

## **DENTİN BAĞLAYICI SİSTEMLER VE HİBRİD TABAKANIN OLUŞTURULMASI**

### **DENTIN BONDING SYSTEMS AND HYBRIDIZATION**

*Hande ŞAR SANCAKLI<sup>1</sup>*

#### **ÖZET**

Adeziv dişhekimliğindeki gelişmeler ile, çok aşamalı dentin bağlayıcı sistemler, uygulama zamanını ve aşamalarını azaltmak, kullanım kolaylığı sağlamak amacıyla daha kolaylaştırılmış ve az basamaklı sistemler geliştirilmiştir. Adeziv sistemlerin esas tutuculukları reçine monomerlerin diş dokularına infiltre olmasıyla ortaya çıkan hibrid tabaka ile gerçekleşir. Total-etch ve self-etch sistemler ile uzun süreli ve dirençli bir bağlanma amacıyla kaliteli bir hibrid tabaka elde etmek için dikkat edilmesi gerekenler bu makalede anlatılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** dentin bağlayıcı sistemler, self-etch, total-etch, hibridizasyon

#### **ABSTRACT**

Recently, with the development of adhesive dentistry, multistep dentin bonding to dental tissues was modified to simplified and more user friendly adhesive systems. The mechanism of adhesion is based on the mechanical interlocking within the formation of hybrid layer. Hybridization quality is effected by the type of the adhesive system, dental tissue, application method, materials consistence and physical and chemical properties. The aim of this review is to evaluate the hybridization quality of current adhesive systems.

**Key Words:** Dentin bonding, self-etch, total-etch, hybridization

---

<sup>1</sup> Dr., İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi ABD.

## Giriş

Günümüz adeziv dişhekimliğinde, dentin bondingler beraber kullanıldıkları kompozitlerin tutuculuğunu arttırmak ve polimerizasyon büzülmesi sonucu ortaya çıkabilecek mikrosızıntıyı önlemek amacıyla uygulanırlar. Dentin bondinglerin dentine adezyonu hibridizasyon olarak adlandırılan reçine monomerlerin kısmen demineralize olmuş dentine infiltrasyonu ile gerçekleşir (1). Hibrid tabaka ilk olarak Nakabayashi tarafından demineralize dentin yüzeyine ve kanallarına monomerlerin infiltrasyonu ve sonrasında polimerizasyonu ile oluşan yapı olarak tanımlanmıştır(2). Restorasyonun klinik başarısı için diş rengindeki restorasyon materyallerinin mine ve dentin dokularına adezyonu, kompozit materyali ve diş dokuları arasındaki bağlantıyı sağlayacak dentin bondinglerin hibridizasyonunun kalitesine ve devamlılığına bağlıdır. Dentin bondinglerin uygulandıkları dokunun özellikleri, dentinde yapılan farklı yüzey hazırlıkları, bondinglerin uygulanma yöntemlerinin farklılıkları, hibrid tabakanın sürekliliği veya bozulması hibrid tabakanın klinik performansını etkileyen faktörlerdir.

Dentin bonding sistemler adezyon stratejilerine göre total-etch ve self-etch dentin bondingler olarak sınıflandırılırlar (3). Total-etch dentin bondingler diş dokusunun %37'lik fosforik asit ile dağlanması ardından dentin yüzeyinin primer ile hazırlanmasının sonrasında adeziv reçinenin uygulanmasını kapsayan 3 basamaklı işleme sahiptirler. Her ne kadar 3 aşamalı sistemler "gold standard" olarak değerlendirilse de, bu sistemlerin uygulama kolaylığını sağlamak için zaman içerisinde ve günümüzde sıklıkla kullanılan adeziv ve primerin bir solüsyon içinde toplandığı tek şişeli sistemler geliştirilmiştir (4).

Self-etch dentin bağlayıcılar 2 veya tek aşamada uygulanan dentin bağlayıcıları kapsarlar. Bu sistemler asitleme ve yıkama işlemlerini içermediğinden kısalan uygulama zamanı, manipulasyonları sırasında oluşabilecek teknik hassasiyeti en az seviyeye indirmeleri nedeniyle kullanıcı dostu olmuşlardır (3, 5).

