

Araştırma Makalesi- Research Paper

HEMA İÇEREN VE HEMA İÇERMİYEN ADEZİVLERİN DENTİNE ADEZYONU

ADHESION OF HEMA-FREE VERSUS HEMA-CONTAINING SELF ETCH
ADHESIVES TO DENTIN

Selin Nacak¹, , Merve İşcan Yapar², Nurcan Özakar İlday³, Nilgün Seven⁴

Geliş Tarihi (Received Date) :24.09.2018

Kabul Tarihi (Accepted Date) :30.11.2018

Basım Tarihi (Published Date): 29.12.2018

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı HEMA içeren self etch adezivlerin dentin yüzeyine bağlanma dayanımının, HEMA içermeyen bir adezivle kıyaslanmasıdır.

Gereç ve yöntem: Çalışmamızda 24 adet çekilmiş insan üst kesici dişi kullanıldı. Dişler mine sement sınırı hizasından kesilerek kök kısımları uzaklaştırıldı. Yüzeysel dentin açığa çıkarıldı ve örnekler, kullanılacak olan adeziv materyallere göre rastgele üç gruba ayrıldı (n=8) G aenial Bond, GC (HEMA free), Clearfil S3 Bond, (Kuraray), Single Bond Universal, (Germany)). Kullanılan nanohibrit kompozit (Grandio,Voco) materyal, LED cihazıyla (Elipar Free Light (3M ESPE)) polimerize edilerek restoratif aşama tamamlandı. Örnekler 24 saat 37°C suda bekletildikten sonra üniversal test cihazına yerleştirildi. Restoratif materyalin kırılma anındaki en yüksek makaslama bağlanma dayanım değerleri not edildi. Makaslama bağlanma dayanım testi sonrası, dentinden ayrılma seviyelerine göre; adeziv, koheziv ve karışık olmak üzere üç kırılma tipi gözlemlendi. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi tek yönlü ANOVA ve Duncan çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak yapıldı; p<0,05 değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Gruplar arası en düşük değeri G aenial Bond gösterdi (9.36 ± 1.29) ve diğer materyallerle arasında istatistiksel olarak anlamlı oranda farklılık bulundu (p<0,05). En yüksek bağlanma dayanım değeri (20.05±2.49MPa) Clearfil S3 Bond grubunda görülürken; en düşük bağlanma dayanım değeri (9.36±1.29MPa) G aenial Bond grubunda görüldü. En sık 'adeziv tip kırılma'lara rastlandı.

Sonuç: Çalışmamızda HEMA içermeyen G aenial Bond grubunun, HEMA içeren adezivlere oranla daha düşük bağlanma dayanımına sahip olduğu tespit edilmiştir. HEMA'nın bağlanma başarısına ve self etch adezivlerin klinik performanslarına etkisinin anlaşılması için daha çok klinik çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Dental adezyon, HEMA, makaslama bağlanma dayanımı

¹Arş.Gör.Dt., Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Erzurum, Türkiye
selinnck@gmail.com

²Dr.Öğr.Üyesi , Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Erzurum, Türkiye

³Doç.Dr., Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Erzurum, Türkiye

⁴Prof.Dr., Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Erzurum, Türkiye

Abstract

Objective: The aim of this study was to evaluate the bond strength (BS) to dentin of commercial HEMA-containing and HEMA free self-etch adhesives.

Material&Methods: Twenty four extracted human upper central incisors were used. The roots of the teeth were removed at the semento-enamel junction. Then superficial dentin was exposed and assigned into three groups (n = 8) based on the different self etch adhesives G aenial Bond (GC) (HEMA free), Clearfil S3 Bond, (Kuraray)- Single Bond Universal, (Germany). Composite build-ups were made with the nanohybrid composite Grandio (Voco). The dentin adhesives and resin composite were polymerized with a light-emitting diode (LED) Elipar Free Light (3M ESPE). After immersion in water at 37°C for 24 h, the specimens were subjected to shear bond strength study under universal testing machine. The maximum shear bond strengths were noted at the time of fracture (de-bonding) of the restorative material.

