

Geleneksel ve Yeni Nesil Akışkan Kompozit Rezinlerin Mikromakaslama Bağlanma Dayanımlarının Değerlendirilmesi

Evaluation of Microshear Bond Strength of Conventional and New Generation Flowable Composite Resins

Soley ARSLAN,^a
Sezer DEMİRBUĞA,^a
Muhammed ÇAYABATMAZ,^a
Yakup ÜSTÜN^b

^aRestoratif Diş Tedavisi AD,
^bEndodonti AD,
Erciyes Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Kayseri

Geliş Tarihi/Received: 18.03.2013
Kabul Tarihi/Accepted: 27.06.2013

Yazışma Adresi/Correspondence:
Soley ARSLAN
Erciyes Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Restoratif Diş Tedavisi AD, Kayseri,
TÜRKİYE/TURKEY
soley@erciyes.edu.tr

ÖZET Amaç: Bir geleneksel ve bir yeni nesil akışkan kompozit rezinin mikromakaslama bağlanma dayanımlarının in vitro değerlendirilmesidir. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmada 60 adet çürüksüz çekilmiş insan üçüncü moları kullanıldı. Okluzal yüzeyler düzgün dentin yüzeyi elde etmek için kaldırıldı. Örnekler uygulanan adeziv sisteme göre üç gruba ayrıldı (Group I:Tetric N Bond; Group II: Adper Single Bond 2; Group III: Clearfil SE Bond) ve her grup uygulanan akışkan kompozite göre (Group A: Aelite Flo LV; Group B: Surefil SDR Flow) tekrar iki gruba ayrıldı. Her bir grupta örneklerin yarısına termal yaşlandırma işlemi uygulanırken, diğer yarısı kontrol grubu olarak kabul edildi. Örneklerin mikromakaslama bağlanma dayanımları test edildi ve veriler One-way ANOVA ve Tukey HSD testi ile istatistiksel olarak analiz edildi (p<0,05). **Bulgular:** Genel olarak, kontrol ve yaşlandırma yapılmış gruplarda Clearfil SE Bond uygulanan grupların mikromakaslama dayanımı değerleri Adper Single Bond 2 ve Tetric N Bond uygulanan gruplardan anlamlı şekilde yüksekti. Bununla birlikte, hem kontrol hem de yaşlandırma yapılmış gruplarda Surefil SDR Flow uygulanan grupların mikromakaslama bağlanma dayanımı değerleri Aelite Flow LW uygulanan gruplardan anlamlı şekilde yüksek bulundu. **Sonuç:** İki aşamalı "self-etch" adezivle birlikte yeni nesil akışkan kompozitin birlikte kullanımı bağlanma dayanımını anlamlı şekilde artırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapıştırıcılar; akışkan hibrid kompozit; dentin; kayma mukavemeti

ABSTRACT Objective: To evaluate microshear bond strength of conventional and new generation flowable composite resins. **Material and Methods:** Sixty noncarious extracted human third molar were used in this study. Oclusal surfaces were removed to obtain flat dentinal surfaces. Specimens were divided into three groups according to adhesive system applied (Group I:Tetric N Bond; Group II: Adper Single Bond 2; Group III: Clearfil SE Bond), and each group was divided into two sub-groups according to flowable composite resins used (Group A: Aelite Flo LV; Group B: Surefil SDR Flow). In each group, while half of the samples was applied thermal aging, the other half of the samples was considered as the control. Microshear bond strength were tested and data were statistically analyzed by One-way ANOVA and Tukey HSD test (p<0.05). **Results:** Generally, in control and aging applied groups, the bond strength values of the Clearfil SE Bond applied groups were found significantly higher than the Adper Single Bond 2 and Tetric N Bond applied groups. However, in both control and aging applied groups, the values of the microshear bond strength in SDR applied groups were found significantly higher than the values of the Aelite Flow LW applied groups. **Conclusion:** The use of the new generation fluid composite and two-step self-etch adhesives at the same time has increased the bond strength significantly.

Key Words: Adhesives; flowable hybrid composite; dentin; shear strength

Türkiye Klinikleri J Dental Sci 2013;19(3):185-92

1996 yılında üretime sunulan akışkan kompozitler, diğer kompozit rezinlere oranla daha az doldurucu partikül içerirler, dolayısıyla reçine matris miktarları fazladır.¹ Doldurucu oranlarının az olması nede-

niyle düşük mekanik özellikler gösterirler. Bu nedenle okluzal stresin yoğun olduğu alanlardaki kavitelerin restorasyonunda sadece kaide materyali olarak kullanılmaları tavsiye edilir. Buna karşın modifiye kaviteelerde, okluzal kuvvetlerin çoğu, kalan diş yapıları tarafından karşılandığı için akışkan kompozitler tek başına restoratif materyal olarak kullanılabilir.¹⁻³

