



ARAŞTIRMA / RESEARCH

Lazerle Farklı Güç ve Açılarda Yapılan Mine Pürüzlendirmesinin Bağlanma Dayanımına Etkisi

Effect of Different Power Outputs and Beam Angulations on Bond Strength of Laser Etched Enamel



Yrd.Doç.Dr. Güvenç
BAŞARAN
Prof.Dr. Jalan
DEVECİOĞLU KAMA
Doç.Dr. Törün ÖZER

Dicle Üniv. Dişhek. Fak.
Ortodonti A.D. Diyarbakır /
Dicle Univ. Faculty of
Dentistry Dept. Of
Orthodontics, Diyarbakır,
Turkey

Yazışma adresi:
Corresponding Author:
Yrd.Doç.Dr. Güvenç BAŞARAN
Dicle Üniversitesi Dişhekimliği
Fakültesi Ortodonti Anabilim
Dalı Diyarbakır
e-mail: basaran@dicle.edu.tr
Tel: 0412 248 81 01/3410
Faks: 0412 248 81 00

ÖZET

Çalışmamızda farklı açılarda lazer ışınlarının, mine yüzeyine farklı güç çıkışlarıyla uygulandığında makaslama bağ dayanımının ölçülmesi ve yüzey özelliklerini incelemeyi amaçladık.

Araştırmada 90 adet çekilmiş insan premolar dişi kullanılmıştı. Dişler Erbium, Chromium: Yttrium, Scandium, Gallium, Garnett (Er,Cr:YSGG) lazer ile 3 farklı güç çıkışı (1, 1.25 ve 1.5 watt, 140 µm, 20 Hz) ve 2 farklı ışın açısında (45° ve 90°) pürüzlendirilmişti.

Gruplar arasında makaslama bağlanma kuvvetleri ve Artık Adeziv İndex (ARI) açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.(p>.05) Lazer ışın açılanmasının, bu güç çıkışlarında bir fark oluşturmadığı gözlemlendi. 1 watt 90°'lik açılanma haricinde, tüm diğer güç çıkışları her iki lazer ışın açılanmasında benzer pürüzlendirme biçimi oluşturdu.

Ortodontik amaç için pürüzlendirilmede Er,Cr:YSGG lazer başlığının diş minesinde farklı açılarda kullanılmasının önemi yoktur. (*Türk Ortodonti Dergisi* 2009;22:124-133)

Anahtar Kelimeler: Lazer, ışınlama açısı, kopma testi.

SUMMARY

The aim of the study was to test the shear bond strength and surface characteristics when applying laser beam at different angulations with different power outputs to the enamel surface

In the research 90 extracted human premolar teeth were used. Teeth were etched with Erbium, Chromium: Yttrium, Scandium, Gallium, Garnett (Er,Cr:YSGG) laser at three different power outputs(1,1.25 and 1.5 Watt, 140 nm, 20 Hz) and two different beam angulations(45 and 90°).

There was no statistically significant difference between the groups in shear bond strengths and adhesive remnant indexes. Laser beam angulation, at these power outputs, does not make sense. All of the other power outputs, except 1 Watt at 90° produced similar etching patterns at both laser beam angulations.

It is not extremely important to use the handpiece of the Er,Cr:YSGG laser at different angles to the enamel to etch for orthodontic purposes. (*Turkish J Orthod* 2009;22:124-133)

Key Words: Laser, beam angulation, shear test.



GİRİŞ

Asitle pürüzlendirme; smear tabakasını kaldırmak ve başarılı ortodontik yapışma için gerekli olan adeziv, sıvı komponentlerinin penetrasyonunu sağlayan düzensizlikler oluşturmak için en iyi yöntemlerden biridir. Diğer yandan, sabit ortodontik aygıtlar etrafındaki mine demineralizasyonu önemli bir problemdir. Özellikle, kötü ağız hijyeni, bakteri plağı ve onların metabolik ürünleri, periodontal hastalıklara ve beyaz nokta lezyonlara yol açar.(1,2)

Flor eklenmiş komponentler(3), flor salınımı yapan bonding ajanları(4), flor lakları(5) ve lazer pürüzlendirmesi(6,7) gibi çoğu önlem mine demineralizasyonunu önlemek için önerilmektedir. Smear tabakasını kaldıran lazer ışınımının etkisi literatürde rapor edilmiştir.(8-12) Modifiye mineye lazer ışınımı, etkilenecek mineyi çürük ataklarına karşı daha hassas hale getiren kalsiyum fosfat oranını değiştirir.(6,7)

Mainmann(13) 1960'da ilk lazer sistemi ortaya koyduktan sonra, lazer tıp ve diş hekimliğinde birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. İlk ticari elde edilen dental lazerler yumuşak doku tedavileri içindi.(14-18) Zamanla lazerler sert doku uygulamaları için geniş bir ilgi alanına sahip olmuştur.(19,20) Günümüzde, porselen yüzey işlemleri (21), kök kanal şekillendirmesi için endodontik kullanım (22), adezivlerin polimerizasyonu (23,24) ya da braketlerin koparılması (25) gibi birçok başka uygulamalar araştırılmaktadır.

Lazer radyasyon yayımının uyarılması ile ışık amplifikasyonunun kısaltmasıdır. Uyarılmış atom lazer uygulandığında foton yaymak için uyarılmıştır. Bu uyarılma sonucunda, tek dalga boyunda ışık açığa çıkar. Bu dalga boyu lazer sistemin karakteristiğini oluşturur.

