



## Lingual Retainer Uygulamalarında Farklı Kompozitlerin Bağlanma Dayanımlarının Değerlendirilmesi

### *Shear Bond Strength Evaluation of Different Composites Used As Lingual Retainer Adhesives*



Yrd. Doç. Dr. Sabri  
İLHAN RAMOĞLU\*  
Doç. Dr. Tancan UYSAL\*  
Yrd. Doç. Dr. Mustafa  
ÜLKER\*\*  
Dt. Abdullah EKİZER\*

\* Erciyes Üniv. Dişhekimliği  
Fak. \*Ortodonti A. D., \*\*Diş  
Hastalıkları ve Tedavisi A. D.  
Kayseri / Erciyes Univ.  
Faculty of Dentistry, Depts.  
of \*Orthodontics and  
\*\*Restorative and  
Conservative Dentistry,  
Kayseri, Turkey

**Yazışma adresi:**  
**Corresponding Author:**  
Dr. Sabri İlhan Ramoğlu,  
Erciyes Üniversitesi,  
Dişhekimliği Fak.  
Ortodonti AD, Melikgazi,  
38039, Kayseri, Turkey  
E-mail:  
ilhanramoglu@yahoo.com

#### ÖZET

Bu çalışmanın amacı farklı tip kompozitlerin, lingual retainer uygulamalarında kullanıldıklarında bağlanma dayanımlarının ve kırılma tiplerinin değerlendirilmesidir.

Çalışmada altmış adet alt keser diş akrilik rezin bloklar içine dişlerin kronlarının bukkal yüzeyleri tabana paralel olacak şekilde yerleştirildi. Rastgele seçilmiş 20 diş içeren üç eşit grup oluşturuldu. Çalışmada üç farklı kompozit; Transbond-LR (3M-Unitek), Transbond-XT (3M-Unitek) ve Venus Flow (Heraeus Kulzer) test edildi. Lingual retainer yapıştırılmasını taklit etmek için materyaller diş üzerine 2,34 mm çapı ve 3 mm yüksekliği olan silindirik plastik matrisler (Ultradent) kullanılarak uygulandı. Bağlanma dayanımı testi için örnekler Universal test makinesine yerleştirilerek kopma olana kadar her bir örneğe, yük bölümüne bağlanan bir aparat (Ultradent) ile kompresyon kuvveti uygulandı. Bağlanma dayanımının değerlendirilmesinde Varyans analizi ve Tukey testi, kopma tipinin analizinde ki-kare testi kullanıldı.

İstatistiksel testler Transbond-LR'nin (ortalama: 24,7±9,25 MPa) Transbond-XT (12,01±4,98 MPa) ve Venus Flow'a (14,07±5,25 MPa) göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bağlanma dayanımı değerlerine sahip olduğu (P<0,001), bununla birlikte Transbond-XT ve Venus Flow arasında anlamlı bir fark bulunmadığını göstermiştir. Genel olarak, kırılma yüzdelerinin büyük kısmının adeziv karakterde diş-kompozit aralığında olduğu bulunmuş (Transbond-LR ve Venus Flow için %60, Transbond-XT için %90), gruplar arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre Transbond LR'nin test edilen özellik için en uygun lingual retainer materyali olduğu bulunmuştur. (*Türk Ortodonti Dergisi* 2008;21:196-205)

**Anahtar Kelimeler:** Bağlanma dayanımı, lingual retainer

#### SUMMARY

The aim of this study was to determine the shear bond strength (SBS) levels and fracture modes of different composites used as lingual retainer adhesives. Sixty human mandibular incisors were used, that mounted in acrylic resin leaving the buccal surface of the crowns parallel to the base of the moulds. Randomly three groups were constructed, each containing 20 teeth. Transbond-LR (3M-Unitek), Transbond-XT (3M-Unitek) and Venus Flow (Heraeus Kulzer) were tested. Materials were applied to the teeth surface by packing the material into the cylindrical plastic matrices with a 2.34 mm internal diameter and a 3 mm height (Ultradent) to simulate the lingual retainer bonding. For SBS testing, the specimens were mounted in a universal testing machine, and an apparatus (Ultradent) attached to a compression load cell was applied to each of the specimen until the failure occurred. The SBS data were analyzed using analysis of variance and Tukey tests, and chi-square test was used to analyze the fracture modes.

The statistical tests indicated that Transbond-LR shows statistically significant higher SBS (24.7±9.25 MPa) than Transbond-XT (12.01±4.98 MPa) and Venus Flow (14.07±5.25 MPa) (P<0.001) whereas the difference between Transbond-XT and Venus Flow was not significant. In general, a greater percentage of the fractures were adhesive at the tooth-composite interface (60% for Transbond-LR and Venus Flow and 90% for Transbond-XT) and no statistically significant difference was found between the groups. According to the results of this study, Transbond LR was found to be most appropriate material for the tested specification. (*Turkish J Orthod* 2008;21:196-205)

**Key Words:** Bond strength; lingual retainer



## GİRİŞ

1960 yılında Riedel'in (1) belirttiği gibi retansiyon bugün ve gelecekte bir problem olmaya devam edecektir. Retansiyon ideal olarak, tedavi sonrası elde edilen durumun korunmasıdır ve elde edilen bu durum stabilite olarak da ifade edilmektedir (2). Tedavi sonrası istenen sonuçların korunmasını sağlamak için sabit veya hareketli retansiyon yöntemleri kullanılır (3-5). Hareketli retansiyon apareylerinin hastalar tarafından kullanımı ortodontistin kontrolü dışındadır (3). Amerika'da 2002 yılında 789 ortodontistin katıldığı ankette en sık kullanılan hareketli retansiyon apareyinin Hawley plakları olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte günümüzde sabit pekiştirme yöntemlerinin kullanımı yaygınlaşmaktadır ve neredeyse ortodontistlerin üçte biri alt çene için sabit lingual retainer'ları tercih etmektedir.

