

Farklı Özellikteki Akışkan Resin Kompozitlerin Diş Dokularına Bağlanma Dayanımının İncelenmesi

Evaluation of the Strength of Bonding of Different Fluid Resin Composites to Dental Tissue

Cem PEŞKERSOY^a (ORCID-0000-0003-2502-2698)

^aEge Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi ABD, İstanbul, Türkiye

^aEge University, Faculty of Dentistry, Restorative Dentistry, İstanbul, Türkiye

Amaç: Farklı türde akışkan resin kompozitlerin mine ve dentindeki mikro makaslama bağ dayanımını karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Doksan altı çürüksüz 3. büyük azı dışında hazırlanan örnekler rastgele 4 ana grupta ikişer alt grup olacak şekilde 8 gruba (n=12) ayrılmıştır: Grup-VF: Kendinden adezivli akışkan kompozit (Vertise Flow); Grup-GUF: Geleneksel akışkan kompozit (G-ænial Universal Flo); Grup-MEF: Yoğun doldurucu akışkan kompozit (Majesty Es Flow). Grup TEF: Bulk-fill akışkan kompozit (Tetric Evo Flow). Adeziv sistem olarak Single Bond Universal (3M Espe, ABD) her grupta iki farklı yöntemle uygulanarak ikişer alt grup hazırlanmıştır: a) Self-Etch uygulama (SE), b) Etch & Rinse (asitle ve yıka) uygulama (ER). Tüm gruplarda adeziv sistemin uygulanmasından sonra, iç çapı 0.90 mm. olan Tygon tüpler kullanılarak kompozit silindirlen oluşturulmuştur. Örneklerin mikro makaslama bağ dayanımları (μ SBS) universal bir test cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Veriler tek yönlü varyans (ANOVA) ve post-Hoc Tukey testi ile analiz edilmiştir ($\alpha=0.05$).

Bulgular: MEF+ER grubunun minedeki μ SBS değeri diğer gruplara kıyasla daha yüksek (55.86 MPa/cm²) bulunmuş iken, dentin dokusunda en yüksek μ SBS değerine GUF+SE grubunda ulaşılmıştır (31.97 MPa/cm²) ($p<0.05$). Tüm gruplarda, mine dokusunda etch and rinse (ER) yöntemiyle uygulanan kompozitlerin bağlanma dayanımı self-etch (SE) yöntemine kıyasla yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). VF grubunda mine ve dentin dokusunda hem self-etch hem de asitle ve yıka yöntemiyle uygulandığında en düşük μ SBS değerlerini vermiştir.

Sonuçlar: Doldurucu oranı artırılmış akışkan kompozitlerin, bulk-fill ve kendinden adezivli akışkan kompozitlere kıyasla daha iyi bir performans sergilemiştir. Kendinden asitli universal adeziv sistemin asitle kombine uygulanması akışkan kompozitlerin bağlanma dayanımını olumlu yönde etkilemektedir.

Anahtar Sözcükler: Kendinden adezivli akışkan kompozit, bulk-fill akışkan kompozit, mikro-makaslama bağ dayanımı, universal adeziv.

Background: To comparatively evaluate the micro-shear bond strength of different types of flowable resin composites in enamel and dentin.

Materials and Methods: 96 caries-free third molars were randomly divided into 8 groups (n=12) as 2 subgroups in 4 main groups: Group-VF: Self-adhering flowable composite (Vertise Flow); Group-GUF: Conventional flowable composite (G-ænial Universal Flo); Group-MEF: Dense filled flowable composite (Majesty Es Flow). Group TEF: Bulk-fill flowable composite (Tetric Evo Flow). As an adhesive system, Single Bond Universal (3M Espe, USA) was applied with two different methods in each group and two subgroups were prepared: a) Self-Etch application (SE), b) Etch & Rinse application (ER). After the adhesive application phase, composite cylinders were build-up using Tygon tubes (r=0.90 mm). The microshear bond strength (μ SBS) of the samples was determined using a universal tester. Data were analyzed with one-way variance (ANOVA) and post-Hoc Tukey test ($\alpha=0.05$).

Results: While the μ SBS value of the MEF+ER group in enamel was higher (55.86 MPa/cm²) compared to the other groups, the highest μ SBS value in the dentin tissue was found in the GUF+SE group (31.97 MPa/cm²) ($p<0.05$). In all groups, the bond strength of the composites applied with the etch and rinse (ER) method on the enamel tissue was higher than the self-etch (SE) method ($p<0.05$). The VF group presented the lowest μ SBS values when applied with both SE and ER adhesive application methods.

Conclusions: Dense filled flowable composite performs better than bulk-fill and self-adhering flowable composites in the manner of bond strength. The combined use of self-etch universal adhesive system with acid application positively affects the bond strength of flowable composites.

Keywords: Self-adhering flowable composite, bulk-fill flowable composite, micro-shear bond strength, universal adhesive.

