



T.C

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI**

**DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN MULTİMOD,
ETCH AND RİNSE VE SELF ETCH ADEZİVLERİN
SÜT VE DAİMİ DİŞLERİN SINIF I
RESTORASYONLARINDA MİKROSİZİNTİ
AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI**

**Dt. Tuğba KAYA
DOKTORA TEZİ
ANKARA / 2014**



T.C
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI

**DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN MULTİMOD, ETCH
AND RİNSE VE SELF ETCH ADEZİVLERİN SÜT VE
DAİMİ DİŞLERİN SINIF I RESTORASYONLARINDA
MİKROSİZİNTİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Dt. Tuğba KAYA

Danışman: Prof. Dr. S. Burçak ÇEHRELİ

ANKARA / 2014

T.C
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Pedodonti Doktora Programı çerçevesinde Dt. Tuğba Kaya tarafından yürütölmüş olan bu çalışma, aşğıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 09/09/2014

Tez Konusu: “Diş Hekimliğinde Kullanılan Multimod, Total-Etch ve Self-Etch Adezivlerin Süt ve Daimi Dişlerin Sınıf I Restorasyonlarında Mikrosızıntı Açısından Karşılaştırılması”

TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. S. Burçak Çehreli

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ

Prof. Dr. S. Atilla Ataç	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Zafer Çehreli	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Günseli Güven Polat	Gölhane Askeri Tıp Akademisi
Prof. Dr. S. Burçak Çehreli	Başkent Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Resmiye Ebru Tirali	Başkent Üniversitesi

ONAY: Bu tez, Başkent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğı'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görölmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun 11... / 09 / 2014 tarih ve 167... Karar Sayısı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Rengin ERDAL
Enstitü Müdürü

İTHAF

Eğitim hayatım boyunca beni destekleyen, varlıklarıyla huzur veren aileme ithafen...

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca bilgi, deneyim ve önerileri ile bana yol gösteren; destek ve anlayışını hiçbir zaman esirgemeyen; insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğim, yanında çalışmaktan onur duyduğum değerli hocam Sayın Prof. Dr. Sevi Burçak Çehreli'ye;

Doktora eğitimim süresince beni her alanda aydınlatan, desteğini ve anlayışını hiçbir zaman esirgemen; aile sıcaklığı ile bana yaklaşan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Resmiye Ebru Tirali'ye;

Her zorlukta yanımda bulduğum değerli Pedodonti AD ailesine;

Yardımlarını hiçbir konuda esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Didem Yavaş, Dila Çelikkol, Betül Kazan, Zahire Şahinoğlu, Esin Efe, Sıla Bilgin, Onur Yılmaz, İpek Coşgun ve tüm asistan arkadaşlarıma;

Hayatımın her anında desteklerini hissettiren ve sahip olduğum için gurur duyduğum canım aileme;

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Tuğba Kaya , Diş hekimliğinde kullanılan multimod, etch and rinse ve self etch adezivlerin süt ve daimi dişlerin sınıf I restorasyonlarında Mikrosızıntı açısından karşılaştırılması, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Pedodonti Doktora Programı, Doktora Tezi, 2014.

Bu çalışma, çekilmiş süt ve daimi dişlerin sınıf I kavitelerinde beş farklı adeziv sistemin farklı metotlarla (self etch, selektif etch, etch and rinse) uygulanması sonucunda dişlerde görülen mikrosızıntı miktarının ölçülmesi, süt ve daimi dişlerde mikrosızıntı açısından bir farklılık görülüp görülmediğinin anlaşılması amacıyla planlanmıştır. Çeşitli nedenlerle çekilmiş 110 adet süt dişi ve 110 adet daimi diş rastgele olarak 11'er gruba ayrılmıştır. Çalışmada kullanılan adeziv materyaller (All Bond Universal (Bisco Inc., Schaumburg, ABD), Single Bond Universal (3M ESPE, St. Paul. MN, ABD), Clearfil SE Bond (Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japonya), Tri-S Plus Bond (Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japonya) ve Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul. MN, ABD)'dir. Tüm gruplar Filtek Z250 (3M ESPE, St. Paul. MN, ABD) A2 kompozit ile restore edilmiştir. Restorasyon sonrası dişlere 5-55±20C'de 1000 kez termal siklus uygulanmış ve sonrasında dişler mikrosızıntı testine tabii tutulmuştur. Boya penetrasyon sonrasında oluşan mikrosızıntı değerleri, her diş örneğinden alınan 4'er kesit üzerinde dijital imaj analizi yöntemiyle kantitatif olarak tespit edilmiştir. Verilerin istatistiksel analizinde Kruskal Wallis Varyans Analizi, Mann Whitney U Testi ve Ki-Kare Testi kullanılmıştır (p=0.05). Sonuçlar incelendiğinde, Clearfil SE Bond ve Single Bond Universal hem süt hem daimi dişlerde self etch metodu ile uygulandığında en az mikrosızıntı değerini göstermiştir (p<0.05). Selektif etch metodunda ise daimi dişlerde All Bond Universal ve Clearfil SE Bond, Tri-S Plus Bond ve Single Bond Universal'a göre daha az mikrosızıntı değerleri göstermiştir (p<0.05). Süt dişlerinde ise Single Bond Universal diğer materyallere göre en fazla mikrosızıntıyı değerlerine yol açarken (p<0.05), diğer materyaller arasında mikrosızıntı miktarı açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır (p>0,05). Kullanılan adezivlerin selektif etch olarak uygulanması ile Single Bond 2

materyali karşılaştırıldığında daimi dişlerde Clearfil SE Bond en az mikrosızıntı değerine sahipken($p<0.05$) diğer materyaller arasında anlamlı bir fark görülmemiştir($p>0.05$). Süt dişlerinde ise All bond universal, Single Bond Universal, Clearfil SE Bond, Tri-S Plus Bond materyallerinin selektif etch olarak uygulanması ile Single Bond 2 materyali arasında mikrosızıntı açısından anlamlı bir fark görülmemiştir($p>0.05$). Süt ve daimi dişlerde görülen sızıntı miktarları karşılaştırıldığında All Bond Universal, Single Bond Universal ve Tri-S Plus Bond materyalleri self etch metoduyla uygulandığında daimi dişlerde süt dişlerine göre daha fazla mikrosızıntı görülmüştür($p<0.05$), selektif etch ve etch and rinse metotlarında ve Single Bond 2 materyalinde ise süt ve daimi diş arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır($p>0.05$). Clearfil SE Bond materyalinin self etch metoduyla uygulanmasında süt ve daimi dişler arasında bir fark görülmezken($p>0.05$), selektif etch metodunda süt dişleri, daimi dişlere göre daha fazla mikrosızıntı göstermiştir($p<0.05$).

Anahtar Kelimeler: Adezyon, multimod adeziv sistemler, etch and rinse adezivler, self etch adezivler, selektif etch

Bu tez çalışması Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmıştır (Proje no: D-DA13 03)

ABSTRACT

Kaya, Tuğba. Assesment of microleakage rates in class I cavity preperation for multimod, etch and rinse and self etch adhesives in primary and permanent teeth. Başkent University, Institute of Health Sciences, PhD Thesis in Pedodontics, 2014.

The aim of this study is to evaluate the amount of microleakage for five different adhesive systems applied with different methods (self etch, selective etch, etch and rinse) in class I cavity restorations of extracted primary and permanent teeth and to asses if there is any difference between primary and permanent teeth with regard to microleakage rate. 110 primary 110 permanent teeth were randomly divided into 11 groups. The adhesives used in this study were All Bond Universal (Bisco Inc., Schaumburg, USA), Single Bond Universal (3M ESPE, St. Paul. MN, USA), Clearfil SE Bond (Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan), Tri-S Plus Bond and Single Bond2 (3M ESPE, St. Paul. MN, USA). All of the groups were restored with Filtek Z250 (3M ESPE, St. Paul. MN, USA) A2 composite resin. All teeth were subjected to thermalcycling ($5-55\pm 20^{\circ}\text{C}$, 1000X) followed by dye penetration test. Quantitative values of microleakage rates were calculated using digital image analysis method on four sections from each tooth. Data were analysed by Kruskal Wallis Variance Analysis, Mann Whitney U Test and Chi Squared Test ($p=0.05$). According to the results, when applied with self etch method, Clearfil SE Bond and Single Bond Universal showed the lowest microleakage scores in both primary and permanent teeth($p<0.05$). In selective etch groups, All Bond Universal and Clearfil SE Bond showed less microleakage scores than Tri-S Plus Bond and Single Bond Universal in permanent teeh ($p<0.05$). Application of Single Bond Universal with selective etch method resulted in the highest microleakage scores in primary teeth ($p<0.05$) where other materials showed no statistically significant difference($p>0.05$). When all the adhesives applied with selective etch method were compared with Single Bond 2, which is an etch and rinse adhesive, Clearfil SE Bond yielded in the lowest microleakage scores in permanent teeth ($p<0.05$) and other materials showed no statistically significant difference ($p>0,05$). Selective etch methods of All bond universal, Single Bond Universal, Clearfil SE Bond, Tri-S Plus Bond showed no significant difference with Single Bond 2 in primary teeth ($p>0,05$). When microleakage rates of primary and permanent teeth were compared, self etch methods of All bond universal, Single bond universal and Tri-S Plus Bond materials showed higher microleakage rates in primary teeth ($p<0.05$). Selective etch and etch and rinse methods of All Bond Universal, Single Bond Universal and Tri-S Plus Bond materials and Single Bond 2 showed no statistically significant difference ($p<0.05$). In primary and permanent teeth, self etch methods of Clearfil SE Bond material showed no statistically important difference ($p>0,05$), but in selective etch

method primary teeth showed higher microleakage rates than permanent teeth ($p<0.05$).

Key Words: Adhesion, multimod adhesive systems, etch and rinse systems, self etch systems, selective etch

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	x
SEMBOLLER VE KISALTMALAR.....	xii
ŞEKİLLER	xiv
TABLolar	xv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Adezyon.....	3
2.1.1. Adezyon Türleri	3
2.2. Diş Hekimliğinde Adezyon	4
2.2.1. Mineye Adezyon	4
2.2.2. Dentine adezyon	5
2.3. Dentin Bağlayıcı Sistemlerin Sınıflandırılması	8
2.3.1. Dentin bağlayıcı sistemlerin nesillere göre sınıflandırılması	8
2.3.2. Adeziv Sistemlerin Smear Tabakası ile İlişkilerine Göre Sınıflandırılması	14
2.3.3. Dentin Bağlayıcı Adezivlerin Klinik Uygulamalara Göre Sınıflandırılması	15
2.3.3.1. Etch and rinse (asitle ve yıka) dental adeziv sistemler	15
2.3.3.2. Self etch(kendinden pürüzlendirmeli) dental adeziv sistemler	17
2.3.3.3. Multimod dental adezivler	19
2.4. Adeziv Sistemler ile İlgili Olarak Kullanılan Terimler	21
2.5. Süt ve Daimi Dişler Arasındaki Farklılıklar	23
3. GEREÇ VE YÖNTEM	25
3.1. Dişlerin Toplanması ve Saklanması	25
3.2. Örneklerin Hazırlanması	25

3.2. Kavitelerin Hazırlanması	28
3.3. Adeziv ve Restoratif Materyallerin Uygulanması.....	28
3.2.4. Mikrosızıntı Deneyi.....	34
3.3. İstatistiksel Değerlendirme.....	36
4.BULGULAR	37
4.2. Daimi Dişlerde Her Bir Metotta Materyallerin Karşılaştırılması.....	40
4.4. Süt Dişlerinde Her Bir Metotta Materyallerin Karşılaştırılması	43
4.5. Her Bir Materyal ve Metotta Daimi ve Süt Dişlerinin Sızıntı Miktarlarının Karşılaştırılması	44
4.5. Daimi Dişlerde All bond Universal, Single Bond Universal, Clearfil SE Bond, Tri-S Plus Bond Materyallerinin Selektif Etch Metodundaki Sızıntı Görülme Oranlarının Single Bond 2 Materyalindeki Etch and Rinse Metoduyla Ölçülen Sızıntı Görülme Oranı ile Karşılaştırılması.....	46
4.6. Süt dişlerinde All bond Universal ,Single Bond Universal, Clearfil SE Bond, Tri-S Plus Bond materyallerinin selektif etch metodundaki sızıntı görülme oranlarının Single Bond 2 materyalindeki etch and rinse metoduyla ölçülen sızıntı görülme oranı ile karşılaştırılması:.....	47
5. TARTIŞMA	51
5.1. Metodolojinin Değerlendirilmesi	51
5.2. Bulguların Değerlendirilmesi.....	57
5.2.1. Daimi dişlerde adeziv materyallerin ve uygulama metotlarının karşılaştırılması	57
5.2.2. Süt dişlerinde adeziv materyallerin ve uygulama metotlarının karşılaştırılması	61
5.2.3. Adeziv Materyal ve uygulama metodu açısından daimi ve süt dişlerin karşılaştırılması.....	63
5.2.4. ABU, SBU, CSE VE TSB materyallerinin selektif etch uygulamasının, SB2 materyali ile(etch and rinse) karşılaştırılması	64
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	65
6.1. Sonuçlar	65
6.2. Öneriler	66
KAYNAKLAR	67

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

°C	: Derece, Celcius
µm	: Mikrometre, mikron
10-MDP	: 10-Metakriloiloksidetil dihidrojen fosfat
4-MET	: 4-Metakriloksietil trimellitik asit
4-META	: 4-Metakriloksietil trimellitat anhidrit
ABU	: All bond universal
Ark	: Arkadaşları
Bis-EMA	: Etoksilat bisfenol A glikol dimetakrilat
BİS-GMA	: Bisfenol glisidil metakrilat
BPDM	: Bifenil dimetakrilat
CSE	: Clearfil SE Bond
HEMA	: Hidroksietilmetakrilat
LED	: Light emitting diode
MMA	: Metil metakrilat
Mpa	: Megapaskal
Mm	: milimetre
nm	: Nanometre
NPG-GMA	: N-fenilglisin glisidil metakrilat
NTG-GMA	: N-toliglisin Glisidil Metakrilat
PENTA	: Dipentaeritritol penta akrilat monofosfat
PMDM	: Piromellitik Asit Dimetilmetakrilat
QTH	: Quarts Tungsten Halogen
SEM	: Scanning Electron Microscope (Taramalı elektron mikroskobu)
SB2	: Single Bond 2
SBU	: Single Bond Universal
Sn	: Saniye
TEG-DMA	: Trietilen glikol dimetakrilat
TEM	: Transmission Electron Microscope (Tansmisyon elektron mikroskobu)

TMPTMA : Trimetilolpropan trimetakrilat
TSB : Tri-S Plus Bond
UDMA : Ürethan dimetakrilat

ŞEKİLLER

Şekil

Şekil 3.1. Kavite preparasyonu öncesi süt dişinin görüntüsü	26
Şekil 3.2. Kavite preparasyonu öncesi daimi dişin görüntüsü	26
Şekil 3.3. Daimi dişlerde grupların dağılımı	27
Şekil 3.4. Süt dişlerinde grupların dağılımı	27
Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan adeziv sistemler	31
Şekil 3.6. Mikrosızıntı deneyi öncesi akrilik blok içindeki süt dişinin görüntüsü	34
Şekil 3.7. Mikrosızıntı deneyi öncesi akrilik blok içindeki süt dişinin görüntüsü	35
Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan termal siklüs cihazı	35
Şekil 3.9. Örneklerden kesit alınmasını sağlayan hassas kesme cihazı	36
Şekil 3.10. Örneklerde oluşan mikrosızıntı değerlendirmesi için kullanılan ışık mikroskobu	36

TABLolar

Tablo

Tablo 2.1. Dentin bağlayıcı sistemlerin nesillere göre sınıflandırılması	9
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan adeziv sistemlerin içeriği ve kullanım talimatları (164-170)	31
Tablo 4.1. Daimi dişlerde kullanılan her bir materyalde uygulama metotlarının sızıntı miktarları açısından karşılaştırılması	38
Tablo 4.2. Daimi dişlerde kullanılan her bir materyalin sızıntı var/yok olarak karşılaştırılması	39
Tablo 4.3. Süt dişlerinde kullanılan her bir materyalde uygulama metotlarının karşılaştırılması	41
Tablo 4.4. Süt dişlerinde kullanılan her bir materyalin sızıntı var/yok olarak karşılaştırılması	42
Tablo 4.5. Çalışmada kullanılan her bir materyal ve metotta daimi ve süt dişlerinin sızıntı miktarlarının karşılaştırılması	44
Tablo 4.6. Her bir materyal ve metotta daimi ve süt dişlerinin sızıntı var/yok olarak karşılaştırılması	45
Tablo 4.7. Daimi dişlerde kullanılan ABU, SBU, CSE, TSB materyallerinin selektif etch uygulaması ile SB2 materyalinin karşılaştırılması	46
Tablo 4.8. Daimi dişlerde kullanılan ABU, SBU, CSE, TSB materyallerinin selektif etch uygulaması ile SB2 materyalinin sızıntı var/yok olarak karşılaştırılması	47

Tablo 4.9. Süt dişlerinde kullanılan ABU, SBU, CSE, TSB materyallerinin selektif etch uygulaması ile SB2 materyalinin Mikrosızıntı açısından karşılaştırılması	48
Tablo 4.10. Süt dişlerinde kullanılan ABU, SBU, CSE, TSB materyallerinin selektif etch uygulaması ile SB2 materyali ile Mikrosızıntı var/yok olarak karşılaştırılması	48
Tablo 4.11. Kesit alma sonrasında ışık mikroskobu altında daimi dişlerde görülen sızıntı miktarlarının temsili	49
Tablo 4.12. Kesit alma sonrasında ışık mikroskobu altında süt dişlerinde görülen sızıntı miktarlarının temsili görüntüsü	50

1. GİRİŞ

Diş çürüğü dişin sert dokularında yıkıma neden olan, kronik, bulaşıcı ve multifaktöriyel bir hastalıktır (1-3). Çürük sonrası oluşan sert doku yıkımlarının tamiri için diştten çürüğün uzaklaştırılması (kavite hazırlığı) ve kavitenin restoratif materyal ile yeniden şekillendirilmesi gerekmektedir. Kavite hazırlığında uzun yıllar boyunca benimsenmiş “korumak için genişlet” prensibi adeziv diş hekimliğinde görülen gelişmeler ile birlikte terk edilmeye başlanmış ve yalnızca çürük diş dokusunun kaldırıldığı ‘Minimal İnvaziv Tedavi’ prensibi benimsenmeye başlanmıştır (4-6).

