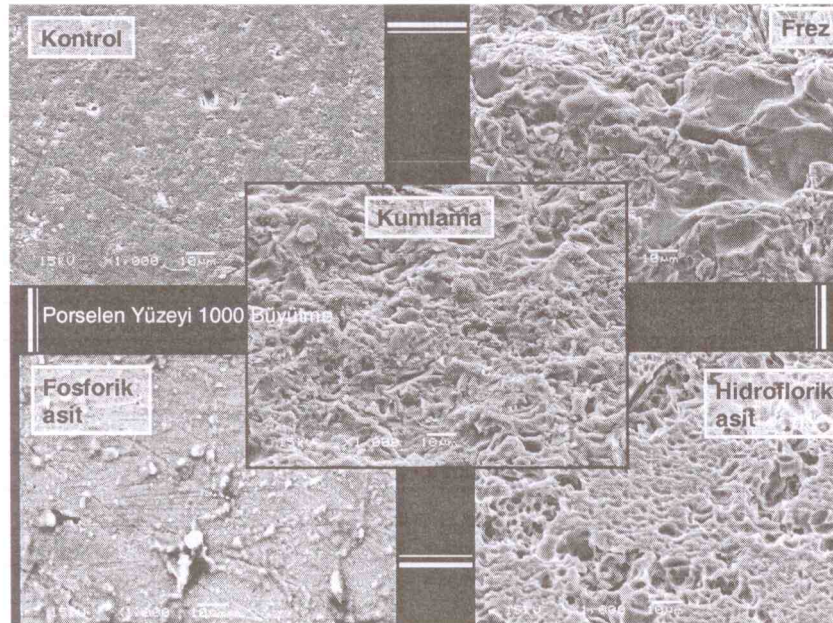
Metal-Porselen örnekler için en pürüzlü yüzey ($2.16 \pm 0.72 \mu\text{m}$) frezle elde edilirken, en düzgün yüzey ($0.25 \pm 0.07 \mu\text{m}$) fosforik asit ile sağlanmıştır. Kontrol grubu ($0.10 \pm 0.03 \mu\text{m}$).

Porselen örnekler için en pürüzlü yüzey ($2.10 \pm 0.34 \mu\text{m}$) frezle elde edilirken, en düzgün yüzey ($0.08 \pm 0.07 \mu\text{m}$) fosforik asit ile sağlanmıştır. Kontrol grubu ($0.08 \pm 0.03 \mu\text{m}$).

Örnekler Instron cihazında test edildikten sonra taramalı elektron mikroskopunda incelendi. Elde edilen görüntülerde porselen yüzeyler için hidroflorik asit uygulamasının, metal yüzeyler için ise alüminyumoksit partikülleri ile yapılan kumlamanın daha etkili yüzey pürüzlülüğü yarattığı tespit edilmiştir (Resim 4-5).



Resim 4. Farklı yüzey hazırlıklarının metal yüzeyindeki etkileri (X1000)



Resim 5: Farklı yüzey hazırlıklarının porselen yüzeyindeki etkileri (X1000)

TARTIŞMA

Porselen mükemmel biyouyumluluğu ve yüksek estetik özellikleri nedeniyle, metal-porselen restorasyonlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Porselen materyalleri; uzun yıllar hasta ağızında iyi hizmet vermelerine karşın; restorasyonun yapımındaki laboratuvar hataları, porselenin pöröz yapısı, travma, okluzal çatışmalar gibi nedenlerden dolayı kırılma veya kopma gösterebilirler. Bu durum hasta ve hekimi zor durumda bırakabilir. Kırılmış restorasyonun ağızdan çıkarılması, ekonomik olmayışı ve restorasyonun kompleks yapısı gözönünde bulundurulduğunda çok pratik bir çözüm olmamaktadır. Bu gibi durumlarda ağız içi porselen tamiri uygulamaları hasta ve hekim açısından daha pratik sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır.

