

FELDSPATİK SERAMİĞE REZİN SİMANIN KESME BAĞLANMA DİRENCİNE ASİT, ER:YAG VE ND:YAG LAZER UYGULAMALARI VE SİLANİZASYONUNUN ETKİSİ

The Effect of Acid, ER:YAG, ND:YAG Laser Treatments and Silanization Regimen on Shear Bond Strength of Resin Cement to Feldspathic Ceramic

Yrd. Doç. Dr. M. Şamil AKYIL*

Dr. Osman Fatih KARAALIOĞLU**

Prof. Dr. Zeynep YEŞİL DUYMUŞ***

ABSTRACT

Clinical performances of metal-free fixed-partial-dentures (FPD) made of feldspathic ceramic substantially rely on the adhesion of the resin cements to these restorative materials and tooth tissues. The aim of this study was to evaluate the effect of hydrofluoric acid, Er:YAG, Nd:YAG laser surface treatments, and silanization regimen on shear bond strength of resin cement to feldspathic ceramic.

Ninety feldspathic ceramic discs with a diameter of 7 x 3 mm (Noritake) were used in this study. The experimentals were assigned to 6 experimental groups (n=15). Group 1; etched with 9.5% hydrofluoric (HF) acid. Group 2; surface irradiation by the Er:YAG laser, with 2940 nm wavelength, power output; 3 W (300 mJ, 10 Hz) for 1 min. Group 3; surface irradiation by the Nd:YAG laser with 1064 nm wavelength, power output; 1 W (100 mJ, 10 Hz) for 1 min. Group 4; silan (Rely X Ceramic Primer S) application after HF acid etching. Group 5; silan application after Er:YAG laser irradiation. Group 6; silan application after ND:YAG laser irradiation. After surface treatments, the resin cement (Rely X ARC) was constructed as shaped of cylinder approximately 3 x 3 mm in dimensions on specimen's surfaces. All specimens were stored in distilled water at 37°C for 24 hours and thermocycled between 5 and 55°C for 500 cycles. The shear bond test was performed with a universal test machine with cross-head speed of 0.5 mm/min.

Results of this study were showed that the highest bond values were obtained from HF acid etched specimens included either silane applying (12.12 MPa) or not (8.57 MPa). The lowest bond strengths were obtained from the Er:YAG laser treated group which were not include a silane agent (2.07 MPa). Application of silane was significantly increased the shear bond strength in all groups (p<0.001).

Key Words: ceramics, Er YAG laser, Nd: YAG laser, resin cement

ÖZET

Feldspatik içeriğe sahip tam seramik restorasyonların klinik başarısı büyük ölçüde diş dokusu ve restoratif materyal arasında oluşan rezin siman bağlantısına bağlıdır. Bu çalışma, feldspatik porcelen ve rezin siman arasında oluşan kesme bağlanma direncine hidroflorik asit, Er:YAG ve Nd:YAG lazer yüzey muamelesi ve silan uygulamasının etkisini incelemek amacıyla yapıldı.

Araştırma kapsamında 7 x 3 mm boyutlarında toplam 90 feldspatik seramik (Noritake) disk kullanıldı. Örnekler 15 seramik diskten oluşan, 6 farklı gruba ayrıldı. 1. gruptaki örnekler 2 dakika süreyle %9.5'lik hidroflorik (HF) asit uygulandı. 2. Gruptaki örnekler 2940 nm dalga boyundaki Er:YAG lazerle toplam 3 W (300 mJ, 10 Hz) çıkış gücü ile 1 dakika süreyle lazer uygulaması yapıldı. 3. Gruptaki örnekler 1064 nm dalga boyundaki Nd:YAG lazerle toplam 1 W (100 mJ, 10 Hz) çıkış gücü ile 1 dakika lazer uygulandı. 4. Gruptaki

* Yrd. Doç. Dr. Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı.