Diş dokularındaki farklılıklar ve dentinin yapısal ve biyolojik özellikleri, dentin ve adeziv arayüzeyindeki hibrid tabakayı oluşturan kolajen ve reçinenin meydana getirdiği hibrid tabakanın yapısını etkilemektedir (6). Çürüksüz diş dokuları ile karşılaştırıldığında çürükten etkilenen diş dokularında oluşan hibrid tabakanın daha karmaşık

bir yapıya sahip olduğu ve dentine bağlanma dayanımının daha düşük olduğu bildirilmiştir (6, 7).

Dentinin farklı bölgelerinde uygulanan total-etch ve self-etch dentin bağlayıcılar ile elde edilen bağlanma değerleri bölgesel yapının durumuna ve yaşlılığına göre değişebilmektedir. Yuan ve arkadaşları, servikal bölgedeki sement ve proksimal bölgedeki yüzeyel dentine uygulanan farklı total-etch ve self-etch adezivlerin oluşturdukları hibrid tabakanın kalitesini karşılaştırdıkları çalışmalarında tüm adezivlerin sementte dentine göre daha kalın bir hibrid tabaka oluşturduğunu, iki basamaklı self-etch adezivlerin daha az nanosızıntı göstererek servikal sement bölgesinde kullanılabilirliklerini bildirmiştir (8).

Restorasyonun yaşlanmasına bağlı olarak reçinenin dentine bağlanması, mine dokusuna göre zayıflamaktadır. 3-6 aylık bir *in vitro* yaşlandırma sonrasında bağlanma direncinin %30-40 oranında azalarak dentin matriksinin bozulmaya uğradığı gösterilmiştir. Self-etch ve total-etch sistemlerin sağlam ve çürükten etkilenmiş dentine bağlanmaları incelendiğinde, reçine dentin arayüzünün ultrastrüktürel yapısında ve bağlanma değerlerinde farklılıklar olmaktadır. Her iki tip dentin bonding sistemin sağlam dentine bağlanma değerleri, çürükten etkilenmiş dentine kıyasla daha yüksektir. Total-etch sistemler özellikle çürükten etkilenen dentin yüzeylerinde zamana bağlı olarak self-etch sistemlerden daha yüksek bağlanma değerleri göstermektedir (9, 10).

Dentin yüzeyine adeziv reçinelerin uygulanmasından önce uygulanan EDTA (etilendiamin tetra asetik asit), NaOCl (sodyumhipoklorid) ve CHX (klorheksidin) gibi yüzey hazırlayıcılar uygulanarak daha uzun ömürlü ve daha dirençli bağlanma elde edilmesi hedeflenmiştir. Bu ajanlar dentin dokusunda kalan bakterilere karşı antibakteriyel etkinin yanısıra bakterilerin zararlı etkilerini veya oluşabilecek bakteriyel mikrosızıntıyı önlemek amacıyla kullanılırlar (11). EDTA ve CHX uygulanan sağlam dentinde mikrosertliğin etkilenmediği, çürükten etkilenen dentin dokusunun ise sertliğinin azaldığı bildirilmiştir. EDTA ve CHX, total-etch sistemler ile uygulandıklarında hibrid tabakanın bozulmasını önlemektedirler (12). Self-etch adeziv sistemlerin uygulanmalarından önce yüzeyin NaOCl ile muamele edilmesinin bağlanma değerlerini artırıcı etkisi olduğu yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir (13). Self-etch adeziv sistemler uygulandığında,

yüzeyin NaOCl ile muamele edilebileceği önerilirken, kullanılan bondingin total-etch olması halinde ise NaOCl uygulamasının bağlanma değerlerinde düşüşe ve zaman içerisinde bağlanma stabilizasyonunun azalmasına neden olabildiği belirtilmiştir.

