



Universal Adezivlerin İki Tabaka Uygulanmasının Bağlanma Performansına Etkisi

Effect Of The Double-Layer Application Of Universal Adhesives On Bonding Performance

Muhittin Uğurlu¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Isparta, Türkiye.

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı, universal adezivlerin iki tabaka uygulanmasının dentine bağlanma dayanımı üzerindeki etkisini değerlendirmektir.

Materyal-Metot: Yetmiş adet çürük içermeyen insan üçüncü azı dişi kullanıldı. Dişler rastgele yedi gruba ayrıldı (n=10). Universal adezivler Single Bond Universal (3M Oral Care), Gluma Bond Universal (Heraeus Kulzer) ve Prime&Bond Universal (Dentsply) üreticinin talimatlarına göre ve iki tabaka halinde kullanıldı. Kontrol grubu olarak iki basamaklı kendinden asitli adeziv Clearfil SE Bond (Kuraray Noritake) kullanıldı. Kompozit üst yapılar orta-koronal oklüzal dentin yüzeylerine bağlandıktan sonra örnekler distile su içinde saklandı (37 °C/24 saat) ve mikro örnekler ayrıldı. Örnekler mikrogerilme bağlanma dayanımı testine (1,0 mm/dk) tabi tutuldu. Başarısızlık tiplerinin analizi ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu kullanılarak yapıldı. Veriler tek yönlü ANOVA ve Duncan testi ile analiz edildi (p=0,05).

Bulgular: İki tabaka halinde uygulama, üç universal adezivin dentine bağlanma dayanımını arttırdı (p<0,05). Clearfil SE Bond, universal adezivler tek kat halinde uygulandığında universal adezivlere kıyasla daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri gösterdi (p<0,05). Tek tabaka halinde uygulandığında, Prime&Bond Universal ile, Single Bond Universal ve Gluma Bond Universal'den daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde edildi (p<0,05).

Sonuç: İki tabaka uygulama, universal adezivlerin dentine bağlanma dayanımının artırılmasında faydalı olmuştur. Clearfil SE Bond, universal adezivlerden daha iyi bağlanma dayanımı sonuçları göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Dental Adeziv, Dental Bağlanma, Dentin.

Giriş

Dental adezivler, asitlenen yıkanan (etch-and-rinse) ve kendinden asitli (self-etch) adezivler olarak sınıflandırılmaktadır (1). Asitlenen ve yıkanan adezivler primer veya bağlayıcı ajan uygulamasından önce, fosforik asit ile asitleme ve ardından su ile durulama aşamasını içerir (1). Self-etch adezivler, asidik bir fonksiyonel gruba sahip rezin monomerler içerir, böylece diş sert dokularını demineralize

Abstract

Objective: This study aimed to evaluate the effect of double-layer application of universal adhesives on the bond strength to dentin.

Material-Method: Seventy caries-free human third molars were used. The teeth were randomly assigned into seven groups (n=10). Universal adhesives Single Bond Universal (3M Oral Care), Gluma Bond Universal (Heraeus Kulzer), and Prime&Bond Universal (Dentsply) were employed (following manufacturer's instructions and double-layer application). Two-step self-etch adhesive Clearfil SE Bond (Kuraray Noritake) was used as control. After composite buildups were bonded to mid-coronal occlusal dentin surfaces, the specimens were stored in distilled water (37°C/24 h) and sectioned into microspecimens. The microspecimens were subjected to μ TBS testing (1.0 mm/min). Failure analysis was performed using stereomicroscope and scanning electron microscopy. Data were analyzed with one-way ANOVA and Duncan test (p=0.05).

Results: The double-layer application increased the dentin bond strength of three universal adhesives (p<0.05). Clearfil SE Bond showed higher bond strength compared to the universal adhesives when the universal adhesives were applied as a single coat (p<0.05). The higher bond strength was obtained from Prime&Bond Universal than Single Bond Universal and Gluma Bond Universal in single application mode (p<0.05).

Conclusion: The double-layer application was beneficial in improving the bond strength of universal adhesives to dentin. Clearfil SE Bond presented with better bond strength results than the universal adhesives.

