

UNIVERSAL ADEZİVİN TEK/ÇİFT KAT UYGULANMASININ BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİ

The Effect of Single/Double Application of Universal Adhesive on Bond Strength

Betül Büşra URSAVAŞ*

Esin GÜNAL*

Şule Nur ACAR*

Ayşe Rüveyda GÖÇER*

Tuğba BEZGİN**

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, bir universal adeziv ajanın tek/iki kat uygulanmasının kompo-
merin süt dişi dentinine bağlanma dayanımı üzerine olan etkisini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada 20 adet çürüksüz süt molar diş kullanılmıştır. Dişlerin okluzal
yüzeyleri düz bir dentin yüzeyi elde etmek amacıyla kesilmiş ve ardından smear tabakası elde
etmek amacıyla 600 gritlik silikon karbid zımpara ile aşındırılmıştır. Örnekler, universal ade-
ziv ajan (Prime & Bond Universal, Dentsply Sirona, New York, ABD) iki farklı yöntemle uygu-
lanmıştır: Grup 1) Adeziv ajan tek kat uygulanmış, hava ile inceltilmiş ve ışıkla polimerize
edilmiştir; Grup 2) Adeziv ajan iki kat uygulanmış, her katta hava ile inceltilmiş ve ışıkla
polimerize edilmiştir. Ardından, her iki gruba da kompomer (Dyract XP, Dentsply Sirona, New
York, ABD) restorasyonlar yapılmıştır. Tüm örnekler 500 termal siklusa tabi tutulmuş ve son-
rasında mikrogerilim testi için kesitlere ayrılmıştır. Her dişten 2 kesit elde edilmiş böylece her
grupta 20 adet örnek olması sağlanmıştır. Örneklerin mikrogerilim bağlanma dayanımı (μ TBS)
değerleri mikrogerilim test cihazında (Micro Tensile Tester, T-61010Ki, Bisco, Schaumburg,
ABD), örnekler 1 mm/dk hızla kuvvet uygulanarak ölçülmüştür. Kırık tipleri stereomikros-
kop altında incelenmiştir. Sonuçlar Ki-Kare analizi ve t testi ile değerlendirilmiştir.

Bulgular: Ortalama mikrogerilim bağlanma değerleri Grup 1 ve 2 için sırasıyla $12,0\pm 5,8$ ve
 $16,7\pm 7,4$ MPa'dır. Universal adezivin iki kat uygulanması sonucunda daha yüksek MPa de-
ğerleri gözlenmiş ve iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur
($p<0,05$). Hem dentin hem adeziv yüzeyini kapsayan karışık tip kırık Grup 2'de daha çok
gözlenmişken (%60), restoratif materyalle diş dokusu arasında oluşan adeziv tip kırık Grup
1'de daha çok gözlenmiştir (%70). Kırık tipleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak
anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Sonuç: Süt dişine uygulanan kompomer restorasyonlarda kullanılan universal adezivin ta-
baka sayısının artırılmasının bağlanma dayanımını artırıcı etkisi olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bağlanma dayanımı, Dentin, Kompomer, Universal adeziv

* Dt., Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, Ankara

** Doç. Dr., Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, Ankara

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to evaluate the effect of the application of two layers of universal adhesive agent on the bond strength of compomer on primary tooth dentin.

Materials and Methods: 20 caries-free primary molars were used in the study. Occlusal surfaces of the teeth were cut to expose a flat dentin surface and abraded with wet 600 grit silicon carbide paper to obtain a smear layer. The universal adhesive agent (Prime & Bond Universal, Dentsply Sirona, New York, USA) was applied to the samples by two different methods: Group 1) The adhesive agent was applied in a single coat, air-diluted and light cured; Group 2) Adhesive agent applied in two layers, diluted with air and light cured on each layer. Subsequently, compomer (Dyract XP, Dentsply Sirona, New York, USA) restorations were made to both groups. All samples were subjected to 500 thermal cycles and then sectioned for microtensile testing. Two sections from each tooth were obtained so that there were 20 samples in each group. The testing was conducted using a universal testing machine at a crosshead speed of 1mm/min (Micro Tensile Tester, T-61010Ki, Bisco, Schaumburg, USA). Failure modes were determined under a stereomicroscope. Results were analyzed using the t-test and chi-square analysis.

