



ARAŞTIRMA

F.Ü.Sağ.Bil.Tıp.Derg.
2017; 31 (2): 71 - 77
http://www.fusabil.org

Hakan KAMALAK¹
Burak DAYI²
Aliye KAMALAK³

¹ Fırat Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Restoratif Diş Tedavisi
Anabilim Dalı
Elazığ, TÜRKİYE

² İnönü Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Diş Hastalıkları ve Tedavisi
Anabilim Dalı
Malatya, TÜRKİYE

³ Fırat Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti
Anabilim Dalı
Elazığ, TÜRKİYE

Geliş Tarihi : 16.08.2017
Kabul Tarihi : 11.10.2017

Yazışma Adresi
Correspondence

Hakan KAMALAK
Fırat Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Restoratif Diş Tedavisi
Anabilim Dalı

Elazığ - TÜRKİYE

hkamalak@firat.edu.tr

Diş Hekimliğinde Restoratif Tedavilerde Sıklıkla Kullanılan Farklı Bonding Ajanların Bağlanma Dayanımlarının Tespit Edilmesi

Amaç: Restoratif materyallerin diş dokularına bağlanma kuvvetlerinin artırılması amacıyla günümüzde yeni dentin bonding ajanlar geliştirildi. Bu çalışmanın amacı diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan farklı dental bağlayıcı ajanların makaslama bağlanma dayanımlarının değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem: Dört farklı adeziv bonding ajanın; G-Premio Bond (GB) (GC, Tokyo, Japan), Tokuyama Bond Force (TB) (Tokuyama Dental, Japan), One-Up Bond (OUB) (Tokuyama Corp., Tokyo, Japan), Futurabond (FB) (Voco-NR Cuxhaven, Germany) kullanıldı. Teflon kalıplar içerisinde restorasyonlar hazırlandı ve 37 °C/24 saat distile su içerisinde bekletildi. Makaslama bağlanma dayanımı testleri bir universal test cihazı yardımıyla 0.5 mm/dk hızında gerçekleştirildi. Elde edilen verilerin analizleri tek yönlü varyans analizi ve Tukey testi ile yapıldı.

Bulgular: Shapiro-Wilk testine sonuçlarına göre verilerimizin normal dağılıma uygun olduğu gözlemlendi (P>0.05). Microtensile bağlanma sonuçlarına baktığımız zaman sırasıyla TB de 96 Newton (MPa), OUB' da 84 Newton (MPa), FB'de 74 Newton (MPa) ve GB'de 63 Newton (MPa) olarak tespit edildi. Böylece TB de en yüksek bağlanma dayanımı, GB de en düşük bağlanma dayanımı tespit edildi.

Sonuç: TB de en yüksek bağlanma dayanımı, GB de en düşük bağlanma dayanımı olduğu tespit edildi. Kırılma tiplerine bakıldığı zaman tüm gruplarda koheziv kopmalar görüldü.

Anahtar Kelimeler: Bulk fill kompozit, bağlanma dayanımı, bonding ajan, kırılma tipleri

Determination of Bonding Strengths of Different Bonding Agents Frequently used in Dental Restorative Treatments

Objective: New dentin bonding agents have been developed to increase the bonding strength of restorative materials to dental tissues. The purpose of this study is to evaluate the shear bond strengths of different dental binding agents frequently used in dentistry.

Materials and Methods: Four different adhesive bonding agents; Futurabond (FB) (Japan), Tokuyama Bond Force (TB) (Tokuyama Dental, Japan), One-Up Bond (OUB) (Tokuyama Corp., Tokyo, Japan) Voco-NR Cuxhaven-Germany) were used. Restorations were made in teflon molds and samples were kept in distilled water at 37 °C/24 hours. Shear bond strength tests were carried out with a universal tester at 0.5 mm/min speed. Analysis of the obtained data was done by one way variance analysis and Tukey test.

Results: According to the Shapiro-Wilk test results, our data were observed to be normal distribution (P>0.05). When we look at the results of microtensile bonding, The tensile result was found to be 96 Newton (MPa) in TB, 84 Newton (MPa) in OUB, 74 Newton (MPa) in FB and 63 Newton (MPa) in GB, respectively.

Conclusion: As a result of this work, TB has the highest bonding strength and GB has the lowest bonding strength. When looking at the fracture types, cohesive breaks were seen in all groups.