Sabit retainer'ların en önemli komplikasyonu, kompozitin yerleştirilmesi sırasında bağlanma dayanımını azaltabilecek bir bozulmaya uğraması, az miktarda kompozit kullanımı ve gelen direk travmalara bağlı olarak kompozitin dişten ayrılmasıdır (7). Dikkatli bir uygulama ile bu problemlerin ilk ikisi elimine edilebilir (7). Cerny (8) 1150 hastayı kapsayan klinik bir çalışmada lingual retainer'ların güvenilirliğini değerlendirmiştir. Hastaların 149'unda dört yıllık süre içerisinde farklı sebeplerden, sabit retainer'ların koptuğunu veya kırıldığını görmüştür. Çalışmada kopmaların %43'ünün ekstraoral travmaya, %26'sının intraoral travmaya, %18'inin hekim hatasına ve %13'ünün tel kırılmalarına bağlı olduğu bulunmuştur (8). Bu verilere göre başarısızlığın en önemli sebebi travma olarak görülmektedir. Bu nedenle kompozitin dişe bağlanma dayanımı oldukça önemlidir.

En yaygın kullanılan lingual retainer kompozitleri, uygulaması kolay ve çalışma süresi geniş olan, ışıkla sertleşen kompozitlerdir. Braketleri yapıştırmak için kullanılan kompozitlerle karşılaştırıldığında, lingual retainer kompozitleri oral kaviteyle sürekli temas halindedir ve bu nedenle daha güçlü fiziksel özelliklere sahip olmalı ve ışıklama aşamasından önce iyi bir şekilde kontrol edilmelidirler (9) Sabit retainer yapımında restoratif ve ortodontik bonding materyallerinin de içinde bulunduğu birçok farklı tip-

## INTRODUCTION

As Riedel (1) mentioned in the year of 1960 retention is and will continue to be a problem.. Ideally, the correction should remain after treatment, indicating stability (2). And it seems the only way to ensure continued satisfactory treatment results is to use fixed or removable retention (3-5) to some degree, perhaps for life (4,5). But with the use of removable appliances the amount of wear will be out of control of the orthodontist (4). According to a study comprises 789 questionnaires of orthodontists in the United States in 2002, the Hawley retainer remained the most commonly used retention appliance however usage of fixed bonded retainers continued to increase, with nearly one-third of the clinicians using them routinely in mandibular arch (6).

One of the problems with bonded retainers is bond failure which is thought to be related to some degree of distortion during setting of adhesive, may lead to decrease in bond strength, the use of too little adhesive and direct trauma to retainer. It was mentioned that the first two causes might be eliminated by the use of a careful approach (7). Cerny evaluated the reliability of bonded lingual retainers with a clinical study that comprise 1150 patients of which 149 were returned because of fracture or dislodgements of their fixed retainers in four year period due to different reasons. The percentage of the failures were found to be 43% for extra-oral trauma, 26% for intra-oral trauma, 18% for operator error and 13% for wire fracture (8). According to the data above, it seems to be the one of the most important factors is trauma so that the bonding ability of the adhesive is important.

Most commonly used adhesives for bonding lingual retainers are light-cured resin composites, as it is easy to apply with an extended time. In contrast to adhesives used for bracket bonding, adhesives used for lingual retainers remain exposed to the oral cavity, so they need to have certain physical properties and need to be properly managed before the curing process (9). Different types of composites have been used in construction of retainers including both restorative and orthodontic bonding materials. Especially for lingual retainers several adhesives were developed with ease of application and optimal handling properties. As longevity and durabi-



te kompozit kullanılmaktadır. Özellikle lingual retainer kompoziti olarak en uygun çalışma zamanı olan ve uygulaması kolay çeşitli materyaller üretilmiştir. Dayanıklılık ve uzun ömürlülük önemli olduğu için yüksek yoğunlukta ışıkla sertleşen kompozitlerin çok iyi birer seçim olacağı bildirilmiştir (9, 10). Akışkan kompozitler, lingual retainer kompoziti olarak önerilen geleneksel mikrofil kompozitlerin rezin oranlarının artırılması ile elde edilmiştir (10-13).