Results: Gaenial bond presented the lowest mean BS (9.36 ± 1.29) and differed significantly from the other materials ($p < 0.05$). The highest BS value was obtained in the Clearfil S3 bond (20.05 ± 2.49 MPa), and the lowest (9.36 ± 1.29 MPa) in the G aenial bond. Adhesive fractures were the most prevalent

Conclusion: The in vitro findings from this study indicate that HEMA free adhesive (G aenial bond) low bond strenght values than HEMA contain adhesives. Further research is needed to determine the effect of HEMA on bonding ability and clinical performance of self etch adhesive systems.

Keywords: Dental adhesion, HEMA, shear bond strength

1.GİRİŞ

Günümüzde estetik restorasyonlara karşı büyük ilgi duyulmakta ve adeziv restoratif materyaller kapsamlı bir şekilde araştırılmaktadır. (Wilson, Dunne, & Gainsford, 1997, ss. 185-193) Direkt kompozit rezin restorasyonlar gibi estetik restoratif materyallerin uygulanabilmeleri için öncelikle diş sert dokularına başarılı bir adezyonun sağlanması zorunludur. (Perdigão, 1995)

Self-etch sistemlerde demineralize kollajen ağı bağlantıya katıldığı için nemli bağlanma tekniği uygulanarak kollajen ağının tam olarak genişmesi sağlanmalı ancak aşırı nemden kaçınılmalıdır. (Gwinnett, 1992, ss. 127-129) Böyle bir durumda monomer içeriğinde seyrelme, polimerizasyon düzeyinde düşme, adeziv tabaka içerisinde su içeren kusurlu bölgelerin oluşması gibi sorunlar ortaya çıkabilmektedir. (Tay, Gwinnett, & Wei, 1996, ss. 109-114) Bununla birlikte aşırı kurutulan dentin yüzeyinde kollajen ağın çökmesi, rezin infiltrasyonunun tam olarak gerçekleşmesini engellemektedir. Bu durum ise korunmasız demineralize kollajenin açıkta

HEMA İÇEREN VE HEMA İÇERMİYEN ADEZİVLERİN DENTİNE ADEZYONU

kalmasına, zamanla hidrolize yatkın hale gelmesine ve rezin infiltrasyonunun eksikliği nedeniyle postoperatif duyarlılığa neden olabilir.(Kirsten L Van Landuyt vd., 2007, ss. 3757-3785)

Su, fonksiyonel monomere iyonizasyon ortamı sağlaması nedeni ile günümüz self-etch adezivlerinin içeriği için zorunludur. (Bart Van Meerbeek vd., 2005, ss. 1-13)

Adeziv sistem uygulamalarının basitleştirilmesi ve basamak sayısının azaltılması amacıyla yüksek konsantrasyonda hidrofilik monomer içeren materyaller üretilmiştir. (Bacelar-Sa, Giannini, Ambrosano, & Bedran-Russo, 2017, ss. 731-737)

Adeziv sistemlerde en sık kullanılan hidrofilik monomer HEMA'dır. Düşük moleküler ağırlığı ve hidrofilik özelliği nedeniyle ıslatma yeteneği çok iyidir ve nemli dentine başarılı bağlanabilmeyi sağlar. Hidrofobik ve hidrofilik monomerler için ortak bir çözücü görevini üstlenmiştir. Aynı zamanda kollajen ağının genişlemesini sağlayarak rezin infiltrasyonunu arttırmaktadır. (B. Van Meerbeek vd., 2003, ss. 215-235)