Günümüzde estetik kaygıların artmasıyla birlikte son yıllarda yapılan çalışmaların büyük bir kısmını restoratif tekniklerin ve materyallerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar oluşturmaktadır. İdeal estetik restoratif bir materyal; mine ve dentine adezyonla bağlanmalı, mümkün olduğunca düzgün bir yüzeye sahip olmalı ve ayrıca; renk değişikliği, mikrosızıntı ve pulpada toksik reaksiyonlara yol açmamalıdır (7). Günümüzde kompozit rezinler mükemmel estetik, güçlü fiziksel ve kimyasal özellik ve yüksek oranda çözünmeye direnç gibi özellikleri nedeniyle rutin olarak kullanılan restoratif materyallerdir (8). Resin kompozitlerin formülasyonundaki gelişmelere rağmen günümüz restoratif materyallerinde görülen en önemli problem optimum koşullarda ağızda kalabilme sürelerinin 3-5 yıl kadar olmasıdır (9-10). Adeziv restorasyonların başarısızlık nedeni olarak en çok bildirilen etkenler retansiyon kaybı ve yetersiz marjinal adaptasyon sonucu oluşan mikrosızıntıdır (11-12). Bu problemlerin önüne geçilebilmesi için dental adezivlere ihtiyaç duyulmaktadır (8).

Mine ve dentinde yeterli bağlanma kuvvetlerine ulaşabilmek için birçok dental adeziv geliştirilmiştir (13-17). Günümüzde kullanılan dental adezivler ise üç aşamalı etch and rinse, iki aşamalı etch and rinse, iki aşamalı self etch ve tek aşamalı self etch adeziv sistemlerdir. Etch and rinse sistemlerde %30-40 konsantrasyonda ortofosforik asit ile smear tabaka uzaklaştırılır ve kollajenler açığa çıkar. Daha sonrasında uygulanan resin, dentin tübüllerinin içine sızar ve hibrit tabakaya bir temel sağlamak için kollajen liflerin arasına girerek polimerize olur (18, 19). Self

etch adezivler ise yıkama gerektirmeyen asidik monomerler içerirler ve dentini aynı anda hem demineralize edip hem de dentine penetre olur ve smear tabakayı modifiye ederek hibrit tabakaya dahil ederler (20).

Self etch adezivler artan bir popülariteye sahip olmalarına rağmen mineye bağlanma etkinlikleri hala net değildir (21). Bu sorunun çözümü amacıyla orta dereceli self etch adezivlerin uygulanması öncesinde, kavite mine kenarlarının ortofosforik asit ile pürüzlendirilmesi önerilmektedir (8, 22). Klinik şartlarda ise dentine taşmadan sadece mine kenarlarının asitlenmesinin zor olduğu bilinmektedir. Son yıllarda bu problemin önüne geçilebilmesi ve klinik kullanım kolaylığı sağlaması amacıyla ‘Universal’ ya da ‘Multimod’ olarak adlandırılan adezivler ortaya çıkmıştır. Bu adezivler hem self etch hem de etch and rinse olarak kullanılabilirlerdir.

Yapılan bu çalışmadaki amaç, dental markette yeni sayılabilecek multimod adezivlerin farklı uygulama metotlarına göre (self etch, selektif etch, etch and rinse) günümüzde kullanılan bazı adeziv sistemlerle süt ve daimi dişlerde gösterdikleri mikrosızıntı açısından karşılaştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Adezyon

Adezyon (bağlanma) kelime olarak latincedeki adhaerere kelimesinden gelmektedir. Farklı moleküller arasındaki çekim kuvveti ‘adezyon’, aynı moleküllerin birbirleri arasındaki çekim kuvveti ise ‘kohezyon’ olarak tanımlanır (23). Adezyonu oluşturan maddeye ‘adeziv’; adezivin uygulandığı maddeye ise ‘aderent’ adı verilir. Dişhekimliği uygulamaları için bonding ajanları adeziv iken adezivin uygulandığı diş yüzeyleri aderenttir (23, 24). Adezyon için, adeziv ve aderent arasında tam bir temas olması gerekir (23).

2.1.1. Adezyon Türleri

Mekanik adezyon: Adezivin, aderent veya substrat yüzeyindeki girintili ve çıkıntılı düzensiz yüzeylere kilitlenmesi olarak tanımlanır. Bu kilitlenmede geometrik ve reolojik etkenler söz konusudur. Yüzey pürüzlülüğü veya mikroskobik olarak oluşan porözitenin neden olduğu mekanik adezyon geometrik etkenlere; materyalin akışkanlık özelliğinden dolayı bir çıkıntı etrafına akması ve büzülerek tutunması ise reolojik etkenlere örnektir (23). Reoloji; sıvıların akış, katıların deformasyon özelliğini tanımlar. Dental uygulamalarda rezin içerikli materyallerde görülen polimerizasyon büzülmesi ve oluşan gerilimler reolojik etkenlere örnektir (25, 26).

Adsorbsiyon adezyonu: Adeziv ve aderent arasında oluşan kimyasal bir bağlanmadır. Bu tür adezyon primer ve sekonder kimyasal kuvvetlerin etkisi ile oluşur. Primer kuvvetler; iyonik bağlar, kovalent bağlar ve mekanik bağlar olmak üzere üç farklı şekildedir. Sekonder kuvvetler ise hidrojen bağlar, Van der Waals kuvvetleri, Keesom dipol interaksiyon kuvvetleri, London dispersiyon kuvvetleri, Debye dipol induksiyon kuvvetleridir (26).

Difüzyon adezyonu: İki polimerin, arayüzdeki polimer zincir uçlarının difüzyonu vasıtasıyla gerçekleştirdiği, hareketli moleküller arasındaki bağlanmadır (27).

Elektrostatik adezyon: Farklı yapıdaki düz yüzeyler arasında elektrostatik etkileşimler sonucu gerçekleşen, oldukça zayıf bir bağlanma biçimidir (23).

2.2. Diş Hekimliğinde Adezyon

1955 yılında ilk kez Buonocore tarafından, mineye %85'lik fosforik asit uygulaması sonrasında akrilik rezinin diş minesine bağlantısının arttığı gösterilmiş ve böylelikle “adeziv diş hekimliği” kavramının temeli atılmıştır. Rezin monomerlerin pürüzlendirilmiş mine yüzeyinde oluşan mikro boşlukları doldurması sonucunda elde edilen mikromekanik bağlanma kavramının tanıtılmasıyla birlikte, ‘korumak için genişlet’ fikrini benimseyen Black prensipleri zamanla terk edilmeye başlanmıştır. Minede kabul edilebilir bir bağlanma elde edilmesi sonrasında, 1970’lerin sonlarına doğru, dentinin de asitle pürüzlendirilmesi gündeme gelmiş ve günümüzde kullanılan dental adeziv sistemlerin gelişimi başlamıştır.

2.2.1. Mineye Adezyon

Mine dokusu ağırlıkça %95 inorganik, %1 organik ve %4 su, hacimce ise %88 inorganik, %2 organik ve %10 su ve diğer maddelerden oluşur. Minede inorganik yapının büyük bir kısmı hidroksiapatit kristallerinden, organik kısım ise kollajenden oluşmuştur. Minenin inorganik içeriğinin dentine göre fazla olması sebebiyle, mine asitlere karşı daha dirençli bir yapıya sahiptir ve yüzey enerjisi daha yüksektir. Laboratuvar sonuçlarına göre, fosforik asit uygulanması sonrasında, kompozitin mineye makaslama bağlanma kuvveti genellikle 20 MPa’nın (1-145 MPa) üzerindedir (20, 28-30). Bu bağlanma kuvveti birçok restorasyon için yeterli retansiyon sağlar ve restorasyonun mine kenarında mikrosızıntının gerçekleşmesini önler (31).

Silverstone ve ark.’nın tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) ile yaptıkları çalışmada %30-40 oranında fosforik asit ile muamele edilen mine yüzeyinde 3 farklı

tip pürüzlendirme olduğu gösterilmiştir. En sık görülen tip 1 pürüzlendirmede mine prizmalarının iç kısmı (kor) çözünerek uzaklaşmış ve dış kısmı bozunmadan kalmıştır. Tip 2 pürüzlendirmede ise kor kısmı çözünmeden kalırken, mine prizmalarının periferlerinde çözünme görülerek kaldırım taşı görüntüsü ortaya çıkmıştır. Tip 3 pürüzlendirme, tip 1 ve tip 2 pürüzlendirmenin kombinasyonu şeklindedir ve prizmaların morfolojisine uyum göstermeyen bir çözünme söz konusudur (32). Günümüzde pürüzlendirme tipleri için bu çalışma referans alınmaktadır. Bu pürüzlendirme tipleri mineye adezyonun temelini anlaşılmaması için önemli olsa da pürüzlendirme tipi ile mineye bağlanma kuvveti açısından klinik olarak bir bağlantı kurulamamaktadır (33). Temel olarak minenin asitle pürüzlendirilmesi sonrasında oluşan porözitelere rezinin infiltre olması ve açığa çıkan hidroksiapatit kristallerinin monomerlerle sarılmasıyla minede adezyon gerçekleşir (34).

Silverstone ve ark.'ı, mine dokusuna bağlanmada yeterli retansiyonun sağlanması için %30-40'lık fosforik asit uygulanmasını önermişlerdir (35). Önerilen konsantrasyonun üzerindeki konsantrasyonlarda mine dokusundan daha az kalsiyum çözünmekte ve %40'ın altındaki konsantrasyonlara göre daha başarısız bir bağlanma oluşmasına neden olmaktadır (36). Bu nedenle, bazı çalışmalar farklı konsantrasyonlarda da aynı bağlanma değerine ulaşıldığını gösterse de, günümüzde fosforik asit jellerin çoğunun konsantrasyonu %30-40 arasındadır (37-39). Mine yüzeyine asit uygulaması, farklı düzeylerde prizmatik ve interprizmatik mineral kristallerini ortadan kaldırarak mikroskobik pürüzlülük sağlar. Aynı zamanda asit uygulaması sonrasında minenin yüzey geriliminde düşüş gözlenir ve yüzeyin ıslanabilirliği artar. Bu şekilde oluşan mikroporözitelere rezinin infiltrasyonu daha kolay bir hal alır (40). Aynı zamanda asit uygulaması yüzeyde bulunan mikroorganizma sayısında %75 ile %95 arasında değişebilen bir azalmaya neden olmaktadır (41). Öte yandan, asitle pürüzlendirmenin etkinliği, asidin türü, konsantrasyonu, uygulama yöntemi ve süresi, mine/dentin dokusunun içeriğine bağlıdır.

2.2.2. Dentine adezyon

Dentin dokusu; ağırlıkça %70 inorganik, %18 organik ve %12 su, hacimce ise %50 inorganik, %30 organik, %20 su ve diğer maddelerden oluşur. Dentin

dokusu önemli miktarda su ve çoğu tip 1 kollajen olan organik madde içermesi ile karakterizedir. Aynı zamanda dentin dokusu yoğun bir tübül ağı içermektedir. 1-2,5 mikrometre çapında değişen dentin tübüllerinde sıvı bulunmaktadır (27). Bu tübüllerin etrafı hipermineralize dentin ile çevrilidir ve peritübüler dentin olarak adlandırılır. İntertübüler dentin peritübüler dentine göre daha az mineralizedir ve dentinin en büyük kısmını oluşturur. İntertübüler dentine komşu kanallardan sıvı ve liflerin geçişini sağlayan ve intertübüler anastomoz oluşturan submikron tübüller penetre olmaktadır. Peritübüler ve intertübüler dentin oranlarının çeşitli bölgelerde farklılık göstermesi nedeni ile dentin mineden farklı olarak heterojen özellik göstermektedir (20, 27).

Mineden farklı olarak dentinin nemli bir doku olması, adezyon açısından en büyük güçlüğü oluşturmaktadır (27). Dentin dokusunda bulunan sıvının çoğunluğu dentin tübüllerinin içerisine dağılır. Dolayısı ile dentine bağlanmada kritik rol oynayan dentin sıvısının miktarı dentin tübüllerinin yoğunluğu, dentinin derinliğine ve lokalizasyonuna göre değişir (42). Dentin tübüllerinin sayısı mine-dentin birleşiminden (20.000/mm²) pulpaya doğru (45.000/mm²) gidildikçe artar. Dişin dış yüzeyine yakın tabakada dentindeki en düşük su konsantrasyonu görülürken, derin dentinde en yüksek su konsantrasyonu görülmektedir. Diğer bir deyişle, pulpaya yaklaştıkça tübüllerdeki sıvı ve dentindeki nemlilik artmaktadır. Bu nedenle adezivin dentinle temas kurabilmesi için hidrofilik olması gereklidir (43).

Dentinin inorganik kısmını oluşturan hidroksiapatit kristallerinin kalsiyum oranının daha düşük, karbonat oranının daha yüksek olması çözünürlüğü arttırmaktadır. Bu durum da dentini flor gibi iyonların değişimine açık hale getirir (44). İleride dental adezivler ile ilgili çalışmalarla dentinin kimyasal değişkenlik potansiyelini kullanarak mikromekanik bağlanmanın yanında, cam iyonomer esaslı materyallerde olduğu gibi kimyasal bağlanmayı da geliştirerek dentindeki adezyon güçlüklerinin üstesinden gelinebileceği düşünülmektedir (45, 46).

Nemli bir doku olmasının dışında dentine adezyonda rol oynayan etkenler smear tabakası, dentin içeriği (dentin tübüllerinin yoğunluğu, çapı, peritübüler ve intertübüler dentin oranı), dentin kalınlığı ve yapısına bağlı olarak dentinin değişen geçirgenliği (demineralize ya da sklerotik dentin), ve yaştır (23). Hasta yaşı arttıkça sklerotik dentin miktarında da artış olmaktadır (47-49).

Smear Tabaka

Diş sert dokuları, bir frez ya da başka bir alet ile prepare edildikten sonra diş yüzeyinde kalan organik ve inorganik bileşenler yüzeyde ‘smear tabakası’ adı verilen bir debris oluşturur. Yapısında inorganik dentin parçacıkları, denatüre kollajen parçacıkları, hidroksiapatit kristalleri, odontoblast uzantıları, kan hücreleri, bakteri ve tükürük bulunmaktadır (20, 50, 51). Bu tabaka dentin kanallarının ağzında toplandığında ‘smear tıkaçları’ denilen yapıları oluşturur. Smear tabakası ve tıkaçları dentin için doğal bir bariyer görevi görürler ve dentinal sıvıların hareketini %80-90 oranında, diffüzyonunu ise %25-30 oranında azaltırlar (52-54).

Smear tabaka asit uygulaması ile kolaylıkla uzaklaştırılabilmektedir; ancak mekanik olarak herhangi bir alet ile ya da pomza ile smear tabakayı kaldırmak mümkün olmamaktadır (50). Smear tabakası ve smear tıkaçlarının asidik solüsyonlar ile uzaklaştırılması, açığa çıkan dentin yüzeyine sıvı akışını artırır. Bu sıvı bağlanmaya engel olabilir çünkü dentin kanallarının içinde rezin tagler (sarkıtlar) oluşsa bile hidrofobik rezinler hidrofilik yapılara bağlanamazlar (27).

