



TERMAL SIKLUS VE SUDA BEKLETMENİN KENDİNDEN ASİTLİ ADEZİVLERİN DENTİNE MİKROGERİLİM BAĞLANMA DAYANIMLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

EFFECTS OF THERMOCYCLING AND WATER STORAGE ON THE MICROTENSILE BOND STRENGTH OF THE SELF-ETCH ADHESIVES TO DENTIN

Yrd. Doç. Dr. Gülşah E AKIN* Doç. Dr. Şeyda HERGÜNER-SISO**
Yrd. Doç. Dr. Hakan AKIN***

Makale Kodu/Article code: 599
Makale Gönderilme tarihi: 22.06.2011
Kabul Tarihi: 05.10.2011

ÖZET

Amaç: Çalışmamızın amacı, termal siklus ve suda bekletme gibi yaşlandırma işlemlerinin, tek aşamalı ve iki aşamalı kendinden asitli adeziv sistemlerinin mikro gerilim bağlanma dayanımları üzerine etkilerini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada 72 adet çürüksüz insan 3. molar dişi kullanılmıştır. Tek (Clearfil S³ Bond, AdheSE One ve Adper Easy One) ve iki aşamalı (Clearfil SE Bond, AdheSE ve Adper SE Plus) kendinden asitli adeziv sistemler dentin yüzeyinde hazırlanan kavitelere uygulanmıştır. Kompozit restorasyonları tamamlanan örnekler 24 saat 37°C distile su içerisinde bekletildikten sonra, yaşlandırma yöntemine göre üç gruba ayrılmıştır: Kontrol, termal siklus (10.000 döngü) ve suda bekletme (6 ay). Yaşlandırma işlemleri tamamlanan grupların mikro gerilim bağlanma dayanımı değerleri, her diştan rastgele seçilen beş örnek (n=20) kullanılarak, Universal bir test makinesi ile (LF Plus, LLOYD Instruments, Ametek Inc.,England) kafa hızı 0.5 mm/dk'da ölçülmüştür. Verilerin değerlendirilmesinde One Way ANOVA ve Tukey testleri kullanılmıştır.

Bulgular: En yüksek bağlanma dayanımı Clearfil SE Bond adeziv sisteminde, en düşük bağlanma dayanımı ise Adper Easy One adeziv sisteminde görüldü. Termal siklus gruplarında, Clearfil S³ Bond ile Clearfil SE Bond ve AdheSE One ile AdheSE arasındaki farklılık, suda bekletme gruplarında ise, AdheSE One ile AdheSE ve Adper Easy One ile Adper SE Plus grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0,05).

Sonuç: Termal siklus ve suda bekletme gibi yaşlandırma işlemleri, genel olarak, kendinden asitli adeziv sistemlerinin bağlanma dayanımları üzerine etkili değildir. Ayrıca, iki aşamalı adeziv sistemleri anlamlı şekilde, tek aşamalı adeziv sistemlerinden daha yüksek bağlanma dayanımı değerlerine sahiptir.

Anahtar kelimeler: Kendinden asitli adeziv, mikro gerilim bağlanma dayanımı, termal siklus, suda bekletme.

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the effect of aging process, including thermocycling and water storage, on the microtensile bond strength of the one-step and two-step self-etch adhesive systems.

Material and methods: Seventy two human third molars were selected for this study. One-step (Clearfil S³ Bond, AdheSE One and Adper Easy One) and two-step (Clearfil SE Bond, AdheSE and Adper SE Plus) self-etch adhesive systems were applied to the prepared cavities on dentin surfaces and restored with a resin composite. After water storage in distilled water at 37 °C for 24 h, the specimens were subdivided into 3 groups according to aging conditions; Control, thermocycling (10.000 cycles), and water storage (6 months). Following to aging procedures, randomly selected five specimens obtained from each tooth (n=20) were used and the microtensile bond strength (µTBS) of specimens was determined in a universal testing machine (LF Plus, LLOYD Instruments, Ametek Inc.,England) with a crosshead speed of 0,5 mm/min. One-way ANOVA and post hoc Tukey comparisons tests ($\alpha=0.05$) were used for the statistical analyses (p=0.05).

Results: The highest bond strength was observed in Clearfil SE Bond adhesive system, whereas, the lowest bond strength was determined for Adper Easy One. The differences in bond strength between Clearfil S³ Bond and Clearfil SE Bond, and AdheSE One and AdheSE in thermocycling groups, and AdheSE One and AdheSE, and Adper Easy One and Adper SE Plus in water storage groups were found to be significant (p<0.05).