Bununla birlikte HEMA adeziv tabakada su tutulumuna sebep olan kararsız bir tabaka olarak davranıp adezivin mekanik dayanıklılığını azaltmakta ve bağlanma başarısını uzun dönemde olumsuz etkilemektedir. (Alex, 2015, ss. 15-26; quiz 28, 40) HEMA kullanımının dezavantajlarından biri de allerjen olmasıdır. Düşük molekül ağırlığının cilde hızlı penetrasyonuna ve kontakt dermatite sebep olabileceği bildirilmiştir. (K. L. Van Landuyt vd., 2008, ss. 1412-1419)

Sıfır hipotezimiz; 'HEMA içeren ve HEMA içermeyen bonding ajanların dentine bağlanma başarısı arasında bir fark yoktur' şeklindedir. Alternatif hipotezimiz ise; bonding ajanların içeriğindeki HEMA molekülünün dentine bağlanma başarısını arttırdığı üzerine kurulmuştur.

Bu çalışmanın amacı HEMA içeren self etch adezivlerin dentin yüzeyine bağlanma dayanımının HEMA içermeyen bir adezivle kıyaslanmasıdır.

2.GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda cerrahi, protetik ve periodontal sebepler nedeniyle çekilmiş; yüzeyinde kırık, çatlak veya çürük bulunmayan 24 adet insan üst kesici dişi kullanıldı. Kullanılacak olan dişler için Atatürk Üniversitesi Etik Kurul onayı (18.09.2018 tarihli ve 69 sayılı) alındı. Dişler mine-sement sınırı hizasından kesilerek, kök kısımları uzaklaştırıldı. Su soğutması altında elmas silindirik frezler kullanılarak yüzeyel dentin açığa çıkarıldıktan sonra dişler, dentin yüzeyi açıkta kalacak şekilde akrilik kalıplara gömülerek sabitlendi. Birçok çalışmada yapıldığı gibi 600 gritlik silikon karbit zımpara ile su altında 60 sn süreyle zımparalanarak standart bir smear tabakası oluşturuldu (Armstrong, Boyer, & Keller, 1998, ss. 44-50; Bouillaguet vd., 2001, ss. 55-61;

HEMA İÇEREN VE HEMA İÇERMİYEN ADEZİVLERİN DENTİNE ADEZYONU

Burrow, Tagami, Negishi, Nikaido, & Hosoda, 1994, ss. 522-528; N. Nakabayashi, Watanabe, & Arao, 1998, ss. 379-385; Perdigao, Swift, Denehy, Wefel, & Donly, 1994, ss. 44-55; Perinka, Sano, & Hosoda, 1992, ss. 229-233) ve yüzeyler adeziv rezinin bağlanmasına hazır hale getirildi. Örnekler tamamen rastgele olacak şekilde, kullanılacak olan adeziv materyallere göre 3 gruba ayrıldı:

Grup 1: G aenial Bond (GC) (HEMA free),

Grup 2: Clearfil S3 Bond, (Kuraray),

Grup 3: Single Bond Universal, (Germany) (n=8) (Tablo 1)

Tablo 1. Çalışmada kullanılan dentin bonding ajanlar ve içerikleri

Adeziv Sistem	İçerik	Üretici Firma
G-aenial bond (HEMA içermeyen) (1.Grup)	Aseton, Distile su, 4- metakriloksietiltrimellitit anhidrit(4 META), üretan dimetakrilat(UDMA), Dimetakrilat (DMA), Fosforik ester monomeri. fotoiniatör	GC Corp. Tokyo, Japonya
Clearfil S ³ bond (2.Grup)	10-Metakriloiloksidesil dihidrojen fosfat (MDP), Bisfenol A diglisidil metakrilat (Bis-GMA), 2-hidroksietil metakrilat (HEMA), Hidrofobik dimetakrilat, dI-kamforkinon, etil alkol, su, silanlanmış kolloidal silika	Kuraray Co. Okayama, Japonya
Single bond universal (3.Grup)	10-MDP, dimetakrilat rezinler, HEMA, metakrilatmodifiye polialkenoik asit kopolimeri, doldurucu, etanol, su, iniyatörler, silan	3M ESPE, 3M ESPE, St. Paul, MN, Amerika Birleşik Devletleri

