

MONOKRİSTALİN SERAMİK BRAKETLERİN KESME BAĞLANMA KUVVETLERİNİN VE KOPMA SONRASI OLUŞAN ARTIK ADEZİV MİKTARININ İNCELENMESİ

Evaluation of Shear Bond Strength of Monocrystalline Ceramic Brackets and Residual Adhesive After Debonding

Dr. Dt. Mehmet Çağrı ULUSOY*

Dr. Dt. Selin KALE VARLIK**

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the shear bond strength (SBS) of metal and monocrystalline ceramic brackets bonded with resin modified glass ionomer cement (RMGIC) and conventional composite resins.

Eighty maxillary first premolars were randomly divided into 4 groups. Metal brackets (Victory Series, 3M Unitek, Monrovia, CA, USA) were used in the first and second groups, whereas monocrystalline ceramic brackets were used in the third and fourth groups (Radiance Series, American Orthodontics, Sheboygen, WI, USA). All teeth in the first and third groups were etched with 37% orthophosphoric acid, rinsed with water for 20 seconds, air dried and bonded with Transbond XT (Transbond XT, 3M Unitek, Monrovia, CA, USA). The brackets of second and fourth groups were bonded by using a one-step RMGIC (Fuji Ortho LC, GC Europe, Leuven, Belgium). All specimens were kept in distilled water for 24 hours at room temperature and SBS test was performed with a Universal testing machine (Instron Corp., Norwood, MA, USA). Kruskal-Wallis and Tukey tests was used for the statistical analysis.

Statistically significant differences were found between the shear bond strength values of all groups ($P<0.001$). The highest shear bond strength value ($11,51\pm 0,58$ MPa) was calculated in the Transbond XT+monocrystalline ceramic bracket group (Group 3) whereas the lowest value ($4,55\pm 0,62$ MPa) was found in the RMGIC+metal bracket group (Group 2).

Monocrystalline ceramic brackets showed adequate SBS when bonded with conventional composite resins or RMGIC. Bonding of metal brackets with one-step RMGIC system was found to show clinical bonding failure, although this system shortens the chair-time.

Key Words: Orthodontic brackets, Shear bond strength, Adhesive remnant index

ÖZET

Bu çalışmanın amacı rezin modifiye cam iyonomer siman (RMCIS) ve kompozit ile yapılandırılan metal ve monokristalin seramik braketlerin kesme-bağlanma kuvvetlerini (KBK) değerlendirmektir.

Seksen adet yeni çekilmiş maksiller 1. premolar diş rastgele olarak 4 gruba ayrıldı. Birinci ve 2. gruplarda metal (Victory Series, 3M Unitek, Monrovia, CA, USA), 3. ve 4. gruplarda monokristalin seramik braketler (American Orthodontics Radiance Series, Sheboygen, WI, USA) kullanıldı. Birinci ve 3. gruplarda dişler, %37'lik fosforik asit ile 30 saniye asitlendikten sonra, 20 saniye boyunca yıkanmış, kurutulmuş ve kompozit adeziv sistem (Transbond XT, 3M Unitek, Monrovia, CA, USA) ile braketler dişlere yapılandırıldı. İkinci ve 4. gruplarda ise, braketlerin yapılandırılmasında tek aşamalı RMCIS (Fuji Ortho LC, GC Europe, Leuven, Belgium) kullanıldı. Örnekler, 24 saat boyunca distile su içinde ve oda ısısında bekletildikten sonra, braketlerin kesme-bağlanma kuvvetleri, Universal test cihazı (Instron Corp., Norwood, MA, USA) ile değerlendirildi. İstatistik inceleme, Varyans analizi (ANOVA) ve Tukey testleri kullanılarak yapıldı.

* Dr. Dt., Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı.

** Dr. Dt., Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı.

Tüm grupların KBK arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu ($P<0.001$). En yüksek kesme bağlantı kuvvet değeri $11,51\pm 0,58$ MPa ile kompozit yapıştırıcı + monokristalin seramik braket grubunda (3. grup) saptanırken, en düşük değer olan $4,55\pm 0,62$ MPa RMCIS + metal braket grubuna (2. grup) aitti.

