

## ADEZİVLER: GENEL İLKELER VE TEKNİĞİN SON DURUMU

ADHESIVES: GENERAL PRINCIPLES AND THE STATE OF ART

Seda ÖZKUL, Çiğdem KÜÇÜKEŞMEN

Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği  
Fakültesi, Pedodonti Ana Bilim Dalı, Isparta

**Yazışma Adresi:**

Seda Özkul

Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği  
Fakültesi, Pedodonti Abd, Doğu Kampüsü,  
Çünür/merkez/isparta Isparta – Türkiye

E posta: [sedaozkul@hotmail.com](mailto:sedaozkul@hotmail.com)

Kabul Tarihi: 28 Ağustos 2012

Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi

ISSN: 2146-9601

e-ISSN: 2147-2238

[bsbd@balikesir.edu.tr](mailto:bsbd@balikesir.edu.tr)

[www.bau-sbdergisi.com](http://www.bau-sbdergisi.com)

### ÖZET

**AMAÇ:** Adezyon, iki substratın bir araya gelmesiyle meydana gelen bir adeziv bağlantı oluşması sürecidir.

**YÖNTEMLER:** Bondlanmış bir restorasyonun esas amacı, restoratif materyal ile dental substrat arasında sıkı bir adaptasyon sağlamaktır. Bu bağlanma sürecini minede sağlamak dentinde sağlamaktan daha zordur.

**BÜLGULAR:** Bu, dentinin daha nemli ve daha organik bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Adezyonu sağlamak amacıyla kullanılan tekniklerden total etch sistemlerle elde edilen bağlanma kuvvetlerinin, özellikle mineye bağlanmada, halen self etch sistemlere üstün oldukları gözlenmektedir. Bununla birlikte, self etch sistemlerin de, kolay uygulanma ve uygulama zamanını kısaltması gibi avantajları bulunmaktadır. Bu durum, pedodontik diş hekimliği gibi zor alanlarda diş hekimlerine kolaylık sağlamaktadır.

**SONUÇ:** Günümüzde, adeziv sistemlerde pek çok yeni gelişme olmakla birlikte, diş hekimlerinin bu gelişmeleri düzenli olarak takip etmeleri ve uygun materyalleri seçmeleri ile restoratif tedavilerin klinik başarısı ve ömrü arttırılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** adezyon, mineye bağlanma, dentine bağlanma

### SUMMARY

**OBJECTIVE:** Adhesion is a process of forming an adhesive joint, which keeps two substrates joined together.

**METHODS:** The aim of a bonded restoration to provide an intimate adaption of the restorative material with the dental substrate. This is more difficult to achieve as the bonding process for enamel is different from that for dentin.

**RESULTS:** This depends on that the dentine is more humid and more organic than enamel. Bonding strength of the total etch strategy, one of the techniques used to ensure adhesion, is superior to self-etch strategy, especially when binding to enamel. Although, self-etch strategies have advantages like application simplicity and time. These features make it easy for difficult application areas like pediatric dentistry.

**CONCLUSION:** Nowadays, with many developments of adhesive systems, the life of restorative treatments and clinical success will be increased when dentists follow these developments regularly and choose suitable materials.

**Keywords:** Dioxin, dioxinanddioxin-likechemicals, TCDD, toxicology

### GENEL BİLGİLER

#### Adezyon

Adezyon, iki farklı materyalin, sıkı temas halinde bir arada kalması şeklinde tanımlanmaktadır.. Bu durum, tek bir materyalin molekülleri ya da atomları arasındaki bağlanma olan kohezyondan farklıdır. Yüzeylerdeki moleküllerin çekim kuvveti olan adezyonun bağlanma dayanımı, temas halinde olan her iki yüzeye de gelen kuvvetlere bağlıdır. Atomsal seviyede, katı cisimler pürüzlü yüzeylere sahiptir. Bu da birbirleri ile sadece belli

noktalarda temas ettikleri anlamına gelir. İki materyal arasında daha iyi bir temas sağlamak için “adeziv” olarak adlandırılan bir ara tabaka yerleştirilmektedir. Adhere olmuş olan yüzeyler ya da maddeler “adherent” olarak adlandırılır<sup>1,2</sup>.

