

KOMPOZİT REZİNİN PORSELEN İLE BAĞLANTISINDA FARKLI YÜZEY İŞLEMLERİNİN ETKİSİ

Şenay Canay *, Saeide Shahverdi **, Erdal Şahin *, Aytekin Bilge *

ÖZET

Bu çalışmada porselen/kompozit rezin ara yüzündeki başansızlıklar kesme tipi kuvvetler altında incelendi. Metal alt yapıların üzerine hazırlanan porselen yüzeylere taş ile pürüzlendirme, hidroflorik asit ile pürüzlendirme ve/veya mikroetcher ile kumlama yapıldı. Herbirinde yirmi iki örnek bulunan üç ana gruba iki farklı silan bağlantı ajanı uygulandı ve tüm örnekler hibrid tipte kompozit rezin ile onarıldı. Daha sonra her bir ana grup farklı bekleme süreleri uygulanan - 24 saat, 30 gün- iki alt gruba ayrıldı, ve ısı döngüsü sonrası örneklere kompozit rezin/porselen ara yüzünden kesme tipi yük, kırılma gerçekleşene değin uygulandı.

Sonuçta hem 24 saat hem de 30 gün bekleme süresinin, farklı yüzey işlemleri uygulanan gruplardaki bağlanma dayanıklılığında farklılıklar yarattığı izlendi. Mikroetcher, hidroflorik asit ve silanın birlikte kullanıldığı III Grupta ilk 24 saatte en yüksek değerler görülürken bunu silan uygulanan diğer gruplar izledi. 30 gün bekledikten sonra en yüksek bağlantı sadece hidroflorik asit ve silanın birlikte uygulandığı IV Grupta elde edildi.

Porselen yüzeyine silan uygulanması önemlidir, çünkü sadece hidroflorik asit ile pürüzlendirilen yüzeylerden elde edilen sonuçlar hem asit hem de silanın birlikte uygulandığı gruptan daha düşük sonuçlar vermektedir. Bekleme süresine bağlı olarak bağlantı değerleri II. ve III. Grupta azaldı, bu durum özellikle II. Grupta istatistiksel olarak belirgindir ($t = 2.38$, $P = 0.018$).

Anahtar kelimeler: Kompozit rezin, porselen kırıkları, porselen pürüzlendirmesi, silan bağlantı ajanı

SUMMARY

EFFECTS OF DIFFERENT SURFACE TREATMENT METHODS ON THE BOND STRENGTH OF COMPOSITE RESIN TO PORCELAIN

In this study failures of composite resin/porcelain interfaces under shear loading were examined. Porcelain firig were made onto metal cylinders and porcelain surfaces were roughened with burs or treated with hydrofluoric acid gel and/or sandblasted with microetcher. Two silane coupling agents were used in three groups, each of which had twenty-two samples. All of the treated samples were restored with a hybrid composite resin. Then each group was divided into two sub-groups according to storage times of 24 hours and 30 days. After thermocycling the samples were subjected to shear force at the composite resin / porcelain interface until fracture occurred. The results showed that there were differences both in the 24 hour and 30 days storage period bond strengths between several of the surface treatment methods. The samples treated with all three of the microetcher, hydrofluoric acid and silane exhibited the highest shear bond values after 24 hour storage, followed by Group II and IV which were also treated with silane.

After 30 days, the highest mean shear bond strength values were with Group IV treated with hydrofluoric acid and silane.

Silane pretreatment of porcelain was important as the bond strength of etched/silane primed specimens were higher than the etched only specimens in 24 hours. Sandblasting has little effect on the bonding.

The storage period decreased the bond strength of samples in Group II and III but particularly in Group II, the difference was more significant ($t=2.38$, $p=0.018$).