Key words: Bulk fill komp.osite, microtensile, bonding agent, breaking teams

Giriş

Günümüzde operatif diş hekimliği minimal invaziv tedaviyi gerektirir. Bunun anlamı, sadece kayıp veya hastalıklı diş dokusunun, direkt olarak geriye kalan sağlam diş dokusuna bağlanacak olan restoratif materyal ile yer değiştirmesidir (1). Diş dokusuna bağlanma inorganik diş dokusunun sentetik rezin ile yer değiştirmesi esasına dayanır. Mineden ve dentinden kalsiyum ve fosfat kaldırılarak mikro poroziteler oluşturulur. Rezin, oluşturulan mikro porozitelere infiltre olarak polimerize olur. Bu durum, difüzyon mekanizmasına dayanan mikromekanik bağlanmayla sonuçlanır (2). Mikro mekanik bağlanma, asit işlemi uygulanmış mineye rezin tagların oluşması özelliği ile mineye bağlanmanın esas nedenini oluşturur (3). Dentin dokusuna temel bağlanma mekanizması hibrit tabakasının oluşumuna dayanmaktadır. Bu tabaka ilk kez 1982 yılında Nakabayashi (4) tarafından tanımlanmış ve demineralize dentin bileşikleri ile polimerize edilmiş rezinin moleküler düzeydeki karışımı şeklinde ifade edildi. Güncel adeziv sistemler uygulama tekniği ve etki mekanizmasına göre etch & rinse sistemler ve self-etch sistemler olmak üzere 2' ye ayrılmaktadır. Uzun dönem klinik takiplerin zaman

alıcı ve standart olarak gerçekleştirilmesi zor olduğundan, bağlantı dayanımı testleri dental materyallerin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (5).

Total bonding tekniğinin teknik hassasiyetini azaltmak için uygulanan diğer teknik, HEMA primerlerde çözülmüş daha asidik monomerlerin kullanımınıdır. Bu metodla kullanılan materyaller "self etch primer adezivler" olarak adlandırılır. Bu, su içeren adezivler smear tabakasının üzerinden altındaki dentini demineralize edebilecek derecede asidiktirler (6). Aynı bir asitleme & yıkama işlemine gerek duymazlar ve teknik hassasiyetini azaltırlar (1). Self-etch sistemlerin diğer bir avantajı da demineralizasyon derinliği ve rezin infiltrasyon derinliği arasında fark olmamasıdır (1, 7). Güçlü self-etch adezivlerin pH değeri 1 veya daha düşüktür. Zayıf self-etch adezivlerin pH'sı yaklaşık olarak 2'dir ve dentini sadece 1 µm derinliğinde demineralize ederler. Yine de hibridizasyonla mikromekanik bağlanma sağlamak için yeterli yüzey pürüzlülüğü sağlarlar. Zayıf self-etch adezivler aside dirençli olan aprizmatik minerde demineralizasyon sağlamak için yetersizdirler. Zayıf self-etch adezivler kullanılırken mine kenarlarına bizotaj yapılması önerilir. Self-etch primerleri daha basitleştirmek için, üreticiler tek basamaklı self-etch adezivleri sunmuşlardır. Bu, all-in-one adezivler 2-basamaklı self-etch primerlerden daha asidik ve daha hidrofilitirler. Basitleştirilmiş dentin adezivleri ıslak dentine bağlanmayı güçlendirmek için oldukça hidrofilitik üretilmişlerdir. Yüksek konsantrasyonda hidrofilitik ve/veya iyonik rezin monomerlerin bu adezivlere ilave edilmesi rezin dentin bağına su hareketini artırır. Su alımı, polimerin şişmesi ve plastikleşmesine neden olarak mekanik özelliklerini azaltır. Zamanla rezin dentin bağında hidrolitik ve enzimatik yıkım gözlenir (7). Sauro ve ark. (8) yaptıkları bir çalışmaya göre derin dentinde daha hidrofobik adeziv sistemlerin seçilmesini daha başarılı bulmuşlardır. Bazı son geliştirilen all-in-one adezivlerin pH değeri 2 veya daha yüksek olup smear tabakasını modifiye edebilir veya parsiyel olarak kaldırabilirler. Bu etki, rezin uygulaması sırasında dışarı doğru sıvı çıkışı azaltabilir. Yine de, smear tabakası pöröz yapıdadır ve dentinal sıvının tamamen çıkışını engelleyemez. Adeziv sistemlerde iyi bir bağlanmayı sağlamak için, hem intratübüler hem de intertübüler dentine bonding ajanın infiltrasyonu önemlidir. Diş hekimliğinde restoratif tedavilerde adeziv yapıların kullanımına 1955 yılında Buonocore tarafından başlandı. İlk olarak dentin yada mine yüzeyinin % 85 lik fosforik asitle pürüzlendirildikten sonra mikromekanik bağlanması gerçekleştirildi (9).

Adeziv sistemler tarihsel gelişimlerine ve bağlanma dayanıklılıklarına göre farklı gruplarda sınıflandırıldı. Birinci Nesil Adeziv Sistemler: 1962 yılında üretilen NPG-GMA kökenli adezivler hidroksiapatit kristallerine iyonik, kollajene ise kovalent bağlarla bağlandıkları ancak bu materyallerin hidrofobik oldukları için bağlanma dayanıklılıklarını olumsuz etkiledikleri görülmüştür. Bağlanma dayanımları 1-3 MPa olarak tespit edildi. 1978 yılında bisfenol-A glisidil metakrilat (bisGMA) veya