** Dr., Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Haydarpaşa Eğitim Hastanesi, Diş Servisi.

*** Prof. Dr., Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Haydarpaşa Eğitim Hastanesi, Diş Servisi.

örnekler HF asit uygulaması yapıldıktan sonra silan (Rely X Ceramic Primer S) uygulandı. 5. Gruptaki örnekler Er:YAG lazer uygulaması yapıldıktan sonra silan uygulandı. 6. Gruptaki örnekler ise Nd:YAG lazer uygulaması yapıldıktan sonra silan uygulandı. Yüzey uygulamaları sonrası örnek yüzeylerinde yaklaşık 3 x 3 mm boyutlarında rezin siman (Rely X ARC) silindirler oluşturuldu. Tüm örnekler 24 saat süreyle 37°C sıcaklıktaki su banyosunda bekletildi, daha sonra 5 ve 55°C'de 500 kez ısı döngüye tabi tutuldu. Kesme bağlanma testi bir üniversal test cihazında 0.5 mm/dk başlık hızında yapıldı.

Araştırma sonuçları; en yüksek bağlantı direncinin HF asit ile muamele edilen silan uygulanan (12.12 MPa) ve uygulanmayan (8.57 MPa) örneklerde, en düşük bağlantı direncinin ise Er:YAG lazerle muamele edilen silan uygulanmayan örneklerde (2.07 MPa) olduğunu gösterdi. Silan uygulamasının tüm gruplarda önemli oranda ($p < 0.0001$) bağlantıyı artırdığı istatistiksel olarak saptandı.

Anahtar Sözcükler: Seramikler, Er:YAG lazer, Nd:YAG lazer, rezin siman

GİRİŞ

Feldspatik içeriğe sahip inley, onley ya da laminate veneer olarak hazırlanan tam seramik restorasyonların klinik başarısı büyük ölçüde diş dokusu ve restoratif materyal arasında oluşan siman bağlantısına bağlıdır (1, 2) Bu bağlantı mekanizmasının temelini ise yüzey uygulamaları oluşturmaktadır (3).

Seramik yüzeyi için; kimyasal bir uygulama olan asitle dağlama, frezle pürüzlendirme, farklı gren büyüklüğüne sahip alüminyum oksit ile kumlama gibi mekanik yüzey uygulamaları önerilmektedir (4). Bu uygulamalar, yüzey enerjisini ve rezin ile seramik arasındaki yüzey açısını azaltır ve seramiğin ıslanabilirliğini artırır (5). Yüzey yapısının değiştirilmesi mikromekanik retansiyon sağlar ve daha iyi bir rezin bağlantısı elde edilmesine katkıda bulunur (6).

Asit içerikli jeller, uygulama kolaylığının yanısıra diğer yüzey uygulamalarına oranla daha başarılı bir retansiyon elde edilmesini sağlar (7). Asitleşmiş fosfat florid (8, 9) ve fosforik asit (10) porselen yüzeyinin kimyasal olarak pürüzlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan metodu

hidroflorik (HF) asit uygulaması (11-15) olmasına karşın, HF asit çevre dokular üzerindeki zararlı etkisinden dolayı ağız içi uygulamalarda önerilmemektedir (10, 15, 16).

Günümüzde, seramik yüzeyinin pürüzlendirilmesi amacıyla kullanılan diğer bir yöntem lazer uygulamasıdır. Maiman (17) tarafından 1960 yılında kullanıma sunulan lazer, bu tarihten günümüze kadar gerek tıp gerekse diş hekimliği alanında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (11).

Erbium-Yttrium-Aluminum-Garnet (Er:YAG) lazer, suyun ana absorpsiyon bandına (yaklaşık 3.0 μm) uygun bir dalga boyuna (2.94 μm) sahip olduğundan ve hidroksiapatitlerde bulan OH- grupları tarafından iyi bir şekilde absorbe edildiğinden dolayı diş hekimliği alanında yaygın olarak kullanılmaktadır (10). Ayrıca Er:YAG lazer, pulpa veya çevre dokular üzerinde olumsuz termal bir etki oluşturmadan dentin ve mine çürüklerinin ortadan kaldırılmasında oldukça başarılıdır (18). Yüzey uygulaması sırasında uygun dozlarda uygulanan Er:YAG lazer, minede bulunan hidroksiapatit kristallerini kaldırarak adeziv sistemlerin mikromekanik retansiyonunu sağlayan düzensiz bir yüzey yapısı oluşturur (19,20). Dental yapılarla olan iyi etkileşiminden dolayı da Er:YAG lazer, seramik yüzey pürüzlendirmesi için uygun bir seçenek olarak görülmektedir (10).