GİRİŞ

Akışkan kompozit rezinler, geleneksel kompozitlere göre doldurucu yüzdesi ve vizkozitesi azaltılmış olduğundan restoratif diş hekimliği için önemli bir gelişme sayılmaktadır.^{1,2} Akışkan kompozitlerin, geleneksel kompozitlere kıyasla daha fazla resin matris içermeleri ve doldurucu olarak seyreltici monomerlerin bulunması kavite yüzeylerine adaptasyonda ve adezyonda daha başarılı olabileceklerini düşündürmüştür.³ Özellikle geleneksel kompozitlere kıyasla düşük elastisite modülüne sahip olmaları nedeniyle, eksantrik okluzal kuvvetler ve abfraksiyon sonucu oluşan çürüksüz servikal bölge lezyonlarının tedavisinde kuvvet kırıcı olarak kullanılmaları amaçlanmıştır.⁴

Akışkan resin kompozitlerdeki düşük doldurucu oranının bir sonucu olarak artan polimerizasyon büzülmesi ve mikrosızıntı sorunları ortaya çıkmıştır.^{1,5} Ayrıca azalan vizkozite ile diş yüzeylerine adaptasyon artması birlikte, bağlanma dayanımı beklenildiği düzeyde artmamıştır. Bunun en büyük nedenlerinden biri resin kompozitlerin, dentin ve mineye bağlanması için gerekli olan adeziv uygulamasının tekniğe hassas asitleme, primer ve bonding aşamalarıdır.⁶ Bu adeziv

aşamalarının bağlanma dayanımı, mikrosızıntı ve post-operatif hassasiyet üzerine direkt etki etmesi restoratif tedavilerin başarısını belirleyen önemli bir faktördür.⁷ Bu nedenle ayrı olarak uygulanan adeziv aşamasını ortadan kaldırmaya yönelik geliştirilen kendinden adezivli resin kompozitler, hassas uygulama basamaklarından kaynaklı hataların en aza indirgenmesi amacıyla üretilmişlerdir.^{8,9}

Kendinden adezivli akışkan kompozitlerde ekstra bir adeziv uygulama basamağının olmayışı ve tek aşamalı bir adeziv sistemin akışkan kompozitin içerisine entegre edilmesi, tekniğe hassas aşamalardan kaynaklanabilecek hatalar elimine edilmeye çalışılmıştır.^{10,11} Resin kompozitin içine adeziv sistemlerdeki GPDM ve 4-META monomerlerinin eklenmesiyle, mine ve dentinde dokularıyla iyonik bağlar kurulması hedeflenmiştir.¹²

Akışkan resin kompozitlerin son dönemdeki kullanım amaçlarından bir diğeri ise, derin kaviteelerde dentin dokusunu "immediate dentin sealing (IDS)" yöntemindeki gibi örtüleyerek kuvvet kırıcı bir bariyer veya liner olarak kullanılmak istenmeleridir.¹³ Özellikle resin kompozitlerin polimerizasyon büzülmesini artıran C faktörünü azaltmak için derin kaviteelerde bir liner veya kaide kullanımı gerekli

Gönderilme Tarihi/Received: 19 Mart, 2022

Kabul Tarihi/Accepted: 13 Ekim, 2022

Yayınlanma Tarihi/Published: 27 Nisan, 2023

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Peşkersoy C, Farklı Özellikteki Akışkan Resin Kompozitlerin Diş Dokularına Bağlanma Dayanımının İncelenmesi. Selcuk Dent J 2023;10(1):30-35 Doi: 10.15311/ selcukdentj.1090173

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Cem PEŞKERSOY

E-mail: cem.peskersoy@ege.edu.tr / dtcempeskersoy@hotmail.com

Doi: 10.15311/ selcukdentj.1090173

bir uygulamadır.¹⁴ Yine bu amaçla uygulanan inkremental restorasyon tekniği ile polimerizasyon bütülmeleri en aza indirgenmeye çalışılmaktadır. Ancak yeterli bir polimerizasyon derecesi sağlamak için maksimum 2 mm kalınlığındaki geleneksel kompozitlerin açılı ve kademeli olarak uygulanmaları gereklidir.¹⁵

İnkremental tekniğin uygulama zorluğu ve zaman almasından dolayı, bulk-fill kompozitler, alternatif bir materyal olarak geliştirilmiştir.^{15,16} Geleneksel rezin kompozitlerle karşılaştırıldığında, bulk-fill kompozitler gelişmiş translusent yapılarından dolayı daha yüksek polimerizasyon derecesine sahiptirler.¹⁷ Tek seferde 4-6 mm. kalınlıkta uygulanabilir olmalarının çalışma kolaylığı yaratması iyi bir avantaj olmakla birlikte, doldurucu oranı artırılan bulk-fill kompozitlerin tek kütle olarak uygulandığı çalışmaların bazısında kavitenin internal duvar ve köşelerinde adaptasyon problemi oluşabildiği saptanmıştır.¹⁵ Bu amaçla vizkositesi azaltılmış ancak doldurucu oranı fazla değişmemiş akışkan kıvamda bulk-fill kompozitler üretilmiştir.¹⁸

Literatürde akışkan ve bulk-fill kompozitlerin diş dokularındaki adezyonu ve bağlanma dayanımı ile ilgili yapılan çalışmalarda çelişkili sonuçlar bulunmakla birlikte bu farklılıkların kullanılan adeziv sistemlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.^{8,10,19,20} Bu sebeple, çalışmamızda farklı türdeki akışkan kompozitlerin diş sert dokularıyla olan mikro makaslama bağlanma dayanımının (μ SBS), adeziv sistemin 2 farklı uygulama tekniği yardımıyla karşılaştırılmalı olarak incelenmesi hedeflenmiştir. Çalışmamızın başlangıç hipotezi; uygulanan yöntemden bağımsız olarak farklı türdeki akışkan kompozitlerin aynı uygulama şartlarında (mine ve dentinde), benzer (μ SBS) değerlerine sahip olacağı yönündedir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Etik kurul onayını takiben (EUTAİK Ref no: 21-5T-66), 96 adet çürüksüz insan alt 3. molar dişin çekim işlemi sonrası yüzeylerindeki artıklar mekanik yöntemlerle temizlendi ve dişler çalışma başlayıncaya kadar (azami 1 ay) distile su içerisinde bekletildi.