Keywords: Dental Adhesive, Dental Bonding, Dentin.

ederken aynı anda rezin infiltrasyonunu da gerçekleştirirler (2). Aynı bir asitleme aşaması gerektirmediği için self-etch adezivler teknik hassasiyete daha az duyarlıdır (3). Self-etch adezivler de uygulama aşamalarına göre bir basamaklı ve iki basamaklı self-etch adezivler olarak sınıflandırılır (3). Bir basamaklı self-etch adezivlerin uygulama süresi daha kısa olmasına rağmen, hidrofilik yapılarından dolayı dentinde düşük bağlanma dayanımı sonuçları gösterdikleri

rapor edilmiştir (4–8). Bununla birlikte, bir basamaklı self-etch adezivlerin iki tabaka uygulanmasının adeziv tabaka ve hibrit tabakasının özelliklerini etkileyerek dentine bağlanma dayanımında bir artış sağladığı sonucuna varılmıştır (4–9). Adeziv diş hekimliğindeki gelişmeler, uygulama basamaklarını azaltarak klinik uygulama süresini kısaltmayı ve teknik duyarlılığı azaltarak bağlanma dayanımını geliştirmeyi amaçlamaktadır (3). Adeziv sistemlerdeki son gelişme, hem etch-and-rinse modunda hem self-etch modunda hem de selektif asitleme tekniği ile kullanılabilen universal adezivlerin geliştirilmesidir (10–12). Universal adezivlerin farklı teknikler ile uygulanabilmesi, klinik başarıyı artırmak için klinikte karşılaşılan duruma göre bir teknik seçilmesini sağlar (10). Universal adezivler, dentinde etch-and-rinse veya self-etch modunda kullanıldığında yeterli bağlanma dayanımı sağlayabilmektedir (10). Ancak, universal adezivlerin ince bir adeziv ve hibrit tabaka meydana getirmeleri nedeni ile dentine düşük bağlanma dayanımı gösterdikleri de belirtilmiştir (13). Universal adezivler, tek aşamalı adeziv sistemlerdir (10). Universal adezivler bir basamaklı self-etch adezivler ile benzer yapıya sahiptirler, ancak farklı uygulama teknikleri ile kullanılabilmesinden dolayı bir basamaklı self-etch adezivlerden farklılık gösterirler (11). Universal adezivlerin farklı teknikler ile kullanılabilmesi hidrofilik fonksiyonel monomerlerin yüksek miktarda çözücü ile tek şişede birleştirilmesi ile sağlanmıştır (10, 12, 14, 15). Universal adezivlerin bu içeriğinden dolayı adeziv tabaka içerisinde artık çözücü kalmasına neden olduğu belirtilmiştir (16). Artık çözücü, çapraz bağlı monomerlerin oluşumunu engelleyerek, adeziv tabakanın mekanik özelliklerini etkiler ve daha düşük bağlanma dayanımına neden olur (16–18). Ayrıca yüksek çözücü içeriği nedeni ile universal adezivler, daha fazla hava ile çözücü uzaklaştırma işlemine gerek duyar, bu nedenle düşük bağlanma dayanımına neden olabilecek daha ince bir adeziv tabaka meydana getirirler (13, 15). Yapılan çalışmalar universal adezivlerin iki tabaka uygulanmasının (13, 18,

19) veya universal adezivler ile birlikte ilave bir adeziv tabaka uygulanmasının (15) dentine bağlanma dayanımını artırdığı sonucuna varmıştır. Universal adezivlerin bağlanma dayanımının artırılması ile ilgili yapılan çalışmalar büyük önem taşımaktadır.

Bu nedenle, bu çalışmanın amacı, universal adezivlerin iki tabaka uygulanmasının dentine bağlanma dayanımı üzerindeki etkisini araştırmaktır. Test edilecek sıfır hipotezi, universal adezivlerin iki tabaka uygulanması dentine bağlanma dayanımını artırmayacaktır, olarak belirlenmiştir.

Materyal-Metot

Bu çalışma için etik kurul onayı (ref no: 2019/328) alınarak çürük ve restorasyon içermeyen, yetmiş adet çekilmiş üçüncü molar insan dişi toplandı. Dişlerin yüzeyindeki yumuşak ve sert doku kalıntıları periodontal küret ile uzaklaştırıldı, angldrüva ve fırça kullanılarak pomza ile temizlendi. Temizlenen dişler oda sıcaklığında %0,5'lik kloramin-T solüsyonunda (Merck KGaA, Darmstadt, Almanya) saklandı ve çekimi takiben en fazla 3 ay içerisinde kullanıldı. Dişler mine sement birleşiminin 3-4 mm altından kimyasal olarak sertleşen bir akrilik rezin (Panacryl, İstanbul, Türkiye) ile bloklar içerisine gömüldü. Dişlerin 1/3 oklüzal üçlüsü, dentin yüzeyinin açığa çıkarılması amacıyla, mine-sement birleşimine paralel olarak su soğutması altında düşük devirde dönen bir elmas kesme diski (Mod 13, Struers, Ballerup, Danimarka) ile uzaklaştırıldı. Açığa çıkmış dentin yüzeyi, standart smear tabakası oluşturmak amacıyla, metalografik polisaj cihazında (Lavopol 5, Struers, Ballerup, Danimarka) su soğutması altında zımparalandı (SiC zımpara, gren büyüklüğü: 180, MD Fuga, Struers, Ballerup, Danimarka). Dişler, kullanılacak adeziv sistemlere ve uygulama prosedürüne göre rastgele yedi gruba ayrıldı (n=10). Bu çalışmada adeziv materyal olarak; üç adet universal adeziv Single Bond Universal (3M Oral Care St. Paul, MN, ABD), Gluma Bond Universal (Heraeus Kulzer Hanau, Almanya)