Sıkça kullanılan bir diğer lazer tipi Neodymium-Yttrium-Aluminum-Garnet (Nd:YAG) lazerdir. Bu lazer en çok yumuşak ve sert doku cerrahisinde uygulanmakla birlikte (21), Nd:YAG lazerle gerçekleştirilmiş başarılı endodontik uygulamalarda bildirilmiştir (22). Ayrıca Nd:YAG lazer ile feldspatik seramik yüzeyinin pürüzlendirilmesinin uygun mikromekanik bir retansiyon sağladığı ve bununda seramik/rezin bağlantısını geliştirdiği ifade edilmiştir (23).

Silan bağlayıcı ajanlar yüzey muamelesi yapılmadan uygulandığında zayıf bir bağlantı oluştururken (24), yüzey uygulaması yapıldıktan sonra etkili bir kimyasal bağlantı oluşturabilirler ve bundan dolayı yaygın olarak kullanılmaktadırlar (4, 25, 26). Silan, silanol olarak hidrolize olduktan sonra, bir polisiloksan ağ formu veya hidroksil grupları oluşturarak silika

yüzeyini kaplar. Silan moleküllerinin monomerik uç noktalarındaki serbest radikaller ile adeziv rezinin metakrilat grupları reaksiyona girer (27). Reaksiyon sonunda siloksan bağları oluşarak seramiğin cam fazındaki silika ile kimyasal bir etkileşim meydana gelir ve bu durumda bağlantı direncinin artmasını sağlar (28, 29).

Diş hekimliği literatüründe feldspatik porselenlerde yüzey uygulaması olarak lazerin etkisini inceleyen çok az sayıda araştırma bulunurken (10, 23), lazer muamelesi yapılmış feldspatik porselende rezin siman bağlantısına silanizasyonun etkisini inceleyen herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, bu araştırma; feldspatik seramik ve resin siman arasında oluşan kesme bağlanma direncine HF asit, Er:YAG ve Nd:YAG lazer muamelesinin ve silan uygulamasının etkisini incelemek amacı ile yapılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırma kapsamında 7 mm çapında ve 3 mm kalınlığında toplam 90 feldspatik porselen (Noritake, Dental Supply Co., Nishikamo-gun, Aichi, Japan) disk, 10 mm çap ve 4 mm derinliğindeki kalıplar kullanılarak, üretici firma önerilerine uygun şekilde kondanse edildi ve dijital bir porselen fırınında (Ugin/Dentaire (Elips), France) pişirildi. Deney örneklerine glazür uygulanmadı.

Fırınlama ve soğutma sonrası porselen örnekler bir yüzeyleri açıkta kalacak şekilde otopolimerizan akrilik rezine (Imicryl, Dental Products Ltd., Konya, Turkey) gömüldü. Daha sonra 240 ve 600 μ m çaplı silikon disklerle cilalandı ve ultrasonik temizleme cihazında (Ultrasonic Cleaner, Serial Num: 2297, Biem Ultrasonic Makine San. Ltd. Şti., Turkey) distile su içerisinde 10 dakika süreyle temizlendi.

Toplam 90 porselen disk her biri 15 örnekten oluşan 6 farklı gruba aşağıdaki şekilde ayrıldı;

Grup 1: 2 dakika süreyle %9.5'lik HF asit (Porcelain Etchant, Bisco, USA) uygulanan ve 15 saniye süreyle distile su ile yıkanıp, hava ile kurutulan örnekler,

Grup 2: 1 mm çapında optic fiber başlıklı, 2940 nm dalga boyundaki Er:YAG lazer ile

(Doctor Smile Erbium and Diode laser, Lambda Scientifica S.p.a., Vicenza, Italy); 300 mJ enerji, 10 Hz frekans, toplam 3 W çıkış gücü ile 1 dakika süreyle su soğutmalı olarak lazer muamelesine tabi tutulan örnekler,

Grup 3: 320 μ m çapında optic fiber başlıklı, 1064 nm dalga boyundaki Nd:YAG lazer ile (Smarty A10; DEKA, Firenze, Italy); 100 mJ enerji, 10 Hz frekans, toplam 1 W çıkış gücü ile 1 dakika süreyle su soğutmalı olarak lazer muamelesine tabi tutulan örnekler,

