



**FARKLI ENERJİ YOĞUNLUĞUNDAKİ ER:YAG LAZER İLE
PÜRÜZLENDİRİLEN DENTİN YÜZEYİNE KOR KOMPOZİTİNİN BAĞLANMA
DAYANIMININ İNCELENMESİ**

**EVALUATION OF THE BOND STRENGTH OF CORE COMPOSITE TO ER:YAG
PRETREATED DENTIN SURFACE WITH VARIOUS ENERGY DENSITIES †**

Dr. Öğr. Üyesi İpek ÇAĞLAR*
Arş. Gör. Dt. Işıl ÖZTÜRK*

Dr. Öğr. Üyesi Sabit Melih ATEŞ*
Prof. Dr. Zeynep YEŞİL DUYMUŞ**

Makale Kodu/Article code: 3539
Makale Gönderilme tarihi: 01.01.2018
Kabul Tarihi: 29.05.2018

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, farklı enerji yoğunluğundaki Erbium:yitrium-aluminum-garnet (Er:YAG) lazer ile pürüzlendirilen dentin ile kor kompoziti arasındaki makaslama bağlanma dayanımını değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: 50 adet sağlam daimi alt 1. azı dişinin oklüzal yüzleri aşındırılarak düzgün bir dentin yüzeyi elde edildi ve uygulanacak yüzey işlemlerine göre rastgele 5 gruba ayrıldı (n=10); kontrol: herhangi bir yüzey işlemi uygulanmadı, Grup L1: 100 mJ Er:YAG lazer uygulandı, Grup L2: 150 mJ Er:YAG uygulandı, Grup L3: 200 mJ Er:YAG uygulandı ve Grup L4: 300 mJ Er:YAG lazer uygulandı. Yüzey işlemlerini takiben her gruptan birer örnek taramalı elektron mikroskopu (SEM) kullanılarak incelendi. Elde edilen dentin yüzeylerine üniversal bağlayıcı ajan ve 2×3 mm silindirik teflon kalıp yardımı ile kor kompoziti uygulandı. Kor kompoziti uygulanan örnekler ısıl döngü uygulandıktan sonra makaslama bağlanma dayanımı üniversal test cihazı kullanılarak ölçüldü. Sonuçların istatistiksel analizi tek yönlü ANOVA ile yapıldı ve sonrasında Tukey HSD testi kullanılarak gruplara ait ortalamalar karşılaştırıldı. Sonuçlar $\alpha=0.05$ için anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Grup L1 (10.48 ± 1.58 MPa) ve Grup L2 (9.76 ± 1.01 MPa), diğer tüm gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek makaslama bağlanma dayanımı değerleri gösterdi ($p<0.05$). Grup L4 örnek yüzeylerinde çatlak ve erime olduğu görüldü.

Sonuç: Kor kompozitinin bağlantısını güçlendirmek amacıyla ile dentin yüzeyinde kullanılabilecek en uygun Er:YAG lazer enerji yoğunluğu 100 mJ ve 150 mJ'dür.

Anahtar Kelimeler: Makaslama Bağlanma Dayanımı, Er:YAG Lazer, Kor Kompoziti, Üniversal Bağlayıcı Ajan

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to evaluate the shear bond strength of pretreated dentin with various Erbium:yitrium-aluminum-garnet (Er:YAG) laser energy densities to core composite.

Material and Methods: Fifty intact inferior permanent first molar teeth were ground to produce a flat dentin surface and randomly divided into 5 groups according to the surface treatments (n=10); control: no surface treatment, group L1: 100 mJ Er:YAG laser irradiation, group L2: 150 mJ Er:YAG laser irradiation, group L3: 200 mJ Er:YAG laser irradiation, group L4: 300 mJ Er:YAG laser irradiation. Following the surface treatments, one specimen of each group were examined by scanning electron microscopy (SEM). Then, universal bonding agent was applied to all treated dentin surface and core composite was built up by using a 2×3 mm cylindrical teflon mold. All specimens were subjected to thermal cycling before the shear bond strength test by universal testing machine. The data were analyzed by using one-way ANOVA and Tukey HSD tests for the comparison of mean shear bond strength values. Results were considered significant for $\alpha=0.05$.

Results: Group L1 (10.48 ± 1.58 MPa) and group L2 (9.76 ± 1.01 MPa) showed significantly higher shear bond strength values than the other groups ($p<0.05$). Melting and surface cracks was observed in group L4.

Conclusion: The optimal Er:YAG laser energy densities for enhanced bonding of core composite to dentine surface is 100 mJ and 150 mJ.