Mineyi pürüzlendirmek için farklı dalga boylarına sahip lazer sistemleri kullanılmıştır. Erbium-doped Yttrium, Aluminum, Garnet (Er:Yag) lazerler 2940 nm dalga boyunda çalışır. (7) Erbium, Chromium: Yttrium, Scandium, Gallium, Garnet (Er,Cr:YSGG) lazer ise (Waterlase MD, Biolase Technology Inc., San Clemente, CA, ABD) 2840 nm dalga boyunda çalışmaktadır.(12)

Önceki çalışmalar(6-12) genelde çeşitli fiziksel lazer ışınım parametrelerine odaklanmıştır, fakat klinik uygulama özelliklerinde bir eksiklik vardır. Ağızın arka bölgesinde el

INTRODUCTION

Acid etching is one of the best methods to remove smear layer and to create irregularities for penetration of the fluid adhesive components which is mandatory for a successful orthodontic bonding. On the other hand, enamel demineralization around fixed orthodontic appliance is a significant problem. Especially, in case of a poor oral hygiene, bacterial plaque and their metabolic products lead to white spot lesions and periodontal diseases. (1,2)

Many precautions has been suggested to prevent enamel demineralization; such as fluoride added composites, (3) fluoride releasing bonding agents, (4) fluoride varnishes, (5) and laser etchings. (6,7) The ability of laser irradiation to remove smear layer has been reported in the literature. (8-12) Laser irradiation of the enamel modifies calcium to phosphate ratio which makes irradiated enamel more susceptible to caries attack. (6,7)

After Maiman (13) introduced first laser system in 1960, it has been started to be used in many fields in medicine and dentistry. The first commercially available dental lasers were for soft tissue treatments.(14-18) Time to time lasers have prompted a great deal of interest for dental hard tissue applications.(19,20) Nowadays many other applications like porcelain surface treatments,(21) endodontic use for root canal shaping, (22) polymerization of adhesives (23,24) or debonding of brackets (25) are being researched.

LASER is an acronym for Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. An excited atom is stimulated to emit a photon when the laser is irradiated. Emission of that photon generates a light of a single wavelength. This wavelength makes the characteristics of the laser system.

To etch the enamel many laser systems which have different wavelengths were used. Erbium-doped Yttrium, Aluminum, Garnet lasers operate at 2940 nm wavelength.(7) Erbium,Chromium:Yttrium-Scandium-Gallium-Garnet (Er,Cr:YSGG) lasers (Waterlase MD, Biolase Technology Inc., San Clemente, CA, USA) operate at 2780 nm wavelength.(12)

Preceding studies(6-12) mostly focused



parçasının zor kullanımı, bize lazer ışın açısının değiştirilmesinin fark yaratıp yaratmadığını düşündürür. Bu çalışmanın amacı farklı güç çıkışlarında, 900 ve 450 açıyla mineye uygulanan lazer ışınlarının mine yüzeyindeki etkisinin mineye olan makaslama bağ dayanımını değerlendirmektir.

GEREÇLER ve YÖNTEM

Çalışmamızda her grupta 15 örnek olacak şekilde toplam 90 diş kullanılmıştı. Dişler üzerinde kalan yumuşak dokunun temizlenmesinden sonra, %0,1 timol solüsyonuna bekletilmişti. Kullanacağımız dişlerde çatlak, çürük ve abrazyon olmamasına dikkat edilmiştir.

Diş yüzeylerini pürüzlendirmek için Erbium, Chromium: Yttrium, Scandium, Gallium, Garnett lazer cihazı (marka, model, üretici, şehir, ülke ?) kullanılmıştır. Lazer cihazı 2780 nm dalga boyunda, 10Hz ile 50Hz arasında seçilebilen vuruş tekrarında çalışır. Güç ayarları 0,1 Watt ile 8 Watt arasında değişmektedir. Bu seçilebilen güç ayarları, küretaj, frenektomi, pulpatomi, fiberektomi, kök kanal şekillendirmesi, pürüzlendirme ve minenin kesilmesi gibi farklı uygulamalar için uygun hale getirir.(7,10,14,16, 22-25) Bu sistem hidrokinetik sistem olarak isimlendirilir. Lazer enerjili su damlacıkları diş sert dokularının uzaklaştırılmasında kullanılır. Su damlacıkları lazer enerjisini emer ve dişe yönlendirildiğinde sert doku kaldıracı su partiküllerine dönüşür.

Dişler 3 ana gruba ayrıldı. Her bir grup için 3 farklı güç çıkışı (1, 1.25 ve 1.5 watt, 140 µm, 20 Hz) kullanıldı. Her bir ana grupta 2 adet alt gruba ayrıldı. Alt gruplarda her bir güç çıkışı için 2 lazer ışın açılanması (45° ve 90°) kullanıldı.

1. Grup: 1 watt 450 lik açılendirma
2. Grup: 1 watt 900 lik açılendirma
3. Grup: 1.25 watt 450 lik açılendirma
4. Grup: 1.25 watt 900 lik açılendirma
5. Grup: 1.5 watt 450 lik açılendirma
6. Grup: 1.5 watt 900 lik açılendirma

Her gruptan bir örnek taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile mine yüzeyinin topografisinin görüntülenmesi için incelendi. Çalışmamızda SEM değerlendirilmesi değişik açılarda mine yüzeyine lazer pürüzlendirme işleminin mine yüzeyindeki etkisinin gözlenmesi amacıyla kullanıldı. Objektif değeren-

on various physical laser irradiation parameters but there is a lack of clinical handling properties. Difficulty at using the handpiece in the posterior region of the mouth leads us to think that if angulation of the laser beam angle does make sense or not. The aim of this study was to test the shear bond strength and surface characteristics when applying laser beam perpendicularly and with 45 degrees to the enamel surface with different power outputs.

MATERIALS and METHODS

Fifteen specimens for each subgroup, totally ninety teeth were used in the present study. After debridement of the remaining soft tissue, the teeth were placed in a 0.1% of thymol solution. The criteria for tooth selection included absence of cracks, caries and abrasions.