Lingual retainer uygulamalarında kullanılan materyallerin yüzey pürüzlülüğü ve sertliği, mikrosızıntı, bağlanım dayanımı kuvveti gibi özellikleri ve farklı ışık kaynaklarının bu materyallerin bu özellikleri üzerine etkisi önceki birçok çalışmada araştırılmıştır (9,14-20). Schulz ve arkadaşları (21) üç farklı rezin sisteminin içine tel yerleştirerek bond dayanıklılığını araştırmışlardır. Bryan ve Sherriff (22) iki farklı kompozit ile bondlanmış bir çeşit alt keser pedinin ve mine yüzeyine direk uygulanan fabrikasyon retainerların karşılaştırıldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Radlanski ve Zain (23) altı farklı bonded lingual retainer'ın tel/kompozit arasındaki başlangıç bağlanma dayanımlarını değerlendirmişlerdir. Ancak araştırmalarımıza göre ortodonti literatüründe deneyde kullanılacak dişin yüzey şekli, tel/kompozit kombinasyonu vs. gibi bağlanma dayanımını etkileyen diğer faktörlerin etkisini en aza indiren bir çalışma bulunamamıştır.

Bu çalışmanın amacı, üç farklı tip kompozitin lingual retainer adezivi olarak kullanıldığında bağlanma dayanımlarının ve kopma tiplerinin karşılaştırılmasıdır.

## GEREÇLER ve YÖNTEM

### Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada periodontal problemler sebebiyle çekilmiş altmış alt keser diş kullanıldı. Çürüğü ve mine defekti bulunmayan dişler toplandı ve çekimden sonra distile su içinde muhafaza edildi. Bondlama işleminin hemen öncesinde dişlerin üzerindeki yumuşak doku kalıntıları, diş taşları ve plak, floridsiz pomza ve lastik frezler ile uzaklaştırıldı.

Dişlerin kökleri su soğutması altında elmas frezle kesilerek kısaltıldı ve kimyasal sertleşen akrilik bloklara (Vertex, Zeist,

lity is important, the highly filled, light-cured resins are said to be a better choice (9,10). The flowable composites, originally fabricated for restorative dentistry with an increased resin content of traditional microfilled composites have been suggested as lingual retainer adhesives (11-13).

For the materials used in lingual retainer fabrication, the properties such as surface roughness and hardness, microleakage, shear bond strength (SBS) and the effects of different light sources on these properties were investigated in previous studies (9,14-20). Schulz et al. (21) investigated bond strengths of three resin systems used with embedded wire. Bryan and Sherriff (22) designed a study to compare a kind of lower incisor pads bonded with two different composites and retainer fabricated by directly applied composite to enamel surface. Radlanski and Zain (23) evaluated six different bonded lingual retainer wire/composite combinations' initial bond strengths. However, as far as we search in orthodontic literature no study which will investigate SBS of lingual retainer adhesives, minimizing the effects of other contributing factors such as surface shape of experimental tooth, wire/composite combination etc., was found.

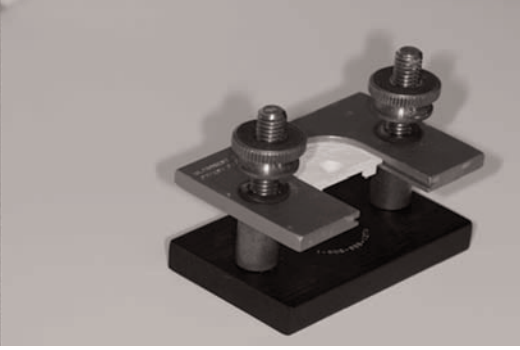
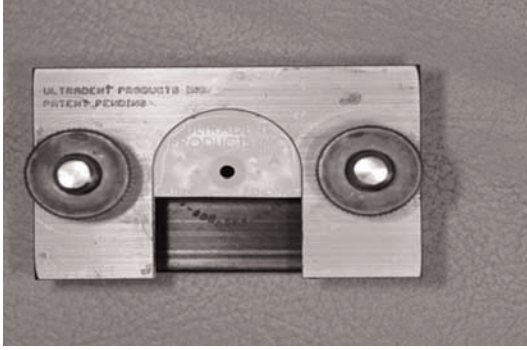
The purpose of this study was to compare three different types of composites when used as lingual retainer adhesives, by SBS test and fracture mode.

## MATERIALS and METHODS

### Sample Preparation

Sixty human mandibular incisors were used, that extracted due to periodontal reasons. Teeth were free of caries and surface defects collected and they were stored in distilled water solution after the extraction. Immediately before bonding procedure, teeth were prepared by removing soft tissue remnants, callus and plaque with a fluoride-free pumice and rubber cup.

The roots of the teeth were shortened with a water-cooled diamond disk and mounted in chemically cured acrylic resin blocks (Vertex, Zeist, The Netherlands), buccal surfaces perpendicular to ground. A 37 percent orthophosphoric acid gel (3M Dental Products, St. Paul, Minnesota, USA) was used for the etching. The acid gel was applied for 15 seconds



Şekil 1: Mine yüzeyine kompoziti uygulamada kullanılan aparat (Ultradent)

Figure 1: Application apparatus (Ultradent) of composite on the enamel surface.

Hollanda) bukkal yüzeyleri yere dik olacak şekilde yerleştirildi. Asitleme için %37'lik orto-fosforik asit (3M Dental Products, St. Paul, Minnesota, ABD) kullanıldı. Asit diş yüzeylerine 15 saniye uygulandı ve 15 saniye su ile yıkanarak uzaklaştırıldı. Pürüzlü mat yüzey elde edilene kadar, yaklaşık 10 saniye kuru hava ile kurutuldu. Dişler üç eşit gruba ayrıldı.