Surefill SDR, arka bölgede tek parça halinde uygulanabilen, tek komponentli, florid içeren, ışıkla sertleşen, radyopak rezin kompozit dolgu materyalidir. Sınıf I ve II restorasyonlarda kaide materyali olarak kullanılmak üzere tasarlanmıştır. SDR, yapısal özelliği olarak tipik bir akışkan kompozit gibi davranmasına rağmen, en az polimerizasyon stresi oluşturarak 4 mm'lik tabakalar halinde uygulanabilir.⁴ SDR'nin kaviteye kendi kendine yayılma özelliği, hazırlanmış kavite duvarlarına çok iyi adapte olmasını sağlar. Kullanılabilir tek bir rengi vardır. SDR kaide maddesi olarak kullanıldığında, üst tabakada son katman olarak okluzal/fasiyal yüzeydeki minenin yerini almak amacıyla metakrilat bazlı universal/posterior kompozit kullanılması önerilmektedir.⁵

Aelite Flo LV radyopak mikrohibrid bir kompozittir. Uygulaması kolaydır ve düşük viskozitesi nedeniyle kavite duvarlarına adaptasyonu çok iyidir. Aelite Flo LV'un 2 tane Vita rengi (A₂ ve A_{3,5}) vardır. Andırkatların kapatılmasında, pit/ fissür sealent ve dentin liner olarak kullanılabilir.⁶

Dental adezivler adezyon stratejilerine göre "etch-and-rinse" ve "self-etch" adezivler olarak sınıflandırılırlar. "Etch and rinse" adezivler diş dokusunun %37'lik fosforik asit ile bağlanması ardından dentin yüzeyinin primer ile hazırlanmasının sonrasında adeziv reçinenin uygulanmasını kapsayan üç basamaklı işleme sahiptirler. Her ne kadar üç aşamalı sistemler "altın standart" olarak değerlendirilse de, bu sistemlerin uygulama kolaylığını sağlamak için zaman içerisinde ve günümüzde sıklıkla kullanılan adeziv ve primerin bir solüsyon içinde toplandığı tek şişeli sistemler geliştirilmiştir.⁷ "Self-etch" adezivler, adezivlerin uygulama aşamalarını azaltarak ve teknik duyarlılığı ortadan kaldırarak, "etch-and-rinse" adezivlerin kullanımı esnasında ortaya çıkan uygulayıcı hata-

larını ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiştir. Son yıllarda geliştirilen "self-etch" adezivler ile karıştırma aşaması da ortadan kaldırılmış, rezin monomer, fotoinisiyator, tersiyer amin hızlandırıcıları tek şişede toplanmıştır.⁸

Bağlanma dayanım testleri, restoratif ve adeziv sistemlerin klinik performansını değerlendirmede sıklıkla kullanılan yöntemlerdendir.⁹ Diş dokuları ile restoratif materyaller arasındaki bağlanma dayanımını belirlemek için klasik makaslama ve gerilme test metodlarının yanı sıra ortalama 1 mm² lik yüzey alanının kullanıldığı mikro test yöntemleri de kullanılmaktadır.¹⁰ Mikro-gerilme ve mikro-makaslama test metodlarında küçük yüzey alanına sahip örneklerin kullanılması sayesinde, adeziv sistem ile diş dokusunun ara yüzünde homojen olmayan stres dağılımlarının elimine edilebileceği belirtilmiştir.^{10,11}

Kompozit rezin restorasyonların klinik başarısını etkileyen önemli faktörlerden biri, adeziv sistemlerdir. Ayrıca kompozit restorasyonlarda akışkan kompozitler kaide maddesi olarak kullanıldığında polimerizasyon ile oluşan stresleri azaltarak diş ve restorasyon arasındaki ayrılmaları engellediğini gösteren çalışmalar mevcuttur.^{12,13} Bu nedenle hipotezimiz iki basamaklı "self-etch" adeziv sistem ve yeni nesil akışkan kompozit kullanımının bağlanma dayanımını arttıracığı yönündedir. Bu çalışmanın amacı, bir geleneksel ve bir yeni nesil akışkan kompozit rezinin mikromakaslama bağlanma dayanımlarını in vitro değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

DENTİN YÜZEYLERİNİN ELDE EDİLMESİ

Çalışmada 60 adet yeni çekilmiş çürüksüz insan üçüncü molar dişi kullanılmıştır. Çekimden sonra dişler üzerindeki debris ve yumuşak doku artıkları kretuvar ve pomza-lastik yardımıyla uzaklaştırıldı, ardından dişler kullanılabildiği kadar 4°C'de, %0,01'lik timol içeren serum fizyolojik içerisinde maksimum bir ay bekletildi.