hidroksietil metakrilat (HEMA) gibi rezinlere halofosfat esterleri karıştırılarak İkinci Nesil Adeziv Sistemler elde edildi. Hidroksiapatit kristallerindeki pozitif yüklü kalsiyum iyonları ile rezindeki negatif yüklü fosfat grupları arasında iyonik etkileşim oluşturarak bağlanmayı gerçekleştirdikleri ancak ideal bağlanma dayanımlarını sağlamadıkları tespit edildi. Bu nesil adezivlerin bağlanma dayanımları 1-10 MPa oldukları tespit edildi. 1984 yılında adezivlerde smear tabakası modifiye edilerek rezinin dentine penetrasyonunun sağlandı. Bu mekanizmayı sağlamak için hidrofilitik ve hidrofobik monomer olan 4-META'dan (4-metakriloksietil trimellitit anhidrit) kullanıldı. Bağlanma dayanımı yaklaşık 10-14 MPa olarak bildirildi. 1990'ların başında geliştirilen ve smear tabakasını tamamen uzaklaştırmayı amaçlayan dördüncü nesil adeziv sistemleri temel özelliğini asitleme ve yıkama işlemi oluşturmaktadır. Bu teknikte kollajen yıkımını önlemek amacıyla yüzeylerin nemli kalması sağlandı. Ortalama bağlanma dayanımının 18-30 MPa olduğu bildirilmektedir. 1990'ların ortalarında geliştirilen ve yine smear tabakasını tamamen uzaklaştırmayı amaçlayan beşinci nesil adeziv sistemler üç aşamalı etch and rinse adeziv sistemi daha basit hale getirmek amacıyla primer ve adeziv rezinin birleştirildiği "one bottle" sistem olarak adlandırılan adezivlerdir. Bağlanma dayanımları ortalama 18-30 MPa olarak tespit edildi. 2000'li yılların başında geliştirilen ve smear tabakasını tamamen kaldırmadan sadece çözmeyi hedefleyen bir sistem geliştirildi. Bu sistemde; asitle pürüzlendirme, yıkama ve kurutma işlemleri ortadan kaldırılmıştır. 2000 yılların sonunda smear tabakasını çözmeyi hedefleyen, teknik hassasiyeti azalmayı amaçlayan yedinci nesil adeziv sistemler geliştirildi. Bu sistemde asit, primer ve bonding ajanın tek şişede birleştirilerek piyasaya sürülmüştür. 2017 yılında gelindiği zaman asit, primer ve bonding ajanı içerisinde olduğu, tek kat olarak uygulanabilen, dual cure özelliğinde olan ve 35 sn gibi kısa bir süre içerisinde uygulanabilen 8. Nesil bonding ajanlar geliştirildi. Yapılan çalışmalarda bağlanma dayanımının diğer gruplardan daha yüksek olduğu tespit edildi (10-24). Bu çalışmada yeni nesil farklı bonding ajanların bağlanma dayanımları tespit edildi.

Gereç ve Yöntem

Çalışmada 4 mm çapında 4 mm yüksekliğinde standart teflon kalıplar kullanıldı. Standart bir kompozit rezin; Voco Arabesk Komposite Resin (Cuxhaven, Germany) ile teflon kalıpların içerisi incremental teknikle dolduruldu. Restoratif materyaller kalıpların içerisine yerleştirildikten sonra kalıpların alt ve üst yüzeylerine strip bantlar yerleştirilerek cam lamlar ile düz bir yüzey oluşturmak için preslendi ve sonrasında LED ışık cihazı (Elipar Freelight II, 3M-ESPE, St.Paul, MN, ABD) ile üretici firmanın talimatları doğrultusunda 20/40 sn polimerize edildi. Kalıpların içindeki Kompozit yüzeyine 4 farklı adeziv bond; G-Premio Bond (GB) (GC, Tokyo, Japan), Tokuyama Bond Force (TB) (Tokuyama Dental, Japan), One-Up Bond (OUB) (Tokuyama Corp., Tokyo, Japan), Futurabond (FB) (Voco-NR Cuxhaven-Germany) uygulandı (Tablo 1) ve LED ışık cihazı ile (Elipar

Freelight II, 3M-ESPE, St.Paul, MN, ABD) üretici firmanın talimatları doğrultusunda polimerize edildi. Sonrasında standart bir kompozit rezin Voco Arabesk Komposite Resin (Cuxhaven, Germany) ilk kalıbın üzerine 4x4 mm lik standart kalıbın içinde olacak şekilde yerleştirildi ve 40 sn polimerize edildi. Sertleştirilen bu kompozitler kalıplar içerisinde çıkarıldı. Sonuçta 4 mm çapında ve 8 mm yüksekliğinde numuneler elde edildi.

4 mm çapındaki 8 mm yüksekliğindeki bloklar düşük hızda kesme cihazı (Esetron, Tek eksen otomatik Kesme Cihazı, ODTÜ Teknokent, Türkiye) ile 1mm x 1mm x 8 mm olacak şekilde kesildi. Kesilen bu parçalar polisaj cihazı ile yüzeyleri düzeltildi. Kesilen numuneler stereomikroskopta (OLYMPUS, Tokyo, Japon) 20X büyütmede incelendi ve defektli olanlar çalışmaya dâhil edilmedi.