Monokristalin seramik braketlerin, hem konvansiyonel kompozit hem de RMCIS ile kullanımı yeterli kesme bağlanma kuvveti sağlamaktadır. Her ne kadar hasta başında geçirilen braketleme süresini kısaltsa da, tek aşamalı RMCIS ile metal braketlerin yapıştırılmasının klinikte sık braket kopması ile sonuçlanacağı görülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Ortodontik braketler, Kesme bağlanma kuvveti, Artık adeziv endeksi

GİRİŞ

Ortodontik amaçla kullanılan aygıtlar, hastanın görünüşü ve oral fonksiyonunu minimal düzeyde etkilemeli ve ağız hijyenini bozmalıdır. Dişlerin düzgün olarak dental arklar üzerinde sıralanabilmesi için farklı sabit ortodontik tedavi mekaniklerinden yararlanılmaktadır. Önceki yıllarda metal braketlerin dişlere uygulanabilmesi için bantlar kullanılmaktaydı (1). Ancak daha iyi bir estetik görünüm, daha iyi bir oral hijyen, minede dekalsifikasyon oluşumu riskinde azalma ve daha rahat uygulanabilme gibi avantajlar sunan ortodontik braketlerin direkt yapıştırılması yöntemi sayesinde bant kullanımı gereksinimi ortadan kalkmıştır (2).

Direkt yapıştırılan braketlerin keşfinden beri araştırmacılar, yapıştırma ajanlarının kalitesini arttırabilmek için çalışmaktadır (3-6). Bu araştırmalar genel olarak yeterli çalışma ve ışıkla polimerizasyon süresinin belirlenebilmesi, bağlanma kuvvetinin artırılabilmesi ve daha kolay uygulanabilme konularında yoğunlaşmaktadır. Braket uygulanmadan önce minenin temizlenmesi ve hazırlanması, kullanılan adeziv sistemin tipi, polimerizasyon süresi ve braket uygulanırken diş yüzeyinin nem ve tükürük kontaminasyonundan korunabilmesi braket tutuculuğunu belirleyen faktörlerdendir (7, 8). Klinik kullanımlarının kolay olmasından ve gelişmiş bağlanma özelliklerinden dolayı akışkan kompozit içerikli bağlanma ajanları popülerite kazanmıştır (2).

Son yıllarda ortodontik tedavi görmekte olan hastaların estetik ihtiyaçlarını karşılayabilmek için seramik içerikli, kopolimer içerikli, plastik ve rezinle güçlendirilmiş plastik braketler sunulmuştur (9-12). Her ne kadar estetik braketler metal olanlara göre daha iyi bir görünüme sahip olsalar da, tedavi süresince renk değişimi görülmesi, braket kanatlarının kırılabilmesi ve dişlere yetersiz tork kuvveti iletimi gibi bazı dezavantajlara da sahiptir (13). Yeni piyasaya sürülen monokristalin aluminadan üretilmiş seramik braketlerin bu dezavantajları ortadan kaldırdığı ve braketlerin söküm sırasında mineye zarar vermeden koparılabilirdiği üreticiler tarafından iddia edilmektedir (14).

Bu çalışmanın amacı, son zamanlarda kullanılmaya başlanılan monokristalin seramik braketlerin kesme bağlanma kuvvetleri (KBK) bakımından konvansiyonel metal braketlerle karşılaştırmak ve kopma sonrası diş üzerinde veya braket zemininde kalan artık yapıştırıcı miktarı ile hangi yüzeyde daha fazla artık kaldığını saptamaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Ortodontik tedavi amacıyla yeni çekilmiş 80 çürüksüz maksiller premolar diş toplanmış ve bakteri üremesini engellemek için % 0,1'lik timol kristalleri ilave edilmiş distile suda oda sıcaklığında saklanmıştır. Diş yüzeyleri temizlenmiş ve flor içermeyen pomza tozu ile cilalanmıştır. Diş yüzeyinde çatlak varlığı mikroskop altında incelenmiştir. Daha sonra bu dişler, mine-sement sınırına kadar 16x20 mm çapında akrilik bloklara gömülmüştür.