Dentin bonding ajanlar üretici firma talimatlarına göre dentin yüzeyine uygulandı ve LED cihazıyla (Elipar Free Light 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) 10 sn süreyle polimerize edildi. Işık yoğunluğu kontrolü radyometre kullanılarak kontrol edildi. (Gnatus, São Paulo, Brezilya) Daha sonra nanohibrit bir kompozit (Grandio, Voco) kullanılarak; 3 mm çapında 2 mm yüksekliğinde

HEMA İÇEREN VE HEMA İÇERMEYEN ADEZİVLERİN DENTİNE ADEZYONU

silindirik şekilli plastik kalıplar yardımıyla örneklerin restoratif kısmı tamamlandı ve LED cihazıyla 20 sn polimerize edildi. Örnekler 24 saat 37°C suda bekletildikten sonra, her bir örnek özel bir yardımcı parça vasıtasıyla üniversal test cihazına yerleştirildi. Makaslama bağlanma dayanımını ölçmek için kullanılan özel bir uç yardımıyla dentin-kompozit ara yüzüne, bağlantı kırılınca kadar 1 mm/dk hızında kuvvet uygulandı.

Restoratif materyalin kırılma anındaki en yüksek makaslama bağlanma dayanım değerleri not edildi. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi tek yönlü ANOVA ve Duncan çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak yapıldı.

3.BULGULAR

En yüksek makaslama bağlanma dayanım değeri (20.05 ± 2.49 MPa) Clearfil S³ Bond grubunda görülürken; en düşük makaslama bağlanma dayanım değeri (9.36 ± 1.29 MPa) G aenial Bond grubunda görüldü. ($p < 0,05$)

Böylece sıfır hipotezimiz çürümüş oldu ve alternatif hipotezimiz doğrulandı.

Clearfil S³ Bond ve Single Bond Universal grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı. ($p > 0.05$) (Tablo 2)

Tablo 2. Grupların ortalama bağlantı değerleri ve standart sapmaları (Farklı harflerle belirtilen değerler istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir.)

Adeziv sistem	Örnek sayısı(n)	Ortalama (Mpa)	Standart sapma
G-aenial bond	8	9.36	$\pm 1.29^b$
Clearfil S ³ bond	8	20.05	$\pm 2.49^a$
Single bond universal	8	18.33	$\pm 2.99^a$

4. TARTIŞMA

Çalışmamızda iki HEMA içeren ve bir HEMA içermeyen adeziv sistemin makaslama bağlanma dayanımının karşılaştırılması yapılmıştır.

Makaslama ya da gerilim bağlanma dayanımı testleri, adeziv sistemlerin performanslarının laboratuvar ortamında değerlendirilebilmesi için en sık tercih edilen test metotlarından. (De Munck vd., 2005, ss. 118-132; Moll, Fritzenschaft, & Haller, 2004, ss. 845-852) İn vivo şartlarda restoratif materyallerin adezyonlarının bozulması ve bağlantı hatalarının oluşmasına en çok makaslama gerilimlerinin katkıda bulunduğu inanılmaktadır. Uygulanabilecek en iyi test

HEMA İÇEREN VE HEMA İÇERMİYEN ADEZİVLERİN DENTİNE ADEZYONU

metodu olduğundan dolayı klinik performansların tahmin edilebilmesi için makaslama bağlanma dayanım testi önerilmiştir. (Moll vd., 2004, ss. 845-852)

Tek basamaklı self-etch adezivlerle ilgili problemlerden biri; yarı geçirgen membranlar gibi davranmalarıdır. Bu materyaller, suyu bağlantı yüzeylerinden geçirerek rezin dentin bağında hidrolitik yıkıma izin verirler. Erken dönemde yüksek bağlantı kuvveti değerleri elde edilse de zamanla bağlanma etkinliklerinin azaldığı bulunmuştur. (Swift, Perdigao, & Heymann, 1995, ss. 95-110)