Key words: Shear Bond Strength, Er:YAG Laser, Core Composite, Universal Bonding Agent

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

**Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD, Rize



GİRİŞ

Son yıllarda restoratif materyallerin ve tekniklerin gelişmesine yönelik yapılan çalışmalar ve adeziv sistemlerdeki yenilikler, diş dokusunun korunduğu estetik restorasyonların giderek yaygınlaşmasını sağlamıştır.¹ Dental restoratif materyallerin klinik başarısı adezivin kimyasal yapısına, materyalin klinik uygulama şekline ve diş yapısındaki morfolojik değişimlere bağlıdır.^{1,2}

Günümüzde adeziv sistemler asit uygulama yöntemine göre total-etch ve self-etch olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadırlar.³ Total-etch sistemlerde asit, diş yüzeyindeki smear tabakayı ortadan kaldırılır, dentin tübüleri açılır ve ince bir demineralize inter-tübüler dentin oluşturulur. Günümüzde altın standart olarak kabul edilen total-etch sistemlerin en büyük dezavantajı dentin yapısının nemlilik miktarına olan duyarlılıklarıdır.²⁻⁴ Aşırı nemli olan dentin rezin monomerlerin kollojen fibrilleri tam olarak doldurmasını engeller. Dentin dokusunun fazla kurutulduğu durumlarda ise kollojen fibriller çöker ve bağlanma başarısızlığı ve post-operatif hassasiyete neden olur. Adeziv sistemler üzerindeki çalışmalar ile birlikte total-etch sistemlerde karşılaşılan nem sorununu önlemek ve teknik hassasiyeti azaltmak için self-etch adezivler yada self-adeziv kompozitler gündeme gelmiştir.⁵⁻⁷ Yapılan çalışmalarda bu sistemlerin bağlanma başarısının total-etch sistemlere göre daha düşük olduğu saptanmış ve istenilen bağlanma dayanımının sağlanması için uygulamadan önce asit ile pürüzlendirme ile smear tabakasının ortadan kaldırılması tavsiye edilmiştir.^{4,6-8} Asit uygulandıktan sonra oluşan dirençsiz ve geçirgen yapıya sahip dentin yüzeyini bağlanmaya uygun hale getirecek tekniklerle ilgili araştırmalar yapılmaktadır. Dentin yüzeyinin şartlandırması amacı ile dental lazerlerin kullanımı son yıllarda sıklıkla tercih edilmektedir.^{9,10}

2.94 nm dalga boyuna sahip olan Erbium: yitrium-aluminum-garnet (Er:YAG) lazerler, çevre dokulara zarar vermeden diş sert dokularında genellikle tercih edilen ve güvenle kullanılabilen lazer sistemleridir. Er:YAG lazer enerjisi su ve hidroksi apatit kristalleri tarafından kolayca absorbe edilebilir. Su molekülü ve hidroksil grupları lazerin etkisi ile hızla buharlaşmaya çalışır, bu süreçte oluşan küçük patlamalar lazer uygulanan yüzeyde girintiler oluşturur.^{4,10,11} Böylece, uygulandığı diş yüzeyinde herhangi bir ısısal

etki bırakmadan dentin yüzeyindeki smear tabakasını ortadan kaldırarak, ideal bağlanmanın sağlanmasında mikro mekanik reatansiyon için uygun mikroskobik pürüzlü yüzeyler oluşturur.¹²⁻¹⁴ Bu özellikleri ile uygun enerji seviyesindeki Er:YAG lazer ile pürüzlendirmenin asit ile pürüzlendirmeye alternatif olabilecek yüzey hazırlama tekniği olduğunu savunan araştırmacılar bulunmaktadır.^{15,16}

Kor, kuron-köprü çalışmalarında, madde kaybı çok olan dişlerde üst yapıya tutuculuk sağlamak için dişe, kanal veya dentin pinleri ya da tutucu yüzeyler aracılığı ile tutunan ve kesilmiş diş şeklinde, çeşitli materyallerden hazırlanan destek alt yapıdır.¹⁷ Kor materyali olarak kompozit rezinler restoratif diş hekimliğinde oldukça sık kullanılmaktadır. Kullanım kolaylıkları, estetik özellikleri ve polimerizasyonlarının kontrol altında olması klinikte tercih edilme sebepleri arasındadır.¹⁸ Günümüzde, kor yapımında kullanılmak üzere geliştirilmiş özel kor kompozit rezin materyalleri bulunmaktadır. Bu kompozit materyalinin içine doldurucu madde olarak seramik veya titanyum partikülleri katılmış ve dentine yakın basma direncine sahip olması sağlanmıştır.^{18,19} Ayrıca son zamanlarda monoblok restorasyon konsepti ile post ve korun birbirine bağlı devamlılık gösteren materyallerden oluşması popülerite kazanmıştır. Bu konsept, restorasyonu tek parça haline getirip dişi güçlendirmeyi hedefler. Bu sebeple günümüzde, hem kor yapımında, hem de fiber post simantasyonunda kullanılabilen rezin simanlar üretilmiştir. Piyasaya sürülen bu ürünlerle, yapılacak olan post-kor restorasyonunda kullanılacak olan materyal sayısı azaltılarak, monoblok sistemin oluşmasına katkıda bulunulması amaçlanmıştır.¹⁷⁻²⁰