Tablo 1. Çalışmada kullanılan adezivlerin, üretici firmaları, içerikleri ve uygulama şekilleri

Adeziv/Üretici firma	İçerik	Uygulama prosedürü
Single Bond Universal (3M Oral Care, St. Paul, MN, ABD) Lot no: 602724	10-MDP, dimetakrilat rezin, HEMA, metakrilat-modifiye polialkenoik asit kopolimeri, doldurucu, etanol, su, başlatıcı, silan	1. Prepare diş yüzeyine adezivi 20 saniye ajitasyon yaparak uygula 2. Hafif bir şekilde 5 saniye hava ile kurut 3. 10 saniye ışık uygula
Gluma Bond Universal (Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Almanya) Lot no: K010033	10-MDP, 4-META, HEMA, dimetakrilat rezin, duldurucu, aseton / su, başlatıcı, silan	1. Prepare diş yüzeyine adezivi 20 saniye ajitasyon yaparak uygula 2. Hafif bir şekilde 5 saniye hava ile kurut 3. 10 saniye ışık uygula
Prime&Bond Universal (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Almanya) Lot no: 1802000551	Fonksiyonel akrilat rezin, PENTA, diketone, organik fosfin oksit, stabilizer, isopropanol, su	1. Prepare diş yüzeyine adezivi 20 saniye ajitasyon yaparak uygula 2. Hafif bir şekilde 5 saniye hava ile kurut 3. 10 saniye ışık uygula
Clearfil SE Bond (Kuraray Noritake, Osaka, Japonya) Lot no: 000273	Primer: 10-MDP, HEMA, kamforkinon, hidrofilik dimetakrilat, su Bond: 10-MDP, Bis-GMA, HEMA, kmforkinon, hidrofobik dimetakrilat, N,N-diethanol p-toluidine bond, koloidal silika	1. Prepare diş yüzeyine primeri uygulayıp 20 saniye bekle 2. Hafif bir şekilde hava ile kurut 3. Adezivi uygulayıp hafifçe hava ile kurut 4. 10 saniye ışık uygula

Üreticiler tarafından sağlanan içerikler: 10-MDP: 10-Metakriloksidesil dihidrojen fosfat, HEMA: Hidroksi etil metakrilat, 4-META: 4-metakriloksietil trimelitat anhidrit, UDMA: ürethan dimetakrilat, PENTA: dipentaeritil penta akrilat monofosfat, Bis-GMA: bisfenol A diğlisidil metakrilat.

ve Prime&Bond Universal (Dentsply Konstanz, Almanya) self-etch modunda (üreticinin talimatlarına göre ve iki tabaka halinde) kullanıldı (Tablo 1). İki tabaka uygulanan gruplarda, universal adezivler üretici talimatlarına göre tek tabaka uygulanıp polimerize edildikten sonra aynı şekilde ikinci tabaka uygulandı ve polimerize edildi. İki basamaklı self-etch adeziv Clearfil SE Bond (Kuraray Noritake, Okayama, Japonya) kontrol grubu olarak üretici talimatlarına göre kullanıldı. Polimerizasyon işlemlerinde bir LED ışık kaynağı (Smartlite Focus; Dentsply, Milford, DE, ABD, 1000 mW/cm²) kullanıldı. Adeziv uygulamayı takiben dentin yüzeylerinde 5-6 mm yüksekliğinde kompozit üst yapılar, bir nanofil kompozit rezin materyali (Filtek Ultimate, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) 2 mm'lik 2 veya 3 tabaka halinde yerleştirilerek hazırlandı. Örnekler distile su içerisinde 24 saat boyunca 37°C'de bekletildikten sonra su soğutması altında düşük devirde dönen bir elmas kesme diski (Mod 13, Struers, Ballerup, Danimarka) ile bağlanma ara yüzüne dik olarak kesildi. Yaklaşık 1.0x1.0 mm genişliğinde ve 8-9 mm uzunluğunda kare kesitli çubuk şeklinde örnekler elde edildi. Her bir dişin merkezinden elde edilen 5 örnek seçildi ve her grupta toplam 50 örnek test edildi (n=50). Örnekler, siyanoakrilat içerikli bir yapıştırıcı (Loctite Super Glue, Henkel, Dusseldorf, Almanya) ile mikrogerilme test aracına sabitlendi ve universal bir test cihazında 1mm/dk hızda mikrogerilme bağlanma dayanımı testine (μ TBS) tabi tutuldu (Autograph AGS-X; Shimadzu, Kyoto, Japonya). Testten önce dijital bir kumpas (Digimatic Caliper, Mitutoyo, Tokyo, Japonya) ile her örneğin boyutu ölçüldü, kırılma anında uygulanan kuvvetin (N) örneğin yüzey alanına (mm²) bölünmesi ile mikrogerilme bağlanma dayanımı megapaskal (MPa) biriminden hesaplandı.