Conclusion: Thermocycling and water storage aging procedures do not affect on the bond strength of the self-etch adhesive systems. Moreover, two-step self-etch adhesives had significantly higher µTBS values than one-step self-etch adhesives.

Keywords: Self-etching adhesives, microtensile bond strength, thermocycling, water storage.

* Cumhuriyet Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD, Sivas.

** Bezm-i Alem Vakıf Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD, Sivas.

*** Cumhuriyet Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Sivas.



GİRİŞ

Kendinden asitli adeziv sistemleri, mine ve dentini birlikte pürüzlendirerek yüzey düzenlemesi yapan, polimerize olabilen asidik monomerlerden meydana gelmiştir.¹⁻³ Bu sistemler ayrı bir basamakta asitleme ve yıkama fazı gerektirmezler.⁴⁻⁸ Böylece klinik uygulama zamanını azaltmakla birlikte işlem süresince hata yapma olasılığını da azaltırlar.^{3,4,6-11} Asitleme sonrası yıkama işlemi yapılmadığından smear tabakası ve demineralizasyon ürünleri ortamdaki uzaklaştırılmaz, bunun yerine monomer infiltrasyonu ile modifiye olarak, hibrit tabakanın içine katılır ve bağlanma ara yüzünün bir parçası haline gelir.^{4,6,10} Buna ek olarak yüzeyin fazla kurutulması açığa çıkmış kollajen yapının çökmesi veya bağlanmayı engelleyecek ölçüde ıslak kalması riski de azalmaktadır.^{4-6,8,12,13} Asitleme ve rezin infiltrasyonu eş zamanlı olduğundan eksik infiltrasyon riski, aynı demineralizasyon derinliğine kadar rezinin kollajen iskelet içine eş zamanlı infiltrasyonu ile elimine edilmiş olur. Buna bağlı olarak post operatif duyarlılığın oluşmaması beklenir.^{4,10}

Kendinden asitli adezivler uygulama yöntemlerine göre iki aşamalı kendinden asitli adezivler ve tek aşamalı (all-in-one) kendinden asitli adezivler, asiditelerine göre ise hafif ($\text{pH} \geq 2$), orta kuvvetli ($\text{pH} \approx 1.5$) ve kuvvetli kendinden asitli adezivler ($\text{pH} \leq 1$) olmak üzere alt gruplara ayrılırlar.^{4,7,11,13}

İki aşamalı kendinden asitli adezivlerde, asidik monomer ilave edilmiş hidrofilik primer solüsyonu uygulamasını takiben, ikinci basamakta hidrofobik adeziv rezin uygulaması yer alır.^{1,4,13,14} Tek aşamalı kendinden asitli adezivlerde ise, asidik monomer ilave edilmiş primer ve adeziv birlikte yer almakta ve aynı anda uygulanmaktadır.^{4,12,13}

Adeziv restorasyonların uzun süre başarısında kompozit rezin ile diş dokuları arasındaki adeziv bağlanmanın ömrü çok önemlidir. Kompozit rezin ile dentin arasındaki bağlanmanın uzun dönem stabilitesi tam olarak aydınlatılamamıştır.¹⁴ Oral kavitede restoratif materyaller sürekli olarak ısı ve *pH* değişimlerine maruz kalmaktadırlar.^{15,16} Bu nedenle dental bir restorasyonun doğal yaşlanma sürecini taklit etme girişiminde, adeziv uygulanmış örneklerin termal siklus protokolleri veya suda bekletilmesi, *in vivo* koşulların *in vitro* ortamda taklidini sağlamak için etkili bir yöntem olarak önerilmiştir.^{14,17}

Termal siklus yöntemi, en sık kullanılan yapay yaşlandırma yöntemlerinden biridir. Bu yöntem, sıcak ve soğuk maddelerin dişlere etki etmesini taklit eder ve diş ve restoratif materyal arasındaki doğrusal termal genişleme katsayısının ilişkisini gösterir.¹⁸ Termal siklus ile elde edilen yapay yaşlandırmanın etkisi 2 şekilde görülebilir: (1) Sıcak su korunmasız kollajenlerin hidrolizini çabuklaştırabilir ve yetersiz polimerize olan rezin oligomerlerin açığa çıkmasına neden olabilir. (2) Restoratif materyallerin termal genişleme ve büzülme katsayısının diş dokularından yüksek olması diş-biomateryal arayüzünde tekrar eden genişleme ve büzülme streslerine neden olabilir.¹⁴

