

FARKLI ÇÖZÜCÜ İÇEREN TOTAL-ETCH ADEZİFLERİN FARKLI UYGULAMA YÖNTEMLERİNİN BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİ

Effect of Different Application Methods of Total Etch Adhesives Containing Different Solvents on Bond Strength

Özgür IRMAK¹

Makale Gönderilme Tarihi:23/05/2012

Makale Kabul Tarihi:07/01/2013

ÖZ

Amaç: Farklı çözücü (aseton, etanol ve tersiyer butanol) içeren total-etch ve self-etch adeziflerin iki farklı uygulama yönteminin derin dentinde mikrogerilim bağlanma dayanımı üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Dişler çözücü tipi ve adezif sisteme göre 20'şerli rastgele 3 ana gruba; her ana grup da uygulama yöntemine göre kendi içinde 2 alt gruba bölündü (n=10). Total-etch adezifler dentin yüzeyine fırçayla ovalanarak veya ovalanmadan uygulanıp polimerize edildi. Örneklere kompozit adezifler bağlanıp, termal siklusa uygulandıktan sonra mikrogerilim kuvvetine maruz bırakıldı. Veriler istatistiksel olarak değerlendirildi.

Bulgular: Tüm adezifler için fırçayla ovalama uygulamasının bağlanma dayanıklılığını istatistiksel olarak da anlamlı miktarda arttırdığı görüldü (p<0.001). Tersiyer butanol içeren total etch adezif ovalanarak ya da ovalanmadan uygulandığında en yüksek bağlanma dayanıklılığı değerlerine sahip oldu.

Sonuç: Adezif sistemden bağımsız olarak adeziflerin dentin yüzeyine ovalanarak uygulanması sonucu bağlanma dayanıklılığı değerlerini arttırabilir. Çözücü olarak tersiyer butanol içeren adezifler yüksek performansları nedeniyle önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Çözücü, gerilim kuvvetleri, t-butanol

ABSTRACT

Purpose: Aim of this study was to evaluate the effect different application methods of total-etch adhesives containing different solvents on microtensile bond strength to dentin.

Material and Methods: Teeth were randomly divided into three groups according to adhesive systems and solvent type; each group was divided into two subgroups according to application method (n=10). Total-etch adhesives were applied with or without rubbing action and light cured. After bonding procedures resin composites were bonded and light cured. Specimens were subjected to thermocycle then microtensile force and obtained data were analyzed statistically.

Results: Rubbing action significantly improved bond strength to dentin (p<0,001). Tertiary butanol containing adhesive showed highest bond strength values with or without rubbing action (p<0,05).

Conclusion: Regardless of the adhesive system, rubbing of adhesive resins to dentin surface could increase bond strengths. Due to their high performances, adhesives containing tertiary butanol as solvent could be suggested.

Keywords: Solvent, tensile strengths, t-butanol

¹ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi A.D.

Giriş

Mine ve dentine bağlanmanın temel mekanizması esasen; diş sert dokularından uzaklaştırılan minerallerin adezif monomerlerce yer değiştirmesini içeren mikromekanik bir kilitlenmedir. Günümüzde modern adezif sistemlerde bu adezyon stratejisi üzerine kurulmuş üç mekanizma vardır: Total-Etch / Etch&rinse (TE), Self-Etch / Etch&dry (SE) ve Kendinden adezif (Self adhesive). Mikromekanik bağlanmayı sağlamak için yüzey pürüzlendirici uygulamalar tasarlanmış ve ıslatabilme özelliği yüksek olan kritik yüzey gerilim değeri düşük adezifler geliştirilmiştir.

Çok aşamalı TE yaklaşım hidroksiapatitten zengin minede derin çukurcuklar oluşturan, dentinde ise hidroksiapatiti uzaklaştırarak kollajen ağını ortaya çıkaran fosforik asit uygulamasını içermektedir. Bir sonraki adım; basitleştirilmiş iki aşamalı sistemlerde primer/adezif kombinasyonunun uygulanıp polimerize edilmesidir. Üç aşamalı sistemlerde ise primer ve adezif uygulaması ayrı adımlarda gerçekleştirilir. Amaç monomerlerin difüzyon yoluyla mine çukurcukları ile açık dentin tübülleri ve kollajen ağıyla mikromekanik kilitlenme yapmasını sağlamaktır.