Bazı araştırmacılar, adezyon fenomeninin sadece substrat ve adeziv arasındaki moleküller arası çekim ile olduğunu ileri sürmektedir. Diğerleri ise mekanik teorisinin de üzerinde durmaktadır. Diş hekimliğinde, diş yüzeyine bağlanma mekanizmasını açıklamak üzere, ara yüzde

meydana gelen üç tip etkileşim tanımlanmaktadır: **a) Fiziksel bağlanma:** Fiziksel bağlanma van der Waals bağlarıyla diğer elektrostatik etkileşimlerle olan bağları tanımlar ve diğerlerine göre daha zayıftır. Yüzey düz ve kimyasal olarak farklı ise oluşan tek bağlantı tipi fiziksel bağlantı olmaktadır.

**b) Kimyasal Bağlanma:** atomların ara yüzde adezivden aderente doğru geçtiği bağlantı tipidir. Materyallerin özellikleri benzemediğinden dolayı, bu bağlanma tipinin genel bağlanma kuvvetine katkısı oldukça düşüktür.

**c) Mekanik Bağlanma:** ara yüzde bulunan "undercut" 'la ve diğer düzensizlikler sonucu meydana gelmektedir ve materyal ile bir kitlenme oluşturmaktadır. Mikroskobik derecede, bağlanmanın büyüklüğünü belirlemektedir. Diş dokularındaki adezyon, öncelikle mekanik bağlantı sayesinde sağlanmaktadır, buna kimyasal bağlanma eşlik edebilir<sup>2</sup>.

#### **Uzun süreli Adezyon için gerekli olanlar**

İyi bir adezyon sağlamak için en önemli koşul, bağlanan iki materyalin yeteri kadar yakın ve sıkı temas halinde olmasıdır. Katı materyallerde bunu sağlayabilmek için sıvı ya da akışkan materyaller kullanılabilir. "Substratın ıslanabilirliği, adezivin viskozitesi, substratın (katmanın) morfolojisi ve pürüzlülüğü" 'de, substrat ile adezivin sıkı temasta olmalarını arttıran faktörlerdir.

Yüzeye damlatılan bir likitin yayılımı ne kadar fazla ise, ıslanabilirlik de o kadar iyi olur. Bu da, katı yüzey üzerine yerleştirilen damlacığın temas açısı ile alkalıdır ve adezivin yüzey gerilimi ile adherent yüzey gerilimi arasındaki farka bağlıdır. Eğer birincisi, substratın enerjisinden daha az ise yeterli bir adeziv nemlendirmesi sağlanmış olur. Dolayısıyla, yüzeydeki sıvının ıslatabilirliği, uygulanan yüzey ve sıvı özelliklerine, ayrıca çözünürlük parametrelerine ve solüsyonun polaritesine bağlıdır.

Yüzeyle sıkı temas sağlanabilmesi için adezivin ıslatabilirliği, diğer sıvılar ve gazlarla yer değiştirme potansiyelini de içermektedir. Substrat yüksek yüzey enerjisine, adeziv de düşük viskoziteye sahip olduğu zaman bu durum gerçekleşmekte ve böylece yüzey düzensizlikleri ve mikropöröziteler, mikromekanik retansiyon sağlanması için dolabilmektedir<sup>1-4</sup>.

#### **Mineye Bağlanma**

Muamele edilmemiş olan mine yüzeyi düz ya da plakla kaplıdır. Bu durum, diş yüzeyi ile herhangi bir materyalin yakın temasına engel olmaktadır. Bu nedenle mine, uygun hale getirilmelidir. Mineye %85'lik fosforik asit uygulandığı zaman akrilik rezinin diş minesine olan retansiyonunun arttığı 1955 yılında Buonocore tarafından keşfedilmiş ve bu keşif, diş hekimliğinde adezyon kavramının ve materyallerinin gelişiminde bir çığır açılmasını sağlamıştır<sup>5</sup>. Mine ile adeziv arasındaki etkileşim, asitin mineyi çözmesi sonrasında oluşan 5-50µm derinliğindeki pörözitelere, rezin monomerlerin infiltrasyonu