Suda bekletme yönteminde örnekler, belirlenen bir süre için 37 °C'de sıvı içerisinde bekletilmektedir.^{19,20} Bekletme süresi birkaç aydan 4-5 yıla kadar değişebilir veya daha uzun bir süre olabilir. Yapılan çalışmalarda, kısa süreli bekletmelerde bile bağlanma kuvvetinin önemli ölçüde azaldığı rapor edilmiştir.¹⁹⁻²⁸

Çalışmamızın amacı, termal siklüs ve suda bekletme gibi yaşlandırma işlemlerinin, tek aşamalı ve iki aşamalı kendinden asitli adeziv sistemlerinin mikro gerilim bağlanma dayanımları üzerine etkilerini araştırmaktır. Çalışmamızda; (1) yaşlandırma işlemleri tek aşamalı ve iki aşamalı kendinden asitli adezivlerin mikrogerilim bağlanma dayanımları üzerinde etkili değildir, (2) tek aşamalı kendinden asitli adezivler, iki aşamalı kendinden asitli adezivlerle benzer mikrogerilim bağlanma dayanımı sergiler, hipotezleri test edilmektedir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu *in vitro* çalışmada, mikro gerilim bağlanma dayanımının ölçümü için, protetik ve periodontal nedenlerle çekilmiş 72 adet çürüksüz insan 3. molar dişi kullanıldı. Dişlerin üzerindeki doku artıkları temizlenerek, test edilecek zamana kadar (en fazla üç ay) distile su içerisinde bekletildi. Dişler, kesim aletine bağlanabilmeleri için, silikon kalıplarla hazırlanmış akrilik bloklara kronları açıkta kalacak şekilde gömüldü. Kaviterler dentin bölgesinde açılacağından, okluzal yüzeylerindeki mine, dentin yüzeyini açığa çıkarmak amacıyla, su soğutması altında düşük hızlı kesme cihazı ile (Isomet, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, ABD) kaldırıldı. Kesilen diş yüzeylerine su soğutması altında, 2 mm çapında elmas fissür frez (837314111534012C, M&A Diotech, Heerbrugg, İsviçre) kullanılarak dentin



içerisinde olacak şekilde bukkolingual genişliği 4 mm, meziodistal genişliği 4 mm ve derinliği 2 mm olan kutu şeklinde kavite açıldı. Her dört kavitede frez yenilendi. Kavitelere bizotaj yapılmadı ve kavite boyutları periodontal sond yardımı ile kontrol edilerek standart hale getirildi. Daha sonra üç adet iki aşamalı kendinden asitli adeziv Clearfil SE Bond (Kuraray Medical, Tokyo, Japan), AdheSE (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Adper SE Plus (3M ESPE, St Paul, MN, USA) ve üç adet tek aşamalı kendinden asitli adeziv Clearfil S³ Bond (Kuraray Medical, Tokyo, Japan), AdheSE One (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Adper Easy One (3M ESPE, St Paul, MN, USA) üretici firmaların önerileri doğrultusunda uygulandı. Adeziv sistem uygulamasından sonra, kavite her firmanın kendi hibrit kompoziti Filtek Z250 (3M ESPE, St Paul, MN, USA), Clearfil AP-X (Kuraray Medical, Tokyo, Japan), Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ile restore edildi. Adeziv sistemler ve kompozit rezinler 500 mW/cm² ışık yoğunluğunda, halojen ışık kaynağı, Hilux Ultra Plus (Benlioğlu Dental, Ankara, Türkiye) ile polimerize edildi. Ayrıca, her 10 kullanımdan sonra ışık kaynağının ışık yoğunluğu kendi üzerinde bulunan radyometre ile ölçüldü. Restorasyonları tamamlanan örnekler uygulanan yapay yaşlandırma işlemlerine göre üç gruba (kontrol, termal siklus ve suda bekletme) ayrıldı. Çalışmada oluşturulan gruplar Tablo I'de gösterilmiştir. Her adeziv sistem için dört adet örnek kullanıldı. İlk gruptaki örnekler herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmadı. Örnekler 24 saat distile su içerisinde bekletildikten sonra mikro gerilim bağlanma dayanım testleri yapıldı. İkinci gruptaki örnekler termal siklus cihazı (Nova, Konya, Türkiye) ile 10.000 termal siklus uygulandı. Termal siklus uygulaması sırasında cihaz, örneklerin sırasıyla 5°C ve 55°C (±2°C) sıcaklığındaki banyolarda transfer süresi 7 sn ve bekleme süresi 30'ar sn olacak şekilde ayarlandı. Son gruptaki örnekler ise 37°C sabit sıcaklıkta, sirkülasyonlu su banyosunda (Nüve BM 402, Nüve, Ankara, Türkiye) 6 ay süre ile indirekt olarak bekletildi. Yaşlandırma işlemleri tamamlandıktan sonra, kesitlerin hazırlanması için akrilik bloklar düşük hızlı kesme cihazına (Isomet, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA), dişin uzun aksı bıçağa paralel olacak şekilde sabitlendi ve her dişten yaklaşık 0,7×0,7 mm² kesit alanı olan, alt kısmı dentin, üst kısmı kompozit olan çubuklar elde edildi. (n=5) Çubuklar hazırlandıktan sonra test