Key words: Composite resin, Porcelain etching, Porcelain fracture, Silane coupling agent

* Hacettepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi,

** Hacettepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi.

GİRİŞ

Porselen restorasyonlar gösterdikleri mükemmel doku uyumu nedeniyle dişhekimliğinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Porselen metaryali her ne kadar çok iyi bir estetiğe sahip iseler de klinik şartlarda travma ve yorgunluğun neden olduğu başarısızlıklar meydana gelebilmektedir.

Hatalı okluzyon, yetersiz metal desteği ve artırılmış porselen kalınlığı da sonucu etkilemektedir. Porselen restorasyonlardaki kırılmalar hem hekim hem de hasta tarafından istenmeyen ve ekonomik olmayan bir problemdir. Diğer açılardan kullanılabilir durumda olan bir protezin sadece bu nedenle yenilenmesi yerine estetik olarak tamir edilmesi ise güzel bir seçenektir. Bu amaçla günümüzde birçok bağlantı sistemleri geliştirilmiştir, bunların bazıları geçici amaçlı dahi olsa sabit protezin bir süre daha kullanılabilmesini sağlaması açısından tercih edilir.

Porselen restorasyondaki kırık eğer ufak bir parça ise kompozit rezinler, estetik görünüşleri ve manüplasyon kolaylıkları nedeniyle rahatlıkla kullanılabilir bir materyaldir¹⁻⁷.

Geniş kırıklar ise aynı teknikle tamir edilebileceği gibi üzerine porselen laminate venter yapılarak ta onarılabilir⁸⁻¹¹.

İlk çıkan tamir sistemlerinde porselen ile kompozit rezin arasında stabil bir bağlantı sağlayabilmek için mekanik tutucu sistemler silanlarla birlikte kullanılmaktaydı^{1,12,13}. Ancak bekleme süresi, ısı döngü ve yüzey işlemleri söz konusu olduğunda elde edilen sonuçların pek fazla tatminkar olmadığı gözlemlendi. Bunun üzerine yeni çıkarılan sistemlerde alüminyum oksit ile aşındırma, elmas ile pürüzlendirme ve Hidroflorik asit (HF) ile pürüzlendirme uygulamaya başlandı^{2,14-17}. Özellikle HF asit ile yapılan pürüzlendirme sonrası silan bağlantı ajanlarının kullanılmasının çok iyi sonuçlar verdiği bildirildi^{13,16,18,19}.

Ancak LİF'in bağlantı için çok iyi bir yüzey yarattığı gözlemlense de, ağız içinde kullanılması sakıncalar doğurmaktadır. O nedenle bazı çalışmalar

larda %1 .23'lük Asidüle Fosfat Florür jeli (APF) veya % 37'lik fosforik asit (H_2PO_4) , HF asit yerine uygulanmıştır^{1,20,21}.

Porselen tamirinde bir başka teknik ise kırık bölgenin ağız içinde direk 'Microetcher" ile pürüzlendirilmesidir^{22,23}.

Kullanılan kompozit rezin de porselen ile olan bağlantıda etkilidir. Makrofil kompozitlerle, hibrid tip rezinler, mikrofil kompozitlere göre porselen arayüzeyinde daha yüksek bağlantı dayanıklılığı vermektedir^{24,25}.

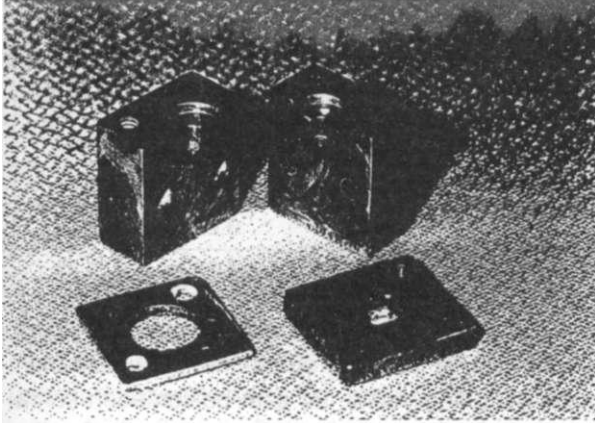
Porselen tamir sisteminin başarısı büyük ölçüde porselen ile kompozit arasındaki bağlantıya bağlıdır. Bu bağlantı ise kimyasal ve mekanik yöntemlerin birlikte ya da ayrı ayrı uygulanması ile elde edilir.