Şüphesiz küçük adezif uzantılarının asitlendirilmiş mine ile mikromekanik kilitlenmesi bugüne kadar minede elde edilen en iyi bağlanmadır (1,2,3). Bu, restorasyon kenarlarını uzun dönemde örter ve ayrıca yıkıma daha elverişli olan dentin bağlantısını da korur. Buna zıt olarak dentinin astilenmesi kollajenin doğal korumasını uzaklaştırdığından daha agresif bir işlemdir ve de adezif-kollajen kompleksinin su emme ve enzimatik yıkım yolu ile yıkıma daha yatkın hale getirir (4,5,6). Bunların yanında, diş dokusundaki kimyasal ve morfolojik farklılıklar, diş yüzeyinin kontaminasyonu ve nem gibi faktörler

de bağlanmanın başarısını etkilemektedir.

Günümüz TE adezifleri çözücü olarak etanol ya da aseton içermektedir. Adezif monomerler bu çözücüler içerisinde çözünür (7). Bu organik çözücüler kollajen ağından suyun uzaklaşmasından ve adezif monomerlerin daha önce su tarafından doldurulan boşluklara infiltrasyonundan sorumludurlar (8). Dentin yüzeyi fosforik asit uygulandıktan sonra monomer penetrasyonu için nemli tutulmalıdır. Mevcut TE adeziflerde nemli bağlanma ideal tekniktir ancak nem konsepti üretici ve klinisyenler arasında yüksek değişkenliğe sahiptir. Aseton içeren sistemler etanol/su içeren sistemlere göre suyu uzaklaştırmada daha başarılıyken, etanol/su içeren sistemler yüzeydeki neme karşı daha duyarsızdır ve kollajen matriksi yeniden genişletebilirler (9). Son yıllarda çözücü olarak tersiyer butanol içeren bir adezif piyasaya sürülmüştür. Bu adezifin üreticisine göre bu sistemin teknik hassasiyeti diğer sistemlere göre daha azdır. Bu çalışmada geleneksel çözücülere (aseton, etanol) sahip adezifler ve tersiyer butanol içeren adezifin iki farklı uygulama yönteminin dentine makaslama bağlanma dayanımı performansları değerlendirilmiştir.

Gereç ve Yöntem

Çalışmada 60 adet çekilmiş çürüksüz insan molar dişi kullanıldı. Diş yüzeylerindeki artıklar uzaklaştırıldıktan sonra deney süresine kadar % 0,02'lik timol solüsyonu içinde bekletildi. Dişler mine sement sınırının 2 mm apikalinde olacak şekilde akrilik bloklara gömüldü. Dişlerin okluzal yüzeyleri derin dentin dokusunu açığa çıkartmak amacıyla düşük devirde su soğutmalı elmas frezle uzaklaştırıldı. Elde edilen dentin yüzeylerinde 600 numaralı zımpara silikon karbid

kağıt smear tabakası oluşturmak amacıyla Deneide kullanılan materyaller ve içerikleri ile 30 s süreyle akan su altında uygulandı. tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Deneide kullanılan materyaller, içerik ve özellikleri.

Materyal		İçerik / Özellik	Üretici Firma
Solobond M	1 aşamalı TE Adezif	Bis-GMA, HEMA, fosfat metakrilat, BHT, kamforkinon, amin hızlandırıcı, aseton	VOCO, Cuxhaven, Germany
Optibond S	1 aşamalı TE Adezif	Bis-GMA, HEMA, GDMA, GPDM, BHT, ODMAB, kamforkinon, SiO ₂ , baryum aluminoborosilikat, Na ₂ SiF ₆ , bağlayıcı faktör a174, etanol, ağırlıkça %15 oranında doldurucu	KerrHawe SA Bioggio, Switzerland
XP Bond	1 aşamalı TE Adezif	PENTA, TCB, HEMA, TEGDMA, UDMA, nanodoldurucu, kamforkinon, stabilizatör, tersiyer butanol	Dentsply Caulk, Milford, USA
Grandio	Nanohibrit Kompozit Adezif	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, SiO ₂ , cam seramik, kamforkinon	VOCO, Cuxhaven, Germany
Vococid	Fosforik Asit	%37 Ortofosforik asit	VOCO, Cuxhaven, Germany
Mikrosünger		Pellets	Bisco Inc, Schaumburg, IL, USA
Hilux LEDMAX	Işık polimerizasyon cihazı	LED ışık cihazı, dalga boyu 460-480nm, ışık yoğunluğu 800mW/cm ²	Benlioglu Dental, Ankara, Türkiye
Miracut 175 Precision Cutter	Kesit alma cihazı		Metkon, Türkiye
Leica MZ12	Işık mikroskobu		Wetzlar, Germany