edilecek çubuğun önce ebatları dijital kumpasla (Altas 905; Gedore-Altas, İstanbul, Türkiye) ölçülerek kaydedildi. Daha sonra elde edilen çubuklar, mikrogerilim testi için, iki uçundan, universal test cihazının (Lloyd LF Plus; Ametek Inc, Lloyd Instruments, Leicester, İngiltere) özel olarak tasarlanmış aparatına, siyanoakrilat yapıştırıcı (Zapit, Dental Ventures of America, Corona, CA, ABD) ile yapıştırıldı. Kopma gerçekleşene kadar, 50 kgf yük altında, 0,5 mm/dk kafa hızında gerilim uygulandı. Mikro gerilim testinden sonra stereomikroskop kullanılarak (Nikon SMZ 800, Nikon Corporation, Tokyo, Japan) tüm örneklerin kırık yüzeyleri incelendi.

Elde edilen verilerin ortalama ve standart sapmaları SPSS 14.0 (SPSS Inc, Chicago, Amerika) programı kullanılarak hesaplandı ve verilerin değerlendirilmesinde 1-way ANOVA ve Tukey testleri kullanıldı ($p=0,05$).



Tablo I. Çalışmada oluşturulan gruplar.

BULGULAR

Gruplara ilişkin mikrogerilim bağlanma dayanımı ortalama ve standart sapma değerleri Tablo II'de gösterilmiştir. En yüksek bağlanma dayanımı Clearfil SE Bond, en düşük bağlanma dayanımı ise Adper Easy One'da görüldü. Yaşlandırma işlemleri göz önünde bulundurulmaksızın, tek aşamalı ve iki aşamalı kendinden asitli adeziv sistemleri kendi aralarında karşılaştırıldığında, tek aşamalı adeziv sistemlerde, Clearfil S³ Bond-Clearfil AP-X ile AdheSE One-Tetric N-Ceram grupları arasındaki fark anlamlı bulunurken ($p<0,05$), Clearfil S³ Bond-Clearfil AP-X ile Adper Easy

One-Filtek Z250 ve AdheSE One-Tetric N-Ceram ile Adper Easy One-Filtek Z250 grupları arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$). İki aşamalı adeziv sistemlerinin kendi aralarında değerlendirilmesinde ise, Clearfil SE Bond-Clearfil AP-X ile AdheSE-Tetric N-Ceram ve Clearfil SE Bond-Clearfil AP-X ile Adper SE Plus-Filtek Z250 grupları anlamlı bir fark sergilerken ($p<0,05$), AdheSE-Tetric N-Ceram ile Adper SE Plus-Filtek Z250 anlamlı bir fark sergilemedi ($p>0,05$).

Tablo II. Dentine mikro gerilim bağlanma dayanımı testi ortalama ve standart sapma değerleri.

		Kontrol	Termal Siklus	Suda Bekletme
Tek Aşamalı Kendinden Asitli Adeziv Sistemleri	Clearfil S ³ Bond	23,58(3,04)	24,12(3,51)	22,87(2,89)
	AdheSE One	20,36(4,49)	23,16(2,65)	17,99(3,87)
	Adper Easy One	20,31(3,24)	22 (3,28)	23,52(4,49)
İki Aşamalı Kendinden Asitli Adeziv Sistemleri	Clearfil SE Bond	30,05(4,78)	29,9 (4,63)	26,13(5,59)
	AdheSE	24,59(3,48)	28,63 (5,1)	24,29(4,65)
	Adper SE Plus	26,73(4,72)	19,12(3,91)	28,37(5,51)