2.1 Örneklerin Hazırlanması: Tüm dişlerin kronları servikal çizginin 2 mm altından horizontal yönde ve konda kompozitlerin uygulanacağı mine ve dentin kesitlerini oluşturmak için vertikal olarak 4 mm kalınlığında Isomet testeresi (Buehler Ltd., Lake. Bluff, IL, ABD) yardımıyla kesilmiştir. Kron kesitleri mine ve dentin yüzeyleri yukarıda ve yer düzlemine paralel olacak şekilde silindirik teflon kalıplar içerisine otopolimerizan akrilik rezin yardımıyla gömülmüştür. Yüzeylerinin pürüzlülüğünü gidermek amacıyla sırasıyla 300-600-1000 'lık su zımparaları ve makinesiyle (Phoenix Beta, Buehler, Almanya) örnekler zımparalanmış ve dehidratasyonu önlemek için, tüm aşamaların arasında 24 saat 37 °C 'de etüvde bekletilmiştir.²¹

2.2 Grupların belirlenmesi:

Dişler rastgele 4 ana gruba ve çalışmada kullanılacak adeziv sistemin 2 farklı uygulama yöntemine uygun olarak da ikiye alt gruba ayrıldı (n=12) (**Resim-1a**). Çalışmada kullanılan kompozit materyaller, içerikleri ve uygulama prosedürleri **Tablo 1** 'de gösterilmektedir:

Tablo-1. Çalışmada kullanılan materyaller ve uygulama yöntemleri

| LOT NO. | Materyal | İçerik | Uygulama Prosedürü | Üretici |
|------------------|---|--|---|--|
| Self-Etch Adeziv | Single Bond Universal (Kendinden asitli adeziv) | <ul style="list-style-type: none"> 10-MDP Fosfat Monomeri, dimetakrilat monomerleri, HEMA, kopolimer, nano doldurucular, etanol, su, sodyum hekzaflorosilikat, inisiyatorler, silan. | <p>Self-Etch Yöntem (SE):</p> <ol style="list-style-type: none"> 20 sn. süreyle kaviteye ovalama hareketi ile uygulanır. Hava spreyi ile hafifçe kurutulur. 20 sn. ışıkla polimerize edilir. <p>Etch & Rinse Yöntemi (ER):</p> <ol style="list-style-type: none"> Mine yüzeyi 30 sn., dentin yüzeyi süreyle asitlenir, yıkanır ve kurutulur. 20 sn. süreyle kaviteye ovalama hareketi ile uygulanır. Hava spreyi ile hafifçe kurutulur. 20 sn. ışıkla polimerize edilir. | 3M/ESPE, St. Paul, MN, ABD |
| Grup-1 (VF) | Vertise Flow (Kendinden adezivli akışkan kompozit) | <ul style="list-style-type: none"> GPDM ve metakrilat ko-monomerleri, prepolimerize doldurucular, baryum cam, nano boyutlu kolloidal silika ve YbF₃ partikülleri. Doldurucu Yüzdesi: % 70 | <ol style="list-style-type: none"> Kaviteye hafif basınçla uygulanır. Fırça yardımıyla kalınlığı 0.5 mm 'den ince olacak şekilde tüm yüzeye dağılmasını sağlar. 20 sn. ışıkla polimerize edilir. 2 mm 'lik tabakalar halinde uygulamaya devam edilir. | Kerr Corp., Orange Co, CA, ABD |
| Grup-2 (GUF) | G-aenial Universal Flo (Akışkan kompozit) | <ul style="list-style-type: none"> Multifonksiyonel metakrilat monomerleri (Bis-MePP, UDMA, TEGDMA), Silikon dioksit, stronşyum cam Doldurucu Yüzdesi: % 69 | <ol style="list-style-type: none"> Kaviteye şırınga ve dağıtıcı uç yardımıyla 1-2 mm. 'lik tabaka olarak uygulanır. 20 sn. ışıkla polimerize edilir. 1-2 mm 'lik tabakalar halinde uygulamaya devam edilir. | GC Corp., Tokyo, Japonya |
| Grup-3 (MEF) | Majesty Es Flow (Yoğun dolduruculu akışkan kompozit) | <ul style="list-style-type: none"> TEGDMA, hidrofobik aromatik dimetakrilat, silanize baryum cam ve silika doldurucu, dt-kamforokinon. Doldurucu oranı % 78 | <ol style="list-style-type: none"> Kaviteye şırınga ve dağıtıcı uç yardımıyla 1 mm. 'lik tabaka olarak uygulanır. 10 sn. ışıkla polimerize edilir. 1 mm 'lik tabakalar halinde uygulamaya devam edilir. | Clearfil Kuraray, Tokyo, Japonya |
| Grup-4 (TEF) | Tetric Evo Flow (Bulk-Fill akışkan kompozit) | <ul style="list-style-type: none"> Modifiye Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA Baryum, yterbiyum oksit, prepolimerize doldurucular. Doldurucu Yüzdesi: % 57.5 | <ol style="list-style-type: none"> Kaviteye şırınga ve dağıtıcı uç yardımıyla 3-4 mm. 'lik tabaka olarak uygulanır. 20 sn. ışıkla polimerize edilir. | Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn |

Grup-1: Kendinden adezivli akışkan kompozit (Vertise Flow, Kerr, ABD);

1-a) Self - Etch uygulama 1-b) Etch - Rinse uygulama

Grup-2: Geleneksel akışkan kompozit (G-aenial Universal Flo, GC, Japonya);

2-a) Self - Etch uygulama 2-b) Etch - Rinse uygulama

Grup-3: Yoğun dolduruculu akışkan kompozit (Majesty Es Flow, Kuraray, Japonya)

3-a) Self - Etch uygulama 3-b) Etch - Rinse uygulama

Grup-4: Bulk-fill akışkan kompozit (Tetric Evo Flow, Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn)

4-a) Self - Etch uygulama 4-b) Etch - Rinse uygulama

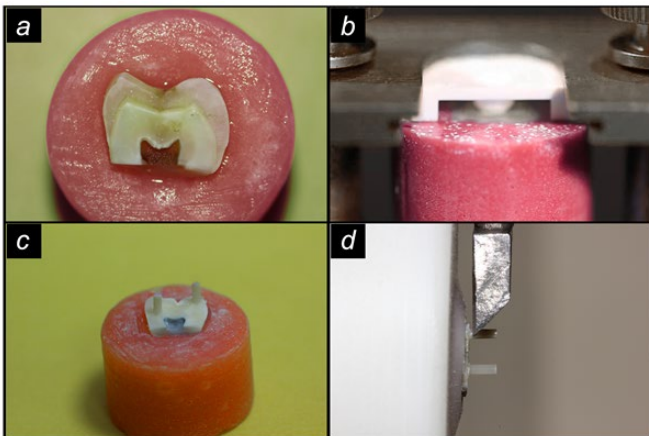
Hazırlanan mine ve dentin yüzeylerinde merkezi konumda seçilen noktalara, Self-Etch (SE) gruplarında; tek aşamalı universal kendinden asitli adeziv (Single Bond Universal, 3M ESPE, MN, ABD) üretici firmanın talimatları doğrultusunda uygulandı ve 20 sn. süreyle 1200 mW/cm² ışık gücündeki LED ışık cihazı (Bluephase 20i; Ivoclar-Vivadent, Lihtenştayn) kullanılarak polimerize edildi. Asitle ve Yıka (AY) gruplarında ise mine dokusu 30 sn., dentin dokusu 15 sn. olmak üzere %37 ortofosforik asitle pürüzlendirildi, aynı sürede yıkandı ve hafif basınçlı hava ile kurutuldu. Daha sonra tek aşamalı universal adeziv üretici firmanın talimatları doğrultusunda seçilen noktalara uygulandı ve polimerize edildi.

2.3 Kompozit Blokların Yapılması:

Adeziv ajan uygulanan alanlara iç çapı 0.90 mm. ve yüksekliği 2 mm. olan Tygon tüpler Ultradent Bonding Jig (Ultradent, UT, ABD) yardımıyla yerleştirilerek sabitlendi (Resim-1b). Akışkan resin kompozitler tüp içine enjekte edilerek, 20 saniye süreyle LED ışık cihazı kullanılarak polimerizasyon sağlandı (Resim-1c).²¹ Tygon tüpler keskin bir bıçakla kaldırılarak örneklerin uygunlukları ışık mikroskobu altında $\times 10$ büyütmede incelendi. Kompozit blok ve diş yüzeylerinde defekt, aşınma, görünür hava boşlukları ve bağlanma sorunları yaşayan örnekler çalışma dışı bırakıldı.

2.4 Mikro Makaslama Bağlanma Dayanımı (μ SBS) Testi:

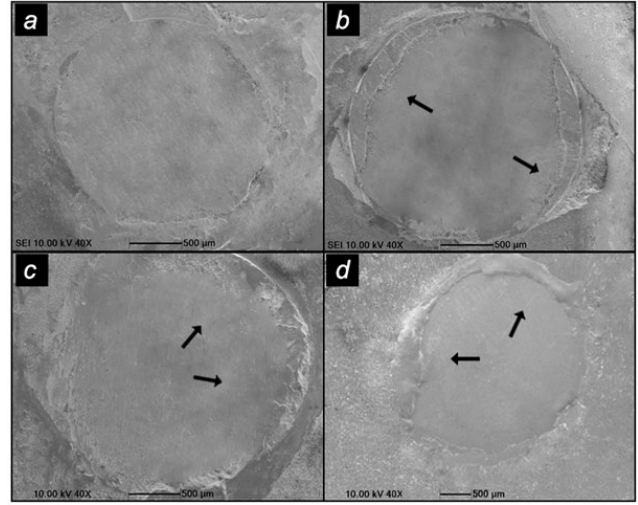
Örnek çapları 1 mm. 'den küçük olduğu için 1000 kez yapılan termosiklüs prosedüründen sonra, μ SBS testleri, 0.2 mm kalınlığında knife-edge tipinde bir bıçak yüzüne sahip uç takılı olan universal bir test cihazı (AGS, Shimadzu Co., Tokyo, Japonya), kullanılarak gerçekleştirildi (Resim -1d). Test parametreleri olarak ucun örneğe olan mesafesi 0.5 mm, ucun hızı 1.0 mm/dk ve maksimum yük 50 kg/cm² olacak şekilde belirlendi.