Bu çalışmanın amacı; porselen yüzeyinde yapılan değişik yüzey işlemlerinin kompozit rezin ile arasındaki bağlantıya kesme tipi yüklemeler altında incelenmektir.

MATERYAL VE METOD

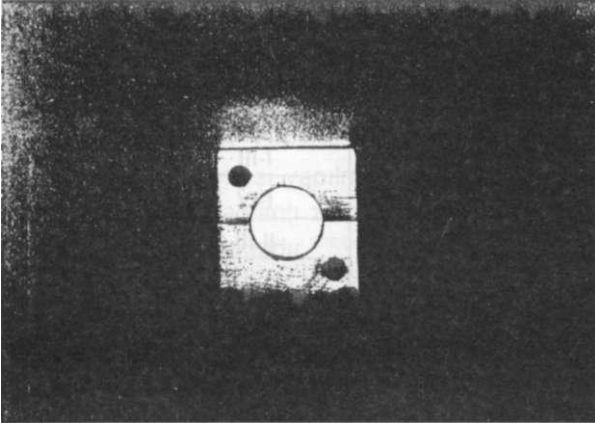
Kompozit rezin ile porselen arasındaki tutuculuğu belirlemek amacıyla iki kimyasal bağlantı ajanı (silan) ve üç farklı mekanik yüzey işlem yöntemi HF asit ile pürüzlendirme, alüminyum oksit ile kumlama, yeşil taş ile pürüzlendirme) kullanıldı. Seksen sekiz metal alt yapı nikel-krom alaşımından (Remanium GS; Dentaurum, Pforzheim, Germany) döküm yoluyla elde edildi. Bu amaçla çelikten bir kalıp yapıldı (Şekil 1). Örneklerin üst kısmının çapı 10mm, kalınlığı 2mm sapının çapı 3mm uzunluğu ise 3mm olarak belirlendi. Kalıp içine akıtılan mum, sertleştikten sonra çıkarılarak rövetmana alındı ve döküm makinasında merkezkaç kuvveti ile döküldü (Fornax 35-EM Bego, Bremen). Dökümden sonra tijleri kesildi, tesfiyeleri yapıldı, kumlandı ve kalba uyumlandıktan sonra ultrasonik temizleyicide etil asetat ile temizlendi.

Çelik kalıp lak ile izole edildikten sonra üzerine ikinci parçası yerleştirildi ve metal alt yapılar üzerine, sırasıyla opak ve dentin porselen (Vita VMİK 68, Germany) uygulandı. 2.5mm kalınlığındaki



Şekil 1. Örnek hazırlanması için yapılan özel kalıp

porcelen, metal alt yapılar ile birlikte fırınladı (Jelenko, Commodore VPF). Fırından çıkan örnekler yavaş turlarla düzeltildi, örneğin sapma dik olacak düzgün bir yüzey elde edildi (Şekil 2).



Şekil 2. Yüzey işlemi yapılmadan önce kalıp içine yerleştirilmiş porcelen örnek

Tüm örnekler tek tek incelendi, pörözite veya büyük hava boşlukları olanlar yenilendi. Hazırlanan toplam 88 örnek, herbirinde 22 adet bulunan 4 ana gruba ayrıldı (Tablo I).