Dişler çözücü tipine göre 20’şerli rastgele 3 ana gruba; her ana grup da uygulama yöntemine göre kendi içinde 2 alt gruba bölündü (n=10). Daha sonra her bir gruptaki dişlere aşağıda belirtilen işlemler sırasıyla uygulandı:

Total etch adezif sistem uygulanan 3 grupta (Grup 1, Grup 2, Grup 3) hafif hava uygulamasıyla kurutulmuş dentin yüzeyine %37’lik fosforik asit (Vococid, VOCO, Cuxhaven, Germany) 15 s süreyle uygulandıktan sonra 15 s süreyle suyla yıkandı. Dentin yü-

zeyleri üzerindeki fazla su mikrosüngerlerle (Foam Pellets, Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) uzaklaştırılarak nemli bağlanma için dentin yüzeyleri hazırlandı. Grup 1a (SB)'da aseton içeren TE adezif (Solobond M) mikrofırça ile yüzeye ovalamadan sürülüp 20 s bekledikten sonra çözücüyü uzaklaştırmak için 5 s hava 10 cm mesafeden uygulandı. Grup 1b (SBov)'de aseton içeren TE adezif (Solobond M) mikrofırça ile 20 s yüzeye güçlü ovalamayla sürüldükten sonra çözücüyü uzaklaştırmak için 5 s hava 10 cm mesafeden uygulandı. Grup 2a (OB) ve Grup 2b (OBov)'de etanol içeren TE adezif (Optibond S); Grup 3a (XP) ve Grup 3b (XPov)'de tersiyer butanol içeren TE adezif (XP Bond) Grup 1'de anlatıldığı gibi iki ayrı alt grupta uygulandı.

Her grupta uygulanan adezif 800 mW/cm² ışık yoğunluğuna sahip LED ışık cihazı ile 20 s süreyle polimerize edildi. Daha sonra dişler üzerine yerleştirilen 3,6 mm iç çap, 4 mm yüksekliğe sahip teflon kalıplara 2'şer mm'lik kompozit adezif iki tabaka halinde uygulandı. Her bir kompozit tabakası 20 s süreyle LED ışık cihazı ile polimerize edildi. Distile su içerisinde 37°C'da 24 saat bekletilen tüm örnekler 5-55°C'da 10 saniye batırma süresi ile 500 termal siklusa tabi tutuldu. Termal siklus sonrası bağlanmış örnekler yüzey alanı 1 mm² olacak şekilde çubuklar elde etmek amacıyla uzun eksen boyunca elmas testere (Mikracut 175, Metkon, Türkiye) ile 300 devir/dk hızla su soğutması altında kesildi. Elde edilen her bir çubuk siyanoakrilat adezif ile test cihazına yapıştırıldı ve 0,5 mm/dk kafa hızı ile gerilim kuvvetine maruz bırakıldı. Elde edilen değerler MPa cinsinden kaydedildi. Başarısızlık şekilleri 400x büyütmede ışık mikroskopunda (Leica MZ12) değerlendirilip; koheziv, adezif veya karışık başarısızlık olarak sınıflandırıldı.

Çalışmada kullanılacak örnek sayılarını belirleyebilmek amacı ile G*Power (G*Power Ver. 3.0.10, Franz Faul, Universität Kiel, Germany) paket programı kullanıldı (10). Bağlanma dayanıklılığı değerlerinin normal dağılıma uygunlukları grafiksel olarak ve Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Bağlanma dayanıklılığı verilerinin normal dağılıma uymadıkları görüldü. Tanımlayıcı istatistiklerin gösteriminde ortanca (Çeyreklikler Arası Genişlik - ÇAG, Interquartile Range - IQR) değerleri kullanıldı. Adeziflere göre bağlanma dayanıklılığını karşılaştırmak amacı ile Kruskal-Wallis non-parametrik varyans analizi uygulandı. Farklı adezifi belirleyebilmek amacı ile Bonferroni düzeltilmeli Mann-Whitney testi ikili post-hoc karşılaştırmalar için kullanıldı. Bonferroni düzeltilmesi; toplam yanılma payının yapılan ikili karşılaştırma sayısına bölümü olarak özetlenebilir. Bu çalışma için ($p < 0,05$) yerine post-hoc ikili karşılaştırmalarda (yanılma payı / ikili karşılaştırma sayısı) ($p < 0,05/21$), ($p < 0,0024$) değeri kullanılmıştır. Adeziflere göre fırça ile ovalama uygulaması yapılan ve yapılmayan örnekleri karşılaştırmak için Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanıldı. Tüm analiz ve hesaplamalar için MS-Excel 2003 ve SPSS for Win. Ver. 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL., USA) paket programları kullanıldı. İstatistiksel kararlarda (Bonferroni düzeltilmeli post-hoc ikili karşılaştırmalar dışında) $p < 0,05$ düzeyi anlamlı farklılığın göstergesi olarak kabul edildi.