Preperasyon sırasında kullanılan cihaz tipi, ıslak ya da kuru çalışılması ve kaldırılan dentin dokusunun kalınlığı, gibi faktörler oluşan smear tabakasının morfolojik özelliklerini, içeriğini ve kalınlığını etkiler (20, 34, 55, 56). Dentin tübülleri içerisindeki sıvı hareketlerini ve dentin geçirgenliğini önemli derecede azaltan smear tabakası dentine çok zayıf bağlanmakla birlikte günümüz adezyon stratejilerinde bu bağlanmanın bir anlamı yoktur (23).Günümüz dentin adezivleri smear tabakanın kaldırılması ya da modifiye edilmesi stratejilerinden birine dayanarak geliştirilmektedir.

Dentin İçeriği

Dentinin içeriği ve yapısı stabil değildir; fizyolojik ve patolojik sebeplerle değişiklik göstermektedir. Örneğin yaşlanmaya bağlı olarak gelişen sklerotik dentin, ya da pulpanın savunma mekanizmasına bağlı olarak gelişen reparatif dentin farklı dentin tiplerinden bazılarıdır. Bu tip farklı dentin yapıları normal dentin ile karşılaştırıldığında adezivlerin bağlanmasının olumsuz etkilendiği gözlenmektedir (20, 57).

Dentin Geçirgenliği

Dentin, yapısı ve içerdđi túbüller nedeniyle geçirgen bir yapıdır. Dentin geçirgenliğini etkileyen pek çok faktör vardır. Pulpa basıncını ve dentin túbüllerine sıvı akışını azaltan vazokonstrüktörlü lokal aneztezik kullanımı, dentin túbülünün çapı ve boyu, dentin sıvısının viskozitesi, basıncın yayılım şiddeti, dentin sıvısında çözünen maddelerin molekül büyüklüğü ve pulpadaki damarların maddeleri uzaklaştırma hızı gibi faktörler dentin geçirgenliğini etkiler. Bu değişkenlerin tümü, dentini dinamik ve bunun sonucunda da adezyonu zor olan bir yapı haline getirir (27). Aynı zamanda pulpa odasına yaklaştıkça intertúbüler dentin alanı azalmaktadır (50). Adeziv sistemlerde intertúbüler dentine daha güçlü bağlanma görüldüğü için dentinin pulpa odasına yakın bölümünde adeziv sistemlerin bağlanma dayanıklılığı azalmaktadır (23).

Özet olarak; dentine bağlanma mineye bağlanmadan daha zordur. Bunun nedeni dentinin histolojik yapısının mineye göre daha karmaşık olması ve sıvı içeriğinin fazla olmasıdır (34, 51, 56). Dentine bağlanmayı zorlaştıran diğerk etkenler de dentinin organik içeriğinin fazla olması, odontoblastik uzantılar içeren dentin túbüllerine sahip olması ve kavite preperasyonu sonucunda yüzeyde oluşan smear tabakası ve tıkaçları olarak özetlenebilir (58,59).

2.3. Dentin Bağlayıcı Sistemlerin Sınıflandırılması

2.3.1. Dentin bağlayıcı sistemlerin nesillere göre sınıflandırılması

Dentin bağlayıcı sistemlerin sınıflandırılmasında en yaygın kullanılan sınıflama nesillere göre sınıflamadır. Bu sınıflamada 7 nesil dental adeziv vardır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Dentin bağlayıcı sistemlerin nesillere göre sınıflandırılması

1.,2.,3. JENERASYON	4. JENERASYON	5. JENERASYON	6. JENERASYON	7. JENERASYON
	 ASİT Smear tabakayı kaldırır. İntertübüler ve peritübüler kolajeni açığa çıkarır. Yüzeydeki serbest enerjiyi azaltır  PRİMER Eş zamanlı olarak hidrofilik ve hidrofobik monomer içerir. Kollojen liflerinin dış yüzeylerini sarar. Yüzeydeki serbest enerjiyi dha hidrofobik olan restoratif materyal ile uyumlu hale getirir.  BONDİNG AJANI Yüksek oranda hidrofobik, az miktarda hidrofilik monomer içerir. Hibrit tabakaya yapısal bir temel sağlamak için kollojen lifler arasına girerek polimerize olur.	 ASİT Smear tabakayı kaldırır. İntertübüler ve peritübüler kolajeni açığa çıkarır. Yüzeydeki serbest enerjiyi azaltır  PRİMER-BONDİNG AJANI Rezin tagleri oluşturmak amacıyla dentin kanallarının içine penetre olur. Asitlenen dentin üzerine ilk uygulanan tabaka primer görevi görür ve dentin yüzeyindeki serbest enerjiyi azaltır. İkinci tabaka ise 4. jenerasyon bonding ajanı olarak işlev görür	 PRİMER Self etching primer smear tabakasını kaldırmaz ancak asiditesi sayesinde bu tabakayı sabitlet ve intertübüler kollajen ağını açığa çıkarır. Asidik monomerler smear tıkaçlarının yapısına girer ancak tıkaçları uzaklaştıramazlar.  BONDİNG AJANI Primer ile sarmalanmış smear tıkaçlarına mikrokannallar vasıtasıyla rezin penetrasyonu sağlanarak rezin tagler oluşur.	 PRİMER-BONDİNG AJANI Mineyi asitler Dentini eş zamanlı olarak hem demineralize eder hem de dentine penetre olarak hibrit tabakası üzerinde çökelti bırakır

Birinci nesil dental adezivler; ilk olarak 1949 yılında Oskar Hagger isimli kimyager tarafından ‘Sevriton Cavity Seal’ isimli bir dentin bağlayıcı ajan olarak geliştirmiştir. Bu adeziv asidiktir ve diş dokusu ile fiziksel ya da kimyasal bir bağlanma oluşmamaktadır, moleküler düzeyde bir bağlanma oluşmaktadır. Oskar Hagger’ın konsepti araştırmacılar tarafından kısa sürede kabul edilmiş ve farklı çeşit adezivler üretilmeye başlanmıştır (60).

Yüzey aktif komonomeri olan NPG-GMA (N-Phenylglycine Glycidyl Methacrylate)’nın geliştirilmesi, 1. nesil dentin bonding sistemlerinin temelidir (61). Bu sistemin temeli, diş yüzeyindeki Ca ile rezin arasında suya dayanıklı kimyasal bir bağlanma oluşmasına dayandırılmıştır. Hidrofobik oldukları için bağlanma dayanıklılıkları düşüktür. İn vitro olarak test edildiğinde bağlanma dayanıklılıklarının 2–3 Mpa arasında değiştiği bildirilmiştir (62). Birinci nesil dental adezivlerin hidroksiapatit kristallerine iyonik, kollajene ise kovalent bağlarla tutunduğu bilinse de yapılan Carbon-13 NMR analizlerinde NPG-GMA ve hidroksiapatit arasında gerçekte iyonik bir bağlanma gerçekleşmediği görülmüştür (27, 63).

İkinci nesil dental adezivler, 1980’lerin başında geliştirilmişlerdir. Bu sistemin günümüze kadar taşınabilmiş örnekleri Scotchbond™ Dual-Cure (3M Dental Products Division, St. Paul, MN) ve Bondlite (Kerr Corporation, Glendora, CA)’tır. Bu iki ürün dışındaki ürünler günümüzde dental malzeme pazarında bulunmamaktadır. Bu ürünlerin çoğu Bis GMA veya HEMA(2-hydroxyethyl methacrylate) gibi rezinlerin halo fosfat esterleridir (64).

İkinci nesil dentin adezivlerde bağlanma, smear tabakasındaki pozitif yüklü Ca iyonları ile adeziv rezinin içerisindeki negatif yüklü fosfat grupları arasındaki iyonik etkileşim ile gerçekleşmektedir (65).

İkinci nesil dentin adezivlerin bağlanma dayanıklılıkları 1-10 MPa kadardır ve kompozit rezinin polimerizasyon büzülmesine karşı koyacak dayanıklılığı göstermemektedir (65). Sonuç olarak kompozit genellikle dentinden ayrılır ve mikrosızıntıya izin verecek boşluklar oluşur (61).

İkinci nesil dental adezivlerin en büyük problemi dentine gevşek olarak bağlı bulunan ve koheziv dayanıklılığı düşük olan smear tabakası aracılığıyla adezyonun sağlanmasıdır. Aynı zamanda ikinci nesil dental adezivler hidrofilik grup içermemeleri nedeniyle smear tabakasının tamamına penetre olamazlar. Bu durum iyonik bağ veya dentin kanalları içine rezin sarkıtları oluşturmak için dentinin yüzeyel tabakasına ulaşmalarını engellemektedir (66). İkinci nesil adezivlerin altı aydan sonraki in vitro performansı kabul edilemez olarak bulunmuştur (67).

Üçüncü nesil dental adezivler, Amerika'da 1980'lerin sonlarında tanıtılmışlardır. Üçüncü nesil dentin adezivler çok basamaklı uygulamaları kapsamaktadır. Bu sistemlerin çoğu smear tabakasını ortadan kaldırarak ya da modifiye ederek Phenyl-P ya da PENTA (Dipentaerythritol penta-acrylatemonophosphate) gibi asidik monomerlerin penetrasyonuna izin vermektedir (27). Asit uygulaması, rezinin açılmış dentin tübüllerine penetre olmasını sağlamıştır, ancak bağlayıcı ajanının hidrofobik yapısı nedeniyle dentine bağlanma kuvvetlerinde anlamlı bir artış meydana gelmemiştir (68, 69).

Üçüncü nesil dentin adezivlerde ilk olarak dentin kanallarının tıkanarak pulpanın korunması amacıyla dentin pürüzlendirici olarak % 6.8' lik ferrik oksalat kullanılmıştır ve yüzeyde kalsiyum oksalat ve ferrik sülfattan oluşan çökelti tabakası oluşmuştur (70). Bu işlemin ardından NPG-GMA ya da N-toliglisin Glisidil Metakrilatın (NTGGMA) Piromellitik Asit Dimetilmetakrilatın (PMDM) aseton içindeki solüsyonu ile karıştırılması sonucu elde edilen bonding materyali uygulanmıştır. Ancak daha sonrasında görülen renklenmeler sonucunda ferrik oksalat kullanımı terk edilerek alüminyum oksalat kullanımına geçilmiştir (20, 71).

Araştırmalar sırasında üçüncü nesil dental adezivlerde farklı ürünlerle farklı kombinasyonlar denenmiştir. Bu ürünlerde dentin conditioner olarak Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA), %2,5'luk nitrik asit ve NPG, maleik asit ve HEMA'nın sudaki solüsyonu, HEMA'lı etanol solüsyonu içinde Dipentaeritritol penta akrilat monofosfat (PENTA), %10'luk sitrik asit ve %20'lik kalsiyum klorit; primer ve rezin olarak PMDM, HEMA ve glutaraldehit kombinasyonu, Bisfenol glisidil metakrilat (Bis-GMA) ve HEMA kombinasyonu kullanılmıştır(20, 71).

Klinik olarak, üçüncü nesil dental adezivler, birinci ve ikinci kuşağa göre dentindeki mikrosızıntıyı azaltmada daha başarılı olsalar da tamamen elimine edememişlerdir (72-75). 1, 2 ve 3. nesil adezivler günümüzde dental markette bulunan ve klinik kullanımda olan adezivler değildir. Günümüzde 4.,5.,6, ve 7. nesil adezivler kullanılmaktadır.

Dördüncü nesil dental adezivlerin uygulanması 3 basamaktan oluşur:

1. Yıkılarak uzaklaştırılan bir asit solüsyonu ile pürüzlendirme
2. Etanol, aseton ve/veya su içinde reaktif olan hidrofilik monomerlerden oluşan primer solüsyonunun uygulanması
3. Dolduruculu ya da doldurucusuz bağlayıcı ajanın uygulaması

Asitleme ile birlikte smear tabaka uzaklaştırılır, dentin tübülleri açılır, dentin geçirgenliği artar ve intertübüler ve peritübüler dentinin dekalsifiye olmasıyla birlikte kollajen ağı ortaya çıkar (76).

Asitleme sonrasında bir ya da daha fazla hidrofilik monomer içeren primer uygulanır. Primerin sahip olduğu hidrofilik kısım dentine, hidrofobik kısım rezine karşı bir afinite gösterir. Primer kollajen ağını ıslatır ve penetre olur. Aynı zamanda dentin yüzeyinin yüzey enerjisini ve ıslanabilirliğini artırır(77).

Son olarak primer uygulanmış yüzeye bonding ajanı uygulanır. Bu ajan primer ile birlikte polimerize olarak kollajen ve rezinin birbirine karışmasıyla oluşan hibrit tabakayı oluşturur (76, 78, 79, 31-33).

Yapılan araştırmalar sonucunda bağlanma değerleri 20 MPa civarında ya da daha fazla olarak bulunmuştur (80-82).

Beşinci nesil dental adezivler, üç aşamalı 4. nesil dental adezivlerin klinik olarak özenli bir teknik gerektirmeleri ve zaman alıcı bulunmaları nedeniyle ortaya çıkmıştır. Bu sorunları ortadan kaldırmak adına primer ve rezin tek şişede birleştirilmiştir ve ‘tek şişe adezivler’ olarak adlandırılmıştır (77).

Ancak yapılan ‘tek komponent’, ‘tek şişe’, ‘tek basamak’ gibi tanımlamalar doğru bulunmamaktadır. Çünkü bu sistemde primer/adeziv uygulaması öncesinde asit uygulaması gerekmektedir ve primer/adeziv uygulaması genellikle iki ya da fazla kat olarak tekrarlanmaktadır (77).

Bazı araştırmacılar 5. nesil dental adezivlerin 4. nesillere benzer bağlanma değerine sahip olduğu gösterirken, bazı araştırmacılar daha düşük bir bağlanma değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir (29, 83-85). Bu farklı verilerin nedeni teknik faktörlerdir. Asitlenmiş dentin hava spreyi ile kurutulduğunda, özellikle aseton ve etanol bazlı adeziv sistemlerin dentine bağlanma kuvvetleri önemli ölçüde azalmaktadır (86-88). Suyun ortamdan uzaklaştırılması, kollajenin elastik özelliklerinin kaybolmasına neden olur. Nemli durumda kollajen molekülleri geniş aralıklarla birbirinden ayrılırlar, kuru durumda ise moleküller daha sıkı olarak dizilirler. Bu durum da kollajenin adeziv tarafından tam olarak sarılamamasına neden olmaktadır (89).

Altıncı nesil dental adezivler: 2000’li yılların başında 4. ve 5. nesillere göre çalışma süresini azaltmak; asidik jelin yıkama safhasını ve buna bağlı olarak kollajenlerin aşırı ıslak ya da kuru kalması riskini ortadan kaldırmak amacıyla, asit ile pürüzlendirme aşamasını ortadan kaldırarak, asidin primerin yapısına katıldığı ‘self-etch’ adeziv sistemler piyasaya sürülmüştür (90, 91).

Bu sistemin ilk örnekleri diş yüzeyine önce asidik primer, sonra adeziv uygulaması olmak üzere 2 basamaktan oluşmaktadır. Daha sonra geliştirilen altıncı nesil dentin adezivlerden bazılarında ise ayrı şişelerde olan asidik primer ve adezivin karıştırılmasıyla birlikte uygulama basamağı bire düşmüştür. Etki mekanizması, smear tabaka ve hidroksiapatiti parsiyel olarak çözerek mineral ve smear tabakasını birleştiren hibrit tabakayı oluşturmaktır (13).

Araştırmacılar self-etch adeziv sistemlerin dentine bağlantısının yeterli olmasına karşın mineye bağlantısının yetersiz olduğunu bildirmektedirler (51, 92-94).

Yedinci nesil dental adezivler, 2002 yılının sonuna doğru piyasaya sürülen bu sistemlerde asit, primer ve adeziv tek bir şişe içinde toplanmıştır. Altıncı nesil adezivlerden farklı olarak ek bir karıştırma ya da uygulama basamağı gerektirmemektedirler. Yapılan bazı çalışmalarda 7. nesil dental adezivlerin dentine bağlanma değerlerinin 6. Nesil dental adezivlere benzer olduğu bildirilmiştir (93-95) ancak yapılan çalışmalarda kullanılan materyaller farklılık göstermektedir , dolayısı ile bu konuda kesin bir sonuca varmak güçtür.