Ayrıca, kontrol gruplarında aynı firmaların tek ve iki aşamalı adeziv sistemlerinin bağlanma dayanımı değerleri ikiyeşerli olarak karşılaştırıldığında, Clearfil S³ Bond ile Clearfil SE Bond ($p<0,001$) ve Adper Easy One ile Adper SE Plus ($p<0,001$) grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, diğer gruplar arasındaki farklılık anlamsız bulundu ($p>0,05$). Termal siklus gruplarında ise, Clearfil S³ Bond ile Clearfil SE Bond ($p=0,002$) ve AdheSE One ile AdheSE ($p=0,006$) arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunurken diğer gruplar arasındaki farklılık anlamsız bulundu ($p>0,05$). Suda bekletme gruplarında, AdheSE One ile AdheSE ve Adper Easy One ile Adper SE Plus ($p=0,043$) grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunurken diğer gruplar arasındaki farklılık anlamsız bulundu ($p>0,05$).

Adeziv sistemler dikkate alınmadan kontrol grubu ile termal siklus ve suda bekletme yaşlandırma işlemleri uygulanan grupların karşılaştırılmasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($F=0,418$ ve $p=0,659$).

Adeziv sistemlerin gösterdikleri kırılma tipleri değerlendirildiğinde, kırılma tipleri açısından farklılık

bulunmadı. Bütün gruplarda, en çok gözlenen kırılma tipi adeziv kırılma olarak tespit edildi. Kırılma tipleri; tüm kırılma adeziv tabakadaysa 'adeziv', tamamı dentin ya da kompozit içerisinde ise 'koheziv', kırılmalar hem dentin hem de adezivi kapsarsa 'mix' kırılma olarak değerlendirilmiştir.

TARTIŞMA

Elde edilen bulgular ışığında, yaşlandırma işlemlerinin tek aşamalı ve iki aşamalı kendinden asitli adezivlerin mikrogirilim bağlanma dayanımlarının üzerinde etkili olmadığı hipotezi desteklendi. Buna karşın, tek aşamalı kendinden asitli adezivlerin, iki aşamalı kendinden asitli adezivlerden daha düşük mikrogirilim bağlanma dayanımı sergilemesine bağlı olarak ikinci hipotez reddedildi.

Turgut,²⁹ asitlenen ve yıkanan ve kendinden asitli adeziv sistemlerinin suda bekletme sonrası sadece Adper Prompt L-Pop'un bağlanma dayanımı değerlerinin önemli derecede düştüğünü bildirmiştir. Armstrong ve ark.,²⁶ da asitlenen ve yıkanan ve kendinden asitli adeziv sistemlerinin, suda bekletildikten sonra ölçülen mikrogirilim bağlanma dayanımı değerlerinin düştüğünü bulmuşlardır. Ancak, Erhardt ve ark.,³⁰ çalışmamızın sonuçları ile benzer şekilde, asitlenen ve yıkanan ve kendinden asitli adeziv sistemlerinin suda bekletme sonrası mikrogirilim bağlanma dayanımları arasında fark olmadığını rapor etmişlerdir. Diğer taraftan, çalışmamızda, Clearfil SE Bond'un bağlanma dayanımı değerlerinde, suda bekletme sonrası anlamlı bir düşüş izlendi. Suda bekletme sonrası hidroliz nedeniyle ara yüzey bileşenlerinin (özellikle rezin ve/veya kollajen) bozulmasından dolayı bağlanma dayanımında düşüş gözlenebilmektedir.²⁰ Ayrıca kendinden asitli adeziv sistemler hidrofilik karakterleri nedeniyle yaşlandırma süreci içerisinde potansiyel bozulmaya eğilim gösterirler. Çünkü su, polimer bozulmasında anahtar rol oynar.³¹

Ülker ve ark.,³² kendinden asitli adeziv sistemler üzerine yaptıkları çalışmalarında, örneklere 10.000 termal siklus, 100.000 mekanik yükleme ve 10.000 termal siklus sonrası 100.000 mekanik yükleme uygulamışlardır. Yaşlandırma işlemleri sonrası, sadece termal siklus uygulanan örneklerin bağlanma dayanımlarında anlamlı bir azalma görülmediğini bildirmişlerdir. Özel-Bektaş ve ark.,³³ kendinden asitli ve asitlenen ve yıkanan adeziv sistemlerini kullandıkları

çalışmalarında örnekleri 10.000 termal siklus uygulamaya tabi tutmuşlardır ve sadece G-Bond adeziv sistemi için, termal siklus yaşlandırma işleminin bağlanma dayanımını azalttığını rapor etmişlerdir. Leloup ve ark.,³⁴ yaptıkları çalışmalarında, 1992 ile 1996 yılları arasında yayınlanmış olan çalışmalarını analiz etmişler ve termal siklusun, bağlanma dayanımı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular, Ülker ve ark.,³² ve Leloup ve ark.,³⁴ ile benzerlik gösterirken, Özel-Bektaş ve ark.³³ ile benzerlik göstermemektedir.