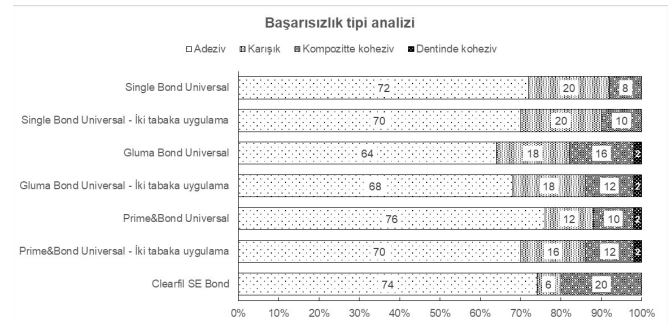
Elde edilen veriler SPSS paket programı (SPSS for Windows, Version 20; SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi. Mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri, gruplar arasındaki farkların belirlenmesi amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak test edildi. Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunun saptanması, Duncan post hoc çoklu karşılaştırma testi ile yapıldı. Tüm testlerde anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alındı.

Mikrogerilme bağlanma dayanımı testinden sonra kompozit rezin-dentin ara yüzeyi, bir ışık mikroskobu (S4E, Leica Microsystems, Wetzlar, Almanya) ile X80 büyütmede incelenerek başarısızlık tipleri belirlendi. Başarısızlık tipleri adeziv tip başarısızlık, kompozit rezinde koheziv başarısızlık, dentinde koheziv başarısızlık ve karışık tip başarısızlık olarak kaydedildi. Seçilen bazı örnekler 150 millitorr düşük vakumda, 15kV flaman geriliminde ve X200 büyütmede bir taramalı elektron mikroskobunda incelendi (SEM, Quanta Feg 250, FEI, Eindhoven, Hollanda).

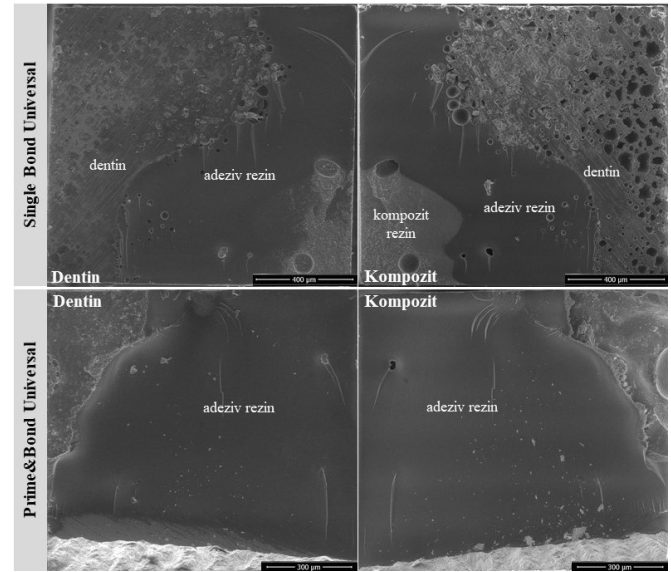
Bulgular

Tek yönlü ANOVA deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya koymuştur (Tablo 2). Standart sapmalar dahil tüm deney gruplarının ortalama μ TBS değerleri Tablo 3'te detaylandırılmıştır. Çoklu karşılaştırmaların istatistiksel analiz sonuçları da Tablo 3'te gösterilmektedir. Bu çalışmada test öncesi başarısızlık tespit edilmemiştir.

İki tabaka uygulama test edilen üç universal adezivinde bağlanma dayanımı artırdı ($p<0,05$). Universal adezivler, tek tabaka halinde kullanıldığında, Clearfil SE Bond üç universal adezivden daha yüksek mikrogerilme bağlanma dayanımı değeri gösterdi ($p<0,05$). Tek tabaka uygulama modunda Prime&Bond Universal, Single Bond Universal ve Gluma Bond Universal'den daha yüksek bağlanma dayanımı değeri gösterdi ($p<0,05$). Başarısızlık tiplerinin analiz sonuçları Şekil 1'de sunulmuştur. Bütün gruplarda en çok adeziv tip başarısızlık tespit edildi. Bazı temsili taramalı elektron mikroskop görüntüleri Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Işık mikroskobu ile yapılan inceleme sonucu elde edilen başarısızlık tiplerinin insidansının grafiksel sunumu.