Bu çalışmanın amacı, dentin ile yeni geliştirilen monoblok kor kompoziti arasındaki bağlanma dayanımına farklı Er:YAG lazer parametrelerinin etkisinin değerlendirilmesidir. Çalışmanın hipotezi, Er:YAG lazer ile pürüzlendirilen dentin yüzeyi ile kor kompoziti arasındaki bağlanma dayanımının artacağıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Örneklerin hazırlanması

Bu çalışmada kullanılmak üzere dolgu, çürük ve herhangi bir enfeksiyon içermeyen 50 adet çekilmiş alt 1. molar diş bir ay süre ile 4°C distile suda bekletildi. Mevcut dişlerin kuronları mine sement sınırından 2 mm yukarıda olacak şekilde otopolimerizan akriliğe gömüldü. Açıkta kalan oklüzal yüzeyler elmas separe



yardımları ile oklüzal düzleme paralel olacak şekilde 2 mm aşındırılarak dentin yüzeyi açığa çıkarıldı. Smear tabakasında standardizasyonu sağlamak için dentin yüzeyleri sırasıyla 150, 300 ve 600 gritlik su zımparası ile düzeltildi. Hazırlanan örnek yüzeylerinde mine ve pulpa dokusunun bulunmadığı stereomikroskop (Zeiss, Oberkochen, Almanya) altında incelenerek onaylandı.

Yüzey işlemleri

Hazırlanan 50 örnek rastgele olarak 5 gruba ayrıldı (Tablo1).

Tablo 1. Çalışmada oluşturulan test grupları

Grup	Uygulanan Yüzey İşlemi
Kontrol	Herhangi bir yüzey işlemi uygulanmadı
Grup L1	1 W gücünde (100mj/atım) 10 Hz atım sıklığında Er:YAG lazer uygulandı
Grup L2	1.5 W gücünde (150mj/atım) 10 Hz atım sıklığında Er:YAG lazer uygulandı
Grup L3	2 W gücünde (200mj/atım) 10 Hz atım sıklığında Er:YAG lazer uygulandı
Grup L4	3 W gücünde (300mj/atım) 10 Hz atım sıklığında Er:YAG lazer uygulandı

Grup K; örneklerin dentin yüzeylerine herhangi bir yüzey işlemi uygulanmadı.

Grup L1: örneklerin dentin yüzeyleri 2.960 nm dalga boyuna sahip Er: YAG lazer (LightWalker; Fotona, Ljubljana, Slovenya) kullanılarak pürüzlendirildi. Lazer parametreleri, atım enerjisi 1 W (100 mJ/atım), atım sıklığı 10 Hz ve atım süresi 5×50 µsec (QSP mod) olacak şekilde ayarlandı. Lazer enerjisi dentin yüzeyine dik olacak şekilde 15 sn boyunca 10 mm mesafeden non-kontakt el aleti (H02-N, 0.9 mm spot genişliği) kullanılarak 5ml/dak yoğunlukta hava-su soğutması altında uygulandı. Dentin yüzeyi ile lazer ucu arasındaki mesafeyi standardize etmek için lazer el aletine akrilik rezin yardımıyla işaretli bir frez adapte edildi.²⁰

Grup L2: Örneklerin dentin yüzeyleri grup L1'de anlatıldığı gibi lazer ile pürüzlendirildi. Lazer enerjisi 150 mj ve güç çıkışı 1.5 W olarak değiştirildi.

Grup L3: Örneklerin dentin yüzeyleri grup L1'de anlatıldığı gibi lazer ile pürüzlendirildi. Lazer enerjisi 200 mj ve güç çıkışı 2 W olarak değiştirildi.

Grup L4: Örneklerin dentin yüzeyleri grup L1'de anlatıldığı gibi lazer ile pürüzlendirildi. Lazer enerjisi 300 mj ve güç çıkışı 3 W olarak değiştirildi.