Perdigao ve ark.,³⁵ dentinde yedi farklı adeziv sistemle yaptıkları mikro gerilim bağlanma dayanımı çalışmasında, iki aşamalı asitlenen ve yıkanan adeziv sistem ile iki aşamalı kendinden asitli adeziv sistemin benzer bağlanma dayanımı gösterdiğini, ancak; tek aşamalı kendinden asitli adeziv sistemlerin istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük değerler gösterdiğini bulmuşlardır. Bununla birlikte, Ishikawa ve ark.,³⁶ dört farklı adeziv sistem kullanarak yaptıkları çalışmalarında, iki aşamalı kendinden asitli adeziv sistemin mikroyerilim ve mikromakaslama bağlanma dayanımı değerlerinin, tek aşamalı kendinden asitli adeziv sistemlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, çalışmamızda iki aşamalı kendinden asitli adeziv sistemleri, tek aşamalı kendinden asitli adeziv sistemlerinden daha fazla bağlanma değeri sergilemiştir. Bu sonuç farklı şekillerde açıklanabilir. Tek aşamalı kendinden asitli adeziv sistemlerde hem asit, hem primer ve hem de adezivin aynı şişede olması, adezivin polimerizasyonunu ve her bir komponentin fonksiyonunu azaltabilmektedir.^{22,37} Bu üç çözümlerin bir arada olması için yüksek miktarda solvent gerekir ve solventin tamamen buharlaştırılması mümkün olmayabilir. HEMA'dan zengin tabaka ve hidrofilik rezin monomerler tarafından emilen su, adezivin mekanik dayanımını azaltabilir ve rezin-dentin bağlantısının uzun dönem stabilitesini olumsuz etkileyebilir.³⁷ Materyallerde adezivin hidrofilik özelliği arttıkça solvent oranının da arttığı gösterilmiştir.³⁸ Tek aşamalı kendinden asitli adeziv sistemler yüksek konsantrasyonda asidik monomerleri içermeleri nedeniyle daha hidrofiliktirler ve polimerize olurken dentin yüzeyinden suyu absorbe ederek geçirgen bir zar gibi davranıp önemli miktarda su emerler.^{29,39} Adezivin su içeriğinin artması ve dentin tübüllerinden de sürekli olarak sıvı sağlanması polimerizasyon derecesini düşürür; sonuç olarak

polimerize olmamış asidik ve agresif monomerler dentini asitlemeye devam ederek bağlanmayı zayıflatırlar. Ayrıca tek aşamalı adeziv sistemler, iki aşamalı adeziv sistemlere göre dentinde daha derin demineralizasyon oluşturmakta ancak adezivin yeterli infiltrasyon göstermemesi nedeniyle bağlanma dayanımı düşmektedir.²⁹ Tek aşamalı kendinden asitli adeziv sistemleri daha asidik olduğu için asitleme derinliği boyunca dentin kollajenleri arasındaki hidroksiapatit kristallerini ortamdan tamamen uzaklaştırırlar ve sonuç olarak fonksiyonel monomerler ile hidroksiapatit kristalleri arasında muhtemel kimyasal etkileşimlerin bağlanma dayanımına katkısından söz edilemez.⁴⁰⁻⁴²

İki aşamalı kendinden asitli adeziv sistemlerinde elde edilen yüksek bağlanma dayanımının nedeni olarak, hibrit tabaka içerisinde kalan hidroksiapatit kristallerinin daha sağlam ve sıkı bir ara yüzey oluşmasında sağladıkları muhtemel katkılar düşünülebilir. Ayrıca, adeziv rezin içerisindeki fonksiyonel monomerler ile hibrit tabaka içerisindeki artık hidroksiapatitler arasında muhtemel bir kimyasal etkileşimin, mikromekanik bağlantıya ek bir katkı sağladığı da söylenebilir.¹⁶

Çalışmanın sınırları içerisinde, termal siklus ve suda bekletme yaşlandırma işlemleri genel olarak kendinden asitli adeziv sistemlerinin bağlanma dayanımları üzerinde etkili değildir. Bununla birlikte, iki aşamalı kendinden asitli sistemler, tek aşamalı kendinden asitli sistemlere oranla daha fazla bağlanma dayanımı sergilediler.