Tablo I. Örnek grupları

Grup	Taşla pürüzlendirme	Microetcher ile kumlama	HF asit ile pürüzlendirme	Silan uygulaması	Bonding ajan
I. Grup		+	+		+
II. Grup	+			(Silicer) +	+
III. Grup		+	+	(Monobond-S) +	+
IV. Grup			+	+	+

I. Grup Porcelen yüzeyine 50 p Al₂O₃ ile 60 saniye 50 psi basınç altında yüzeye 90- açı ve 10 mm uzaklıktan kumlama "Microetcher" ile yapıldı (Danville Engineering, Danville, Calit) kumlamadan sonra örnekler yıkandı ve kurutuldu. Ardından %5 l'F asit ile (IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar, Liechtenstein) 60 saniye pürüzlendirildi, suyla iyice yıkandı, yağ içermeyen bir hava spreyi ile kurutuldu.

II. Grup Porcelen yüzeyler K 1 taşlarla pürüzlendirildi (Silistor, Kulzer Co., Germany), yıkandı, kurutuldu. Silan (Silicer; Silistor, Kulzer Co., Germany) bağlantı ajanı üretici firmanın önerisine uygun olarak sürüldü ve hava ile 2 dakika açıkta kurutuldu.

III. Grup Yukarıda anlatıldığı şekilde Mikroetcher ile kumlandıktan ve HF asit ile pürüzlendirildikten sonra silan ajanı (Monobond-S, Vivadent, Liechtenstein) porcelen yüzeyine hafifçe bir fırçayla sürüldü, 30 saniye beklendi ve hava spreyi ile ince bir tabaka haline gelecek şekilde kurutuldu.

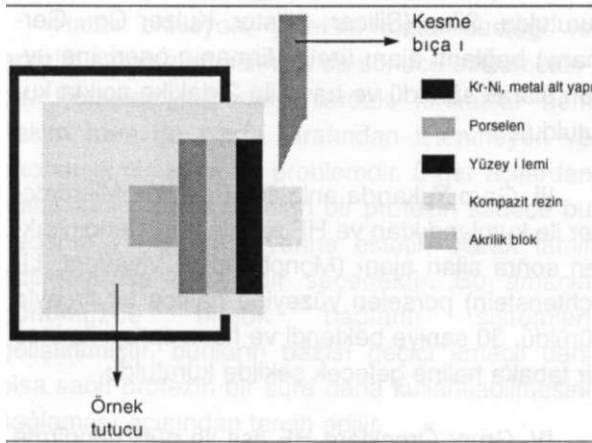
IV. Grup: Örneklere HF asit ile pürüzlendirme ve silan (Monobond-S) uygulandı. Kumlama veya taşlama bu grupta yapılmadı.

Tüm örnek yüzeylerine bağlayıcı ajan (Adhesiv ve Bond II, Kulzer GmbH Germany) sürüldü ve Heliolux ışın cihazı ile polimerize edildi. Hazırlanan örnekler çelik kalıba yerleştirildi ve kalıbın üçüncü parçası -standart rezin kalınlığı sağlamak amacıyla ortasında 5.5x5.6mm açıklık bulunan- en üst kısma monte edildi.

Hibrid tipteki kompozit rezin (Charisma; Heraeus, Kulzer GmbH, Germany) 2mm kadar yüksekliği olan açıklığa uygulandıktan sonra herbir yönden 40 saniye Heliolux cihazı 450 açı ile tutularak toplam 200 saniye olacak şekilde polimerize edildi.

Bu işlemin ardından 4 ana grup örnek kendi içinde ikişer gruba ayrıldı. Böylece 22 örnek içeren her bir ana grubun 11 örnek içeren 1 alt grubu 24 saat distile suda, 11 örnek içeren 2. alt grubu ise oda ısısında 30 gün bekletildi. Bu sürelerin sonunda örneklerin 2. alt gruplarına 5-55 °C arasında 200 kez ısıl döngü uygulandı. Her bir banyo içinde bekletme süresi 30±2 saniye olacak şekilde ayarlandı.