Kor kompozit uygulanması

Yüzey işlemi uygulanmış tüm örnekler hava su spreyi yardımı ile yıkandı ve kurutuldu. Örneklerin tüm dentin yüzeyine uygulama fırçası yardımı ile Clearfil

Universal Bond Quick (Kuraray, Osaka, Japonya) uygulandıktan sonra yüzey hafif hava uygulanarak kurutuldu. Bonding ajan, LED ışık kaynağı (Woodpecker LED-B Işık cihazı, Guilin Woodpecker Medikal Endüstri, Ltd, Guangxi, Çin) ile 10 sn süre ile polimerize edildi. Bonding ajan uygulaması sonrasında dentin yüzeylerinin merkezine gelecek şekilde hazırlanan 2 mm çapında ve 3 mm yüksekliğinde silindirik teflon kalıp içine Clearfil DC Core Plus (Kuraray, Osaka, Japonya) kor kompoziti özel şırıngası yardımı ile uygulandı. Kor kompoziti LED ışık kaynağı kullanılarak her açıdan 20 sn ışınlandı.

Yaşlandırma işlemi ve makaslama bağlanma dayanım testi

Hazırlanan tüm örnekler 37 °C'lik distile suda bir hafta bekletildikten sonra bağlanma dayanım testi öncesi 5-55 °C arasında (döngü süresi 20 sn olacak şekilde) 5000 kez ısıl döngüye tabi tutuldu. Her bir örnek özel bir düzenek yardımı ile üniversal test cihazına (3340, Instron Corp., Wycombe, İngiltere) yerleştirildi. Test cihazının hızı 1 mm/dak olacak şekilde ayarlanarak dentin-kompozit ara yüzeyine bağlanma kopuncaya kadar kuvvet uygulandı. Kırılma değerleri cihazın bilgisayar sistemine otomatik olarak Newton cinsinden kaydedildi ve makaslama bağlanma dayanım değerleri de $F=N/a$ formülüne göre hesaplandı.

F: Makaslama bağlanma dayanımı (MPa)

N: Kırılma anındaki maksimum yük (N)

a: Bağlanma yüzey alanı (mm²)

Yüzey analizi

Yüzey işlemi uygulanan örneklerin topografik yüzey değerlendirmeleri amacı ile her bir grup için ilave 1 adet örnek hazırlandı ve taramalı elektron mikroskobu ile (SEM, JSM-6010LA, Jeol Ltd, Tokyo, Japonya) analizleri yapıldı.

İstatistiksel Analiz

Çalışmadan elde edilen verilerin istatistiksel analizi istatistik paket programı (SPSS v.17, IBM, Chicago, ABD) kullanılarak tek yönlü ANOVA ile yapıldı ve sonrasında Tukey HSD testi kullanılarak gruplara ait ortalamalar karşılaştırıldı. Sonuçlar $\alpha=0.05$ için anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Makaslama bağlanma dayanımı

Çalışmada her bir yüzey işlemi için elde edilen ortalama makaslama bağlanma değerleri ve standart

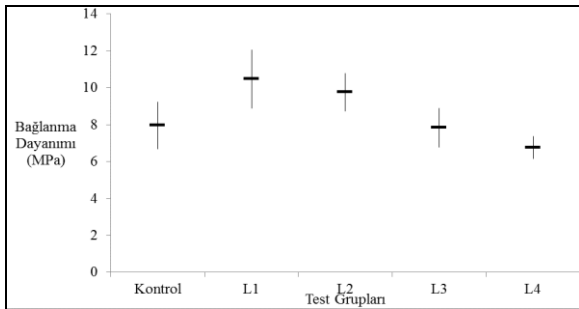
sapmaları Tablo 2-3'de gösterildi. Grup L1 ve Grup L2 kontrol grubuna göre yüksek bağlanma dayanım değerleri ortaya koyarken Grup L3 ve Grup L4 kontrol grubuna göre daha düşük bağlanma dayanım değerleri ortaya koydu. Bu sonuçlara göre, en yüksek bağlanma dayanım değeri 100 mJ lazer enerjisi (grup L1) ve 150 mJ lazer enerjisi (grup L2) uygulanan gruplarda elde edilirken, en düşük bağlanma dayanımı 300 mJ lazer enerjisi (grup L4) uygulanan grupta elde edildi. Grup L1 ve Grup L2 tüm diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek makaslama bağlanma dayanım değerleri gösterirken ($p < 0.05$), her iki grup arasında istatistiksel bir fark bulunmadı ($p > 0.05$). Grup L4 ise diğer tüm gruplardan daha düşük makaslama bağlanma dayanım değerleri gösterdi fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p > 0.05$).

