



Farklı Braket Taban Özelliklerinin Tutuculuğa Etkisinin İncelenmesi

Effect of Orthodontic Bracket Base Structure on Shear Bond Strength

ÖZET

Direkt bonding, sabit ortodontik aparatları yapıştırmak için seçilmiş bir yöntemdir. Bu sabit aparatlar çeşitli bonding kaideleri ile üretilmiştir. Bu çalışmanın amacı 6 değişik braket kaide tipinin kopma dayanımı (shear bond strengths -SBS) ile kırılma özelliklerinin karşılaştırılmasıdır. Standart mesh base (Ultraminitrim-Dentaurum, Germany), supermesh base (Microarch-GAC, USA), İntegral base (Dyna-lock, 3M Unitek, USA and Microloc GAC, USA), Micro-etched base (Miniature Twin, 3M Unitek) ve laserle yapılandırılmış kaideli (Discovery-Dentaurum, Germany) braketler kullanılmıştır. Her tipten 20 braket olmak üzere 120 bonding kaide hazırlanarak Transbond XT (3M Unitek, USA) kullanılarak bondlandı. Tüm gruplardaki kopma dayanımını ölçmek için bir test makinesi (Model 500, Testometric, Lancashire, England) kullanılmıştır. Debondingden sonra braket üzerinde kalan adeziv miktarı ARI (adesive artık indeksi) indeksine göre hesaplanmıştır. ANOVA testi altı grup arasındaki önemli istatistiksel farkları açığa çıkarmıştır. ($p < 0.005$). Duncan test sonuçlarına göre en yüksek SBS değeri laser treated discovery braketleri ile elde edilmiştir. Bunu Micro-lock ve Miniature Twin braketleri izlemiştir. Son ikisi tarafından çıkarılan SBS değeri düşüktü fakat laserle yapılandırılmış braketlerle arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktu. En düşük SBS'yi Microarch braket çıkarmıştır. Bizim çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre, braket kaide dizaynındaki farklılıklar kopma dayanımında önemli farklılıklara yol açabilir. Microloc, Miniature Twin ya da Discovery kaideler yüksek kopma dayanımı değerlerine ulaşmak için ve bond kuvveti çalışmalarında daha fazla bir rezin-mine bond kuvvet değerleri açığa çıkarmak için tercih edilebilir. (*Türk Ortodonti Dergisi 2006;19:141-150*)

Anahtar Kelimeler: Braket tabanı tipi, Bağlanma dayanımı,

SUMMARY

Direct bonding is the method of choice for attaching fixed orthodontic appliances. These fixed appliances are produced with various bonding bases. The present study aims to compare shear bond strengths (SBS) and fracture characteristics of the bracket adhesive interface of six different bracket base types.

Standard mesh base (Ultraminitrim-Dentaurum, Germany), Supermesh base (Microarch-GAC, USA), Integral base (Dyna-Lock, 3M Unitek, USA and Microloc GAC, USA), Micro-etched base (Miniature Twin, 3M-Unitek), and laser structured base (Discovery-Dentaurum, Germany) brackets were used. Twenty brackets of each type were bonded to specially constructed 120 bonding bases with Transbond XT (3M Unitek, USA). A testing machine (Model 500, Testometric, Lancashire, England) was used to evaluate shear bond strengths for all groups. After debonding, the amount of residual adhesive on the bracket was assessed according to the adhesive remnant index (ARI). ANOVA revealed statistically significant differences among the 6 groups tested ($P < 0.05$). According to the results of Duncan's test highest SBS was achieved by laser treated Discovery brackets. This was followed by Micro-loc and Miniature Twin brackets. The SBS achieved by the latter two were lower but the difference with laser structured Discovery was statistically insignificant. The lowest SBS was achieved by Microarch bracket. From the results obtained in our study, we suggest that differences in bracket base design may lead to significant differences in shear bond strengths. Micro-loc, Miniature Twin or Discovery bases may be preferred to achieve higher shear bond strengths values and to reveal more accurate resin-enamel bond strength values in bond strength studies. (*Turkish J Orthod 2006;19:141-150*)

Key Words: : Bracket base design, Shear bond strength



Doç.Dr. Faruk Ayhan
BAŞÇİFTÇİ*

Doç.Dr. Serdar ÜŞÜMEZ**

Yrd.Doç.Dr. Sıddık
MALKOÇ*

Prof.Dr. Metin ORHAN***

*Selçuk Üniv., **Marmara Üniv., ***Gazi Üniv. Dişhek. Fak. Ortodonti A.D./ *Selçuk Üniv., **Marmara Üniv., ***Gazi Üniv. Faculties of Dentistry Depts. of Orthodontics

İletişim Adresi

Correspondence:

Dr. Serdar Üşümez
Marmara Üniv. Dişhek. Fak.
Ortodonti A.D.
İstanbul - TURKEY
E-mail:
susumez@hotmail.com



GİRİŞ

Newman'ın(1) 1965 yılında prosedürü ilk tarif ettiğiinden beri direct-bonded ortodontik braketlerin kullanımı hızlı bir artış göstermektedir. Bugün Direkt bonding, sabit ortodontik apareyleri yapıştırmak için seçilmiş bir yöntemdir ve çeşitli direct-bonding kaideleri mevcuttur. Bununla beraber; tedavi sırasındaki bonding hata sıklığı, üreticileri braket retansiyon mekanizmalarını geliştirmeye sevk etmektedir. Çünkü çoğu braket kaidesi mineye yada rezine kimyasal olarak yapışmaz; mekanik retansiyonu değişik dizaynlarda geliştirmek için çaba harcanmaktadır. Klinik kullanım için birçok braket kaide dizaynı mevcuttur.(2,3)