Dişler 1,5 cm yüksekliğindeki plastik kalıplar kullanılarak otopolimerizan akrilik (Panacryl, Etchicon, Westwood, MA, ABD) içerisine kronları dışarıda kalacak şekilde gömüldü. Daha sonra yakla-

şık mine-dentin sınırından dişlerin uzun aksına dik bir şekilde bir kesme cihazı (StruersMinitom, Struers, Kopenhag, Danimarka) yardımı ile kesildi. Mine dokusu tamamen uzaklaşana kadar #400 grit zımpara kağıdı ile aşındırıldı. Daha sonra sırası ile #600 ve #800 grit zımpara kağıtları kullanılarak standart smear yüzeyleri oluşturuldu.

Elde edilen dentin örnekleri önce kullanılacak adeziv sisteme göre rastgele üç gruba (n=20) sonra da kullanılacak akışkan kompozit rezine göre her birisi ikişer alt gruba (n=10) ayrıldı. Alt gruplar termal siklus uygulanan ve uygulanmayan (kontrol) şeklinde iki alt gruba ayrıldı (n=5).

ADEZİV AJANLARIN UYGULANMASI

Grup I: Tek aşamalı bir “self-etch” adeziv olan Tetric N Bond (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) üretici firmanın önerileri doğrultusunda dentin yüzeyine 30 sn boyunca fırça ile uygulandı (Tablo 1). Hafif hava ile inceltildi ve LED ışık cihazı (Valo, Ultradent Products, South Jordan, UT) ile 10 sn polimerize edildi.

Grup II: %32’lik fosforik asit (Bisco Inc., Schaumburg, IL, ABD) üretici firmanın önerileri doğrultusunda dentin yüzeyine 15 sn uygulandı, 10 sn yıkama ve 5 sn pamuk peletlerle kurutma işleminin ardından iki aşamalı “etch-and-rinse” adeziv

sistem olan Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) dentin yüzeyine 15 sn boyunca fırça ile uygulandı (Tablo 1). Hafif hava ile inceltildi ve LED ışık cihazı ile 10 sn polimerize edildi.

Grup III: İki aşamalı bir “self-etch” adeziv olan Clearfil SE Bond (Kuraray, Osaka, Japonya) üretici firmanın önerileri doğrultusunda uygulandı (Tablo 1). İlk olarak primer dentin yüzeyine 20 sn uygulandı. Hafif hava ile kurutuldu. İkinci olarak bond kısmı uygulandı. Hafif hava ile inceltildi ve LED ışık cihazı ile 10 sn polimerize edildi.

KOMPOZİT REZİNİN UYGULANMASI

Bonding ajan uygulanmış her bir dentin yüzeyine Aelite Flo LV (Bisco Inc., IL, ABD)(**Grup A**) ve Surefil SDR Flow (Dentsply, Konstanz, Almanya) (**Grup B**) 0,75 mm iç çapa sahip, 1 mm yüksekliğindeki tüpler (Tygon, Norton Performance Plastic Co, Cleveland, OH, ABD) içerisine tepilekerek uygulandı (Tablo 1) ve bir LED ışık cihazı (Valo, Ultradent Products, UT, ABD) ile 20 sn polimerize edildi. Her dentin yüzeyde üç adet olmak üzere her bir grupta toplam 30 örnek elde edilmiştir.

Her grup için örneklerin yarısına $5 \pm 1^\circ\text{C}$ ve $55 \pm 1^\circ\text{C}$ arası ısı banyolarında 5000 kez termal siklus işlemi uygulanmıştır.

TABLO 1: Çalışmada kullanılan akışkan kompozitler ve adeziv sistemler.

Akışkan Kompozit/Adeziv Sistem	Kimyasal İçeriği	Üretici Firma	Seri Numarası
Aelite Flo LV	Etoksile bisfenol A dimetakrilat, TEGDMA	Bisco Inc., Schaumburg, ABD	1200011257
SureFil SDR Flow	<i>Matrks:</i> SDR patentli üretan dimetakrilat, dimetakrilat, etoksile bisfenol A dimetakrilat, pigment, fotoinisiyator <i>Doldurucu:</i> Baryum ve stronsiyum alüminyum-floro-silikat camlar	Dentsply, Konstanz, Almanya	1103000171
Clearfil SE Bond	<i>Primer:</i> 10-Metakriloloksidesil dihidrojenfosfat (MDP), 2-Hidroksietil metakrilat (HEMA), hidrofilikdimetakrilat, dl-Kamforokinon, N,N- Dietanol-p-toluidin, su <i>Bond:</i> MDP, bisfenol A diglisidimetakrilat (Bis-GMA), HEMA, hidrofobikdimetakrilat, dl- Kamforokinon, N,N-Dietanol-p-toluidin, silanlanmış kolloidal silika	Kuraray, Osaka, Japonya	<i>Primer:</i> 01041A <i>Bond:</i> 01552A
Adper Single Bond 2	HEMA, Bis-GMA, etanol, metakrilat, fonksiyonel poliakrilik asit kopolimeri, nanodoldurucu, fotoinisiyator	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	N151635
Tetric N Bond	Bisakrilamit, su, bis-metakrilamit dihidrojen fosfat, amino asit akrilamit, hidroksi alkil metakrilamit, yaygın silikon dioksit, katalizörler ve stabilizörler	Ivoclar-Vivadent, Schaan, Lihtenştayn	P32733