KAYNAKLAR

1. Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: A systematic review. *Dent Mater* 2005; 21(10): 895-910.
2. Chiba Y, Rikuta A, Yasuda G, Yamamoto A, Takamizawa T, Kurokawa H, Ando S, Miyazaki M. Influence of moisture conditions on dentin bond strength of single-step self-etch adhesive systems. *J Oral Sci* 2006; 48(3): 131-137.
3. Ülker M, Belli S. Self-Etch adezivlerle oluşturulmuş rezin-dentin ara yüzeylerine yapay yaşlandırmanın etkisi (sem çalışması). *SÜ Dişhek Fak Derg* 2009; 18(2): 128-135.
4. Eren D, Bektaş ÖÖ. Dental adezivler. *Cum Üni Dişhek Fak Derg* 2006; 9(1): 63-67.



5. Roberson TM, Heymann HO, Ritter AV. Introduction to Composite Restorations. T. M. Roberson, H. O. Heymann & E. J. Swift, Jr. (Ed.). Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. St.Louis, Missouri: Mosby Elsevier. 2006. p. 495-526.
6. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Inoue S, Yoshida Y, Perdigao J, Lambrechts P, Peumans M. Bonding to Enamel and Dentin. J. B. Summitt, J. W. Robbins, T. J. Hilton & R. S. Schwarz (Ed.). Fundamentals of Operative Dentistry, Quintessence Publishing Co, Inc, İstanbul. 2006. p. 183-260.
7. do Amaral RC, Stanislawczuk R, Zander-Grande C, Michel MD, Reis A, Loguercio AD. Active application improves the bonding performance of self-etch adhesives to dentin. J Dent 2009; 37(1): 82-90.
8. Asaka Y, Yamaguchi K, Inage H, Takamizawa T, Kurokawa H, Rikuta A, Kuroda T, Miyazaki M. Effect of thermal cycling on bond strengths of single-step self-etch adhesives to bovine dentin, J Oral Sci 2006; 48(2): 63-69.
9. Taschner M, Nato F, Mazzoni A, Frankenberger R, Kramer N, Di Lenarda R, Petschelt A, Breschi L. Role of preliminary etching for one-step self-etch adhesives. Eur J Oral Sci 2010; 118(5): 517-524.
10. Knobloch LA, Gailey D, Azer S, Johnston MW, Clelland N, Kerby RE. Bond strengths of one- and two-step self-etch adhesive systems. J Prosthet Dent 2007; 97(4): 216-222.
11. Kiremitçi A, Altıncı P. Self-Etch Adeziv Sistemlerde Güncel Gelişmeler Bölüm I: Farklı Özelliklerde Diş Sert Dokularına Bağlanma Etkinliği. H.Ü Diş Hek. Fak. Derg. 2008; 32(4): 33-48.
12. Gökalp S, Ayvaz EY. Dental adezivler. TDBD 2002; 71: 10-14.
13. Gökalp S. Self-etching adeziv sistemler (kendinden asitli adeziv sistemler). TDBD 2004; 80: 57-59.
14. Abdalla AI, El Zohairy AA, Aboushelib MMN, Feilzer AJ. Influence of thermal and mechanical load cycling on microtensile bond strength of self-etching adhesives. Am J Dent 2007; 20(4): 250-254.
15. Meriç G, Ruyter IE. Influence of thermal cycling on flexural properties of composites reinforced with unidirectional silica-glass fibers. Dent Mater 2008; 24(8): 1050-1057.
16. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. J Dent 1999; 27(2): 89-99.
17. Amaral FLB, Colucci V, Souza-Gabriel AE, Chinelatti MA, Palma-Dibb RG, Corona SAM. Adhesion to Er:YAG laser-prepared dentin after long-term water storage and thermocycling. Oper Dent 2008; 33(1): 51-58.
18. El Araby AM, Talic YF. The effect of thermocycling on the adhesion of self-etching adhesives on dental enamel and dentin. J Contemp Dent Prac 2007; 8(2): 17-24.
19. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: Methods and Results. J Dent Res 2005; 84(2): 118-132.
20. Abdalla AI, Feilzer AJ. Four-year water degradation of a total-etch and two self-etch adhesives bonded to dentin. J Dent 2008; 36(8): 611-617.
21. Burrow MF, Satoh M, Tagami J. Dentin bond durability after three years using a dentin bonding agent with and without priming. Dent Mater 1996; 12(5): 302-307.
22. De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Suzuki K, Lambrechts P, Vanherle G. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. J Dent Res 2003; 82(2): 136-140.
23. Shono Y, Terashita M, Shimada J, Kozono Y, Carvalho RM, Russell CM, Pashley DH. Durability of resin-dentin bonds. J Adhes Dent 1999; 1(3): 211-218.
24. Kato G, Nakabayashi N. The durability of adhesion to phosphoric acid etched, wet dentin substrates. Dent Mater 1998; 14(5): 347-352.
25. Kitasako Y, Burrow MF, Nikaido T, Tagami J. The influence of storage solution on dentin bond durability of resin cement. Dent Mater 2000; 16(1): 1-6.
26. Armstrong SR, Keller JC, Boyer DB. The influence of water storage and C-factor on the dentin-resin composite microtensile bond strength and debond pathway utilizing a filled and unfilled adhesive resin. Dent Mater 2001; 17(3): 268-276.
27. Armstrong SR, Vargas MA, Fang Q, Laffoon JE. Microtensile bond strength of a total-etch 3-step, total-etch 2-step, self-etch 2-step, and a self-etch