2.3.2. Adeziv Sistemlerin Smear Tabakası ile İlişkilerine Göre Sınıflandırılması

Adeziv dişhekimliği literatüründe smear tabakasının tamamen kaldırılması ya da modifiye edilmesi ile ilgili farklı görüşler bulunmaktadır. Araştırmacıların bir kısmı, smear tabakasının mikroorganizma ve toksinlerin pulpaya ulaşmasında bir engel olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu araştırmacılara göre smear tabakası bir difüzyon bariyeri gibi işlev görerek dentinin geçirgenliğini %86 oranında azaltmaktadır. Bu nedenle ilk adeziv sistemlerde smear tabakasını kaldırmadan dentine bağlanma denenmiş ancak başarılı sonuçlar alınamamıştır. Günümüzde kullanılan dental adezivlerde ise smear tabakası tamamiyle ortadan kaldırılmakta ya da modifiye edilmektedir (20, 27, 34).

Smear tabakasının tamamen kaldırılması ya da modifiye edilmesi esasına dayanarak adeziv sistemler 2 grupta sınıflandırılabilir.

Smear tabakasının üzerine uygulanan adeziv sistemler; Bu tür adeziv sistemler (1. ve 2. nesil) direkt olarak smear tabakasına bağlanmaktaydılar. Arzu edilen klinik başarı elde edilemediğinden kullanımları terk edilmiştir (23).

Smear tabakasını tamamen ortadan kaldıran adeziv sistemler; Etch and rinse adeziv sistemler olarak bilinirler. Bu sistemler mine ve dentine asit uygulanmasıyla smear tabakanın uzaklaştırılması ve hibrit tabaka oluşumu hedeflenmektedir. Smear tabakanın tamamen ortadan kaldırılması, hidrodinamik sıvı hareketine bağlı olarak gelişen dentin hassasiyeti, açık dentin kanallarından tübüllerinden pulpaya bakteri

geçişi olasılığı ve uygulanan asitlerin pulpa dokusunda oluşturabileceği sitotoksik etkiler gibi çeşitli olumsuzluklara neden olabilmektedir (23, 51).

Smear tabakasını modifiye eden adeziv sistemler, Self-etch adeziv sistemler olarak da adlandırılan bu sistemler, içerdikleri zayıf asidik primerler sayesinde smear tabakasını ve dentin yüzeyini kısmen demineralize ederek smear tabakasını ortadan kaldırmadan hibrit tabakaya dahil ederler (20).

2.3.3. Dentin Bağlayıcı Adezivlerin Klinik Uygulamalara Göre Sınıflandırılması

2.3.3.1. Etch and rinse (asitle ve yıka) dental adeziv sistemler

Kompozit rezinlerin diş sert dokularına bağlantılarını arttırmak amacı ile diş yüzeyini pürüzlendirmek için çeşitli asit uygulama yöntemleri ve bu yöntemlere göre de çeşitli adeziv sistemler geliştirilmiştir. Bu adeziv sistemler asitlerin uygulanma şekillerine göre etch and rinse ve self-etch adeziv sistemler olarak ikiye ayrılmaktadır.

Adeziv restorasyonlar ile ilgili retansiyonun geliştirilmesi açısından önemli gelişmeler 1990'ların başlarında fosforik asit ile mine ve dentinin aynı anda asitlenmesi konseptini benimseyen total etch tekniğinin tanıtılmasıyla başlamıştır (9, 96-98). Pürüzlendirme işlemi %34-37 konsantrasyondaki fosforik asit jeller ile gerçekleştirilmektedir.

Etch and rinse sistemlerin ilk aşamasını oluşturan dördüncü jenerasyon dentin adeziv sistemler; asit, primer ve bağlayıcı ajan uygulaması ile 3 basamakta yapılmaktadır (99). Primer uygulaması yüzeyin aktif hale geçmesini sağlar, yüzey gerilimini azaltır; ıslanabilirliği artırır ve böylelikle bağlayıcı ajanın infiltrasyonunu kolaylaştırır (100). Sonraki yıllarda 4. jenerasyon adezivlerin uygulama zorluğu ve basamakların fazlalığı nedeniyle primer ve bağlayıcı ajanların tek bir şişede toplanmasıyla basamak sayısının ikiye indiği beşinci jenerasyon bağlayıcı sistemler geliştirilmiştir (101).

Etch and rinse sistemlerde mine ve dentine bağlanmanın temel mekanizması, asit uygulaması ile dentinden uzaklaştırılan minerallerin rezin monomerleri ile yer değiştirerek oluşan porözitelerde mikromekanik kilitlenme sağlamasıdır (102).

Tek şişe total etch sistemlerde birinci aşama, etch and rinse olarak adlandırılan “pürüzlendirme ve yıkama” aşamasıdır. Bu nedenle total etch adeziv sistemler “etch and rinse” adezivler şeklinde de adlandırılmaktadırlar (15).

Asitle pürüzlendirme işlemi sonrasında ikinci aşama olarak hidrofilik ve hidrofobik rezinlerin karışımı olan ve etanol, aseton, su gibi çözücülerden birini içeren kombine tek şişe bağlayıcı ajanlar uygulanır (20). Asitlenmiş yüzeyde iki tip rezin uzantısı gözlenir: mine prizmalarının etrafını saran makrotaglar ve mine prizmalarının içerisine nüfuz etmiş mikrotaglar. Mineye retansiyon sağlamada ikincisinin daha önemli olduğu düşünülmektedir (13).

Dentinde fosforik asit uygulaması sonrasında hemen hemen hiç hidroksiapatit içermeyen mikropöröz yapıdaki kollajen ağı açığa çıkar. Etch and rinse adezivlerin temel bağlanma mekanizmaları difüzyon temellidir ve açığa çıkmış kollajen iskeleti içerisine rezinin infiltrasyonuna ya da hibridizasyonuna bağlıdır. Çünkü monomerlerin fonksiyonel gruplarının hidroksiapatitten yoksun kollajene karşı zayıf afiniteleri vardır (13).

Kimyasal bağlanma ise monomerlerin fonksiyonel gruplarının hidroksiapatitten arınmış kollajene karşı zayıf afinite göstermeleri nedeni ile çok olası değildir. Bu monomer-kollajen arasındaki bağlanmada oluşabilecek problemlerin nanosızıntının temeli olabileceği bildirilmiştir (103, 104).

Üç aşamalı etch and rinse sistemler, polimerize olmuş rezinin düşük hidrofilitesi nedeniyle hidrolitik yıkıma karşı daha dirençlidir, ve hem mine hem de dentine bağlanma kuvvetleri yüksektir (105). Üç aşamalı etch and rinse sistemler restorasyonun dayanıklılığı, bağlanmanın uzun ömürlülüğü açısından başarılı sonuçlara sahip olmaları nedeniyle günümüzde hala altın standart olarak kabul edilmektedirler (15).

Etch and rinse sistemlerde etkili bir bağlanma için kullanılan adezivin içeriğinde bulunan solvent de önemlidir. Aseton bazlı adeziv sistemler kullanıldığında nemli bağlanma konseptinin uygulanması zorunludur, ancak su/etanol bazlı bir adeziv kullanıldığında kuru bağlanma(mine ve dentinin kurutulması) tekniği ile de yüksek bağlanma değerlerine ulaşabilmektedir (106,107).

2.3.3.2. Self etch (kendinden pürüzlendirmeli) dental adeziv sistemler

Etch and rinse sistemlerden farklı olarak self etch adezivler yıkama işlemi gerektirmemekle birlikte mine ve dentini aynı anda pürüzlendirip primer uygulamasına olanak sağlamaktadır. Bu sistemler daha kısa çalışma zamanı, daha az uygulama basamağına sahip olması ve daha az teknik hassasiyete gerektirmesi gibi avantajlara sahiptir (102, 108-110). Ek olarak, self etch adezivler ile yapılan restorasyonlarda anlamlı düzeyde daha az post-operatif hassasiyet bildirilmiştir (111-113).

Self etch adezivler, self-etch primer ve adeziv rezinin aynı ya da ayrı şişede bulunmasına bağlı olarak iki aşamalı ya da tek aşamalı olarak adlandırılırlar. Tek aşamalı self etch adezivler de iki komponentli ya da tek komponentli olmak üzere iki alt gruba ayrılabilir. Aktif içeriklerin sudan ayrılmasına bağlı olarak (fonsiyonel monomerlerin sudan ayrılması gibi) tek komponentli self etch adezivlerin raf ömrü daha kısadır ancak iki komponentli self etch adezivlerde kullanım öncesinde şişenin çalkalanması gerekmektedir (19).

Tek aşamalı self etch adezivler içeriğinde hem hidrofobik hem de hidrofilik monomerleri içermeleri nedeniyle tam bir karışımın elde edilmesi zordur. Genel olarak birincil bağlanma açısından çok basamaklı adezivlere göre daha düşük bir bağlanma dayanıklılıkları vardır (17, 114).

Az sayıdaki su içermeyen self etch adezivler dışında bütün self etch adezivler su içermektedir ve bu da aseton bazlı etch and rinse adezivlerde olduğu gibi nemli bağlanma gibi teknik hassasiyeti yüksek bir uygulama gerektirmektedir (115).

Teorik olarak self etch adezivlerde diş yüzeyinde demineralizasyon ve infiltrasyon aynı anda olmaktadır ve demineralize olan bütün alanda rezin infiltrasyonu görülmektedir (116). Ancak demineralizasyon derinliği arttıkça asidik monomerler dişin yapısındaki mineraller ile tamponlanırlar ve dentini asitleyebilme özelliklerini kaybederler (117, 118).

Self etch adezivler aynı zamanda ph derecelerine göre; hafif, orta dereceli ve kuvvetli self etch adezivler olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadırlar.

Hafif self etch adezivler: Hafif self etch adezivlerin ph'sı 2'nin üstündedir, ancak ph'sı yaklaşık olarak 2,5' un üstünde olanlar ise ultra hafif self etch adezivler olarak adlandırılmaktadır.

Ultra hafif self etch adezivler; dentinde bariz bir demineralizasyona neden olamadığı için oluşan bağlanma nano-etkileşim tabakası olarak adlandırılır. Minenin dentine göre daha fazla hidroksiapatit içermesiyle nedeniyle, adeziv tarafından salınan hidrojen iyonları mine tarafından daha fazla nötralize edilmekte ve istenilen düzeye ulaşmadan etkinliğini kaybetmektedir (119).

Hafif self etch adezivler; dentini sadece parsiyel olarak demineralize ederler ve kollajen fibrillerin etrafında bir miktar hidroksiapatitin çözünmeden kalmasına neden olurlar (19). Hibridizasyon ile birlikte sağlanan mikro mekanik kilitlenmeye ek olarak, hafif self etch adezivlerin içerdikleri fonksiyonel monomerler submikron hibrit tabakada çözünmeden kalan hidroksiapatit yapıdaki kalsiyum ile bağlanma sağlarlar. Bu iki yönlü bağlanma mekanizmasının bağlanma etkinliği ve süresi açısından bir avantaj olabileceği düşünülmüştür (120). Ayrıca kollajen yapı etrafında çözünmeden kalan hidroksiapatit bağlanmanın zamanla bozulmasını engellemektedir. Hafif self etch adezivlerin en önemli dezavantajı ise mineye bağlanma özelliklerinin zayıf olmasıdır (13).

Orta dereceli self etch adezivler; 1-2 arasında bir ph değerine ve genellikle 1-2 µm tesir derinliğine sahiptirler ve çözünmemiş hidroksiapatit içerirler (19). Bu adezivler hafif self etch adezivlere göre daha asidik bir yapıya sahip olmaları

nedeniyle hem mine ve hem de dentine bağlanmaları daha etkilidir. Hafif self etch adezivlerde hibrit tabakada çözünmeden olduğu gibi kalan hidroksiapatit bu adezivlerde de bağlanmanın zamanla bozulmasını önlemektedir (19, 51).

Kuvvetli self etch adezivler; 1 den daha az bir ph değerine sahiptirler. Hem mine hem de dentinde derin bir demineralizasyona neden olmaktadır. Bu adezivlerde etch and rinse adezivlerde olduğu gibi çözünmüş kalsiyum fosfat açığa çıkmaktadır ve etch and rinse sistemlerden farklı olarak yıkanarak ortamdan uzaklaştırılmamaktadır. Gömülü kalan bu kalsiyum fosfatlar aköz ortamda stabil değildir ve yüzeyler arasındaki bütünlüğü zayıflatır (19).

Yapılan çalışmalar göstermiştir ki minenin asitlere karşı daha dirençli olması nedeniyle kuvvetli self etch adezivlerin mineye bağlanması oldukça iyi olsa da bağlanma süresi ve restorasyon ömrü açısından dentine bağlanmada yetersiz kalmaktadır (121-123). Bu nedenle mineye bağlanma için etch and rinse sistemler yeterli iken, self etch sistemler yetersiz kalabildiği bildirilmiştir (51, 92-94).

2.3.3.3. Multimod dental adezivler

Günümüz adeziv teknolojisinin eğilimi, uygulama basamaklarının azaltılması, klinik uygulama süresinin kısaltılması ve teknik hassasiyetinin azaltılması ile bağlayıcı ajanın uygulanmasını kolaylaştırmaktır (13). Self etch adezivler çok basamaklı etch and rinse adezivler ile karşılaştırıldığında daha hızlı uygulama prosedürü ve daha az post operatif hassasiyet görülmesi gibi avantajlara sahiptir (111, 112). Self etch adezivler smear tabakayı yüzeyel olarak demineralize ederler ve hibrit tabaka içinde smear tabaka, rezin, kollajen ve mineral birleşir ve yüzeyel kısımda oluşan rezin tagler etch and rinse sistemlerde görülen post operatif hassasiyetin oluşumunu önleyebilirler. Etch and rinse sistemlerde görülen post operatif hassasiyetin nedeni adeziv rezinin kollajen ağ içerisine tam olarak infiltre olmaması olabilir (108, 116, 124, 125). Ek olarak self etch adezivlerde bütün monomerlerin (asit, primer ve bağlayıcı ajan) tek şişede toplandığı ve tek bir basamakta uygulama yapmaya olanak sağlayan tek aşamalı self etch adezivler uygulama işlemini daha da kolaylaştırmaktadır (124). Başlangıç bağlanma değerleri

olarak tek basamaklı self etch adezivler umut vaad eden performanslar gösterse de, uzun dönemdeki bağlanma değerleri açısından altın standart olarak kabul edilen 3 aşamalı etch and rinse adezivlere göre daha alt düzeyde kalmaktadır (105, 124, 126, 127).

Adeziv teknolojisinde son olarak universal ya da multimod olarak adlandırılan ve hem self etch hem de etch and rinse olarak kullanılan tek şişe adezivler üretilmiştir.

Bu multimod adezivler aynı zamanda hem self etch hem de etch and rinse sistemlerin avantajını bir arada bulundurmakta ve minenin selektif olarak asitlenmesi tekniğinin uygulanmasına da olanak sağlamaktadır (128).

Bütün şekillerde uygulanabilen bir adezivin varlığı kavite preperasyonu sonrasında en uygun adeziv protokolünün tercih edilebilmesine olanak sağlamaktadır (129).

Self etch adezivler mineyi fosforik asit ile aynı derinlikte asitleyemezler ve bunun sonucunda klinik çalışmaların gösterdiği gibi mineye zayıf bağlanma ve mine kenarlarında ayrışmalar gözlenir (108). Bu durumun üstesinden gelmek için self etch adezivlerin uygulanması öncesinde minenin selektif olarak asitlenmesi önerilmektedir (22, 130). Hafif dereceli self etch adezivlerin öncesinde minenin selektif olarak asitlenmesi uygun bir alternatif olarak kabul edilmektedir (129).

Klinik olarak fosforik asitin dentine taşmadan sadece mineye uygulanması özellikle düşük viskoziteli jeller veya sıvı asitler kullanıldığında çok zordur. Aynı zamanda bazı dişhekimleri minenin tam olarak asitlendiğinden emin olmak için minedeki tebeşirimsi yapıyı görebilmek için mineyi kurutmaktadırlar ve bu da asitle pürüzlendirilmiş dentinde kollajenlerin tam olarak rezin ile sarılmasını önlemekte ve hidroliz sonucu degradasyona ve bağlanma süresinde azalmaya neden olmaktadır (131, 132). Bazı self etch adezivlerin asitle pürüzlendirilmiş dentin yüzeyine uygulanmasıyla aynı adezivin pürüzlendirilmemiş dentine uygulanması karşılaştırıldığında bağlanma dayanıklılıklarının azaldığı görülmüştür (133-135).

Bu komplikasyondan kaçınmak için multimod bir adezivın uygulanmasının daha uygun olabileceği düşünülmektedir (129, 136).