MİKROMAKASLAMA BAĞLANMA DAYANIMI TESTİ

Hazırlanan örnekler 37 °C’de %100 nemli ortamda 24 saat bekletildikten sonra ilk olarak hazırlanan kompozit build-up’ların etrafındaki tüpler bir bistüri yardımıyla çıkarıldı. Daha sonra örnekler bir universal kırma cihazına (Instron Model 3345, Instron Corp, Canton, MA, ABD) yerleştirildi. Örnekleri kırmak için 0,25 mm kalınlığında ince bir tel kompozit silindirin yarısını saracak şekilde yerleştirilerek ilmik halkası oluşturuldu. Telin, bağlanma yüzeyine bitişik olmasına ve ara yüzün, telin ve yük merkezinin aynı hizada olmasına dikkat edildi. Makaslama kuvveti 0,5 mm/dak hızla uygulandı. Kopma meydana gelinceye kadar kuvvet uygulamaya devam edildi ve kopmanın olduğu değer Newton olarak okundu ve aşağıdaki formül yardımıyla MPa’ya çevrilerek kaydedildi.

Bağlanma kuvveti (MPa)= Elde edilen kuvvet (N)/Bağlanma yüzey alanı (mm²)

Bağlanma yüzey alanı= $\pi \times r^2$ ($\pi = 3,14$ ve $r = 0,75/2 = 0,375$)

KOPMA TIPLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mikromakaslama testi uygulanan her bir örneğin kırılma yüzeyleri stereomikroskopta (SMZ 800,

Nikon, Tokyo, Japonya) 30x büyütmede incelendi. Kopma tipleri, adeziv içinde olmuşsa ‘adeziv kopma (A)’; diş dokusunda olmuşsa “dentin yapısında kohesiv kopma (DK)” kompozit içerisinde olmuşsa “kompozit yapısında kohesiv kopma (KK)” hem diş dokusunu hem de adezivi veya hem kompoziti hem de adezivi kapsarsa ‘miks kopma (M)’ olarak kabul edildi.¹⁴

Grupların ortalama mikromakaslama bağlanma dayanımlarının karşılaştırılması tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve çoklu karşılaştırmalar Tukey testi ile yapıldı. Kırılma tiplerinin karşılaştırılması ise ki-kare testi ile yapıldı.

BULGULAR

Grupların kontrol ve yaşlandırma sonrası mikromakaslama dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür ($p < 0,05$) (Tablo 2).

Kontrol grubunda Clearfil SE Bond uygulanan örneklerin bağlanma dayanımı değerleri Adper Single Bond 2’den anlamlı olarak yüksek bulundu ($p < 0,05$) (Tablo 3). Clearfil SE Bond ile Tetric N Bond ve Adper Single Bond 2 ile Tetric N Bond aralarında ise anlamlı bir fark görülmemiştir ($p > 0,05$)

TABLO 2: Grupların yaşlandırma öncesi ve sonrası mikromakaslama dayanımı değerleri.

Gruplar	Kontrol Ortalama±SS	Yaşlandırma Ortalama±SS
Grup IA (Aelite + Tetric N Bond)	24,1±6,3	13,2±3
Grup IIA (Aelite + Adper Single Bond 2)	16±3,9	13,1±8,9
Grup IIIA (Aelite + Clearfil SE Bond)	21,5±8,4	15,4±3,9
Grup IB (SDR + Tetric N Bond)	21,2±6,2	14,6±4,4
Grup IIB (SDR + Adper Single Bond 2)	23,3±7,7	14,4±5,6
Grup IIIB (SDR + Clearfil SE Bond)	30,6±7,2	23,4±4

TABLO 3: Adeziv sistemlerin ve akışkan kompozitlerin yaşlandırma öncesi ve sonrası mikromakaslama dayanımı değerleri.

Adeziv Sistemler/Akışkan Kompozitler	Kontrol Ortalama±SS	Yaşlandırma Ortalama±SS
Tetric N Bond	22,6±6,3	13,9±3,8
Adper Single Bond 2	19,6±7,1	13,8±7,3
Clearfil SE Bond	26,1±9	19,4±5,6
Aelite Flo LV	20,5±7,2	13,9±5,8
SDR	25,1±8,1	17,5±6,3

(Tablo 3). Yaşlandırma sonrasında ise Clearfil SE Bond uygulanan örneklerin bağlanma dayanımı değerleri Adper single Bond 2 ve Tetric N Bond uygulanan örneklerden anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 3).

Hem kontrol hem de yaşlandırma yapılmış gruplarda akışkan kompozit rezinlerin bağlanma dayanım değerleri karşılaştırıldığında SDR uygulanan tüm grupların mikromakaslama bağlanma dayanımı değeri Aelite Flow LW uygulanan gruplardan anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 3).