To etch the enamel surfaces Er,Cr:YSGG laser was used. It operates at a wavelength of 2780 nm, at a selectable repetition pulse from 10 Hz to 50 Hz. The power settings range from 0.1 Watt to 8 Watt. These selectable settings make it suitable for different applications, such as curettage, frenectomy, pulpotomy, fiberotomy, root canal debridement, etching or cutting enamel. (7,10,14,16,22-25) This system is called a hydrokinetic system. Laser energized water droplets are used to cut the tooth. Water droplets absorb the laser energy and become laser-energized water particles that, when directed at the tooth, rapidly remove enamel.

The teeth were divided into three main groups. Different power outputs (1, 1.25 and 1.5 W) was used in each group. These three groups had two subgroups for each. By dividing into subgroups two laser beam angulations (45 and 90 degrees) were used for each power output.

- Group: 1 watt 450 angulation
- Group: 1 watt 900 angulation
- Group: 1.25 watt 450 angulation
- Group: 1.25 watt 900 angulation
- Group: 1.5 watt 450 angulation
- Group: 1.5 watt 900 angulation

One specimen for each group was used to visualize the topography of the enamel surface with scanning electron microscope(SEM). The aim of using SEM evaluation



dirme skalasının olmayışı nedeniyle istatistiksel karşılaştırma yapılmamıştır, bu görüntüler sadece minenin yüzey topografisini daha iyi anlamak için kullanıldı.

Deneyden önce tüm örnekler dikey olarak kendi kendine sertleşen akrilik rezine bukkal yüzeyleri açıkta kalacak şekilde yerleştirildi. Pürüzlendirme işleminden önce dişlerin bukkal mineleri flor içermeyen bir pomza ile temizlendi ve yağsız bir hava-su spreyi ile yıkayıp kurutuldu. Lazer ışınları herhangi bir işlem yapılmamış olan mine yüzeyine 15 sn boyunca akrilik rezindeki 4x4 mm'lik bir boşluktan Er,Cr:YSGG lazer ile mine yüzeyine temas etmeden 1 mm'lik mesafeden uygulandı. Mine yüzeyi tedavi esnasında herhangi bir düzleştirmeye tabi tutulmayacağından çalışma işleminde de minenin düzleştirilmesi işleminden kaçınıldı.

Pürüzlendirme işleminin sonrasında her gruptan 1 örnek numune SEM değerlendirilmesi için hiçbir işleme tabi tutulmadan ayrıldı. Her bir grup için 14 adet örnek bonding işlemi için hazırlandı. Mine yüzeyleri yağsız bir hava su spreyi ile 15 sn yıkayıp kurutulularak nemsiz bir ortam hazırlandı. Mine yüzeyine uniform bir şekilde primer (Transbond XT, 3 M Unitek, Monrovia, ABD) pürüzlendirilmiş mine yüzeyine kaplandı. Taban alanı 12.6 mm² olan paslanmaz çelik premolar braketlerin (GAC, Central Islip, Ny, ABD) tabanı üzerine kompozit (Transbond XT, 3M Unitek, Monrovia, ABD) uygulandı ve diş yüzeyine yerleştirildi. Son pozisyonunu takiben taşan kompozit artıkları bir sond yardımı ile temizlenmiş ve braketlerin her bir tarafından 10'ar sn olmak üzere toplam 40 sn ışınlama işlemi yapıldı.

Bağ Dayanım Testi

Örnekler 0,5 mm /dk hızındaki tst makinesi ile (Instron Testometric M500-25, Testometric Company Ltd, Lonchore, UK) bonding bağlanım kuvveti için test edildi. Kuvvet uygulayıcı uç kronun uzun eksenine paralel ve mümkün olduğu kadar yakın olacak şekilde braket ile mine ara yüzüne doğru yönlendirildi. Bağlanma kuvveti Newton(N) olarak kaydedildi ve bu kayıt braket taban alanına bölünerek bağlanım kuvvetleri megapascal(MPa) olarak elde edildi.

Makaslama testlerini takiben braketler koparıldıktan sonra mine yüzeyleri artık adeziv

in the present study is only to visualize what was happening to the enamel surface with different angles. Lacking of a scale makes this technique subjective and therefore it can not be used for a comparison it is just for a better understanding of the enamel surface topography.

Before the experiment all the specimen were mounted in a self curing acrylic resin vertically. Before etching, buccal enamel of the teeth was pumiced, rinsed with water and air dried. Laser irradiations were performed for 15 seconds with non-contact mode while an acrylic resin, with a hole of 4x4 mm, was on the enamel surface. In an orthodontic treatment enamel surfaces would not be flatten so in our research enamel surfaces were not flattened.

After all etchings were performed one representative for each group underwent SEM evaluation and remaining fourteen teeth for each group was prepared for bonding. Enamel surfaces were rinsed with water for 15 seconds and dried with an oilless air-water spray. A thin uniform coating of the bonding agent (Transbond XT, 3M Unitek, Monrovia, Cal, USA) covered the etched enamel surface. Adhesive paste (Transbond XT, 3M Unitek, Monrovia, Cal, USA) was applied on the premolar bracket bases (GAC, central Islip, NY, USA) with an area of 12.6 mm². The bracket was placed on the enamel surface, pressed firmly, settled to its final position and the excessive adhesive was removed with a probe. 10 seconds from each side of the brackets, totally 40 seconds of light curing was performed for each tooth.

Debonding Procedure

Specimen was tested for bond failure forces with a testing machine (Instron testometric M500-25, Testometric Company Ltd., Lancheire, Rochdale, UK) at a crosshead speed of 0.5 mm/min. A chisel edge, mounted on to the crosshead was aimed at the bracket enamel interface. Load cell recorded the debonding force in newtons and dividing this record to the base area gave us the force in megapascals.

After debonding the brackets enamel surfaces were evaluated for adhesive remnant index (ARI) scores and for determination of the properties of the remnant adhesives. ARI



indeks (ARI) skorları diş yüzeyinde kalan rezinin niceliğini tarif etmek için kullanıldı. Makaslama testi sonrası mine yüzeyleri Artun ve Bergland(26) tarafından tanımlanan artık adeziv indekslerini (ARI) belirlemek için x10 ışık mikroskobu altında incelendi.(26)

ARI skorları aşağıdaki gibi 0-3 olarak sıralanmıştır.