Örneklere kesme tipi kuvvetler Hounsfield Tensometer aletinde (81 Morland Road, Croydon) 0.5mm/dakika hız ile uygulandı. Kesme bıçağının uyguladığı baskı tipindeki yükleme, örnek yüzeyine kesme tipi kuvvet olarak iletildi. Bunu sağlamak amacıyla yapılan tutucu kalıp içine örnekler öyle yerleştirildi ki keskin uçlu yük bıçağı porselen bağlantı yüzeyine paralel olacak şekilde yük uygulayabildi (Şekil 3).



Şekil 3. Tamiri yapılmış örneğin test apareyindeki şematik çizimi.

Yükleme porselen-kompozit rezin ara yüzeyinde ayrılma olana değin uygulandı. Elde edilen değerler MPa'a çevrildi (Tablo II, III). Sonuçlar tek yönlü Varyans Analizi ve Student's-t testi ile %95 güvenilirlik seviyesinde istatistiksel olarak değerlendirildi.

BULGULAR

Kompozit rezinin porselene olan bağlantısının kesme tipi yüklemeler altındaki dayanıklılık verilen 24 saat ve 30 gün sonra elde edildi, bunlar Tablo II

Tablo II. Ortalama kompozit rezin - porselen bağlantı değerleri (24 saat sonra) (MPa)

Gruplar	Ortalama (X)	Standart Sapma (SD)	Standart Hata (SE)
I. Grup	9.72	2.78	0.98
II. Grup	17.55	2.97	1.01
III. Grup	18.66	3.35	0.99
IV. Grup	17.50	2.80	1.35

Tablo III. Ortalama kompozit rezin - porselen bağlantı değerleri (30 gün) (MPa)

Gruplar	Ortalama (X)	Standart Sapma (SD)	Standart Hata (SE)
I. Grup	10.82	3.09	0.83
II. Grup	13.89	3.36	0.90
III. Grup	16.88	3.27	1.10
IV. Grup	19.75	4.26	0.88

ve III te sırasıyla izlenmektedir. Uygulanan yüzey işlemlerinin ve bekleme sürelerinin sonuçlara olan etkisi Şekil 4'te verildi. 24 saat beklemeden sonra elde edilen en yüksek değerler sırasıyla III. Grup'ta (18.66 ± 3.35 MPa), II. Grup'ta (17.55 ± 2.97 MPa) ve IV. Grup 'ta (17.50 ± 280 MPa) iken 1. Grup' ta en düşük değerler saptanmıştır (9.72 ± 2.78 MPa). Tek yönlü varyans analizine (ANOVA) göre 4 grup arasında istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($F=20.85$, $p=0.00$).

Tablo IV: Kesme tipi dayanıklılık testi sonuçları, ANOVA (24 saat)

Gruplar	P
I-II	*
I-III	*
I-IV	*
II-III	
II-IV	
III-IV	

İstatistiksel olarak anlamlı

Sonuçlar bu farkın yüzeye sadece kumlama ve asit ile pürüzlendirme yapılan 1. Grup' dan kaynaklandığını göstermektedir (Tablo IV).

30 gün bekleldikten sonra elde edilen değerler Tablo III'de verilmiştir. Bunlar sırasıyla IV. Grup (19.75 ± 4.26 MPa), III. Grup (16.88 ± 3.27 MPa), II. Grup (13.89 ± 3.36 MPa) ve

I. Grup (10.82 ± 3.09 MP'a) dur. Yapılan ANOVA testine göre I. ve III. Grup, I. ve IV. Grup, II. ve IV. Grup arasında istatistiksel olarak önemli farklılık vardır ($F=12.07$, $p=0.00$), (Tablo V).

24 saat ve 30 gün beklemeden

Tablo V: Kesme tipi dayanıklılık testi sonuçları, ANOVA (30 gün)

Gruplar	P
I-II	
I-III	*
I-IV	*
II-III	
II-IV	*
III-IV	

İstatistiksel olarak anlamlı

sonra elde edilen sonuçların karşılaştırılmasında ise sadece II. grupta -KI taşlarla pürüzlendirilen ve silan ajanı uygulanan - bağlantı dayanıklılığında belirgin bir azalma izlenmiştir ($t=2.83$, $p=0.018$). Diğer gruplarda istatistiksel olarak bir farklılık elde edilmemiştir (Tablo VI).