Gruplar arasında kopma tipleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0,05$) (Tablo 4). Gruplarda adeziv kopma anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

TARTIŞMA

Bu çalışmada geleneksel ve yeni nesil akışkan kompozit rezinler üç farklı adeziv sistemle birlikte dentin yüzeyine uygulanmış ve mikromakaslama bağlanma dayanımları karşılaştırılmıştır. Yaşlandırma işlemi grupların bağlanma dayanım değerlerini düşürmüştür.

Genel olarak Clearfil SE Bond uygulanan grupların Tetric N Bond ve Adper Single Bond 2 uygulanan gruplardan daha iyi bir bağlanma performansı gösterdiği görülmüştür. Bunun yanında, SDR uygulanan grupların bağlanma dayanımı değerleri hipotezimizi doğrular şekilde Aelite Flow LW uygulanan gruplardan daha yüksek bulunmuştur.

Kompozit rezin ile dentin arasındaki bağlanmanın uzun dönem dayanıklılığı tam olarak aydınlatılamamıştır.¹⁵ Oral kavitede restoratif

materyaller sürekli olarak ısı ve pH değişimlerine maruz kalmaktadırlar.^{16,17} Bu nedenle dental bir restorasyonun doğal yaşlanma sürecini taklit etme girişiminde, termal siklus in vivo koşulların in vitro ortamda taklidini sağlamak için etkili bir yöntem olarak önerilmiştir.^{15,18} Termal siklus yöntemi, en sık kullanılan yapay yaşlandırma yöntemlerinden biridir. Bu yöntem, sıcak ve soğuk maddelerin dişlere etki etmesini taklit eder ve diş ve restoratif materyal arasındaki doğrusal termal genişleme katsayısının ilişkisini gösterir.¹⁹ Termal siklus ile elde edilen yapay yaşlandırmanın etkisi iki şekilde görülebilir: (1) Sıcak su korunmasız kollajenlerin hidrolizini çabuklaştırabilir ve yetersiz polimerize olan rezin oligomerlerin açığa çıkmasına neden olabilir. (2) Restoratif materyallerin termal genişleme ve büzülme katsayısının diş dokularından yüksek olması diş-biyomateryal ara yüzeyinde tekrar eden genişleme ve büzülme streslerine neden olabilir.¹⁵ Bu çalışmada hazırlanan örneklerin yarısı termal siklus ile yapay yaşlandırma işlemine tabi tutulmuş ve yaşlandırma işleminin grupların mikromakaslama bağlanma dayanımını kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı derecede düşürdüğü görülmüştür.

Bağlanma dayanımı testleri, restorasyon materyallerinin etkinlikleri ve adeziv sistemlerin klinik başarıları hakkında ön bilgi elde edinebilmek amacıyla kullanılmaktadır.²⁰ Makaslama bağlanma dayanımı testi, materyallerin farklı diş dokularına bağlanma dayanımlarının değerlendirilmesinde geçerli olarak kullanılan güvenilir bir test metodudur.²¹ Ancak testlerde kullanılan bağlantı alanı büyük olduğunda, nispeten daha düşük bir kuvvette, kohe-siv kırılma eğilimi vardır ve bunun sonucunda

TABLO 4: Grupların yaşlandırma öncesi ve sonrası kopma tipleri.

Gruplar	Kontrol			Yaşlandırma		
	Adeziv	Koheziv	Mikst	Adeziv	Koheziv	Mikst
Grup IA (Aelite + Tetric N Bond)	11	1	3	15	0	0
Grup IIA (Aelite + Adper Single Bond 2)	12	0	3	14	0	1
Grup IIIA (Aelite + Clearfil SE Bond)	11	0	4	14	0	1
Grup IB (SDR + Tetric N Bond)	13	1	1	14	0	1
Grup IIB (SDR + Adper Single Bond 2)	13	1	1	13	0	2
Grup IIIB (SDR + Clearfil SE Bond)	10	1	3	13	1	1

gerçek adeziv bağlanma değerleri ölçülememektedir. Küçük modellerde stres dağılımı daha homojendir ve stres birikimi daha azdır. Bu sayede koheziv kırılmalar yerine daha çok adeziv başarısızlık gözlenir ve bu sayede yapılan test, materyalin bağlanma dayanım kuvveti açısından daha net bilgi verebilir. Bu sebeple son yıllarda geleneksel yöntemlere göre daha küçük bağlantı alanlarında çalışılan mikro-gerilim ve mikro-makaslama testleri geliştirilmiştir.²² Bu nedenlerle bu çalışmada da mikromakaslama bağlanma dayanımı testi kullanılmıştır.