Bu çalışmada iki farklı ortodontik braket kullanılmıştır:

1- Premolar ortodontik metal braket (Victory Series, 3M Unitek, Monrovia, CA, USA)

2- Premolar ortodontik monokristalin seramik braket (Radiance Series, American Orthodontics, Sheboygen, WI, USA)

Akrilik bloklara gömülen dişler 4 gruba ayrılmıştır. Birinci ve 2. gruptaki dişlere metal braketler, 3. ve 4. gruptaki dişlere ise seramik braketler aynı araştırmacı tarafından yapıştırılmıştır. Birinci ve 3. gruplardaki örneklerin

bukkal yüzeyine 30 saniye süresince %37'lik fosforik asit uygulanmıştır; 15 saniyelik su ile yıkama işleminin ardından hava şırıngası ile kurutulmuştur. Hazırlanmış diş yüzeyine ince bir tabaka halinde Transbond XT primeri (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) uygulanmış ve 10 saniye boyunca LED ışık cihazı (Hilux LED-MAX4, Benlioğlu Dental, Ankara, Turkey) kullanılarak polimerize edilmiştir. Cihazın ışık yoğunluğu her 10 dakikada bir ölçülerek daima aynı şiddette güç kullanımı sağlanmıştır. Polimerizasyon işlemi boyunca cihazın ürettiği güç hiçbir zaman 400 mW/cm^2 'nin altına inmemiştir. Braketlerin zeminine Transbond XT adeziv yerleştirilmiş, braketler diş yüzeyinde uygun pozisyona getirilerek hafifçe bastırılmış ve artık adeziv keskin bir küret yardımıyla temizlenmiştir. Adeziv 20 saniye meziyal yönden ve 20 saniye distal yönden ışıkla polimerize edilmiştir.

İkinci ve 4. gruptaki dişlere ise, tek aşamalı rezin modifiye cam iyonomer siman (RMCIS) (Fuji Ortho LC, GC Europe, Leuven, Belgium) kullanılarak braket yapıştırılmıştır. Üreticinin talimatlarına uygun olarak diş yüzeylerinin hafif nemli olması sağlanmıştır. RMCIS kapsülü amalgamatöre yerleştirilerek 10 sn. boyunca titreşimle kapsül içerisindeki bileşenlerin aktive olması sağlanmıştır. Daha sonra kapsül uygulama tabancasına yerleştirilmiş ve braketlerin arka yüzeyine yeteri kadar RMCIS konulmuştur. Braketler diş yüzeyine hafifçe bastırılmış ve artık adezivin temizlenmesini takiben 10'ar saniye meziyal, gingival, distal ve oklüzal yönlerden olmak üzere toplam 40 sn. ışıkla polimerizasyon yapılmıştır.

Dijital kompas yardımıyla (Masel Orthodontics, Bristol, PA, USA) braketlerin yüzey alanları hesaplanmıştır. Metal braketlerin zemin alanı $10,53 \text{ mm}^2$, seramik braketlerinki ise $12,79 \text{ mm}^2$ olarak hesaplanmıştır. Bütün gruplar 72 saat boyunca yeterli su emiliminin olması için 37°C 'lik distile suda bekletilmiştir (15).

Bilgisayar destekli universal test cihazı (Instron Corp, Norwood, MA, USA) kullanılarak KBK ölçülmüştür. Bağlanma hatası oluşana kadar cihazın kuvvet yükleme ucu, dakikada 1 mm hızla hareket etmiştir. Teste başla-

madan önce her braketin kaidesi ile test cihazının yükleme ucunun paralellığının sağlanmış olduğu kontrol edilmiştir. Braketin koptuğu andaki kuvvet değeri cihaza bağlanan bir bilgisayar yardımı ile kaydedilmiştir. Kopma anındaki kuvvet değerleri Newton (N) cinsinden, oluşan stres ise, kuvvet değerinin her braketin kaide alanına bölünmesiyle elde edilen megapaskal ($1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$) cinsinden ölçülmüştür.

Braketler koptuktan sonra dişlerin yüzeyi $\times 20$ büyütme değerine sahip stereomikroskop (Discovery V8 Stereo, Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Göttingen, Germany) yardımıyla incelenmiştir. Dişler üzerinde kalan artık adeziv, Årtun ve Bergland (16) tarafından tanımlanan Artık Adeziv İndeksi (AAİ) (Adhesive Remnant Index =ARI) kullanılarak sınıflandırılmıştır. Bu indeks Tablo I' de gösterilmiştir.