0: Dişte hiç adeziv yok

1: Minenin bağlayıcı ajan uygulanan kısmının yarısından azı adeziv ile kaplanmıştır.

2: Minenin bağlayıcı ajan uygulanan kısmının yarısından fazlası adeziv ile kaplanmıştır

3: Minenin bağlayıcı ajan uygulanan kısmı tamamen adeziv ile kaplanmıştır.

İstatistiksel Analiz

Ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerler içeren tanımlayıcı istatistik hesaplanmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkları ortaya koymak için ANOVA testi yapıldı. ARI skorlarını değerlendirmek için Chi-Square testi kullanıldı. Tüm istatistiksel hesaplamalar Windows SPSS 10.0 (Chicago III,USA) paket programı kullanılarak yapıldı.

BULGULAR

Farklı güç çıkışları ve açılarda makaslama bağ dayanımının tanımlayıcı istatistik değerleri tablo 1'de görülmektedir. Ortalama maksimum bonding kopma kuvveti (13,8 MPa) 1 watt 45°'lik pürüzlendirme işleminde gözlemlendi. 13,1 MPa bonding kopma kuvveti mine yüzeyi ile 90° açıda lazer ışınımı olduğunda gözlemlenmiştir. 12,8 ve 12,6 MPa bonding kopma kuvvetleri 45° ve 90° ile 1,25 watt'lık güç çıkışı sırasında kaydedildi. 1,5 watt güç çıkışı

scores, that were described by Årtun and Bergland,(26) were determined with x10 light microscope and used to describe the quantity of resin remaining on the tooth surfaces.

The ARI scores were ranging from 0-3 as follows:

0, no adhesive remained on the tooth;

1, less than half of the enamel bonding site was covered with adhesive;

2, more than half of the enamel bonding site was covered with adhesive;

3, the enamel bonding site was covered entirely with adhesive.

Statistical Analysis

Descriptive statistics including mean, standard deviation, maximum and minimum values were calculated. ANOVA test revealed the differences among the groups. Chi-square test was used to evaluate the ARI scores (Table 2). All the statistical calculations were performed with SPSS 10.0.0 for Windows (Chicago, USA).

RESULTS

Descriptive statistics of shear bond strengths for different power outputs and angulations can be seen in Table 1. Mean maximum shear bond strength (13.8 MPa) was observed with 1 Watt power output at 45°. 13.1 MPa shear bond strength was observed when the laser beam was at the right angle with the enamel surface. 12.8 and 12.6 MPa shear bond strengths were recorded with 1.25 Watt power output with 45 and 90 degrees, respectively. Like these, 1.5 Watt po-

Tablo 1: Farklı güç ve açı değerlerindeki bağlanma güçlerinin(Mpa) değerleri.

Table 1: Shear bond strengths (in Mpa) measured at different beam angles and power outputs.

Güç Değerleri / Power Outputs	Açılar / Angulations	N	Ort / Mean	Sd	Se	Max	Min	Sig
1 Watt	45°	14	13.8	2.7	1.3	19.2	8.9	n.s.
1 Watt	90°	14	13.1	2.6	1.4	18.4	8.6	n.s.
1.25 Watt	45°	14	12.8	1.8	1.0	17.6	7.4	n.s.
1.25 Watt	90°	14	12.6	1.9	0.9	16.5	7.1	n.s.
1.5 Watt	45°	14	11.1	2.6	1.2	15.1	6.4	n.s.
1.5 Watt	90°	14	11.3	2.4	1.1	17.7	6.7	n.s.

n.s.= p>0.05



şı esnasında 450 ve 900 açılar bize 11,1 ve 11,3 Mpa bonding kopma kuvveti vermiştir. 1 watt'tan 1.5 watt'a doğru makaslama bağ dayanımında bir düşüş eğilimi gözlenmiştir.

Gruplar arasında makaslama bağ dayanımları değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.(p>.05) Tablo 2 artık adeziv indeksi skorlarını göstermektedir ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.(p>.05) Genelde adezivin çoğu mine yüzeyinde kalmıştır.

Pürüzlendirilmiş minenin SEM değerlendirmesi için, Silverstone ve ark.(27) makalesini görüş skalası olarak kullandık. Bu görüş skalasında 5 tip pürüzlendirme şekli elde edilmiş ve sınıflandırılmıştır. Tip 1 pürüzlendirme şekli, peteksi görünüm;1 watt 90° ile uygulandığında görülmüştür. (Resim 1A) 1 watt 450, 1.25 watt 450 ve 900 ve 1.5 watt 450 ve 900'lik güç çıkışlarında daha çok Tip 3 pürüzlendirme şekli olan periferel erimeler sonucu çakıl taşı görünümü oluşmuştur.(Resim 1B, 2 ve 3) SEM görüntülerinde mine yapısında genel bir yüzey pürüzlülüğü ve bazı

wer output gave us 11.1 and 11.3 MPa shear bond strength at 45 and 90 degrees, respectively. A decreasing tendency of shear bond strengths was observed from 1 Watt to 1.5 Watt. There was no statistically significant difference between the groups.(p>.05)

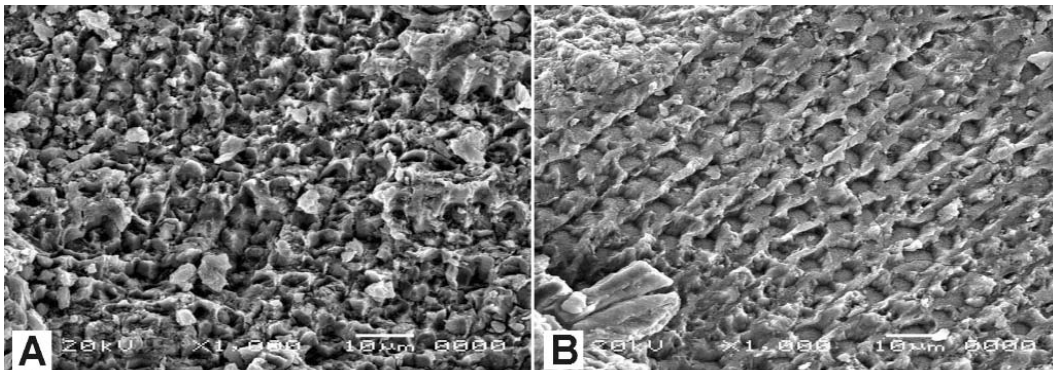
Table 2 shows adhesive remnant index scores and again there was no statistically significant difference between the groups. Generally more adhesive was left on the enamel surface.