Braket kaidesinin boyutu ve dizaynını da içeren birçok faktör braketlerin yapışma kuvvetine etkilidir. Daha estetik metal bonded apareylere talepteki artış, diğerlerinin arasında braketlerin ebatında ve kaidelerinde azalmaya önderlik etmektedir. Bundan dolayı braket kaidesinin daha küçük tutucu alanı, yapışma kuvvetine etki eden bir değişkendir.(2,3) Bağlantı, ortodontik kuvvetleri ve çiğneme basınçlarını dağıtabilmeli, estetik olmalı ve tedavi sonunda kolaylıkla çıkarılabilir.(4)

Braket kaidesinin tutuculuk mekanizması kimyasal, mekanik ya da ikisinin kombinasyonu şeklinde olabilir.(5) Mesh-pad tutuculuk için en çok kullanılan sistemdir. Mesh-pad'lerin tutuculuk mekanizması, Newman raporunu yayınladığından beri iyi bilinmektedir. Bu değişkenlerin geliştirilmesi birçok araştırma projesinin hedefidir.(6-14) Yakın geçmişte yapılmış bir çalışmada, lazerle yapılandırılmış kaide tutuculuğunun yeni bir tipinin debonding özellikleri tehlikeye atılmadan mesh tabakası vasıtası ile çift bonding kuvvetini ürettiğini bulundu.(15) Kaidenin ebadı ve kaide dizaynı bond kuvvetini etkileyebilir. Bu çalışmanın amacı, çeşitli üreticiler tarafından üretilen ve birbirine benzemeyen kaide dizayn ve boyut kombinasyonları ile sunulan 6 farklı retantif kaidenin kopma dayanımı (SBS) ve debonding ara yüz dağılımlarını değerlendirmektir.

GEREÇLER ve YÖNTEM

Kullanılan braketler, buna karşılık gelen üreticiler ve tür numaraları Tablo 1'de verilmiştir. Her tipin 20'şer braketini özel olarak oluşturulmuş 120 yapay bonding kaidelerine yapıştırılmış (Şekil 1). Bu yapay bonding ka-

INTRODUCTION

The use of direct-bonded orthodontic brackets has increased rapidly since the procedure was first described by Newman¹ in 1965. Today direct bonding is method of choice for attaching orthodontic appliances and various direct bonding bases are available. However, the frequency of bond failure during treatment has prompted manufacturers to improve bracket retention mechanisms. Because most bracket bases do not chemically bond to enamel or resin, efforts have been made to improve mechanical retention with various designs. Many bracket base designs are available for clinical use.^{2,3}

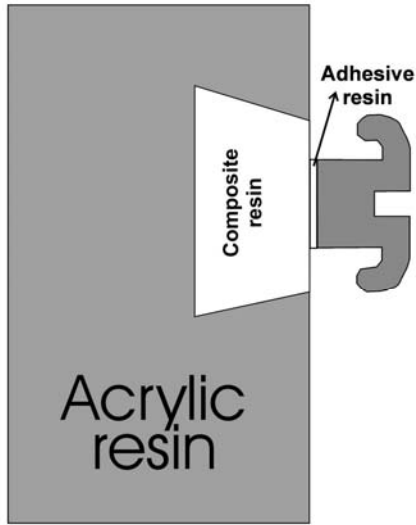
Several factors influence the bond strength of brackets, including the size and design of the bracket base. The increasing demand for a more aesthetic metal bonded appliance has led to, among other things, a reduction in the size of the brackets and their bases. Therefore the smaller retentive area of the bracket base becomes a variable that influences bond strength.(2,3) The attachment must be able to deliver orthodontic forces resist and masticatory loads, and be esthetic and easily removed at the end of treatment.(4)

Bracket base retention mechanisms can be chemical or mechanical or a combination of both.⁵ Mesh pad is the system most commonly used for retention. The retention mechanism of mesh pads has been well known since Newman published his report.(1) The improvement of these variables has been the goal of many research projects.(6-14) In a recent study a new type of laser structured base retention was found to produce double the bond strength produced by foil mesh without compromising debonding characteristics.¹⁵

The size of the base and the base design might affect bond strength. The purpose of this study was to evaluate shear bond strength (SBS) and debonding interface distributions of six different retentive bases produced by various manufacturers, each representing a unique combination of base design and size. For the purposes of this study the null hypothesis assumed that different bracket bonding bases did not produce statistically different shear bond strength values.

MATERIALS and METHODS

The brackets used and corresponding manufacturers and order numbers are given in Table I. Twenty brackets of each type were



ideleri ışıkla sertleşen dental restoratif rezinden oluşmuştur (Solitaire, Heraus Kulzer, Dormagen, Germany). Transbond XT'nin likid primeri yapay bonding kaidesine uygulandı ve braketler bu yüzeye üreticilerin önerdiği şekilde Transbond XT (3M Unitek, Menronia, CA, USA) ile standart usulde yapıştırılmıştır. Transbond XT polimerize olmadan önce rezinin fazlalığı uzaklaştırılmıştır. Halojen ışık kaynağı (Hilux 350, First Medica, NC, USA) 40 saniye sertleştirmek için kullanılmış.