Çürük dokunun uzaklaştırılmasında kullanılan farklı yöntemlerin ve değişik materyallerin uygulanması sonucu oluşan hibrid tabakanın, kullanılan adeziv sistemlere göre farklılık gösterdiği bilinmektedir. Dentin yüzeyinde çürüklü dokunun kaldırılma şekline göre oluşacak topografik farklılıklar kullanılacak adezive bağlı olarak hibrid tabakada değişikliklere neden olur. Yüksek hava basıncı aeratör; elmas frez, ultrasonik cihazlar, Er:YAG lazer gibi farklı çürük uzaklaştırma teknikleri self-etch ve total-etch adezivler ile kullanıldığında bağlanmanın mikrotensil bağlanma direnci açısından karşılaştırıldığında self-etch ve total-etch adezivlerin en yüksek bağlanma değerlerini frez ile hazırlanan yüzeye uygulandıklarında sergiledikleri gösterilmiştir. Total-etch adezivlerin ise kavite preparasyonunda kullanılan tüm enstrümanlar ile self-etch adezivlere nazaran daha yüksek bağlanma değerleri oluşturabildiği bildirilmiştir (14).

Geleneksel yöntem ile yüksek hava basıncı altında elmas frez ve ER,Cr:YSGG lazer ile hazırlanan dentin yüzeylerine uygulanan total ve self etch bondinglerin bağlanma değerleri karşılaştırılmış ve lazer ile hazırlanan yüzeylere materyallerin elmas frezle hazırlanan yüzeylerden daha düşük değerlerle bağlandığı sonucuna varılmıştır. Alternatif yöntemlerle hazırlanan kavitelere elde edilen bağlanma değerlerindeki düşmenin, ideal bir adezyon için gerekli olan yüzey pürüzlülüğünün sağlanmasının tek başına yeterli olmadığı, dentin yüzeyinde oluşan mikro çatlakların ve girintilerin sadece yüzey alanda oluşması ve dentinde geleneksel yöntemlere göre oluşan zarardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Yüzey hazırlamada alternatif bir yöntem olan lazer tercih edildiğinde dentin yüzeyinde ablyasyon gözlenerek smear tabakası oluşmaz ve dentinde aşırı ve ani ısınma sonucu su buharlaşması ile dentindeki mikropatlamalar sonucu uzaklaşan doku nedeni ile mikrokraterler oluşur (18,19). Tüm bu değişiklikler, lazer tercih edildiğinde, kullanılan adeziv türü göz önüne alınmaksızın tümüyle bağlanma değerlerinin düşük olabileceğini göstermektedir (20).

Kaliteli bir hibrid yapının dolayısıyla ideal adezyon oluşması için kavite hazırlanması sırasında oluşan ve dentin yüzeyini kaplayan smear tabakasının tamamen uzaklaştırılması veya modifiye olması gerekir. Total-etch sistemlerde smear tabakası fosforik asit uygulaması ve asidin yıkama işlemi ile tamamen uzaklaştırılırken, self-etch sistemlerde smear tabakasının modifikasyonu asidik primerin şiddetine bağlıdır (3, 15, 16).

Self-etch adezivlerin uygulanması sonrası oluşan hibrid tabakanın morfolojik özellikleri de self-etch solusyonun asitlilik düzeyine göre farklılık göstermektedir. Zayıf asidik yapıda self-etch adezivlerin oluşturdukları hibrid tabaka total-etch adezivlerin oluşturduklarına kıyasla daha yüzeyel ve submikron düzeyde olup, kuvvetli self-etch adezivlerin oluşturdukları hibrid tabaka daha kalın ve derindir (3, 16, 17).