For SEM evaluation of the etched enamels, the article of Silverstone et al.(27) can be used as a visual scale for a better understanding of what was happening to the etched enamels. A type I etching pattern, honeycomb like appearance, was seen; when the laser beam was irradiated at 1 Watt with 90°. (Figure 1A) All of the other power outputs (1 Watt-450, 1.25 Watt-450 and 900, 1.5 Watt-450 and 900) produced more like Type II etching pattern at both laser beam angulations. A generalized surface roughening and some hollowed prism centers were seen (Fi-

Güç Değerleri / Power Outputs	Açılar / Angulations	N	ARI				Chi-Square Test
			0	1	2	3	
1 Watt	45°	14	1	1	10	2	3.972, p>0.05
1 Watt	90°	14	2	2	9	1	
1.25 Watt	45°	14	2	2	9	1	
1.25 Watt	90°	14	1	2	8	3	
1.5 Watt	45°	14	2	3	7	2	
1.5 Watt	90°	14	0	2	10	2	

Tablo 2: Farklı güç ve açı değerlerindeki ARI skorları

Table 2: ARI scores at different power outputs and beam angles.



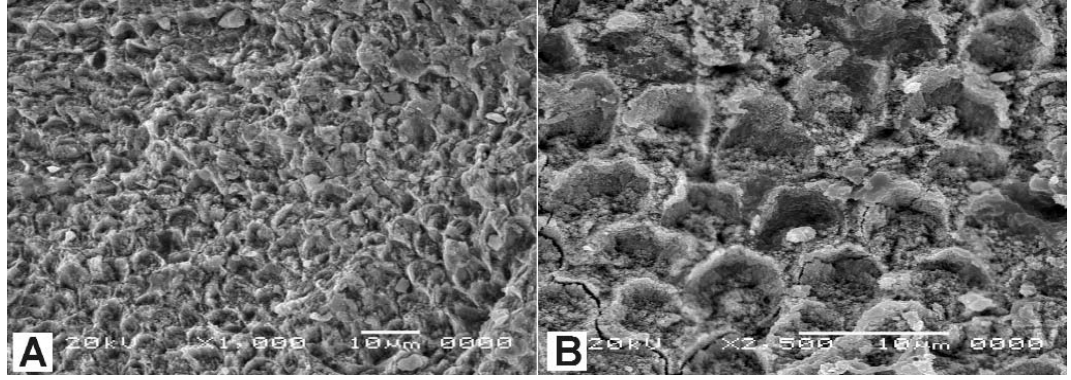
Şekil 1: A) 1 watt 45° ile pürüzlendirilmiş mine yüzeyinin SEM fotoğrafı, **B)** 1 watt 90° ile pürüzlendirilmiş mine yüzeyinin SEM fotoğrafı

Figure 1: A) SEM photograph of the enamel surface after etched with 1 Watt at 45°, **B)** SEM photograph of the enamel surface after etched with 1 Watt at 90°.



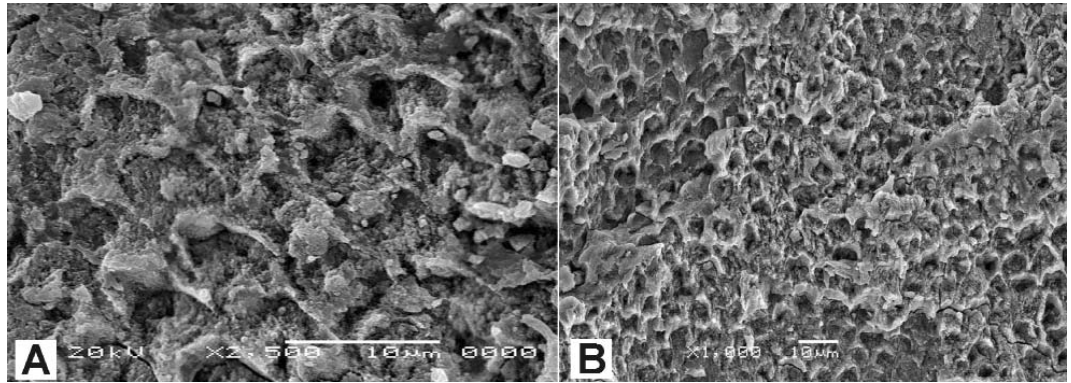
Şekil 2: A) 1.25 watt 45° ile pürüzlendirilmiş mine yüzeyinin SEM fotoğrafı, B) 1.25 watt 90° ile pürüzlendirilmiş mine yüzeyinin SEM fotoğrafı

Figure 2: A) SEM photograph of the enamel surface after etched with 1.25 Watt at 45°, B) SEM photograph of the enamel surface after etched with 1.25 Watt at 90°.



Şekil 3: A) 1.50 watt 450 ile pürüzlendirilmiş mine yüzeyinin SEM fotoğrafı, B) 1.50 watt 900 ile pürüzlendirilmiş mine yüzeyinin SEM fotoğrafı

Figure 3: A) SEM photograph of the enamel surface after etched with 1.5 Watt at 45°, B) SEM photograph of the enamel surface after etched with 1.5 Watt at



çökmüş prizma merkezleri görülmüştür. SEM görüntülerinde mine yüzeyinde mekanik bağlanma için rezin penetrasyonu sağlayan mikro çatlaklar görülmüştür.