TARTIŞMA

Çalışmamızda farklı yüzey işlemleri uygulanan porselen yüzeyine kompozit rezinin optimum bağlantısı test edilmiştir. Daha önce yapılan birçok çalışmada mekanik tutuculuğun, kimyasal ajanların veya her ikisinin birden uygulanmasının etkisi incelenmiştir^{1,5-7,12,13,16,26,27}.

Kimyasal ajanların bağlantı karakterinin yeterliliği nedeniyle, adezyonu artırmak amacıyla porselen yüzeyinin fiziksel olarak da hazırlanması gerekmektedir.

Bu çalışmada Mikroetcher ile kumlama, KI taşlarla pürüzlendirme, HF asit ile pürüzlendirme ve silan ajanı uygulaması yapılmıştır. Kimyasal ajanlarla oluşturulan bağlantı zamana ve ısıl döngüye bağlı olarak azalmaktadır^{2,12-15,28}.

Porselen yüzeyleri, kompozit rezin ile tamir edildikten sonra gruplar ikiye ayrılmış ve 44 örneğe 30 gün bekledikten sonra test uygulanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde sadece II. Grup da iki farklı zaman süresi ve ısıl döngünün istatistiksel olarak farklılık yarattığı gözlenmiştir. Ancak bu süre 30 günden daha fazla olsaydı sonuçların değişeceğini düşünüyoruz. Kern ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada da 30 gün sonunda belirgin fark izlenmezken 150 gün sonra bağlantı dayanıklılığını oldukça azaltmıştır²⁹.

II. Grupta 24 saat sonra elde edilen 17.55 MPa olan değer diğer gruplardan farklı değildir. Ancak 30 gün sonra bu değer 13.89 MPa'a düşmektedir. Bunun nedeni Silistor tamir setinde bulunan KI taşları ile yapılan pürüzlendirmenin, uygulanan basınç ve turun hızı ile ilişkili olarak yetersiz katmasıdır. Her ne kadar bu grupta silan uygulanıyorsa da yetersiz mekanik tutuculuktan dolayı bağlantı dayanıklılığı artmamıştır.

Birinci gruptaki düşük tutuculuk ise silan uygulanmamasının, yapılan yüzey işlemi ne olursa olsun yeterli olmadığını göstermektedir. Silan ajanları kompozit rezin ile porselen arasında kimyasal bir bağlantı oluşturmakta ayrıca porselen yüzeyini ıslatarak düşük viskozitedeki rezinin yüzeydeki akıcılığını arttırmaktadır. Bu bulgular birçok araştırmacının sonuçları ile uyum içindedir^{15,30}.

Wolf ve arkadaşları çoğu olguda kumlamanın veya elmas frezlerle yapılan pürüzlendirmenin yeterli tutuculuğu sağladığını açıklamışlardır¹⁷. Ancak, daha kalıcı ve yüksek tutuculuk istendiğinde HF asit ile yapılan pürüzlendirmenin yüzeyde oluşturacağı derin asit penetrasyonu nedeni ile en etkin yöntem olduğunu da vurgulamışlardır. Porselen tamir sistemlerinin bir çoğu bağlantı yapılacak porselen yüzeylerinin pürüzlendirmesini önler, fakat bu her zaman uygulanamayabilir. Nedeni de kırık dışındaki yüzeylerde bu işlemin mikrosızıntı ve kenar renklenmesine yol açabileceğidir. Bu durumu düşünen üreticiler son yıllarda hem glazürlü yüzeyde, hem de pürüzlendirilmiş yüzeyde birbirine yakın bağlantı değerleri veren tamir setleri üretmişlerdir^{13,31}.