Grup 4: Grup 1'de tarif edilen şekilde HF asit uygulaması yapıldıktan sonra 30 saniye silan (Rely X Ceramic Primer S; 3M, MN, USA) uygulanan ve 3 saniye hava ile kurutulan örnekler,

Grup 5: Grup 2'de tarif edilen şekilde Er:YAG lazer uygulaması yapıldıktan sonra 30 saniye silan uygulanan ve 3 saniye hava ile kurutulan örnekler,

Grup 6: Grup 3'de tarif edilen şekilde Nd:YAG lazer uygulaması yapıldıktan sonra 30 saniye silan uygulanan ve 3 saniye hava ile kurutulan örneklerden oluşmuştur.

Çalışmada, tüm lazer uygulamaları mümkün olduğunca klinik uygulamayı yansıtmak amacıyla herhangi bir stoper kullanılmadan, lazer cihazının uygulama başlığı porselen yüzeyine temas ettirilmeden (non-contact mode) ve tek bir araştırmacı tarafından gerçekleştirildi.

Yüzey uygulamaları tamamlandıktan sonra 3 mm iç çapa ve 0.4 mm kalınlığa sahip plastik tüpler kullanılarak tüm porselen yüzeyleri üzerine rezin siman (Rely X ARC, 3M Espe, MN, USA) uygulandı. Resin siman uygulaması 3 mm yüksekliğinde bir silindir elde edilecek şekilde bir halojen ışık cihazı ile (Elipar II, 3M ESPE, Seefeld, Germany) her biri 60 saniye süreyle polimerize edilen yaklaşık 1.5 mm'lik iki uygulama şeklinde gerçekleştirildi. Daha sonra bir bisturi yardımıyla plastik tüp iki bölgeden kesilerek dikkatle çıkarıldı.

Test sonuçlarının etkilenmesini önlemek için porselen yüzeyine taşmış olan rezin artıkları uzaklaştırıldı. Elde edilen rezin siman blokların çapları dijital bir kumpas (Electronic Digital Caliper, China) kullanılarak kontrol edildi.

Kesme bağlanma testi öncesi tüm örnekler 24 saat süreyle 37°C'deki su banyosunda bekletildi. Daha sonra 5 ve 55°C'deki su havuzlarında her birinde 30 saniye bekleme süresi olacak şekilde 500 kez ısıl döngü uygulandı ve örnekler bir universal test cihazında (Instron Corp., Model: 2519-106, Norwood, MA, USA) 0.5 mm/dk başlık hızında test edildi.

Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 15.0 (SPSS Inc. Headquarters, Chicago, Illinois) programında, iki yönlü varyans analizi (Two-way ANOVA) kullanılarak yapıldı. Çoklu karşılaştırmalar için Duncan testi kullanıldı.

BULGULAR

Çalışmada elde edilen kesme bağlanma direnç sonuçlarının ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 1'de gösterildi. En yüksek bağlantı direncinin (12.12 MPa) HF asit ve silan uygulanan örneklerde olduğu tespit edildi. Silan uygulaması yapılmayan örneklerde ise en yüksek bağlantı direncinin (8.57 MPa) HF asit uygulaması yapılan örneklerde olduğu görüldü.

Tablo 1: Kesme bağlanma dirençlerine ait ortalama (\bar{X}) ve standart sapma (SD) değerleri.

Yüzey Uygulaması	Silanizasyon	\bar{X} (MPa)	SD
HF asit	Silan -	8.57	1.33
	Silan +	12.12	1.75
Er:YAG lazer	Silan -	2.07	0.79
	Silan +	4.44	1.01
Nd:YAG lazer	Silan -	2.11	0.54
	Silan +	5.88	0.77

En düşük bağlantı direnci silan içermeyen ve Er:YAG lazer uygulanan örneklerde elde edildi (2.07 MPa). Nd:YAG lazerle muamele edilen ve silan uygulanan örneklerden elde edilen bağlantı değeri ortalamasının (2.11 MPa) en düşük ikinci değer olduğu saptandı.

Yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda, farklı yüzey muamelesi ve silan uygulamasının bağlantı direncini çok önemli düzeyde ($p < 0.0001$) etkilediği istatistiksel olarak tespit edildi (Tablo 2). Çoklu karşılaştırma (Duncan testi) sonuçları HF asit yüzey uygulamasının,

Er:YAG ve Nd:YAG lazer uygulamalarından önemli ($p < 0.05$) oranda yüksek bir bağlantı direncine sahip olduğunu ve her üç uygulamanın da önemli oranda ($p < 0.05$) birbirinden farklılık gösterdiğini ortaya koydu (Tablo 3).

Tablo 2: İki yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	P
Yüzey Uygulaması	910.838	2	455.419	367.787	.000
Silan	235.117	1	235.117	189.876	.000
Yüzey Uygulaması * Silan	8.569	2	4.284	3.460	.036
Hata	104.015	84	1.238		
Toplam	4358.564	90			

Tablo 3: Farklı yüzey uygulamalarına ait Duncan testi sonuçları.

Yüzey Uygulaması	Ortalama (MPa)
Nd:YAG lazer	3.26 a
Er:YAG lazer	3.99 b
HF Asit	10.34 c

a,b,c: Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirlerinden farklıdır ($p < 0.05$).

TARTIŞMA

Bu çalışmada en yüksek bağlantı direncinin HF asit uygulanarak yüzey pürüzlendirmesi yapılan örneklerde olduğu saptandı. Diş hekimliği uygulamalarında porselen yüzeyi için en yaygın olarak kullanılan kimyasal pürüzlendirme metodu HF asit muamelesidir (11-15). HF asit uygulaması ağız içi uygulamalarda zararlı etkilerinden dolayı önerilmemekle (10, 15, 16) birlikte, ağız dışı uygulamalarda rezin bağlantısını arttırmak için restorasyonun iç yüzeyinin çeşitli konsantrasyonlardaki HF asit ile pürüzlendirilmesi daha sonra silan ajan uygulanması, son derece iyi bilinen ve aynı zamanda önerilen bir metot olarak bilinmektedir (26). Bu çalışmada elde edilen sonuçlarda bu öneriyi destekler niteliktedir.

Çalışmada en düşük bağlantı değerleri (2.07 MPa) silan içermeyen ve Er:YAG lazer

uygulanan örneklerden elde edildi. Er:YAG lazerle muamele edilen ve silan uygulanan feldspatik seramik ile rezin siman arasında oluşan bağlantıyı incelemek amacıyla Shiu ve ark. (10) tarafından yapılan çalışmada, 2 dakika süreyle 2 W (500 mJ ve 4 Hz) toplam çıkış gücüyle lazer uygulaması yapılmış, sonuçta porselen yüzeyinde uygun bir pürüzlendirme oluşturmadığı saptanmış olup, Er:YAG lazer uygulamasının bağlantıya herhangi bir katkısının olmadığı ifade edilmiştir. Bu çalışmada daha yüksek bir toplam çıkış gücü (3 W) kullanılmış olmasına karşın Shiu ve ark.'nın (10) elde ettikleri bulgularla benzer bulgular elde edildi. Bu durum, 2940 nm'lik Er:YAG lazer enerjisinin etkili bir şekilde seramik tarafından emilememesine ve seramiğin yansıtma özelliğine bağlı olarak uygun bir yüzey pürüzlendirmesinin oluşturulamamasına bağlanabilir.

Araştırmada en düşük ikinci bağlantı değerleri (2.11 MPa) Nd:YAG lazer uygulanan silan içermeyen örneklerden elde edildi. Aynı örnek grubuna silan uygulandığında bağlantı direncinin arttığı (5.88 MPa) belirlenmiş olmasına karşın, elde edilen değerlerin HF asit uygulamasından önemli oranda düşük olduğu istatistiksel olarak saptandı. Bu sonuçların aksine, Li ve ark. (23) Nd:YAG lazer uygulanmış feldspatik porselen ve kompozit rezin arasındaki kesme bağlanma direncini değerlendirdikleri araştırma sonucunda 1 dakika süreyle 0.9 W (60 mJ ve 15 Hz) ve 1.2 W (80 mJ ve 15 Hz) toplam çıkış gücü ile yapılan lazer pürüzlendirmesinin %8'lik HF asit uygulamasından farklı olmadığını, benzer bağlantı direnci gösterdiğini istatistiksel olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada Li ve ark. (23) uyguladığına benzer enerji ile (1 W) uygulama yapılmış olmasına karşın daha yüksek konsantrasyonda (%9.5) HF asit kullanılmış olması bulgularda farklılığa neden olmuş olabilir.