Yüzeylerin asitlenmesi, özellikle porselen yüzeyinin, yüzey enerjisini ve topoğrafyasını değiştirmektedir. Simonsen ve Stangel, yaptıkları çalışmalarda porselen yüzeyinin mikromekanik retansiyonunu çeşitli asitler uygulayarak arttırmışlar ve böylelikle tamir materyali ile olan bağlanma direncini geliştirmişlerdir (9). Hidroflorik asit, fosforik asit ve asidüle fosfat florür ile mikromekanik retansiyon sağlanmasına karşın, metal alt yapının açığa çıktığı kırık vak'alarında bu asitler tek başlarına pek etkili olamamaktadır (10). Bu çalışmada da metal yüzeyine uygulanan HF ve fosforik asitin, profilometre ve SEM ile yapılan incelemelerinde yüzeyde belirgin bir pürüzlülük meydana getiremediği belirlenmiştir. Yapılan araştırmalarda, yüzey hazırlıklarında porselen yüzeyini HF asit ile asitlemenin belirgin olarak daha etkili olduğu bulunmuştur (9, 11, 12). Bazı araştırmacılar porselen yüzeyler için HF asidi fosforik asitten üstün bulurken (13, 14), bazıları da fark olmadığını belirtmişlerdir (15). Porselen yüzeyine uygulanan HF asit ile porselenin ıslanabilirliği değiştiği için porselenin yüzey enerjisi ve rezine bağlanma potansiyeli de değişmektedir (16-19).

Invitro çalışmada test edilen örnekler arasında en yüksek makaslama dayanımı gösteren grubun asitleme materyali %37'lik fosforik asittir. Ancak burada yüzey preparasyonu için sadece asit kullanılmadığından bu sonucu fosforik asitle pürüzlendirme işlemine bağlamak hatalı olur. Çalışmada tamir setleri bir bütün olarak kullanılmış ve kendi aralarında karşılaştırılmıştır.

Aluminyumoksit ile kumlama yapılarak yüzey pürüzlendirildiğinde bağlanma için yüzey alanı artar

ve yüzey gerilimi azalır. Bu yüzey hazırlığı da rezinlerin yüzeyi daha etkili olarak ıslatmasına olanak tanır (20). Porselen yüzeyi alumina ile kumlanınca mikromekanik pürüzlendirme ve küçük alumina partikülleri ile kaplama meydana gelir (21). Metal yüzeylerin kumlanması, asitle pürüzlendirme ve frezle mekanik pürüzlendirmeden daha fazla kimyasal reaksiyona neden olmaktadır (22). El-Sherif, Willams, Chung, yüzeylerin aluminyumoksit ile kumlanmasının kompozit-kıymetsiz metal alaşımı arasındaki bağlanma direncini arttırdığını belirtmişlerdir (23-25).

Jochen ve Caputo, porselen yüzeyinin elmas frezle pürüzlendirilmesi ile tamir materyalinin retansiyonunun arttığını söylemişlerdir (26). Leibrock ve arkadaşları yaptıkları çalışmada özel olarak dizayn edilen K1 frezinin porselen yüzeyinde pöröz bir yapı yarattığını ve kopan porselen parçalarını daha iyi uzaklaştırdığını belirtmişlerdir (27). Çalışmada kullanılan Silistor tamir setinde özel K1 frezi bulunmaktadır. Ancak bu frez üretici önerisine göre sadece tek kullanımlık olup ekonomik açıdan elverişli değildir. Ayrıca Shahverdi ve arkadaşlarının 1998 yılında yaptıkları çalışmada da belirttikleri gibi, bu frez kullanıldığı durumlarda yetersiz mikro retansiyon elde edilmiştir (28). Bu çalışmada da bu tamir seti için elde edilen düşük bağlanma direnci değerlerinin bir nedeni de K1 frezi ile pürüzlendirme işlemine bağlanabilir.

Şen ve arkadaşları, elmas frezle yapılan yüzey pürüzlendirmesi sonucunda bağlantı direncinin asit ile pürüzlendirme yönteminden daha düşük olduğunu bulmuşlardır (29). Lacy, porselen yüzeyinin elmas frezle pürüzlendirilmesi sonucu en düşük makaslama dayanımı elde etmiştir (30). Wood, porselen yüzeylerinin elmas frezle pürüzlendirilmesiyle kırık oluşumunun başlayabileceğini veya tetiklenebileceğini ve böylelikle restorasyonun başarısızlıkla sonuçlanacağını bildirmiştir (31). Bu çalışmada da elmas frezle pürüzlendirme yapılan örnekler, kumlama yapılan örnekler göre makaslama dayanımı açısından daha düşük değerler vermiştir.

