

Bonding Sırasında Uygulanan Basıncın Yapışma Kuvveti Üzerine Etkisi

Effect of Pressure Applied During Bonding on the Bond Strength

ÖZET

Ortodontik braketlerin yapıştırılması sırasında uygulanan basıncın, rezinle modifiye edilmiş bir cam iyonomer simanın yapışma direncine etkisini incelemektir. Bu çalışmada ortodontik amaçla çekilen 45 adet premolar diş, her biri 15 adet diş içeren 3 gruba bölündü. Dişlerin labial yüzeylerine 20 saniye süreyle % 10 luk poliakrilik asit uygulandı ve daha sonra 20 saniye su ile yıkanarak yapıştırma öncesinde hafif şiddette havayla kurutuldu. Resin modifiye cam iyonomer siman, üretici firmanın önerdiği oranlarda 30 saniye süreyle karıştırıldı ve oluşan karışım braket tabanına yerleştirildi. Siman yüklenmiş braketler, özel olarak dizayn edilmiş bir düzenek kullanılarak üç farklı ağırlıkla elde edilen kuvvetler yardımıyla mine yüzeyine yapıştırıldı (A: 100gr, B: 200gr ve C: 400gr). Diş ve braket kombinasyonu 5 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra 24 saat süreyle 37 °C'lik su tanklarında bekletildi ve yapıştırılan braketlere Lloyd LRX test cihazında çekme testi uygulandı. Deney grupları arasındaki anlamlı farklılıkları değerlendirmek için istatistiksel analiz yapıldı. Üç grup içerisinde B (10.47MPa) en yüksek ve C (7.77 MPa) en düşük gerilme kuvvetine sahipti. Tek yönlü varyans analizi ile (ANOVA), üç grubun yapışma kuvveti direnç değerleri arasında % 95 güvenilirlik seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (P<0.05). Gruplar arasındaki farklılıkların değerlendirilmesinde kullanılan Tukey HSD testi, B Grubunun(10.47MPa) ortalama yapışma kuvveti değerinin C grubundan istatistiksel olarak anlamlı bir oranda yüksek olduğunu gösterdi. Braketlerin direk yapıştırılması sırasında uygulanan basıncın, rezin modifiye cam iyonomer simanın çekme yapışma direnci üzerinde önemli bir etkisi vardır.

(Türk Ortodonti Dergisi 2005;18:55-60)

Anahtar Kelimeler: Resin modifiye cam iyonomer siman, Adheziv kalınlığı, Çekme yapışma direnci

SUMMARY

To investigate the effect of force level applied during bonding of orthodontic brackets on the bond strength of a chemically-cured resin-modified glass ionomer cement. Forty-five extracted human premolar teeth were divided into 3 groups of 15 each. The labial surfaces were pretreated with an application of 10 per cent polyacrylic acid for 20 seconds and then rinsed with water for 20 seconds and slightly dried with a light flow of air before bonding. Fuji Ortho is a powder and liquid system, in which the powder and liquid were mixed in recommended proportions for 30 seconds and this mixture, was applied to the bracket base. Then the cement loaded brackets were placed to enamel surface under 3 different loading force (A:100 g, B:200 g and C:400 g) applied via a specially designed bonding jig. The excess adhesive was removed using a scaler and magnifying glass when the samples were under this constant pressure. The tooth/bracket combinations were then left undisturbed for 5 minutes at room temperature before being stored in water at 37°C for 24 hours. The bonded brackets were subjected to tensile test on a Lloyd LRX testing machine. The data was analyzed statistically to determine the significance of differences between experimental groups. Analysis of variance showed significant differences between the mean tensile bond strengths of groups at the 95 % level of confidence (p <0.05). The grouping of these differences by Tukey's HSD multiple-range test indicated that the brackets bonded under 200 grams of force (B) showed significantly higher mean tensile bond strength (10.47 MPa) than that of the brackets bonded under 400grams of force(C). The force level applied during the direct bonding had an important affect on the tensile bond strength of the resin-modified glass ionomer cement. (Turkish J Orthod 2005;18:55-60)