HEMA ve diğer birçok ko-monomer alerjik reaksiyonlarla bağlantılıdır; dentin tübüllerine difüze olduklarında apoptotik hücre ölümünü tetiklemektedirler. (Geurtsen, Lehmann, Spahl, & Leyhausen, 1998, ss. 474-480) Diş hekimlerinin ve teknisyenlerin çalışması esnasında eldivenlere penetre olarak kontakt dermatite yol açabildiği bildirilmiştir. (Andreasson, Boman, Johnsson, Karlsson, & Barregard, 2003, ss. 529-535; Wallenhammar vd., 2000, ss. 192-199)

Clearfil S³ Bond ve Single Bond Universal adezivlerin her ikisi de HEMA içermektedir. HEMA solüsyonlarının uygulanması bağlanma dayanım değerlerini 5 MPa'dan 9 MPa'a kadar yükselttiği görülmüştür. Hibrit tabaka kalınlığı aynı olduğunda bile bağlanma dayanım değerlerinin, HEMA'nın sulu çözeltideki pH'na bağlı olduğu görülmüştür. (Nishiyama, Suzuki, Nagatsuka, Yokota, & Nemoto, 2003, ss. 257-261) Yapılan çalışmalarda HEMA'nın suyun yüzey gerilimini azaltarak dentine monomer difüzyonunu arttırdığı bildirilmiştir. (N Nakabayashi, Watanabe, & Gendusa, 1992, ss. 259-264; Shinoda vd., 2011, ss. 501-510) Guo ve ark. HEMA'nın dentin yüzeyindeki suda kolaylıkla çözünüp, asitlenmiş dentin yüzeyindeki kollajen fibrillere penetre olabildiğini belirtmişlerdir. (Guo vd., 2007, ss. 1473-1481) Zanchi ve ark. yaptıkları bir çalışmada HEMA içermeyen adezivlerle yapılan restorasyonların mikrotensile bağlanma dayanımlarının HEMA içeren adezivlerle yapılan restorasyonlara oranla daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. (Zanchi vd., 2013, ss. 833-839)

HEMA'nın düşük molekül ağırlığı dental adezivlerin viskozitesini azaltarak adeziv tabaka kalınlığının incelmeye sebep olmaktadır. Adeziv tabaka kalınlığının aşırı incelmeye; polimerizasyon sonrasında oluşan oksijen inhibisyon tabakası nedeniyle fiziko-kimyasal dayanıklılığın azalmasına ve polimerizasyon değerlerinin ideal oranlara ulaşamamasına neden olduğu görülmüştür. (K. L. Van Landuyt vd., 2008, ss. 1412-1419)

Polimerize edilmiş adezivlerin su emilim miktarı; içerdiği HEMA konsantrasyonuna bağlıdır. (Hosaka vd., 2010, ss. 360-367; Takahashi vd., 2011, ss. 506-512) Adezivlere HEMA ilavesi, solventlerin buharlaşmasını kolaylaştırmasıyla birlikte hidrofilik özelliğinin geliştirilmesini