Results: Average microtensile bonding values for Groups 1 and 2 are 12.0 ± 5.8 and 16.7 ± 7.4 MPa, respectively. Higher MPa values were observed as a result of applying two layers of universal adhesive, and the difference between the two groups was found to be statistically significant ($p < 0.05$). While mixed type fractures covering both dentine and adhesive surface were observed more in Group 2 (60%), adhesive type fracture between the restorative material and tooth tissue was observed more in Group 1 (70%). There was no statistically significant difference between the groups ($p > 0.05$).

Conclusion: Increasing the number of layers of the universal adhesive used in compomer restorations applied to primary teeth showed an increasing effect on the bond strength.

Key words: Bond strength, Compomer, Dentin, Universal adhesive

GİRİŞ

Yıllar süren araştırmalar ve rezin materyaller ile dental adezyonda meydana gelen gelişmeler sonucunda diş rengindeki direkt rezin restorasyonlar giderek popülerleşmekte ve minimal invaziv tedavilere olanak sağladıklarından çocuk diş hekimliğinde yaygın bir şekilde tercih edilmektedir. Ancak bu restorasyonlar, intraoral koşullardaki birçok internal ve eksternal bozulma faktörleri tarafından tehdit altındadır. Özellikle adezivin hidrolitik bozulması ve yorgunluğu, biyofilm tehdidi ve dentin matriks metalloproteinazları tarafından enzimatik degradasyon başarısızlık için önemli sebeplerdir (1,2,3,4). Ağız ortamında uzun dönem stabiliteyi elde etmek için adeziv teknoloji anahtar faktördür (5).

Günümüzde dental adezivler “etch-and-rinse” veya “self-etch” sistemler

olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrı bir asitleme basamağı gerektiren etch-and-rinse sistemlerin aksine, self-etch adezivler daha az uygulama basamağı ve zamanı sağlamaktadır. Self-etch adezivler iki ana kategoride sınıflandırılabilir: 1) asidik monomerlerin bir primer ile kombinlendiği, ayrı bir bond uygulaması gerektiren iki aşamalı self-etch adezivler ve 2) asidik primer ve bondun tek bir klinik uygulamada kombinlendiği tek aşamalı self-etch adezivler (6). Bu materyaller etch-and-rinse sistemlerde kullanılan fosforik asitten daha az asidite gösteren asidik monomerlerden oluşmaktadır. Böylece daha düşük mineralizasyona sahip ve asitle pürüzlendirmeye yüksek reaksiyon gösteren süt dişlerinde dentin matriksinin ve kollajen ağın etrafındaki apatit kristallerinin kaybı önlenecektir.

Demineralize dentinin çökmesi engellenerek ve daha az uyumsuzluk ve boşluk oluşumu meydana gelecektir (7).

Universal adeziv olarak adlandırılan, en son gelişen adeziv sistemler tek aşamalı self-etch sistemlere dayansa da, bileşenleri ve klinik uygulama prosedürleri açısından farklı özellikleri vardır (8,9,10,11). Mine ve dentin bağlantısı açısından birçok araştırma universal adezivlerin tek aşamalı self-etch adezivlere eşit veya self-etch adezivlerden daha fazla bağlanma etkinliği olduğunu göstermiştir (8,9,11,12). Universal adezivler geniş kullanım alanları sayesinde yaygınlaşsa da, tek aşamalı self-etch adezivlerin olumsuz yanlarının üstesinden tam olarak gelememiştir. Self-etch sistemlerde olduğu gibi universal adezivin de bağlanma prosedürünü basitleştirmek için belirli miktarda su ve çözücü gerekmektedir (13,14). Ancak su ve çözücü uygulamadan sonra adeziv tabakada kalmakta ve fonksiyonel monomerin düşük pH'ı adezivde daha az karbonlar arası çift bağ reaksiyonlarına sebep olmaktadır (13,15,16,17). Böylece erken fazda bağlanma etkinliği sınırlanmakta ve bağlanmanın uzun süreli dayanımı azalmaktadır. Universal adeziv kullanılarak yapılan restorasyonların uzun süreli dayanımını arttırmak için hidrofobik tabaka eklenmesi, çift kat adeziv uygulanması ve sıcak hava üflenmesi gibi çeşitli teknikler araştırılmıştır (5,18,19,20,21,22).