Key Words: Resin modified glass ionomer cement, Adhesive thickness, Tensile bond



Yrd.Doç. Dr. Mete ÖZER

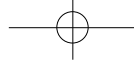
Doç. Dr.Selim ARICI

Dt. Selçuk KARAHAN

Ondokuz Mayıs Üniv.
Dişhek. Fak. Ortodonti A.D. /
Ondokuz Mayıs Univ. Dept.
of Orthodontics
Samsun-TURKEY

İletişim Adresi
Correspondence:

Dr. Mete Özer
Ondokuzmayıs Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi 55139
Kurupelit-SAMSUN/TURKEY
Tel: 0362 222 1570000 - 2222



GİRİŞ

Son 20 yılda geliştirilen rezin modifiye cam iyonomer simanların ortodontik braketlerin yapıştırılmasında kullanılması, mineye kimyasal olarak yapışabilmesi, ağız ortamındaki flor iyonlarını absorbe edebilme ve tekrar ortama salabilme yeteneğine sahip olması ve mine yüzeyine daha az zararlı olması gibi pek çok avantajlar sağlamaktadır (1,2). Ancak avantajlarının yanı sıra bu simanların uzun süren sertleşme reaksiyonuna sahip olması ve başlangıç yapışma direncinin düşüğü olması gibi dezavantajları da vardır (2).

Ortodontik braketlerin direk yapıştırılması klinikte rutin uygulanan bir işlemdir. Bu işlem sırasında braket tabanına bonding materyali yerleştirildikten sonra braket kenarlarından artık adheziv taşana kadar mine yüzeyine doğru belirli bir basınçla ile bastırılır (3). Bu basınç, pek çok faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterir ve bunun sonucunda braket ve mine yüzeyi arasında farklı adheziv kalınlıkları şekillenir. Bununla birlikte lingual ortodontide olduğu gibi atipik kron morfolojisini kompanse etmek için adheziv kalınlığı isteğe bağlı olarak artırılabilir. Ancak unutulmamalıdır ki optimum yapışma direnci elde etmek için minimal adheziv kalınlığı olması gerekir (4). Adheziv kalınlığındaki aşırı artış, polimerizasyon büzülmesinde artışa ve bununla birlikte yapısal bozukluklar oluşturarak braket ve mine yüzeyi arasında zayıf bir bağlantıya neden olabilmektedir (5). Buna karşıt olarak yapılan bir çalışmada 1mm'lik adheziv kalınlığının optimum değerleri oluşturduğu ve bunun altındaki kalınlıklarda daha düşük yapışma direnci elde edildiği bildirilmektedir (6).

Bu çalışmanın amacı, ortodontik braketlerin yapıştırılması sırasında uygulanan basıncın, rezin modifiye cam iyonomer simanın mesh tabanlı metal braketle mine yüzeyi arasında gerçekleştirdiği yapışma direncine etkisini incelemektir.

GEREÇLER ve YÖNTEM

Bu çalışmada 14-17 yaşlarındaki hastalardan ortodontik amaçla çekilen 45 adet premolar dişi kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan dişler, beyaz ışık kaynağı altında mine yüzeyinde çatlak, çürük, çekim travması ya da

INTRODUCTION

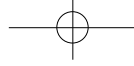
Improved during the last two decades, the Resin Modified Glass Ionomer Cement (RMGIC) takes advantage of bonding chemically to enamel, is able to absorb and release flour ions in the mouth, and is less harmful to the enamel surface for orthodontic brackets bonding (1,2). However, besides these advantages it also has disadvantages such as a long term polymerization period and low initial bond strength (2).