Adezivlerin bağlanma dayanımına etkinliği önemlidir. Bu çalışmada üç farklı adeziv sistem kullanılmıştır. Kontrol grubunda iki basamaklı “self-etch” adeziv olan Clearfil SE Bond uygulanan örneklerin bağlanma dayanımı değerleri “etch-and-rinse” adezivden anlamlı olarak yüksek bulunurken, tek basamaklı “self-etch” adezivle aralarında anlamlı bir fark görülmemiştir. Yaşlandırma sonrasında ise Clearfil SE Bond uygulanan örneklerin bağlanma dayanımı değerleri “etch-and-rinse” adeziv ve tek basamaklı “self-etch” adezivlerden anlamlı olarak yüksek bulunmuştur.

Clearfil SE Bond, büzülme streslerine karşı adezivin gerilme kapasitesini arttırdığı düşünülen doldurucu partiküller (silikon dioksit) içerir.²³ pH'sının klasik fosforik asitten daha düşük olması nedeni ile demineralizasyon derinliği 1 µm'dir. Bu yüzeysel demineralizasyonda hem mikromekanik tutuculuk için yeterli derecede yüzey pörözitesi elde edilir hem de kimyasal bağlanmaya katkı sağlayabilen hidroksiapatitler ortamdaki tamamen uzaklaşmazlar. Bunlara ek olarak içeriğinde, phenyl-p yerine hidroksiapatitin kalsiyumuna bağlanma potansiyeli olan MDP (10-Metakriloloksidodesil dihidrojen fosfat) içerir.²⁴ Tüm bu özellikler bu çalışmada Clearfil SE Bond'un daha iyi bağlanma dayanımı göstermesinde etken olabilir. İki tane “self-etch” ve bir tane “etch-and-rinse” adeziv sistemlerin dentine bağlanma dayanımının belirlenmesi için üç farklı test metodunun etkinliğinin değerlendirildiği daha önce yapılmış bir çalışmada, bizim çalışmamıza benzer olarak Clearfil SE Bond'un Prime & Bond NT ve G Bond'dan daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdiği bulunmuştur.²⁵ Yine Harnirattisai ve ark., dört “self-etch” adeziv sistemin uygulamadan 24

saat sonraki bağlanma dayanımlarını değerlendirdikleri çalışmalarında Clearfil SE Bond yine en iyi bağlanma dayanımını göstermiştir.²⁶

İki basamaklı “etch-and-rinse” adeziv sistemlerin su ve oksijen kontaminasyonuna daha hassas olmaları, adeziv rezinin eksik polimerizasyonuna ve düşük bağlanma dayanımına neden olabilir.^{27,28} Bu tür adezivlerde polimerizasyondan önce, nano dolurucu partiküller bir araya gelerek adezivin hibrit tabakasının interfibriler boşluklarına infiltre olmasını engelleyecek büyüklükte kümeler oluşturabilir. Buna ek olarak, adezivin ana maddesi olan akıcı monomer demineralize intertübüler matrikse daha önce infiltre olarak bu partiküllerin infiltrasyonunu önleyebilir. Bu durum bağlanmayı olumsuz etkiler. Ayrıca bu sistemler dentinde, infiltre olabildiklerinden daha derin demineralizasyona neden olabilirler.²⁹ Yıkama işlemini takiben yüzeyin hava spreyi ile kurutulması, kollajen liflerin büzülmesine neden olarak monomerin eksik infiltrasyonuna ve zayıf bağlanma dayanımına neden olabilir.^{22,30} Bu çalışmada, Adper Single Bond 2 uygulanan gruplarda düşük bağlanma dayanımı görülmesi bu nedenlere bağlı olarak gelişmiş olabilir. Roh ve Chung aynı üreticilerin reçine-bazlı kompozit ve adeziv kombinasyonlarının farklı üreticilerin diğer diğer kombinasyonlarından daha yüksek mikromakaslama bağlanma dayanımı gösterip göstermediğini test etmek için yaptıkları çalışmalarında, bizim çalışmamıza benzer şekilde “total-etch” adezivlerin “self-etch” adezivlerden daha düşük bağlanma değeri gösterdiğini belirtmişlerdir.³¹ Korkmaz ve ark. 2010 yılında yaptıkları çalışmalarında nanokompozitlerle “etch-and-rinse” adezivler birlikte kullanıldığında, “self-etch” adeziv kullanımına göre daha düşük bir bağlanma dayanımı göstermiştir.³²