Bulgular

Ovalama uygulaması yapılmayan örneklerde adeziflere göre bağlanma dayanıklılığı değerleri tablo 2'de gösterilmiştir. Post-hoc analiz sonuçları tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2. Ovalama uygulaması yapılmayan adeziflerde bağlanma dayanıklılığı (MPa).

Adezif	En küçük	En büyük	Ortanca	ÇAG
XP	10,21	28,45	17,60	6,85
SB	8,26	21,02	15,29	4,00
OB	4,65	16,57	9,67	3,69

$$\chi^2=226,899 ; p<0,001$$

Tablo 3. Ovalama uygulaması yapılmayan adeziflerde bağlanma dayanıklılığı post-hoc karşılaştırma sonuçları.

Adezif	XP		SB		OB	
	Z	p	Z	p	Z	p
XP			3,111	0,002	7,577	<0,001
SB					6,562	0,001
OB						

Bonferroni düzeltmesi nedeni ile istatistiksel kararlarda $p<0,05$ yerine $p<0,0024$ değerleri anlamlı farklılığı göstermektedir. Anlamlı farklılık gösteren p değerleri koyu olarak işaretlenmiştir.

Fırçayla ovalama yapılan örneklerde adeziflere göre bağlanma dayanıklılığı değerleri tablo 4'te gösterilmiştir. Post-hoc analiz sonuçları tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 4. Fırçayla ovalama yapılan adeziflerde bağlanma dayanıklılığı (MPa).

Adezif	En küçük	En büyük	Ortanca	ÇAG
XPov	7,17	30,12	19,47	5,53
SBov	12,38	27,43	17,73	5,06
OBov	8,79	23,42	13,85	6,25

$$\chi^2=137,153 ; p<0,001$$

Tablo 5. Fırçayla ovalama yapılan adeziflerde bağlanma dayanıklılığı post-hoc karşılaştırma sonuçları.

Adezif	XPov		SBov		OBov	
	Z	p	Z	p	Z	p
XPov			1,502	0,133	4,866	<0,001
SBov					4,968	0,001
OBov						

Bonferroni düzeltmesi nedeni ile istatistiksel kararlarda $p<0,05$ yerine $p<0,0024$ değerleri anlamlı farklılığı göstermektedir. Anlamlı farklılık gösteren p değerleri koyu olarak işaretlenmiştir.

Fırçayla ovalama uygulamasının bağlanma dayanıklılığına etkisi her bir adezif için ayrı ayrı incelendi ve tüm adezifler için fırçayla ovalama uygulamasının bağlanma dayanıklılığını istatistiksel olarak da anlamlı miktarda arttırdığı görüldü ($p<0,001$).

Tartışma

Günümüzde adeziflerin performanslarını kıyaslamada birçok ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Ancak bu yöntemlerde ölçüm için belirli standartlar oluşturmak oldukça güçtür. Test düzeneğindeki değişiklikler test sonuçlarını da belirgin biçimde etkilemektedir (11,12,13,14,15,16). Neredeyse olası bütün test değişkenleri (örnek geometrisi, yükleme durumu, film kalınlığı, elastikiyet modülü) stres durumu ve dolayısıyla bağlanma dayanıklılığı değerlerinde belirgin bir etkiye sahiptir ve sonuçlardaki tutarsızlığın nedenidir.