TARTIŞMA

Bu çalışma değişik güç çıkışlarında lazer ışını açılmasının bir fark oluşturup oluşturmadığını test etmek için yürütülmüştür.

Minenin pürüzlendirilmesi için Er,Cr:YSGG ve Er:YAG lazerlerin kullanımı konvansiyonel asitle pürüzlendirilmeye göre bazı iyi özellikleri olduğundan dolayı bazı yazarlar tarafından tercih edilmektedir.(7,12,28) Lazerlenmiş mine çürük ataklarına daha dirençli hale gelir. (6,7) Nem kontrolünün artması ve asitle pürüzlendirmeye benzer bağ dayanı kuvvetleri de Er,Cr:YSGG lazeri konvansiyonel asitle pürüzlendirmeye göre daha uygulanabilir bir metod yapmaktadır. (7,12,28)

Er,Cr:YSGG lazerin ortalama güç çıkışı 0,1 ile 8 Watt arasında değişebilir. Mine kesme işlemi 2.5 ile 8 Watt arasında yüksek bir güç çıkışı gerektirir.(29-31) 0.75-2 Watt arasındaki düşük güç çıkışları mine yüzey şekillendirilmesi için yeterlidir.(10,12) Bu çalışmada 1, 1.25 ve 1.5 Watt'lık güç çıkışları mine pürüzlendirilmesi için kullanılmıştır. 3 farklı güç çı-

ğure 1B, 2 and 3) Also, micro cracks which aid the penetration of the resin for a mechanical lock can be seen.

DISCUSSION

This study was performed for testing bond strength with different between laser beam angulations at different power outputs.

The use of Er,Cr:YSGG laser for etching the enamel is preferred by some authors (7,12,28) because of its superior abilities to conventional acid etching. Laser irradiated enamel becomes more susceptible to caries attack.(6,7) Also reduced chair time, increased moisture control and similar bond strength to acid etching makes Er,Cr:YSGG laser a feasible method to conventional acid etching.(7,12,28)

The average power output of Er,Cr:YSGG laser may vary from 0.1 to 8 Watt. Enamel cutting procedures require high power outputs in the range of 2.5 to 8 Watt.(29-31) Relatively low power outputs from 0.75 to 2 Watt is enough for enamel surface treatments. (10,12) In the present study 1, 1.25 and 1.5 Watt power outputs were used to etch the enamel. Three different power outputs were used to confirm that these are suitable settings to etch enamel. All of the set-



kış mineyi pürüzlendirmek için uygun ayarlar olduğunu doğrulamak için kullanılmıştır. Tüm ayarlar (1, 1.25 ve 1.5 watt) mine pürüzlendirmesi için yeterli bulunmuştur.

Başaran ve ark. (12) bir braket taban alanı olacak mine pürüzlendirmesi için 15 sn'nin yeterli olduğunu belirtmiştir. Bizde çalışmamızda 15 sn lik pürüzlendirme süresini kullandık.

Maizer ve Smith (32) ortodontik uygulamalar için 8 Mpa'dan daha yüksek bağlanma kuvvetinin yeterli olduğunu önermiştir. Bu çalışmada el edilen tüm bağ dayanım kuvvetleri ortodontik bağlanma için yararlı olan Maizer ve Smith'in değerlerinden yüksektir. Bu durumun yıllarla beraber bonding materyallerinde oluşan gelişmelerle ilişkili olduğunu düşünmekteyiz.

Lazer ayarları değiştirildiğinde, yüzey karakteristikleri ve adezivin bağlanma kuvveti etkilenebilmektedir. Farklı lazer çeşitleri ve farklı ayarlama parametreleri araştırılmıştır (9,33-35) fakat diğer önemli bir değişken olan klinik uygulama şekli özellikle ortodontik amaç için derinlemesine sorgulanmamıştır. Önceki bir çalışmada (11) dentin morfolojisi değişik açılarda Er:YAG lazer ile araştırılmıştır. Er:YAG lazer ile kök materyalinin kaldırılması ile ilgili çalışmada kök materyaline zarar vermemek için 30°'den az açılanmış uçla kullanımını önermiştir.(36)

Taranabilen literatürlerde, ortodontik amaçlı lazer ışın açılanmasını araştırılan bir çalışma yoktur. Doğru kullanım tercihidenden farklı bir uygulama istenmeyen sonuçlara yol açabilmektedir. Ağızın ön bölgesindeki uygulamalar problem değildir, fakat molar bölgede yanak kaslarının kontraksiyonundan dolayı mineye dik uygulanmasında zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu çalışmada elde edilen makaslama kuvveti sonuçları lazer ışını açılanmasının çok önemli olmadığını göstermektedir. 1 watt'ta 45° ve 90° için bonding bağlanma kuvveti 13,8 ve 13,1 MPa'dır. 1,25 watt 45° ve 90° için 12,8 ve 12,6 MPa bonding kopma kuvveti oluştururken 1,5 watt 11,1 ve 11,3 MPa oluşturmuştur. Güç çıkışları artarken bonding bağlanma kuvvetinde hafif bir azalma olmuştur fakat gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Bağlanma dayanımları arasında bir fark olmamasından dolayı güç farklılıkları ve açılan-

tings (1,1.25 and 1.5 Watt) are found to be enough for enamel etching.

Basaran et al.(12) reported that 15 seconds is enough for etching enamel for a bracket base area. In the present study 15 seconds of laser etching was constant.

Maijer and Smith(32) proposed that bond strengths higher than 8 Mpa is adequate for orthodontic bonding. As all of the shear bond strengths obtained in this study are higher than the limits of Maijer and Smith's, they are useful in orthodontic bonding. Developments in the bonding materials lead to higher bond strengths in this study.