Debonding Prosedürü

İyice yerleştirilmiş örnekler bir Universal test cihazının (Model 500, Testometric, Lancashire, England) kaide plağına iliştilmiş jig içinde korundu. Bir chisel-edge pistonlu makinanın hareket edebilen piston başına yerleştirildi ve öndeki ucu ortodontik adeziv ile braket kaidesinin arayüzüne yönelttilerek pozisyonlandırılmıştır. Dakikada 0,5 mm'lik piston başı hızı kullanıldı ve braketin debonding için maximum yükleme gerektiği kaydedildi. Braketleri çıkartmak için gerekli kuvvet Newton cinsinden ölçülmüş ve braket kaide

bonded to specially construct 120 artificial bonding bases (Figure 1). These artificial bonding bases consisted of light curing dental restorative resin (Solitaire, Heraus Kulzer, Dormagen, Germany). The liquid primer of Transbond XT was applied to the artificial bonding base and the brackets were bonded on this surface with Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) in a standard manner, as suggested by the manufacturer. Any excess resin was removed with an explorer before Transbond XT was polymerized. A halogen light source (Hilux 350; First medica, NC, USA; light intensity, 550 mW/cm²) was used for curing for 40 seconds.

Debonding Procedure

The embedded specimens were secured in a jig attached to the base plate of a universal testing machine (Model 500, Testometric, Lancashire, England). A chisel-edge plunger was mounted in the movable crosshead of the testing machine and positioned so that the leading edge aimed the bracket base/orthodontic adhesive interface. A crosshead speed of 0.5 mm per min was used and the maximum load necessary to debond the bracket was recorded. The force required to take of the brackets was measured in Newtons (N) and the shear bond strength (1 MPa = 1 N/mm²) was then calculated by dividing the force values by the corresponding bracket base area. (Table I)

Residual Adhesive

After debonding, all teeth and brackets were examined under 10 x magnifications. Any adhesive remaining after bracket removal was assessed with the modified Adhesive Remnant Index^{16,17} and scored with respect to the amount of resin material adhering to the bracket base surface.

The ARI scale has a range between 5 and 1, with 1 indicating that no composite remained

Şekil 1: Test düzeneği.

Figure 1: Test design.

Marka / Brand	Üretici / Manufacturer	Kod # / Order #	Taban Özellikleri / Base Structure	Taban Alanı / Base surface area mm ²
1 Discovery	Dentaurum	790-132-00	Lazerle pürüzlendirme / Laser treated	12.7
2 Miniature Twin	3M Unitek	017-203	Micro etched	9.5
3 Micro-loc	GAC	37-221-32	Integral	14.0
4 Ultraminirim	Dentaurum	790-011-90	Izgaralı / Foil mesh	11.0
5 Dyna-Lock	3M Unitek	018-405	Integral	14.0
6 Microarch	GAC	72-121-00	Üç katlı izgara / Threeply enhanced mesh base	10.6

Tablo I: Kullanılan braketler.

Table I: The brackets used .



alanlarına karşılık gelen güç değerleri bölünerek kopma dayanımı hesaplandı. (Tablo I).

Artık Adeziv

Tüm dişler ve braketler debonding sonrası 10 katın altında büyütülerek incelenmiştir. Braket çıkarılmasından sonra arta kalan az miktardaki adeziv, Modifiye Adeziv Remnant (ARI) indeksi 16-17 ile hesaplandı ve braket kaide yüzeyine bağlı kalan rezin materyali miktarına göre puanlandırılmıştır. ARI skalası 5 ile 1 arasında numaralandırılmış; 1- Braket kaidesinde hiç kompozit kalmadığını, 2- %10'dan daha az kompozitin braket kaidesinde kaldığını, 3- %10'dan daha fazla fakat %90'dan daha az kompozitin braket kaidesinde kaldığını, 4- %90'dan fazla kompozitin kaldığını ve 5- Braket kaidesinin izi ile beraber tüm kompozitin braket kaidesinde kaldığını göstermektedir. ARI skorları bonding yüzeyi, adeziv ve braket alanları arasındaki bondlama başarısızlığı alanlarını daha kapsamlı tanımlamada kullanıldı.

İstatistiksel Analiz

Minimum ve maksimum değerleri, standart sapma ve ortalamaları içeren tanımlayıcı istatistik, test edilen 6 grubun her birinde hesaplandı. Ortalamaların karşılaştırılması ANOVA ve Duncan testleri kullanılarak yapılmıştır. Chi-Square testi farklı gruplar arasındaki ARI skorlarındaki önemli farklılıkları belirlemede kullanıldı. Tüm istatistiksel analizler SPSS (software package) kullanılarak yapıldı.

BULGULAR

Kopma dayanımı Karşılaştırmaları:

Test edilmiş çeşitli grupların kopma dayanımı için tanımlayıcı istatistikler Tablo II'de gösteriliyor. ANOVA test edilmiş 6 grup arasındaki önemli farklılıkları istatistiksel olarak açığa çıkardı. böylece geçersiz hipotezler reddedildi. Duncan testinin sonuçlarına göre en yüksek SBS lazerle yapılandırılmış Discovery braketleri tarafından başarıldı. Bunu Microloc ve Miniature-Twin izlemiştir. Bu ikisi ile oluşan SBS düşüktü, fakat lazerle yapılandırılmış Discovery ile fark istatistiksel olarak önemsizdi. En düşük SBS, GAC'ın Microarch braketleri ile oluşturuldu.