Fonksiyonel yükler altında dayanıklı olabilmesi için tamir materyali ile restorasyon arasındaki bağlantının yeterli olması gerekmektedir. Bu arada materyal hem estetiği sağlamalı, hem de plak oluşumunu ve aşınmayı engellemesi için pürüzsüz bir yüzeye sahip olmalıdır. Kompozit rezinin porselene tutunması viskozitesine ve ıslatabilme kapasitesine bağlıdır. En az düzeyde ısıl genleşme ve polimerizasyon büzülmesi istenir. Bu nedenle mikrofil rezinler yerine çok güzel estetik özelliğe sahip olmalarına karşın makrofil rezinler daha iyi tutuculuk sağladıkları için tercih edilirler. Gregory ve Moss çalışmalarında hibrid kompozit rezinlen mikrofil rezinlerden daha iyi tutuculuk sağladıklarını, estetiklerinin ise bunlara çok yakın olduğunu vurgulamışlardır²⁵.

24 saat bekletilen örneklere yapılan ANOVA testi göstermiştir ki I. Grup ile diğerleri arasında belirgin bir fark vardır, çünkü silan uygulanmaması yüzeyin kumlaması veya asit ile pürüzlendirilmesine rağmen yetersiz tutuculuk vermektedir. Mekanik olarak hazırlanan yüzeylerde, silan uygulandığında

ise bir farklılık yoktur. Ancak 30 gün beklemeden sonra silan ile oluşturulan kimyasal bağlantı etkilendirilmektedir. KI taşlarla yapılan yüzey hazırlığı yetersiz olurken 60 sn % 5'lik HF asit ile pürüzlendirme bağlantı dayanıklılığını arttırmaktadır. Çalışmamızda da 50 p Al₂O₃ ile yapılan kumlama kompozit tamirleri için yeterli tutucu yüzey oluşturmaktadır. Ağız içinde HF asit uygulaması kısıtlı olduğundan silan ajanı sürülmeden önce yüzeyin kumlanması daha pratik bir uygulama olacağını düşünmekteyiz.

SONUÇ

1. Silan bağlantı ajanları kompozit ile porselen arasında iyi bir bağlantı sağlamakta etkilidir.

2. Taşlar ile yapılan pürüzlendirme yetersizdir.

3. Kumlama ve LİF asit ile pürüzlendirmenin ardından silan bağlantı ajanı uygulanması kesme tipi yüklemeler altında kompozit rezin ile porselen arasında klinik olarak kabul edilebilir bir tutuculuk sağlamaktadır.

4. Zamana bağlı olarak tutuculuk azalmaktadır. Kimyasal ve mekanik yöntemlerin birlikte uygulanması bunu belli ölçüde giderebilmektedir.