Resim-1. Çalışmada test edilen gruplar için örneklerin hazırlanması: a) uygun şekilde kesilen örneklerin çalışma gruplarına dağıtılması, b) universal jig yardımıyla kompozit blokların hazırlanması, c) mine ve dentin örneklerinde hazırlanan kompozit blokların görünümü, d) universal test cihazı ile mikro makaslama bağlanma dayanımı testinin gerçekleştirilmesi.

2.5 Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüleri:

μ SBS testinden sonra kompozit resin - diş ara yüzeyinde oluşan kırık tipleri 150 millitorr düşük vakumda, 10kV flaman geriliminde ve $\times 40$ büyütmede bir taramalı elektron mikroskobunda incelendi (Apreo S SEM, Thermo Scientific, Hollanda) (Resim-2).



Resim-2: Resin kompozit - diş ara yüzünde oluşan kopmaların (başarısızlıkların) taramalı elektrom mikroskop görüntüleri: a) kendinden adezivli akışkan kompozit (VF), b) geleneksel akışkan kompozit (GUF), c) yoğun dolduruculu akışkan kompozit (MEF), d) bulk-fill akışkan kompozit (TEF).

2.6 İstatistiksel Analizler:

Veriler, istatistiksel analiz yazılımına (SPSS 22, IBM Inc, ABD) aktarılarak homojen dağılım olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov testi ile tespit edildi. Gruplar arasındaki farklılıklar tek yönlü varyans testi (ANOVA) ve post hoc Tukey testi ile analiz edildi. ($\alpha=0.05$).

BULGULAR

Çalışmamızda mine ve dentin dokularından elde edilen mikro makaslama bağ dayanımı (μ SBS) değerlerinin ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 2' ve Tablo 3' de verilmiştir.

Tablo-2. Grupların minedeki mikro-makaslama bağlanma dayanımı değerleri

| Gruplar | N | Ortalama (MPa) | Std. Sapma | Min. (MPa) | Maks. (MPa) |
|---------------------|----|---------------------|------------|------------|-------------|
| Grup-1 (VF) | | | | | |
| SE | 12 | 34.05 ^a | 12510 | 45221 | 41.82 |
| ER | 12 | 41.68 ^{ab} | 27395 | 37.58 | 48.69 |
| Grup-2 (GUF) | | | | | |
| SE | 12 | 43.72 ^b | 17533 | 35.58 | 49.69 |
| ER | 12 | 52.15 ^{ab} | 30317 | 48.11 | 57.05 |
| Grup-3 (MEF) | | | | | |
| SE | 12 | 46.25 ^b | 31778 | 29.65 | 45.58 |
| ER | 12 | 55.86 ^{ab} | 44959 | 42.74 | 60.89 |
| Grup-4 (TEF) | | | | | |
| SE | 12 | 38.22 ^a | 45078 | 45077 | 43.32 |
| ER | 12 | 46.93 ^{ab} | 41306 | 39.54 | 50.07 |

^aSE: Self-etch yöntem, ER: Etch & Rinse (Asitle ve Yıka) yöntemi.

^{ab}Farklı harftekiler üst simgeler gruplar arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

Tablo-3. Grupların dentindeki mikro-makaslama bağlanma dayanımı değerleri

| Gruplar | N | Ortalama (MPa) | Std. Sapma | Min. (MPa) | Maks. (MPa) |
|---------------------|----|---------------------|------------|------------|-------------|
| Grup-1 (VF) | | | | | |
| SE | 12 | 22.63 ^a | 42036 | 14.31 | 26.75 |
| ER | 12 | 19.20 ^{aa} | 14277 | 32021 | 45007 |
| Grup-2 (GUF) | | | | | |
| SE | 12 | 31.97 ^b | 45292 | 28.58 | 33.47 |
| ER | 12 | 27.03 ^{bb} | 21186 | 45286 | 32.84 |
| Grup-3 (MEF) | | | | | |
| SE | 12 | 31.11 ^b | 32509 | 25.59 | 33.22 |
| ER | 12 | 28.96 ^{bb} | 42767 | 45193 | 30.37 |
| Grup-4 (TEF) | | | | | |
| SE | 12 | 28.66 ^b | 44228 | 23.53 | 33.42 |
| ER | 12 | 25.42 ^{bb} | 31048 | 19.58 | 29.81 |

^aSE: Self-etch yöntem, ER: Etch & Rinse (Asitle ve Yıka) yöntemi.

^{aa}Farklı harftek üst simgeler gruplar arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

Kırk tipleri incelendiğinde yalnızca VF grubunda adeziv kırık gözlenirken diğer gruplarda koheziv kırık izlenmiştir (**Resim-2**). Mine dokusunda en yüksek ortalama μ SBS değeri Grup 3 (ER+MEF) 'de kaydedilirken (55.86 ± 2.02 MPa), dentin dokusunda en yüksek μ SBS değeri Grup 2 (SE+GUF) 'de ölçüldü (31.97 ± 1.24 MPa). VF gruplarında hem minede (22.10 MPa), hem dentinde (9.87 MPa) en düşük μ SBS değerleri ölçülmüştür ($p < 0.05$).