İstatistik Yöntem

Kolmogorov-Smirnov normalite ve Levene varyans homojenite testleri ile verilerin normal dağıldığı ve varyansın homojen olduğu belirlendikten sonra gruplar, ANOVA ve bunu takiben Tukey post-hoc testi ile karşılaştırılmıştır. Anlamlılık değeri $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Grupların kesme bağlanma kuvvetlerine ait tanımlayıcı değerler Tablo II'de gösterilmektedir. İstatistik analizler, tüm grupların kesme bağlanma kuvvet değerlerinin anlamlı düzeyde farklı olduğunu göstermektedir ($P < 0.001$, Tablo II).

En yüksek ortalama kesme bağlanma kuvvet değeri ($11,51 \pm 0.58 \text{ MPa}$) monokristalin seramik braket ve Transbond XT adeziv sisteminin kullanıldığı 3. grupta ölçülmüştür. En düşük değer ise, metal braket ve RMCIS kombinasyonunun kullanıldığı 2. gruba ($4.55 \pm 0.62 \text{ MPa}$) ait olduğu saptanmıştır.

Stereomikroskop incelemesine göre AAİ skorlarının gruplara göre dağılımı Tablo III'te gösterilmiştir. 1. grupta adezivin %40'ı tamamen braket zemininde kalırken, toplam %55'inde ise adezivin bir kısmı diş yüzeyinde bir kısmı braket zemininde kalmıştır. 2. grubun %55'inde karma kopma gözlenirken, %30'unda adeziv

Tablo I: Artık Adeziv İndeksi (AAİ): (Adhesive Remnant Index=ARI).

Değerler	Kriterler	Tanımlama
AAİ 0	Diş yüzeyinde hiç adeziv kalmamıştır (<10%).	Mine-siman aralığında kopma oluşmuştur.
AAİ 1	Diş yüzeyinde % 50'den daha az adeziv kalmıştır.	Karma kopma oluşmuştur.
AAİ 2	Diş yüzeyinde % 50'den daha fazla adeziv kalmıştır.	
AAİ 3	Tüm adeziv diş yüzeyinde kalmıştır (>90%).	Braket-siman aralığında kopma oluşmuştur.

Tablo II: Kesme bağlanma kuvvet değerlerine ait tanımlayıcı değerler ve istatistik sonuçları.

	N	Ortalama Değerler (MPa)	S.D	Minimum-Maximum	
1. Grup	20	6.95	0.40	6.20-7.50	A
2. Grup	20	4.55	0.62	3.72-5.31	B
3. Grup	20	11.51	0.58	10.78-12.58	C
4. Grup	20	8.56	0.69	7.71-9.67	D

N: Sayı; S.D: Standart deviasyon; MPa: Megapaskal. Son sütundaki farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu (P<0.001) ifade etmektedir.

Tablo III: Artık Adeziv İndeksi (AAİ) skorlarının gruplara göre dağılımı.

	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup
AAİ 0	1 (%5)	6 (% 30)	0 (%0)	1 (%5)
AAİ 1	3 (% 15)	4 (% 20)	0 (%0)	3 (%15)
AAİ 2	8 (%40)	7 (%35)	4 (%20)	4 (%20)
AAİ 3	8 (%40)	3 (%15)	16 (%80)	12 (%60)

tamamen diş yüzeyinde kalmıştır. 3. grubun %80'inde; 4. grubun ise %60'ında AAİ 3 seviyesinde kopma oluşmuştur.

TARTIŞMA

6-8 MPa arasındaki braket bağlanma kuvvetlerinin ortodontik tedaviler için yeterli olduğu bildirilmiştir (17). Metal braketlerin ışıkla polimerize olan RMCIS kullanılarak yapıştırıldığı 2. grupta ortalama KBK değerlerinin yeterli olmadığı görülmüştür. Ancak, monokristalin seramik braketlerin kompozit adeziv sistem kullanılarak yapıştırıldığı 3. grupta ise ortalama bağlanma kuvvet değerinin, diğer grupların ortalama değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmektedir ($p < 0.001$). Bu braket grubuna ait $11,51 \pm 0,58$ MPa'lık ortalama değer, Retief (4) tarafından belirtilen diş minesinin kırılma değeri olan 14 MPa'ya diğer grupların ortalama bağlanma kuvvet değerine kıyasla daha yakındır, fakat yine de normal sınırlar içerisinde olduğu gözlemlenmiştir.