Tablo 2. Ortalama makaslama bağlanma dayanım değerleri ve standart sapmalar (n=10)

Gruplar	Ortalama (MPa)	Standart Sapma (SD)
Kontrol	7,96 ^a	1.27
Grup L1	10.48 ^b	1.58
Grup L2	9,76 ^b	1.01
Grup L3	7.84 ^a	1.06
Grup L4	6.76 ^a	0.621

Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$)

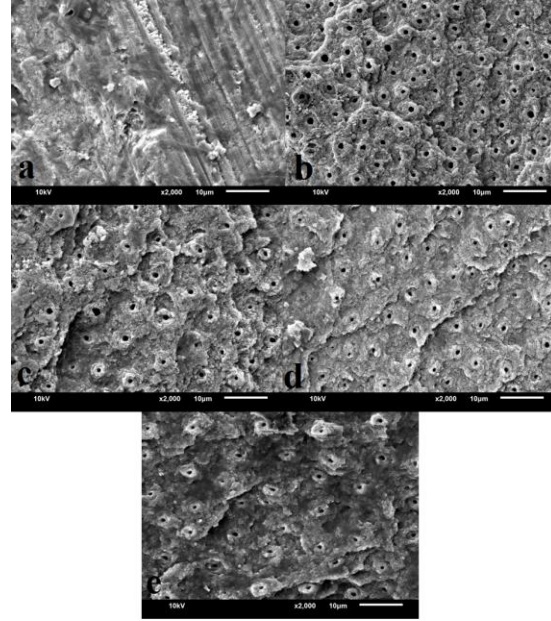
Tablo 3. Örneklere ait makaslama bağlanma dayanım değerlerinin dağılımı



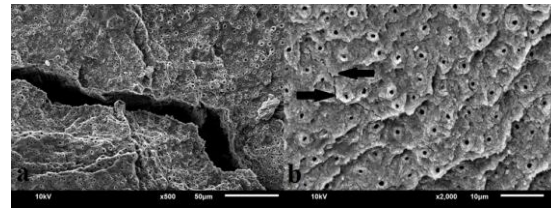
SEM değerlendirilmesi

Her bir gruba ait örneğin SEM incelemeleri Şekil 2-3'de gösterilmektedir. Kontrol grubundaki dentin yüzeyi incelendiğinde dentin tübüllerinin smear tabakasından dolayı kapalı olduğu görüldü (Şekil 2a). Smear tabakasının tüm lazer enerjilerinde ortadan kalktığı ve dentin tübüllerinin açığa çıktığı görüldü (Şekil 2b,c,d,e,). Grup L1 ve grup L2'de dentin tübülleri daha yoğun görülürken grup L3 ve L4'de yoğun-

luğun azaldığı görüldü. Düşük enerji seviyelerinde yüzeyde erime veya çatlak görülmezken, grup L4 yüzeyindeki erime meydana geldiği görüldü (Şekil 2e). Ayrıca grup L3 ve grup L4 dentin yüzeyinde lazer uygulaması sonrası çatlak oluşumu izlendi (Şekil 3a-b).



Şekil 1. Test gruplarına ait SEM görüntüleri a: Kontrol, b: Grup L1, c:Grup L2, d: Grup L3, e: Grup L4.



Şekil 2. Dentin yüzeyindeki çatlak görünümü; a: Grup L4 örneğinde meydana gelen çatlakın ×500 büyütmedeki SEM görüntüsü, b: Grup L3 örneğinde meydana gelen çatlakın ×2000 büyütmedeki SEM görüntüsü.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, farklı enerji yoğunluğundaki Er:YAG lazer ile pürüzlendirilen dentin yüzeylerinin kor kompozit materyali ile bağlanma dayanımı değerlendirildi. Çalışmanın sonucuna göre, dentin yüzeyine uygulanan lazerin enerji yoğunluğu arttıkça etkisinde farklılıklar görüldü. 100 mJ ve 150 mJ Er: YAG lazer enerjisi uygulanan grupları kontrol grubuna göre daha

yüksek dentin-rezin bağlanma dayanım değerleri ortaya koyarken, 200 mJ ve 300 mJ Er: YAG lazer enerjisi uygulanan gruplarda bağlanma dayanımının azaldığı görüldü. Buna göre çalışmanın hipotezi kısmi olarak reddedildi.