Farklı abrazyiv partikül boyutlarına sahip elmas frezlerle hazırlanan dentin yüzeylerinde oluşan hibrid tabakanın yapısal farklılık gösterdiği ve tek basamaklı self-etch sistemlerde bağlanma değerlerinin oldukça düşük olduğu bildirilmiştir. Buna karşın total-etch ve kuvvetli self-etch adezivlerin bağlanma etkinliklerinin kullanılan frez tipinden çok etkilenmediği, kullanılan self-etch adezivin optimal bağlanma değerlerinin sağlanmasında uygun frez ve materyal seçiminin önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Yüksek devirde kullanılan tungsten karbid frezlerle daha üstün bağlanma sağlanabildiği, ultra zayıf tek basamaklı self-etch adezivlerin bağlanmalarının ise kavite preparasyonunun ince frezlerle bitirilmesi durumunda artabileceği yönünde görüşler vardır. Bonding sistemlerin bağlanma değerlerinde preparasyonda kullanılan döner enstrümanlardan daha çok materyalin total ya da self-etch olması önemlidir (21, 22).

Self-etch dentin bağlayıcı sistemler uygulama aşama sayısını ve işlem süresini kısaltırlar ve bu sayede teknik hassasiyeti en aza indirgeyerek oluşabilecek uygulama hatalarını ortadan kaldırmayı amaçlarlar (3). Self-etch dentin bağlayıcılar asidik monomerleri sayesinde smear tabakasını çözerek ortamdan uzaklaştırmadan hibrid tabaka içinde korurlar, asidik monomerler smear tabakası boyunca infiltre olarak hidroksiapatit yapıyı asitliliğinin şiddeti ile orantılı parsiyel olarak çözerler (23). Asidik primerlerin yüzeye birkaç kat halinde ya da uzun süreli sürtülerek aktif şekilde uygulanması ile dentinde daha iyi mikromekanik ve kimyasal

bağlantı oluşturmak üzere smear tabakasının uzaklaştırılması amaçlanmıştır. Aktif uygulama daha etkili bir asitleme ile asidik monomerlerin diş dokuları ile etkileşimini sağlayarak, asidik ürünlerin hibrid tabaka içine yayılmasını sağlar, solventlerin buharlaşmasını kolaylaştırarak daha yüksek oranda monomerin smear tabakası içine dahil olmasına neden olur (24). Asidik monomerlerin asitlenmiş dentinin derin tabakalarına doğru yayılması ile daha agresif bir demineralizasyon ile smear tabakası ve altındaki dentin dokusu ile daha iyi bir etkileşim kurmasını sağlar (24, 25). Tek aşamalı total-etch sistemlerin de aktif uygulanması ile performanslarının artırılarak, reçine dentin bağlarının bozulmasını önlediği bilinmektedir (26, 27). Asidik primer tek kat halinde dentine uygulandığında, hidroksiapatit kristalleri tarafından tamponlanır, ikinci bir katın uygulanması ile polimerize olmamış asidik monomerler bağlanmayı güçlendirmek üzere uygulandıkları alanların asidik konsantrasyonunu artırarak adeziv asitleme etkisini artırır (28). Çok kuvvetli asidik yapıya sahip self-etch adezivlerin çift kat uygulanması ise dentinin aşırı dağlanmasına neden olabilir (29).

Tek aşamalı self-etch sistemler, asidik, hidrofilik ve hidrofobik monomerlerin su ve organik çözücüler içerisinde tek bir şişede birleştirilmiş halidir. Tek aşamalı self-etch adezivlerin yüksek hidrofil bileşenlere sahip olması, dentin ve adeziv katman arasında suyun difüzyonuna izin veren geçirgen bir yapı oluşmasına imkan sağlar. Bu nedenle tek aşamalı self-etch sistemlerin suyu emmesi mekanik özelliklerinde azalmaya neden olur (30-32). Tek aşamalı self-etch adezivler ilave olarak ikinci bir kat hidrofobik bir yapı ile uygulandıklarında, hidrobik reçine hidrofobikliği arttırmak yoluyla su geçişini önleyerek, zaman içerisinde adeziv degradasyona karşı daha dirençli kalabileceği bildirilmiştir (33).