Yöntemler arası μ SBS sonuçları incelendiğinde; mine örneklerinde, asitle ve yıka (ER) yöntemiyle yapılan kompozit blokların bağlanma dayanımı, self-etch (SE) yöntemle yapılan bloklarla karşılaştırıldığında, aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Dentin örneklerinde ise her iki self-etch (SE) yöntemle yapılan kompozit blokların bağlanma dayanımı daha yüksek olmakla birlikte, etch & rinse (ER) yöntemiyle kıyaslandığında istatistiksel fark çıkmamıştır ($p > 0.05$). Gruplar arası μ SBS sonuçları incelendiğinde mine dokusunda GUF ve MEF grupları arasında ve dentin dokusunda GUF, MEF ve TEF grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).

TARTIŞMA

Restoratif dental materyallerinin diş yüzeylerine bağlanması esas olarak, dişin yapısındaki inorganik bileşenler ile rezin monomerlerinin yer değiştirmesi sonucu meydana gelir.²² Adezyonun sağlanması için öncelikle mine yüzeyindeki hidroksiapatitlerin, dentin yüzeyindeki kollajen fibrillerinin açığa çıkarılması ve rezin içerisindeki monomerler ile etkileşime geçerek yeterli bir hibrit tabaka oluşturması gereklidir.²³ Bu amaçla adeziv sistemlere, diş dokularına kimyasal bağlanabilme özelliği kazandırılmak için 10-MDP, 4-META, phenyl-P gibi monomerler eklenmiştir.²⁴ Bu hedefle üretilen çok amaçlı "multi-purpose" üniversal adezivlerin farklı uygulama teknikleri ile kullanımı da söz konusudur.^{23,25} Günümüzde özellikle tek şişe üniversal adezivlerin adezyon, bağlanma ve mikrosızıntı konusunda yeterlilikleri halen tartışılmaya devam etmektedir.²⁶ Restorasyonların yapımı sırasında birlikte kullanıldıkları rezin kompozitlerin özellikleri de adezyon ve bağlanma dayanımını doğrudan etkilemektedir.^{7,27} Son yıllarda geliştirilen kendinden adezivli akışkan rezin kompozitlerin içerisine adeziv sistem ilavesi diş yüzeylerine bağlanmada alternatif bir yaklaşım getirmektedir.²⁸ Bazı araştırmacılar bu kompozitlerin adezyonu artırarak boşluksuz bir hibrit tabaka oluşmasını sağladığını ve bağlanma dayanımını yükselttiğini savunmaktadırlar.^{29,30}

Bu çalışmanın bulgularına dayanarak, kendinden adezivli akışkan kompozit (Vertise Flow-VF) test şartları ve koşulları göz önüne alındığında en düşük bağlanma dayanımı değerlerini gösterdiği ve istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark saptandığı için başlangıç hipotezimiz reddedilmiştir. Çalışmamızda geleneksel ve bulk-fill akışkan kompozitler ile kıyaslanan Vertise Flow, özellikle self-etch uygulama yönteminin kullanıldığı dentin grubunda en düşük μ SBS değerini göstermiştir. Dentin yüzeyine uygulanan ek adeziv

uygulanmasının Vertise Flow 'un içeriğindeki adezivin özelliğini sınırladığını düşünmekteyiz. Bu sonuç Şirinsükan³¹ ile Rengo ve ark.³², yaptığı çalışmalar ile de uyumludur. Her iki çalışmada da ek adeziv uygulamasının Vertise Flow 'un bağlanma dayanımını kısmi olarak etkilediğini ve materyalin içerisine entegre edilmiş adeziv ajan ile uyumlu olmadığı için adezyonun azalttığı gösterilmiştir. Poitevin ve ark.²⁹, kendinden adezivli akışkan kompozitin içerisindeki doldurucuların daha yüksek viskozitesi nedeniyle kompozit içerisindeki adeziv monomerin dış yüzeyini ıslatabile kapasitesini ve bağlanma dayanımını azalttığını göstermiştir.

Bulk-fill akışkan kompozitler genelde organik monomer olarak, üretilen dimetakrilat (UDMA), trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA) ve etoksillenmiş bisfenol-A-dimetakrilat (EBPDMA) içermektedirler.³³ Bu monomerler materyale, daha fazla saydamlık ve ışık geçirgenliği (translüsantlık) özelliği kattığı için, polimerizasyon süresi veya ışık yoğunluğunu değiştirmeden 5-6 mm'lik kompozit kütlelerinin kürlenmesine olanak vermektedirler.¹⁶ Ayrıca rezin matris içerisine eklenmiş olan polimerizasyon modülatörü, bulk-fill akışkan kompozitlerin, mikro ve nano hibrit özellikteki geleneksel akışkan kompozitlere kıyasla daha esnek olmasını ve düşük bir polimerizasyon büzülmesi sergilemesini sağlar.¹⁷ Bu çalışmada, bulk-fill özellikte olan Tetric Evo Flow (TEF) 'un bağlanma dayanımının Vertise Flow 'dan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Materyalin düşük doldurucu oranı sayesinde sahip olduğu düşük viskozite diş dokularına adaptasyonu artırıcı bir özellik sağlamaktadır. Francois ve ark.³⁴, aynı bulk-fill kompozitin dentine bağlanma etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında, geleneksel kompozitlere kıyasla bulk-fill kompozitlerin uygulandıkları yüzeye daha iyi adapte olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada diş-kompozit yüzeyi kırıkları incelendiğinde, yalnızca en iyi bağlantı dayanımı gösteren bulk-fill akışkan kompozitte (TEF) koheziv kırıklar tespit edilmiştir. Bununla birlikte Kaisarly ve ark.¹⁵, Tetric Evo Flow'un kısa jelyasyon süresinin daha fazla polimerizasyon stresine yol açtığı, bunun sonucunda da artan bir büzülme ve hibrit tabakaya bağlanan yüzeylerde interfasyal boşluklar oluştuğunu göstermişlerdir. Bunun nedeni olarak da düşük doldurucu yüzdesini işaret etmişlerdir.