ARI (Artık Adeziv indeksi) karşılaştırmaları

Chi-Square sonuçlarının karşılaştırılması test edilmiş 6 grup arasında önemli farklılık

on the bracket base; 2, less than 10% of the composite remained on the bracket base; 3, more than 10% but less than 90% remained on the bracket base; 4, more than 90% of the composite remained; and 5, all the composite remained on the bracket base, along with the impression of the bracket base. The ARI scores were used as a more comprehensive means of defining the sites of bond failure between the bonding surface, the adhesive, and the bracket base.

Statistical Method

Descriptive statistics including the mean, standard deviation, and minimum and maximum values were calculated for each of the six groups tested. Comparisons of means were made using ANOVA and Duncan's tests. The Chi square test was used to determine significant differences in the ARI scores among different groups. All statistical analyses were performed using the SPSS software package (SPSS for Windows, version 10.0.1, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

RESULTS

Shear bond strength comparisons

The descriptive statistics for the shear bond strengths of the various groups tested are presented in Table II. ANOVA revealed statistically significant differences among the 6 groups tested ($P < 0.05$). The null hypothesis was thus rejected. According to the results of Duncan's test highest SBS was achieved by laser treated Discovery brackets. This was followed by Micro-loc and Miniature Twin. The SBS achieved by the latter two were lower but the difference with laser structured Discovery was statistically insignificant. The lowest SBS was achieved by Microarch bracket of GAC.

Adhesive remnant index (ARI) comparisons

The results of the chi-square comparisons indicated that there were significant differences among the six groups tested (Table II) ($P \leq 0.001$). There was a greater frequency of ARI scores of 5 with Discovery, Miniature Twin and Micro-loc groups which indicated that failures were mainly in the adhesive-composite bonding base interface and some cohesive failures within the resin were also observed (Table III). In Ultramintrim, Dyna-lock and Microarch bracket the failures were mostly adhesive at the bracket/orthodontic composite resin interface.



	Grup / Group	n	Ortalama / Mean	SS / SD	test*
1	Discovery	20	11.5	3.9	A
2	Miniature Twin	20	11.4	5.1	A
3	Micro-loc	20	10.9	4.7	AB
4	Ultraminitrim	20	8.7	3.7	B
5	Dyna-Lock	20	7.3	2.8	C
6	Microarch	20	4.2	2	D

Tablo II: Tanımlayıcı istatistikler ve ANOVA testi sonuçları (MPa).

Table II: Descriptive statistics and the results of the ANOVA comparing the shear bond strengths (in MPa) of the 6 groups tested.

lar olduğuna işaret etti. Başarısızlığın başlıca adeziv-kompozit ara yüzeyinde olduğunu ve incelenen rezinin içindeki koheziv hatalardan kaynaklandığını gösteren Discovery, Miniature Twin ve Micro-loc gruplarda ARI değeri 5 bulundu. Ultraminitrim, Dyna-lock ve Micro-Arch braketle başarısızlıklar çoğunlukla braket ile ortodontik kompozit rezin ara yüzündeki adezivdeydi (Table III).

TARTIŞMA

Braket kaidesi morfolojisi; rezin parçalarının geometrisini ve rezin/braket kaidesi arayüzündeki stres dağılımını tayin ederek braket kaidesi/ortodontik kompozit rezin arayüzündeki kuvveti etkileyebilir. Ek olarak, ışığın penetrasyonu ve ışıkla aktive olan materyalin polimerizasyonu kaide morfolojisinden etkilenebilir. Buonocore(18) ve Silverstone(19) 'dan beri pek çok araştırmada mine yüzeyine bondingi ve braket kaidesindeki retansiyon mekanizmasını geliştirmek için birçok araştırma yapılmaktadır. Bu çalışmada değişik tiplerde mekanik retansiyon mekanizmalı 6 tip metal braket kıyaslandı. Sonuçlar açık olarak yapışma kuvvetinin braket kaidesinin retansiyon mekanizmasından etkilendiğini gösterdi. Bu çalışmada, braket kaide dizaynındaki değişikliklere yüklenebilecek SBS'deki önemli varyasyonları garanti etmek için tek tip adeziv rezin kullanıldı. Aynı zamanda diğer birçok bonding sistemleri de varken, Transbond XT, çeşitli braketlerin bu adezive tepkisini test etmede ve standartize etmede kullanıldı. Bu farklı sistemler viskozite ve ıslanabilirlik özellikleri açısından geniş bir aralığa sahiptir. Di-

DISCUSSION

Bracket base morphology can influence the strength of bracket base/orthodontic composite resin interface by determining the geometry (size, depth, and distribution) of resin tags and stress distribution within the resin/bracket interface. In addition, the penetration of light and polymerization of light activated materials could be influenced by base morphology.

