

Kopmuş braketlerin kumlama ile yeniden kullanıma hazırlanmasının yapışma kuvvetlerine olan etkileri: Bir in vitro çalışma

The effects of sandblasting on the shear bond strenghts of used orthodontic brackets: An ex vivo study

Yrd. Doç. Dr. Selim ARICI*, Yrd. Doç. Dr. Tamer TÜRK*, Dr. Mete ÖZER*

Özet: Bu in vitro çalışmanın amacı, kumlamanın iki metal (mesh ve milled tabanlı) ve iki seramik (kimyasal tutuculu ve mekanik/kimyasal tutuculu) braketin sıyırma testi ile elde edilen yapışma kuvvetlerine olan etkisini, bu braketlerin original yapışma kuvvetleriyle karşılaştırarak incelemektir. Diş yüzeyinde kalan artık kompozit miktarları belirlenerek kopma yüzeyleri de araştırıldı.

120 adet premolar diş, her biri 30 diş içeren 4 gruba ayrıldı. Braketler bu dişler üzerine bir konvansiyonel no-mix kompozit rezinle yapıştırılarak orijinal yapışma kuvvetleri sıyırma testi ile belirlendi. Test edilen bu braketlerin tabanları, yüzeylerinde artık kompozit rezin kalmayacak şekilde bir Mikroetcher aletiyle kulanarak temizlendi. Sonra kulanmış braket, daha önce yapıştırıldığı aynı diş üzerine yapıştırılarak yapışma kuvveti tekrar test edildi.

Yapışma kuvvetlerinin karşılaştırılması, seramik braket gruplarının kumlama sonrası tekrarlanan yapışma kuvvetlerinde orijinal yapışma kuvvetlerine göre önemli bir derecede düşüş olduğunu gösterdi. Ancak, metal braketlerin yapışma kuvvetleri kumlama işleminden önemli bir derecede etkilenmemiştir. Kumlama öncesi bütün gruplarda kopma yüzeyleri çoğunlukla mine/kompozit rezin ara yüzeyindeydi. Kumlama sonrasında özellikle seramik braketlerin kopma yüzeyleri braket/kompozit rezin ara yüzeyinde yoğunlaşmıştır.

Anahtar kelimeler: Yapışma kuvveti, kumlama, ortodontik braketler.

Giriş

Günümüzde sabit ortodontik tedavide yaygın olarak kullanılan straight-wire tekniğinin, en önemli noktalarından birisi braketin diş yüzeyinde doğru olarak konumlandırılmasıdır. Bu teknikte yanlış bir konumda yapıştırılmış braket nedeniyle dişde oluşan konum bozukluğunu düzeltmek için ark teline büküm vermek yerine braketin sökülüp yeni bir braketin yapıştırılması önerilmektedir (1). Gerek bu teknikte gerekse diğer sabit tedavi tekniklerinde okluzal kuvvetler veya diğer nedenlerle diş yüzeyinden kopan braketin yerine yeni bir braketin yapıştırılması ortodontik tedavinin maliyetini çok önemli oranda artırmaktadır (2, 3). Bu nedenle bir çok ortodonti kliniğinde hasta başında kopmuş braketin tabanındaki artık kompoziti kısa sürede temizleyecek değişik yöntemler kullanılmaktadır (4, 5).

Summary: The aim of this in vitro study was to determine the effects of sandblasting on the shear bond strengths of the rebonded metal (one mesh-based, one milled-based) and ceramic (one chemically-bonded, one mechanically / chemically-bonded) orthodontic brackets when compared their original bond strengths. The bond failure sites were also investigated.

120 human premolar teeth were randomly assigned to 4 groups of 30 teeth each. Four types of new brackets were bonded with a conventional no-mix composite resin onto teeth, and the original shear bond strengths were tested. These tested brackets were sandblasted with a Microetcher sandblaster until all the composite resin was removed from the bracket base. Then, the sandblasted bracket was rebonded onto the same tooth and the shear bond strengths were tested again.

Comparison of the original and rebonded shear bond strengths showed that the ceramic brackets had significantly lower mean shear bond strengths than when they were originally bonded. However, shear bond strengths of the metal brackets were not significantly effected with sandblasting. Before sandblasting bond failure sites were dominantly at the composite/enamel interface. The predominant bond failure sites, particularly for the ceramic brackets, were at the bracket/composite interface after sandblasting.

Key words: Shear bond strengths, sandblasting, orthodontic brackets.

Kopmuş bir braketin aynı seansta yeniden kullanıma hazırlanması için braket tabanındaki artık kompozit rezinin bunzen ateşinde yakılması, möllenmesi, kulanması (sandblasting), kimyasal solüsyonlarla çözülmesi ve daha sonra braketin ultrasonik banyoda temizlenmesi, veya bunların değişik kombinasyonlarından oluşan yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır (5-7).

Kumlama tekniği, diş hekimliğinde daha çok metal malzemelerin yüzeylerinin pürüzlendirilerek kompozit rezin ve simanlarla metaller arasında oluşabilecek kimyasal ve mekanik bağlantıların artırılması için kullanılmaktadır (8). Bu amaçla ortodontide bantların simanlarla ve braketlerin kompozit rezinlerle olan tutuculuklarını artırmak içinde bu yöntem uygulanmaktadır (9-12).

* Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı.

Braket	Kod	Ü.Firma	Materyal	Taban Yapısı	Tutuculuk	T.Alanı (mm ²)
Dyna-Lock	D	3M Unitek	Metal	Milled tabanlı	Mekanik	10.54
Midi-Diagonal	M	Leone	Metal	Mesh tabanlı	Mekanik	11.90
Fascination	F	Dentaurum	Seramik	Düz, silane kaplı	Kimyasal	9.93
Allure	A	GAC	Seramik	Konvenks alanlar var, silane kaplı	Mekanik/Kimyasal	11.88

Tablo I. Araştırmada kullanılan braketlere ait bilgiler.