Aluminyumoksitle kumlama yapılmış ve HF asit uygulanmış yüzeylerin üzerine silan bağlama ajanları sürüldüğünde kompozit ile porselen arasındaki bağlanma direnci %25 oranında artar (32). Silanla tedavi edilen porselen yüzeyinin ıslanabilirliği artar ve porselenle kompozit arasında kovalent bağ formu oluşumuna katkıda bulunur (32). Yüzeyin asitlenmesinden sonra silanların kullanımı bağlanma direncini arttırmaktadır. Silan ve

asitlemenin kombine etkisi sadece asit veya sadece silan uygulamasından daha önemlidir (33-36). Bu çalışmada tüm tamir setleri içinde silan bağlayıcı ajan olduğunda uygulamalar silanla kombineli olarak yapılmıştır. Tüm örnek yüzeyleri için en yüksek bağlanma direnci gösteren Ceramic Repair için kanımızca silan bağlama ajanı daha önemli bir rol oynamıştır. Çünkü yüzey pürüzlendirmesinde kullanılan fosforik asidin nispeten düşük etkisi silan ile en üst seviyeye çıkarılmıştır.

Kombine tedavi tetkikleri ile daha yüksek bağlanma direnci sağlanacağını savunan araştırmacılardan Stokes ve Shahverdi, kumlama ve silan uygulaması ile tek tek uygulamalardan daha yüksek bağlanma direnci değerlerinin elde edileceğini belirtmişlerdir (28, 36). Thurmond ve Pameijer, yaptıkları çalışmanın sonucunda porselen yüzeyine alüminyumoksit kumlamasını takiben uygulanan HF asidin diğer tek tek uygulanan işlemlerden daha yüksek bağlanma direnci oluşturduklarını söylemişlerdir (37, 38). Bu çalışmada da tamir setlerinin içinde bulunan tüm materyaller kombineli olarak kullanılmıştır.

Chung, porselen tamir setlerinin bağlanma dirençlerini karşılaştırdığı çalışmada yüzey pürüzlülüğünü profilometrede değerlendirmiştir (39). Metalin 50µm'lik alüminyumoksit ile kumlama ile ortalama Ra değeri 0.71µm, porselenin ise 1.85µm olarak kaydedilmiştir. %9.5'lük HF asidin 4 dakika porselen yüzeyine uygulanması ile ise 3.33µm'lik yüzey pürüzlülüğü sağlanmıştır. Bu çalışmada da benzer uygulamalar yapılmış ve porselen yüzeyi için HF asidin, metal yüzeyi için ise kumlamanın daha etkili olduğu görülmüştür.

Düzensiz yüzeyler daha büyük yüzey alanına sahiptir ve düzgün yüzeylerin toplam yüzey enerjisinden daha fazladır. Böylece, daha büyük bağlanma direnci yaratabilirler. Eğer düzensizlikler andıkat gibi yapılsa bağlanma mikromekanik kilitleme şeklinde meydana gelir (40). Bu çalışmada elmas frezle pürüzlendirme tüm örneklerde en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerini vermiştir. Ancak, SEM fotoğraflarında kumlama ve asitle pürüzlendirme ile daha ince pürüzlülük görülmesine rağmen, frezle pürüzlendirmede daha mikro-retantif yüzey elde edilmiştir. SEM fotoğraflarında asitle pürüzlendirme işleminin, porselen yüzeyler için daha etkili olduğu gözlenmiştir.

Metal ve porselen örneklerin Ra değerleri metal-porselen örneklerle karşılaştırıldığında daha düşük çıkmıştır. Bunun muhtemel nedeni bir yüzeyden diğerine geçişte ölçümün etkilenmiş olabileceğidir.