Çift kat adeziv uygulamasının yorgunluk stresi bakımından universal adezivlerin bağlanma dayanımını arttırmada etkili olduğu kanıtlanmıştır (5). İlk adeziv tabakası primer olarak görev yapmakta ve çözünmüş adeziv ko-monomerlerin kollajen fibril ağındaki interfibriller boşlukların içine doğru su ile yer değiştirmesini başlatmaktadır. İlave adeziv uygulaması demineralize dentin veya dentin tübüllerinden daha fazla suyu uzaklaştırmakta ve kollajen fibril ağındaki rezin

konsantrasyonunu arttırmaktadır (23). Bu yaklaşımın daimi dişlerde adeziv sistemlerin etkinliğini arttırdığı kanıtlanmasına rağmen, süt dişi dentinindeki etkinliğine dair kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, universal adeziv ajanın çift kat uygulanmasının kompomerin süt dişi dentinine olan bağlanmasına etkisinin tek kat uygulanması ile karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmesidir. H_0 hipotezi universal adeziv ajanın tek veya çift kat uygulanmasının bağlantı dayanımı üzerinde herhangi bir farklılık yaratmayacağıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada her bir grupta 10 adet olacak şekilde toplam 20 adet çürüksüz süt molar diş kullanılmıştır. Dişlerin okluzal mine tabakaları düz bir dentin yüzeyi elde etmek amacıyla kesilmiştir. Yüzeyler, smear tabakası oluşturmak amacıyla 600 gritlik silikon karbid zımpara ile aşındırılmıştır. Örneklere universal adeziv ajan (Prime & Bond Universal, Dentsply Sirona, New York, ABD) iki farklı yöntemle uygulanmıştır. Grup 1'de örneklere adeziv ajan tek kat uygulanmış, hava ile inceltilmiş ve ışıkla polimerize edilmiştir. Grup 2'deki örneklere ise adeziv ajan iki kat halinde uygulanmış, her katta hava ile inceltilmiş ve sonrasında ışıkla polimerize edilmiştir. Her iki gruba da kompomer restorasyonlar (Dyract XP, Dentsply Sirona, New York, ABD) yapılmıştır. Her diştten yaklaşık 1mm² boyutunda iki adet kesit elde edilmiş, böylece her grupta 20 adet örnek olması sağlanmıştır. Örneklerin mikrogerilim bağlanma dayanımı (μ TBS) değerleri mikrogerilim test cihazında (Micro Tensile Tester, T-61010Ki, Bisco, Schaumburg, USA), örneklere 1 mm/dk hızla kuvvet uygulanarak ölçülmüştür. Örneklerin kırılması için gerekli olan kuvvet Newton cinsinden kaydedilip daha sonra kesitin alanına bölünerek

MPa'a çevrilmiştir. Örneklerin kopma yüzeyleri stereomikroskop altında x16 ve x20 büyütmede incelenerek kırılma yüzeyleri 4 tipte değerlendirilmiştir:

Tip 1: Koheziv rezin kırığı (Restoratif materyalin kendi içinde görülen kırılma)

Tip 2: Adeziv kırık (Restoratif materyalle diş dokusu arasındaki bağlantı bölgesinde görülen kırılma)

Tip 3: Karışık kırık

Tip 4: Koheziv dentin kırığı (Diş dokusunun kendi içinde görülen kırılma)

Sonuçların istatistiksel değerlendirmesinde değişkenler arasındaki bağımlılığa Ki-Kare analizi ile, gruplar arasındaki karşılaştırmaya ise bağımsız gruplarda t testi ile bakılmıştır. Anlamlılık seviyesi olarak 0,05 kullanılmış olup, $p < 0,05$ olması durumunda anlamlı farklılığın olduğu, $p > 0,05$ olması durumunda ise anlamlı farklılığın olmadığı belirtilmiştir.