Had the settings of the laser is changed, surface characteristics and bond strength of the adhesives would be affected. Several kinds of lasers and their several setting parameter were researched for several times but another important variable, clinical handling properties are not deeply questioned especially for orthodontic purposes.(9,33-35) In a preceding study (11) dentin morphology was researched with Er:YAG laser at different angulations. Another study, (36) which is about root substance removal with Er:YAG laser preferred using tip angulations below 30° to prevent damaging the root substance.

Up to our knowledge, there is not any study that researches the laser beam angulation of Er,Cr:YSGG laser for orthodontic purposes. Manipulation which is different from actual handling preferences might have lead to inconsistent results. At the anterior region of the mouth it is not a problem but in the molar region applying laser beam with 90° is problematic because of the cheek muscles. Similar shear bond strength results obtained in the present study demonstrate us that, laser beam angulation is not so important. Shear bond strength at 1 Watt was 13.8 and 13.1 MPa for 45° and 90°, respectively. 1.25 Watt demonstrated 12.8 and 12.6 Mpa shear bond strength where as 1.5 Watt produced 11.1 and 11.3 MPa for 45° and 90°, respectively. There was a slight decrease in shear bond strengths while power outputs increase but there was no statistically significant difference between the groups so it must not be considered. Another thought is that the increase in power output causes so much damage which destroys the irregularities for retention of adhesives. As it was not



dirmalar dikkate alınmamalıdır. Başka bir düşünce güç artışının, retansiyon için olan mine karakteristiğini yıkan bir zarara neden olduğudur. Bu durum bizim temel araştırma başlığımız olmadığından, bonding kopma kuvvetindeki azalma ile ilgili bir sonuç bizim çalışmamızdan elde edilemeyebilir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz ARI değerleri her grubun birbirine benzer bağlanma karakteristiği gösterdiğini kanıtlamaktadır. Çoğu adeziv önceki çalışmalarla uyumlu olarak mine üzerinde kalmıştır.(12,37) Braketlerin çıkartılması sırasında mine çatlaklarının oluşumu engellense dahi braketlerin mine yüzeyinden koparılmasını takiben mine yüzeyinde restorasyon gerekebilir.

Mine yüzeyindeki oluşan değişiklikleri incelemek için Silverstone ve ark (27) makalesi rehber olarak alınmıştır. 1 watt 900'lik mine pürüzlendirmesinde Tip I patern olarak sınıflandırılan düzgün bir petek görünümü elde edilmiştir. 1.25 watt 450 ve 900 ile 1.5 watt 450 ve 900 açılındırmalarda ise Tip II-I patern olarak belirtilen sınıflandırma izlenmiştir. Lazer güç değeri arttıkça mine yüzeyinde mikro çatlak oluşumunda artma gözlemlenmiştir. Bu durumda daha önce yapılan çalışmalar ile uyumludur.(38,39) Mine yüzeyinin oluşan SEM değerlendirmesi daha önce yapılan çalışmalarla (7,12,30) ve makaslama kuvveti sonuçlarımızla uyumludur.

SONUÇ

Erbium lazer ile oluşturulan farklı lazer dozları ve açılındırmalarının bağlanma dayanımı üzerine etkisi yoktur.

our main research topic, a deduction about the decrease of shear bond strengths can not be derived from our study.

ARI scores obtained in the study demonstrate that all of the groups show similar bonding characteristics to each other. Mostly adhesives were left on the enamel which is in accordance with previous studies. (12,37) It prevents enamel cracks while debonding but more time is needed to restore enamel surface after debonding.

As a visual scale the patterns that are described by Silverstone (27) is used for understanding the changes occurred on enamel surfaces. Type I uniform honeycomb appearance was seen at 1 Watt and 900 laser etching. 1 Watt-450, 1.25 Watt-450 and 900, 1.5 Watt-450 and 900 laser etchings demonstrated Type III etching pattern. As the laser power outputs increased microcracks were seen more. This was a common finding in some previous studies. (38,39) The SEM inspection of the enamel surface is in accordance with previous studies (7,12,30) and with shear bond strength results of our study.

CONCLUSION

Different beam angulation and power outputs with Er,Cr:YSGG laser irradiation has no effect on bonding strength.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Mizrahi E. Enamel demineralization following orthodontic treatment. Am J Orthod 1982; 82:62-67.
2. Chang HS, Walsh LJ, Freer TJ. Enamel demineralization during orthodontic treatment Aetiology and prevention. Aust Dent J 1997; 42:322-327.
3. Underwood ML, Rawls HR, Zimmerman BF. Clinical evaluation of a fluoride-exchanging resin as an orthodontic adhesive. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1989;96:93-99.
4. Fox NA. Fluoride release from orthodontic bonding materials in vitro study, Br J Orthod 1990;17:293-298.
5. Gillgrass TJ, Creanor SL, Foye RH, Millet DT. Varnish or polymeric coating for the prevention of demineralization? An ex vivo study, J Orthod 2001;28:291-295.
6. Noel L, Rebellato J, Sheats RD. The effect of argon laser irradiation on demineralization resistance of human enamel adjacent to orthodontic brackets: An in vitro study. Angle Orthod 2003;73:249-258.
7. Kim JH, Kwon OW, Kim HI, Kwon YH. Acid resistance of Erbium-doped Yttrium Aluminum Garnet Laser-treated and phosphoric acid-etched enamels. Angle Orthod 2006;76:1052-1056.
8. von Fraunhofer JA, Allen DJ, Orbell GM. Laser etching of enamel for direct bonding. Angle orthod 1993;63:73-76.