Silanlanmış bağlantı yüzeyi ağız şartlarında stabil değildir ve nem ortamında bozulma eğilimindedir (30). Rezinin su geçirgenliğine sahip olmasından dolayı geçen zamana bağlı olarak silan ile rezin arasında hidroliz olayı sonucu bozulma oluşmaktadır (7). Polimerizasyon büzülmesi ve termal genleşmenin silanın porselene bağlanmasında çok önemli bir faktör

olduğu ve termal siklusun etkilerinin mutlaka dikkate alınması gerektiği bildirilmektedir (31, 32). Bu amaçla araştırma kapsamında tüm deney örnekleri 500 kez ısıl döngüye tabi tutuldu. Polimerler tarafından su emiliminin büyük bir kısmı ilk 24 saat içerisinde olmaktadır (32). Bu nedenle çalışmadaki tüm örnekler hazırlandıktan sonra 24 saat süreyle 37°C'lik su banyosunda bekletildi.

Lazerin diş hekimliği alanında gerek kompozit gerekse rezin siman bağlantısını geliştirmek amacıyla mine ve dentin gibi diş dokuları veya porselen gibi dental materyallerde uygulanmasına yönelik araştırmalar, lazerin daha başarılı bir alternatif uygulama olup olmadığı sorusuna yanıt bulmaya yöneliktir. Bu araştırmanın sonuçları; silan uygulaması yapılsın veya yapılmıyın feldspatik porselen yüzeyine, kullanılan parametrelerle, Er:YAG ve Nd:YAG lazer uygulamasının HF asitten daha üstün bir seçenek olmadığını ve feldspatik porselen ile rezin siman arasında daha güçlü bir bağlantı sağlamak için bir silan ajanının kullanılmasının son derece faydalı olacağını gösterdi.

SONUÇ

Bu araştırma kapsamında elde edilen sonuçlar ışığında;

-En yüksek kesme bağlanma direnç değerleri, hem silan içeren ve hem de silan içermeyen örneklerde HF asit uygulaması ile elde edildi.

-En düşük bağlantı değerleri silan içermeyen Er:YAG lazer uygulaması yapılan örneklerde saptandı.

-Silan uygulamasının tüm yüzey uygulamalarında istatistiksel olarak önemli oranda bağlantıyı artırdığı tespit edildi.

KAYNAKLAR

1. Fradeani M, Redemagni M. An 11-year clinical evaluation of leucite-reinforced glass-ceramic crowns: a retrospective study. *Quintessence Int* 2002; 33: 503-10.
2. Hayashi M, Tsuchitani Y, Kawamura Y, Miura M, Takeshige F, Ebisu S. Eight-year clinical evaluation of fired ceramic inlays. *Oper Dent* 2000; 25: 473-81.