Eğer geleneksel bağlanma testleri (makaslama, mikromakaslama, gerilim, mikrogirilim) dentine adezyonun performansını açıklamaya ilgili zorlukların tümünden haberdar olarak kullanılacaksa tüm koheziv

kırık gösteren örnekler çıkarılmalıdır çünkü bunlar arayüzdeki bağlanma dayanıklılığından çok dentin ya da kompozit adezifnin mekanik özelliklerinin temsil ederler. Sadece adezif ya da %10'dan küçük adezif ya da dentin içeren karışık başarısızlıklar hesaplamada kullanılmalıdır. Bu kırık yüzeyin detaylı mikroskopik incelemesinin gerektirir (stereo ya da SEM) (17). Mevcut çalışmada kırık yüzeylerin incelenmesi amacıyla 400x büyütmede stereomikroskop kullanıldı ve koheziv dentin, koheziv adezif ve kırık yüzeyinde büyük miktarlarda dentin ya da adezif içeren karışık tip başarısızlıklar istatistiksel değerlendirmeye dahil edilmedi (17).

TE adeziflerde su bulunması kollajen fibrillerde plastikleştirici etki yapar ve fibrillerin gerginliğini azaltır. Uygulanan asitin yıkanıp hava ile kurutulmasını takiben yüzeydeki su kollajen ağından uçar ve su-hava ara yüzündeki yüzey gerilim kuvvetleri su buharlaşması devam ettikçe kollajen ağını çökmeye zorlar. Hava püskürtmesi mikrofibrillerden suyu buharlaştırdıkça kollajen ağı gerginleşir ve göreceli olarak geçirgen olmayan bir yapıya dönüşür. Susuz çözücü içeren adezif uygulanması kollajen ağının tekrar genişlemesini önleyerek gerginliğini devam ettirir. Ancak yüzey su veya su içeren hidrofilik primer ile yeniden ıslatıldığında kollajenin elastik modülü tekrar genişlemesine olanak verecek seviyeye düşer ve adezif infiltrasyonu mümkün olur. Bu durum kurutulmuş dentin kollajeninin genişlemesi açısından önemlidir (18). Asit uygulaması ile zarar gören kollajen su ile temas ettiği zaman bir miktar renatüre olabilir fakat asitle temas süresi arttığında bu oran düşer; ancak kollajendeki su tamamen kaybolduğunda kollajenin renatüre olması mümkün değildir (5).

Hidrojen bağlama kapasitesinin dehidrasyon sonrası çökmüş kollajeni açmada önemli

olduğu gösterilmiştir (19). Hidrojen-bağı yapmaya yüksek eğilimli çözücüler kollajen ağını büzülü halde tutan hidrojen bağlarını kırabilir. Asetonun hidrojen bağlama kapasitesi, tersiyer butanol, etanol ve suyla kıyaslandığında oldukça düşüktür. Bu yüzden büzölmüş kollajen ağını genişletemezler. Bu da aseton içeren adeziflerin dehidrate dentindeki düşük performanslarını açıklayabilir.

Yüzeydeki su tamamen uzaklaştırılmadığında ise, kollajen ağı içerisinde su ile adezif kendilerine yer bulmak için yarışır (20). Aseton içeren sistemlerde uçucu adezif çözücünün suyu kovma kabiliyeti intertübüler ağıdaki suyu etkin biçimde uzaklaştırır ve aşırı nemli yüzey varlığında bile optimum adezif penetrasyonu sağlanabilir. Yüzey kuru olduğunda kollajenden zengin zayıf bir bölge oluşur bu da mikrosızıntı ve hidrolitik yıkıma neden olabilir. Teorik olarak adezif tarafındaki bağlanma başarısızlıkları hibrit tabakanın üst yüzeyinde meydana gelecektir. Diğer taraftan ise yüzeyde nem varlığında oluşacak olan su damlaları stres artırıcı olarak davranacak ve yük altında adezif – hibrit tabaka arayüzünde çatlaklara yol açacaktır (21). Etanol/su bazlı sistemlerde suyun uzaklaştırılmasındaki başarısızlıklar suda çözünen adezif içeriklerinin seyrelmesine yol açarak dönüşüm derecesini düşürür (20).

Aseton içeren sistemlerde uçucu adezif çözücünün suyu kovma kabiliyeti intertübüler ağıdaki suyu etkin biçimde uzaklaştırır ve aşırı nemli yüzey varlığında bile optimum adezif penetrasyonu sağlanabilir. Yüzey kuru olduğunda kollajenden zengin zayıf bir bölge oluşur bu da mikrosızıntı ve hidrolitik yıkıma neden olabilir. Teorik olarak adezif tarafındaki bağlanma başarısızlıkları hibrit tabakanın üst yüzeyinde meydana gelecektir. Diğer taraftan ise yüzeyde aşırı nem varlığında oluşacak olan su damlaları stres artırıcı olarak davranacak ve yük altında adezif

– hibrit tabaka arayüzünde çatlaklara yol açacaktır (21). Su bazlı sistemlerde suyun uzaklaştırılmasındaki başarısızlıklar suda çözünen adezif içeriklerinin seyrelmesine yol açarak dönüşüm derecesini düşürür (20). Hem suda hem de asetonda çözünen adezif içerikleri asetonun çabukça buharlaşmasını takiben seyrelirler ve polimer zincirlerinin propagasyonu için yeterli serbest radikal bulunamayabilir (21).