Much research has been undertaken to improve bonding to enamel surfaces since Buonocore (18) and Silverstone (19), and also to improve the retention mechanisms on the bracket base. In the present study, six types of metallic brackets with different types of mechanical retention mechanisms were compared. The results clearly indicated that bond strength was influenced by the retention mechanism of the bracket base. In the present study, only one type of resin adhesive was used to ensure that any significant variations in SBS were clearly attributable to variations in bracket base design. Transbond XT was used to standardize and test the response of the various brackets to this adhesive, although many other bonding systems are also available. These different systems have a wide range of viscosities and wetting characteristics. Different results might have been obtained with other cementing media. For example, lower-viscosity cement that has better wetting characteristics on the bracket base could possibly take advantage of the larger number of potential mechanical hooks provided by a bracket base with a smaller mesh. This issue should be investigated further.(20)

Grup / Groups	ARI					n	test	
	1	2	3	4	5			
1	Discovery	18	1	1	0	0	20	A
2	Miniature Twin	19	0	0	0	1	20	A
3	Micro-loc	20	0	0	0	0	20	A
4	Ultraminitrim	1	4	4	2	9	20	BC
5	Dyna-Lock	7	2	0	2	9	20	B
6	Microarch	1	1	1	7	10	20	C

Tablo III: Adeziv Kalıntı İndeksi (ARI) skorlarının dağılımı.

Table II: Frequency distribution of the Adhesive Remnant Index (ARI) scores of the 4 groups tested.



ğer yapıştırma araçları ile farklı sonuçlar elde edilebilirdi. Örneğin braket kaidesindeki daha iyi ıslanabilirlik özellikleri olan düşük viskoziteli siman, daha küçük ağı yapılı bir braket kaidesi ile sağlanan birçok potansiyel mekanik hook üzerinde avantajı vardır.(20)

Üst orta kesiciler, küçük azılar ve alt kesicileri içeren farklı türden dişler ortodontik bonding deneylerinde kullanılmaktadır ve bu, farklı laboratuvarlarda yapılan deneylerde karşılaştırılabilir sonuçların eksikliğine katkıda bulunmuştur. Premolar çekimi, dişlerin bir araya toplanmasını kolaylaştıran ortodontik tedavinin temelini oluştururken, premolar kron kontur çeşitliliği, substrat yüzey konsidansını oluşturacak denemeleri güçleştirmiştir.(21) Diğer bir yandan, üst ve alt keserler, çoğu kez dentisyonun periodonsiyumu tarafından yeniden düzenir. Bu parametreleri ilgilendiren hiçbir kanıt sunulmamasına rağmen dış tabaka yüzeylerinin içerdiği florid yaşla birlikte değiştiği ve buna göre asitleme işlemlerinin çeşitlilik gösterdiği belgelendiği için, böyle dişlerin kullanımı, periodontal hastaların yaş oranında(21,22) zorlaştırıcı faktörler ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte, bu hastalara verilen farmasötik ve inorganik ajanların adsorbsiyonu, asitlendirme modellerindeki(21) belirsiz bir etkiyle mine yüzey tabakalarının reaktivitesini modifiye edebilmektedir..

Genellikle, deney amacıyla toplanan dişler anatomik farklılıklar içermektedir.(23) Bu fikri destekleyen tartışmalar özellikle premolarlardaki labial mine yüzey konveksitesinde ve profil kontürlerinde bulunan uyumsuzlukla alakalıdır. Mine yüzeylerinin asitlendirilmesi, yüksek derecede çeşitlilik gösteren tipik asitlendirme modellerine önderlik eder. Aynı mine yüzeyinde seyrek bir şekilde asitlendirilmiş bölgelerin, prizma merkezleri ve prizma periferlerinde sorunlu asitlendirme örnekleri gösteren alanlara bitişik olduğu bulunmuştur. Bazen mine zayıf bir şekilde yapılandırılmış ve granüle edilmiş topografi gösterir.(24) Bu nedenle, bu çalışmada yukarıda bahsedilen doğal dişlerin dezavantajlarının üstesinden gelmek için, örneğin bond kaidesi gibi, çeşitli etkilerinden birinin standardizasyonunu sağlamak için yapılmıştır.

Bu metodun klinikle ilgisinin olmadığı varsayılabilir; bununla birlikte bu çalışma braket kaide tipinin bağlanma kuvvetine gerçek etkilerinin açığa çıkartılmasını amaçlar. Bu çalışmada önemli olan bonding alanları, bra-

A variety of teeth have been used in orthodontic bonding experiments, including upper central incisors, premolars, and lower incisors; this has contributed to the lack of comparable results among trials performed in different laboratories. While premolar extraction may be integral part of orthodontic therapy, facilitating the collection of those teeth, premolar crown contour variations may complicate the efforts to have substrate surface consistency.(21) On the other hand, upper and lower incisors are mostly retrieved from periodontal involved dentitions. The use of such teeth introduced the complicating factor of the age of the average periodontal patient, since the fluoride content in the outer most surface layers have been documented to change with age(21,22) perhaps etching patterns vary accordingly, although no evidence regarding this parameter has been presented. In addition, possible adsorption of inorganic and pharmaceutical agents administered to these patients might have modified the reactivity of the enamel surface layers with an undetermined impact on etching patterns.(21)