Çeşitli porselen tamir sistemleri kullanılarak porselen yüzeyine uygulanan makaslama dayanımı testlerinde 6-29.9MPa arasında değerler bildirilmiştir (12, 41, 42). Diğer bir makaslama dayanımı test değeri 1-17MPa arasında bulunmuştur (41-43). Bu çalışmada ise porselen yüzeyine uygulanan beş farklı tamir materyalinin makaslama dayanımı testlerinden 0.8-24.9MPa arasında değerler elde edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında farklılık göstermektedir. Ancak burada çalışma dizaynının farklılığı, yüzey alanı, pürüzlendirme metodları, kullanılan tamir setleri ve testten önceki bekleme koşullarının etkisi gözönüne alınmalıdır. Çalışmada kullanılan tamir sistemlerinin hepsinde silan içerikli materyal yer almaktadır, ancak bileşim ve oranları farklıdır. Bütün gruplardan aynı bağlanma direnci değerleri alınmaması bu nedenle olabilir.

Beck ve Hirschfeld, kompozit rezinlerin oksit veya metal yüzeyine bağlanma dirençlerini, porselene bağlanma dirençlerinden daha düşük bulmuşlardır (44). Burada kalan porselen miktarının önemli olduğu belirtilmiştir. Uygulanan testin ardından oluşan kopma yüzeyleri ise genellikle metal kompozit rezin ara yüzünde meydana gelmiştir (44). Bu çalışmada da benzer olarak örneklerde genellikle metal-kompozit arayüzünde kopmalar gözlenmiştir. Güçlü bağlanma direnci gösteren porselen yüzeyler ile özellikle Ceramic Repair seti arasında porselen-porselen yüzeyleri arasında da koheziv kopma meydana gelmiştir.

SONUÇ

Yeni gelişen adeziv teknikler ve kompozit rezin uygulamaları ile, özellikle restorasyonun küçük bir kısmının zarar gördüğü durumlarda ağız içi porselen tamir uygulamaları basit, tekrarlanabilir ve etkili bir tedavi seçeneğidir. Yapılan araştırmanın bulguları ve istatistiksel analiz sonuçları ışığı altında şu sonuçlar elde edilmiştir;

1. Metal, porselen ve metal-porselen olarak hazırlanan örnek yüzeylerinden; porselen yüzeyli örnekler, uygulanan makaslama dayanımına karşı en yüksek değeri vermiştir.

2. Aluminyumoksit partikülleri kullanılarak yapılan kumlama ve frezle yüzey pürüzlendirmeleri karşılaştırıldığında; kumlama ile daha yüksek makaslama dayanımı değerleri elde edilmiştir.
3. Metal, porselen ve metal-porselen olarak hazırlanan her üç örnek yüzey grubu için uygulanan 5 farklı tamir setinden Ceramic Repair (Vivadent) ağız içi porselen tamir seti en yüksek makaslama dayanımı değerlerini vermiştir.
4. Örnekleri test etmeden önce uygulanan; 1 gün, 1 hafta ve 1 ay distile suda bekletme süreleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak genel olarak 1 gün suda bekletilen örneklerin makaslama dayanımı değerleri, diğer gruptakilere göre daha yüksek bulunmuştur.
5. Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi için kullanılan profilometrik inceleme ve taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesi sonucunda; metal yüzeyler için kumlama, porselen yüzeyler için ise HF asit uygulamasının daha etkili olduğu, ancak en pürüzlü yüzeyin frezle elde edildiği gözlenmiştir.
6. Chadwick R.G., Mason A.G, Sharp W. (1998). Attempted Evaluation of Three Porcelain Repair Systems-What Are We Really Testing? *J Oral Rehabil*, 25: 610-615
7. Beck D.A, Janus C.E., Douglas H.B. (1990). Shear Bond Strength of Composite Resin Porcelain Repair Materials Bonded to Metal and Porcelain. *J Prosthet Dent*, 64: 529-533
8. Özcan M. (1999). Fracture Strengths of Ceramic-Fused-to-Metal Crowns Repaired with Two Intraoral Air-Abrasion Techniques and Some Aspects of Silane Pretreatment-A Laboratory and Clinical Study (Thesis). Cologne:University of Cologne
9. Stangel I., Nathanson D., Hsu C.S. (1987). Shear Strength of The Composite Bond to Etched Porcelain. *J Dent Res*, 66: 1460-14
10. Bertolotti R.L. (1983). Porcelain-to-Metal Bonding and Compatibility. In: McLean JW (ed). *Dental Ceramics, First ISC*. Chicago; Quintessence, pp. 415-4
11. Rosen H. (1990). Chairside Repair of Ceramometal Restorations. *J Can Dent Assoc*, 56:1029-1033
12. Suliman A.H., Swift E.J., Perdigao J. (1993). Effects of Surface Treatments and Bonding Agents on Bond Strength of Composite Resin to Porcelain. *J Prosthet Dent*, 70: 118-120
13. Taira Y., Yoshida K., Matsumura H., Tanaka T., Atsuta M. (1991). Adhesive Metal Primers for a Light Cured Opaque Resin. In: *Advanced Prosthodontics Worldwide, Proceeding on World Congress on Prosthodontics held in Hirosima*. Hirosima, Japan: Publication Committee; September, p.217
14. Aida M., Hayakawa T., Mizukawa K. (1995). Adhesion of Composite to Porcelain with Various Surface Conditions. *J Prosthet Dent*, 73: 464-470
15. Pratt R.C., Burgess J.O., Schwarts R.S., Smith J.H. (1989). Evaluation of Bond Strength of Six Porcelain Repair Systems. *J Prosthet Dent*, 62: 11-13
16. Phoenix R.D., Shen C. (1995). Characterization of Treated Porcelain Surfaces via Dynamic Contact Angle Analysis I. *Int J Prosthodont*, 8: 187-194
17. Phoenix R.D., Shen C. (1995). Charecterization of Treated Porcelain Surfaces via Dynamic