Etanol ve tersiyer butanol esaslı TE adezifler ise yüzey kuruluşuna karşı aseton içeren sistemler kadar hassas değildir (18,19,22). Ancak yine de dentin yüzeyinin ıslaklık düzeyi bütün sistemlerde önemli bir etkiye sahiptir ve ideal bir nem düzeyi sağlamak zordur ve teknik hassasiyete sahiptir. Çalışmada asit uygulaması sonrası dentin yüzeyini kuruturken teknik hassasiyeti azaltıcı etkisinden dolayı mikro süngerlerle kurulama yöntemini kullanıldı (23). Böylece dentin yüzeyinin aşırı kurumasından dolayı kollajen çökmesinin de önüne geçmiş olunup özellikle aseton esaslı sistemlerde teknik hassasiyet de azaltılması yoluna gidildi.

Son yıllarda adeziflerin bağlanma dayanıklılığını arttırmak amacıyla adezif solüsyonların dentin yüzeyine ovalanarak sürülmesi gündeme gelmiştir. TE ve SE adeziflerin dentine ovalanarak sürülmesinin etkisini araştırmış ve TE ya da SE olsun adezifin dentin yüzeyine ovalanarak sürülmesinin dentine bağlanma dayanıklılığını attırdığını kanıtlamış çalışmalar mevcuttur (20,24,25,26). Mevcut çalışmada da adeziflerin dentine ovalanarak sürülmesinin bağlanma dayanıklılığını arttırdığı görülmüştür. Statik şartlar altında aseton ve adezif monomerler kurutulmuş dentin matrisini yeniden genişiletemezler (27). Çünkü hidrojen bağı için çözülebilirlik parametreleri kuru ortamdaki kollajen bağ kuvvetlerinden daha düşüktür. Ancak hidrojen bağı için çözülebilirlik pa-

rametresi solüsyona özgü olmayıp karışımın düzensizliğiyle ilgilidir. Karışımın düzensizliği arttığında çözülebilirlik parametresi de artar. Isıyı ve polimer konsantrasyonunu arttırmak (28) ve de adezifin yüzeye ovalama şeklinde sürülmesi düzensizliği artırır (25). Dal-Bianco ve ark. (25) yaptıkları bir çalışmada, kurutulmuş ve kollajeni çöktürülmüş dentin yüzeyine bağlayıcı ajanın mikrofırça ile güçlü ovalama biçiminde sürülmesi ile 24 saatlik bağlanma değerlerinin artarak nemli dentinde elde edilen değerlere benzer olduğunu bulmuşlardır. Burada uygulanan kuvvet kollajen ağını sünger gibi davranmaya zorlar. Kuvvet azaldığında kollajen ağı genişleyerek adezif solüsyonu içeriye doğru çekebilir (29). Mevcut çalışmada da tüm gruplarda adezifin dentin yüzeyine ovalanarak sürülmesi bağlanma dayanıklılığını arttırmıştır.

Yukarıdaki çalışmalara zıt olarak aseton bazlı adezifin ovularak sürülmesinin düşük bağlanma değerleri verdiği gösterilmiştir (29). Araştırmacılar ovma hareketinin adezifin akıcılığını azaltıp jöle benzeri bir yapıya dönüşerek infiltrasyon yeteneğini kaybedecek seviyeye ulaşabileceğinden bahsetmişlerdir. Çalışmada elde edilen ilginç bir sonuç ise Optibond adezifiyle ilgilidir. Optibond S adezifi yüzeye ovalanarak sürüldüğünde bağlanma değeri diğer adeziflerle kıyaslandığında yaklaşık %50 oranında artmıştır. Doldurucu içeren adeziflerde kollajen ağı ilave filtre olarak da davranabilir (30,31). Optibond S adezifinin ovalanarak sürülmesi kollajen ağını esneterek ovalanmadan penetre olmamış adezif miktarını artırıp bağlanma dayanıklılığını arttırmış olabilir.