Sıcak ve soğuk ısının restorasyonlara etkisini taklit edebilmek için örnekler termal siklus aleti cihazı ile yapay yaşlandırma işlemine tabi tutuldu. Termal siklus sırasında örnekler sırasıyla 5-55 °C deki su banyolarında 30'ar sn bekletildi. Her gruba 3 yıllık ağızda oluşan ısıl ortamı taklit edebilmek için 3.000 termal siklus uygulandı.

Hazırlanan 4x8 mm'lik silindirik kalıplardan 3 adet numune elde edildi. Her bir grup için toplam 12 adet çubuk numune hazırlandı. Toplamda 4 grup için 48 adet numune hazırlandı. Elde edilen çubuk şeklindeki örnekler her iki ucundan mikro tensile aparatına bir siyanoakrilat yapıştırıcı (Superglue, Henkel Loctite İrlanda) yardımıyla yapıştırıldı. Çubuklar yapıştırılmadan önce dijital kumpas ile kompozit ile diş bağlantı yüzeylerine en yakın noktalardan işaretlendi. (Bondlu yüzeylerden 0.01 mm uzaklıkta olacak şekilde) her numune için mikro tensile bağlanma dayanımı (μ TBS) 1

mm/dk hızla kuvvet uygulanarak Newton olarak tespit edildi.

Stereo Mikroskop ile Kırılma Analizleri: Mikro gerilim testi uygulanan her bir örneğin kopma yüzeyleri X20 büyütmede stereo mikroskopta (OLYMPUS; SZ4045 TRPT, Tokyo, Japonya) incelendi. Başarısızlık tipleri; restoratif materyalin bağlanma yüzeyinde ise adeziv başarısızlık, restoratif materyalin içerisinde kalmışsa koheziv başarısızlık, hem Restoratif materyal hem de bağlanma yüzeyinden kopmuşsa miks başarısızlık olarak belirlendi. Veriler Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma testleriyle analiz edildi ($P>0.05$).

Bulgular

Veri sayısı 50'den küçük olduğu için Shapiro-Wilk testine sonuçlarına göre verilerin normal dağılıma uygun olduğu gözlemlendi ($P>0.05$) (Tablo 2). Bağlanma dayanımı sonuçları sırasıyla TB de 96 N, OUB' da 84 N, FB'de 74 N ve GB'de 63 N olarak tespit edildi. Böylece TB de en yüksek bağlanma dayanımı, GB de en düşük bağlanma dayanımı tespit edildi (Tablo 3). Homojenite testi sonucunun 0.664 olduğu görüldü (Tablo 4). Tukey testi ile gruplar arasındaki fark detaylı olarak gözlemlendi (Tablo 5). Gruplar arasındaki farklılık bar grafiğinde de detaylı olarak gösterildi (Şekil 1). Kırılma tiplerine bakıldığı zaman FB'de %66 koheziv kırılma, OUB'de %66 koheziv kırılma, TB'de %83 koheziv kırılma, GB'de %50 koheziv kırılma görüldü. Kırılma sonuçları ile bağlanma dayanımı sonuçlarının bakıldığı zaman birbirlerini destekler nitelikte oldukları görüldü. TB de bağlanma dayanımı yüksek çıkarken, koheziv kopma değerleri de yüksek bulundu. Bu sonuçlar birbirlerini destekler niteliktedir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan Bonding Ajanlar

Bonding Ajanlar	Kodu	Ana Bileşenler	Üretici Firma
G-Premio Bond	GB	MDP, 4-MET, MEPS, Metakrilat Monomer, Aseton, Su, Başlatıcı, Silika dolgu maddesi	GC, Tokyo, Japonya
Tokuyama Bond Force	TB	3D-SR Monomer, TEGDMA, BisGMA, HEMA, Cam dolgu maddeleri, İzopropil alkol, Foto başlatıcı, Su	Tokuyama Dental, Japonya
One-up Bond F	OUB	P-toluen sufinat fosforik monomer. MAC-10, Foto başlatıcı	Tokuyama Dental, Japonya
Futura Bond	FB	Bis-GMA, hidroetil-metakrilat, BHT, Etanol, organik asitler, florürler	Voco, Cuxhaven, Almanya

Tablo 2. Shapiro-Wilk testi sonuçları, $P>0.05$

Grup Kodları	Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	Sig.
• G-Premis Bond, A1 Arabesk komp. + A3 Arabesk Komp.	.931	12	.390
• Tokuyama Bond force II , A1 Arabesk Komp + A3 Arabesk Komp.	.970	12	.913
• Tokuyama One Up , A1 Arabesk Komp + A3 Arabesk Komp.	.858	12	.047
• Voco Futura Bond , A1 Arabesk Komp + A3 Arabesk Komp.	.891	12	.120