Kumlama (sandblasting) işlemi mikron düzeyindeki (0.1 µm dan 500 µm'na kadar) alüminyum oksit parçacıklarının yüksek basınç altında (80-100 psi) belirlenen yüzeye püskürtülmesi işlemidir.

Kopmuş braketlerin kumlama yöntemiyle temizlendikten sonra tekrar kullanıma hazırlanması sonucu elde edilen yapışma kuvvetlerini yeni braketlerin yapışma kuvvetleriyle karşılaştıran çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Bu sınırlı sayıdaki çalışmalardan birinde metal braketlerin başlangıç yapışma kuvvetleri tekrarlanan yapışma kuvvetlerinden daha az bulunurken (5), diğerlerinde başlangıç yapışma kuvvetleri tekrarlanan yapışma kuvvetlerinden daha fazla bulunmuştur (4, 13). Diğer bir araştırma ise başlangıç yapışma kuvvetleri ve tekrarlanan yapışma kuvvetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını bildirmiştir (7).

Bu in vitro çalışmanın amacı, 4 farklı tip ortodontik braketin konvansiyonel bir no-mix kompozit rezinle yapıştırıldıkları dişlerden ilk sıyırma testi ile koparılmaları esnasındaki yapışma kuvvetlerini araştırmak ve ilk testte kopan braketlerin tabanlarını kumlama yöntemiyle temizledikten sonra koparıldıkları dişlere yeniden aynı kompozit rezinle yapıştırarak yapışma kuvvetindeki değişiklikleri tekrarlanan sıyırma testiyle incelemektir. Ayrıca, ilk sıyırma testi ve tekrarlanan sıyırma testi sonucunda mine yüzeyinde kalan artık kompozit rezin miktarlarını ARI skorlarına göre sınıflandırarak kopma yüzeylerini tespit etmektir.

Materyal ve Metod

Braketler ve Kompozit Resin

Bu çalışmada, ikisi seramik ikisi metal olmak üzere 4 farklı tipte ve farklı tutuculukta taban yapılarına sahip 120 adet braket kullanılmıştır. Braketlerin özellikleri ve üretici firma isimleri Tablo I'de verilmektedir. Bu braketler mine yüzeyine kimyasal yolla sertleşen, bir konvansiyonel no-mix kompozit rezinle (Leone, Sesto Fiorentino, Italy) yapıştırılmıştır.(Tablo I)

Dişler

Çalışmamız için son 6 ay içerisinde ortodontik tedavi amacıyla çekilen 200 adet üst ve alt premolar diş toplandı. Çekilen dişler, kan ve yumuşak dokulardan temizlendikten sonra % 0.1'lik timol solüsyonu içerisinde saklandı. Daha sonra dişler, beyaz ışık kaynağı altında, x 4 büyütme bir mercekle incelenerek mine yüzeyinde çatlak, çürük, çekim travması ya da yapısal bozukluğu olmayan 120 tanesi bu çalışma için seçildi.

Örneklerin Hazırlanması

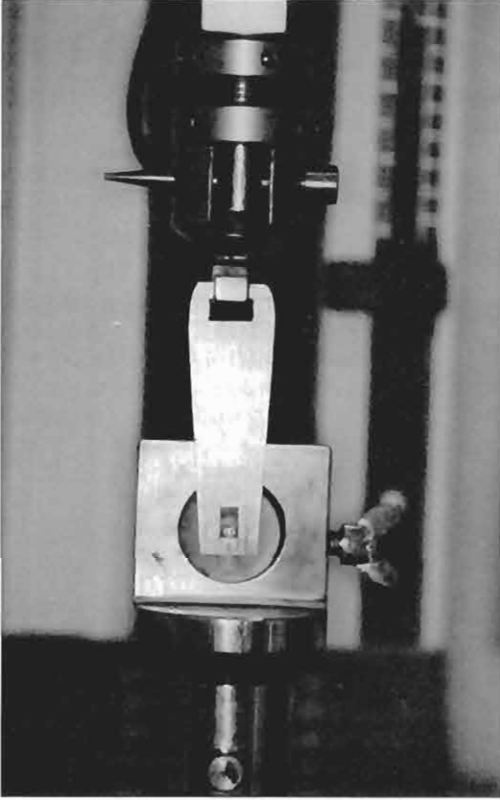
Seçilen premolar dişler, her biri 30 diş içeren 4 gruba ayrıldı. Daha sonra bu dişlerin 2/3 kök kısımları bir elmas separe yardımıyla kesildi. Dişlerin kron kısımları hazırlanan bir düzenek yardımıyla labial yüzey yer düzlemine paralel olacak şekilde 30 mm çapındaki silikon silindirlerin içerisine yerleştirildi. Kalıplama için kullanılan epoksi rezin (Metset Mounting Plastics, Buehler U.K.Ltd., Coventry, England) üretici firmanın önerdiği şekilde karıştırıldı. Bu karışım dişlerin labial yüzeylerini açıkta bırakacak şekilde silindirlerin içerisine yavaşça dökülerek kalıplama işlemi tamamlandı. Yaklaşık 3 saat içerisinde başlangıç sertleşme reaksiyonu gerçekleştikten sonra kalıplanmış dişler silikon silindirlerden çıkartılarak oda sıcaklığındaki suyun içerisine konuldu.

Kalıplanan dişlerin labial yüzeyleri pomza kullanılarak parlatıldı ve takiben 15 saniye süreyle su ile yıkandı. Daha sonra braketlerin yapıştırılacağı mine alanları 60 saniye süreyle % 37'lik ortofosforik asitle pürüzlendirildi. Asitle pürüzlendirilen dişler 20 saniye süreyle yıkanarak ortofosforik asit uzaklaştırıldı ve hava ile kurutuldu.