Direct bonding of orthodontic brackets is used as a routine clinical procedure. It was suggested that after the bonding material is placed on the back of the bracket, the loaded bracket should be pressed to place against the enamel surface, causing the excess bonding material to be expressed around the edges (3). This applied pressure might change according to clinician and thus, different adhesive thickness will be formed. Although some orthodontic procedures require different adhesive thickness such as a very thick adhesive layer forming at indirect bonding especially in lingual orthodontics, a minimal adhesive thickness has been reported necessary to achieve optimal bond strength. But, it has to be considered that to obtain optimum bond strength it is necessary to have minimal adhesive thickness (4). Increased thickness also has been reported to weaken the joint because of the introduction of imperfections and increased polymerization shrinkage (5). Contrary it has been reported, 1 mm of adhesive thickness provides optimum values and below this thickness causes lower bond strength (6).

The purpose of this study was to investigate the effect of pressure applied during bonding on the tensile bond strength of chemically cured resin-modified glass ionomer cement, between enamel surface and mesh based orthodontic brackets.

MATERIALS and METHODS

In this study forty-five extracted human premolar teeth extracted from 14-17 year old patients undergoing orthodontic treatment were used. The enamel surface of teeth is examined at light X4 magnification for perfect buccal enamel, with no caries, no



celenerek seçildi. Çalışmamızda mesh tabanlı .018x.030 inch slotlu paslanmaz çelik premolar braketleri (Midi Diagonali Leone Sesto, Fiorentino, Italy) kullanıldı. Dişlerin labial yüzeylerine 20 saniye süreyle % 10'luk poliakrilik asit uygulandı. Poliakrilik asit 20 saniye süreyle su ile yıkandıktan sonra yapıştırılmadan önce hafif basınçlı hava ile kurutuldu. Toz ve likitten oluşan, kimyasal olarak sertleşen rezin modifiye cam iyonomer siman (Fuji Ortho, GC Corporation, Tokyo, Japan), üretici firmanın önerdiği oranlarda 30 saniye süreyle karıştırılarak, oluşan karışım braket tabanına yüklendi. Siman yüklenmiş braketler, özel olarak dizayn edilmiş bir düzenekte (Şekil 1), üç farklı ağırlıkla elde edilen farklı kuvvetler yardımıyla mine yüzeyine yerleştirildi (100gr=A, 200gr=B ve 400gr=C). Her grupta 15 diş kullanıldı. (Şekil 1)

Kenarlardan taşan rezin modifiye cam iyonomer siman, bir sond yardımıyla braket üzerindeki basınç kaldırılmadan temizlendi. Diş braket kombinasyonu sertleşme reaksiyonunu tamamlaması amacıyla 5 dakika süreyle oda ısısında bekletildikten sonra, 24 saat 37°C de distile su içerisinde bekletildi. Çalışmamızda çekme kuvveti testi, Lloyd LRX aleti (Lloyd Instruments Plc., Fareham, Hampshire, England) ile yapıldı (Şekil 2). Çekme kuvveti 1mm/dakika olarak tespit edildi. Test süresince kopma kuvvetlerindeki artış, makinenin üzerindeki dijital ekrandan izlendi ve kopma anındaki maksimum kuvvet Newton

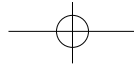
Diagonali Leone Sesto, Fiorentino, Italy) standard 0.018 x 0.030 inches slot size stainless steel premolar brackets. Labial surfaces of the teeth were acid etched with 10 per cent polyacrylic acid for 20 seconds and then rinsed with water for 20 seconds and slightly dried with a light flow of air before bonding. Fuji Ortho (Fuji Ortho GC Corporation, Tokyo, Japan) is a powder and liquid system, in which the powder and liquid were mixed in recommended proportions for 30 seconds and this mixture



Şekil 2: A) Çekme test düzeneği, B) Braket tutucunun yakın görünüşü.

Figure 2: A) Tensile test equipment, B) Close-up view of the cast nickel-chromium bracket holder.