Tablo 3. Bağlanma dayanımı sonuçları

	N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	Güvenilirlik aralığı % 95		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır aralığı	Üst sınır Aralığı		
• G-Premis Bond, A1 Arabesk Komp + A3 Arabesk Komp.	12	63.8300	2.76194	.79730	62.0751	65.5849	60.09	68.84
• Tokuyama Bond force II, A1 Arabesk Komp + A3 Arabesk Komp.	12	96.1750	3.22647	.93140	94.1250	98.2250	91.59	102.68
• Tokuyama One Up, A1 Arabesk Komp + A3 Arabesk Komp.	12	84.9533	3.44560	.99466	82.7641	87.1426	81.00	89.73
• Voco Futura Bond, A1 Arabesk Komp + A3 Arabesk Komp.	12	74.8067	2.93329	.84677	72.9429	76.6704	70.55	78.25
• Toplam	48	79.9413	12.47872	1.80115	76.3178	83.5647	60.09	102.68

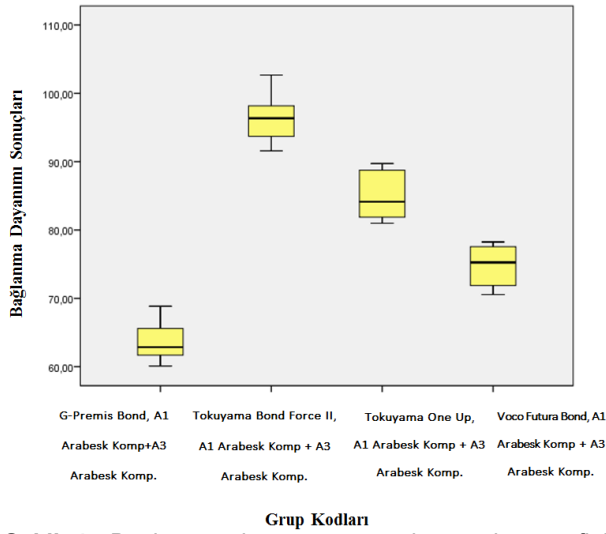
Tablo 4. Varyansların homojenite test sonuçları

Levene İstatistik	df1	df2	Sig.
.530	3	44	.664

Tablo 5. Bağlanma dayanımı sonuçlarının çoklu karşılaştırılması

	Gruplar	Karşılaştırılan gruplar	Ortalama fark	Standart Hata	Sig.	Güvenilirlik aralığı % 95	
						Alt Sınır aralığı	Üst sınır Aralığı
Tukey HSD	• G-Premis Bond, A1 Arabesk Komp. + A3 Arabesk Komp.	Tokuyama Bond force II , A1 Arabesk Komp. + A3 Arabesk Komp.	-32.34500*	1.26680	.000	-35.7274	-28.9626
		Tokuyam One Up , A1 Arabesk Komp. + A3 Arabesk Komp.	-21.12333*	1.26680	.000	-24.5057	-17.7410
		Voco Futura Bond , A1 Arabesk Komp. + A3 Arabesk Komp.	-10.97667*	1.26680	.000	-14.3590	-7.5943
	• Voco Futura Bond , A1 Arabesk Komp. + A3 Arabesk Komp.	G-Premis Bond, A1 Arabesk Komp. + A3 Arabesk Komp.	32.34500*	1.26680	.000	28.9626	35.7274
		Tokuyam One Up , A1 Arabesk Komp. + A3 Arabesk Komp.	11.22167*	1.26680	.000	7.8393	14.6040
		Voco Futura Bond , A1 Arabesk Komp. + A3 Arabesk Komp.	21.36833*	1.26680	.000	17.9860	24.7507
	• Tokuyama One Up , A1 Arabesk Komp. + A3 Arabesk Komp.	G-Premis Bond, A1 Arabesk Komp. + A3 Arabesk Komp.	21.12333*	1.26680	.000	17.7410	24.5057
		Tokuyam Bond force II , A1 Arabesk Komp. + A3 Arabesk Komp.	-11.22167*	1.26680	.000	-14.6040	-7.8393
		Voco Futura Bond , A1 Tokuyama Komp. + A3 Arabesk Komp.	10.14667*	1.26680	.000	6.7643	13.5290
	• Voco Futura Bond , A1 Tokuyama Komp + A3 Arabesk Komp.	G-Premis Bond, A1 Arabesk Komp. + A3 Arabesk Komp.	10.97667*	1.26680	.000	7.5943	14.3590
		Tokuyam Bond force II , A1 Arabesk Komp. + A3 Arabesk Komp.	-21.36833*	1.26680	.000	-24.7507	-17.9860
		Tokuyam One Up , A1 Arabesk Komp. + A3 Arabesk Komp.	-10.14667*	1.26680	.000	-13.5290	-6.7643

* Ortalama fark 0.05 düzeyinde anlamlıdır.