XP Bond tersiyer butanol içerisinde çözülmüş premiks monomerlerden oluşan tek şişe TE adezifdir. Kısmen çökmüş kollajene yayılma kabiliyetinden dolayı neme karşı daha az teknik hassasiyet göstermektedir (32). XP Bond adezifinin yüksek bağlanma

dayanıklılığın katkıda bulunabilecek diğer içerikler de PENTA ve TCB'dir. PENTA dişteki kalsiyuma kimyasal olarak bağlanabilen ve adezif monomerlerin penetrasyonunu sağlayan adezyon teşvik edici zayıf bir asittir (33).

Yapılan çalışmalar XP Bond adezifinin aseton veya etanol/su içeren geleneksel tek şişe TE adeziflere kıyasla daha yüksek bağlanma dayanıklılığı değerleri gösterdiğini ortaya koymuştur (32,33,34,35). Mevcut çalışmada da bu çalışmalara benzer olarak tersiyer butanol içeren XP Bond en yüksek bağlanma dayanıklılığı değerlerini ortaya koymuştur. XP Bond'un yüzeye ovalanarak sürülmesi ise bağlanma dayanıklılığını daha da arttırmıştır.

Asitlenmiş dentin matriksinin hava ile kurutulması sırasında kollajen çökmesini engellemek için nemli bir yüzey sağlamak ve monomerin penetrasyonunu arttırmak açısından çözücü kullanmak TE tekniğinin önemli parçalarıdır ve teknik hassasiyet gerektirir (22,36).

Sonuç

Çalışmada elde edilen verilere göre; adezif sistemden bağımsız olarak adezif adeziflerin dentin yüzeyine ovalanarak uygulanması sonucu bağlanma dayanıklılığı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir ($p < 0,001$). İncelenen değişik çözücülere sahip adeziflerden tersiyer butanol içeren TE adezif diğer adeziflere kıyasla daha yüksek bağlanma dayanıklılığı değerleri sunmuştur. Her ne kadar tek bir bileşene göre değerlendirme yapılamayacak olsa da tersiyer butanol içeren TE adezifler düşük teknik hassasiyete sahip olmaları nedeniyle önerilebilir. Ancak tersiyer butanol ile ilgili

literatürde çok fazla çalışma bulunmamaktadır ve daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, 1955; 34(6): 849-53.
2. Gwinnett AJ, Matsui A. A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. *Arch Oral Biol*, 1967; 12(12): 1615-20.
3. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*, 2003; 28(3): 215-35.
4. Hebling J, Pashley DH, Tjäderhane L, Tay FR. Chlorhexidine arrests subclinical degradation of dentin hybrid layers in vivo. *J Dent Res*, 2005; 84(8): 741-46.
5. Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM, Ito S. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *J Dent Res*, 2004; 83(3): 216-21.
6. De Munck J, Van den Steen PE, Mine A, Van Landuyt KL, Poitevin A, Opdenakker G, Van Meerbeek B. Inhibition of enzymatic degradation of adhesive-dentin interfaces. *J Dent Res*, 2009; 88(12): 1101-06.
7. Swift EJ Jr, Bayne SC. Shear bond strength of a new one-bottle dentin adhesive. *Am J Dent*, 1997; 10(4): 184-88.
8. Kanca J 3rd. Resin bonding to wet substrate. 1. Bonding to dentin. *Quintessence Int*, 1992; 23(1): 39-41.
9. Reis A, Loguercio AD, Azevedo CL, de Carvalho RM, da Julio Singer M, Grande RH. Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different