olması ve devamında açığa çıkan hidroksiapatit kristallerinin, mine yüzeyindeki porlarda bulunan monomerlerce sarılmasıyla sonuçlanmaktadır<sup>6</sup>. Silverstone<sup>7</sup>, %30-40'lık fosforik asit uygulamasının mine yüzeyinde oldukça retantif sonuçlar verdiğini göstermiş, %40'ın altındaki konsantrasyonlarda uygulandığında daha az kalsiyum çözmesi sonucu zayıf bir bağlantı oluştuğunu gözlemlemiştir<sup>8</sup>. Minenin inorganik içeriği dentine göre daha fazla olduğundan, asit uygulamasına karşı direnci daha fazladır. Bu nedenle total-etch sistemlerin mineyi asitle pürüzlendirme kapasitesi genel olarak yeterli iken, self-etch sistemler ise minede kısmen yetersiz kalabilmektedir<sup>9,10</sup>.

İlk self-etch adezivlerin mineye bağlanma kuvveti, ayrı asitleme basamağı bulunun adezivlerle kıyaslandığında daha düşüktür<sup>11</sup>. Yüksek pH'larından dolayı, iki aşamalı self-etch adezivler, fosforik asit ile kıyaslandığında daha sıkı bir mine demineralizasyonu sonuçlanır<sup>11-14</sup>. Fosforik asit ile ayrıca bir mine pürüzlendirme basamağının eklenmesi, self-etch adezivlerin etkinliğini de arttırmaktadır<sup>15</sup>. İki aşamalı self-etch adezivlerin, in vitro koşullarda, normal dentine ve mine yüzeyine kabul edilebilir miktarda bağlandığı gösterilmiştir<sup>16,17</sup>. Buna karşın, iki aşamalı self-etch materyaller, sklerotik dentine ve dokunulmamış mineye aynı şekilde bağlanmamaktadır<sup>13,18</sup>.

"All-in-one" self etch adezivler, "etch-and-rinse" adezivlerde kullanılan fosforik asit kadar asidik olmadığından, prizmatik mine içermeyen, sıkı hidroksiapatit tabakasından oluşan sağlam mine yüzeyindeki<sup>19</sup> performansları ile ilgili kaygılar bulunmaktadır<sup>6</sup>. Çeşitli in vitro araştırmalar sonucunda, all-in-one self-etch adezivlerin sağlam minede yeterli miktarda bağlanma sağlayamadığı gösterilmiştir<sup>11,13,20,21</sup>. Sağlam minede meydana gelen bu durumun, self etch adezivlerin yüksek pH'sı ve düşük asidik kapasitesinden kaynaklandığı düşünülmektedir<sup>11,13,17</sup>. Barkmeier ve ark.<sup>22</sup>, self etch adezivlerin mineye uygulama süresinin artırılması sonucu, pürüzlülük seviyesinin arttığını, fakat bağlanma kuvvetinin değişmediğini göstermişlerdir. Bununla birlikte, Perdigao ve ark.<sup>23</sup>, "conditioning" süresinin iki katına çıkarılmasıyla, bağlanma kuvvetinin de arttırabileceğini öne sürmüşlerdir.

Bağlanma kuvvetinin ölçümünde sıklıkla mikro-gerilim ve mikro-kesme testleri kullanılmaktadır<sup>20,24,25</sup>. Adeziv içerisine doldurucu eklenmesi, koheziv bağlantı kuvvetini arttırarak adeziv materyalin ara yüzeyinde kırık meydana gelmesi riskini azaltmaktadır<sup>26</sup>.

Günümüzde self etch uygulamaları oldukça popülerlik kazanmıştır. Fakat özellikle mineye bağlanmada, fosforik asit ile pürüzlendirme, yeni test edilen materyallere karşı hala altın standarttır<sup>17</sup>.