Çalışmada 3 farklı tip kompozit; Transbond XT (3M Unitek, Monrova, Kaliforniya, ABD), Transbond LR (3M Unitek) ve Venus Flow (Heraeus Kulzer, Dormagen, Almanya) test edildi. Materyaller ve yapılan uygulamalar Tablo 1'de sunulmuştur. Transbond XT ve LR kompozitler için Transbond XT primeri; Venüs Flow kompozit için primer olarak firmanın önerdiği Single Bond asitli yüzeye ince düzgün bir tabaka olacak şekilde sürüldü ve 10 saniye ışık uygulandı.

Kompozit rezin dişlerin bukkal yüzeyine Şekil 1'deki silindirik plastik matris (Ultradent, South Jordan, Utah, ABD) (24, 25) yardımıyla çapı 2,34 mm ve yüksekliği üç mm olacak şekilde yerleştirildi (Şekil 2).

Örnekler 10 mm çaplı uca sahip bir konvansiyonel halojen ışık cihazı (Hilux 350, Express Dental Products, Toronto, Kanada) ile 10 saniye ışıklandı ve testten önce 24 saat 37°C'de distile suda bekletildi.

#### Kırma Testi

Bağlanma dayanımının ölçülmesi için örnekler Universal test makinesine (Hounsfield Test Equipment, Salfords, İngiltere) yerleştirildi. Diş ile kompozit arasında kırılma olana kadar her bir örneğe, yük bölmesine bağlanan ucu çentikli bir aparat (Ultradent) vasıtasıyla 0,5 mm/dk hızla kesme kuvveti uygulandı. Bağlanma dayanımı değeri uygulanan kuvvet miktarı (N) kompozit blokların taban alanına bölünerek megapaskal (MPa) cinsinden hesaplandı.

and then teeth were then rinsed with water for 15 seconds and dried with oil-free air for 10 seconds until a frosty white appearance of the etched enamel was observed. The teeth were distributed into three groups, containing 20 teeth each.

Three different commercially available composite pastes, Transbond XT (3M Unitek, Monrova, Calif, USA), Transbond LR (3M Unitek, Monrova, Calif, USA) and Venus Flow (Heraeus Kulzer, Dormagen, Germany) were used in this study. Materials and application procedures are shown in Table I. Transbond XT primer for Transbond XT and LR and Single Bond (3M Espe, Seefeld, Germany) for Venus Flow was used according to manufacturer's recommendation. Before composite placement, Transbond XT primer and Single Bond were applied to etched surface as a thin uniform coat and cured for 10 seconds.

Composite resins were applied to the middle part of buccal surface of the tooth by packing the material into the cylindrical plastic matrices (Figure 1) with a 2.34 mm internal diameter and a three mm height (Ultra-



Şekil 2: Bağlanım dayanım testi için hazırlanmış bir örnek

Figure 2: A sample prepared for shear bond test



**Tablo I:** Materyaller ve Uygulama Protokolleri.

**Table I:** Materials and application procedures.

	Primer	Firma / Company	Işıklama Süresi (sn) / Curing Time (sec)	Kompozit / Composite	Firma / Company	Işıklama Süresi (sn) / Curing Time (sec)	Işık Kaynağı / Light Source	Firma / Company
1	Transbond XT	3M Unitek	Işıklanmadı / Not cures	Transbond LR	3M Unitek			
2	Transbond XT	3M Unitek	Işıklanmadı / Not cures	Transbond XT	3M Unitek	10	Quartz Tungsten Halogen Light Unit	3M Espe
3	Single Bond	3M Espe	10	Venus Flow	Heraeus Kulzer			

### Kırılma Tipi Analizi

Kırık hatları ışık mikroskobu ile (20 X büyütme altında) değerlendirildi ve adeziv, koheziv ve karışık olarak sınıflandırıldı. Kırma işlemi sonrası yüzeyinde %80'den daha fazla kompozit olan dişlerdeki kırılma koheziv, yüzeyinde %20'den daha az kompozit bulunan dişlerdeki kırılma adeziv, adeziv ve koheziv kırılmanın birlikte olduğu kırılma ise karışık olarak sınıflandırıldı.

### İstatistiksel Analiz

Her üç grup için tanımlayıcı istatistik verileri (ortalama, standart sapma ve minimum ve maksimum) hesaplandı. Bağlanım dayanımı verileri Shapiro-Wilks normalite testi ve Levene varyans homojenite testi ile değerlendirildi. Verilerin normal dağılım gösterdiği ve gruplar arasında değişkenlerde homojenite olduğu bulundu. Bağlanma dayanım değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması varyans analizi (ANOVA) ile çoklu karşılaştırmalar ise Tukey Testi kullanılarak yapıldı. Kırılma tipleri ki-kare testi ile değerlendirildi. Anlamlılık  $P < 0.05$  olarak belirlendi. Bütün istatistiksel analizler SPSS programı (SPSS for Windows 13.0, SPSS, Chicago, Illinois, ABD) ile yapıldı.

### BULGULAR

Tanımlayıcı istatistik verileri ve grupların çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 2'de gösterilmektedir. Üç grup arasında bağlanma dayanımı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $F=17,475$ ;  $P=0.000$ ). Çoklu karşılaştırmada ortalama  $24,77 \pm 9,25$  MPa ile Transbond LR grubunun istatistiksel olarak Transbond XT ve Venus Flow gruplarından (sırasıyla  $12,01 \pm 4,98$  MPa ve  $14,07 \pm 5,25$  MPa) daha yüksek bağlanma dayanımı değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

dent, South Jordan, Utah, USA) (24,25).