Mine yüzeyi hazırlandıktan sonra braketler no-mix kompozit rezinle üretici firmanın önerdiği şekilde dişlere yapıştırıldı. Braket tabanının etrafına taşan artık kompozit rezin bir skaler yardımıyla temizlendi. Braketler yapıştırıldıktan 10 dakika sonra 37°C'deki distile suyun içerisine yerleştirildi ve sertleşme reaksiyonunun tamamlanması amacıyla burada 24 saat süreyle bekletildi. Daha sonra örnekler +5°C'le 55°C' arasında bir saat süreyle termal stresler oluşturmak amacıyla 120 kez ısı değişikliğine tabi tutuldu.

İlk Sıyırma Testi

Çalışmamızda sıyırma testi, Lloyd LRX aleti (Lloyd Instruments Plc., Fareham, Hampshire, England) kullanılarak gerçekleştirildi. Net sıyırıcı kuvvetler oluşturabilmek için cihazla uyumlu özel bir düzenek kuruldu (Resim 1). Örnekler düzeneğin içerisine yerleştirildiğinde braket tabanları, uygulanan kuvvete paralel olacak şekilde konumlanmaktaydı. Sıyırıcı kuvvet, braket kanatlarının altına dik bir şekilde girebilen paslanmaz çelik bir levha aracılığıyla diş yüzeyine uygulanarak "peel" denilen soyma kuvvetleri mümkün olduğunca en aza indirilmeye çalışıldı. Sıyırıcı kuvvetin uygulama hızı 1mm/dakika olarak belirlendi. Test süresince sıyırıcı kuvvetdeki artış, makinenin üzerindeki dijital ekrandan izlendi. Kopma anındaki kuvvet miktarı (maksimum yapışma kuvveti) Newton (N) olarak kaydedildi.



Resim 1: Sıyırma test düzeneği

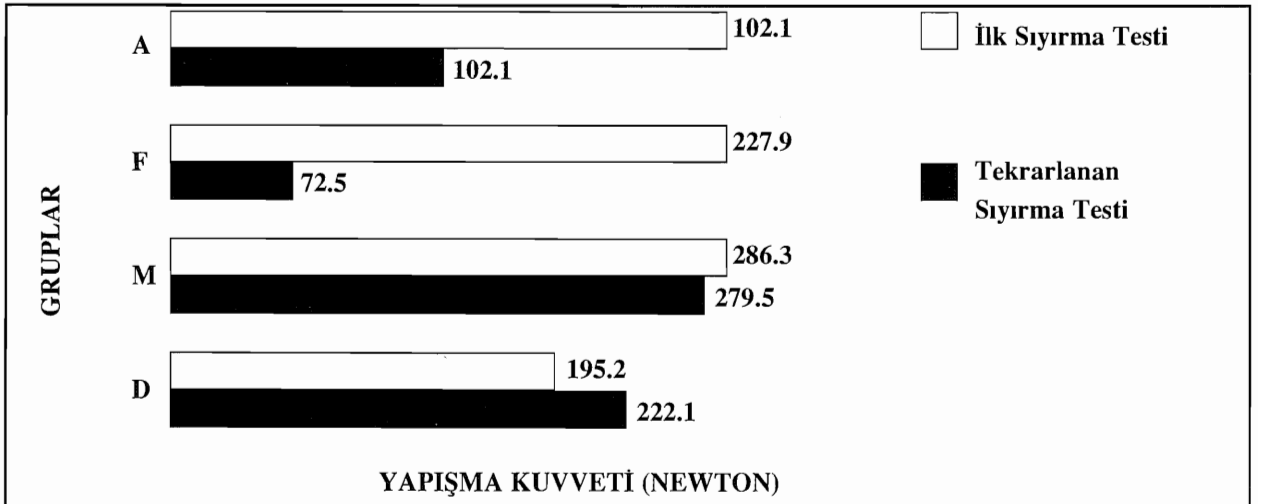


Resim 2: Araştırmada kullanılan kumlama cihazı ve vakumlu kumlama kabı

Örneklerin Yeniden Hazırlanması ve Tekrarlanan Sıyırma Testi

Yukarıda tanımlanan işlemler yapıp örneklere ilk sıyırma testi uygulandıktan sonra, her bir örnek aşağıda tanımlanan değişkenler açısından değerlendirildi. Daha sonra her bir örneğin ait olduğu braket ve diş birlikte muhafaza edilerek dişin ve braketin üzerlerindeki artık kompozit rezinler temizlendi. Bu temizleme işlemi sırasında diş yüzeyi

için 12 bıçaklı Tungsten-Karbid frez (Dentaurum, Pforzheim, Germany) kullanıldı. Braket tabanları ise üzerlerine bir kumlama cihazı (Microetcher II, Danville Eng.Inc. USA) ile 90µm'lik alüminyum oksit tozu 1cm'lik mesafeden 6 Atm'lik (90 psi) bir basınçla püskürtülerek temizlendi. Bu temizleme işlemi bir vakumlu kumlama kabı (Macro cab, Danville Eng.Inc. USA) içinde, kopmuş braket tabanında gözle görülür kompozit rezin kalmayınca kadar uygulandı (Resim 2).



Şekil 1. Grupların kumlama öncesi ve sonrası ortalama yapışma kuvvetleri.

Test	Kod	n	x (Newton)	Sd (Newton)	Ss (Newton)	min. (Newton)	mak. (Newton)	x (MPa)
İlk	D _I	30	195.20	86.20	15.70	82.30	381.40	18.5
Sıyırma	M _I	30	286.35	101.10	18.50	135.95	495.05	24.1
Testi	F _I	29	227.95	57.15	10.60	104.75	367.30	22.8
	A _I	30	245.70	108.50	19.80	117.05	501.50	20.7
Tekrarlanan	D _T	30	222.15	53.65	9.75	106.30	347.40	21.1
Sıyırma	M _T	30	279.95	107.25	19.55	128.35	492.35	23.8
Testi	F _T	29	72.50	31.35	5.75	31.80	170.90	7.3
	A _T	30	102.10	28.05	5.10	57.95	160.55	8.6

Tablo II. Grupların yapışma kuvvetlerinin tanımlayıcı istatistiği.