Bağlanmanın esas amacı adeziv reçinenin bozulmasını önlemek için kolajen fibrilleri sarmasını ve infiltrasyonunu sağlamaktır (34, 35). Asitlenmiş dentin yüzeyinin hafifçe kurutulduktan sonra tekrar su ile ıslatıldığı “wet bonding” yönteminde, dentin dokusundaki kollajen ağın kollapsını engellemek amacıyla demineralize dentinde suyun varlığı korunmaya çalışılır. Suyu çevrili kollajen fibriller daha sonra reçine monomerler tarafından sarılarak hibrid tabakayı oluşturular (36). Dentini suyla ıslatma tekniğinde fazla suyun varlığı suda çözünürlüğü sınırlı olan hidrofobik BisGMA monomerinde faz ayırmasına sebep olabilir (37). Bu sorunu önlemek üzere hidrofobik BisGMA

monomeri, hidrofilik HEMA monomeri ile karıştırılmıştır. Yüksek hidrofilik özelliğe sahip dentin bonding sistemlerin ise, polimerizasyon sonrası artan nem absorpsiyonu klinik koşullarda hibrid tabakanın bozulmasına ve mekanik özelliklerde azalmalara neden olmaktadır (38, 39).

Bis GMA gibi hidrofobik monomerlerin ıslak demineralize dentine penetrasyonunu optimal seviyeye getirebilmek için, demineralize dentindeki kollajen matriksinin su yerine etanol ile ıslatılması öne sürülerek, “etanol wet bonding” yöntemi geliştirilmiştir (40). Böylece asitlenmiş kolajen matriks daha az hidrofilik özellik sergileyerek, hidrofobik monomerlerin faz ayırmasının önlenildiği bildirilmektedir (41, 42). Hidrofobik adeziv kütlesinin artması ile daha az su emilimine imkan tanıyan daha dayanıklı bir hibrid tabaka elde edilir. (42). Etanol ile ıslatılmış dentine uygulanan dentin bağlayıcı sistemler ile kuru yada su ile ıslatılan yüzeylerde elde edilenlere kıyasla en yüksek bağlanma değerleri saptanmıştır (43). Etanol wet bonding uygulanmasının hibrid tabakada kollajen fibrillerin çaplarını azaltarak, fibriller arasında oluşan boşlukların adeziv reçine ile dolduğu ve daha iyi örtülen kolajenin hibrid tabakayı bozulmaya karşı daha dirençli hale getirdiği bildirilmiştir. Hidrofobik reçinenin etanol ile ıslatılmış dentinde daha derine penetre olabildiği, kolajeni daha iyi sararak asit uygulamasına imkan verdiği ve hidrolitik ataklara karşı daha dirençli kalabildiği saptanmıştır (44, 45).

Tek basamaklı self-etch adezivlerin bağlanma etkinliklerini ve bağlanmanın devamlılığını arttırabilmek için;

1. Basitleştirilmiş adezivlerin içeriğindeki hidrofilik monomerlerin bağlanma ömrünü önemli derecede düşürmesinden dolayı ilave bir hidrofobik katman kullanılması ile, materyalin su absorpsiyonunu önleyerek hibrid tabakanın stabilizasyonu sağlamaya yardımcı olmak,
2. Daha iyi bir polimerizasyon ve azalan geçirgenlik için üretici firmanın belirttiğinden daha uzun polimerizasyon süresi uygulamak,
3. Dentin reçine arayüzeyinin zaman içerisinde yaşlanmasının nedenlerinden biri olan kollajen fibrillerin endojen dentin enzimleri tarafından yıkılmasını önlemek amacıyla klorheksidin uygulamak,

4. Daha uzun uygulama süresi, farklı uygulama şekilleri ile adezivin dentine emdirilmesini kuvvetlendirmek önerilebilir (46).

### Sonuç

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda reçine dentin arayüzeyinin yaşlanmasına bağlı olarak hibrid tabakanın bozulması, su emilimi, reçinenin hidrolizi ve kolajen ağının bozulması ile ilgili konular dikkat çekmektedir. Yeni geliştirilen uygulaması kolaylaştırılmış adezivlerin çok aşamalı total-etch ve self-etch sistemlere kıyasla düşük bağlanma değerleri göstermesinin yanı sıra daha düşük klinik performansları sergiledikleri göz ardı edilmemelidir.