HEMA İÇEREN VE HEMA İÇERMİYEN ADEZİVLERİN DENTİNE ADEZYONU

sağlar. Ancak hidrofilik özellik uzun dönem bond stabilitesinde azalmaya neden olabilir. (De Munck vd., 2005, ss. 118-132; K. L. Van Landuyt vd., 2007, ss. 739-744) HEMA içermeyen adezivlerde, güçlü şekilde havayla kurutma aşaması uzun dönemde hidrolize dirençli adeziv-diş arayüzü oluşturulmasında etkilidir. (Ikeda vd., 2008, ss. 1316-1323) Ayrıca Perdigao ve ark. yaptıkları bir çalışmada asitlenmiş ve kurulanmış dentin yüzeyine HEMA solüsyonu uygulanarak dentin tübüllerindeki interfibriler boşlukların açılması sağlanmış ve dentin nemini yeniden kazanmıştır. Bu durumun; etanol bazlı, etanol-su bazlı ve aseton bazlı self-etch adeziv materyallerinin, dentin tübüllerine penetrasyonunu kolaylaştırdığı; buna bağlı olarak da bağlanma dayanımını arttırdığı bildirilmiştir. (Perdigao, Van Meerbeek, Lopes, & Ambrose, 1999, ss. 282-295)

HEMA içermeyen self etch adezivler, su emme miktarının azaltılmasıyla bağlanma başarısının daha uzun vadede, yüksek ve istikrarlı seyretmesi beklentisiyle üretilmiştir. Ancak adezivlerde HEMA'nın bulunmayışı hidrofobik ve hidrofilik monomerler arasında faz ayrışma reaksiyonunun meydana gelmesini kolaylaştırmaktadır. (K. L. Van Landuyt vd., 2008, ss. 1412-1419; Bart Van Meerbeek vd., 2005, ss. 1-13) Bu da bağlanma dayanımında düşüşe neden olabilmektedir. Bu sonuçları destekler şekilde bizim çalışmamızda da HEMA içermeyen adeziv grubunda (G-aenial bond) en düşük makaslama bağlanma dayanımı değerleri elde edilmiştir. Aynı zamanda HEMA içermeyen adezivlerde; dentin tübüllerinden dentin yüzeyine sıvı hareketi ya da polimerize olmuş adeziv tabaka altındaki osmotik infiltrasyona bağlı olarak ortaya çıkan su nedeniyle, su ağacı şeklinde nanosızıntı formasyonu gözlenebilmektedir. (Mahdan, Nakajima, Foxton, & Tagami, 2013, ss. 861-871; Yuan, Shimada, Ichinose, Sadr, & Tagami, 2007, ss. 1001-1006) HEMA içermeyen adeziv sistemlerdeki bu sorunların çözümü için HEMA'nın olumsuz yönlerini ortadan kaldıracak farklı hidrofilik monomer arayışları devam etmektedir. Bu çalışmamın kısıtlamaları karşılaştırılan adeziv sistem sayısının az oluşudur. Farklı hidrofilik monomer içeriklerine sahip adeziv sistemlerin karşılaştırılması ve daha net bilgilere ulaşılabilmesi amacıyla ileri çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Sonuç olarak, çalışmamızda klinik açıdan büyük önem gösteren bağlanma dayanımı göz önüne alındığında; HEMA içermeyen G aenial Bond grubunun, HEMA içeren adezivlere oranla daha düşük bağlanma dayanımına sahip olduğu tespit edilmiştir. Adezivlerde kullanılan HEMA miktarı üretici firmalara göre değişmekle birlikte, monomerin istenmeyen özelliklerinin en aza indirilip avantajlarından yararlanılabilmesi için mümkün olan en az miktarda kullanılması önerilmektedir. HEMA'nın bağlanma başarısına ve self etch adezivlerin klinik performanslarına etkisinin anlaşılması için daha çok klinik çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