A quartz tungsten halogen light unit (Hilux 350, Express Dental Products, Toronto, Canada) with an 10 mm diameter light tip was used for curing the specimens for 10 seconds. The specimens were then stored in distilled water at 37°C for 24 hours before SBS testing.

### Debonding Procedure

For SBS testing, the specimens were mounted in a universal testing machine (Hounsfield Test Equipment, Salfords, UK). A notch-shaped apparatus (Ultradent, South Jordan, Utah, USA) attached to a compression load cell at a crosshead speed of 0.5 mm/min was applied to each specimen at the interface between tooth and composite until the failure occurred. The maximum load (N) was divided by the cross-sectional area of the bonded composite posts to determine SBS in MPa.

### Fracture Type Analysis

Fracture sites were evaluated with an optical stereo-microscope (X 20 magnifications) (SZ 40, Olympus, Tokyo, Japan) and classified as adhesive, cohesive and mix. Cohesive fracture represents an amount of resin was found remaining on the tooth surface more than 80%, adhesive if less than 20% of the resin remained on the tooth surfaces, or mixed if certain areas exhibited cohesive fracture, whereas other areas exhibited adhesive fracture.

### Statistical Analysis

Descriptive statistics, including the mean, standard deviation, and minimum and maximum values, were calculated for the 3 test groups. The Shapiro-Wilks normality test and the Levene variance homogeneity test were applied to the SBS data. The data showed normal distribution, and there was homoge-

Farklı Adezivlerin Bağlanma Dayanımları  
Shear Bond Strength of Various Adhesives



Gruplar / Groups	Bağlanım Dayanımı / Bond Strength (MPa)					Sig.	Çoklu Karşılaştırma / Multiple Comparison	
	N	Ortalama / Mean	SD	Min.	Max.		Transbond XT	Venus Flow
Transbond LR	20	24.77	9.25	11.63	44.21		***	***
Transbond XT	20	12.01	4.98	4.65	20.94	***		NS
Venus Flow	20	14.07	5.25	4.65	23.27			

N: örnek sayısı (sample size); SD: standart deviasyon (standard deviation); Sig: anlamlılık düzeyi (level of significance); NS: anlamlı değil (not significant); Min: minimum; Max: maksimum, \*\*\* P<0.001

**Tablo II.** Test edilen üç grubun bağlanım dayanımlarının tanımlayıcı istatistik verileri ANOVA ve Tukey testi ile karşılaştırma sonuçları.

**Table II.** Descriptive statistics and results of ANOVA and Tukey tests, comparing shear bond strength of three groups tested.

Örneklerin kırılma tipleri Tablo 3'de gösterilmektedir. Gruplar arasında kırılma tipi bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ( $X^2=6,514$ ;  $P=0,164$ ). Genelde dış-kompozit yüzeyleri arasında kırılma büyük oranda adeziv özellikte olmuştur (Transbond LR'nin %60'ı, Venus Flow ve Transbond XT'nin %90'ı).

#### TARTIŞMA

Ortodontide, tedavi edilen bozukluğun pekiştirilmesinin, problemin düzeltilmesinden daha güç olduğu vurgulanmıştır (26). Lingual retainerlar yapıştırıldıkları dişlere bağlı oldukları sürece, o dişlerin sıralanışının ideme ettirilmesinde etkilidirler (8).

Sabit retainer'larda başarısızlığın %43'ünün ekstraoral travma, %26'sının intraoral travma nedeniyle olduğu gösterilmiştir. Bonding sırasında kontaminasyon nedeniyle oluşan hekim hatasına bağlı başarısızlık %18 olarak bulunmuştur. Lingual retainer başarısızlıklarının %13'ünde ise tel

neity of variances among the groups. Comparisons of means of SBS values were made with analysis of variance (ANOVA) and multiple comparisons were done by Tukey HSD (Honestly Significant Difference) test. Fracture modes were analyzed using a chi-square test. Significance was predetermined at  $P<0.05$ . All statistical analyses were performed with the Statistical Package for Social Sciences (SPSS for Windows 13.0, SPSS, Chicago, Illinois) software package.

#### RESULTS

The descriptive statistics and multiple comparisons of groups are presented in Table II. Statistically significant differences were found in SBS between the three groups ( $F=17.475$ ,  $P=0.000$ ). When the multiple comparisons were performed, Transbond LR group with a mean of  $24.77 \pm 9.25$  MPa showed statistically higher SBS than both Transbond XT and Venus Flow groups which's mean SBS were  $12.01 \pm 4.98$  and  $14.07 \pm 5.25$  respectively.