Şekil 2. Single Bond Universal ve Prime&Bond Universal'ın iki tabaka uygulandığı gruplardan seçilen örneklerin dentin ve kompozit tarafından elde edilen taramalı elektron mikroskobu görüntüleri. Single Bond Universal; karışık tip başarısızlık. Prime&Bond Universal; adeziv tip başarısızlık.

Tablo 2. Bağlanma dayanımı değerlerinin tek yönlü ANOVA analizi sonuçları

Source	Sum of squares	df	Mean square	F	p
Between Groups	2390,881	6	398,480	15,081	0,000*
Within Groups	1664,619	63	26,423		
Total	4055,500	69			

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p<0,05$).

Tablo 3. Test gruplarına ait mikrogerilme bağlanma dayanımı sonuçları (MPa)

	MPa±SD
Single Bond Universal	33,73±4,29ac
Single Bond Universal - İki tabaka uygulama	39,28±5,42b
Gluma Bond Universal	32,32±4,08a
Gluma Bond Universal - İki tabaka uygulama	38,08±5,04bc
Prime&Bond Universal	40,32±5,03b
Prime&Bond Universal - İki tabaka uygulama	46,18±5,28d
Clearfil SE Bond	49,91±6,48d

SD, standart sapma; n= 50, her grupta test edilen örnek sayısı. Aynı harflerle gösterilen ortalama mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır (p<0,05 ANOVA, Duncan çoklu karşılaştırma).

Tartışma

Bu çalışmada iki tabaka uygulama universal adezivlerin dentine bağlanma dayanımını artırmıştır. Bulgular, iki tabaka uygulamanın universal adezivlerin bağlanma dayanımını olumlu etkilediğini bildiren önceki çalışmalar ile uyumludur (18, 19). Bu nedenle, universal adezivlerin iki tabaka uygulanmasının dentine bağlanma dayanımını artırmayacağı yönündeki sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Bağlanma dayanımının iki tabaka uygulama ile artması, adeziv ara yüzeyinde meydana gelen değişikliklerden kaynaklanmış olabilir (6). İlk tabaka çözücü uzaklaştırılıp polimerize edildikten sonra ikinci tabakanın uygulanması ile monomer konsantrasyonu artar, böylece rezin infiltrasyonu ve hibrit tabakasının kalitesi de artar (6, 7, 9, 19, 20). Hibrit tabakası, hidrofilik fonksiyonel monomerlerin demineralize dentine infiltre olması ile meydana gelen bir yapıdır (21). Dentin ve adeziv rezin arasındaki bağlantının sağlanmasında hibrit tabakası önemli bir rol oynamaktadır (3, 22–24). Universal adezivler self-etch modunda kullanıldığında hibrit tabaka oluşturmadığı, asitlenen ve yıkanan adezivlerin diğer adezivlerden daha kalın bir hibrit tabakası oluşturduğu rapor edilmiştir (25). Adezivlerin hibrit tabaka kalınlığındaki fark, adezivi uygulama süresi ve bağlama tekniği ile ilişkilidir (25). Hibrit tabakasının kalitesi, adezivin uygulama süresine de bağlıdır (26). Universal adezivlerin iki tabaka uygulanması, bağlanma dayanımını artırabilecek daha kaliteli ve daha kalın bir hibrit tabakası oluşturabilir.

Adezivlerin iki tabaka uygulanması ile daha kalın bir adeziv tabaka meydana gelir (5, 8). Kalın bir adeziv tabaka artmış mekanik özelliklere sahip olabilir (5, 8, 19, 27), böylece polimerizasyon streslerini azaltabilir ve test sırasında stres dağılımını daha iyi sağlayabilir (5–7, 9). Bununla birlikte, kalın bir adeziv tabakadan çözücüyü uzaklaştırmak daha zordur (28). Adeziv uygulandıktan sonra içerisindeki çözücü tamamen uzaklaştırılmalıdır, çünkü adeziv tabaka içerisinde kalan çözücü adeziv ara yüzünü zayıflatarak düşük bağlanma dayanımına neden olabilir (29). İki tabaka uygulama sonrasında otaya çıkabilecek bu problem, ikinci tabaka uygulanmadan önce ilk tabakadan sonra çözücünün uzaklaştırılıp ilk tabakanın polimerize edilmesi ile çözülebilir (15). Ancak, ilk tabaka polimerize edildikten sonra ikinci tabakanın uygulanması ile rezin infiltrasyonunun artmayacağı

da belirtilmiştir (19). Adeziv tabakanın çok kalın olması uzun dönemde marjinal bütünlük ile ilgili sorunlara da neden olabilir (29). Diş hekimliğinde kullanılan adezivlerin adeziv tabakası için en uygun kalınlığın ne olduğu konusunda bir fikir birliği de yoktur (18, 25). İki tabaka uygulamanın adeziv tabakanın ve rezin dentin ara yüzünün sertliğini artırdığı, böylelikle universal adezivlerin bağlanma dayanımını geliştirebileceği de belirtilmiştir (4, 19). Ayrıca, adezivin iki tabaka uygulanması ile olası uygulama kusurlarını telafi edebilen daha homojen bir adeziv tabaka elde edilebilir (18). Bu çalışmada, daha önceki çalışmalarda belirtildiği gibi universal adezivlerin bağlanma dayanımındaki artışın, iki tabaka uygulama ile hibrit tabakasının kalitesinin, adeziv tabakanın kalınlığının ve kalitesinin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (6, 8, 18–20).