3. Pameijer CH, Louw NP, Fischer D. Repairing fractured porcelain: how surface preparation affects shear force resistance. *J Am Dent Assoc* 1996; 127: 203-9.
4. Della Bona A, Shen C, Anusavice KJ. Work of adhesion of resin on treated lithia disilicate-based ceramic. *Dent Mater* 2004; 20: 338-44.
5. Phoenix RD, Shen C. Characterization of treated porcelain surfaces via dynamic contact angle analysis. *Int J Prosthodont* 1995; 8: 187-94.
6. Stangel I, Nathanson D, Hsu CS. Shear strength of the composite bond to etched porcelain. *J Dent Res* 1987; 66: 1460-5.
7. Ozcan M, Pfeiffer P, Nergiz I. A brief history and current status of metal-and ceramic surface-conditioning concepts for resin bonding in dentistry. *Quintessence Int* 1998; 29: 713-24.
8. Barbosa VL, Almeida MA, Chevitarese O, Keith O. Direct bonding to porcelain. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 107: 159-64.
9. Tylka DF, Stewart GP. CoMParison of acidulated phosphate fluoride gel and hydrofluoric acid etchants for porcelain-composite repair. *J Prosthet Dent* 1994; 72: 121-7.
10. Shiu P, De Souza-Zaroni WC, Eduardo Cde P, Youssef MN. Effect of feldspathic ceramic surface treatments on bond strength to resin cement. *Photomed Laser Surg* 2007; 25: 291-6.
11. Akova T, Yoldas O, Toroglu MS, Uysal H. Porcelain surface treatment by laser for bracket-porcelain bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 128: 630-7.
12. Guler AU, Yilmaz F, Ural C, Guler E. Evaluation of 24-hour shear bond strength of resin composite to porcelain according to surface treatment. *Int J Prosthodont* 2005; 18: 156-60.
13. Guler AU, Yilmaz F, Yenisey M, Guler E, Ural C. Effect of acid etching time and a self-etching adhesive on the shear bond strength of composite resin to porcelain. *J Adhes Dent* 2006; 8: 21-5.
14. Melo RM, Valandro LF, Bottino MA. Microtensile bond strength of a repair composite to leucite-reinforced feldspathic ceramic. *Braz Dent J* 2007; 18: 314-9.
15. Schmage P, Nergiz I, Herrmann W, Ozcan M. Influence of various surface-conditioning methods on the bond strength of metal brackets to ceramic surfaces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123: 540-6.
16. Kamada K, Yoshida K, Atsuta M. Effect of ceramic surface treatments on the bond of four resin luting agents to a ceramic material. *J Prosthet Dent* 1998; 79: 508-13.
17. Maiman TH. Stimulated optical radiation in ruby. *Nature* 1960; 187: 493.
18. Oelgiesser D, Blasbalg J, Ben-Amar A. Cavity preparation by Er-YAG laser on pulpal temperature rise. *Am J Dent* 2003; 16: 96-8.
19. Hibst R, Keller U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. *Lasers Surg Med* 1989; 9: 338-44.
20. Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Kimura Y, Nakamura G, Matsumoto K. Ablation depths and morphological changes in human enamel and dentin after Er:YAG laser irradiation with or without water mist. *J Clin Laser Med Surg* 1999; 17: 105-9.
21. Strauss RA. Lasers in oral and maxillofacial surgery. *Dent Clin North Am* 2000; 44: 851-73.
22. Mehl A, Kremers L, Salzmann K, Hickel R. 3D volume-ablation rate and thermal side effects with the Er:YAG and Nd:YAG laser. *Dent Mater* 1997; 13: 246-51.
23. Li R, Ren Y, Han J. Effects of pulsed Nd:YAG laser irradiation on shear bond strength of composite resin bonded to porcelain. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2000; 18: 377-9.
24. Barghi N. To silanate or not to silanate: making a clinical decision. *Compend Contin Educ Dent* 2000; 21: 659-62.
25. Aida M, Hayakawa T, Mizukawa K. Adhesion of composite to porcelain with various surface conditions. *J Prosthet Dent* 1995; 73: 464-70.
26. Ozcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dent Mater* 2003; 19: 725-31.
27. Ozcan M, Vallittu PK, Peltomaki T, Huysmans MC, Kalk W. Bonding polycarbonate brackets to ceramic: effects of substrate treatment on bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126: 220-7.
28. Lu R, Harcourt JK, Tyas MJ, Alexander B. An investigation of the composite resin/porcelain interface. *Aust Dent J* 1992; 37: 12-9.
29. Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin

cement to glass ceramics. Dent Mater 2002; 18: 380-8.

30. Reuter JE, Brose MO. Failures in full crown retained dental bridges. Br Dent J 1984; 157: 61-3

31. Lacy AM, La Luz J, Watanabe LG, Dellinges M. Effect of porcelain surface treatment on

the bond to composite. J Prosthet Dent 1988; 60: 288-91.

32. Sorensen JA, Engelman MJ, Torres TJ, Avera SP. Shear bond strength of composite resin to porcelain. Int J Prosthodont 1991; 4: 17-23.

Yazışma Adresi:

*Yrd. Doç. Dr. M. Şamil AKYIL
Atatürk Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı
25240 ERZURUM
Tel: 0 442 231 17 83
Faks: 0 442 236 09 45
E-posta: samilakyil@hotmail.com*