RMCIS'ın polimerizasyon süresi üretici tarafından braketin her dört tarafından 10'ar saniye olmak üzere toplam 40 saniye olarak belirlenmiştir. Her ne kadar kompozit adeziv sistemi üreten firma 20 saniye ışık uygulamasının yeterli olduğunu belirtse de, bu çalışmada 4 grupta da toplam 40'ar saniyelik bir süre boyunca ışık uygulanarak hem eksik polimerizasyon oluşmasının önüne geçilmeye hem de gruplar arasında standardizasyon sağlanmaya çalışılmıştır.

Araştırmanın kuvvet yükleme testi aşamasında, hiçbir grupta braket kanadında veya kaidesinde kırılma veya kopma gözlemlenmemiştir. Ancak bu tip kırılmaların anlık kuvvet yüklemeleri ile oluşabileceği gibi, genellikle uzun süreli sabit ortodontik tedavilerde zaman içerisinde oluşabileceği bilinmektedir (18-20). Metal braketlerin, ark telinin sürtünmesini azaltmak için metal slot eklenmiş estetik braketlerin ve doldurucu ile güçlendirilmiş polikarbonat braketlerin yapısal kırılma olasılığının diğer braketlere oranla azaldığı bildirilmiştir (21, 22).

Braketler koştuktan sonra dişlerin mine yüzeyleri incelendiğinde, 1. ve 3. gruplarda bağlanma hatalarının genellikle mine yüzeyi ile

yapıştırıcı arasında olduğu gözlemlenmiştir. Yapıştırıcının braket zeminine bağlı olarak ayrılmasının, metal braketlerin zeminindeki girintili çıkıntılı tutucu yüzeye yapıştırıcı ajanın polimerizasyon işleminden önce çok iyi penetre olması ve polimerizasyon sonrası sertleşen adezivin bu bölgelerde adeta mekanik bir kilit etkisi oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Özellikle 3. gruptaki dişlerin %80'inde mine yüzeyinde hiç adeziv kalmamıştır ve AAİ 3 skoruna sahip diş sayısındaki artışın nedeni olarak, seramik braketlerin sadece mekanik değil aynı zamanda kimyasal olarak bağlanmak üzere tasarlanmış olmaları gösterilebilir.

2. grupta bağlanma hatalarının %30'unun yapıştırıcı ajan ile braket arasında olduğu saptanmıştır ve AAİ 0 skoruna sahip diş sayısının en fazla bu grupta olduğu gözlemlenmiştir. Bu bağlanma hatasının yapıştırıcı ile braket arasındaki bağlanım yetersizliğinden kaynaklanmış olduğu düşünülmüştür. Al Shamsi ve ark. (23) bu tip bir bağlanma hatasının pek istenilmediğini, çünkü mine yüzeyinde kalan yapıştırıcının temizlenmesi sırasında diş yüzeyine zarar verilebileceğini ve ayrıca hasta başında geçirilecek zamanın da artacağını vurgulamışlardır.

Tüm gruplardaki dişler stereomikroskop altında x20 büyütmeyle incelendiğinde sadece seramik braket grubundaki 1 dişte minede küçük çatlaklar olduğu saptanmıştır. Seramik braketlerin hem mekanik, hem de kimyasal olarak bağlanma göstermesinden dolayı bağlanma kuvvet değerleri diğer gruplardan daha yüksektir. Bu yüksek bağlanma kuvveti nedeniyle zaman zaman bu tip çatlakların oluşabileceği iddia edilmektedir (24).