2.4. Adeziv Sistemler ile İlgili Olarak Kullanılan Terimler

Mikrosızıntı; bakterilerin, ağız sıvılarının, moleküllerin ve iyonların kavite duvarları ile kaviteye uygulanan restorasyon materyali arasındaki geçişi olarak tanımlanmaktadır (137-139). Kavite duvarına restorasyon materyalinin iyi bir şekilde adapte olmaması ve iyi bir yalıtım sağlanamamasına bağlı olarak, kenar aralığı, plak birikimi, bakteri ve toksinlerinin geçişi oluşacak, bunun sonucunda kenar renklemesi, post-operatif hassasiyet, sekonder çürük, dişeti iltihabı ve pulpa hastalıkları gibi istenmeyen durumlar meydana gelecektir (139-141). Klinik olarak, pulpa irritasyonunda restoratif materyallerin kimyasal toksisitesinden daha çok bakteriler neden olmaktadır. Bu nedenle mikrosızıntı restoratif materyallerin başarısında çok önemli bir parametredir (142).

Nanosızıntı: İlk kez Sano ve ark.'ı tarafından “Hibrit tabaka ile rezin arasında marjinal aralık olmaksızın meydana gelen ve 50 nm’ yi geçmeyen sızıntı” olarak tanımlanmıştır (104). Mineralize dentin yaklaşık olarak %50 mineral, %30 kolajen ve %20 sudan oluşur (42). Asitle pürüzlendirme işlemi sırasında dentinin %50’lik mineral kısım tamamıyla çözünür ve yıkama işlemi esnasında suyla yer değiştirmekte ve su içeriği %70’e yükselmektedir. Asitleme işlemini takiben oluşan bonding ajanının infiltrasyonu esnasında suyun tamamıyla bonding ajanının yer değiştirmesi beklense de (143) artık olarak kalan çözücü ve dentin tübüllerinden dışarı doğru olan sıvı akışına bağlı olarak su ve bağlayıcı ajanın yer değiştirmesi ideal bir şekilde gerçekleşmemektedir (144, 145). Bunun sonucunda su ile dolu kollajen fibrillerinde tam olmayan bir rezin infiltrasyonu oluşmaktadır (54). Bu durum polimerize olmuş hibrit tabaka içerisinde sudan zengin rezin açısından zayıf olan küçük bölgeler oluşmasına neden olur. Bu bölgeler hibrit tabaka ve dentin arasında sızıntıya neden olur ve nanosızıntı olarak tanımlanır. Zaman içerisinde tam olarak hibridize olmamış kollajenlerin degradasyonu ile nanosızıntı miktarı artmaktadır (146). Nanosızıntı klinik olarak kısa dönemde işlem sonrası hassasiyete,

uzun dönemde ise marjinal renklenme, sekonder çürük ve restorasyonun kaybı nanosızıntı sonucu oluşabilecek durumlardır (147).

İki farklı nanosızıntı paterni bulunmaktadır.

1. Self etch adezivlerde tam olarak gerçekleşmeyen rezin infiltrasyonundan kaynaklanan ve hibrit tabakasında noktalı görüntünün oluşturduğu patern
2. Adeziv tabakada, büyük bir olasılıkla suyun tamamen uzaklaştırılamamış olmasından kaynaklanan retiküler patern.

Hibrit tabaka: Günümüz adeziv restoratif materyallerinin temel bağlanma mekanizması hibrit tabakanın oluşumuna dayanmaktadır. Hibrit tabaka ilk olarak Nakabayashi tarafından demineralize dentin yüzeyine ve kanallarına monomerlerin infiltrasyonu ve sonrasında polimerizasyonu olarak tanımlanmıştır. Diş sert dokularında oluşan mikromekanik bağlanma tabakasına hibrit tabakası ya da rezin ile güçlendirilmiş bölge adı verilmektedir (148, 149).

Hibrit tabakası oluşumunda asit uygulaması sonrası demineralize edilmiş dentinin geçirgenliğini koruması en önemli etkidir (42).

Hibrit tabaka ile ilgili yapılan birçok çalışma sonucunda birçok adeziv sistem ile elde edilen hibrit tabaka kalınlığının 1-5 mikrometre arasında değiştiği bildirilmiştir. Örneğin self etch adezivlerle 1 mikrometreden daha az kalınlıkta olan hibrit tabaka, etch and rinse adezivlerle 5 mikrometre kadar kalınlığa kadar ulaşmaktadır (76, 106, 148)

Hibrit tabaka kalınlığını etkileyen bir diğer faktör de dentinin asitlenmesi sonrasında oluşan demineralizasyonun derinliğidir. Oluşan demineralizasyon miktarı dentinin mineral yoğunluğu, kimyasal içeriği ve morfolojik özellikleri ile değişebilmektedir.

Günümüzde hibrit tabakanın kalınlığının bağlanma dayanımı üzerine etkisiyle ilgili bir fikir birliği bulunmamaktadır. Nakajima ve ark. ve Perdigao ve ark.'nın

yaptıkları çalışmalarda bağlantı kuvveti ve hibrit tabakasının kalınlığı arasında bir ilişki bulunmadığı bildirmişlerdir (150, 151).

Islak/nemli bağlanma (wet-bonding): Dentin adezivlerdeki en önemli gelişmelerden biri 1990' ların başlarında Kanca tarafından 'ıslak bağlanma' teriminin tanımlanmasıdır (152-154). Asitleme sonrasında dentin hava ile kurutulursa kollajen fibril ağları çöker ve rezin infiltrasyonu için geçirgen olmayan bir hal alır (54). Buna rağmen rezin infiltrasyonu ve retansiyonu sağlanabilir ancak dentin tübüllerinde hibridizasyon oluşamaz. Asitle pürüzlendirilmiş tabakada kalan açığa çıkmış çıplak kollajen fibriller yavaşça hidrolize olurlar ve rezin ve dentin arasında boşluk oluşur. Kanca asitle pürüzlendirilmiş dentinde bir miktar su bırakılmasının bağlanma kuvvetini iki katına çıkarabileceğini bildirmiştir (152, 155, 156).

Klinikte dentine adeziv uygulaması öncesinde yüzeyde bırakılması gereken ideal nem miktarını belirlemek zordur. Laboratuvar çalışmaları, aşırı kurutulmuş dentinin HEMA gibi sulu çözeltilerle tekrar nemlendirilmesinin asitlenmiş dentinin ıslanabilirliğini arttırdığını ve bağlanma kuvvetlerini normal düzeylere çıkardığını göstermektedir (87, 157). Yapılan bir çalışmada ise asitlemeden sonra fazla nemin, nemli bir pamuk pelet, tek kullanımlık fırça veya kağıt mendil ile alınmasının bağlanma kuvvetlerini olumsuz etkilemediğini bildirmektedir (158).

2.5. Süt ve Daimi Dişler Arasındaki Farklılıklar

Süt ve daimi dişler arasında hem morfolojik hem de histolojik farklılıklar bulunmaktadır. Süt dişleri anatomik olarak daimi dişlerden daha ufak boyuttadır ve özellikle okluzo-servikal yönde daha kısıdırlar. Bu nedenle servikalde boğumlanmış bir görüntü sergilerler. Histolojik olarak bakıldığında temel farklılıklar mine ve dentinin kalınlık ve içeriğindeki farklılıklar ile pulpadaki farklılaşmamış mezenşimal hücrelerin fazlalığı olarak bildirilmiştir (159).

Süt diş minesinin kalınlığı daimi dişe göre yaklaşık yarısı kadardır ve aprizmatik bir tabaka ile örtülüdür. Ek olarak süt dişlerinde hidroksiapatit kristallerini dizilimi düzenli değildir (160).

Süt dişi minesinin daimi diş minesine göre organik içeriğinin fazla olması, mine prizmalarının yüzeyde daha geniş açıyla sonlanması ve aprizmatik tabakanın daha kalın olması gibi yapısal farklılıkları nedeniyle asit uygulama süresinin daha fazla olması gerektiği düşünölmüştür (161). Yapılan çalışmalar sonucunda süt dişi minesinin 10 ve 20 sn. pürüzlendirilmesinin sağlam süt dişi minesinde zayıf bir pürüzlendirme oluşturduğunu, 60 sn. pürüzlendirilen minenin ise aşırı pürüzlendirme paterni gösterdiği saptamıştır. Sonuç olarak da süt dişi minesinin %35-40'lık fosforik asitle 30 sn. pürüzlendirilmesinin güvenli ve etkili olduğu sonucuna varılmıştır (162, 163).

Literatürdeki ve adeziv sistemlerdeki hızlı gelişmelere rağmen ideal bir restorasyon için kontrol edilmesi gereken birçok parametre olduğu görölmektedir. Mikrosızıntı restorasyonların klinik başarısını etkileyen ve kenar renkleşmesi, post-operatif hassasiyet, sekonder çürük, dişeti iltihabı ve pulpa hastalıkları gibi istenmeyen durumlara sebep olan önemli parametrelerden biridir. Bu tez çalışmasının amacı adeziv dişhekimliğinde yeni bir konsept olan multimod adezivlerin piyasada sıklıkla kullanılan bazı adezivlerle sınıf I kavitelere mikrosızıntı açısından karşılaştırılmasıdır. İkincil olarak da adezivlerin farklı uygulama metodlarının ve uygulanan dişin daimi ya da süt dişi olmasının mikrosızıntıya etkilerinin anlaşılması amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada test etmek istediğimiz başlangıç hipotezlerimiz şunlardır. 1. Kullanılan adeziv materyale ya da materyalin kullanıldığı metoda bağlı olmaksızın dişte görölen mikrosızıntı miktarı değişmemektedir. 2. Süt ve daimi dişlerin yapısal ve kimyasal farklılıklarına bağlı olarak iki tip dişte restorasyon sonrası görölen mikrosızıntı miktarları değişiklik göstermektedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu'nun onayı ve desteği ile yürütülmüştür (Proje No: D-DA13 03).

Bu çalışmada iki multimod adezivin (Single Bond Universal ve All Bond Universal /SBU ve ABU)farklı metotlara uygulamalarının, iki aşamalı self etch (Clearfil SE /CSE) ve bir tek aşamalı self etch (Tri-S Bond Plus/TSB)'in farklı metodlarla uygulanması ve bir etch &rinse adeziv sistem ile (Single Bond 2/SB2) karşılaştırılarak daimi dişlerin ve süt dişlerinin sınıf I kompozit restorasyonlarında meydana gelen mikrozıntı miktarına etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

3.1. Dişlerin Toplanması ve Saklanması

Çalışmada Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş-Çene Cerrahisi Bilim Dalı'nda ortodontik nedenlerle çekilen çürüksüz ve restorasyonsuz dişler arasından seçilen toplam 110 adet süt dişi ve çürüksüz ve restorasyonsuz 110 adet üçüncü büyük azı dişi kullanılmıştır. Seçilen dişlerde çatlak, hipoplazi ya da çürük olmamasına dikkat edilmiş, bu tip dişler çalışma dışında bırakılmıştır. Çekilmiş dişler anonimize edilerek deney gününe kadar en fazla 3 ay olmak üzere oda sıcaklığında distile su içinde saklanmıştır. Distile su her on günde bir yenilenmiştir.

3.2. Örneklerin Hazırlanması

Tüm dişlere dentini içine alan okluzal yüzeyde 3 mm genişliğinde 4 mm derinliğinde sınıf I kaviteler elmas fissür frezler (#10) ile açılmıştır (Sunshine Diamonds, Langenhagen, Almanya). Her dört dişte bir kullanılan frez değiştirilmiştir. Süt ve daimi dişler randomize şekilde her biri 10'ar örnekten oluşan 11 gruba ayrılarak aşağıdaki protokollerle restore edilmişlerdir (Grafik 1 ve 2). Yapılan kuvvet analizi sonucunda yaklaşık olarak %90 güvenilirlikte çalışmak

amacıyla toplamda 40 kesit elde edebilmek için herbir grup 10'ar dişten oluşmuştur (164).



şekil 3.1. Kavite preparasyonu öncesi şüt dişinin görüntüsü

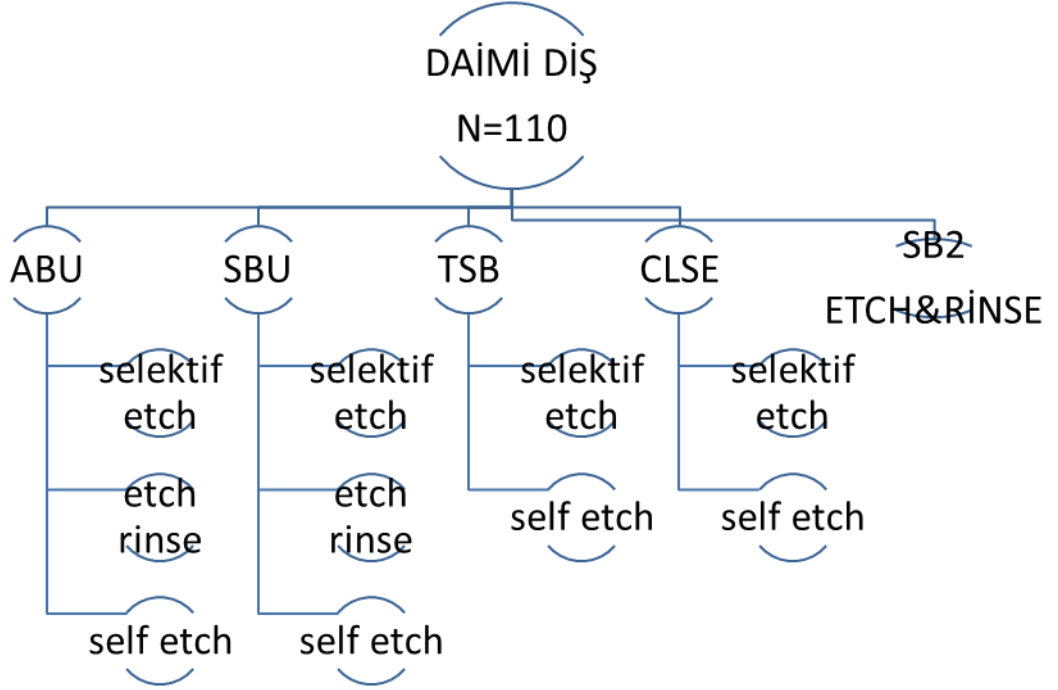


şekil 3.2. Kavite preparasyonu öncesi daimi dişin görüntüsü

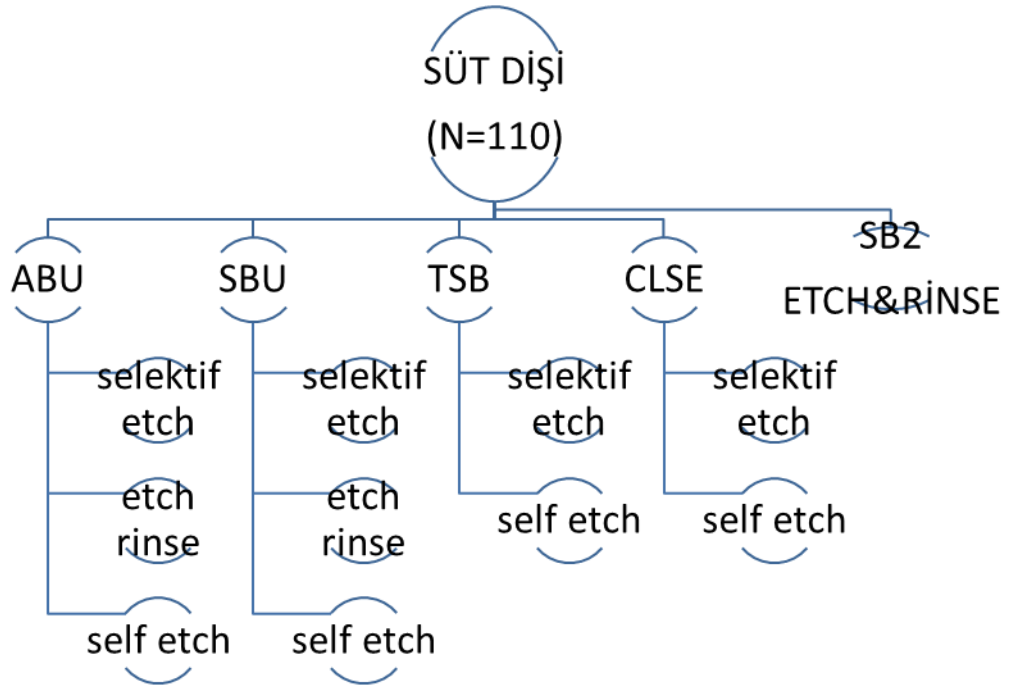
Oluşturulan gruplar aşağıda anlatılan protokollere göre uygulanmıştır.