**Dentine Bağlanma**

Dentin, mine ile karşılaştırıldığında en önemli farklılığı, tübülleri içindeki sıvı sayesinde intrinsik bir neme sahip olmasıdır. Tübüllerin sayısı pulpa yakınından (45.000/mm<sup>2</sup>) mine-dentin birleşimine (20.000/mm<sup>2</sup>) doğru gidildikçe azalır yani pulpaya doğru yaklaştıkça tübüllerdeki sıvının daha artması beklenmektedir. Bu nedenle adezivin dentinle temas kurabilmesi için hidrofilitik olması gereklidir.

Dentin yüzeyinde uğraşmakta olduğumuz diğer bir sorun ise; her enstrümantasyondan sonra ortaya çıkan smear tabakasıdır. 1 – 7 µm kalınlığındaki bu poröz tabaka, hidroksiapatit ve değişikliğe uğramış kollajenden oluşmaktadır<sup>1-4</sup>.

Smear tabakasına bağlanma girişimleri, bu tabaka dentin yüzeyine zayıf olarak bağlanmış olduğundan dolayı başarılı olamamaktadır. Total etch tekniği ile sağlanan pürüzlendirme aşaması, smear tabakasını tamamen ortadan kaldırarak ve tübül ağzlarını açıp bir kollajen iskelesi oluşturarak, dentin yüzeyini 5-10 mikron derinliğinde demineralize ederken, self etch sistemlerde smear tabakasının modifikasyonu asidik primerin şiddetine bağlıdır<sup>27-29</sup>. Pürüzlendirme için uygulanan asit yıkandıktan sonra, bağlanma ıslak dentin yüzeyi üzerinde gerçekleştirilmelidir. Eğer dentin aşırı kurutulursa, açığa çıkan kollajenler büzülür ve bunun sonucunda yetersiz bir bağlanma gerçekleşir<sup>30</sup>.

**Adeziv tekniklerde son durum**

Yapılan bir çalışmada, dentinin farklı bölgelerinde uygulanan total-etch ve self-etch bağlayıcılar ile farklı bağlanma değerleri elde edildiği, bunun ise bölgesel yapı farklılıklarından ve yaştan etkilendiği öne sürülmüş, sonuç olarak da iki basamaklı self-etch adezivlerin, daha az nanosızıntı göstererek servikal sement bölgesinde kullanılabileceği bildirilmiştir<sup>31</sup>. Başka bir çalışmada, self-etch ve total-etch sistemlerin her ikisinin de, sağlam dentine bağlanma değerlerinin, çürükten etkilenmiş dentine kıyasla daha yüksek olduğu, total-etch sistemlerin ise zaman içinde çürükten etkilenmiş dentin yüzeyinde self-etch sistemlerden daha yüksek bağlanma değerleri gösterdiği belirtilmiştir<sup>32,33</sup>.

Self-etch bağlayıcı sistemler, uygulama aşama sayısını ve işlem süresini kısaltarak ve bunun sonucunda teknik hassasiyeti en aza indirgeyerek oluşabilecek uygulama hatalarını ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır<sup>27</sup>. Bununla birlikte düşük bağlanma etkinlikleri sıklıkla sorgulanmaktadır<sup>16,27,34</sup>. Self-etch adezivler kullanıldığında, erken zamanda yüksek rezin-dentin-bond bağlantı kuvveti elde edilirken, bağlanma etkinliklerinin zamanla azaldığı gösterilmiştir<sup>37,39</sup>.

Bazı all-in-one adezivlerin performansı, üretici tarafından önerilen uygulama metoduna dayanmakla birlikte<sup>34,36,37</sup>, çok tabaka halinde uygulanması, daha yüksek bağlanma

kuvvetiyle ve hibrit tabakaya daha iyi infiltrasyonla sonuçlanabilmektedir<sup>38,39</sup>. Aseton bazlı all-in-one adezivler üreticinin önerilerine göre uygulandığında, düşük mine dentin bağlanma kuvveti olduğu gözlenmiştir<sup>36-38</sup>.