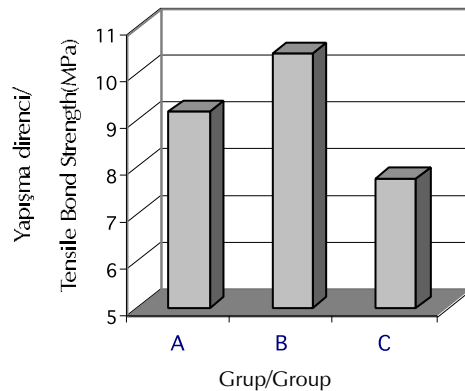


(N) olarak kaydedildi. Mine yüzeyinde oluşan stres miktarlarının hesaplanabilmesi için braket taban alanları ölçüldü (11,9mm²) ve gruplar için elde edilen ortalama değerler, bu taban alanlarına bölünerek yapışma kuvveti MPa (Newton/mm²) olarak elde edildi. (Şekil 2)

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak incelenmesinde gruplar arasındaki farkları belirlemek için tek yönlü varyans analizi kullanıldı. İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğu bu farkın hangi gruplar arasında olduğunu saptamak için % 95 güvenlik sınırında (p<.05) Tukey HSD testi kullanıldı.

BULGULAR

Üç grup içerisinde B grubunun ortalama (10.47MPa) en yüksek ve C grubunun ortalama (7.77 MPa) en düşük ve A grubunun bu iki değer arasında (9.23 MPa) çekme yapışma direncine sahip oldukları gözlemlendi. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile üç grubun ya-



Şekil 3: Ortalama çekme yapışma kuvvet değerleri.

Figure 3: Mean tensile bond strength values.

ışma kuvveti direnç değerleri arasında % 95 güvenilirlik seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (P<0.05). Gruplar arasındaki farklılıkların değerlendirilmesinde kullanılan Tukey HSD testi, ortalama yapışma kuvveti değerlerinde, B Grubunun ortalama çekme yapışma direncinin (10.47MPa) C grubundan istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek olduğunu gösterdi (Tablo 1, Şekil 3)

TARTIŞMA

was applied to the bracket base. Then, the cement loaded brackets were placed to the enamel surface under 3 different loading forces (A=100 gr, B=200 gr and C=400 gr) applied via a specially designed bonding jig (Figure 1). Fifteen teeth were used in each group. The excess adhesive was removed using a scaler and magnifying glass when the samples were under this constant pressure. (Figure 1).

The tooth/bracket combinations were then left undisturbed for 5 minutes at room temperature before being stored in water at 37°C for 24 hours. To simulate tensile type of forces special testing jigs (Figure 2) were constructed and attached to the jaws of a Lloyd LRX Material Testing Machine (Lloyd Instruments Ple. Fareham Hampshire, England). The peak force levels, automatically recorded on the testing machine, were converted to stress per unit area (MPa) by dividing the force (Newton) by the mean unit area of the base of the bracket (11.9 mm²). A crosshead speed of 1 mm per minute was used. (Figure 2)

Statistical analysis was performed using analysis of variance (ANOVA) and any significant differences revealed by this procedure were further investigated using the Tukey's honest significant difference (HSD) multiple-range test with a 95% confidence limit (p <.05).

RESULTS

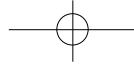
Group B had the highest (10.47 MPa), and Group C had the lowest (7.77 MPa) mean tensile bond strengths of the three groups.

Tablo 1: Grupların çekme yapışma dirençleri değerleri için tanımlayıcı istatistik.

Table 1: Descriptive Statistics, of Tensile Bond Strength for Each Group.

Grup/Group	N	Ortalama/ Mean (MPa)	sd (MPa)	Max.-Min./ Max.-Min. (MPa)	Tukey's HSD**
A	15	9.23	2.12	7.71-10.75	A-B
B	15	10.47	2	9.01-11.93	A
C	15	7.77	1.57	6.63-8.50	B

** A grubunun çekme kuvveti, B grubunun çekme kuvveti ile C grubunun çekme kuvveti arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. B grubunun çekme kuvveti ile C grubunun çekme kuvveti arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. (ANOVA testiyle p<.05 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu.)