BULGULAR

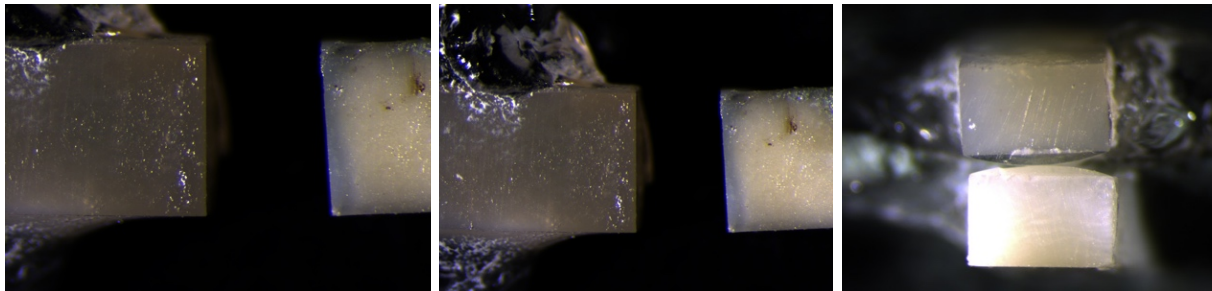
Gruplar kırık tipi açısından birbirleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel

Tablo 1. Gruplarda gözlenen kırık tipleri

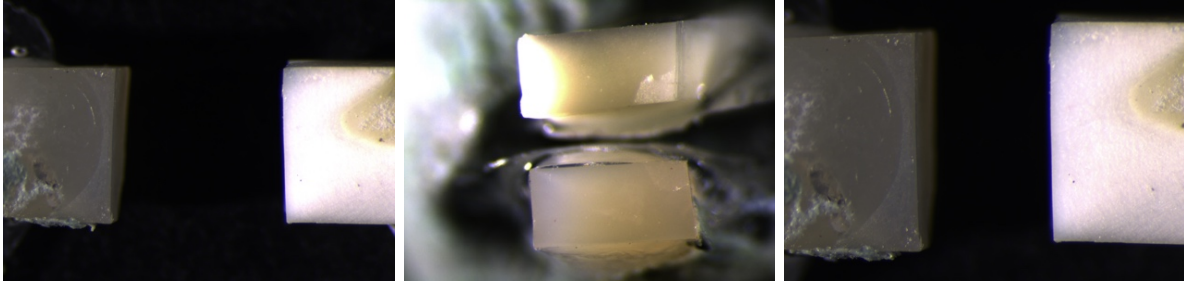
		Grup						Ki-Kare Analizi	
		Tek Kat Uygulanan		Çift Kat Uygulanan		Total			
		n	%	n	%	n	%	Ki-Kare	p
Kırık Tipi	Restoratif Materyalle Diş Dokusu Arasında	14	70,0	8	40,0	22	55,0	2,5	0,112
	Karışık	6	30,0	12	60,0	18	45,0		
	Total	20	100,0	20	100,0	40	100,0		

açıdan anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$). Gruplarda gözlenen kırıkların restoratif materyal ile diş dokusu arasında (tip 2) ve karışık tipte (tip 3) gerçekleştiği belirlenmiştir. Gözlenen kırık tiplerine ait örnekler Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber adeziv ajanın tek kat halinde uygulandığı birinci grupta kırığın restoratif materyalle diş dokusu arasında olma durumu (tip 2 kırık) daha fazlayken, adeziv ajanın iki tabaka halinde uygulandığı ikinci grupta ise kırığın karışık tipte (tip 3) olma durumunun daha yüksek olduğu görülmüştür. Gruplarda gözlenen kırık tiplerine ilişkin değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Ortalama mikrogerilim bağlanma değerleri Grup 1 ve 2 için sırasıyla $12,0 \pm 5,8$ ve $16,7 \pm 7,4$ MPa'dır. Universal adezivin iki kat uygulanması sonucunda daha yüksek MPa değerleri gözlenmiş ve iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Grupların mikrogerilim bağlanma dayanımlarına ait değerler Tablo 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Grup 1'e ait adeziv tip kırık örneği