KAYNAKLAR

1. Baker C.R. (1965). History of Crown and Bridge Prosthodontics. In: Tylman SD. Ed. *Theory and Practice of Crown and Bridge Prosthodontics*. St. Louis: The CV Mosby Co
2. Magitot E. (1892). The History of The Mutilation of Teeth. *Dent Items Int*, 15:356
3. Llobell A., Nicholls J.I., Köis J.C., Daly C.H. (1992). Fatigue Life of Porcelain Repair Systems. *Int J Prosthodont*, 5: 205-213.
4. Haselton D.R., Diaz-Arnold A.M., James T.D. (2001). Shear Bond Strengths of Intraoral Porcelain Repair Systems to Porcelain or Metal Substrates. *J Prosthet Dent*, 86: 526-531
5. Thurmond J.W., Barkmeier W. W., Wilwering T.M. (1994). Effects of Porcelain Surface Treatments on Bond Strenths of Composite Resin Bonded to Porcelain. *J Prosthet Dent*, 72: 355-359

- Contact Angle Analysis II. *Int J Prosthodont*, 12: 415-418
18. Jardel V., Degrange M., Picard B., Derrien G. (1999). Surface Energy of Etched Ceramic. *Int J Prosthodont*, 8:187-194
 19. Jardel V., Degrange M., Picard B., Derrien G. (1999). Correlation of Topography to Bond Strength of Etched Ceramic. *Int J Prosthodont*, 12: 59-64
 20. Swift EJ Jr. (1989). New Adhesives Resins. A Status Report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent*, 2: 258-260
 21. Kern M., Thompson V.P. (1993). Sandblasting and Silica Coating of a Glass-Infiltrated Alumina Ceramic: Volume Loss, Morphology, and Changes in The Surface Composition. *J Prosthet Dent*, 71: 453-461
 22. Bertolotti R.L. (1983). Porcelain-to-Metal Bonding and Compatibility. In: McLean JW (ed). *Dental Ceramics*, First ISC. Chicago; Quintessence, pp. 415-441
 23. El-Sherif M.H., El-Messery A., Halhoul M.N. (1991). The Effect of Alloy Surface Treatments and Resins on the Retention of Resin-Bonded Retainers. *J Prosthet Dent*, 65: 782-786
 24. Williams V.D., Arnold A.D., Aquilino S. (1992). Bond versus Rebond Strengths of Three Luting Agents for Resin Bonded Fixed Partial Dentures. *J Prosthet Dent*, 67: 289-292
 25. Chung K.H., Hwang Y.C. (1997). Bonding Strengths of Porcelain Repair Systems With Various Surface Treatments. *J Prosthet Dent*, 78: 267-274
 26. Jochen D.G., Caputo A.A. (1977). Composite Resin Repair of Porcelain Denture Teeth. *J Prosthet Dent*, 38: 673-679
 27. Leibrock A., Degenhart M., Behr M., Rosentritt m., Handel g. (1999). In Vitro Study of The Effect of Thermo- and Load_Cycling on The Bond Strength of Porcelain Repair Systems. *J Oral Rehabil*, 26: 130-1
 28. Shahverdi S., Canay Ş., Şahin E., Bilge A. (1998). Effects of Different Surface Treatment Methods on The Bond Strength of Composite Resin to Porcelain. *J Oral Rehabil*, 25: 699-705