çen test metodu için bir fikir birliği yoktur. Ferguson ve arkadaşları(7) ile Tavas ve Wats (8), klinik ortamdaki kuvvetleri en iyi taklit eden test metodunun sıyırma testi olduğunu ileri sürmüşlerdir. Eden ve arkadaşları(9) ise, klinik ortam için çekme testinin daha güvenilir olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada farklı ağırlıklar uygulanarak elde edilen basınçlarla oluşturulan tüm gruplara çekme testi uygulandı.

Sabit ortodontik tedavilerde, braket adheziv kombinasyonu seçilirken yapışma kuvvet değerlerinde bir denge sağlanmalıdır. Braket ve mine yüzeyi arasında elde edilen optimum bağlanma, ortodontik tedavi sırasında uygulanan kuvvetlere karşı yeterli direnç gösterilebilmeli ve aynı zamanda braketlerin sökümü aşamasında mine üzerinde çatlak ve kırık gibi zararlı etkileri olmayacak, düşük kuvvetlerle diş yüzeyinden uzaklaştırılabilecek kadar olmalıdır. Bu nedenle yüksek ortalamaya sahip yapışma kuvveti en iyi klinik performans için gerekli ve yeterli şart değildir. Son yıllarda ortodonti pratiğinde yaygın olarak kullanılan rezin modifiye cam iyonomer simanların yapışma direncini artırma yönünde pek çok çalışma yapılmaktadır. Ancak literatürde yapıştırma sırasında uygulanan basınçla, yapışma direnci arasındaki ilişkiyi gösteren bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Braket tabanı ile mine yüzeyi arasındaki adheziv kalınlığı, yapıştırma sırasında uygulanan basınç, rezinin viskozitesi, ağız ortamındaki ısı ve nem değişiklikleri gibi faktörlerden önemli oranda etkilenir. Yukarıda sayılan faktörlerden dolayı ortodonti pratiğinde braket ve mine yüzeyi arasında farklı kalınlıklar oluşmaktadır. Oluşan bu kalınlıkların yapışma direncine olan etkisi hakkında farklı görüşler vardır. Bir çalışmada (10), adheziv kalınlığı artmasının sıyırma testinde yapışma direncini azaltırken, çekme testinde yapışma direncine herhangi bir etkisinin olmadığını ileri sürmektedirler. Bunu yanı sıra diğer bir çalışmada (11), minimal düzeyde oluşturulan adheziv kalınlığının yapışma direncini düşürdüğünü göstermiştir. Literatür incelendiğinde cam iyonomer simanların kalınlıklarıyla ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Ancak bizim çalışmamızda 400 gram kuvvetin uygulandığı ve adheziv kalınlığının en

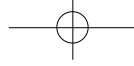
The ANOVA revealed a statistically significant difference in the mean tensile bond strength levels among the three groups tested ($F=4.97$, $P=0.014$) at the 95 per cent confidence level. Further analysis of these differences by Tukey's HSD multiple range test revealed that Group B demonstrated statistically significantly higher mean tensile bond strength than the Group C (Figure 3, Table I).

DISCUSSION

In the dental literature, there's no consensus about which tests for orthodontic bracket adhesion most realistically simulate the clinical situation. Ferguson et al. (7), Tavas and Wats (8) both advocated the use of shear/peel testing to represent the type of forces encountered in the clinical situation. Eden et al. (9) conversely suggested that tensile testing was more reliable to the clinical situation. In this study, a tensile test was used for all groups that formed with acquired pressures using different gravity.

In the fixed orthodontic treatments, an equilibrium should be provided in bond strength values while choosing bracket adhesive combination. Optimum bond strength obtained between the bracket and the enamel surface, should be high enough to resist the forces applied during orthodontic treatment, and also be low enough to prevent any harmful effects like enamel cracks and fractures during debonding. For this reason, higher mean of bond strength is not a necessary condition for the best clinical performance. During the recent years, a lot of study has been done to increase bond strength of RMGIC used in orthodontic clinics. In the literature there is not any study about the relation between bond strength and applied pressure during bonding.