- solvent bases. *J Adhes Dent*, 2003; 5(3): 183-92.
10. (Çevrimiçi) <http://www.psycho.uni-duesseldorf.de/abteilungen/aap/gpower3>, Erişim Tarihi: 10 Nisan 2013.
 11. Van Noort R, Noroozi S, Howard IC, Cardew G. A critique of bond strength measurements. *J Dent*, 1989; 117: 61-67.
 12. Van Noort R, Cardew GE, Howard IC, Noroozi S. The effect of local interfacial geometry on the measurement of the tensile bond strength to dentin. *J Dent Res*, 1991; 70: 889-93.
 13. DeHoff PH, Anusavice KJ, Wang Z. Three-dimensional finite element analysis of the shear bond test. *Dent Mater*, 1995; 11: 126-31.
 14. Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Why do shear bond tests pull out dentin? *J Dent Res*, 1997; 76: 1298-307.
 15. Placido E, Meira JB, Lima RG, Muench A, de Souza RM, Ballester RY. Shear versus micro-shear bond strength test: a finite element stress analysis. *Dent Mater*, 2007; 23: 1086-92.
 16. Ghassemieh E. Evaluation of sources of uncertainties in microtensile bond strength of dental adhesive system for different specimen geometries. *Dent Mater*, 2008; 24: 536-47.
 17. Scherrer SS, Cesar PF, Swain MV. Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dent Mater*, 2010; 26: e78-93.
 18. Maciel KT, Carvalho RM, Ringle RD, Preston CD, Russell CM, Pashley DH. The effects of acetone, ethanol, HEMA, and air on the stiffness of human decalcified dentin matrix. *J Dent Res*, 1996; 11: 1851-58.
 19. Pashley DH, Agee KA, Nakajima M, Tay FR, Carvalho RM, Terada RS. Solvent-induced dimensional changes in EDTA-de-mineralized dentin matrix. *J Biomed Mater Res*, 2001; 56: 273-81.
 20. Jacobsen T, Soderholm KJ. Some effects of water on dentin bonding. *Dent Mater*, 1995; 11: 132-36.
 21. Tay FR, Gwinnett JA, Wei SHY. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free, acetone-based, single-bottle primer/adhesives. *Dent Mater*, 1996; 12: 236-44.
 22. Gwinnett AJ. Moist versus dry dentin: its effect on shear bond strength. *Am J Dent*, 1992; 5: 127-29.
 23. Kanca J 3rd. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am J Dent*, 1992; 5: 213-15.
 24. Reis A, Loguercio AD, Azevedo CLN, Carvalho RM, Singer JM, Grande RHM. Moisture spectrum of demineralized dentin for different solvent-based adhesive system. *J Adhes Dent*, 2003; 5: 183-92.
 25. Dal-Bianco K, Pellizzaro A, Patzlaft R, de Oliveira Bauer JR, Loguercio AD, Reis A. Effects of moisture degree and rubbing action on the immediate resin-dentin bond strength. *Dent Mater*, 2006; 22(12): 1150-56.
 26. Cardoso PC, Loguercio AD, Vieira LC, Baratieri LN, Reis A. Effect of prolonged application times on resin-dentin bond strengths. *J Adhes Dent*, 2005; 7(2): 143-49.
 27. Pashley DH, Carvalho RM, Tay FR, Agee KA, Lee KW. Solvation of dried dentin matrix by water and other polar solvents. *Am J Dent*, 2002; 15(2): 97-102.
 28. Barton AFM. Handbook of solubility parameters and other cohesion parameters. Boca Raton, FL: CRC Press Inc, 1983.
 29. Jacobsen T, Söderholm KJ. Effects of primer solvent, primer agitation, and dentin dryness on shear bond strength to dentin. *Am*

J Dent, 1998; 11(5): 225-28.

30. 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): 533-44.

31. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Inoue S, Yoshida Y, Perdigao J. Bonding to enamel and dentin. In: Summit JB, Robbins JW, Hilton TJ, Schwarz RZ, editors. Fundamentals of operative dentistry. Berlin: Quintessence Publishing, 2006, p.183-260.

32. Blunck U, Knitter K, Jahn KR. Six-month clinical evaluation of XP Bond in noncarious cervical lesions. J Adhes Dent, 2007; 9(2): 265-68.

33. Ritter AV, Heymann HO, Swift EJ, Perdigão J, Rosa BT. Effects of different re-wetting techniques on dentin shear bond strengths. J Esthet Dent, 2000; 12(2): 85-96.

34. Orellana N, Ramírez R, Roig M, Giner L, Mercade M, Durán F, Herrera G. Comparative study of the microtensile bond strength of three different total etch adhesives with different solvents to wet and dry dentin(in vitro test). Acta Odontol Latinoam, 2009; 22(1): 47-56.

35. Hegde MN, Manjunath J. Bond strength of newer dentin bonding agents in different clinical situations. Oper Dent, 2011; 36(2): 169-76.

36. Kanca J 3rd. Improving bond strength through acid etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. J Am Dent Assoc, 1992; 123(9): 35-43.

Yazışma adresi:

Özgür IRMAK

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Diş Hastalıkları ve Tedavisi A.D.

Meşelik Kampüsü 26480 Eskişehir

Tel: 0 222 239 13 03

e-posta: oirmak@ogu.edu.tr