Often, experimental treatments of collected teeth include leveling of the prospective enamel surfaces by grinding in an attempt to standardize the topographic variants of the substrate.(23) The argument supporting this notion relates to the incongruities found in the profile contour and convexity of labial enamel surface, particularly those of premolars. The acid conditioning of enamel surfaces leads to characteristic etching patterns, showing a high degree of variation. On the same enamel surface sparsely etched areas were found adjacent to zones that showed etching types with preferential dissolution of prism cores or prism peripheries. Sometimes the enamel shows a poorly structured, granulated topography.(24) Therefore in this study, specially constructed composite resin bonding bases (Figure 1) were used for the testing procedure in order to overcome the drawbacks of using natural teeth described above. This was done in an attempt to ensure standardization of one of the variables effective on bond testing studies i.e., the bonding base. This method may be considered as clinically irrelevant; however, this study aims to reveal the actual effect of bracket base type on bond strength. The bonding site which is important in this study is the bracket/adhesive interface where the surface topography of the bracket is effective in determining the retention



ketlerin yüzey topografisinin adeziv rezin retansiyonunun belirlenmesinde etkili olduğu braket/adeziv arayüzeyleridir. Bu çalışmada kullanılan özel yapılandırılmış rezin kaidele-ri braket/adeziv ara yüzeylerindeki bond başarısızlıklarını düzeltmek için bonding rezin-leri ile birlikte çok güçlü bir ataşman sağlar. Bu göstermiştir ki; braket/adeziv arayüzeyin-deki bond kuvveti, suni bonding adezivi ya da kaide adezivinin iç rezistansından daha kuvvetlidir. Bu yüzden, gerçek braket/adeziv bond kuvveti değerleri, bu çalışmada kayde-dilmiş olan değerlerden mümkün olduğunca yüksektir.

Bu çalışmada Ultraminirim, Dyna-lock ve Microarch'ın hatalı kısımları genellikle tam bir braket/adeziv kuvveti değerleri sağlanan braket/adeziv arayüzeyinde olduğu saptandı. Buna rağmen Discovery, Miniature-Twin ve Microlock gibi diğer gruplarda; örneklerin çoğunda adezivlerde hatalı tip çoğunlukla uyum sağlamıştır. Ortodontik bonding çalış-malarının çoğunluğu adeziv içinde uyumlu yada karmaşık bir başarısızlık göstermiştir; yani kopma dayanımı testlerinden sonra kompozit rezinin bir kısmı ya mine yüzeyin-de ya da braket kaidelerinde kalmaktadır. Braket kaide yüzeyinde büyük bir kompozit rezin kalıntısı kalırsa elde edilen kopma da-yanımı değerleri, braket kaidesi ve kompozit rezin arasındaki adeziv rezin başarısızlığından çok koheziv ortodontik kompozit başari-sizliği olduğunu gösterir. Bu yüzden, bu sonuçlar braket kaidesi ve ortodontik kompozit arasındaki gerçek bond kuvveti değerlerini değerlendirmede kullanılamaz.

Lazerle yapılandırılmış kaideli braketlerin retansiyon mekanizması basit foil-mesh kaide ve diğer braket mekanizmaları ile karşılaştırıldığında en güçlü kopma dayanımını sağla-dı. Bu sonuçlar ayrıca daha önce yayımlan-mış bilgilerle(25) aynı doğrultudadır. Lazerle yapılandırılmış kaidelerle elde edilmiş yük-sek bond kuvveti değerleri yüzünden tedavi sırasında beklenmedik debondinglerde bir düşüş bekleyebiliriz; başka bir çalışmada bu braketlerle yapılan 3 yıllık klinik deneyler bu-nu doğrulamaktadır.(25)

Ortodontik bonding'de braket kaidesi si-man arayüzeyinin en zayıf nokta olduğu be-lirtilmiştir.(26-28) Yüzey alanını arttırmak için microetching gibi braket kaide düzenle-meleri bond kuvvetinde(13-29) artışa önder-lik eden adezyonu arttırmak için gösterilmek-tedir. Ultraminirim gibi foil-mesh kaideli bra-

of the adhesive resin. The specially constructed resin base used in this study provides a very strong attachment with the bonding resin in order to achieve bond failures at the bracket/adhesive interface.

The artificial bonding bases and its bonded bracket were positioned in a universal testing machine (Model 500, Testometric, Lancashire, England) so that the bracket slot was parallel to the horizontal. A sharpened chisel blade was placed at the bracket base-enamel interface, and, using a load cell of 1 kilo Newton and a crosshead speed of 0.5 mm/min, the bracket was shear tested to failure. The force producing failure was recorded in newtons and converted into force per unit area (MPa) by dividing the measured force values by the mean surface area of the brackets.

In this study the failure site of Ultraminirim, Dyna-Lock and Micro-arch were mainly located at the bracket adhesive interface indicating that accurate bracket/adhesive bond strength values were achieved. However, in the other groups i.e., Discovery, Miniature twin and Micro-loc, failure type was mainly cohesive in the adhesive in vast majority of the specimen. This implies that the bond strength at the bracket/adhesive interface is stronger than the inner resistance of the bonding adhesive or the artificial base adhesive. Therefore, actual bracket/adhesive bond strength values are possibly higher than the values recorded in this study. Most of orthodontic bonding studies have shown mix or cohesive type failures within the adhesive namely, after shear bond strength testing, a part of composite resin has remained on either enamel surface or bracket base. If a big part of composite resin remains on the bracket base surface, the shear bond strength values obtained shows cohesive failure value of orthodontic composite rather than adhesive failure value between the bracket base and composite resin. Therefore, these results can not be used for evaluating actual bond strength values between bracket base and orthodontic composite.

The laser structured base bracket retention mechanism provided the strongest shear bond strength when compared with the simple foil mesh base and other bracket retention mechanisms. These results also agree with previously published data.(25) Due to the high bond strength values obtained with the laser structured base, we can expect a decrease in unexpected debonding during treatment; 3 years of



ketlerinin; Dyna-lock braketleri gibi integral milled kaideli braketlerden daha yüksek bond kuvvetlerine sahip olduğu gösterilmektedir.