Braketler kumlama işleminden sonra alkol içeren bir ultrasonik banyoda 3 dakika süreyle temizlendi. Daha sonra ise yapıştırma işlemleri yukarıda açıklandığı şekilde aynı tekrar edilerek her bir braket ait olduğu dişe yeniden yapıştırıldı. Yeniden test edilen bu örnekler aşağıda tanımlanan değişkenler açısından tekrar incelendi.

Değerlendirilen Değişkenler

Sıyırma testindeki yapışma kuvveti her bir grup için değerlendirildi. Kopma anındaki maksimum kuvvet, cihazın dijital ekranından okunarak kaydedildi. İstatistiksel analizler ve gruplar arasındaki kıyaslamalar Newton değerleri kullanılarak yapıldı. Ancak mine yüzeyinde oluşan stres miktarlarının anlaşılabilmesi için gruplar için elde edilen ortalama değerler braket taban alanlarına bölünerek yapışma kuvveti M_{pa} (N/mm²) olarak da hesaplandı.

Kopma yüzeylerinin belirlenmesinde adeziv remnant indeks (ARI) kullanıldı (14). Diş yüzeyinde kalan kompozit miktarı değerlendirilerek ARI skorları belirlendi:

- ARI = 0 Diş yüzeyinde hiç kompozit yok.
- ARI = 1 Kompozitin %50' den azı diş yüzeyinde kalmış.
- ARI = 2 Kompozitin %50' den fazlası diş yüzeyinde kalmış.
- ARI = 3 Kompozitin tamamı diş yüzeyinde kalmış.

İstatistiksel Analizler

Ölçülen yapışma kuvvetleri için, ortalama değerler, standart sapma, maksimum ve minimum değerler belirlendi. Gruplar arası karşılaştırma varyans analizi (ANOVA) kullanılarak yapıldı. Varyans analizi (tek-yönlü) test edilen gruplar arasında, istatistiksel olarak belirgin farklılıklar gösterdiğinde, bir multiple-range test (Scheffe), herhangi iki grup arasında yapışma kuvveti değerlerindeki belirgin farklılıkları bulmak için kullanıldı. Kullanılan tüm testler için önemlilik derecesi, 0.95 güvenilirlik sınırında ($p=0.05$) oluşturuldu.

Kopma yüzeyleri, test edilen tüm örneklerin ARI değerleri, toplam ARI skorlarına göre yüzde olarak oluşturuldu ve X^2 (Ki-kare) testi kullanılarak karşılaştırıldı.

Bulgular

Yapışma Kuvvetleri

Bu çalışmada kullanılan braketlerin oluşturduğu grupların ilk ve tekrarlanan sıyırma testlerinde ölçülen yapışma kuvvetlerinin, ortalamaları (x), standart sapmaları (sd), ortalamaların standart hata payları (ss), en düşük (min.) ve en yüksek (mak.) değerleri Tablo.II'de verilmektedir. Şekil 1'de ise grupların ortalama yapışma kuvvet değerleri grafiksel olarak gösterilmektedir.

Grupların ilk sıyırma testindeki ortalama yapışma kuvvetleri tekrarlanan sıyırma testindeki ortalama yapışma kuvvetleriyle kıyaslandığında, F ve A

Değişken	Kareler Toplamı	DF	Kareler Ortalaması	F Oranı	F Sig. (p)
Ana Etki	887593	4	221898	36	.000
Braket (D, A, F, M)	599204	3	199734	32	.000
Test (ilk, tekrarlanan sıyırma)	288388	1	288388	46	.000
2-Yönlü Etkileşim					
Test-Braket	388741	3	129580	21	.000
Açıklanmış	1270449	7	181492	29	.000
Kalan	1412961	230	6143		
Toplam	2683411	237			

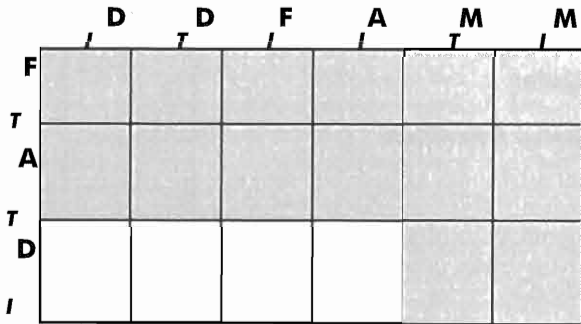
Tablo III. Yapışma kuvvetlerine etki eden değişkenlerin iki-yönlü ANOVA testi sonuçları.

Kaynak	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Oranı	F Sig. (p)
Gruplar Arasında	7	1270449	181492	29	.0000
Gruplar İçerisinde	230	1412961	6143		
Toplam	237	2683411			

Tablo IV. Grupların yapışma kuvvelerinin tek yönlü ANOVA testi sonuçları.

Grup	N	İlk Sıyırma Testi				Tekrarlanan Sıyırma Testi			
		ARI=0	ARI=1	ARI=2	ARI=3	ARI=0	ARI=1	ARI=2	ARI=3
D	30	5 (%16.7)	8 (%26.8)	10 (%33.3)	7 (%23.3)	3 (%10)	8 (%26.7)	17 (%56.7)	2 (%6.7)
M	30	12 (%40)	16 (%53.3)	2 (%6.7)	0 (%0)	1 (%3.3)	18 (%60)	11 (%36.7)	0 (%0)
F	30	22 (%73.3)	8 (%26.7)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	7 (%23.3)	23 (%76.7)
A	30	13 (%43.3)	11 (%36.7)	4 (%13.3)	2 (%6.7)	0 (%0)	0 (%0)	2 (%6.7)	28 (%93.3)
Toplam	120	52 (%43.3)	43 (%35.8)	16 (%13.3)	9 (%7.5)	4 (%3.3)	26 (%21.7)	37 (%30.8)	53 (%44.2)

Tablo V. Gruplara göre ARI skorlarının görülme sıklığı ve yüzdesi (%).