9. Lee BS, Hsieh TT, Lee YL, Lan WH, Hsu YJ, Wen PH, Lin CP. Bond strengths of orthodontic bracket after acid-etched, Er:YAG laser-irradiated and combined treatment on enamel surface. *Angle Orthod* 2003;73:565-70.
10. Sung EC, Chenard T, Caputo AA, Amodoe M, Chung EM, Rizioiu IM. Composite resin bond strength to primary dentin prepared with Er,Cr:YSGG laser. *J Clin Pediatr Dent* 2005;30:45-50.
11. de Carvalho RCR, de Freitas PM, Otsukic M, Eduardod CP, Tagamie J. Influence of Er:YAG laser beam angle, working distance and energy density on dentin morphology: A SEM investigation. *JOLA* 2005;5:237-243.
12. Basaran G, Özer T, Berk N, Hamamci O. Etching enamel for orthodontic purposes with an Er,Cr:YSGG laser system. *Angle Orthod* 2007;77:117-123.
13. Maiman TH. Stimulated optical radiation in ruby. *Nature* 1960;187:493-494.
14. Fisher SE, Frame JW. The effects of the carbon dioxide surgical laser on oral tissues. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1984;22:414.
15. Pick RM, Pecaro BC, Silberman CJ. The laser gingivectomy: the use of the CO₂ laser for the removal of phenytoin hyperplasia. *J Periodontol* 1985;56:492-496.
16. White JM, Goodis HE, Rose CL. Use of the pulsed Nd:YAG laser for intraoral soft tissue surgery. *Lasers Surg Med* 1991;11:455-461.
17. Romanos GE, Nentwig GH. Present and future of lasers in oral soft tissue surgery: clinical applications. *J Clin Laser Med Surg* 1996;14:179-184.
18. Judy MM, Matthews JL, Aronoff BL, Hulst DF. Soft tissue studies with 805 nm diode laser radiation: thermal effects with contact tips and comparison with effects of 1064 nm Nd:YAG laser radiation. *Lasers Surg Med* 1993;13:528-536.
19. Hibst R, Keller U. Experimental studies of the application of Er:YAG laser on dental hard substances. Measurement of the ablation rate. I. *Lasers Surg Med* 1989;9:338-344.
20. Keller U, Hibst R. Experimental studies of the application of Er:YAG laser on dental hard substances. II. Light microscopic and SEM investigations. *Lasers Surg Med* 1989;9:345-351.
21. Akova T, Yoldas O, Toroglu MS, Uysal H. Porcelain surface treatment by laser for bracket-porcelain bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:630-637.
22. Gutknecht N, Kaiser F, Hassan A, Lampert F. Long-term clinical evaluation of endodontically treated teeth by Nd:YAG lasers. *J Clin Lasers Med Surg* 1996;14:7-11.
23. Lalani N, Foley TF, Voth R, Banting D, Maman-dras A. Polymerization with the argon laser: curing time and shear bond strength. *Angle Orthod* 2000;70:28-33.
24. Elvebak BS, Rossouw PE, Miller BH, Buschang P, Ceen R. Orthodontic bonding with varying curing time and light power using an argon laser. *Angle Orthod* 2006;76:837-844.
25. Hayakawa K. Nd:YAG laser for debonding ceramic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:638-647.
26. Årtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1984;85:333-340.
27. Silverstone LM, Saxton CA, Dogan IL, Fjerskov D. Variation in the pattern of acid etching on human dental enamel examined by scanning electron microscope. *Caries Res*. 1975;9:373-87.
28. Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Kimura Y, Nakamura G, Matsumoto K. Ablation depths and morphological changes in human enamel and dentin after Er,Cr:YSGG laser irradiation in human enamel and dentin: ablation and morphological study. *J Clin Laser Med Surg*. 1999(b);17:155-161.
29. Driessens FC. Chemical adhesion in dentistry. *Int J Dent*. 1977;27:317-323.
30. Rizioiu I, Kohanghadosh F, Kimmel AI, Eversole LR. Pulpal thermal responses to an erbium,chromium:YSGG pulsed laser hydrokinetic system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;86:220-223.
31. Hossain M, Nakamura Y, Tamaki Y, Yamada Y, Murakami Y, Matsumoto K. Anatomic analysis and Knoop hardness measurement of the cavity floor prepared by Er,Cr:YSGG laser irradiation in vitro. *J Oral Rehabil* 2003;30:515-521.
32. Maijer R, Smith DC. A new surface treatment for bonding. *J Biomed Mater Res* 1979; 13: 975-85.
33. Insua AM, Dominguez LS, Rivera FG, Santana-Pennin UA. Differences in bonding to acid etched or Er:YAG laser treated enamel and dentin surfaces. *J Prosthodont*. 2000;84:280-8.
34. Souza-Gabriel AE, Chinelatti MA, Borsatto MC, Pecora JD, Palma-Dibb RG, Corona SA. SEM analysis of enamel surface treated Er:YAG laser: Influence of irradiation distance. *Microsc Res Tech*. 2008;71:536-41.
35. Akkurt A. Erbium laser ortofosforik asit ve self etching primer ile pürüzlendirilen premolar dişlere yapıştırılan braketlerin sıyırma drençlerinin in vitro olarak SEM ile incelenmesi. Doktora tezi. Dicle Üniversitesi. 2008
36. Folwaczny M, Thiele L, Mehl A, Hickel R. The effect of working tip angulation on root substance removal using Er:YAG laser radiation: in vitro study. *J Clin Periodontol* 2001;28:220-226.
37. Walsh LJ, Abood D, Brockhurst PJ. Bonding of composite resin to carbon dioxide laser-etched human enamel. *Dent Mater*. 1994;10:162-166.
38. Delme KI, De Moor RJ. Scanning electron microscopic evaluation of enamel and dentin surface after Er:YAG laser preparation and laser conditioning. *Photomed Laser Surg* 2007;25:393-401.
39. Schein MT, Bocangel JS, Nogueira GEC, Schein PAL. SEM evaluation of the interaction pattern between dentin and resin after cavity preparation using Er:YAG laser. *J Dent* 2003;31:127-135.