Şekil 2. Grup 2'ye ait karışık tip kırık örneği

Tablo 2. Grupların mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri

		Grup						t testi	
		n	Ort.	Median	Minimum	Maximum	ss	t	p
Kırılma Kuvveti	Tek Kat Uygulanan	20	12,0	11,6	4,3	25,1	5,8	-2,2	0,032
	Çift Kat Uygulanan	20	16,7	14,6	9,2	34,1	7,4		
	Total	40	14,4	12,9	4,3	34,1	7,0		

TARTIŞMA

Universal adeziv sistemler, uygulama basamaklarının ve zamanının azaltılmasıyla özellikle çocuk hastalarda ihtiyaç duyulan kısa çalışma süresini sağlamaktadırlar. Ancak polimerizasyon sırasında adeziv tabakalarında rezidüel su meydana gelme potansiyelleri nedeniyle monomer dönüşüm derecesi azalmakta, adeziv tabakanın mekanik özellikleri olumsuz etkilenmektedir (24,25,26). Bu istenmeyen durumun önüne geçmek amacıyla adeziv tabakanın birkaç kaç halinde uygulanması, araştırmacılar tarafından önerilen yöntemlerden biridir (21,27,28,29). Ancak, uygulanan adeziv tabaka sayısının arttırılmasının daimi dişlerde adeziv sistemlerin etkinliğini arttırdığı kanıtlanmasına rağmen (5,30,31), süt dişi dentinindeki etkinliğine dair kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, süt dişi dentininde uygulanan kompozit restorasyonların altında universal tip adeziv tek ve çift kat uygulanması karşılaştırılmıştır.

Smear tabakasının oluşturulma şeklinin, bu tabakanın kalınlığını ve ni-

telini değiştirerek adezivlerin bağlanma dayanımı sonuçlarını etkilediği belirtilmiştir (32,33). Klinikte elmas ve tungsten karbid frezler ile preparasyon yapılmaktadır. Elmas ve tungsten karbid frezlerin oluşturduğu smear tabakalarının kalınlığının, 320-600 grenli silikon karbid zımparanın oluşturduğu smear tabakasının kalınlığı ile benzer olduğu belirtilmiştir (34). Self-etch adeziv sistemlerin dentindeki bağlanma dayanımının değerlendirildiği laboratuvar çalışmalarında, smear tabakasının 600 grenli silikon karbid zımpara ile oluşturulduğu tespit edilmiştir (32,35). Bu nedenle çalışmamızda klinik koşullarda oluşturulan smear tabakasını taklit edebilmek amacıyla dentin yüzeyinde 600 grenli silikon karbid zımpara kullanılmıştır.

Adeziv ajanın tek veya çift kat uygulanmasının bağlanma dayanımına etkilerini değerlendirmek amacıyla mikrogerilim bağlanma dayanımı testi kullanılmıştır. Bu yöntem 1 mm'nin altındaki küçük alanlarda arayüz bağlanma dayanımlarını araştırmaya olanak sağlar. Adeziv sistemleri değerlendirmek için bağlanma substratı olarak dentin kullanıldığında, makaslama bağlanma dayanımı testleri debonding

işlemi esnasında homojen olmayan stresler üreterek dentin içinde koheziv kopmalara neden olur. Dentin içindeki bu koheziv kırıklar, klinik olarak gerçek kavitelerdeki ilgili başarısızlık mekanizmasını temsil etmemektedir (36). Enine kesit alanları küçültülmüş örneklerle sahip olduğu için mikrogerilim bağlanma testi daha güvenilir ve aynı zamanda hem dentin hem de rezinde koheziv başarısızlık oranını azaltan daha homojen bir arayüz stres dağılımı sağlar (37). Bu nedenlerle mikrogerilim test yönteminden elde edilen sonuçlar, dentin arayüz bağlanma dayanımını daha net bir şekilde yansıtabilir (36).