Şekil 2. Birbirlerinden % 95 güvenlik sınırında farklılık gösteren grupların Scheffe testi ile kıyaslanması. Grup kodlarının kesiştiği bölgelerdeki taranmış alanlar grupların farklı olduğunu ifade etmektedir.

gruplarında tekrarlanan sıyırma testinde ilk sıyırma testine göre aşırı bir düşüş olduğu gözlemlendi. D grubunun ortalama yapışma kuvveti ise tekrarlanan sıyırma testinde belirgin bir şekilde artmıştı.

Tablo II'de son kolonda M_{Pa} olarak verilen değerler ise Newton cinsinden elde edilen değerler braket taban alanlarına bölünerek bulundu. M_{Pa} cinsinden ortalamalara bakıldığında mine yüzeyinde en büyük stresin M_I grubunda ($24.1 M_{Pa}$) ve en düşük stresin ise F_T grubunda ($7.3 M_{Pa}$) olduğu gözlemlenmektedir.

Yapışma kuvvetlerine farklı değişkenlerin etkileri iki yönlü varyans analizi (Two-way ANOVA) ile değerlendirildi. Bu analiz, braket tipi (4 braket) ve test zamanının (ilk ve tekrarlanan sıyırma testi) sonuca

etkisinin % 95 güvenlik sınırında istatistiksel olarak çok önemli olduğunu gösterdi (Tablo III). Daha sonra gruplar arasındaki karşılaştırmalar tek yönlü varyans analizi ile yapıldı.

Her bir ölçüm için gruplar arasında fark olmadığı hipotezinin test edilmesi amacıyla kullanılan % 95 güvenlik sınırına sahip ($p=0.05$) tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) sonuçları Tablo IV'de verilmektedir. İncelenen gruplar içerisinde M_I ($286.3 N$) en büyük ve F_T ($72.5 N$) en düşük ortalama yapışma kuvvetine sahipti. Tek yönlü varyans analizi incelenen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterdi ($p=0.000$). Bu farklılıkların Scheffe testi ile grublandırılması ile A_T ($102.1 N$) ve F_T ($72.5 N$)'nin D_I ($195.2 N$), D_T ($222.1 N$), F_I ($227.9 N$), A_I ($245.7 N$), M_T ($279.9 N$) ve M_I ($286.3 N$) den istatistiksel olarak önemli derecede düşük ortalama bir değere sahip oldukları saptandı (Şekil 2). Şekil 2'de bütün bu farklılıklar ve birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı olan diğer gruplar da gösterilmektedir.

Kopma Yüzeyleri

Tüm grupların ilk ve tekrarlanan sıyırma testleri sonucunda elde edilen ARI skorları Tablo V'de görülme sıklığı ve yüzde olarak verilmektedir. Bu veriler Ki-Kare testi ile değerlendirildiğinde ARI skorlarının dağılımına grupların istatistiksel olarak çok önemli bir etkisinin olduğu gözlemlendi ($p<0.001$). Diğer bir ifadeyle gruplar ve ARI skorlarının dağılımı arasında çok güçlü bir etkileşim vardı.

Tablo 5 incelendiğinde, ilk sıyırma testinde grupların toplam ARI skorlarının ağırlıklı olarak 0 ve 1 değerlerine sahip olduğu, ancak tekrarlanan sıyırma testi sonrasında ARI 2 ve 3 skorlarına doğru bir kayma olduğu görülmektedir. Bunun diğer bir şekilde ifadesi, gruplar arasında fark gözetilmeksizin toplam skorlar incelendiğinde ilk sıyırma testinde kopmaların genellikle mine/kompozit rezin ara yüzeyinde olduğu ancak tekrarlanan sıyırma testi sonrasında kopmaların braket/kompozit rezin ara yüzeyine doğru bir kayma gösterdiği görülmektedir.

Gruplara tek tek bakıldığında ise seramik braket içeren F grubunda ilk sıyırma testi sonrasında % 73.3 oranında ARI 0 ve % 26.7 oranında ARI 1 skorları gözlenirken tekrarlanan sıyırma testi sonrasında bu skorların her ikisi de % 0'dır. İlk test sonrası % 0 olan ARI 2 ve 3 skorları ise sırasıyla % 23.3 ve 76.7 gibi yüksek değerlere ulaşmışlardır. Benzer değişimler aynı şekilde seramik braket içeren A grubunda da gözlenmektedir. Metal braket içeren M ve D gruplarında ise bu tür yüksek oranda değişiklikler izlenmemektedir.

Her bir grup için ilk ve tekrarlanan sıyırma testlerindeki ARI skor dağılımları Ki-Kare testi ile incelendiğinde, D grubunda test zamanının istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı saptandı ($p=0.16$). Özetle bu gruptaki ARI skor dağılımı kompozit rezin tipinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilenmemekteydi. Ancak diğer tüm gruplar için bu analiz sonucu anlamlı farklılıklar göstermekteydi (diğer tüm gruplarda $p<0.05$).

Tartışma

Diş hekimliğinde, klinik ortamı en iyi taklit eden in vitro test modu için bir fikir birliği yoktur. Bazı araştırmacıların (15, 16) klinik ortamdaki kuvvetleri en iyi taklit eden test modunun sıyırma (shear/peel) olduğunu ileri sürmelerine rağmen, Eden ve arkadaşları (17), ise çekme testinin daha güvenilir olduğunu belirtmişlerdir. İdealde her iki test modunun kullanılması gerekir (18, 19) ancak tek bir test düşünülüyorsa sıyırma testi tercih edilmelidir (20, 21). Bu nedenle bu çalışmada sıyırma testi kullanıldı.

Yapışma kuvveti, birim alana düşen kuvvetin hesaplanmasıyla $N/mm^2=Mpa$, Kg/cm^2 şeklinde veya yalnızca kuvvet olarak N, Kg şeklinde verilmektedir (20). Çalışmaların çoğunda braket taban alanlarının yapışma kuvveti ile ilişkili olmadığı belirtilmiştir ve karşılaştırılan braketlerin taban alanları arasında, çok belirgin farklılıklar varsa, yapışma kuvvetinin birim alana düşen kuvvet yerine yalnızca kuvvet olarak belirtilmesi gerektiği öne sürülmüştür (22-25).