Tek basamaklı “self-etch” adezivler, dentin yüzeyinin yeterince pürüzlendirilmesi için geleneksel adezivlere kıyasla daha yüksek konsantrasyonlarda asidik monomer, su ve organik çözücüler içerirler ve bu nedenle daha hidrofilitirler.³³⁻³⁵ Hidrofilik yapıları nedeniyle bu adezivler geçirgen bir membran gibi davranmakta ve polimerizasyon sonrası önemli ölçüde su absorbe etmektedirler.^{34,35} Bu da uzun dönem bağlanma dayanıklılığını azaltabilir. Bu durum, yapılan bu çalışmada kontrol

grubuna göre yaşlandırma sonrası tek basamaklı “self-etch” adeziv rezin uygulanmış gruplarda bağlanma dayanımının iki basamaklı “self-etch” adezivden daha düşük olmasına neden olmuş olabilir. Okada ve ark. yaptıkları bir çalışmada, bizim çalışmamıza benzer şekilde tek basamaklı “self-etch” adezivlerin, iki basamaklı “self-etch” ve iki basamaklı “total-etch” adezivlerden daha düşük bağlanma değeri gösterdiğini bulmuşlardır.³⁶ Süt ve daimi dişlerde “total-etch” ve tek basamaklı “self-etch” adezivlerin bağlanma dayanımlarının karşılaştırıldığı başka bir çalışmada da tek basamaklı “self-etch” adezivin “total-etch” adezivden daha düşük bağlanma değeri gösterdiği belirtilmiştir.³⁷

SDR, ağırlıkça %68 (hacimce %45) oranında doldurucu partikül içerir.³⁸ SDR rezin polimerizasyon büzülmesi ve stresinin azalmasından sorumlu üreten dimetakrilat yapıdadır. SDR geleneksel kompozitlerle karşılaştırıldığında düşük polimerizasyon büzülmesine (%3-5) sahiptir. Hacimsel büzülmenin düşük olması büzülme stresinin de daha düşük olmasına katkıda bulunur.⁵ Günümüzde kullanılan kompozit rezinler reaktif organik rezin ve mineral dolduruculardan oluşur. Bir rezin sistemi ışığa maruz kaldığında, polimerizasyon eş zamanlı hacimsel büzülme ile hızlı bir şekilde başlar. Bunun

sonucunda hızlı polimerizasyon ve büzülme, polimerizasyon stresinde büyük bir artışa yol açar. Buna karşın, SDR’de benzer koşullarda strete artış zamanla büyük ölçüde azalır. SDR rezin geleneksel kompozit rezinlerle karşılaştırıldığında polimerizasyon stresinde %60-70 azalma sağlar.^{39,40} Yapılan bu çalışmada SDR uygulanan gruplarda Aelite Flow LW uygulananlara göre daha yüksek bağlanma dayanımı göstermesi azalan polimerizasyon streslerine bağlanabilir. Çünkü kompozit rezinlerin polimerizasyonu sırasında meydana gelen büzülme stresleri bağlanma problemlerine neden olabilir.

Çalışmamızda grupların hata tipleri incelendiğinde adeziv tip kopmalar şeklinde olduğu görülmüştür. Karışık tip kopmaların yüksek, adeziv tip kopmaların ise düşük bağlanma dayanımı göstergesi olduğu söylenmektedir.^{41,42}

SONUÇ

Bu çalışmanın sınırlamaları içinde bağlanma dayanımı göz önüne alındığında yüksek bağlanma dayanımı gösteren yeni nesil akışkan kompozit rezin olan Surefil SDR Flow ve iki aşamalı self-etch adeziv olan Clearfil SE Bond’un birlikte kullanımı tavsiye edilebilir.

KAYNAKLAR

- Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ Jr, Stamatides P, Wilkerson M. A characterization of first-generation flowable composites. *J Am Dent Assoc* 1998;129(5):567-77.
- He Z, Shimada Y, Sadr A, Ikeda M, Tagami J. The effects of cavity size and filling method on the bonding to Class I cavities. *J Adhes Dent* 2008;10(6):447-53.
- Yoshikawa T, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Pashley DH. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *J Dent Res* 1999;78(4):898-905.
- Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. *J Dent* 2012;40(6):500-5.
- Ilie N, Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology. *Dent Mater* 2011;27(4):348-55.
- Park SB, Son WS, Ko CC, Garcia-Godoy F, Park MG, Kim HI, et al. Influence of flowable resins on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Dent Mater J* 2009;28(6):730-4.
- Şar Sancaklı H. [Dentin bonding systems and hybridization]. *İÜ Diş Hek Fak Derg* 2010;44(2):183-95.
- Chigira H, Manabe A, Hasegawa T, Yukitani W, Fujimitsu T, Itoh K, et al. Efficacy of various commercial dentin bonding systems. *Dent Mater* 1994;10(6):363-8.
- Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater* 1995;11(2):117-25.
- Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength--evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater* 1994;10(4):236-40.
- Tosun G, Şener Y, Şengün A. [The effect of various storage solutions on the bond strength of resin composite to enamel]. *SÜ Diş Hek Fak Derg* 2005;29(1):2-6.
- Figueiredo Reis A, Giannini M, Ambrosano GM, Chan DC. The effects of filling techniques and a low-viscosity composite liner on bond strength to class II cavities. *J Dent* 2003;31(1):59-66.
- Cebe F, Cebe MA, Dündar A, Bahşi E, Öztürk B. [Dentin bond strength of two different systems with different cavity liners]. *SÜ Diş Hek Fak Derg* 2011;20(3):152-8.
- Sacramento PA, de Castilho AR, Banzi EC, Puppi-Rontani RM. Influence of cavity disinfectant and adhesive systems on the bonding procedure in demineralized dentin - a one-year in vitro evaluation. *J Adhes Dent* 2012;14(6):575-83.
- Abdalla AI, El Zohairy AA, Aboushelib MM, Feilzer AJ. Influence of thermal and mechanical load cycling on the microtensile bond strength of self-etching adhesives. *Am J Dent* 2007;20(4):250-4.