4. KAYNAKÇA

- Alex, G. (2015). Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry? *Compend Contin Educ Dent*, 36(1), 15-26; quiz 28, 40.
- Andreasson, H., Boman, A., Johnsson, S., Karlsson, S., & Barregard, L. (2003). On permeability of methyl methacrylate, 2-hydroxyethyl methacrylate and triethyleneglycol dimethacrylate through protective gloves in dentistry. *Eur J Oral Sci*, 111(6), 529-535.
- Armstrong, S. R., Boyer, D. B., & Keller, J. C. (1998). Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. *Dental Materials*, 14(1), 44-50.
- Bacelar-Sa, R., Giannini, M., Ambrosano, G. M. B., & Bedran-Russo, A. K. (2017). Dentin Sealing and Bond Strength Evaluation of Hema-Free and Multi-Mode Adhesives to Biomodified Dentin. *Braz Dent J*, 28(6), 731-737.
- Bouillaguet, S., Gysi, P., Wataha, J. C., Ciucchi, B., Cattani, M., Godin, C., & Meyer, J. M. (2001). Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. *Journal of Dentistry*, 29(1), 55-61.
- Burrow, M. F., Tagami, J., Negishi, T., Nikaido, T., & Hosoda, H. (1994). Early Tensile Bond Strengths of Several Enamel and Dentin Bonding Systems. *Journal of dental research*, 73(2), 522-528.
- De Munck, J., Van Landuyt, K., Peumans, M., Poitevin, A., Lambrechts, P., Braem, M., & Van Meerbeek, B. (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*, 84(2), 118-132.
- Geurtsen, W., Lehmann, F., Spahl, W., & Leyhausen, G. (1998). Cytotoxicity of 35 dental resin composite monomers/additives in permanent 3T3 and three human primary fibroblast cultures. *J Biomed Mater Res*, 41(3), 474-480.
- Guo, X., Spencer, P., Wang, Y., Ye, Q., Yao, X., & Williams, K. (2007). Effects of a solubility enhancer on penetration of hydrophobic component in model adhesives into wet demineralized dentin. *Dental Materials*, 23(12), 1473-1481.
- Gwinnett, A. (1992). Moist versus dry dentin: its effect on shear bond strength. *American Journal of Dentistry*, 5(3), 127-129.
- Hosaka, K., Nakajima, M., Takahashi, M., Itoh, S., Ikeda, M., Tagami, J., & Pashley, D. H. (2010). Relationship between mechanical properties of one-step self-etch adhesives and water sorption. *Dental Materials*, 26(4), 360-367.

HEMA İÇEREN VE HEMA İÇERMİYEN ADEZİVLERİN DENTİNE ADEZYONU

- Ikeda, T., De Munck, J., Shirai, K., Hikita, K., Inoue, S., Sano, H., . . . Van Meerbeek, B. (2008). Effect of air-drying and solvent evaporation on the strength of HEMA-rich versus HEMA-free one-step adhesives. *Dent Mater*, 24(10), 1316-1323.
- Mahdan, M. H. A., Nakajima, M., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2013). Combined effect of smear layer characteristics and hydrostatic pulpal pressure on dentine bond strength of HEMA-free and HEMA-containing adhesives. *Journal of Dentistry*, 41(10), 861-871.
- Moll, K., Fritzenschaft, A., & Haller, B. (2004). In vitro comparison of dentin bonding systems: effect of testing method and operator. *Quintessence International*, 35(10), 845-852.
- Nakabayashi, N., Watanabe, A., & Arao, T. (1998). A tensile test to facilitate identification of defects in dentine bonded specimens. *Journal of Dentistry*, 26(4), 379-385.
- Nakabayashi, N., Watanabe, A., & Gendusa, N. (1992). Dentin adhesion of “modified” 4-META/MMA-TBB resin: function of HEMA. *Dental Materials*, 8(4), 259-264.
- Nishiyama, N., Suzuki, K., Nagatsuka, A., Yokota, I., & Nemoto, K. (2003). Dissociation states of collagen functional groups and their effects on the priming efficacy of HEMA bonded to collagen. *Journal of dental research*, 82(4), 257-261.
- Perdigão, J. (1995). An ultra-morphological study of human dentine exposed to adhesive systems (dissertation). *Catholic University of Leuven*.
- Perdigao, J., Swift, E. J., Denehy, G. E., Wefel, J. S., & Donly, K. J. (1994). In-Vitro Bond Strengths and Sem Evaluation of Dentin Bonding Systems to Different Dentin Substrates. *Journal of dental research*, 73(1), 44-55.
- Perdigao, J., Van Meerbeek, B., Lopes, M. M., & Ambrose, W. W. (1999). The effect of a re-wetting agent on dentin bonding. *Dent Mater*, 15(4), 282-295.
- Perinka, L., Sano, H., & Hosoda, H. (1992). Dentin Thickness, Hardness, and Ca-Concentration Vs Bond Strength of Dentin Adhesives. *Dental Materials*, 8(4), 229-233.
- Shinoda, Y., Nakajima, M., Hosaka, K., Otsuki, M., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2011). Effect of smear layer characteristics on dentin bonding durability of HEMA-free and HEMA-containing one-step self-etch adhesives. *Dental materials journal*, 30(4), 501-510.
- Swift, E. J., Jr., Perdigao, J., & Heymann, H. O. (1995). Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence International*, 26(2), 95-110.