 29. Şen D., Nayır E.H. (1997). Pürüzlendirme İşlemlerinin Porselen Lamine Veneerlerin Bağlantı Dayanıklılığı Üzerine Etkileri. *Dışhekimliğinde Klinik Dergisi*, 4: 197-200
 30. Lacy A.M., LaLuz J., Watanabe L.G., Dellings M. (1988). Effect of Porcelain Surface Treatment on The Bond to Composite. *J Prosthet Dent*, 60: 288-294
 31. Wood M., Litkowski L.J., Thompson V.P., Church T. (1992). Repair of Porcelain/Metal Restoration with Resin Bonded Overcasting. *J Esthet Dent*, 4: 110-117
 32. Rochette A.L. (1975). A Ceramic Bonded by Etched Enamel and Resin for Fractured Incisors. *J Prosthet Dent*, 33: 287-293
 33. Ferrando J.M., Graser G.N., Tallents R.H., Jarvis R.H. (1983). Tensile Strength and Microleakage of Porcelain Repair Materials. *J Prosthet Dent*, 50: 44-50
 34. Montes-G G.M., Draughn R.A. (1986). In Vitro Surface Degradation of Composites by Water and Thermal Cycling. *Dent Mater*, 2: 193-197
 35. Montes-G G.M., Draughn R.A. (1987). Slow Crack Propagation in Composite Restorative Materials. *J Biomed Mater Res*, 21: 629-642
 36. Stokes A.N., Tay W.M., Pereira B.P. (1993). Shear Bond of Resin Cement to Post-Cured Hybrid Composites. *Dent Mater*, 9: 370-374
 37. Thurmond J.W., Barkmeier W.W., Wilwerding T.M. (1994). Effects of Porcelain Surface Treatments on Bond Strengths of Composite Resin Bonded to Porcelain. *J Prosthet Dent*, 72: 355-359
 38. Pameijer C.H., Louw N.P, Fisher D. (1996). Repairing Fractured Porcelain: How Surface Preparation Affects Shear Force Resistance. *JADA* 127: 203-209
 39. Chung K.H., Hwang Y.C. (1997). Bonding Strengths of Porcelain Repair Systems With Various Surface Treatments. *J Prosthet Dent*, 78: 267-274
 40. Van Noort R.J., Davis L.G. (1984). The Surface Finish of Composite Resin Restorative Materials. *Br Dent J*, 157: 360-363
 41. Appeldoorn R.E., Wilwerding T.M., Barkmeier W.W. (1993). Bond Strength of Composite Resin to Porcelain With Newer Generation of Porcelain Repair Systems. *Am J Dent*, 6: 291-294
 42. Wolf D.M, Powers J.M., O'Keefe K.L. (1992). Bond Strengths of Composite to Porcelain Treated With New Porcelain Repair Agents. *Dent Mater*, 8: 158-161

43. Berksun S., Saadet S. (1994). Shear Strength of Composite Bonded Porcelain-to-Porcelain in a New Repair System. J Prosthet Dent, 71: 423-428
44. Beck D.A, Janus C.E., Douglas H.B. (1990). Shear Bond Strength of Composite Resin Porcelain Repair Materials Bonded to Metal and Porcelain. J Prosthet Dent, 64: 529-533

Yazışma Adresi:

Dr. Övül KÜMBÜLOĞLU

Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Bornova, 35100

İzmir

Tel: 232 3880327

Fax: 232 3880325

e-mail: kumbuloglu@hotmail.com