Şekil 1. Bağlanma dayanımı sonuçlarının bar grafiği göstergesi

Tartışma

Günümüzde dentin bağlayıcı ajanların klinik performanslarının artırılması ile adeziv materyallerin yüksek klinik retansiyon göstermeleri sağlandı. Klinik olarak restorasyonların kenar bütünlüğünü etkileyerek marjinal sızıntıya neden olan pek çok faktör bulunmaktadır. Uygun bağlanma kuvvetlerinin elde edilebilmesi için rezinin dentinle mikromekanik olarak çok sıkı bir bağlanma göstermesi gerekir. Klinik olarak dişler üzerine etki eden kuvvetler kompleks bir yapıdadır ve laboratuvar koşullarında taklidi güçtür ancak, bağlanma kuvvetlerinin test edildiği çalışmalar farklı materyallerin etkinliğinin karşılaştırılması konusunda yararlı olabilir (25, 26). Makaslama bağlanma direnci testi materyallerin karşılaştırılmasında sıklıkla kullanılan güvenilir ve pratik bir yöntem olduğundan çalışmamızda da tercih edildi (27-30). Yapılan araştırmalarda, adeziv restorasyonların makaslama kuvvetlerine direncinde termal siklusun etkisi olmadığı görüşü ağırlık kazanmıştır. Fakat bu konu hakkında detaylı bilgilerin yer almamasından dolayı bu çalışmada materyaller termal siklus işlemine tabi tutulmuştur (31-38).

Son yıllarda dentin bondinglerle ilgili yapılan çalışmalar, uygulama basamaklarının azaltılması ve kullanımlarının kolaylaştırılmasına yöneliktir. Bu özellikleri sağlayan self etch adezivler hidrofilik dentin dokusu içerisine monomer penetrasyonunu artırarak maksimum adezyon sağlamayı amaçlayan basit uygulamalardır (39). Tek basamaklı self etch adezivler hidrofilik yapıda düşük moleküler ağırlıklı rezin monomerlerdir ve dağlanmış mine dokusunun derinlerine penetre olabilmeye özellikleri vardır. Işınlanmış bir tek basamak self etch adeziv tabakası, hidrate dentin dokusundan kompozit materyal ile adeziv arasındaki bölgeye su difüzyonuna izin veren geçirgen bir membran görevi görür (40, 41).

Bu çalışmada TB'nin makaslama bağlanma kuvvetleri diğer gruplardan daha yüksek bulunmasına

rağmen gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulundu. Ancak her iki grupta da elde edilen sonuçlar başarılı bir rezin restorasyon için gerekli olan bağlanma direncini karşılayacak düzeydedir.

Kırılma tiplerinin değerlendirilmesinde her iki adeziv materyalin de benzer kırılma tipleri gösterdiği ve materyallerin diş dokuları ile bağlanma kuvvetinin kendi iç koheziv kuvvetinden daha yüksek olduğu görüldü.

Kompozit rezinler diş dokularına mikromekanik olarak etch and rinse veya self-etch adeziv sistemler olmak üzere farklı tekniklerle bağlanmaktadır. Adeziv sitemlerin dentin dokusuna bağlanma dayanımlarının incelenmesinde sık kullanılan yöntem mikro-gerilim bağlanma dayanım testidir. Bağlanma dayanım testlerindeki problemlerden biri arayüzde değilde materyaller içinde örneklerin kırılmasıdır. Bağlanma testlerinin etkinliğini arttırmak için mikro-gerilim ve mikro-makaslama bağlanma testleri geliştirildi. Bu metodlar dentinde koheziv kırık oluşturulmadan yüksek bağlanma dayanım değerlerinin ölçülmesine izin verir, aynı zamanda bu testle bir diştten çok sayıda ölçüm yapılması mümkündür.

Saikaew ve ark. (42) yaptıkları bir çalışmada farklı GB'nin bağlanma dayanımını 61.6 N, Tsujimoto ve ark. (43) ise 58.7 N olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada GB'nin bağlanma dayanımını 63.8 N olarak tespit edildi. Üç çalışmanın sonuçları hemen hemen birbirine yakın olarak bulundu. Elde edilen sonuçlar birbirini destekler niteliktedir.

Chen ve ark. (44) yaptıkları bir çalışmada GB'nin bağlanma dayanımını 54.6 N olarak, FB'nin bağlanma dayanımını ise 46.5 N olarak tespit edildi. Bu çalışmada GB'nin bağlanma dayanımını 63.8 N, FB'nin ise 74.8 N olarak tespit ettik. Bu çalışmada Chen ve ark. (44) yapmış olduğu çalışmaya göre veriler daha yüksek olarak bulundu. Elde edilen bu farklı sonuçlarda materyallerin saklanma koşulları, uygulama teknikleri, kesme teknikleri ve özellikle mikro tensile cihazında numunelerin yapılandırılmasında kullanılan yapıştırıcı ajanın etki ettiği düşünülebilir.

Takahashi ve ark. (45) yaptıkları bir çalışmada TB'nin bağlanma dayanımını 16.6 N, Margvelashvili ve ark. (46) ise 65.4 N olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise TB'nin bağlanma dayanımını 96.1 N olarak tespit edildi. Çalışmaların sonuçları arasında belirgin şekilde fark olduğu gözlemlendi. Bu çalışma sonucuna göre TB'nin bağlanma dayanımının diğer gruplara göre daha yüksek olduğu görüldü.