Kompozit rezinler, mine ve dentine bağlanabilmeleri ve estetik özellikleri nedeniyle geniş kullanım alanı bulmaktadırlar.¹⁷⁻¹⁹ Dentin dokusunun daha nemli ve yapısal olarak mineye göre daha karmaşık olması nedeniyle dentin dokusuna bağlanma daha zor gerçekleşmektedir. Bu nedenle dentin dokusuna uygulanan yüzey işlemlerinin ve adezivlerin uygulaması daha dikkat gerektirir. Hidrofilik rezin tercihi ve diş yüzeyinin topografisinde meydana getirilecek değişimler ile rezin-diş bağlantısı güçlendirilebilmektedir. Üniversal adeziv sistemler günümüzde kullanılan en güncel adeziv sistemlerdir. Bu sistemler dentin yüzeyindeki smear tabakasını modifiye ederek (self-etch) veya kaldırarak (total etch) kullanılabilirler.^{1,21} Munoz ve ark.²² üniversal ajanların total-etch kullanıldığında self-etch tekniğe göre daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdiğini belirtmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada ise üniversal adezivlerin tüm kullanım koşullarında benzer bağlanma dayanımı gösterdiği vurgulanmıştır.²³ Bu nedenle, bu çalışmada kor kompoziti uygulamadan önce en güncel teknik olan ve her koşulda uygulanabilen üniversal bir adeziv tercih edilmiştir. Ayrıca kullanılan kor kompozitinin üretici talimatları da üniversal adeziv kullanımını desteklemektedir.

Er:YAG lazer kullanımı restoratif materyaller ile diş sert dokuları arasındaki bağlantıyı artırması nedeniyle tavsiye edilmektedir. Buna rağmen lazer ile pürüzlendirme işleminin etkinliği halen literatürlerde tartışmalıdır. Bazı çalışmalarda dentinin lazer ile pürüzlendirilmesi desteklenirken;^{24,25} bazı çalışmalarda işlemin etkisiz olduğunu ifade edilmiştir.^{26,27} Bu çalışmalardan çıkan ortak sonuç, diş dokusuna uygulanan lazer işleminin doğru endikasyonda doğru parametrenin seçilmesi gerektiğidir.²⁴⁻²⁷ Bu nedenle bu çalışmada dentin yüzey topografisini değiştirmek amacı ile 4 farklı enerji yoğunluğundaki Er:YAG lazer ile pürüzlendirme işlemi uygulanmıştır.

Bakry ve ark.²⁸ dentin yüzeyine uygulanan düşük enerji seviyesindeki Er:YAG lazerin smear tabakayı ortadan kaldırarak bağlanma dayanımına olumlu etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Buna rağmen, Ekworapoj ve ark.²⁹ yüksek enerji seviyesindeki Er:YAG lazer uygulamaları ile dentin kollajen fibrillerin eridiğini ve dönüşümsüz olarak denature olduğunu belirtirken,

rezin tag oluşumunu ve rezinin dentin tübüllerine infiltrasyonunu engellediği için bağlanma dayanımını olumsuz etkileyeceğini savunmuşlardır. Bu çalışmada, SEM görüntüleri değerlendirildiğinde daha önceki her iki çalışmayı da destekleyen sonuçlar elde edilmiştir. Lazer enerjisi 100 mJ ve 150 mJ seviyesinde uygulandığında smear tabakanın ortadan kalktığı ve dentin tübüllerinin açıldığı görülmüştür. Ayrıca makaslama bağlanma dayanımı sonuçlarında da bu görüntüyü destekleyecek şekilde düşük enerji yoğunluklarında diğer tüm gruplara göre yüksek değerler elde edilmiştir. Çalışmanın en yüksek enerji seviyesinde ise (300 mJ) dentin tübüllerinin denature olduğu ve yüzeyde erimeler ve çatlaklar oluştuğu görülmüştür. Bu sonuçlardan da anlaşıldığı gibi dentinin Er:YAG lazer ile pürüzlendirilmesinde doğru enerji yoğunluğunun kullanılması önemlidir.

Farklı lazer parametrelerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda; farklı güçlerde uygulanan lazer gruplarının kendi aralarında ve kontrol grupları ile arasında bağlanma dayanım değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir.^{13,30} Bu çalışmada ise yalnızca 200 mJ ve 300 mJ lazer enerjisi kullanıldığında kontrol gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Önceki çalışmalarda farklı bir lazer kullanılması ve kompozit rezin öncesi uygulanan bağlayıcı sistemin farklı olması nedeniyle sonuçlarda farklılık olduğu düşünülmektedir. Nahas ve ark.³¹ ise bu çalışmaya benzer şekilde farklı lazer enerji yoğunluklarını karşılaştırmış ve düşük enerji seviyelerinde yüksek bağlanma dayanım değeri elde ederken yüksek enerji seviyelerinin bağlanma dayanımına etkili olmadığını belirtmiştir. Buna neden olarak yüksek lazer enerji seviyelerinin dentinin yapısını bozduğunu ve adezivin dentin tübüllerinin akışını engellendiğini savunmuşlardır.