Bu çalışmada sıyırma testlerindeki yapışma kuvvetleri Newton olarak kaydedilip analiz edildi. Ancak mine yüzeyindeki stres miktarının belirlenebilmesi için taban alanları kullanılarak Mega paskal (MPa) değerleri de hesaplandı.

Ağız ortamındaki ısıl değişiklikler, braket ve mine yapıları için çok şiddetli olmamasına rağmen kompozit rezin üzerinde etkili olabilir. Mine, seramik ve metal

arasındaki ısıl genleşme oranlarındaki farklılıklar nedeniyle mine ve braket arasındaki kompozit, termal streslerle oluşan boyut değişiklikleri nedeniyle etkilenecektir. Bu streslerin oluşturduğu elastik limitlerin üzerine çıkarsa kendiliğinden kopmalar bile gözlenebilir (26). Bu nedenle bu çalışmada braketler dişler üzerine kompozit rezinle yapıştırıldıktan sonra $+5^{\circ}C$ ve $+55^{\circ}C$ arasında 120 kez termal sıklusa tabi tutuldu. Bu farklı ısılar arasındaki termal siklus işlemi için fakültemiz laboratuvarında iki farklı ısı tankına sahip ve bir timer yardımıyla iki tank arasında geçiş sağlayan mekanizmanın bulunduğu bir düzenek oluşturuldu.

Yapışma Kuvvetleri

Braketlerin ilk sıyırma testindeki ortalama yapışma kuvvetleri incelendiğinde mesh tabanlı metal braketlerin (M) en yüksek ortalama değere sahip olduğu saptandı. Bu sonuç literatürde rapor edildiği gibi mesh tabanlı braketlerin genelde diğer braketlere göre daha iyi bir yapışma kuvveti olduğuna dair bulgulara paralellik göstermektedir (15, 19, 24, 25, 27).

Kumlama ile braket tabanları temizlenip ilk sıyırma testindeki dişler üzerine aynı kompozit rezinle yapıştırılarak tekrarlanan sıyırma testine tabi tutulduklarında metal braket gruplarının mesh tabanlı olanında (M) ilk sıyırma testindeki yapışma kuvvetine göre % 2.2 oranında bir azalma gözlenirken milled tabanlı braket grubunda (D) % 13.8 oranında bir artış belirlendi. D grubunun yapışma kuvvetindeki bu artış kumlama ile bu braketlerin taban alanlarının artırılması ve tutuculuk için yüzey pörözitesi oluşturulmasıyla izah edilebilir (13).

Seramik braketlerin kullanıldığı gruplarda ise ilk sıyırma testine göre tekrarlanan sıyırma testindeki yapışma kuvvetlerinde belirgin bir azalma vardı. Bu azalma F grubunda % 68.2 oranında ve A grubunda % 58.4 oranındaydı. F grubundaki bu aşırı azalmanın kumlama sırasında alüminyum oksit tozlarının bu braketin tabanında bulunan ve kompozit rezinle kimyasal bağlanmayı sağlayan silan tabakasını uzaklaştırmasının etkisiyle oluştuğu düşünülmektedir. Mekanik/kimyasal tutucu taban yapısına sahip seramik braket içeren gruptaki (A) düşüşün nedeni ise kumlama esnasında, alüminyum oksit tozlarının kimyasal tutuculuğu sağlayan silan tabakasını etkilemesi olabilir. Ancak bu braketlerde kompozit rezinle kimyasal bağlantının yanı sıra mekanik yollarda tutuculuk sağlandığı için bu azalma F grubundakinden daha az bir orandadır.

Literatürdeki, kopan braketleri kumlama yöntemiyle temizledikten sonra tekrarlanan yapışma kuvvetlerini inceleyen çalışmalar detaylı bir şekilde değerlendirildiğinde kullanılan malzeme ve tekniklerin ne kadar farklı oldukları ve elde edilen yapışma kuvvetlerinin nasıl geniş bir dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu da Fox ve arkadaşlarının (20) vurguladığı gibi farklı çalışmaların sonuçlarının karşılaştırılarak anlamlı sonuçlara varılabileceği konusundaki zorlukları açık bir şekilde ortaya

koymaktadır. Ancak bütün bu varyasyonlara rağmen benzer malzeme ve test yöntemlerinin kullanıldığı çalışmaların genel hatlarıyla da olsa birbirleriyle karşılaştırılması araştırılan malzeme ve yöntemler hakkında bir fikir verebilmektedir.

Üç farklı taban yapısına sahip (mesh, cast ve photoetched) metal braketlerin kumlama öncesi ve sonrası yapışma kuvvetlerini çekme testi ile araştıran Regan ve arkadaşları (5) kumlama sonrası yapışma kuvvetlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş olduğunu rapor etmişlerdir. Ancak bu araştırmacılar çalışmalarında farklı kompozit rezin ve braketler kullanmış ve kumlama öncesi braket tabanındaki kompozit rezini bunzen ateşinde yakmışlardır.

Bizim çalışmamızla paralellik gösteren sonuçlar Grabouski ve arkadaşları (7) tarafından rapor edilmiştir. Bu araştırmacılar, 2 mesh ve 1 injeksiyon moulded tabanlı metal braketini kumlama öncesi ve sonrası yapışma kuvveti açısından incelemişler ve kumlama sonrası her üç braketin de yapışma kuvvetlerinde anlamlı değişiklikler olmadığını bildirmişlerdir. Diğer benzer bir çalışmada ise bir kompozit rezin ile yapıştırılan kopmuş metal braketlerin (mesh tabanlı) kumlama sonrası yapışma kuvvetlerinde bir artış olduğu rapor edilmiştir (4). Ancak bu çalışmada braketler diş yerine polimetilmetakrilat bloklara yapıştırılmıştır.