Inoue ve ark. (47) yaptıkları bir çalışmada OUB' nin bağlanma dayanımını 31.2±10.8 N olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise OUB'nin bağlanma dayanımını 84.9 N olarak tespit edildi.

Andrade ve ark. (48) yaptıkları bir çalışmada FB'nin bağlanma dayanımını 28.0±6.3 N, Wagner ve ark. (49) ise 38.5 ± 14.8 N olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada FB'nin bağlanma dayanımını 74.8 N olarak tespit edildi.

Çalışmanın sonucu yapılmış olan diğer çalışmalarla kıyaslandığında sadece GB de benzerlik olduğu, diğer grupların sonuçları analiz edildiğinde ise elde edilen sonuçların yapılan çalışmalardan farklı olduğu görülmüştür. Benzer şekilde yapılmış olan çalışmalar arasında da elde edilen sonuçlar arasında farklılıklar olduğu görülmüştür. Elde edilen tüm bu veriler

neticesinde mikrosertlik ölçümlerinde bir standardizasyon sağlanmadığı düşünülmektedir. Bununla birlikte elde edilen sonuçlardaki farklılıkta materyallerin saklanma koşulları, materyallerin kavitelere uygulama teknikleri, kesme teknikleri, numunelerin susuz kesilmesi, kesim sırasındaki oluşan ısı miktarı da etki etmektedir.

Kaynaklar

1. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28: 215-235.
2. Stebner CM. Economy of sound fundamentals in operative dentistry. *J Am Dent Assoc* 1954; 49: 294-300.
3. Gregoire G, Joniot S, Guignes P, Millas A. Dentin permeability: Self-etching and one-bottle dentin bonding systems. *J Prosthet Dent* 2003; 90: 42-49.
4. Nakabayashi N. Interpenetration of monomers into dentin and their adhesion. *Kokubyo Gakkai Zasshi* 1984; 51: 447-454.
5. Kwong SM, Cheung GSP, Kei LH, et al. Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique. *Dental Materials* 2002; 18: 359-369.
6. Tay FR, Pashley DH. Have dentin adhesives become too hydrophilic? *J Can Dent Assoc* 2003; 69: 726-731.
7. Proenca JP, Polido M, Osorio E, et al. Dentin regional bond strength of self-etch and total-etch adhesive systems. *Dent Mater* 2007; 23: 1542-1548.
8. Sauro S, Pashley DH, Mannocci F, et al. Microporosity of current self-etching and etch-and-rinse adhesives bonded to deep dentine: A comparison study using a double-staining/confocal microscopy technique. *Eur J Oral Sci* 2008; 116: 184-193.
9. Yuan Y, Shimada Y, Ichinose S, Sadr A, Tagami J. Effects of dentin characteristics on interfacial nanoleakage. *J Dent Res* 2007; 86: 1001-1006.
10. Perdigao J, Dutra-Correa M, Castilhos N, et al. One-year clinical performance of self-etch adhesives in posterior restorations. *Am J Dent* 2007; 20: 125-133.
11. Tyas MJ. Clinical performance of two dentine adhesives: 2-year results. *Aust Dent J* 1996; 41: 324-327.
12. Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent* 1998; 26: 1-20.
13. Zander-Grande C, Amaral RC, Loguercio AD, Barroso LP, Reis A. Clinical performance of one-step self-etch adhesives applied actively in cervical lesions: 24-month clinical trial. *Oper Dent* 2014; 39: 228-238.
14. Swift EJ. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatr Dent* 2002; 24: 456-461.
15. Anchieta RB, Machado LS, Martini AP, et al. Effect of long-term storage on nanomechanical and morphological properties of dentin-adhesive interfaces. *Dent Mater* 2015; 31: 141-153.
16. Gupta N, Tripathi AM, Saha S, Dhinsa K, Garg A. Effect of saliva on the tensile bond strength of different generation adhesive systems: An In-Vitro Study. *J Clin Diagn Res* 2015; 9: ZC91-94.
17. Kugel G. Direct and indirect adhesive restorative materials: A review. *Am J Dent* 2000; 13: 35D-40D.
18. Tyas MJ, Burrow MF. Adhesive restorative materials: A review. *Aust Dent J* 2004; 49: 112-121; 154.
19. Jacobsen T, Soderholm KJ, Yang M, Watson TF. Effect of Komp.osition and Komp.lexity of dentin-bonding agents on operator variability--analysis of gap formation using confocal microscopy. *Eur J Oral Sci* 2003; 111: 523-528.
20. Leinfelder KF, Kurdziolek SM. Self-etching bonding agents. *Komp.end Contin Educ Dent* 2003; 24: 447-454.
21. Oztas N, Alacam A, Bardakcy Y. The effect of air abrasion with two new bonding agents on Komp.osite repair. *Oper Dent* 2003; 28: 149-154.
22. Schmidlin OA, Zehnder M, Schmidlin PR. Effectiveness of dentine bonding agents against cariogenic bacteria in vitro: A comparison of two methods. *Oral Microbiol Immunol* 2003; 18: 140-143.
23. Huang FM, Chou MY, Chang YC. Dentin bonding agents induce c-fos and c-jun protooncogenes expression in human gingival fibroblasts. *Biomaterials* 2003; 24: 157-163.
24. Leinfelder KF. Recent developments in dentin bonding agents. *J Mich Dent Assoc* 2003; 85: 54-55.
25. Chiba Y, Rikuta A, Yasuda G, et al. Influence of moisture conditions on dentin bond strength of single-step self-etch adhesive systems. *J Oral Sci* 2006; 48: 131-137.
26. Kramer N, Frankenberger R. Komp.omers in restorative therapy of children: A literature review. *Int J Paediatr Dent* 2007; 17: 2-9.
27. Barkmeier WW, Hammesfahr PD, Latta MA. Bond strength of Komp.osite to enamel and dentin using Prime & Bond 2.1. *Oper Dent* 1999; 24: 51-56.
28. Schneider BT, Baumann MA, Watanabe LG, Marshall GW. Dentin shear bond strength of compomers and composites. *Dent Mater* 2000; 16: 15-19.
29. Almuammar MF, Schulman A, Salama FS. Shear bond strength of six restorative materials. *J Clin Pediatr Dent* 2001; 25: 221-225.
30. Taher NM, Ateyah NZ. Shear bond strength of resin modified glass ionomer cement bonded to different tooth-colored restorative materials. *J Contemp Dent Pract* 2007; 8: 25-34.
31. Amano S, Yamamoto A, Tsubota K. Effect of thermal cycling on enamel bond strength of single-step self-etch systems. *Oper Dent* 2006; 31: 616-622.
32. Fritz U, Garcia-Godoy F, Finger WJ. Enamel and dentin bond strength and bonding mechanism to dentin of Gluma