Dyna-lock braket kaidesi, adeziv ile eksik bir şekilde doldurulan sığ bir şekilde uzanan kanalları elde etmek için gösterilmiştir ki; bu kaide için önerilen gelişme uygun undercut (3,30) miktarını arttıracaktı. Benzer şekilde Dyna-lock ve Micro-loc braketleri gibi integral milled braketlerin bond kuvvetleri, aşırı doldurulmuş highly-filled rezin siman kullanıldığında geliştirmek için gösterildi. Transbond XT aşırı doldurulmuş rezin simandır ve bizim sonuçlarımız bu bulguyu destekler.^{3,31}

ARI skorlarındaki bulgular klinisyenler için avantajlı olabilir (Tablo III). Debonding sonrası dişlerin %35'nin Micro-arch için 0 ARI skoru vardır diş üzerinde hemen hemen tüm adezivi bırakma eğilimi olan basit foil-mesh braketleri ile karşılaştırıldığında, debonding sonrası dişlerin %90'ının Discovery için 5 ARI skoru vardır braket kaidesinde tüm adeziv rezini bırakan, lazerle yapılandırılmış kaideli braketlerinde artık bırakmaya daha büyük eğilim vardır. Bundan dolayı debonding sonrası rezin fazlasının kaldırılması Discovery braketleri ile azaltılır.

Lazerle yapılandırılmış kaideli braketlerdeki bond başarısızlıklarının %90'dan daha fazlası mine-adeziv arayüzeyindedir. Bu bulgular, bu sistemin zayıf noktasının mine/adeziv arayüzeyinin olduğunu ya da diğer bir deyişle adheziv/braket arayüzeyinin daha güçlü olduğunu gösterir. Bu yüzden, bu braket, mine için özel adezivin bond kuvveti olarak hesap edildiği ortodontide, bond kuvvet testleri için uygun bir seçim olabilir. Braket/adeziv arayüzeylerinde genellikle başarısız olan diğer tip braketlerin kullanımı, braket/adeziv arayüzeyleri mine/adeziv arayüzeylerinden önce başarısızlığa uğrayacağı için mine simanının doğru adezyon değerleri açıklanamayacaktır.

SONUÇ

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarımız şunlardır:

1. Lazerle yapılandırılmış Discovery (Dentaurum), integral kaideli Micro-loc (GAC) ve Micro-etched kaideli Miniature Twin (3M), bu çalışmada kullanılan ışıkla sertleşen adezivle, mesh kaideli braketlerden istatistiksel olarak daha iyi sonuç vermiştir.
2. Bond başarısızlığı örneklerin %90'ında

clinical experience with this bracket have confirmed this in another study.⁽²⁵⁾

It has been reported that the bracket base-cement interface is the weakest point in orthodontic bonding.⁽²⁶⁻²⁸⁾ Bracket base treatments such as microetching to increase surface area have been shown to enhance adhesion, leading to an increase in bond strength.^(13,29) Brackets with foil-mesh bases such as Ultramitrim bracket have also been shown to have higher bond strengths than those with integral milled bases such as the Dyna-lock bracket. The base of the Dyna-lock bracket was shown to have shallow milled channels that were incompletely filled with adhesive; a suggested improvement for the base was to increase the amount of available undercut.^(3,30) Similarly, bond strengths of brackets with integral milled bases such as Dyna-lock and Micro-loc brackets were shown to improve when highly filled resin cement was used. Transbond XT is a highly filled resin cement, and our results support this finding.^(3,31)

The findings on the ARI scores might be of interest to the clinician (Table III). The laser structured base brackets had a greater trend for all of the adhesive resin to remain on the bracket base after debonding (90% of the teeth had an ARI score of 5 for Discovery), compared with the simple foil mesh brackets, which had a greater trend for almost all of the adhesive to remain on the tooth after debonding (35% of the teeth had an ARI score of 1 for Microarch). Hence, the removal of excess resin after debonding is reduced with the Discovery bracket.

The laser structured base brackets had more than 90% of bond failures at the enamel adhesive interface. These findings indicate that the weak point of this system is the enamel-adhesive interface or in other words adhesive/bracket interface is stronger. Therefore this bracket might be a suitable choice for bond strength testing in orthodontics where bond strength of a specific adhesive to enamel is being assessed. Use of other type of brackets which usually fail at the bracket/adhesive interface will not be able to reveal the true adhesion values of a cement to enamel as the bracket/adhesive interface will fail before the enamel/adhesive interface does.

CONCLUSIONS

From the results obtained in our study, we concluded that:



elde edilmiş 5 ARI skoru ile lazerle yapılandırılmış kaidelerde braket/adeziv arayüzeyi dışında ve örneklerin %35 inde elde edilmiş 0 ARI skoru ise basit foil-mesh kaidelerde braket adeziv arayüzeyinde yerleşmiştir.

3. Lazerle yapılandırılmış Discovery (Dentaurum), integral kaideli Micro-loc (GAC) ve Micro-etch kaideli Miniature-Twin (3m) braket bilimsel çalışmalarda tam bir ortodontik adeziv/mine bond kuvvet değerleri açığa çıkarmak için ve klinik durumlarda bond kuvvetini geliştirmek için tercih edilebilir.