### KAYNAKLAR

1. Ermis RB, De Munck J, Cardoso MV, Coutinho E, Kirsten L, Landuyt V, Poitevin A, Lambrechts P, van Meerbeek B. Bond strength of self-etch adhesives to dentin prepared with three different diamond burs. *Dent Mater* 2008; 2: 978-85.
2. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 1982; 16: 265-73.
3. 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.
4. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent* 1997; 25 (5): 355-72.
5. 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. *Biomater* 2005; 26 (9): 1035-42.
6. Spencer P, Wang Y, Katz JL, Misra A. Physicochemical interactions at the dentin/adhesive interface using FTIR chemical imaging. *J Biomed Opt* 2005; 10 (3): 031104.
7. Wang Y, Spencer P, Walker MP. Chemical profile of adhesive/caries-affected dentin interfaces using Raman microspectroscopy. *J Biomed Mater Res A* 2006; 81: 279-86.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Ersin NK, Uzel A, Aykut A, Candan U, Eronat C. Inhibition of cultivable bacteria by chlorhexidine treatment of dentin lesions treated with the ART technique. *Caries Res* 2006; 40: 172-7.
12. Hiraishi N, Yiu CK, King NM, Tay FR. Effect of 2% chlorhexidine on dentin microtensile bond strengths and nanoleakage of luting cements. *J Dent* 2009; 37 (6): 440-8.
13. Fawzy AS, Amer MA, El-Askary FS. Sodium hypochlorite as dentin pretreatment for etch-and-rinse single-bottle and two-step self-etching adhesives: atomic force microscope and tensile bond strength evaluation. *J Adhes Dent* 2008; Feb; 10 (2): 135-44.
14. Cardoso MV, Coutinho E, Ermis RB, Poitevin A, Van Landuyt K, De Munck J, Carvalho RCR, Van Meerbeek R. Influence of dentin cavity surface finishing on micro-tensile bond strength of adhesives *Dent Mater* 2008; 24: 492-501.
15. 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.
16. Chimello-Sousa DT, Souza AE, Chinelatti 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.
17. Cardoso MV, Coutinho E, Ermis RB, Poitevin A, Van Landuyt K, De Munck J, Carvalho RC, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Influence of Er,Cr:YSGG laser treatment on the microtensile