Bu çalışmanın sonuçlarına göre, universal adeziv ajanın iki tabaka halinde uygulandığı grup, tek tabaka halinde uygulandığı gruba göre daha fazla bağlantı dayanımı göstermiştir. Bu nedenle H_0 hipotezi reddedilmiştir. Mikrogerilim bağlanma dayanımı testi sonuçlarının, ikinci uygulama basamağıyla elde edilen daha kalın adeziv tabakasının daha fazla doldurulmamış adeziv içermesinden dolayı olduğu düşünülebilir (21). Ayrıca, polimerize olmamış asidik monomerlerin ikinci kez uygulanması, dentinle direkt temasta olan asidik reaktiflerin miktarını artırarak ve hidroksiapatitin tamponlama kapasitesini azaltarak asitle pürüzendirme performansını arttırmış olabilir (21). Artan adeziv kalınlığı ve kollajen fiberlerin adeziv ajanla daha iyi dolması mikrogerilim bağlanma dayanımındaki artışı açıklayabilir (38).

Hashimoto ve ark. (27), total-etch adezivlerin art arda uygulanmasının μ -TBS testi sonuçlarına göre dentin bağlanma dayanımını arttırdığını bildirmişlerdir. Daha kalın bir adeziv tabakasının polimerizasyon büzülme stresinin azalmasına katkıda bulunduğu düşünülmektedir (39,40). Ek olarak, artan kalınlık stresi dağıtabilecek daha geniş bir plastik zon ile sonuçlanarak mekanik özellikleri arttırabilir (28). Çift

kat uygulama daha uniform bir adeziv tabaka elde edilmesini sağlayarak tek kat uygulama sonucunda meydana gelme ihtimali olan uygulama defektlerinin kompensasyonunu gerçekleştirir. Fujiwara ve ark. (5) hem dentin hem de mine için çift tabaka universal adeziv ajan uygulanmasının hem başlangıç bağlanma dayanımını hem de bağlanmanın devamlılığını sağlayarak bağlantı kalitesini arttırdığını bildirmişlerdir. Taschner ve ark. (21), adeziv ajanın çift tabaka uygulanmasıyla tek tabaka uygulanmasına göre daha fazla bağlantı dayanımı elde edildiğini ancak bunun kullanılan adeziv ajana bağımlı olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada meydana gelen kırıkların adeziv tip ve karışık tipte gerçekleştiği görülmektedir. Universal adeziv ajanın tek kat uygulandığı birinci grupta daha çok adeziv kırık görülürken, çift kat uygulandığı ikinci grupta ise karışık tip kırık daha fazla görülmüştür. Adeziv kırık, materyalde kırık oluşumuna neden olan koheziv kırığa tercih edilen bir kopma tipidir. Buna rağmen bağlanma dayanımının fazla olmasıyla daha çok koheziv tip kopmalar görülmektedir (41,42,43). Ajanın çift kat uygulandığı grupta karışık tipin daha fazla görülmesi, bu grupta dentine bağlantının daha iyi olmasıyla açıklanabilir.