Bazı çalışmalarda ise kumlamanın yeni (daha önce kullanılmamış) metal braketlerin yapışma kuvvetine olan etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmaların tümünde mesh tabanlı yeni braketlerin tabanları kumlandıktan sonra değişik rezinlerle in vitro yapışma kuvvetinin arttığı rapor edilmiştir (13, 28).

Yapılan literatür taramasında, kopmuş seramik braketlerin tabanındaki artık kompozit rezininin kumlama ile temizlendiği her hangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Seramik braketlere kumlama işleminin uygulanmamasının nedeni, yüksek bir basınç altında braket tabanına püskürtülen alüminyum oksit tozlarının kristal seramik yapısında crack propagasyonuna (kristal yapıda çatlak oluşması) sebep olarak materyalin yapısını zayıflatabileceğidir. Bu braketlerde genelde artık kompozit rezin yakılarak uzaklaştırılmaktadır (29). Ancak özellikle straight-wire tekniği için üretilmiş seramik braketlerin taban kalınlıklarının fazla olması ve kumlama sırasında braketin labial yüzeyinin korunmasının bu etkiyi en aza indirebileceği ve kumlama sırasında mekanik tutuculuğa sahip braketlerde yüzey alanının bu işlemden pozitif olarak etkilenebileceği düşünülerek bu çalışmaya iki farklı taban yapısına sahip seramik braket de dahil edildi. Ayrıca bunzen ateşinde yakma işleminde 1200 °C'ye varan ısı oluştuğu bilinmektedir (5). Bu ısı miktarının ise özellikle kimyasal tutuculuğa sahip seramik braketlerin tabanındaki silan tabakasını tahrip edebileceği ve annealing sonucu seramik kristallerinin yapısal değişikliğe uğrayarak kırılabilirliklerinin artmasına sebep olabileceği unutulmamalıdır (30).

Kopma Yüzeyleri

Bütün gruplarda, ilk sıyırma testindeki kopmaların büyük bir çoğunluğu mine/kompozit rezin ara yüzeyindeydi. Özellikle seramik braketleri içeren F ve A gruplarında böyle bir kopma yüzeyi gözlenmesi kimyasal tutuculuk sağlayan taban yapılarına sahip bu braketlerle yapılan in vitro testlerde yaygın bir bulgudur (31-34).

Daha önce de belirtildiği gibi braket tabanları ve diş yüzeyleri temizlendikten sonra tekrar edilen sıyırma testi ile yapışma kuvvetleri yeniden ölçülen gruplarda kopma yüzeylerinin dağılımlarında değişimler izlendi. Bütün gruplardaki değişimler kopmaların mine/kompozit rezin ara yüzeyinden braket/kompozit rezin ara yüzeyine geçişi şeklindeydi. Gruplar içerisinde bu yöndeki en büyük değişimi gösterenler F (% 100) ve A (% 80) gruplarıydı. Bu iki grubun tekrarlanan sıyırma testindeki yapışma kuvvetlerinde ilk sıyırma kuvvetlerine göre belirgin bir düşüş olması da yeniden yapıştırma öncesinde uygulanan kumlama yönteminin bu braketlerin taban tutuculuklarını değiştirdiğini kanıtlamakta ve kopma yüzeylerinin mine/kompozit rezin ara yüzeyinden braket/kompozit rezin ara yüzeyine kayma nedenini açıklamaktadır.

Test Sonuçlarının Klinik Açısından Önemi

In vitro çalışma sonuçlarının klinik açıdan yorumlanması bu ikisi arasındaki önemli farklılıkların varlığından dolayı çok dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Bu farklılıklar, ısıl ve kimyasal çevresel değişiklikler, uygulanan kuvvetlerin miktar ve uygulanma süreleri ve okluzal kuvvetlerin varlığı şeklinde özetlenebilir. Bütün bunlara rağmen in vitro testler yeni malzeme ve yöntemlerin klinik uygulanabilirliği hakkında bir fikir verebilir.

Literatürde sıyırma testi sonucunda elde edilen ve klinik uygulamada yeterli olabilecek minimum yapışma kuvvetine ait kesin bir değer verilmemesine rağmen araştırmalar incelendiğinde 2 MPa ile 28 MPa arasındaki ortalama değerlere rastlanmaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ise 7 MPa ile 24 MPa arasında bir dağılım gösterdi. Bu sonuçlarda, Ostertag ve arkadaşlarının (34) konvansiyonel kompozit rezinler için belirttikleri ve klinik uygulama için kabul edilen sınırlarda bir dağılım göstermektedir.

Ortodontik tedaviler sırasında uygulanan kuvvetlerin ender olarak 4.5 kg'a yaklaştığı rapor edilmiştir (35). Bu miktardaki bir kuvvet taban yüzey alanı 12 mm² olan bir braketle yaklaşık 3.7 MPa'lık bir kuvvet dağılımına neden olacaktır (26). Bu çalışmadaki en düşük ortalama yapışma kuvveti 7 MPa olduğuna göre bütün grupların klinik kullanımda üzerlerine yüklenebilecek bu kuvvete karşı yeterli dirence sahip oldukları söylenebilir. Ancak şu da unutulmamalıdır ki klinikteki uygulamalar sırasında ağız ortamındaki nem ve braketler yapıştırıldıktan sonra üzerlerine gelecek okluzal yüklenmeler yapışma kuvvetini azaltıcı yönde rol oynayacaklardır.

Sonuç

1. Kumlama işlemiyle, kopmuş braket tabanlarının temizlenerek yeniden diş yüzeyine yapıştırılmak için hazırlanması değişik taban yapılarına sahip metal ve seramik braketlerde elde edilen yapışma kuvvetini farklı yönlerde etkilemektedir.

2. Milled ve mesh taban yapısına sahip kopmuş metal braketlerin kumlama yöntemi ile yeniden kullanıma hazırlanmasında yeterli yapışma kuvveti oluşmaktadır.