Sonuç olarak bu çalışmada test edilen monokristalin seramik braketlerin yeterli bağlanım değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Flor salan bir RMCIS olan Fuji Ortho LC ile yapıştırılacak seramik braketlerin yeterli KBK ile mine yüzeyine bağlanabildiği, bu nedenle özellikle uzun süreli ortodontik tedavilerde oluşabilecek mine dekalsifikasyonları ve diş çürüğü gibi komplikasyonların önlenmesinde de faydalı olabileceği düşünülmüştür. Bununla birlikte, RMCIS'ın bu üstün özelliklerine rağmen metal braketlerin yapıştırılmasında yetersiz bağlanma kuvvetleri oluşturduğu da göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKLAR

1. Newmann GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod* 1965; 51: 901-12.
2. Joseph VP, Russouw E. The shear bond strength of stainless steel and ceramic brackets used with chemically and light-activated composite resins. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990; 97: 121-5.
3. Angolkar P, Kapila S, Duncanson JMG, Nanda R. Evaluation of friction between ceramic brackets and orthodontic wires of four alloys. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990; 98: 499-506.
4. Retief DH. Failure at the dentin adhesive-etched enamel interface. *J Oral Rehabil* 1974; 1: 265-84.
5. Reynolds JR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975; 2: 171-8.
6. Holzmeier M, Schaubmayr M, Dasch W, Hirschfelder U. A new generation of self-etching adhesives: comparison with traditional acid etch technique. *J Orofac Orthop* 2008; 69: 78-93.
7. Bishara SE, Oonsombat C, Ajlouni R, Denehy G. The effect of saliva contamination on shear bond strength of orthodontic brackets when using a self-etch primer. *Angle Orthod* 2002; 72: 554-7.
8. Wang WN, Meng CL. A study of bond strength between light- and self-cured orthodontic resin. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992; 101: 350-4.
9. Birnie D. Orthodontic materials update: Ceramic brackets. *Br J Orthod* 1990; 17: 71-5.
10. Sinha PK, Nanda RS. Esthetic orthodontic appliances and bonding concerns for adults. *Dent Clin North Am* 1997; 41: 89-109.
11. Redd TB, Shivapuja PK. Debonding ceramic brackets effects on enamel. *J Clin Orthod* 1991; 25: 475-81.
12. Forsberg CM, Hagberg C. Shear bond strength of ceramic brackets with chemical or mechanical retention. *Br J Orthod* 1992; 19: 183-9.
13. Elaut J, Asscherickx K, Vande Vannet B, Wehrbein H. Flowable composites for bonding lingual retainers. *J Clin Orthod* 2002; 36: 597-8.
14. Liu JK, Chung CH, Chang CY, Shieh DB. Bond strength and debonding characteristics of a new ceramic bracket. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 128: 761-5.
15. Harari D, Aunni E, Gillis I, Redlich M. A new multipurpose dental adhesive for orthodontic use: an in vitro bond strength study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 118: 307-10.
16. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod* 1984; 85: 333-40.
17. Sunna S, Rock WP. Clinical performance of orthodontic brackets and adhesive systems: a randomized clinical trial. *Br J Orthod* 1998; 25: 283-7.
18. Bearn DR, Aird JC, McCabe JF. Ex vivo bond strength of adhesive precoated metallic and ceramic brackets. *Br J Orthod* 1995; 22: 233-6.
19. Fernandez L, Canut JA. In vitro comparison of the retention capacity of new aesthetic brackets. *Eur J Orthod* 1999; 21: 71-7.
20. Fox N, McCabe J, Buckley J. A critique of bond strength testing in orthodontics. *Br J Orthod* 1994; 21: 33-43.
21. Harris A, Joseph V, Rossouw P. Shear peel bond strengths of esthetic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992; 102: 215-9.
22. Pratten D, Popli K, Gemmane N, Gunsolley J. Frictional resistance of ceramic and stainless steel orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990; 98: 398-403.
23. Al Shamsi A, Cunningham JL, Lamey PJ, Lynch E. Shear bond strength and residual adhesive after orthodontic bracket debonding. *Angle Orthod* 2005; 76: 694-9.
24. Redd TB, Shivapuja PK. Debonding ceramic brackets: effects on enamel. *J Clin Orthod* 1991; 25: 475-81.

Yazışma Adresi:

Dr. Dt. Mehmet aĐrı ULUSOY
Gazi Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı
1. Sokak, Emek - ANKARA
Tel: +90 312 203 42 89
Faks: +90 312 223 92 26
e-posta: culusoy77@hotmail.com