Gruplar / Groups	N	Kopma Tipi / Failure Type			Sig.
		Adeziv / Adhesive	Koheziv / Cohesive	Karışık / Mixed	
Transbond LR	20	12 (60%)	1 (5%)	7 (35%)	
Transbond XT	20	18 (90%)	0 (0%)	2 (10%)	NS ( $P=0.164$ ) _ $2=6.514$
Venus Flow	20	12 (60%)	2 (10%)	6 (30%)	

N: örnek sayısı (sample size); Sig.: anlamlılık düzeyi (level of significance); NS: anlamlı değil (not significant)

**Tablo III.** Kopma dayanımı testinden sonrası kopma tipleri.

**Table III.** Modes of failure after shear bond testing.



kırılmasının sorumlu olduğu bulunmuştur (8). Tespit edilen %69 oranında travmaya bağlı başarısızlık oranı aynı zamanda materyalin bağlanma dayanımıyla da ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte bu çalışmada mikrobiyal/tükrük kontaminasyonundan bağımsız, laboratuvar şartlarında, %60-90 oranında adeziv tipte kırılmanın tespit edilmesi mine kompozit arası kırılmaların hekimle ilgili bonding sırasındaki kontaminasyondan kaynaklanmayabileceğini göstermiştir. Bu verilere göre lingual retainer kompozitlerinin başarısızlıkların %69'dan fazlasının bağlanma dayanımıyla ilişkisi kurulabilir.

Bu çalışmada farklı kompozitlerin diş uyguladığı saf bağlanma kuvvetinin test edilmesinde geleneksel yöntemlerden farklı olarak, lingual retainer uygulamalarını taklit eden ve bağlanma dayanımını etkileyen test tekniklerinin bazı kritik yönlerini kısmen elimine eden bir düzenek (24, 25) kullanılmıştır. Braket tabanının yapısı kompozitlerin bağlanma dayanımının ölçülmesi sırasında değişik oranlarda oluşan stres değişikliklerine bağlı olarak başarısızlığa ve hatalı ölçümlere sebebiyet verebilmektedir (25). Farklı üretici firmalarının aynı teknik için üretilmiş braketleri arasında bile braket dizaynının ve boyutlarının farklılıklarının olduğu görülmüştür (27). Bağlanma dayanımının ölçüldüğü çalışmalarda bu tür tutarsızlıklar önemli problemdir (28). Çünkü braket ile diş arasında, kırma işlemi için kullanılan parçaların uçlarının kuvvet uygulandığında bu bölgeye tam oturmasını engelleyen çok ince ve sıkı bir bağlantı vardır. Bu parçaların uçları, sonuçların güvenilirliğini etkileyecek şekilde kompozit/braket veya kompozit/mine aralığına yönelebilir. Özellikle uçları keskin olan parçaların uçlarının körelmesi, sonraki örneklerde uygulanacak kuvvet miktarını arttırabilecektir (25). Bu nedenlerden dolayı çalışmada, lingual retainerleri taklit etmek ve mine ve kompozit arasında saf bağlanma dayanımını değerlendirmek için sadece kompozit bloklar kullanılmıştır.

Direk ortodontik bonding sistemlerinde klinik olarak kabul edilebilir bağlanma dayanımı değerlerinin 5,9-7,8 MPa arasında olduğu belirlenmiştir (29). Bu çalışmada en düşük ortalama bağlanma değeri Transbond

The fracture patterns of the specimens are shown in Table III. No statistically significant differences was found between groups ( $X^2=6.514$ ,  $P=0.164$ ). In general, a greater percentage of the fractures were adhesive at the tooth-composite interface (60% in Transbond LR and Venus Flow and 90% in Transbond XT).

## DISCUSSION

It was emphasized that satisfactory retention of the treatment is even more of a challenge than correction of the malocclusion during treatment (26). The lingual retainers found to be effective at maintaining anterior alignment providing they remain attached (8).

It was reported the failures of retainer due to trauma were 43% and 26% for extra- and intra-oral trauma respectively. And a percentage of 18% is found to be a reason of operator error which represents bond failure at the composite-enamel interface due to contamination during bonding. The wire fracture was found to be 13% in lingual retainer failures (8). Thus mean 69% of failures related to trauma are also related to SBS of the material. Moreover the operator error that was indicated according to bond failure at enamel-composite interface might not be only due to microbial/saliva contamination during the bonding as we found 60-90% adhesive type of failure in this study which is done in laboratory avoiding contamination. According to these data more than a percentage of 69% of failures seem to be related to SBS of the lingual retainer adhesives.

In present study, a protocol (24,25) different than the conventional method for testing SBS of different composites was used to simulate the lingual retainer bonding and to eliminate some critical aspects of the testing protocols affecting the bond strength outcome. The bracket base design may contribute to the misalignment of load application during testing, making the bonding system prone to failure, introducing variations that depend on the stress gradients generated (25). It has also been found that variability exists among the manufacturers with respect to the design or dimensions of the brackets in nominally identical prescriptions (27). This inconsistency poses a significant problem in studies evaluating SBS (28). Because the thickness of the adhesive layer is very small and there is a



XT grubunda ölçülmüştür (ortalama 12,01 MPa) ama bu değer Reynolds'un (29) tespit ettiği değerden yüksektir. Bununla birlikte Transbond XT ve Venus Flow için en düşük bağlanma dayanımı değeri 4,65 MPa ile Reynolds (29)'un rapor ettiği minimum değerlerin altındayken Transbond LR için minimum değer 11,63 MPa'dır. Ayrıca ortalama 24,77 MPa ile Transbond LR'nin en yüksek bağlanma dayanımı değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Bu bulgulara göre yazarlar bağlanma dayanımı dikkate alındığında sadece lingual retainer uygulamaları için üretilmiş olan Transbond LR'nin en güvenilir kompozit olduğunu düşünmektedirler.