3. Kimyasal ve mekanik/kimyasal tutuculuk sağlayan taban yapısına sahip seramik braketlerin yeniden kullanıma hazırlanmasında kumlama yöntemi tercih edilmemelidir.

Kaynaklar

- McLaughlin RP, Bennett JC. Finishing and detailing with a preadjusted appliance system. *J Clin Orthod* 25:251-264, 1991.
- Zachrisson BU. Bonding in orthodontics. In Graber TM, Swain BF. *Orthodontics current principles and techniques*. 1st ed., Mosby, St. Louis, 1985.
- Oliver RG, Pal AD. Distortion of edgewise orthodontic brackets associated with different methods of debonding. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 96:65-71, 1989.
- Leas TJ, Hondrum S. The effect of rebonding on the shear bond strength of orthodontic brackets: a comparison of two clinical techniques. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 103:200-201, 1993.
- Regan D, LeMasney B, van Noort R. The tensile bond strength of new and rebonded stainless steel orthodontic brackets. *Europ J Orthod* 15:125-135, 1993.
- Diğer M, Diğer C, Gürbüz R. Tekrar kullanım için temizlenen bonding braketlerinin değerlendirilmesi. *Türk Ortodonti Dergisi* 2:312-316, 1989.
- Grabowski JK, Staley RN, Jakobsen JR. The effect of microetching on the bond strength of metal brackets when bonded to previously bonded teeth: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 113:452-460, 1998.
- Zachrisson B, Büyükyılmaz T. Recent advances in bonding to gold, amalgam and porcelain. *J Clin Orthod* 27:661-675, 1993.
- Seeholzer HW, Dasch W. Banding with a glass ionomer cement. *J Clin Orthod* 22:165-169, 1988.
- Millett DT, McCabe JF, Bennett TG, Carter NE, Gordon PH. The effect of sandblasting on the retention of first molar orthodontic bands cemented with a glass ionomer cement. *Br J Orthod* 22:161-169, 1995.
- Güray E, Karaman Aİ. Farklı yüzey pürüzlendirici yöntemlerin ortodontik band tutuculuğuna olan etkilerinin incelenmesi. *Türk Ortodonti Dergisi* 2:312-316, 1989.
- Wood DP, Paleczny GJ, Johnson LN. The effect of sandblasting on the retention of orthodontic bands. *Angle Orthod* 66:207-214, 1995.
- Millett D, McCabe JF, Gordon PH. The role of sandblasting on the retention of metallic brackets applied with glass ionomer cement. *Br J Orthod* 20:117-122, 1993.
- Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 85:333-340, 1984.
- Ferguson JW, Read MJF, Watts DC. Bond strength of an integral bracket-base combination: An in-vitro study, *Europ J Orthod* 6:267-276, 1984.
- Tavas MA, Watts DC. Bonding of orthodontic brackets by transillumination of a light activated composite: an in-vitro study. *Br J Orthod* 6:207-208, 1979.
- Eden GT, Graig RG, Peyton FA. Evaluation of a tensile test for direct filling resins. *J Dent Res* 49:428-434, 1970.
- Beech DR, Jalaly T. Clinical and laboratory evaluation of some orthodontic direct bonding systems. *J Dent Res* 60: 972-978, 1981.
- Thanos CE, Munholland T, Caputo AA. Adhesion of mesh-based direct-bonding brackets, *Am J Orthod* 75:421-430, 1979.
- Fox NA, McCabe JF, Buckley JG. A critique of bond strength testing in orthodontics. *Br J Orthod* 21:33-43, 1994.
- Millett DT, McCabe JF. Orthodontic bonding with glass ionomer cement-a review. *Europ J Orthod* 18:385-399, 1996.
- Reynolds IR, von Fraunhofer JA. Direct bonding of orthodontic attachments to teeth: The relation of adhesive bond strength to gauze mesh size. *Br J Orthod* 3:91-95, 1976.
- Lopez TI. Retentive and shear strength of various bonding attachments. *Am J Orthod* 77:669-678, 1980.
- Dickinson PT, Powers JM. Evaluation of fourteen direct bonding orthodontic bases, *Am J Orthod* 78:630-639, 1980.
- Arıcı S, Regan D. Alternatives to ceramic brackets: the tensile bond strengths of two aesthetic brackets compared ex vivo with stainless steel foil-mesh bracket bases. *Br J Orthod* 24:133-137, 1997.
- Arıcı S. A laminate base for orthodontic ceramic brackets (Ph D Thesis). University of Sheffield, England, 1996.
- Arıcı S, Willmot DR. Comparison of bond strength of a new metal bracket base with a conventional foil-mesh base. *BSDR (British Society of Dental Research) Proceeding*, (A)42:142, 1995.
- MacColl GA, 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 Dentofac Orthop* 113:276-81, 1998.
- Guess MB, Watanabe LG, Beck FM, Crall MG. The effect of silane coupling agents on the bond strength of a polycrystalline ceramic bracket. *J Clin Orthod* 22:788-792, 1988.
- Richerson DW. *Modern ceramic engineering*. 1st ed., Marcel Dekker, New York, 1992.
- Gwinnett AJ. A comparison of shear bond strengths of metal and ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 93:346-348, 1988.
- Odegaard J, Segner D. Shear bond strength of metal brackets compared with a new ceramic bracket. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 94:201-206, 1988.
- Joseph VP, Rossouw E. The shear bond strength of stainless steel and ceramic brackets used with chemically and light activated composite resins *Am J Orthod Dentofac Orthop* 97:121-125, 1990.
- Ostertag AJ, Dhuru VB, Ferguson DJ, Meyer RA. Shear torsional and tensile bond strength of ceramic brackets using three adhesive filler concentration *Am J Orthod Dentofac Orthop* 100:251-258, 1991.
- Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments progress report. *Am J Orthod* 51:901-912, 1965.

Yazışma Adresi:

Yrd. Doç Dr. Selim Arıcı
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Dişhekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı
55139 Kurupelit /SAMSUN
Tel: 0362 4576000/3006 veya 3025
Faks: 0362 4576032