Bu çalışmada da yüksek doldurucu oranına (%78) sahip bir akışkan kompozitin (Majesty Es Flow) diş dokularına bağlanma dayanımının incelenmesi gerekli hale gelmiştir. Bulgularımıza göre, yüksek dolduruculu MEF asitleme basamağıyla birlikte uygulandığında tüm gruplardan daha iyi sonuçlar sergilemektedir. Shinkai ve Tsujimoto yapmış oldukları güncel çalışmalarda; farklı özellikteki akışkan kompozitlerin farklı adeziv sistemlerle kombine olarak uygulandıklarında diş dokularındaki bağlanma dayanımlarını incelemişlerdir.^{25,35} Bu çalışmalarda akışkan rezin kompozitin içeriğindeki doldurucu oranının, benzer monomerlerin kullanılmasından veya çift kat adeziv uygulamasından daha önemli bir faktör olduğu gösterilmiştir. Ayrıca yüksek dolduruculu akışkan kompozitlerin liner olarak kullanıldığında kırık oluşumunu engellediği bildirilmiştir.³⁶ Bu sonuçlar, bulgularımızla da uyumlu olup doldurucu oranı arttıkça materyal içinde ve adeziv tabakaya komşu marjinal yüzeylerde boşluk veya aralık oluşmasının daha zor olacağı kanaatindeyiz.

SONUÇ

Mevcut çalışmanın sınırlılıkları dâhilinde, uygulama kolaylığı sağlayan kendinden adezivli akışkan kompozitin, bağlanma dayanımı açısından beklenen sonucu vermediği görülmektedir. Akışkan kompozitlerin içeriğindeki monomerlerin adeziv sistemle olan benzerliğinin ve kompozit materyalinin viskozitesinin, adaptasyon ve adezyon üzerine olumlu etkisi mevcuttur. Çalışmamızın sonucunda, bağlanma dayanımı açısından en önemli faktörün polimerizasyon büzülmesini ve aralık oluşumunu kısıtlayan kompozitin doldurucu oranındaki artış olduğu belirlenmiştir.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu makale, başka bir kongre veya sempozyumda sunulmamıştır.

Bu çalışma herhangi bir doktora veya uzmanlık tezinin bir bölümünü oluşturmamaktadır.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

This article has not been presented at any other congress or symposium.

This study does not constitute a part of any PhD or specialization thesis.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

ethic.selcukdentaljournal@hotmail.com

Çıkar Çatışması / Conflict of interest

Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: CP (%100).

Veri Toplanması | Data Acquisition: CP (%100).

Veri Analizi | Data Analysis: CP (%100).

Makalenin Yazımı | Writing up: CP (%100).

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: CP (%100).