Restoratif materyallerin ve bağlayıcı ajanların diş dokusuna bağlanma dayanımlarını belirlemek için sıklıkla makaslama (shear) ve mikro-çekme (micro-tensile) bağlanma kuvvetleri test yöntemleri kullanılmaktadır.³² Bu testler ile ağız ortamında maruz kalacak olası stresler taklit edilerek malzemenin direnci araştırılır. İn-vivo şartlarda restoratif materyallerin bağlantısının bozulması ve bağlanma hatalarının oluşmasının en çok makaslama gerilmeleri ile ilişkili olduğu düşünüldüğü için diğer çalışmalara benzer şekilde bu çalışmada makaslama bağlanma dayanım testi uygulanmıştır.^{10,13,24,26,31}

Isısal döngü uygulaması ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada 10,000 ısısal döngü uygulamasının yaklaşık olarak 1 yıla denk geldiği belirtilmektedir.^{33,34} Bu çalışmada ısısal yaşlandırma işlemi ısısal döngü cihazı ile örnekler 5,000 ısısal döngüye (5 °C – 55 °C; döngü süresi, 20 sn) tabi tutularak yapılmıştır. Bu uygulama ile ağız içi ısısal değişimler kolaylıkla örnekler üzerine yansıtılabilir ve yaklaşık olarak 6 aylık kullanıma karşılık gelen ısısal yaşlandırma yapılmış olur.³⁴ Bu şekilde tüm örnekler standardize ve tekrar edilebilir ısısal strese tabi tutulmuş olur, ancak literatürde örneklerin ısısal döngüye tabi tutulması ile ilgili bir standart yoktur.

SONUÇ

Bu çalışma sınırları dahilinde, dentin yüzeyine uygulanan 100 mJ ve 150 mJ enerji yoğunluğundaki Er:YAG lazerin dentin ile kor kompoziti arasındaki bağlanma dayanımını arttırdığı, yüksek lazer enerji yoğunluğunun ise bağlanma dayanımında etkisinin olmadığı, ayrıca dentin yüzeyinde erime ve çatlaklar oluşturduğu görülmektedir. Bu sonuçlar ışığında, dentin yüzeyine uygulanacak Er:YAG lazerin enerji yoğunluğunun düşük tutulması ile dentinin yapısını bozmadan başarılı bir kor kompoziti bağlantısı sağlanabilir.

İpek Çağlar: ORCID ID: 0000-0002-2286-4657
Sabit Melih Ateş: ORCID ID: 0000-0001-7137-2096
Işıl Öztürk: ORCID ID: 0000-0002-7073-6326
Zeynep Yeşil Duymuş: ORCID ID: 0000-0001-7162-8792

KAYNAKLAR

1. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003;28:215-35.
2. Nakabayashi N, Saimi Y. Bonding to intact dentin. *J Dent Res* 1996;75:1706-15.
3. Reis A, Pellizzaro A, Dal-Bianco K, Gones OM, Patzlaff R, Loguercio AD. Impact of adhesive application to wet and dry dentin on long-term resin-dentin bond strengths. *Oper Dent* 2007;32:380-7.
4. Chimello-Sousa DT, de Souza AE, Chinelatti MA, Pécora JD, Palma-Dibb RG, Milori Corona SA. Influence of Er:YAG laser irradiation distance on the bond strength of a restorative system to enamel. *J Dent* 2006;34:245-51.
5. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *J Dent Res* 2000;79:1385-91.
6. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dent Mater* 2010;26:1176-84.
7. Erickson RL, Barkmeier WW, Latta MA. The role of etching in bonding to enamel: A comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems. *Dent Mater* 2009;25:1459-67.
8. Celik EU, Kucukyilmaz E, Savas S. Effect of different surface pre-treatment methods on the microleakage of two different self-adhesive composites in Class V cavities. *Eur J Paediatr Dent* 2015;16:33-8.
9. Ferreira LS, Apel C, Francci C, Simoes A, Eduardo CP, Gutknecht N. Influence of etching time on bond strength in dentin irradiated with erbium lasers. *Lasers Med Sci* 2010;25:849-54.
10. Torres CP, Gomes-Silva JM, Borsatto MC, Barroso JM, Pécora JD, Palma-Dibb RG. Shear bond strength of self-etching and total-etch adhesive systems to Er:YAG laser-irradiated primary dentin. *J Dent Child (Chic)* 2009;76:67-73.
11. Staninec M, Gardner AK, Le CQ, Sarma AV, Fried D. Adhesion of composite to enamel and dentin surfaces irradiated by IR laser pulses of 0.5–35 microsecond duration. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2006;79:193-201.
12. Sasaki LH, Lobo PD, Moriyama Y, Watanabe IS, Villaverde AB, Tanaka CS, Moriyama EH, Brugnera AJ. Tensile bond strength and SEM analysis of enamel etched with Er:YAG laser and phosphoric acid: a comparative study in vitro. *Braz Dent J* 2008; 19:57-61.
13. Chou JC, Chen CC, Ding SJ. Effect of Er, Cr: YSGG laser parameters on shear bond strength and microstructure of dentine. *Photomed Laser Surg* 2009;27:481-6.
14. Ceballos L, Toledano M, Osorio R, Tay FR, Marshall GW. Bonding to Er:YAG-laser-treated dentin. *J Dent Res* 2002;81:119-22.
15. De Munck J, Van Meerbeek B, Yudhira R, Lambrechts P, Vanherle G. Micro-tensile bond