1. Grup: All Bond Universal: Total etch uygulama
2. Grup: All Bond Universal: Selektif etch uygulama
3. Grup: All Bond Universal: Self etch uygulama
4. Grup: Single Bond Universal: Total etch uygulama
5. Grup: Single Bond Universal: Selektif etch uygulama
6. Grup: Single Bond Univesal: Self etch uygulama
7. Grup: Celarfil SE Bond: Selektif etch uygulama
8. Grup: Clearfil SE Bond: Self etch uygulama

9. Grup: Clearfil Tri-S Bond Plus: Selektif etch uygulama
10. Grup: Clearfil Tri-S Bond Plus: Self etch uygulama
11. Grup: Single Bond 2: Total etch uygulama



Şekil 3.3. Daimi dişlerde grupların dağılımı



Şekil 3.4. Süt dişlerinde grupların dağılımı

3.2. Kaviterlerin Hazırlanması

Her grupta on diş olmak üzere süt dişleri kendi aralarında rastgele oluşturulan on bir, daimi dişler kendi aralarında rastgele oluşturulan on bir gruba ayrılmıştır. Adeziv sistemler firma kullanım talimatlarına göre uygulanmıştır. Tüm kaviterler bir mikrohibrid kompozit olan Filtek Z250 (renk A2) ile restore edilmiştir.

3.3. Adeziv ve Restoratif Materyallerin Uygulanması

All Bond Universal (ABU)

All Bond Universal 1. ,2. ve 3. gruplara uygulanmıştır. 1. grupta süt ve daimi dişlerin mine ve dentinleri total olarak, 2. gruptaki süt ve daimi dişlerin ise sadece mineleri %35'lik ortofosforik asit jel ile 15 sn boyunca asitlenmiştir. Asitleme işleminden sonra asit jelinin uzaklaştırılması için diş yüzeyleri 15 sn boyunca su ile yıkanmış ve yüzeydeki fazla su nemli pamuk pelet ile uzaklaştırılmıştır. 3. gruba ortofosforik asit jel uygulaması yapılmamıştır. Her üç grupta da adeziv uygulaması aynı şekilde yapılmıştır. Bütün diş yüzeylerine 2. gruptaki süt ve daimi dişlerin sadece mineleri 15'er saniye olacak şekilde 2 kat ABU adeziv microbrush yardımıyla uygulanmış ve en az 10 sn olacak şekilde yüzeyde materyal hareketi gözlenmeyene kadar basınçlı hava verilerek adeziv inceltirilmiştir. Hilux 200 ışık cihazı ile 10 sn ışık verilerek polimerizasyon sağlanmıştır.

Single Bond Universal (SBU)

4. , 5. ve 6. gruplara tek aşamalı SBU adeziv uygulanmıştır. 4. gruptaki süt ve daimi dişlerin mine ve dentinleri total olarak, 5. gruptaki süt ve daimi dişlerin ise sadece mineleri 15 sn boyunca %35'lik ortofosforik asit ile asitlenmiştir. Asitleme işleminden sonra asit jelinin uzaklaştırılması için diş yüzeyleri 15 sn boyunca su ile yıkanmış ve yüzeydeki suyun fazlası nemli pamuk pelet ile uzaklaştırılmıştır. 6. gruba ortofosforik asit jel ile asit uygulaması yapılmamıştır. Daha sonrasında her üç grubun mine dentinine SBU 20 sn boyunca microbrush ile uygulanmıştır. Diş yüzeyinde adeziv hareketi görülmeyene kadar (yaklaşık 5 sn) yüzeye basınçlı hava

verilerek adeziv inceltiştir. Hilux 200 ışık cihazı ile 10 sn boyunca ışık verilerek adezivin polimerizasyonu sağılanmıştır.

Clearfil SE Bond (CSE)

7. ve 8. gruplara iki aşamalı self etch adeziv olan CSE uygulanmıştır. 7. grupta süt ve daimi dişlerin sadece mineleri 15 sn boyunca %35'lik ortofosforik asit jel ile asitlenmiştir. Asitleme sonrasında asit jelin yüzeyden uzaklaştırılması için diş yüzeyleri 15 sn boyunca su ile yıkanmıştır. Yüzeyde kalan suyun fazlası nemli pamuk pelet ile uzaklaştırılmıştır. 8. gruptaki süt ve daimi dişlere asit jel uygulaması yapılmamıştır. Her iki gruptaki süt ve daimi dişlerin mine ve dentinlerine primer 20 sn boyunca kitin içinden çıkan özel fırça ile uygulanmıştır. Daha sonrasında basınçlı hava ile solvent yüzeyden uzaklaştırılmıştır. İkinci aşama olarak bond 10 sn boyunca kitten çıkan özel fırça ile mine ve dentin yüzeyine uygulanmış ve mümkün olduğunca uniform bir tabaka oluşana kadar yüzeye basınçlı hava uygulanmıştır. Oluşan tabaka 10 sn boyunca Hilux 200 ışık cihazı ile 10 sn boyunca polimerize edilmiştir.

Clearfil Tri-S Plus Bond (TSB)

9. ve 10. gruplara tek aşamalı self etch olan TSB uygulanmıştır. 9. gruptaki süt ve daimi dişlerin mineleri selektif olarak %35'lik ortofosforik asit jel ile asitlenmiştir. Asitleme sonrasında diş yüzeyindeki asit jelin uzaklaştırılması amacıyla 15 sn boyunca yıkanmıştır. Yıkama sonrasında yüzeyde kalan suyun fazlası nemli pamuk pelet ile uzaklaştırıldı. 10. gruptaki dişlere asit uygulaması yapılmamıştır. Her iki gruptaki dişlerin mine ve dentinlerine TSB microbrush yardımıyla 10 sn boyunca uygulanmıştır. Yüzeyde bond hareketi görülmeyene kadar (en az 5 sn) yüzeye basınçlı hava uygulanmıştır. Daha sonrasında 10 sn boyunca Hilux 200 ile bond tabakası polimerize edilmiştir.

Single Bond 2 (SB2)

11. gruptaki dişlere 5. nesil etch and rinse sistem olan SB2 uygulanmıştır. Bu gruptaki süt ve daimi dişlerin mine ve dentinleri 15 sn boyunca %35'lik ortofosforik asit jel ile asitlenmiştir. Asit jeli diş yüzeyinden uzaklaştırmak için diş yüzeyi 15 sn boyunca su ile yıkanmıştır. Diş yüzeyinde kalan suyun fazlası, yüzeyden nemli pamuk pelet ile uzaklaştırılmıştır. Daha sonrasında adeziv 15 sn boyunca iki kat olacak şekilde mine ve dentine uygulanmıştır. Diş yüzeyinde herhangi bir adeziv hareketi gözlenmeyene kadar basınçlı hava nazıkçe uygulanmış ve 10 sn boyunca Hilux 200 ışık cihazı ile 20 sn boyunca polimerizasyon yapılmıştır.

Kullanılan adeziv sistemler, içerikleri ve uygulama biçimleri Tablo 3.1' de ve Şekil 3.5'te yer almaktadır. Final restorasyon materyali olarak Filtek Z250 kompozit rezin kullanılmıştır. Filtek Z250 A2 kompozit, tabakalama tekniğiyle (ilk tabaka gingival duvara doğru oblik, ikinci tabaka oklüzale doğru oblik ve son tabaka ise bukkalde kalan boşluğu kapatacak şekilde düz olarak) yerleştirilmiştir. Her bir tabaka için 20 sn ışık uygulanarak polimerizasyon sağlanmıştır. Polimerizasyon için ışık cihazı 400-500 nm dalga boyuna, 800 mW/cm² ışık gücüne sahip quartz tungsten halojen ışık kaynağı olan Hilux 200 kullanılmıştır(Benlioğlu Dental Inc., Ankara, Türkiye).Tüm restorasyonların polisaj işlemleri labut tarzda sarı lastik frez ile yapılmıştır(Nais, Sofya, Bulgaristan). Polisaj işlemi sonrasında dişler akan su altında yıkanmıştır.



Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan adeziv sistemler

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan adeziv sistemlerin içeriği ve kullanım talimatları (165-170)

ÜRÜN ADI LOT NUMARASI	İÇERİK	SELF-ETCH UYGULAMA	ETCH AND RİNSE UYGULAMA	SELEKTİF- ETCH UYGULAMA
All Bond Universal 1300005184	MDP Bis-GMA HEMA Etanol Su Başlatıcılar	1. adeziv her kat 15 sn olmak üzere 2 kat olarak microbrush yardımıyla ovalanarak uygulanır. Her iki uygulama arasında ışık uygulanmaz. 2. Çözücünün fazlası hava su spreyi ile materyalde hareket görülmeğe kadar buharlaştırılır. 3. On sn boyunca adeziv polimerize edilir.	1. %35'lik ortofosforik asit 15 sn boyunca hem mine hem de dentine uygulanır. 2. On beş sn boyunca yıkılarak asit diş yüzeyinden uzaklaştırılır. 3. Suyun fazlası nemli bir pamuk pelet ile uzaklaştırılır. 4. Adeziv self etch metodunda olduğu şekilde uygulanır.	1. %35'lik ortofosforik asit diş minesine 15 sn boyunca uygulanır. 2. Geri kalan işlemler etch and rinse metodunda olduğu gibi uygulanmaya devam edilir.

Tablo 3.1. (devam) Çalışmada kullanılan adeziv sistemlerin içeriği ve kullanım talimatları (165-170)

ÜRÜN ADI LOT NUMARASI	İÇERİK	SELF-ETCH UYGULAMA	ETCH AND RINSE UYGULAMA	SELEKTİF- ETCH UYGULAMA
Single Bond Universal 494759	MDP fosfat monomeri Dimetakrilat rezinler HEMA Metakrilat ile modifiye edilmiş polialkonoik asit kopolimeri Doldurucular Etanol Su Başlatıcılar Silan	1. Adeziv tek kat olacak şekilde 20 sn boyunca mikrobrush yardımıyla ovalama hareketi yapılarak kaviteye uygulanır. Gerekli görülürse aplikatör yeniden ısıtılabilir. 2. Yüzeyde adeziv hareketi görülmeyene kadar (yaklaşık 5 sn boyunca) hava spreyi nazikçe uygulanır. 3. On sn boyunca ışık ile polimerize edilir.	1. .%35'lik ortofosforik asit 15 sn boyunca hem mine hem de dentine uygulanır. 2. On sn boyunca yıkanarak asit diş yüzeyinden uzaklaştırılır. 3. İki sn hava spreyi uygulanarak diş yüzeyi kurutulur. 4. Adeziv self etch metodunda olduğu şekilde uygulanır.	1. .%35'lik ortofosforik asit diş minesine 15 sn boyunca uygulanır. 2. Geri kalan işlemler etch and rinse metodunda olduğu gibi uygulanmaya devam edilir.
Clearfil SE Bond Primer: 2U0022 Bond: 2T0039	1. Primer: MDP Bis-GMA Kamforokinon Hidrofilik dimetakrilat 2. Bond: MDP Bis-GMA Kamforokinon Hidrofobik dimetakrilat Kolloidal silika N,N-dietanol p-toliodin bond	1. Primer diş yüzeyine 20 sn boyunca uygulanır. 2. Primerin içeriğindeki buharlaşabilen materyalin uzaklaşması için hava su spreyi uygulanır 2. Sonrasında diş yüzeyine bond uygulanır ve yüzeyde materyal hareketi görülmeyene kadar hava su spreyi uygulanır 4. On sn boyunca ışıkla ile polimerize edilir.		1. .%35'lik ortofosforik asit sadece mineye uygulanır ve asiti yüzeyden uzaklaştırmak için en az 15 sn boyunca yıkanır. 2. Geri kalan işlemler etch and rinse metodunda olduğu gibi uygulanmaya devam edilir.

Tablo 3.1. (devam) Çalışmada kullanılan adeziv sistemlerin içeriği ve kullanım talimatları (165-170)

ÜRÜN ADI LOT NUMARASI	İÇERİK	SELF-ETCH UYGULAMA	ETCH AND RINSE UYGULAMA	SELEKTİF- ETCH UYGULAMA
Clearfil Tri-s Plus Bond 2F0039	MDP Hidrofilik dimetakrilat Hidrofobik dimetakrilat Kolloidal silika kamforokinon hızlandırıcılar başlatıcılar su etanol 2 MET Sodyum florür	1.Uygulama fırçası ile adeziv tüm kavite duvarlarına Uygulanır ve 10 saniye beklenir 2. Bond hareket etmeye dek, en az 5 saniye olmak üzere, tüm kavite duvarını hafif hava sıkarak gereken düzeyde kurutulur. 4. On sn sn boyunca ışık ile polimerize edilir.		1. %35'lik ortofoforik asit sadece mineye uygulanır ve asiti yüzeyden uzaklaştırmak için en az 15 sn boyunca yıkanır. 2. Geri kalan işlemler etch and rinse metodunda olduğu gibi uygulanmaya devam edilir.
Single Bond 2 N446452	Bis-GMA HEMA Dimetakrilatlar Etanol Su Fotoinitiatör Poliakrilik asit ve poli-itakonik asitin fonksiyonel metakrilat kopolimeri Silika partikülleri		1.%35'lik ortofoforik asit 15 sn boyunca hem mine hem de dentine uygulanır. 2. On beş sn boyunca yıkılarak asit diş yüzeyinden uzaklaştırılır. 3. Suyun fazlası nemli bir pamuk pelet ile uzaklaştırılır. 4. Adeziv 15 sn boyunca 2-3 kat olacak şekilde hafifi bir ovalama hareketi ile diş uygulanır 5. Beş sn boyunca hafifçe hava su spreyi uygulanır. 6.On sn boyunca ışık ile polimerize edilir.	

3.2.4. Mikrosızıntı Deneyi

Mikrosızıntı miktarlarının belirlenmesi için boya penetrasyon testi kullanılmıştır. Boya penetrasyon testi öncesinde örnekler 5-55±20C’de, bekleme süresi 15 sn. ve transfer zamanı 10 sn. olacak şekilde 1000 kez termal siklus uygulanmıştır. Termal siklus prosedürü, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Eğitim ve Araştırma Laboratuvarı’nda bulunan cihazda gerçekleştirilmiştir (Nüve Sanayi Malzemeleri, Ankara, Türkiye Şekil 3.8) Termal siklus işlemi sonrasında restorasyon dışındaki bölgelerden boya geçişini engellemek için örneklerin apeksleri boxing mumu ile kapatılmış ve restorasyonların çevresindeki 1 mm’lik alan dışında kalan yerler üç kat tırnak cilası (Flormar , Türkiye) ile kaplanmıştır. Örneklerin hazırlanması tamamlandıktan sonra örnekler %0,5’lik bazik fuksin içerisinde 24 saat bekletilmiştir. Daha sonrasında örnekler bol su altında yıkandıktan sonra şeffaf akrilik içerisine gömülmüştür (Şekil 3.6, 3.7).

Kesit alınabilmesi amacıyla dişlerin kron kısımları şeffaf akrilik rezin kalıplara gömülmüştür. Otopolimerizasyonu takiben, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı’nda bulunan hassas kesme cihazında (Metkon, Bursa, Türkiye, Şekil 3.9) 250 rpm devir ve su soğutması altında her örnekten bukkolingual yönde kesitler alınmıştır. Her bir diş için mezial, orta ve distal kenardan olmak üzere bukkolingual yönde uzunlamasına üç kesim yapılmıştır. Her dişte iki kesit ve her kesitte iki yüzey olmak üzere bir diş için 4 yüzeyde, toplamda ise 880 yüzeyde mikrosızıntı miktarları kantitatif imaj analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir.



Şekil 3.6. Mikrosızıntı deneyi öncesi akrilik blok içindeki süt dişinin görüntüsü



Şekil 3.7. Mikrosızıntı deneyi öncesi akrilik blok içindeki süt dişinin görüntüsü

Sızıntı miktarlarının değerlendirilmesi için her bir örnek Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda bulunan stereomikroskop (Leica, Wetzlar, Almanya, Şekil 3.10) ile 2.5x büyütme altında dijital fotoğraf makinası yardımıyla fotoğraflanarak bilgisayara TIFF formatında kaydedilmiştir. Mikrosızıntı miktarlarının imaj analizi ile ölçülebilmesi için fotoğraflama öncesinde aralıkları 1 mm olan bir cetvel rehber olarak kesitin üzerine yerleştirilmiştir. Tüm bu işlemler bittikten sonra örnekler açık erişimli bir görüntü analiz programı kullanılarak (ImageJ V.134, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, A.B.D) incelenmiştir. Distal ve mezialde görülen sızıntı miktarları ve tüm kavite uzunluğu ayrı ayrı mm cinsinden ölçülmüştür. Daha sonra distaldeki ve mezialdeki sızıntı oranları toplanarak tüm kavite uzunluğuna bölünmüş ve 100 ile çarpılarak her kesit için sızıntı miktarı yüzdesel oran olarak belirlenmiştir. Bu şekilde her diş için e her grup için sızıntı miktarı yüzdesel olarak elde edilmiştir.



Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan termal siklus cihazı



Şekil 3.9. Örneklerden kesit alınmasını sağlayan hassas kesme cihazı



Şekil 3.10. Örneklerde oluşan mikrosızıntı değerlendirmesi için kullanılan ışık mikroskobu

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Mikrosızıntı ölçümlerinin istatistiksel analizleri, SPSS 11.5 programı (SPSS, Chicago, Illinois, A.B.D) kullanılarak yapılmıştır. Kullanılan materyallerin self etch ve selektif etch etch metotlarının kenar sızıntı miktarlarının karşılaştırılması ve materyallerin selektif etch olarak uygulanmasının bir etch and rinse materyali olan SB2 ile karşılaştırılması Kruskal Wallis Varyans Analizi ile yapılmıştır ($p=0.05$). Her bir materyalin süt ve daimi dişlerde sızıntı miktarlarının karşılaştırılması Mann Whitney U Testi ile yapılmıştır ($p=0.05$). Tüm değerlendirilmelerde sızıntı var/yok olarak yapılan sınıflamada Ki_Kare testi kullanılmıştır ($p=0.05$).

4.BULGULAR

Bu alışmada All Bond Universal ve Single Bond Universal materyalleri 10'ar adet süt ve daimi dişlerde etch and rinse, selektif etch ve self etch olarak uygulanmıştır. Clearfil SE Bond ve Tri- S Plus Bond da 10' ar adet süt ve daimi dişlerde selektif etch ve self etch olarak uygulanmıştır. Single Bond 2 ise altın standart olarak 10'ar adet süt ve daimi dişe etch and rinse olarak uygulanmıştır. Bu çalışmada materyaller kendi ilerinde uygulama metotlarına göre(etch and rinse, selektif etch, selft etch) ve kullanılan metotlar, materyallere (ABU,SBU,CSE,TSB,SB2) göre mikrosızıntı açısından karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.1. Daimi dişlerde kullanılan her bir materyalde uygulama metotlarının sızıntı miktarları açısından karşılaştırılması

	DAİMİ DİŞ								
	SELEKTİF ETCH			SELF ETCH			ETCH AND RİNSE		
	Ort ± SS	Ortanca (Min-maks)		Ort ± SS	Ortanca (Min-maks)		Ort ± SS	Ortanca (Min-maks)	p
All Bond Universal	0.030±0.055	0 (0-0.21)		0.310±0.136	0.31(0-0.76)		0.056±0.07	0(0-0.21)	0,000*
Single Bond Universal	0.034±0.058	0 (0-0.23)		0.212±0.163	0.24(0-0.61)		0.042±0.06	0(0-0.19)	0,000*
Clearfil SE Bond	0.001±0,008	0 (0-0.54)		0.123±0.139	0.10(0-0.62)		-	-	0,000**
Tri-S Plus Bond	0.071±0.090	0 (0-0.27)		0.323±0.157	0.32(0-0.65)		-	-	0,000**
Single Bond 2							0.050±0.08	0(0-0.33)	
P	0,000			0,000			0,000		

Ort; Ortalama, SS, Standart Sapma, Min; Minimum, Maks; Maksimum

*Kruskal Wallis Varyans Analizi, **Mann Whitney U Testi

Tablo 4.2. Daimi dişlerde kullanılan her bir materyalin sızıntı var/yok olarak karşılaştırılması

	DAİMİ DİŞ								
	SELEKTİF ETCH			SELF ETCH			ETCH AND RİNSE		p*
	Sızıntı var	Sızıntı yok		Sızıntı var	Sızıntı yok		Sızıntı var	Sızıntı yok	
	n %	n %		n %	n %		n %	n %	
All Bond Universal	11 27.5	29 72.5		38 95	2 5		16 40	24 60	0,000
Single Bond Universal	12 30	28 70		31 77.5	9 22.5		15 37.5	25 62.5	0,000
Clearfil SE Bond	1 2.5	39 97.5		26 65	14 35		-	-	0,000
Tri-S Plus Bond	19 47.5	21 52.5		38 95	2 5		-	-	0,000
Single Bond 2							15 37.5	25 62.5	
P	0,000			0,000			0,965		

*Ki-kare Testi

Daimi dişlerde ABU materyalinde selektif etch , self etch ve etch and rinse metotları arasında sızıntı miktarları farklılık göstermektedir ($p<0,001$). Self etch metodu selektif etch ve etch and rinse metotlarından anlamlı derecede daha fazla sızıntı miktarlarına sahipken, selektif etch ve etch and rinse metotlarının sızıntı miktarları farklılık göstermemektedir (sırasıyla $p<0,001$, $p<0,001$, $p>0,05$).

Daimi dişlerde SBU materyalinde selektif etch, self etch ve etch and rinse metotları arasında sızıntı miktarları farklılık göstermektedir($p<0,001$). Self etch metodu, selektif etch ve etch and rinse metotlarından anlamlı derecede daha fazla sızıntı miktarlarına sahipken, selektif etch ve etch and rinse metotlarının sızıntı miktarları farklılık göstermemektedir.(sırasıyla $p<0,001$, $p<0,001$, $p>0,05$)

Daimi dişlerde CSE materyalinde selektif etch ve self etch metotları arasında sızıntı miktarları farklılık göstermektedir($p<0,001$). Self etch metodu selektif etch metodundan anlamlı derecede daha fazla sızıntı miktarlarına sahiptir.

Daimi dişlerde TSB materyalinde selektif etch ve self etch metotları arasında sızıntı miktarları farklılık göstermektedir($p<0,001$).Self etch metodu selektif etch metodundan anlamlı derecede daha fazla sızıntı miktarlarına sahiptir.

4.2. Daimi Dişlerde Her Bir Metotta Materyallerin Karşılaştırılması

Daimi dişlerde selektif etch metodunda 4 materyalin sızıntı değerleri farklılık göstermektedir ($p<0,001$). CSE materyalindeki sızıntı miktarları SBU ve TSB materyalinden anlamlı derecede düşük iken ABU materyali ile arasında sızıntı değerleri bakımından anlamlı bir fark yoktur (sırasıyla $p<0.05$, $p<0.001$ ve $p>0,05$).

Daimi dişlerde self etch metodunda 4 materyalin sızıntı değerleri farklılık göstermektedir($p<0,001$). TSB materyalindeki sızıntı miktarı SBU ve CSE materyallerindeki sızıntı miktarından anlamlı derecede daha fazladır. (sırasıyla $p<0.05$, $p<0.001$). Ayrıca ABU materyalindeki sızıntı miktarı SBU ve CSE materyalinin sızıntı miktarlarından anlamlı derecede daha fazladır.(sırasıyla $p<0.05$, $p<0.001$)

Daimi dişlerde etch and rinse metodunda 3 materyalin sızıntı miktarları arasında fark bulunamamıştır.($p>0,05$)

Tablo 4.3. Süt dişlerinde kullanılan her bir materyalde uygulama metotlarının karşılaştırılması

	SÜT DİŞ							
	SELEKTİF			SELF			ETCH AND RİNSE	
	Ort ± SS	Ortanca (Min-maks)		Ort ± SS	Ortanca (Min-maks)		Ort ± SS	Ortanca (Min-maks)
All Bond Universal	0.036±0.070	0 (0-0.32)		0.212±0.157	0.22(0-0.55)		0.028±0.05	0(0-0.16)
Single Bond Universal	0.058±0.077	0 (0-0.25)		0.069±0.081	0.03(0-0.28)		0.037±0.07	0(0-0.27)
Clearfil SE Bond	0.075±0,291	0 (0-1.82)		0.080±0.106	0.05(0-0.36)		-	-
Tri-S Plus Bond	0.011±0.032	0 (0-0.15)		0.136±0.072	0.13(0-0.30)		-	-
Single Bond 2							0.027±0.05	0(0-0.15)
P	0,016			0,000			0,000	

Ort; Ortalama, SS, Standart Sapma, Min; Minimum, Maks; Maksimum

*Kruskal Wallis Varyans Analizi, **Mann Whitney U Testi

Tablo 4.4. Süt dişlerinde kullanılan her bir materyalin sızıntı var/yok olarak karşılaştırılması

	SÜT DİŞ								
	SELECTİF			SELF			TOTAL		p*
	Sızıntı var	Sızıntı yok		Sızıntı var	Sızıntı yok		Sızıntı var	Sızıntı yok	
	n %	n %		n %	n %		n %	n %	
All Bond Universal	12 30	28 70		30 75	10 25		10 25	30 75	0,000
Single Bond Universal	17 42.5	23 57.5		20 50	20 50		10 25	30 75	0,063
Clearfil SE Bond	10 25	30 75		21 52.5	19 47.5		-	-	0,012
Tri-S Plus Bond	5 12.5	35 87.5		36 90	4 10		-	-	0,000
Single Bond 2							11 27.5	29 72.5	
p	0,026			0,000			0,957		

*Ki-kare Testi

Süt dişlerinde ABU materyalinde selektif etch, self etch ve etch and rinse metotları arasında sızıntı miktarları farklılık göstermektedir ($p<0,001$). Self etch metodu selektif etch ve etch and rinse metotlarından anlamlı derecede daha fazla sızıntı miktarlarına sahipken, selektif etch ve etch and rinse metotlarının sızıntı miktarları farklılık göstermemektedir (sırasıyla $p<0,001$, $p<0,001$, $p>0,05$).

Süt dişlerinde SBU materyalinde selektif etch, self etch ve etch and rinse metotları arasında sızıntı miktarları arasında fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

CSE materyalinde selektif etch ve self etch metodları arasında sızıntı miktarları farklılık göstermektedir ($p<0,001$). Self etch metodu selektif etch metodundan anlamlı derecede daha fazla sızıntı miktarlarına sahiptir.

TSB materyalinde selektif etch ve self etch metotları arasında sızıntı miktarları farklılık göstermektedir ($p<0,001$). Self etch metodu, selektif etch metodundan anlamlı derecede daha fazla sızıntı miktarlarına sahiptir.

4.4. Süt Dişlerinde Her Bir Metotta Materyallerin Karşılaştırılması

Selektif etch metodunda 4 materyalin sızıntı değerleri farklılık göstermektedir ($p<0,05$). SBU materyalindeki sızıntı miktarı TSB materyalinden anlamlı derecede fazla ($P<0,05$) iken diğer materyallerin sızıntı miktarları farklılık göstermemektedir ($P>0,05$).

Self etch metodunda 4 materyalin sızıntı değerleri farklılık göstermektedir ($p<0,001$). ABU materyalindeki sızıntı miktarı SBU ve CSE materyallerindeki sızıntı miktarından anlamlı derecede fazlayken TSB materyaliyle farklılık göstermemektedir (sırasıyla $p<0,001$, $p<0,001$, $p>0,05$). Ayrıca TSB materyalindeki sızıntı miktarı SBU ve CSE materyallerindeki sızıntı miktarından anlamlı derecede fazladır ($p<0,05$).

Etch and rinse metodunda 3 materyalin sızıntı miktarları arasında fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

4.5. Her Bir Materyal ve Metotta Daimi ve Süt Dişlerinin Sızıntı Miktarlarının Karşılaştırılması

Tablo 4.5. Çalışmada kullanılan her bir materyal ve metotta daimi ve süt dişlerinin sızıntı miktarlarının karşılaştırılması

	DAİMİ			SÜT		
	Ort ± SS	Ortanca (Min-maks)		Ort ± SS	Ortanca (Min-maks)	p [*]
All Bond Universal						
Selektif Etch	0.030±0.055	0 (0-0.21)		0.036±0.070	0 (0-0.32)	0,847
Self Etch	0.310±0.136	0.31(0-0.76)		0.212±0.157	0.22(0-0.55)	0,006
Etch and rinse	0.056±0.07	0(0-0.21)		0.028±0.05	0(0-0.16)	0,095
Single Bond Universal						
Selektif Etch	0.034±0.058	0 (0-0.23)		0.058±0.077	0 (0-0.25)	0,154
Self Etch	0.212±0.163	0.24(0-0.61)		0.069±0.081	0.03(0-0.28)	0,000
Etch and rinse	0.042±0.06	0(0-0.19)		0.037±0.07	0(0-0.27)	0,352
Clearfil SE Bond						
Selektif Etch	0.001±0,008	0 (0-0.54)		0.075±0,291	0 (0-1.82)	0,003
Self Etch	0.123±0.139	0.10(0-0.62)		0.080±0.106	0.05(0-0.36)	0,123
Tri-S Plus Bond						
Selektif Etch	0.071±0.090	0 (0-0.27)		0.011±0.032	0 (0-0.15)	0,000
Self Etch	0.323±0.157	0.32(0-0.65)		0.136±0.072	0.13(0-0.30)	0,000
Single Bond 2						
Etch and rinse	0.050±0.08	0(0-0.33)		0.027±0.05	0(0-0.15)	0,285

Ort; Ortalama, SS, Standart Sapma, Min; Minimum, Maks; Maksimum

*Mann Whitney U Testi

Tablo 4.6. Her bir materyal ve metotta daimi ve süt dişlerinin sızıntı var/yok olarak karşılaştırılması

	DAİMİ			SÜT		p*
	Sızıntı var	Sızıntı yok		Sızıntı var	Sızıntı yok	
	n %	n %		n %	n %	
All Bond Universal						
Selektif Etch	11 27.5	19 72.5		12 30	28 70	0,805
Self Etch	38 95	2 5		30 75	10 25	0,012
Etch and Rinse	16 40	24 60		10 25	30 75	0,152
Single Bond Universal						
Selektif Etch	12 30	28 70		17 42.5	23 57.5	0,245
Self Etch	31 77.5	9 22.5		20 50	20 50	0,011
Etch and Rinse	15 37.5	25 62.5		10 25	30 75	0,228
Clearfil SE Bond						
Selektif Etch	1 2.5	39 97.5		10 25	30 75	0,003
Self Etch	26 65	14 35		21 52.5	19 47.5	0,256
Tri-S Plus Bond						
Selektif Etch	19 47.5	21 52.5		5 12.5	35 87.5	0,001
Self Etch	38 95	2 5		36 90	4 10	0,396
Single Bond 2						
Etch and Rinse	15 37.5	25 62.5		11 27.5	29 72.5	0,340

*Ki-kare Testi

ABU materyalinde self etch metodunda daimi ve süt dişlerinde sızıntı miktarları farklılık göstermektedir ($p<0,01$). Daimi dişlerdeki sızıntı miktarı süt dişlerine göre anlamlı derecede fazladır. Selektif etch ve etch and rinse metodlarında ise daimi ve süt dişleri arasında sızıntı miktarlarında farklılık görülmemiştir ($p>0,05$).

SBU materyalinde self etch metodunda daimi ve süt dişlerinde sızıntı miktarları farklılık göstermektedir ($p<0,001$) Daimi dişlerdeki sızıntı miktarı süt dişlerine göre anlamlı derecede fazladır. Selektif etch ve etch and rinse metotlarında ise daimi ve süt dişleri arasında sızıntı miktarlarında farklılık görülmemiştir ($p>0,05$).

CSE materyalinde selektif etch metodunda daimi ve süt dişlerinde sızıntı miktarları farklılık göstermektedir ($p<0,01$). Daimi dişlerdeki sızıntı miktarı süt

dişlerine göre anlamlı derecede düşüktür. Self etch metodunda ise daimi ve süt dişleri arasında sızıntı miktarlarında farklılık görülmemiştir ($p>0,05$).

TSB materyalinde selektif etch ve self etch metodlarının her ikisinde de daimi ve süt dişlerindeki sızıntı miktarları farklılık göstermektedir ($p<0,001$). Hem selektif etch hem de self etch metodunda daimi dişlerdeki sızıntı miktarı süt dişlerine göre anlamlı derecede fazladır.

SB2 materyalinde etch and rinse metodunda daimi ve süt dişlerindeki sızıntı miktarları arasında farklılık görülmemiştir ($p>0,05$).

4.5. Daimi Dişlerde All bond Universal, Single Bond Universal, Clearfil SE Bond, Tri-S Plus Bond Materyallerinin Selektif Etch Metodundaki Sızıntı Görülme Oranlarının Single Bond 2 Materyalindeki Etch and Rinse Metoduyla Ölçülen Sızıntı Görülme Oranı ile Karşılaştırılması

Tablo 4.7. Daimi dişlerde kullanılan ABU, SBU, CSE, TSB materyallerinin selektif etch uygulaması ile SB2 materyalinin karşılaştırılması

	DAİMİ DİŞLERDE		
	Ort $\pm$ SS	Ortanca (Min-maks)	p [*]
All bond Universal Selektif	0.030 $\pm$ 0.055	0 (0-0.21)	0,000
Single Bond Universal Selektif	0.034 $\pm$ 0.058	0 (0-0.23)	
Clearfil SE Bond Selektif	0.001 $\pm$ 0,008	0 (0-0.54)	
Tri-S Plus Bond Selektif	0.071 $\pm$ 0.090	0 (0-0.27)	
Single Bond 2 Etch and rinse	0.050 $\pm$ 0.08	0(0-0.33)	

Ort; Ortalama, SS, Standart Sapma, Min; Minimum, Maks; Maksimum

* Kruskal Wallis Varyans Analizi

Tablo 4.8. Daimi dişlerde kullanılan ABU, SBU, CSE, TSB materyallerinin selektif etch uygulaması ile SB2 materyalinin sızıntı var/yok olarak karşılaştırılması

	DAİMİ DİŞLERDE		p*
	Sızıntı var	Sızıntı yok	
	n %	n %	
All Bond Universal Selektif	11 27.5	29 72.5	0,000
Single Bond Universal Selektif	12 30	28 70	
Clearfil SE Bond Selektif	1 2.5	39 97.5	
Tri-S Plus Bond Selektif	19 47.5	21 52.5	
Single Bond 2 Etch and rinse	15 37.5	25 62.5	

*Ki-kare Testi

Daimi dişlerde ABU , SBU , CSE, TSB materyallerinin selektif metodundaki sızıntı varlığı, SB2 materyalindeki etch and rinse metotla ölçülen sızıntı varlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,001$).