- 1-step dentin bonding system through 15-month water storage. *J Adhes Dent* 2003; 5(1): 47-56.
28. Giannini M, Seixas CAM, Reis AF, Pimenta LAF. Six-month storage-time evaluation of one-bottle adhesive systems to dentin. *J Esthet Rest Dent* 2003; 15(1): 43-49.
29. Turgut H. Farklı adeziv sistemlerin sağlam dentine bağlanma dayanımlarının iki farklı bekletme süresinde mikrotensile test metodu ile incelenmesi ve taramalı elektron mikroskopu ile değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2008.
30. Erhardt MC, Toledano M, Osorio R, Pimenta LA. Histomorphologic characterization and bond strength evaluation of caries-affected dentin/resin interfaces: effects of long-term water exposure. *Dent Mater* 2008; 24(6): 786-798.
31. Dantas DC, Ribeiro AI, Lima LH, de Lima MG, Guênes GM, Braz AK, Braz R. Influence of water storage time on the bond strength of etch-and-rinse and self-etching adhesive systems, *Braz Dent J* 2008; 19(3): 219-223.
32. Ulker M, Ozcan M, Sengün A, Ozer F, Belli S. Effect of artificial aging regimens on the performance of self-etching adhesives. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2010; 93(1): 175-184.
33. Özel-Bektas O, Herguner-Siso S, Akin EG. Effect of thermal cycling on microtensile bond strengths of various adhesives to dentin. *Cumhuriyet Dent J* 2011; 14(1): 12-17.
34. Leloup G, D'Hoore W, Bouter D, Degrange M, Vreven J. Meta-analytical review of factors involved in dentin adherence. *J Dent Res* 2001; 80(7): 1605-1614.
35. Perdigao J, Gomes G, Gondo R, Fundingsland JW. In vitro bonding performance of all-in-one adhesives. Part I-microtensile bond strengths. *J Adhes Dent* 2006; 8(6): 367-373.
36. Ishikawa A, Shimada Y, Foxton RM, Tagami J. Micro-tensile and micro-shear bond strengths of current self-etch adhesives to enamel and dentin. *Am J Dent* 2007; 20(3): 161-166.
37. Yiu CK, Pashley EL, Hirashi N, King NM, Goracci C, Ferrari M, Carvalho RM, Pashley DH, Tay FR. Solvent and water retention in dental adhesive blends after evaporation. *Biomaterials* 2005; 26(34): 6863-6872.
38. Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Cardoso PE, Ferrari M. Microtensile bond strength of self-etching adhesives to enamel and dentin, *J Adhes Dent* 2004; 6(4): 313-318.
39. Tay FR, Pashley DH. Have dentin adhesives become too hydrophilic? *J Can Dent Assoc* 2003; 69(11): 726-731.
40. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Landuyt KV, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28(3): 215-235.
41. Van Meerbeek B, Vargas S, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent, Supplemet 6* 2001; 119-144.
42. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Van Meerbeek B. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res* 2004; 83(6): 454-458.

Yazışma Adresi:

Dr. Gülşah Akın
Cumhuriyet Üniversitesi
Dişhekimliği Fakültesi
Diş Hastalıkları ve Tedavisi Bilim Dalı
58140 Sivas
Tel: +903462191010-3106
Fax: +90 3462191237
E-mail: gulsah_goktolga@hotmail.com