Dentin bonding ara yüzündeki bozulma, hibrit tabakanın tabanında açığa çıkan kollajen fibrillere ulaşılabilirlikten ya da, hibrit tabakadaki rezin komponentlerin hidrolitik çözünmesinden kaynaklanmaktadır<sup>35,40-42</sup>. Ayrıca su rezin matrikse girip yumuşatabilmekte ve bu polimerin mekanik özelliklerini azaltabilmektedir<sup>43</sup>.

Aseton içeren all-in-one adezivlerin zayıf performansına, çoğunun yarı geçirgen membranlar gibi rol oynaması sonucu, mine ve dentin arayüzlerinde oluşan porözitelere su birikmesi ya da monomer-çözücü fazının ayrılması yol açtığı bildirilmektedir<sup>36,44-46</sup>.

Örneğin Clearfil SE Bond, dentin bağlanma kuvveti açısından diğer tüm self-etch adezivlere bir referans olan, 10-metakriloksi desil dihidrojen fosfat bazlı, iki aşamalı bir self-etch adezividir<sup>9,11-16,19,27</sup>. Bir diğer all-in-one adeziv Clearfil S<sup>3</sup> Bond'un ise, ondan daha düşük bir dentinle bağlanma kuvveti gösterdiği bildirilmiştir. Clearfil S<sup>3</sup> Bond'un pH'sı, Clearfil SE Bond'un primerinden daha az asidiktir. Göreceli olarak daha yüksek pH'sının yanında, Clearfil S<sup>3</sup> Bond'un mine yüzeyine bağlanma kuvveti, örneğin Adper Prompt L-Pop gibi daha agresif self-etch adezivlerle kıyaslandığında istatistiksel olarak benzer bulunmuştur<sup>47</sup>. Clearfil S<sup>3</sup> Bond ile yapılan bir başka çalışmada ise, materyalin iki aşamalı öncülerine göre mekanik streslere daha dayanıklı olduğu gösterilmiştir<sup>48</sup>. 10-MDP içeren tüm Clearfil adezivlerin klinik yorgunluğa iyi bir direnç gösterdiği belirtilmektedir<sup>49,50</sup>.

**SONUÇ**

Sonuç olarak, adezyonu sağlamak amacıyla kullanılan tekniklerden total-etch sistemlerle elde edilen bağlanma kuvvetlerinin, özellikle mineye bağlanmada, halen self-etch sistemlere üstün oldukları gözlenmektedir. Bununla birlikte, self etch sistemlerin de, kolay uygulanma ve uygulama zamanını kısaltması gibi avantajları bulunmaktadır<sup>51</sup>. Bu durum, örneğin pedodontik diş hekimliği gibi zor alanlarda diş hekimlerine kolaylık sağlamaktadır. Günümüzde, adeziv sistemlerde pek çok yeni gelişme olmakla birlikte, diş hekimlerinin bu gelişmeleri düzenli olarak takip etmeleri ve uygun materyalleri seçmeleri restoratif tedavilerin klinik başarısını ve ömrünü arttıracaktır.

**KAYNAKLAR**

1. Jensen ME. Chapter 3: Dentin bonding agents. In: Aschheim KW, Dale BG. Esthetic Dentistry / A clinical approach to techniques and materials, 2nd ed. St. Louis, Mosby-Year Book Inc, 2001:41-3.