KAYNAKLAR

- Lacy AM, LaLuz J, Watanabe LG, Dellinges M. Effect of porcelain surface treatment on the bond to composite. J Prosthet Dent; 1988; 60: 288-91
- Pratt RC, Burgess JO, Schwartz RS, Smith 11-1. Evaluation of bond strength of six porcelain repair systems. J Prosthet Dent; 1989; 62:11-13.
- Swift EJ, Le Valley BD, Boyer DB. Evaluation of new methods for composite repair. Dent Mater 1992; 8: 362-365.
- Creugers NHJ, Snoek PA, Kayser AF. An experimental porcelain repair system evaluated under controlled clinical conditions. J Prosthet Dent;1992; 68: 724-727.
- Suliman AA, Swift E, Perdigo J. Effects of surface treatment and bonding agents on bond strength of composite resin to porcelain. J Prosthet Dent; 1993; 70: 118-120.
- Apeldoorn RE, Wilwerding TM, Barkmeier WW. Bond strength of composite resin to porcelain with newer generation porcelain repair systems. J Prosthet Dent; 1993; 70:6-11.
- Thurmond JW, Barkmeier WW, Wilwerding TM. EtTect of porcelain surface treatments on bond strengths of composite resin bonded to porcelain. J Prosthet Dent; 1994; 72: 355-359.
- Lee JG, Moore BK, Avery DR, Hovijitra ST. Porcelain strengths of etched porcelain discs and three different bonding agents. J Dent; Children 1986; 53: 409-414.
- Cohen B, Weiner 5. Restoration of fixed partial dentures with fractured porcelain veneers using an overcasting. J Prosthet Dent;1989; 62:390-3 92.
- Rivera-Morales WC, Knoemchild KL, Ailen JD. Pontic repair of a porcelain-ftused-to-metal fixed partial denture with a castable ceramic material. Quintessence Int 1992; 23: 543-545.
- Burke EJT, Grey NJA. Repair of fractured porcelain units: alternative approaches. British Dent J. 1994; 176: 251-256.
- Bailey JH. Porcelain-to-composite bond strengths using four organosilane materials. J Prosthet Dent; 61: 174-177.
- Diaz-Arnold AM, Schneider RL, Aquilino SA. Bond strengths of intraoral porcelain repair materials. J Prosthet Dent 1989; 61: 305-309.
- Stokes AN, Hood JAA, Tidmarsh BG. Efect of 6-month water storage on silane-treated resin/porcelain bonds. J Dent;1988; 16: 294-296.
- Diaz-Arnold AM, Aquilino. An evaluation of the bond strengths of four organosilane materials in response to thermal stress. J Prosthet Dent 1989; 62: 257-260.
- Özden N, Akaltan F, Can G. Efect of surface treatments of porcelain on the shear bond strength of applied dual-cured cement. J Prosthet Dent;1994; 72: 85-88.

17. Wolf DM, Powers JM, O'Keefe KL. Bond Strength of composite to porcelain treated with new porcelain repair agents. *Dent Mater* 1992; 8:158-161.
18. Nicholls il. Tensile bond of resin cements to porcelain veneers. *J Prosthet Dent*. 1988; 60: 443-447.
19. Sorensen JA, Engelman MJ, Torres TJ, Avera SP. Shear bond strength of composite resin to porcelain. *Int J Prosthodont* 1991; 4:17-23.
20. Bertolotti RL, Lacy AM, Watanabe LG. Adhesive monomers for porcelain repair. *Int J Prosthodont* 1989; 2: 483-489.
21. Üçtaşlı 5. Repair strength of heat-pressed ceramics. *J of Oral Rehabil* 1996; 23: 139-142.
22. Microetcher Dental Bonding system, Danville Engineering mc. handbook.
23. Proano P, Nergiz 1, Pfeiffer P, Neidermeier W. Intraoral repair of fractured porcelain and composite veneered crowns and bridges. 2 nd International Symposium and Technology Ankara, Turkey 1995;26.
24. Lutz F, Phillips RW A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 480-488.
25. Gregory WA, Moss 5M. Effects of Heterogeneous layers of composite and time on composite repair of porcelain. *Oper Dent*. 1990; 15: 18-22.
26. Gregory WA, Hagen CA, Powers JM. Composite Resin Repair of porcelain using different bonding materials. *Oper Dent* 1988; 13: 114-118.
27. Pameijer CH, Louw NP, Fischer D. Repairing Fractured Porcelain: How surface preparation affects shear force resistance. *JADA* 1996; 127:203-209.
28. Bello AJ, Myers ML, Graser GN, Jarvis RH. Bond strength and microleakage of porcelain repair materials. *J Prosthet Dent* 1985; 54:788-791.
29. Kem M, Thompson VP. Bonding to glass infiltrated alumina ceramic: Adhesive methods and their durability. *J Prosthet Dent* 1995; 73: 240-249.
30. Aida M, Hayakawa T, Mizukawa K. Adhesion of composite to porcelain with various surface conditions *J Prosthet Dent* 1995; 73: 464-470.
31. Cochran MA, Carlson TJ, Moore BK, Richmond NL, Brackett WW. Tensile bond strengths of five porcelain repair systems. *Oper Dent*. 1988; 13: 162-167.