Yapılan laboratuvar ve klinik çalışmalar, universal adezivlerin farklı uygulama tekniklerinde dentine yeterli bağlanma dayanımı gösterdiğini bildirmiştir (10, 11). Universal adezivlerin dentine bağlanması, adeziv içerisindeki fonksiyonel monomerin dentine kimyasal olarak bağlanması ile meydana gelmektedir (25). Universal adezivlerin dentine kimyasal olarak bağlanması, adeziv self-etch modunda uygulandığında daha çok meydana gelmektedir (25). Bu nedenle bu çalışmada universal adezivler self-etch modunda test edilmiştir. Adezivlerin kimyasal bağlama kapasitesi temel olarak içerdiği fonksiyonel monomere bağlıdır. 10-MDP en etkili asidik fonksiyonel monomer olarak kabul edilir, çünkü dentini demineralize eder, hidroksiapatit içindeki kalsiyum ile iyonik olarak bağlanır ve kararlı nano katmanlı kalsiyum tuzları oluşturur (2). Bu nedenle, birçok adeziv 10-MDP içerir. Single Bond Universal ve Gluma Bond Universal, asidik fonksiyonel monomer olarak 10-MDP içerir. Gluma Bond Universal, 10-MDP'ye ek olarak iki karboksilik grubu olan asidik monomer 4-META içerir. Single Bond Universal ayrıca, hidroksiapatite kimyasal olarak da bağlanabilen bir polialkenoik asit ko-polimerini içerir. Ancak, bu polialkenoik asit ko-polimerinin hidroksiapatitte kalsiyum bağlanma alanları için 10-MDP fonksiyonel monomeri ile rekabet ettiği ve aynı zamanda yüksek moleküler ağırlığı nedeniyle monomer polimerizasyonunu inhibe edebileceği bildirilmiştir (14). Prime&Bond Universal'in fonksiyonel monomeri PENTA'dır. Önceki bir çalışmada, Prime&Bond Universal, Single Bond Universal ile karşılaştırıldığında benzer dentin bağlanma dayanımı sonuçları sunmuştur (30). Ancak, bu çalışmada, Prime&Bond Universal, Single Bond Universal ve Gluma Bond Universal'dan daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri gösterdi. Universal adezivlerin bağlanma dayanımları arasındaki fark, içeriklerindeki monomerlerin farklı olmasından kaynaklanabilir. Prime&Bond Universal'ın daha yüksek bağlanma dayanımı, daha önceki bir çalışmada belirtildiği gibi ilave çözücü olarak isopropanol içermesi ile de ilişkili olabilir (13).

Dentine bağlanma, nemli bir doku olmasından dolayı mineden daha zordur (17). Adezivler nemli dentin ile uyumlu olacak şekilde hidrofiliktir, ancak polimerizasyondan sonra hidrofobik bir hale gelirler (1). Adezivler bu hidrofilik ve hidrofobik yapı arasında bir denge sağlamalıdır (1).

İsopropanol, adeziv ara yüzünde farklı nem miktarları altında polarite ve yüzey ıslatma özellikleri arasında iyi bir denge sağlayabilir (13). Universal adezivlerin birçoğu hidrofilik dentin yüzeyinin ıslanmasını artırmak için tek fonksiyonlu monomer HEMA'yı içerir (13). Ayrıca, self-etch bağlama potansiyelini sağlamak için universal adezivlerin içeriğinde su vardır (11). HEMA, su içeren adezivlerde diğer monomerler için yardımcı çözücü görevi gören, düşük molekül ağırlıklı bir moleküldür (31). HEMA, adezivin hidrofilik ve hidrofobik bileşenleri arasındaki faz ayrılmasını önler (30). Ancak, yüksek hidrofilikliğe sahiptir ve su emilimini indükler, böylece yapışkan ara yüzünü hidrolitik bozunmaya eğilimli hale getirir (30,31). HEMA etkili bir şekilde polimerize olmadığı için polimer ağını da zayıflatabilir (2, 3). Prime&Bond Universal HEMA içermez, ancak yardımcı çözücü olarak isopropanol içerir. Bu kimyasal içerik Prime&Bond Universal'ın bağlanma dayanımında etkili olabilir.