2. Perdigao J, Swift EJ. Fundamental concept of enamel and dentin adhesion. Ed. Roberson, TM, Heymann, HO, Swift, EJ, In: Sturdevant's art and science of operative dentistry. Fifth ed. Missouri, Mosby Inc. 2006.
3. Dayanga  B. Kompozit rezin restorasyonlar. 2. B l m: Bonding sistemleri. Ankara, G neş Kitabevi, 2000:21-39.
4. K  keşmen  , S nmez H. Bağlayıcı sistemler/Adeziv sistemler/Mine-dentin bonding ajanlar. Akademik Dental Diş Hekimliği Dergisi 2007;9:7-13.
5. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res 1955;34:849-883
6. Swift EJ Jr, Perdig o J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. Quintessence Int. 1995 Feb;26(2):95-110.
7. Silverstone LM: Fissure sealants: Laboratory studies. Caries Res 8: 2-26, 1974
8. Manson-Rahemtulla B, Retief DH, Jamison HC: Effect of concentrations of phosphoric acid on enamel dissolution, J Prosthet Dent 51:495-498, 1984
9. Van Landuyt K, De Munck J, Coutinho E, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding to Dentin: Smear layer and the process of hybridization In: G. Eliades DC, Watts T. Eliades, eds. Dental Hard Tissues and Bonding. Chapter 5. Springer-Berlin, 2005:89-118
10. Vicente A, Bravo LA, Romero M. Self-etching primer and non-rinse conditioner versus phosphoric acid: alternative methods for bonding brackets. Eur J Orthod 2006;28:173-8.
11. Perdig o J, Geraldini S. Bonding characteristics of self-etching adhesives to intact versus prepared enamel. J Esthet Restor Dent. 2003;15(1):32-41
12. Perdig o J, Gomes G, Lopes MM. Influence of conditioning time on enamel adhesion. Quintessence Int. 2006 Jan;37(1):35-41
13. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. Dent Mater. 2001 Sep;17(5):430-44.
14. Carvalho RM, Chersoni S, Frankenberger R, Pashley DH, Prati C, Tay FR. A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives. Biomaterials. 2005;26(9):1035-42
15. Van Meerbeek B, De Munck J, Mattar D, Van Landuyt K, Lambrechts P. Microtensile bond strengths of an etch&rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. Oper Dent. 2003 Sep-Oct;28(5):647-60.
16. 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):313-8
17. Perdig o J, Gomes G, Duarte S Jr, Lopes MM. Enamel bond strengths of pairs of adhesives from the same manufacturer. Oper Dent. 2005 ;30(4):492-9.
18. Tay FR, Kwong SM, Itthagarun A, King NM, Yip HK, Moulding KM, Pashley DH. Bonding of a self-etching primer to non-cariou cervical sclerotic dentin: interfacial ultrastructure and microtensile bond strength evaluation. J Adhes Dent. 2000;2(1):9-28.
19. Speirs RL. The nature of surface enamel in human teeth. Calcif Tissue Res 1971; 8: 1-16.
20. 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: 161-166.
21. Nazari A, Shimada Y, Sadr A, Tagami J. Pre-etching <l>vs.</l> grinding in promotion of adhesion to intact enamel using self-etch adhesives. Dent Mater J. 2012;14
22. Barkmeier WW, Erickson RL, Kimmes NS, Latta MA, Wilwerding TM. Effect of enamel etching time on roughness and bond strength. Oper Dent 2009; 34: 217-222.
23. Perdigao J, Gomes G, Lopes MM. Influence of conditioning time on enamel adhesion. Quintessence Int 2006; 37: 35-41.
24. Shimada Y, Tagami J. Effects of regional enamel and prism orientation on resin bonding. Oper Dent 2003; 28: 20-27.
25. Sano H. Microtensile testing, nanoleakage, and biodegradation of resin-dentin bonds. J Dent Res 2006; 85: 11-14.
26. Tam LE, Khoshand S, Pilliar RM. Fracture resistance of dentin-composite interfaces using different adhesive resin layers. J Dent 2001; 29: 217-225
27. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Oper Dent 2003; 28: 215-35.
28. Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Kimura Y, Nakamura G, Matsumoto K. Ablation depths and morphological changes in human enamel and dentin after Er:YAG laser irradiation with or without water mist. J Clin Laser Med Surg 1999; 17: 105-9.
29. Chimello-Sousa DT, Souza AE, Chinellatti MA, P'ecora JD, Palma-Dibb RG, Corona SAM. Influence of Er:YAG laser irradiation distance on the bond strength of a restorative system to enamel. J Dent 2006; 34: 245-51.
30. Nakabayashi N, Pashley DH. Hybridization of dental hard tissues. Tokyo, Quintessence Publishing Co. 1998:1-106.
31. Yuan Y, Shimada Y, Ichinose S, Tagami J. Hybridization quality in cervical cementum and superficial dentin using current adhesives. Dent Mater 2008; 24: 584-93.
32. Erhardt MCG, Toledano M, Osorio R, Piment LA. Histomorphologic characterization and bond strength evaluation of caries-affected dentin/resin interfaces:Effects of long-term water exposure. Dent Mater 2008; 2: 786-98.
33. Kinney JH, Balooch M, Marshall GW, Marshall SJ. A micromechanics model of the elastic properties of human dentine. Arch Oral Biol 1999; 44: 813-22.
34. De Munck J, Van Meerbeek B, Vargas M, Iracki J, Van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. Oper Dent 2005; 30: 39-49
35. 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
36. De Munck J, Van Landuyt K, Coutinho E, Poitevin A, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Micro-tensile bond strength of adhesives bonded to Class-I cavity-bottom dentin after thermocycling. Dent Mater. 2005;21(11):999-1007.
37. Frankenberger R, Tay FR. Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermo-mechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin composite restorations. Dent Mater. 2005 May;21(5):397-412.