- strength of two adhesives to Erbium:YAG-lased vs. bur-cut enamel and dentin. *Eur J Oral Sci* 2002;110:322-9.
16. Bertrand MF, Semez G, Leforestier E, Muller-Molla M, Nammour S, Rocca JP. Er : YAG laser cavity preparation and composite resin bonding with a single-component adhesive system: Relationship between shear bond strength and microleakage. *Lasers Surg Med* 2006;38:615-23
17. Yavuzylmaz H, Ulusoy MM, Kedici PS, Kansu G. Protetik diş tedavisi terimleri sözlüğü. *Türk Protodonti ve İmplantoloji Derneği, Ankara Şubesi Yayınları, sayı: 1, Ankara, 2003: 72–73.*
18. Millstein PL, Nathanson D. Effect of temporary cementation on permanent cement retention to composite resin cores. *J Prothet Dent* 1992; 67: 856-9.
19. Yıldırım G. Fiber post simantasyonu ve üst yapıda kullanılan rezin esaslı materyallerin mekanik özelliklerinin ve mikrosızıntılarının karşılaştırılması. *Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2014, Doktora Tezi.*
20. Buyukhatipoglu I, Ozsevik AS, Secilmis A, Usumez A. Effect of dentin laser irradiation at different pulse settings on microtensile bond strength of flowable resin. *Dent Mater J* 2016;35:82-8.
21. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Landuyt V, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater* 2005;21:864–81
22. Munoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NH. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent* 2013;41:404-11.
23. Mena-Serrano A, Kose C, De Paula EA, Tay LY, Reis A, Loguercio AD et al. A new universal simplified adhesive: 6-month clinical evaluation. *J Esthet Restor Dent.* 2013;25:55-69.
24. Visuri SR, Gilbert JL, Wright DD, Walsh JT Jr. Shear strength of composite bonded to Er:YAG laser-prepared dentin. *J Dent Res* 1996;75:599-605.
25. Bakry AS, Sadr A, Inoue G, Otsuki M, Tagami J. Effect of Er:YAG laser treatment on the microstructure of the dentin/ adhesive interface after acid-base challenge. *J Adhes Dent* 2007;9:513-20.
26. Davari A, Sadeghi M, Bakhshi H. Shear bond strength of an etch-and-rinse adhesive to Er:YAG Laser and/or phosphoric acid-treated dentin. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2013;7:67-73.
27. Dunn WJ, Davis JT, Bush AC. Shear bond strength and SEM evaluation of composite bonded to Er:YAG laser-prepared dentin and enamel. *Dent Mater* 2005;21:616-24.
28. Bakry AS, Nakajima M, Otsuki M, Tagami J. Effect of Er:YAG laser on dentin bonding durability under simulated pulpal pressure. *J Adhes Dent* 2009;11:361-8.
29. Ekworapoj P, Sidhu SK, McCabe JF. Effect of different power parameters of Er,Cr:YSGG laser on human dentine. *Lasers Med Sci* 2007;22:175–82.
30. Barutçigil C, Kürklü D, Barutçigil K, Arslan H. Farklı yüzey işlemleri uygulanmış dentine üniversal bağlayıcı ajanın bağlanma dayanımının incelenmesi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2013;21:324-30.
31. Nahas P, Zeinoun T, Majzoub Z, Kmena C, Nammour S. the effect of energy densities on the shear bond strength of self-adhering flowable composite to Er:YAG pretreated dentin. *Biomed Res Int* 2016;2016:1-8
32. Al-Sasaki Salehi SK, Burke FJ. Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength. *Quintessece Int* 1997;28:717-23.
33. Koodaryan R, Hafezeqoran A, Poursoltan S. Effect of dentin surface roughness on the shear bond strength of resin bonded restorations. *J Adv Prosthodont* 2016;8:224-8.
34. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999; 27:89-99.

Yazışma Adresi

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