16. Meriç G, Ruyter IE. Influence of thermal cycling on flexural properties of composites reinforced with unidirectional silica-glass fibers. *Dent Mater* 2008;24(8):1050-7.
17. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999;27(2):89-99.
18. do Amaral FL, Colucci V, de Souza-Gabriel AE, Chinelatti MA, Palma-Dibb RG, Corona SA. Adhesion to Er:YAG laser-prepared dentin after long-term water storage and thermocycling. *Oper Dent* 2008;33(1):51-8.
19. El-Araby AM, Talic YF. The effect of thermocycling on the adhesion of self-etching adhesives on dental enamel and dentin. *J Contemp Dent Pract* 2007;8(2):17-24.
20. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005;84(2):118-32.
21. Bedran-de-Castro AK, Cardoso PE, Ambrosano GM, Pimenta LA. Thermal and mechanical load cycling on microleakage and shear bond strength to dentin. *Oper Dent* 2004;29(1):42-8.
22. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003;28(3):215-35.
23. Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Cardoso PE, Ferrari M. Microtensile bond strength of self-etching adhesives to enamel and dentin. *J Adhes Dent* 2004;6(4):313-8.
24. Atash R, Van den Abbeele A. Bond strengths of eight contemporary adhesives to enamel and to dentine: an in vitro study on bovine primary teeth. *Int J Paediatr Dent* 2005;15(4): 264-73.
25. Eren D, Bektaş ÖÖ, Siso SH. Three different adhesive systems; three different bond strength test methods. *Acta Odontol Scand* 2013;71(3-4):978-83.
26. Harnirattaisai C, Roengrungreang P, Rangsisiripaiboon U, Senawongse P. Shear and micro-shear bond strengths of four self-etching adhesives measured immediately and 24 hours after application. *Dent Mater J* 2012;31(5): 779-87.
27. Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin C, et al. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. *J Dent* 2001;29(1):55-61.
28. Urabe I, Nakajima S, Sano H, Tagami J. Physical properties of the dentin-enamel junction region. *Am J Dent* 2000;13(3):129-35.
29. Gagliardi RM, Avelar RP. Evaluation of microleakage using different bonding agents. *Oper Dent* 2002;27(6):582-6.
30. Tosun G, Yıldız E, Elbay Ü. [Evaluation of total etch and self etch bonding systems to primary tooth dentine by micro-tensile bond strength test]. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci* 2009;15(3):178-85.
31. Roh OD, Chung JH. Micro-shear bond strength of five resin-based composites to dentin with five different dentin adhesives. *Am J Dent* 2005;18(6):333-7.
32. Korkmaz Y, Gurgan S, Firat E, Nathanson D. Shear bond strength of three different nano-restorative materials to dentin. *Oper Dent* 2010;35(1):50-7.
33. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater* 2001;17(4):296-308.
34. Tanaka J, Ishikawa K, Yatani H, Yamashita A, Suzuki K. Correlation of dentin bond durability with water absorption of bonding layer. *Dent Mater J* 1999;18(1):11-8.
35. Tay FR, Pashley DH, Yoshiyama M. Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res* 2002;81(7):472-6.
36. Okada H, Sadr A, Shimada Y, Tagami J. Micro-shear bond strength of current one-step adhesives to cementum and dentin. *Am J Dent* 2009;22(5):259-63.
37. Germán Cecilia C, García Ballesta C, Cortés Lillo O, Pérez Lajarán L. Shear bond strength of a self-etching adhesive in primary and permanent dentition. *Am J Dent* 2005;18(5):331-4.
38. Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: effect on adhesion to cavity-bottom dentin. *Dent Mater* 2013;29(3):269-77.
39. Burgess J, Cakir D. Comparative properties of low-shrinkage composite resins. *Compend Contin Educ Dent* 2010;31 Spec No 2:10-5.
40. Jin X, Bertrand S, Hammesfahr PD. New radically polymerizable resins with remarkably low curing stress. *J Dent Res* 2009;88(Spec Iss A):1651.
41. Jacobsen T, Söderholm KJ, Garcea I, Mondragon E. Calcium leaching from dentin and shear bond strength after etching with phosphoric acid of different concentrations. *Eur J Oral Sci* 2000;108(3):247-54.
42. Titley KC, Chernecky R, Rossouw PE, Kulkarni GV. The effect of various storage methods and media on shear-bond strengths of dental composite resin to bovine dentine. *Arch Oral Biol* 1998;43(4):305-11.