The thickness between enamel surface and bracket base could be affected from factors such as pressure during bonding, viscosity of adhesive resin and moisture and temperature alterations in the mouth. Because of the factors above, different thicknesses happen between bracket base and enamel surface in orthodontic practice. Different ideas exist about the effects of these



uygulandığı grupta en yüksek yapışma kuvvetine ulaşılmıştır.

Sonuç olarak, optimal yapışma direncinin elde edilebilmesi için braket ve mine yüzeyi arasında homojen bir siman kalınlığına gereksinim vardır. Bonding sırasında uygulanan basıncı sabit tutabilmek oldukça güçtür ve klinisyene göre değişebilmektedir. Bu kalınlığın sağlanmasında braket üzerine uygulanan 200g'lık kuvvetin yeterli olabileceği göz önünde bulundurulduğunda, klinik uygulama sırasında braket tutucu üzerine yerleştirilen bir kuvvet ölçer yardımıyla istenilen basınç elde edilebilir. Böyle bir uygulama, daha homojen ve optimum bağlanma direncini oluşturabilecek bir adeziv kalınlığı sağlamak için klinik uygulamalarda iyi bir rehber olabilir.

of adhesive thickness decreases bond resistance during peel test, it does not have an effect on resistance during shear test. Another study (11) showed that the minimal adhesive thickness decreases bond strength.

In dental literature there is no study about the thickness of glass ionomer cement. However in our study the tensile bond strength was found minimal in the group where the adhesive thickness is the lowest under a force of 400 gram. In the group where the applied force was 200 gram the tensile bond strength reached the highest level.

In conclusion to obtain optimal bond strength a homogeny thickness of cement is required between the brackets and the enamel surface. It is difficult to apply a stationary pressure during bonding and it changes up to clinicians. To obtain this thickness about 200 gram of force applied on the bracket could be enough. The desired pressure could be provided thanks to a pressure gauge put on the bracket holder during clinical application. To provide an adhesive thickness and to produce more homogeny and optimum bond strength, this kind of application could be a good guide during clinical practice.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. McCourt JW, Cooley RL, Barnwell S. Bond strength of light cure fluoride-releasing base-liners as orthodontic bracket adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 100:47-52, 1991.
2. Summers A, Kao E, Gilmore J, Gunel E, Ngan P. Comparison of bond strength between a conventional resin adhesive and a resinmodified glass ionomer adhesive: An in vitro and in vivo study *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 126:200-6, 2004.
3. Proffit WR. *Contemporary Orthodontics* St Louis, MO: CV Mosby by Co. 397-99, 2000.
4. Andrews LE. Interviews on the straight wire appliances. *J Clinical Orthod* 24:493-508, 1990.
5. Buonocore MG. Principles of adhesion and adhesive restorative materials. *J. Am Dental Assoc* 67:382-91, 1963.
6. Strength of Brackets *J Orfac Orthop* 65:223-36, 2004.
7. Ferguson JW, Read MJF and Wats DC. Bond strength of an Integral bracket base combination: an invitro study. *Eur J Orthod* 6:267-76, 1984.
8. Tavas MA and Wats DC . Bonding of Orthodontic Brackets by Transillumination of a Light Activated Composite: an invitro study. *Br J Orthod* 6: 207-08, 1979.
9. Eden GT, Graig RG and Peyton FA, Evaluation of a tensile test for direct filling resins. *J Dent Res* 49:428-34, 1970.
10. Schechter G, Caputo AA, Chaconas SJ. The effect of adhesive layer thickness on retention of direct bonded brackets. *J Dent Res* 59:285, 1980.
11. .Evans L, Powers JM. Factors Affecting in vitro bond strength of No-Mix Orthodontic Cements.