- The laser structured Discovery (Dentaurum), integral based Micro-loc (GAC) and microetched based Miniature Twin (3M) performed statistically better than the mesh based brackets with the light cure adhesive used in this study.
- Bond failure is located out of the bracket/adhesive interface with the laser structured base, with an ARI score of 5 obtained in 90% of the specimens and at the bracket-adhesive interface with the simple foil mesh base, with an ARI score of 1 obtained in 35% of the specimens.
- The laser structured Discovery (Dentaurum), integral based Micro-loc (GAC) and microetched based Miniature Twin (3M) brackets might be preferred to improve bond strength in clinical situations and to reveal more accurate orthodontic adhesive/enamel bond strength values in scientific studies.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Newman GV. Epoxy for orthodontic attachments. *Am J Orthod* 1965;51: 901-12.
2. Maijer R, Smith DC. Variables influencing the bond strength of metal orthodontic bracket bases. *Am J Orthod* 1981;79:20-34.
3. Sharma-Sayal SK, Rossouw PE, Kulkarni GV, Titley KC. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124: 74-82.
4. Knox J, Hubsch P, Jones ML, Middleton J. The influence of bracket base design on the strength of the bracket-cement interface. *Br J Orthod* 2000;27:249-54.
5. Bishara SE, Fehr DE, Jakobsen JR. A comparative study of the debonding strengths of different ceramic brackets, enamel conditioners and adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104:170-9.
6. Bishara SE, Olsen M, VonWald L. Comparisons of shear bond strength of precoated and uncoated brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:617-21.
7. Ødegaard J, Segener D. Shear bond strength of metal brackets compared with a new ceramic bracket. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:201-6.
8. Millett D, McCabe JF, Gordon PH. The role of sandblasting on the retention of metallic brackets applied with glass ionomer cement. *Br J Orthod* 1993;20:117-22.
9. Regan D, LeMasney B, Van-Noort R. The tensile bond strength of new and rebonded stainless steel orthodontic brackets. *Eur J Orthod* 1993;15:125-35.
10. Merrill SW, Oesterle LJ, Hermersch CB. Ceramic bracket bonding: a comparison of shear, tensile and torsional bond strengths of ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106:290-7.
11. Ireland AJ, Sherriff M. Use of an adhesive resin for bonding orthodontic brackets. *Eur J Orthod* 1994;16:27-34.
12. Wang WN, Meng CL, Tang TH. Bond strength: a comparison between chemical coated and mechanical interlock bases of ceramic and metal brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;113:74-81.
13. MacColl GA, Rossouw PE, Titley KC, Yamin C. The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil-mesh bases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113:276-81.
14. Osorio R, Toledano M, Garcia-Godoy F. Enamel surface morphology after bracket debonding. *ASDC J Dent Child* 1998;65:313-54.
15. Semetz F, Binder F. Improvement of bond strength of orthodontic titanium brackets and tubes by laser structuring. Proceedings of the 5th International Conference on Joining Ceramics, Glass and Metal; Jena, Germany. *DVS Berichte Band* 1997;184: 82-85.
16. Årtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid etch pretreatment. *Am J Orthod* 1984;85:333-40.
17. Oliver RG. The effect of different methods of bracket removal on the amount of residual adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;93:196-200.
18. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34:849-53.
19. Silverstone LM. The acid etch technique: in vitro studies with special reference to the enamel surface and the enamel-resin interface. In: Silverstone L M, Dogan L, editors. Proceedings of an international symposium on the acid etch technique. St Paul (Minn): North Central Publishing Company 1975 p.;13-39.
20. Wang WN, Li CH, Chou TH, Wang DD H, Lin LH, Lin CT. Bond strength of various bracket base designs *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:65-70.
21. Eliades T, Brantly WA. The in appropriates of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *Eur J Orthod* 2000;22:13-23.
22. Weatherell JA, Robinson C, Hallsworth AS. Changes in



- the fluoride concentration of the labial enamel surface with age. *Caries Res* 1972;6:312-24.
23. Eliades T, Viazis AD, Eliades G. Bonding of ceramic brackets to enamel: morphologic and structural considerations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:369-75.
 24. Diedrich P. Enamel alteration from bracket bonding and debonding. A study with the electron microscope. *Am J Orthod* 1981;79:500-22.
 25. Sorel O, El Alam R, Chagneau F, Cathelineau G. Comparison of bond strength between simple foil mesh and laser-structured base retention brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122:260-66.
 26. Wright WL, Powers JM. In vitro tensile bond strength of reconditioned brackets. *Am J Orthod* 1985;87:247-52.
 27. Knoll M, Gwinnet AJ, Wolff MS. Shear strength of brackets bonded to anterior and posterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1986;89:476-9.
 28. Surmont P, Dermaut L, Martens L, Moors M. Comparison in shear bond strength of orthodontic brackets between five bonding systems related to different etching times: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101: 414-9.
 29. Willems G, Carels CE, Verbeke G. In vitro peel/shear bond strength evaluation of orthodontic bracket base design. *J Dent* 1997;25:271-8.
 30. Regan D, Van-Noort R. Bond strengths of two integral bracket base combinations: an in vitro comparison with foil mesh. *Eur J Orthod* 1989;11:144-53.
 31. Ferguson JW, Read MJF, Watts DC. Bond strengths of an integral bracket-base combination: an in vitro study. *Eur J Orthod* 1984;6:267-76.