SONUÇ

Universal adeziv ajanın süt dişi dentinine iki tabaka halinde uygulanması, bağlantı dayanımını arttırıcı etki göstermiştir. Bu uygulama işlem süresini uzatsa da restorasyonların uzun dönem prognozu daha iyi olacaktır. Ancak, bu konuda yapılacak uzun dönem klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater* 2008; 24(1): 90-101.
2. Carvalho RM, Manso AP, Geraldeli S, Tay FR, Pashley DH. Durability of bonds and clinical success of adhesive restorations. *Dent Mater* 2012; 28(1): 72-86.
3. Nassar M, Hiraishi N, Shimokawa H, Tamura Y, Otsuki M, Kasugai S, Ohya K, Tagami J. The inhibition effect of non-protein thiols on dentinal matrix metalloproteinase activity and HEMA cytotoxicity. *J Dent* 2014; 42(3): 312-8.
4. Tezvergil-Mutluay A, Pashley D, Mutluay MM. Long-term durability of dental adhesives. *Current Oral Health Reports* 2015; 174-181.
5. Fujiwara S, Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Imai A, Watanabe H, Erickson RL, Latta MA, Nakatsuka T, Miyazaki M. Effect of double-layer application on bond quality of adhesive systems. *J Mech Behav Biomed Mater* 2018; 77: 501-509.
6. Soares FZ, Rocha Rde O, Raggio DP, Sadek FT, Cardoso PE. Microtensile bond strength of different adhesive systems to primary and permanent dentin. *Pediatr Dent* 2005; 27: 457-462.
7. Gordan VV, Vargas MA, Cobb DS, Denehy GE. Evaluation of adhesive systems using acidic primers. *Am J Dent*.1997; 10: 219-223.
8. Suzuki T, Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Endo H, Erickson RL, Latta MA, Miyazaki M. Influence of etching mode on enamel bond durability of universal adhesive systems. *Oper Dent* 2016; 46: 520-530.
9. Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Berry TP, Watanabe H, Erickson RL, Latta MA, Miyazaki M. Influence of different etching modes on bond strength and fatigue strength to dentin using universal adhesive systems. *Dent Mater* 2016; 32: 9-21.
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: 7-26.
11. Nagarkar S, Theis-Mahon N, Perdigão J (2019) Universal dental adhesives: current status, laboratory testing, and clinical performance. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2019; 107: 2121-2131.
12. Takeda M, Takamizawa T, Imai A, Suzuki T, Tsujimoto A, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M. Immediate enamel bond strength of universal adhesives to unground and ground surfaces in different etching modes. *Eur J Oral Sci* 2019; 127: 351-360.
13. 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: 17-28.
14. Miyazaki M, Tsujimoto A, Tsubota K, Takamizawa T, Kurokawa H, Platt JA. Important compositional characteristics in the clinical use of adhesive systems. *J Oral Sci* 2014; 56: 1-9.
15. Salz U, Zimmermann J, Salzer T. Self-curing, self-adhesive cements systems. *J Adhes Dent* 2005; 7: 7-17.
16. Vrochari AD, Eliades G, Hellwig E, Wrbas KT. Curing efficiency of four self-etching, self-adhesive resin cements. *Dent Mater* 2009; 25: 1104-1108.
17. Zorzini J, Petschelt A, Ebert J, Lohbauer U. pH neutralization and influence on mechanical strength in self-adhesive resin luting agents. *Dent Mater* 2012; 28: 672-679.
18. Ogura Y, Shimizu Y, Shiratsuchi K, Tsujimoto A, Takamizawa T, Ando S, Miyazaki M. Effect of warm air-drying on dentin bond strength of single-step self-etch adhesives. *Dent Mater J* 2012; 31: 507-513.
19. Shiratsuchi K, Tsujimoto A, Takamizawa T, Furuichi T, Tsubota K, Kurokawa H, Miyazaki M. Influence of warm air-drying on enamel bond strength and surface free-energy of self-etch adhesives. *Eur J Oral Sci* 2013; 121: 370-376.
20. Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez IV, Staichak R, Reis A, Loguercio AD. Immediate adhesive properties to dentin and enamel of a universal adhesive associated with a hydrophobic resin coat. *Oper Dent* 2014; 39: 489-499.
21. 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: 416-426.
22. Sezinando A, Luque-Martinez IV, Muñoz MA, Reis A, Loguercio AD, Perdigão J. Influence of a hydrophobic resin coating on the immediate and 6-month dentin bonding of three universal adhesives. *Dent Mater* 2015; 31: 236-246.
23. Mohamad D, Young RJ, Mann AB, Watts DC. Post-polymerization of dental resin composite evaluated with nanoindentation and micro-Raman spectroscopy. *Arch Oral Sci* 2007; 2: 26-31.