KAYNAKLAR / RESOURCES

1. Terry DA. Restoring with Flowables. 1st edn. Illinois. USA. Quintessence Publ. 2017.
2. Lokhande NA, Padmai AS, Rathore VP, Shingane S, Jayashankar DN, Sharma U. Effectiveness of flowable resin composite in reducing microleakage - an in vitro study. *J Int Oral Health*. 2014;6(3):111-4.
3. Mirică IC, Furtos G, Bâldea B, Lucaciu O, Ilea A, Moldovan M. Influence of filler loading on the mechanical properties of flowable resin composites. *Materials*. 2020;13(6):1477-89.
4. Battancs E, Fráter M, Sály T, Gál E, Braunitzer G, Szabó PB. Fracture behavior and integrity of different direct restorative materials to restore noncarious cervical lesions. *Polymers*. 2021;13(23):4170-81.
5. Mishra P, Jaiswal S, Nikhil V, Gupta S, Jha P, Raj S. Evaluation of marginal sealing ability of self-adhesive flowable composite resin in Class II composite restoration: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2018;21(4):363-8.
6. Cardoso MV, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, et al. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Aust Dent Jour*. 2011;56:31-44.
7. Perdigão J, Swift EJ Jr. Critical appraisal: post-op sensitivity with direct composite restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2013;25(4):284-8.
8. Bektas OO, Eren D, Akin E, Akin H. Evaluation of a self-adhering flowable composite in terms of micro-shear bond strength and microleakage. *Acta Odont Scand*. 2013;71:541-6.
9. Garcia R, Silva, CS, Silva GG, Mocellin G, Ozelame J, Laís F. Bonding performance of a self-adhering flowable composite to substrates used in direct technique. *RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia*. 2014;11(1):6-12.
10. Asiri AA, Khan R, Alzahranı SS, Haider S, Khan SUD, Asiri EAM, et al. Comparative analysis of the shear bond strength of flowable self-adhering resin-composites adhesive to dentin with a conventional adhesive. *Coatings*. 2021;11(3):273-85.
11. Tuloglu N, Tunc ES, Sezin Ozer S, Bayrak S. Shear bond strength of self-adhering flowable composite on dentin with and without application of an adhesive system. *J Appl Biomater Funct Mater*. 2014;12(2):97-101.
12. David C, Cardoso de CG, Isolan CP, Piva E, Moraes RR, Cuevas-Suarez CE. Bond strength of self-adhesive flowable composite resins to dental tissues: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *J Prosthet Dent*. 2021;3913(21):102-15.
13. de Carvalho MA, Lazari-Carvalho PC, Polonial IF, de Souza JB, Magne P. Significance of immediate dentin sealing and flowable resin coating reinforcement for unfilled/lightly filled adhesive systems. *J Esthet Restor Dent*. 2021;33(1):88-98.
14. Sagsoz O, Ilday NO, Karatas O, Cayabatmaz M, Parlak H, Olmez MH. The bond strength of highly filled flowable composites placed in two different configuration factors. *J Conserv Dent*. 2016;19(1):21-5.
15. Kaisarly D, El Gezawi M, Keßler A, Rösch P, Kunzelmann KH. Shrinkage vectors in flowable bulk-fill and conventional composites: bulk versus incremental application. *Clin Oral Investig*. 2021;25(3):1127-39.
16. Jang JH, Park SH, Hwang IN. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk-fill resin composites and highly filled flowable resin. *Oper Dent*. 2015;40(2):172-80.
17. Reis AF, Vestphal M, Amaral RC, Rodrigues JA, Roulet JF. Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: a systematic review. *Braz Oral Res*. 2017;31(1):59-68.
18. Hirata R, Kabbach W, de Andrade OS, Bonfante EA, Giannini M, Coelho PG. Bulk fill composites: an anatomic sculpting technique. *J Esthet Restor Dent*. 2015;27(6):335-43.
19. Alrobeigy NA, Abed YA. Bond strength and interfacial morphology evaluation of self-adhering flowable composites. *Egypt Dent J*. 2016;62:1385-95.
20. Andrade AM, Moura SK, Reis A, Loguercio AD, Garcia EJ, Grande RH. Evaluating resin-enamel bonds by microshear and microtensile bond strength tests: effects of composite resin. *J Appl Oral Sci*. 2010;18(6):591-8.
21. Michaud PL, MacKenzie A. Compatibility between dental adhesive systems and dual-polymerizing composite resins. *J Prosthet Dent*. 2016;116(4):597-60.
22. Milia E, Cumbo E, Cardoso RJ, Gallina G. Current dental adhesives systems. A narrative review. *Curr Pharm Des*. 2012;18(34):5542-52.
23. Langer A, Ilie N. Dentin infiltration ability of different classes of adhesive systems. *Clin Oral Investig*. 2013;17:205-16.
24. Carrilho E, Cardoso M, Marques FM, Marto CM, Paula A, Coelho AS. 10-MDP based dental adhesives: adhesive interface characterization and adhesive stability-a systematic review. *Materials*. 2019;12(5):790-9.
25. Shinkai K, Yoshii D, Koide A, Suzuki M, Suzuki S. Dentin bond strengths of all-in-one adhesives combined with different manufacturers' flowable resin composites. *Dent Mater J*. 2021;40(5):1094-9.
26. Perdigão J. Current perspectives on dental adhesion: (1) Dentin adhesion - not there yet. *Jpn Dent Sci Rev*. 2020;56(1):190-207.
27. Ozer F, Blatz MB. Self-etch and etch-and-rinse adhesive systems in clinical dentistry. *Compend Contin Educ Dent*. 2013;34(1):12-4.
28. Gurgan S, Oz FD. Shear bond strength of a self-adhering flowable resin composite compared to a highly-filled flowable resin composite used with a universal adhesive in different application modes: an in vitro study. *Turkiye Klinikleri J Dental Sci*. 2022;28(1):188-95.
29. Poitevin A, De Munck J, Van Ende A, Suyama Y, Mine A. Bonding effectiveness of self-adhesive composites to dentin and enamel. *Dent Mater*. 2013;29:221-30.
30. Vichi A, Margvelashvili M, Goracci C, Papacchini F, Ferrari M. Bonding and sealing ability of a new self-adhering flowable composite resin in class I restorations. *Clin Oral Investig*. 2013;17(6):1497-506.
31. Şirinsükan N. Farklı adeziv sistemler ile uygulanan çeşitli akışkan kompozit sistemlerinin dentine bağlanma dayanımlarının in vitro değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi. Yeditepe Üniversitesi. 2011.
32. Rengo C, Goracci C, Juloski J, Chieffi N, Giovannetti A, Vichi A. Influence of phosphoric acid etching on microleakage of a self-etch adhesive and a self-adhering composite. *Aust Dent Jour*. 2012;57:220-6.
33. Bas K, Uslu-Cender E. Bond strength evaluation of bulk-fill composites to dentin under different surface treatments. *Odovtos Intern J Dent Scie*. 2021;23(2):90-103.
34. Francois P, Vennat E, Le Goff S, Ruscassier N, Attal JP, Dursun E. Shear bond strength and interface analysis between a resin composite and a recent high-viscous glass ionomer cement bonded with various adhesive systems. *Clin Oral Investig*. 2019;23(6):2599-608.
35. Tsujimoto A, Irie M, Teixeira ECN, Jurado CA, Maruo Y, Nishigawa G. Relationships between flexural and bonding properties, marginal adaptation, and polymerization shrinkage in flowable composite restorations. *Polymers*. 2021;13(16):2613-21.
36. Kominami N, Shimada Y, Hosaka K, Luong MN, Yoshiyama M, Sadr A, Sumi Y, Tagami J. The effect of flowable composite lining and dentin location on microtensile bond strength and internal fracture formation. *Dent Mater J*. 2019;38(5):798-805.