- bond strength of adhesives to dentin. *J Adhes Dent* 2008; 10: 25-33.
18. Nakabayashi N, Pashley DH. Hybridization of dental hard tissues. Japan: Quintessence Publishing 1998, p.37-56.
  19. De Munck J, Vargas M, Iracki J, Van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P, et al. One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Oper Dent* 2005; 30: 39-49.
  20. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I. Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater* 2001; 17: 296-308.
  21. Ermis RB, De Munck J, Cardoso MV, Coutinho E, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bond strength of self-etch adhesives to dentin prepared with three different diamond burs. *Dent Mater* 2008; 2: 978-85.
  22. Yiu CK, Hiraishi N, King NM, Tay FR. Effect of dentinal surface preparation on bond strength of self etching adhesives. *J Adhes Dent* 2008; 10 (3): 173-82.
  23. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary selfetching adhesives. Part II. Etching effects on unground enamel. *Dent Mater* 2001; 17: 430-44.
  24. Miyazaki M, Platt JA, Onose H, Moore BK. Influence of dentin primer application methods on dentin bond strength. *Oper Dent* 1996; 21: 167-72.
  25. Miyazaki M, Hinoura K, Kanamaru T, Koga K, Iwauchi H, Onose H. Study on light cured composite resin–influence of pretreated procedures for dentin surfaces on shear bond strength to dentin. *Japan J Cons Dent* 1991; 34: 734-41.
  26. Jacobsen T, Söderholm KJ. Effect of primer solvent, primer agitation, and dentin dryness on shear bond strength to dentin. *Am J Dent* 1998; 11: 225-8.
  27. Reis A, Pellizzaro A, Dal-Bianco K, Gomes OM, Patzlaff R, Loguercio AD. Impact of adhesive application to wet and dry dentin on long-term resin-dentin bond strengths. *Oper Dent* 2007; 32: 380-7.
  28. Camps J, Pashley DH. Buffering action of human dentin in vitro. *J Adhes Dent* 2000; 2: 39-50.
  29. Gregoire G, Millas A. Microscopic evaluation of dentin interface obtained with 10 contemporary self-etching systems: correlation with their pH. *Oper Dent* 2005; 30: 481-91.
  30. Takahashi A, Sato Y, Uno S, Pereira PNR, Sano H. Effects of mechanical properties of adhesives on bond strength to dentin. *Dent Mater* 2002; 18: 263-8.
  31. Reis A, Grandi V, Carlotto L, Bortoli G, Patzlaff R, Accorinte ML, et al. Effect of smear layer thickness and acidity of selfetching solution on early and long-term bond strength to dentin. *J Dent* 2005; 33: 549-59.
  32. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005; 84: 118-32.
  33. Reis A, Albuquerque M, Pegoraro M, Mattei G, de Oliveira Bauer RJ, Grande RHM, Klein-Junior CA, Baumhardt-Neto R, Loguercio AD. Can the durability of one-step self-etch adhesives be improved by double application or by an extra layer of hydrophobic resin. *J Dent* 2008; 36 (5): 309-15.
  34. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. In vitro degradation of resin–dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. *Biomater* 2003; 24: 3795-803.
  35. Hashimoto M, Tay FR, Ohno H, Sano H, Kaga M, Yiu C, et al. SEM and TEM analysis of water degradation of human dentin collagen. *J Biomed Mater Res* 2003; 66: 287-98.
  36. Carrilho M, et al. From dry bonding to water-wet bonding to ethanol-wet bonding. A review of the interactions between dentin matrix and solvated resins using a macromodel of the hybrid layer. *Am J Dent* 2007; 20: 7-20.
  37. Kanca 3rd J. Improving bond strength through acid etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. *J Am Dent Assoc* 1992;123: 35-43.

38. Tay FR, Pashley DH. Have dentin adhesives become too hydrophilic? J Can Dent Assoc 2003; 69: 726-31.
39. Nishitani Y, Yoshiyama M, Donnelly AM, Agee KA, Sword J, Tay FR, et al. Effects of resin hydrophilicity on dentin bond strength. J Dent Res 2006; 85: 1016-21.
40. Tay FR, Pashley DH, Kapur RR, Carrilho MR, Hur YB, Garrett LV, et al. Bonding BisGMA to dentin—a proof of concept for hydrophobic dentin bonding. J Dent Res 2007; 86: 1034-9.
41. Wang Y, Spencer P. Hybridization efficiency of the adhesive/dentin interface with wet bonding. J Dent Res 2003; 82: 141-5.
42. Becker TD, Agee KA, Joyce AP, Rueggeberg FA, Borke JL, Waller JL, et al. Infiltration/evaporation-induced shrinkage of demineralized dentin by solvated model adhesives. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2007; 80: 156-65.
43. Nishitani Y, Yoshiyama M, Donnelly AM, Agee KA, Sword J, Tay FR, et al. Effects of resin hydrophilicity on dentin bond strength. J Dent Res 2006; 85: 1016-21.
44. TP Shin, X Yao, R Huenergardt, MP Walker, Y Wang. Morphological and chemical characterization of bonding hydrophobic adhesive to dentin using ethanol wet bonding technique. Dent Mater 2009; 2; 1050-1057.
45. K. Hosaka, Y. Nishitani, J. Tagami, M. Yoshiyama, W.W. Brackett, K.A. Agee, F.R. Tay and D.H. Pashley Durability of Resin-Dentin Bonds to Water- vs. Ethanol-saturated Dentin J Dent Res 2009; 88: 146.
46. L Breschi, A Mazzoni, A Ruggeri, M Cadenaro, R Di Lenarda, E De Stefano Dorigo Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. Dent Mater 2008; 2 (4): 90-101.

**Yazışma Adresi:**

**Dr. Hande ŞAR SANCAKLI**

İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD

Fatih/İstanbul

Tel: 0212 4142020/30369

handesar@hotmail.com