38. 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):133-41
39. Frankenberger R, Perdigão J, Rosa BT, Lopes M. "No-bottle" vs "multi-bottle" dentin adhesives--a microtensile bond strength and morphological study. *Dent Mater.* 2001;17(5):373-80
40. Hashimoto M, Tay FR, Ohno H, Sano H, Kaga M, Yiu C, Kumagai H, Kudou Y, Kubota M, Oguchi H. SEM and TEM analysis of water degradation of human dentinal collagen. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2003 Jul 15;66(1):287-98.
41. Carrilho MR, Carvalho RM, Tay FR, Yiu C, Pashley DH. Durability of resin-dentin bonds related to water and oil storage. *Am J Dent.* 2005;18(6):315-9.
42. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Tay FR, Kaga M, Kudou Y, Oguchi H, Araki Y, Kubota M. Micromorphological changes in resin-dentin bonds after 1 year of water storage. *J Biomed Mater Res.* 2002;63(3):306-11.
43. Santerre JP, Shajii L, Leung BW. Relation of dental composite formulations to their degradation and the release of hydrolyzed polymeric-resin-derived products. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2001;12(2):136-51.
44. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent.* 2002;30(7-8):371-82.
45. Tay FR, King NM, Chan KM, Pashley DH. How can nanoleakage occur in self-etching adhesive systems that demineralize and infiltrate simultaneously? *J Adhes Dent.* 2002 4(4):255-69.
46. Tay FR, Lai CN, Chersoni S, Pashley DH, Mak YF, Suppa P, Prati C, King NM. Osmotic blistering in enamel bonded with one-step self-etch adhesives. *J Dent Res.* 2004 Apr;83(4):290-5.
47. Van Landuyt KL, De Munck J, Snauwaert J, Coutinho E, Poitevin A, Yoshida Y, Inoue S, Peumans M, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Monomer-solvent phase separation in one-step self-etch adhesives. *J Dent Res.* 2005 Feb;84(2):183-8.
48. Can Say E, Nakajima M, Senawongse P, Soyman M, Ozer F, Ogata M, Tagami J. Microtensile bond strength of a filled vs unfilled adhesive to dentin using self-etch and total-etch technique. *J Dent.* 2006;34(4):283-91.
49. Türkün SL. Clinical evaluation of a self-etching and a one-bottle adhesive system at two years. *J Dent.* 2003 Nov;31(8):527-34.
50. Van Meerbeek B, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Peumans M. A randomized controlled study evaluating the effectiveness of a two-step self-etch adhesive with and without selective phosphoric-acid etching of enamel. *Dent Mater.* 2005 Apr;21(4):375-83.
51. Küçükeşmen Ç, Erdoğan Y. Süt ve daimi dişlerde bağlayıcı ajanların etkinliği, biyouyumluluğu ve sitotoksitesi. *S.D.Ü. Tıp Fak. Derg.* 2009; 16(1)/ 48-55