İki basamaklı self-etch adeziv Clearfil SE Bond, iki basamaklı altın standart self-etch adeziv olarak kabul edilir ve çalışmalarda referans adeziv olarak kullanılır (13, 15). Önceki çalışmalarla uyumlu olarak, Clearfil SE Bond, universal adezivler üretici talimatlarına göre kullanıldığında, universal adezivlerden daha yüksek bağlanma dayanımı değeri göstermiştir (13, 15, 29). Clearfil SE Bond'un yüksek bağlanma etkinliği, 10-MDP monomeri ile ilişkili olabilir (3, 32). Single Bond Universal ve Gluma Bond Universal de 10-MDP içerir. Bu universal adezivler ve Clearfil SE Bond'un bağlanma dayanımları arasındaki fark, Clearfil SE Bond'un primer ve çözücü içermeyen bağlayıcı ajanının ayrı uygulanmasından kaynaklanabilir (3). Primer ve bağlayıcı ajan uygulaması ayrıldığı için iki basamaklı self-etch adezivler universal adezivlerden daha hidrofobik bir adeziv tabaka meydana getirirler (18). Hidrofobik bir adeziv tabakanın mekanik özellikleri, hidrofilik olandan daha yüksektir, bu nedenle daha iyi bağlanma dayanımı sağlayabilir (31, 33). Bu çalışmada, Prime&Bond Universal'ın iki tabaka uygulanması ile Clearfil SE Bond'a benzer bir bağlanma dayanımı elde edildi. Bu sonuç, iki tabaka uygulama sayesinde yapışkan tabakanın daha hidrofobik hale gelmesinden kaynaklanmış olabilir (13). Ayrıca, Clearfil SE Bond'un her iki bileşeni de rezin monomerlerin polimerizasyon etkinliğini artıran ve çözücünün buharlaşmasını kolaylaştıran foto başlatıcılar içerir, polimerizasyon etkinliğinin artması da daha iyi bir bağlanma sağlayabilir (34).

Taramalı elektron mikroskobu görüntülerinde Single Bond Universal'de başarısızlık tipinin karışık tip olduğu saptandı. Çünkü, ara yüzeyde bazı alanlarda adeziv tip başarısızlık, bazı alanlarda kompozit rezinde ve dentinde koheziv başarısızlık gözlenmiştir. Prime&Bond Universal'de ise başarısızlık tipinin adeziv tip başarısızlık olduğu belirlendi (Şekil 2).

Sonuç

Bu in vitro çalışmanın sınırlamaları altında, universal adezivlerin iki tabaka uygulanmasının dentine bağlanma dayanımını artırmada etkili olduğu ve Clearfil SE Bond'un universal adezivlerden daha yüksek bağlanma dayanımı sonuçları gösterdiği söylenebilir. Klinik uygulama süresi uzamasına rağmen, iki tabaka uygulama yöntemi, universal

adezivlerin bağlanma dayanımını artırmak için faydalı bir klinik yaklaşım olabilir. Bununla birlikte, konu ile ilgili daha fazla in vitro çalışmaya, laboratuvar sonuçlarını doğrulamak için de randomize klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Yazar bu çalışmanın materyal desteği için, 3M Oral Care, Heraeus Kulzer ve Dentsply'a teşekkür eder.

Kaynaklar

1. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Van Landuyt K, Yoshida Y, Peumans M. From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. *J Adhes Dent.* 2020;22(1):7–34.
2. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res.* 2004;83(6):454–458.
3. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2011;27(1):17–28.
4. Wei S, Shimada Y, Sadr A, Tagami J. Effect of double-application of three single-step self-etch adhesives on dentin bonding and mechanical properties of resin-dentin area. *Oper Dent.* 2009;34(6):716–724.
5. Reis A, Albuquerque M, Pegoraro M, et al. Can the durability of one-step self-etch adhesives be improved by double application or by an extra layer of hydrophobic resin?. *J Dent.* 2008;36(5):309–315.
6. Albuquerque M, Pegoraro M, Mattei G, Reis A, Loguercio AD. Effect of double-application or the application of a hydrophobic layer for improved efficacy of one-step self-etch systems in enamel and dentin. *Oper Dent.* 2008;33(5):564–570.
7. Ito S, Tay FR, Hashimoto M, et al. Effects of multiple coatings of two all-in-one adhesives on dentin bonding. *J Adhes Dent.* 2005;7(2):133–141.
8. Taschner M, Kümmerling M, Lohbauer U, Breschi L, Petschelt A, Frankenberger R. Effect of double-layer application on dentin bond durability of one-step self-etch adhesives. *Oper Dent.* 2014;39(4):416–426.
9. de Silva AL, Lima DA, de Souza GM, dos Santos CT, Paulillo LA. Influence of additional adhesive application on the microtensile bond strength of adhesive systems. *Oper Dent.* 2006;31(5):562–568.
10. Cuevas-Suárez CE, da Rosa WLO, Lund RG, da Silva AF, Piva E. Bonding Performance of Universal Adhesives: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *J Adhes Dent.* 2019;21(1):7–26.
11. Nagarkar S, Theis-Mahon N, Perdigão J. Universal dental adhesives: Current status, laboratory testing, and clinical performance. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2019;107(6):2121–2131.
12. Rosa WL, Piva E, Silva AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2015;43(7):765–776.
13. Ahmed MH, De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Yoshihara K, Van Meerbeek B. Do Universal Adhesives Benefit from an Extra Bonding Layer?. *J Adhes Dent.*

2019;21(2):117–132.

14. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent*. 2014;42(7):800–807.

15. Ermis RB, Ugurlu M, Ahmed MH, Van Meerbeek B. Universal Adhesives Benefit from an Extra Hydrophobic Adhesive Layer When Light Cured Beforehand. *J Adhes Dent*. 2019;21(2):179–188.

16. Yiu CK, Pashley EL, Hiraishi N, et al. Solvent and water retention in dental adhesive blends after evaporation. *Biomaterials*. 2005;26(34):6863–6872.

17. Loguercio AD, Loeblein F, Cherobin T, Ogliari F, Piva E, Reis A. Effect of solvent removal on adhesive properties of simplified etch-and-rinse systems and on bond strengths to dry and wet dentin. *J Adhes Dent*. 2009;11(3):213–219.

18. Fujiwara S, Takamizawa T, Barkmeier WW, et al. Effect of double-layer application on bond quality of adhesive systems. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2018;77:501–509.

19. Chowdhury AFMA, Saikaew P, Alam A, Sun J, Carvalho RM, Sano H. Effects of Double Application of Contemporary Self-Etch Adhesives on Their Bonding Performance to Dentin with Clinically Relevant Smear Layers. *J Adhes Dent*. 2019;21(1):59–66.

20. Hashimoto M, De Munck J, Ito S, et al. In vitro effect of nanoleakage expression on resin-dentin bond strengths analyzed by microtensile bond test, SEM/EDX and TEM. *Biomaterials*. 2004;25(25):5565–5574.

21. Pashley DH. Smear layer: overview of structure and function. *Proc Finn Dent Soc*. 1992;88 Suppl 1:215–224.

22. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*. 1982;16(3):265–273.

23. Yamazaki PC, Bedran-Russo AK, Pereira PN. Importance of the hybrid layer on the bond strength of restorations subjected to cyclic loading. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2008;84(1):291–297.

24. Hashimoto M, Ohno H, Endo K, Kaga M, Sano H, Oguchi

H. The effect of hybrid layer thickness on bond strength: demineralized dentin zone of the hybrid layer. *Dent Mater*. 2000;16(6):406–411.

25. Takamizawa T, Imai A, Hirokane E, et al. SEM observation of novel characteristic of the dentin bond interfaces of universal adhesives. *Dent Mater*. 2019;35(12):1791–1804.

26. Saikaew P, Matsumoto M, Chowdhury A, Carvalho RM, Sano H. Does Shortened Application Time Affect Long-Term Bond Strength of Universal Adhesives to Dentin?. *Oper Dent*. 2018;43(5):549–558.

27. Choi KK, Condon JR, Ferracane JL. The effects of adhesive thickness on polymerization contraction stress of composite. *J Dent Res*. 2000;79(3):812–817.

28. Zheng L, Pereira PN, Nakajima M, Sano H, Tagami J. Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. *Oper Dent*. 2001;26(1):97–104.

29. Sai K, Shimamura Y, Takamizawa T, et al. Influence of degradation conditions on dentin bonding durability of three universal adhesives. *J Dent*. 2016;54:56–61.

30. Bacelar-Sá R, Giannini M, Ambrosano GMB, Bedran-Russo AK. Dentin Sealing and Bond Strength Evaluation of Hema-Free and Multi-Mode Adhesives to Biomodified Dentin. *Braz Dent J*. 2017;28(6):731–737.

31. Takahashi M, Nakajima M, Hosaka K, Ikeda M, Foxton RM, Tagami J. Long-term evaluation of water sorption and ultimate tensile strength of HEMA-containing/-free one-step self-etch adhesives. *J Dent*. 2011;39(7):506–512.

32. Yoshihara K, Hayakawa S, Nagaoka N, Okihara T, Yoshida Y, Van Meerbeek B. Etching Efficacy of Self-Etching Functional Monomers. *J Dent Res*. 2018;97(9):1010–1016.

33. Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, et al. Influence of water storage on fatigue strength of self-etch adhesives. *J Dent*. 2015;43(12):1416–1427.

34. Sato K, Hosaka K, Takahashi M, et al. Dentin Bonding Durability of Two-step Self-etch Adhesives with Improved of Degree of Conversion of Adhesive Resins. *J Adhes Dent*. 2017;19(1):31–37.