HEMA İÇEREN VE HEMA İÇERMİYEN ADEZİVLERİN DENTİNE ADEZYONU

- Takahashi, M., Nakajima, M., Hosaka, K., Ikeda, M., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2011). Long-term evaluation of water sorption and ultimate tensile strength of HEMA-containing/-free one-step self-etch adhesives. *Journal of Dentistry*, 39(7), 506-512.
- Tay, F. R., Gwinnett, A. J., & Wei, S. (1996). The overwet phenomenon: a scanning electron microscopic study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *American Journal of Dentistry*, 9(3), 109-114.
- Van Landuyt, K. L., Snauwaert, J., De Munck, J., Coutinho, E., Poitevin, A., Yoshida, Y., . . . Van Meerbeek, B. (2007). Origin of interfacial droplets with one-step adhesives. *J Dent Res*, 86(8), 739-744.
- Van Landuyt, K. L., Snauwaert, J., De Munck, J., Peumans, M., Yoshida, Y., Poitevin, A., . . . Van Meerbeek, B. (2007). Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*, 28(26), 3757-3785.
- Van Landuyt, K. L., Snauwaert, J., Peumans, M., De Munck, J., Lambrechts, P., & Van Meerbeek, B. (2008). The role of HEMA in one-step self-etch adhesives. *Dent Mater*, 24(10), 1412-1419.
- Van Meerbeek, B., De Munck, J., Yoshida, Y., Inoue, S., Vargas, M., Vijay, P., . . . Vanherle, G. (2003). Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*, 28(3), 215-235.
- Van Meerbeek, B., Van Landuyt, K., De Munck, J., Hashimoto, M., Peumans, M., Lambrechts, P., . . . Suzuki, K. (2005). Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dental materials journal*, 24(1), 1-13.
- Wallenhammar, L. M., Ortengren, U., Andreasson, H., Barregard, L., Bjorkner, B., Karlsson, S., . . . Meding, B. (2000). Contact allergy and hand eczema in Swedish dentists. *Contact Dermatitis*, 43(4), 192-199.
- Wilson, N. H., Dunne, S. M., & Gainsford, I. D. (1997). Current materials and techniques for direct restorations in posterior teeth. Part 2: Resin composite systems. *International Dental Journal*, 47(4), 185-193.
- Yuan, Y., Shimada, Y., Ichinose, S., Sadr, A., & Tagami, J. (2007). Effects of dentin characteristics on interfacial nanoleakage. *Journal of dental research*, 86(10), 1001-1006.
- Zanchi, C. H., Münchow, E. A., Ogliari, F. A., de Carvalho, R. V., Chersoni, S., Prati, C., . . . Piva, E. (2013). Effects of long-term water storage on the microtensile bond strength of five

HEMA İÇEREN VE HEMA İÇERMİYEN ADEZİVLERİN DENTİNE ADEZYONU

experimental self-etching adhesives based on surfactants rather than HEMA. *Clinical Oral Investigations*, 17(3), 833-839.