- CPS to primary teeth. *ASDC J Dent Child* 1997; 64: 32-38.
33. Velasquez LM, Sergent RS, Burgess JO, Mercante DE. Effect of placement agitation and placement time on the shear bond strength of 3 self-etching adhesives. *Oper Dent* 2006; 31: 426-430.
34. Perdigao J, Gomes G, Duarte S, Lopes MM. Enamel bond strengths of pairs of adhesives from the same manufacturer. *Oper Dent* 2005; 30: 492-499.
35. Fukuda R, Yoshida Y, Nakayama Y, et al. Bonding efficacy of polyalkenoic acids to hydroxyapatite, enamel and dentin. *Biomaterials* 2003; 24: 1861-1867.
36. De Munck J, Van Meerbeek B, Satoshi I, et al. Microtensile bond strengths of one- and two-step self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Am J Dent* 2003; 16: 414-420.
37. Perdigao J, Geraldini S. Bonding characteristics of self-etching adhesives to intact versus prepared enamel. *J Esthet Restor Dent* 2003; 15: 32-41.
38. Torii Y, Itou K, Nishitani Y, Ishikawa K, Suzuki K. Effect of phosphoric acid etching prior to self-etching primer application on adhesion of resin composite to enamel and dentin. *American Journal of Dentistry* 2002; 15: 305-308.
39. Wang Y, Spencer P. Physicochemical interactions at the interfaces between self-etch adhesive systems and dentine. *Journal of Dentistry* 2004; 32: 567-579.
40. Chiba Y, Yamaguchi K, Miyazaki M, et al. Effect of air-drying time of single-application self-etch adhesives on dentin bond strength. *Operative Dentistry* 2006; 31: 233-239.
41. Pashley DH, Tay FR. Single-step adhesives are semi-permeable membranes. I. Nanoleakage and fluid conductance evidence. *Journal of Dental Research* 2002; 81: A468-A468.
42. Saikaew P, Chowdhury AFMA, Fukuyama M, et al. The effect of dentine surface preparation and reduced application time of adhesive on bonding strength. *Journal of Dentistry* 2016; 47: 63-70.
43. Tsujimoto A, Barkmeier WW, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Bonding performance and interfacial characteristics of short fiber-reinforced resin composite in comparison with other composite restoratives. *Eur J Oral Sci* 2016; 124: 301-308.
44. Chen C, Niu LN, Xie H, et al. Bonding of universal adhesives to dentine--Old wine in new bottles? *J Dent* 2015; 43: 525-536.
45. Takahashi R, Nikaido T, Ariyoshi M, Foxton RM, Tagami J. Microtensile bond strengths of a dual-cure resin cement to dentin resin-coated with an all-in-one adhesive system using two curing modes. *Dent Mater J* 2010; 29: 268-276.
46. Margvelashvili M, Goracci C, Beloica M, Papacchini F, Ferrari M. In vitro evaluation of bonding effectiveness to dentin of all-in-one adhesives. *J Dent* 2010; 38: 106-112.
47. Inoue S, Vargas MA, Abe Y, et al. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to dentin. *J Adhes Dent* 2001; 3: 237-245.
48. Andrade AM, Moura SK, Reis A, et al. Evaluating resin-enamel bonds by microshear and microtensile bond strength tests: Effects of composite resin. *J Appl Oral Sci* 2010; 18: 591-598.
49. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent* 2014; 42: 800-807.