Klinik koşullar, laboratuvar koşullarından önemli derecede farklı olabilmektedir, dolayısıyla unutulmamalıdır ki laboratuvar koşulları ağız ortamında karşılaşılan zorluklardan uzaktır (30). Ağız içinde değerlendirme yapılacağına, ısı ve nem gibi koşullar göz önüne alınmalıdır. Laboratuvar ve klinik koşullar arası farklılıklardan dolayı, özellikle test metotlarında, diğer çalışmalar ile direk karşılaştırma yapılamamaktadır.

Bazı ortodontik braket bonding çalışmalarında kırılma tipinin genelde karışık veya koheziv olduğu gösterilmiştir (31, 32). Bu çalışmalarda, bağlanma dayanımı testinden sonra mine ve kompozit arasında kırılmaya bağlı, adeziv tipten ziyade hem mine yüzeyi hem de braket tabanında kompozit parçasının kalmasına bağlı oluşan koheziv tip kırılma olmuştur. Kompozitlerin koparılmasında bu çalışma ve diğer çalışmalar arasında metodolojik farklılıkların sebebi, çalışmamızda braket kullanılmamış olmasıdır ve Transbond LR ve Venüs Flow'da %60 oranında, Transbond XT'de %90 oranında adeziv tipte kırılma oluşmuştur. Bu oranlar braket yerine tel kompozit kombinasyonunun kullanıldığı önceki çalışmalardan (21, 23) daha yüksektir. Schulz ve arkadaşları (21) retainer başarısızlığının %32,2 oranında diş-kompozit yüzeyleri arasında olmasına karşın %55,9 oranında tel-kompozit yüzeyleri arasında olduğunu göstermişlerdir. Radlanski ve Zain (23) %50,8 adeziv tip, %16,7 karışık tip ve %32,5 oranında koheziv tip kırılma tespit etmişlerdir. Bu çalışmalarda retainer'ların kopması tel-kompozit aralığında da gerçekleşmiştir. Çalışmamızda ise adeziv tipteki kırılmanın yüksek

tight interface between adhesive and bracket, the tips of the apparatus could not be accurately placed on it once the force was applied. The tips of apparatus may deviate toward the interface between adhesive and bracket or adhesive and enamel, which may significantly affect the reliability of the results. Blunting of the tips of the apparatus during use, particularly the pointed ones, would have increased the force level applied on later specimens (25). For these reasons, we used only composite blocks to take pure SBS values between enamel and composite to simulate the failure of lingual retainer, detached between composite/enamel interfaces.

It was determined to be between 5.9–7.8 MPa for a minimum SBS values in direct orthodontic bonding systems that are clinically acceptable (29). The lowest mean SBS is determined for Transbond XT group (mean: 12.01 MPa), that is higher than previously emphasized minimum SBS. Beside this fact, the minimum bonding values for both Transbond XT and Venus Flow was 4.65 MPa which is lower than borders Reynolds (29) reported whereas the minimum bonding value for Transbond was 11.63 MPa. In addition Transbond LR found to have highest SBS values with a meanly of 24.77 MPa. Thus authors think Transbond LR, manufactured as lingual retainer composite is the safest adhesive when considered from bond strength point of view.

As the clinical conditions may differ significantly from an in vitro setting, it should be remembered laboratory conditions have not been subjected to the rigors of the oral environment (30). If an in vivo evaluation will be made, some conditions such as heat and humidity should also be added into consideration. Because of the probable differences between in vivo and in vitro conditions, as well as the testing method, a direct comparison cannot be made with the findings of other studies.

It was shown in some orthodontic bonding studies that failure type is generally mix or cohesive (31,32). In those studies, after SBS testing a part of the composite resin remained on either the enamel surface or the bracket base, causing cohesive failure rather than adhesive failure between the enamel and composite resin. As a reason of methodological





olması mine ve kompozit arasındaki bağlanma dayanımı daha net ölçmemizi sağlamıştır.

### SONUÇ

Transbond XT ve Venüs Flow, Reynolds (29)'un belirlediği klinik olarak kabul edilebilir bağlanma dayanım değerlerinden daha yüksek ortalama değerlere sahiptir. Bu, lingual retainer yapımı için her iki materyalin de bağlanma dayanımı açısından uygun olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, Transbond LR'nin en yüksek kırılma değerlerine sahip olmasından dolayı yazarlar test edilen özellik için bu kompozitin en uygun materyal olduğunu düşünmektedir.

differences in the present study for shearing the adhesives, brackets were not used and more adhesive failures occurred at a percentage of 60% for Transbond LR and Venus Flow and 90% for Transbond XT. These rates are also higher than the rates reported in the previous studies (21,23) which wire-composite combination used instead of bracket. Schulz et al. (21) reported retainers failed at tooth-resin interface with a rate of 32.2% where as at wire-resin interface 55.9%. Radlanski and Zain (23) determined the failures; 50.8% as adhesive type, 16.7% as mix type and 32.5% at wire/composite interface. As wire-composite interface contributes the retainer failures as fracture site in these studies, the higher percentage of adhesive failure in our study also lead us to measure SBS between enamel and composite more accurately.