24. Yamada M, Miyazaki M, Moore BK. Influence of interchanging adhesive resins and self-etching primers on the mechanical properties of adhesive resins. *Oper Dent* 2004; 29(5): 532-537.
25. Van Landuyt KL, Peumans M, De Munck J, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive. *Dent Mater* 2006; 22(6): 533-544.
26. 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.
27. Hashimoto M, Sano H, Yoshida E, Hori M, Kaga M, Oguchi H, Pashley DH. Effects of multiple adhesive coatings on dentin bonding. *Oper Dent* 2004; 29(4): 416-23.
28. 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.
29. Takahashi R, Nikaido T, Ariyoshi M, Kitayama S, Sadr A, Foxton RM, Tagami J. Thin resin coating by dual-application of all-in-one adhesives improves dentin bond strength of resin cements for indirect restorations. *Dent Mater J* 2010; 29(5): 615-622.
30. Ito S, Tay FR, Hashimoto M, Yoshiyama M, Saito T, Brackett WW, Waller JL, Pashley DH. Effects of multiple coatings of two all-in-one adhesives on dentin bonding. *J Adhes Dent* 2005; 7(2): 133-141.
31. Hirokane E, Takamizawa T, Kasahara Y, Ishii R, Tsujimoto A, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M. Effect of double-layer application on the early enamel bond strength of universal adhesives. *Clin Oral Investig* 2020 May 30.
32. Tay FR, Pashley DH. Bonding to Cut Enamel, Eliades G, Watts DC, Eliades T. *Dental Hard Tissues and Bonding, Western Europe*: Spinger Verlag 2005; 16-21.
33. Ermis RB, De Munck J, Cardoso MV, Coutinho E, Van Landuyt KL, Poitevin A. Bond strength of self-etch adhesives to dentin prepared with three different diamond burs. *Dent Mater* 2008; 24: 978-985.
34. Oliveira SSA, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall Jr GW. The influence of dentin smear layer on adhesion: A self-etching primer vs. a total-etch system. *Dent Mater* 2003; 19: 758-767.
35. Chan KM, Tay FR, King NM, Imazato S, Pashley DH. Bonding of mild self-etching primers/adhesives to dentin with thick smear layers. *Am J Dent* 2003; 16(5): 340-346.
36. Sudsangiam S, van Noort R. Do dentin bond strength tests serve a useful purpose? *J Adhes Dent* 1999; 1(1): 57-67.
37. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater* 1995; 11(2): 117-125.
38. Camps J, Pashley DH. Buffering action of human dentin in vitro. *J Adhes Dent* 2000; 2(1): 39-50.
39. Choi KK, Condon JR, Ferracane JL. The effects of adhesive thickness on polymerization contraction stress of composite. *J Dent Res* 2000; 79: 812-817.
40. Koike T, Hasegawa T, Itoh K, Yukitani W, Yamashita T, Wakumoto S, Hisamitsu H. Effect of multiple application of a dentin adhesive on contraction gap width of a resin-based composite. *Am J Dent* 2002; 15(3): 159-163.
41. Atsu SS, Kilicarslan MA, Kucukesmen HC, Aka PS. Effect of zirconium-oxide ceramic surface treatments on the bond strength to adhesive resin. *J Prosthet Dent* 2006; 95(6): 430-436.
42. Lührs AK, Pongprueksa P, De Munck J, Geurtsen W, Van Meerbeek B. Curing mode affects bond strength of adhesively luted composite CAD/CAM restorations to dentin. *Dent Mater* 2014; 30(3): 281-291.
43. Lima JFM, Wajngarten D, Islam F, Clifford J, Botta AC. Effect of adhesive mode and chlorhexidine on microtensile strength of universal bonding agent to sound and caries-affected dentins. *Eur J Dent* 2018; 12(4): 553-558.

Yazışma Adresi:

Dt. Betül Büşra URSAVAŞ
Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Pedodonti Anabilim Dalı
E-mail: betulbusraursavas@gmail.com