### CONCLUSION

Transbond XT and Venus Flow have higher SBS than the ranges Reynolds reported as clinically acceptable, which mean both materials are appropriate for construction of lingual retainer. However, as the highest SBS was found to be in Transbond LR, authors think that this composite is the most appropriate lingual retainer adhesive for the tested specification.

### KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Riedel RA. A review of the retention problem. *Angle Orthod* 1960;30:179-199.
2. Bearn DR, McCabe JF, Gordon PH, Aird JC. Bonded orthodontic retainers: the wire-composite interface. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111:67-74.
3. Little RM, Riedel RA, Artun J. An evaluation of changes in mandibular anterior alignment from 10 to 20 years postretention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;93:423-428.
4. Little RM, Riedel RA. Postretention evaluation of stability and relapse--mandibular arches with generalized spacing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;95:37-41.
5. Artun J, Spadafora AT, Shapiro PA, McNeill RW, Chapko MK. Hygiene status associated with different types of bonded, orthodontic canine-to-canine retainers. A clinical trial. *J Clin Periodontol* 1987;14:89-94.
6. Keim RG, Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels DS 3rd. 2002 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, Part 1. Results and trends. *J Clin Orthod* 2002;36:553-568.
7. Zachrisson BU. Clinical experience with direct-bonded orthodontic retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1977;71:440-8.
8. Cerny R. The reliability of bonded lingual retainers. *Aust Orthod J* 2007;23:24-29.
9. Uşümez S, Büyükyılmaz T, Karaman AI. Effects of fast halogen and plasma arc curing lights on the surface hardness of orthodontic adhesives for lingual retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:641-648.
10. Uşümez S, Büyükyılmaz T, Karaman AI, Gündüz B. Degree of conversion of two lingual retainer adhesives cured with different light sources. *Eur J Orthod* 2005;27:173-179.
11. Elaut J, Asscherickx K, Vande Vannet B, Wehrbein H. Flowable composites for bonding lingual retainers. *J Clin Orthod* 2002;36:597-598.
12. Geserick M, Wichelhaus A. A color-reactivated flowable composite for bonding lingual retainers. *J Clin Orthod* 2004;38:165-166.
13. Geserick M, Ball J, Wichelhaus A. Bonding fiber-reinforced lingual retainers with color-reactivating flowable composite. *J Clin Orthod* 2004;38:560-562.



14. Ramoglu SI, Usumez S, Buyukyilmaz T. Effect of accelerated aging on surface hardness and roughness of lingual retainer adhesives. *Angle Orthod* 2008;78:140-144.
15. Uysal T, Ulker M, Baysal A, Usumez S. Different lingual retainer composites and the microleakage between enamel/composite and wire/composite interfaces. *Angle Orthod* 2008;78:941-946.
16. Uysal T, Ulker M, Baysal A, Usumez S. Microleakage under lingual retainer composite bonded with antibacterial monomer-containing adhesive system. *World J Orthod* baskıda, in press.
17. Uysal T, Baysal A, Usumez S, Ulker M. Microleakage between composite/wire and composite/enamel interfaces of flexible spiral wire retainers, when different composites are used. *Eur J Orthod*, baskıda, in press.
18. Uysal T, Ulker M, Baysal A, Usumez S. Microleakage of amorphous calcium phosphate-containing orthodontic adhesive when used for bonded lingual retainers. *Eur J Orthod*, baskıda, in press.
19. Ulker M, Uysal T, Ramoglu SI, Ucar FI. Bond strengths of antibacterial monomer-containing adhesive system applied with and without acid etching for lingual retainer bonding. *Eur J Orthod*, baskıda, in press.
20. Baysal A, Uysal T, Ulker M, Usumez S. Effects of high-intensity curing lights on microleakage under bonded lingual retainers. *Angle Orthod* baskıda, in press.
21. Schulz RP, Mayhew RB, Oesterle LJ, Pierson WP. Bond strengths of three resin systems used with brackets and embedded wire attachments. *Am J Orthod* 1985;87:75-80.
22. Bryan DC, Sherriff M. An in vitro comparison between a bonded retainer system and a directly bonded flexible spiral wire retainer. *Eur J Orthod* 1995;17:143-151.
23. Radlanski RJ, Zain ND. Stability of the bonded lingual wire retainer-a study of the initial bond strength. *J Orofac Orthop*. 2004;65:321-335.
24. Malkoc S, Demir A, Sengun A, Ozer F. The effect on shear bond strength of different antimicrobial agents after acid etching. *Eur J Orthod* 2005;27:484-488.
25. Demir A, Malkoc S, Sengun A, Koyuturk AE, Sener Y. Effects of chlorhexidine and povidone-iodine mouth rinses on the bond strength of an orthodontic composite. *Angle Orthod* 2005;75:392-396.
26. Steadman SR. A philosophy and practice of orthodontic retention. *Angle Orthod* 1967;37:175-185.
27. Buyukyilmaz T, Øgaard B, Dahm S. The effect on the tensile bond strength of orthodontic brackets of titanium tetrafluoride (TiF<sub>4</sub>) application after acid etching. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:256-161.
28. Katona TR. A comparison of the stresses developed in tension, shear peel, and torsion strength testing of direct bonded orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:244-251.
29. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975;2:171-178.
30. Bishara SE, Vonwald L, Zamtua J, Damon PL. Effects of various methods of chlorhexidine application on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114:150-153.
31. Årtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod* 1984 85:333-340.
32. 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.