CSE materyalinde selektif etch metoduyla ölçülen sızıntı görülme oranı , SB2 materyalindeki etch and rinse metodla ölçülen sızıntı görülme oranıyla farklılık göstermektedir ($p<0,001$). CSE materyalinde selektif etch metoduyla ölçülen sızıntı görülme oranı SB2 materyalindeki etch and rinse metodla ölçülen sızıntı görülme oranından anlamlı derecede düşüktür.

ABU, SBU, TSB materyallerinin selektif etch metodunda sızıntı varlığı ile SB2 materyalindeki etch and rinse metodla ölçülen sızıntı varlığı arasında fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

4.6. Süt dişlerinde All bond Universal ,Single Bond Universal, Clearfil SE Bond, Tri-S Plus Bond materyallerinin selektif etch metodundaki sızıntı görülme oranlarının Single Bond 2 materyalindeki etch and rinse metodla ölçülen sızıntı görülme oranı ile karşılaştırılması:

Tablo 4.9. Süt dişlerinde kullanılan ABU, SBU, CSE, TSB materyallerinin selektif etch uygulaması ile SB2 materyalinin mikrosızıntı açısından karşılaştırılması

	SÜT DİŞLERİNDE		p [*]
	Ort ± SS	Ortanca (Min-maks)	
All Bond Universal Selektif Etch	0.036±0.070	0 (0-0.32)	0,031
Single Bond Universal Selektif Etch	0.058±0.077	0 (0-0.25)	
Clearfil SE Bond Selektif Etch	0.075±0,291	0 (0-1.82)	
Tri-S Plus Bond Selektif Etch	0.011±0.032	0 (0-0.15)	
Single Bond 2 Etch and Rinse	0.027±0.05	0(0-0.15)	

Ort; Ortalama, SS, Standart Sapma, Min; Minimum, Maks; Maksimum

* Kruskal Wallis Varyans Analizi

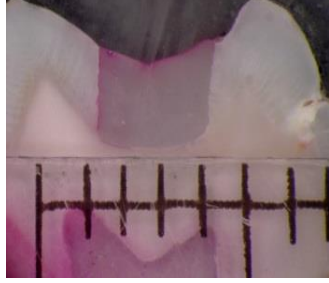
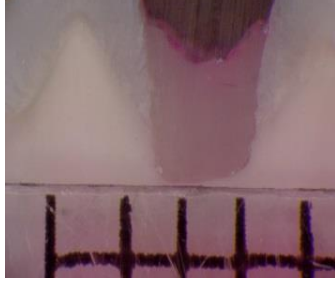
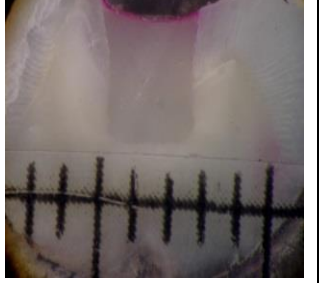
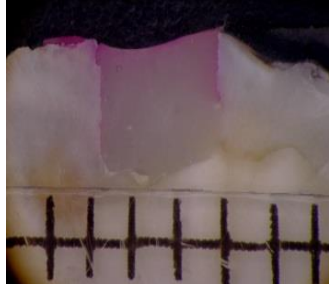
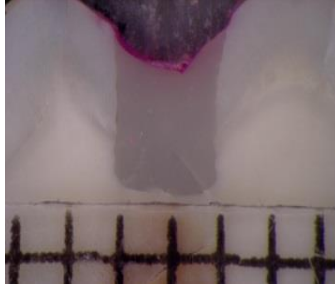
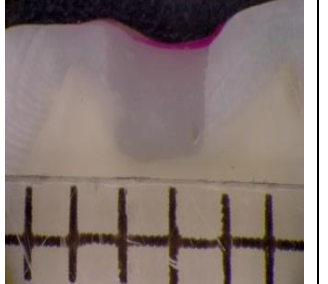
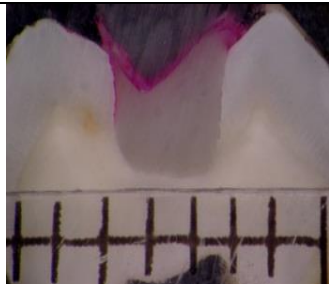
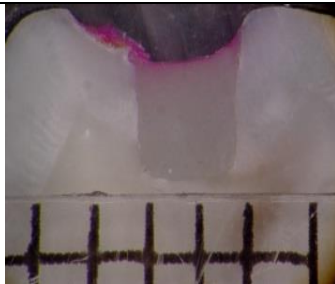
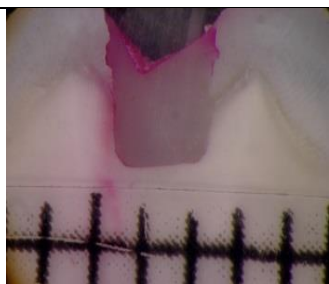
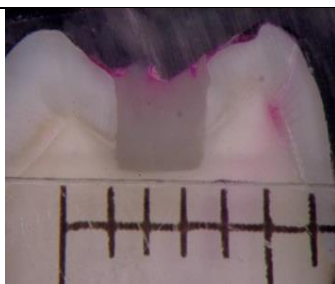
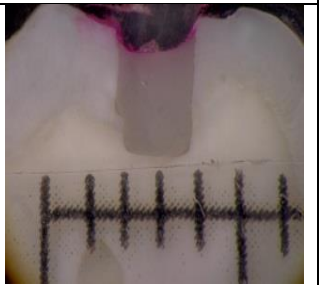
Tablo 4.10. Süt dişlerinde kullanılan ABU, SBU, CSE, TSB materyallerinin selektif etch uygulaması ile SB2 materyali ile mikrosızıntı var/yok olarak karşılaştırılması

	SÜT DİŞLERDE		p [*]
	Sızıntı var	Sızıntı yok	
	n %	n %	
All Bond Universal Selektif Etch	12 30	28 70	0,054
Single Bond Universal Selektif Etch	17 42.5	23 57.5	
Clearfil SE Bond Selektif Etch	10 25	30 75	
Tri-S Plus Bond Selektif Etch	5 12.5	35 87.5	
Single Bond 2 Etch and Rinse	11 27.5	29 72.5	

*Ki-kare Testi

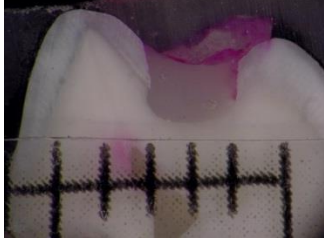
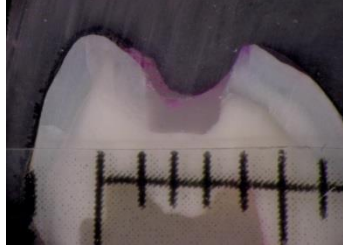
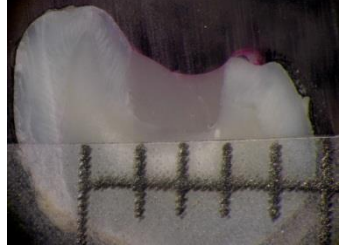
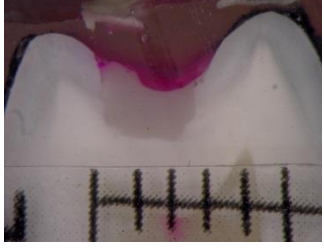
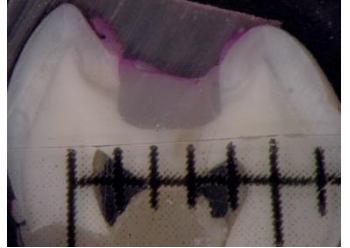
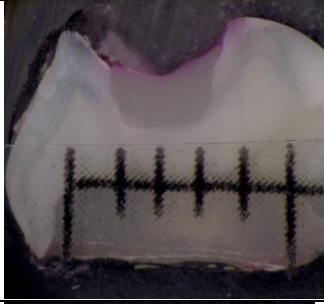
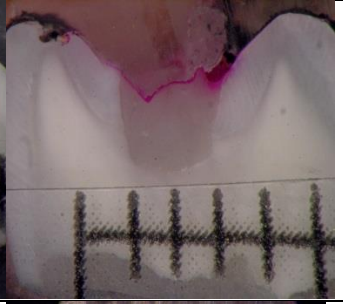
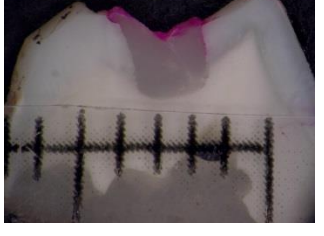
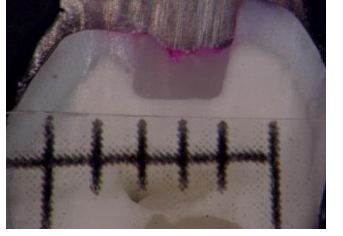
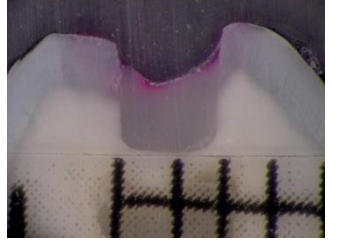
Süt dişlerinde ABU, SBU, CSE, TSB materyallerinin selektif etch metodundaki mikrosızıntı miktarlarının SB2 materyalindeki etch and rinse metoduyla ölçülen mikrosızıntı miktarları ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır (p>0,05).

Tablo 4.11. Kesit alma sonrasında ışık mikroskobu altında daimi dişlerde görülen mikrosızıntı miktarlarının temsili görüntüsü

	SELF-ETCH	SELEKTİF-ETCH	ETCH AND RİNSE
All Bond Universal			
Single Bond Universal			
Clearfil SE Bond			
Tri-s Plus Bond			
Single Bond-2			

- Cetveldeki her bir bölüm 1 mm'dir

Tablo 4.12. Kesit alma sonrasında ışık mikroskobu altında süt dişlerinde görülen mikrosızıntı miktarlarının temsili görüntüsü

	SELF-ETCH	SELEKTİF-ETCH	ETCH AND RİNSE
All Bond Universal			
Single Bond Universal			
Clearfil SE Bond			
Tri-S Plus Bond			
Single Bond-2			

- Cetveldeki her bir bölüm 1 mm'dir.

5. TARTIŞMA

5.1. Metodolojinin Değerlendirilmesi

Mikrosızıntı; bakterilerin, ağız sıvılarının, moleküllerin ve iyonların kavite duvarları ile kaviteye uygulanan restorasyon materyali arasındaki klinik olarak tespit edilemeyen geçişi olarak tanımlanmaktadır (137-139).

Mikrosızıntı oluşumunda birçok faktör etkindir. Bu faktörlerden en önemli olanları (i) restoratif materyallerin dental dokulara zayıf bağlantısı, (ii) diş ve restoratif materyal arasında görülen farklı ısısal genleşme değerleri ve kompozitlerde gözlenen polimerizasyon büzülmesidir (171, 172). Diş ve restorasyon ara yüzeyindeki mikrosızıntının engellenmesi restorasyonların başarısı ve klinik ömrü açısından büyük önem taşımaktadır. İdeal bir restorasyon materyali kavite duvarlarına iyice adapte olabilmeli ve iyi bir marjinal örtüm sağlamalıdır (138). Yetersiz örtüm sonucunda oluşan kenar aralığı, plak birikimine, bakteri ve toksinlerinin geçişine, yani mikrosızıntıya sebep olur ve bunun sonucunda marjinlerin renklenmesi, restorasyonun marjinal kenarlarındaki bozulma, post-operatif hassasiyet, sekonder çürük, dişeti iltihabı ve pulpa hastalıkları gibi istenmeyen durumlara yol açar (139-141). Bu durumun aksine iyi bir kenar uyumu sonucunda çürük ve periodontal hastalıkların gelişimi önlenir, bakteri ve toksinlerinin dentin kanalları yoluyla pulpada enflamasyona neden olması engellenir (142, 173, 174). Günümüzde kullanılan materyaller ile mikrosızıntı tam olarak engellenememektedir ve restorasyonlarda değişen oranlarda mikrosızıntı görülmektedir(175). Mikrosızıntıya bağlı olarak gelişen yukarıda bahsedilen hasarların sonuçları klinik olarak uzun vadede izlenmektedir (176). Yapılan bir çalışmada restorasyonların yenilenme nedenlerinin %30'unu mikrosızıntı probleminin oluşturduğu bildirilmiştir (172).

Mikrosızıntı çalışmaları *in vivo* ve *in vitro* olarak yapılmakla beraber *in vitro* çalışmalar daha sık kullanılmaktadır. *In vitro* olarak mikrosızıntının değerlendirildiği yöntemler, restoratif materyallerde klinik olarak görülebilecek mikrosızıntı değerleri

hakkında öngöründe bulunmakla birlikte klinik durumu tam olarak yansıtamazlar (177-179). *In vitro* mikrosızıntı testlerinde ağız ortamı veya bireye özgü değişkenler gibi faktörlerin birçoğu elimine edildiğinden yüksek düzeyde standardizasyon sağlanabilse de; dişlerin seçilmesi, kavite hazırlama şekli, kullanılan materyal ve restorasyon şekli, örnek hazırlama ve test edilmesi arasında geçen süre ve örneklerin bekletilme şekli ile termal siklus işlemleri gibi nedenlerden dolayı elde edilen verilerin sonuçlarının birbirleriyle kıyaslanması oldukça zordur (141, 175, 179-182). Öte yandan klinik çalışmaların randomize kontrollü olarak planlanması ve uygulanmasındaki güçlükler, verilerin değerlendirilmesi aşamalarındaki standardizasyon zorlukları, kenar mikrosızıntısının sadece kenar renklenmesi, kenar bozulması ve ileri aşamada da restorasyon başarısızlığı ile ilişkilendirilerek ölçülmesi gibi sebeplerle literatürde klinik mikrosızıntı çalışmalarına daha az rastlanmaktadır. Dijital diş hekimliğindeki ilerlemelerle birlikte fotoğrafik ölçüm tekniklerinin bu ölçümler için kullanılması beklenmektedir.

Ağız dışında gerçekleştirilen testler her ne kadar ağız ortamını birebir taklit edemiyor olsa da Watanabe ve ark.'nın belirttiği gibi restoratif materyallerin geliştirilmesi için *in vitro* deneyler gerekmektedir. Materyallerin bazı fiziksel özellikleri (örn:bağlanma dayanımı gibi) ağız içi ortamlarda test edilememektedir. İyi bir standardizasyona sahip *in vitro* çalışmaların *in vivo* çalışmalarla benzer sonuçlar gösterdiği bildirilmiştir (183). Pashley ve ark. ve Grey ve Burgess *in vivo* ve *in vitro* olarak yapılan çalışmaların verdiği sonuçlar arasında fark olmadığını bildirirken (184, 185), Barnes ve ark. *in vitro* çalışmalarda kompozit diş-ara yüzünde *in vivo* çalışmalara göre daha fazla boya penetrasyonu görüldüğünü bildirmişlerdir (182). Bu tez çalışması farklı adezivlerin selektif etch ve multimod uygulamalarını, altın standart olan etch and rinse sistem ile daimi ve süt dışında karşılaştırmalı biçimde *in vitro* ortamda değerlendirmiştir. Boya penetrasyon yöntemi ile gerçekleştirilen çalışmada direkt olarak marjinal boyanma ölçülerek mikrosızıntı değerlendirilmiştir. Burada kullanılan adezivlerle ilgili kesin yargılara varmak için *in vivo* korelasyon çalışmalarına ve iyi dizayn edilmiş klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Günümüzde kullanılan dentin adeziv sistemler güvenilir olmakla birlikte üreticilerin uygulama talimatlarına uygun bir şekilde kullanılmaları başarılarını

etkilemektedir (186). Dentin adeziv sistemlerin kullanımı sırasında yapılan hataların bağlanma kalitesini anlamlı ölçüde azalttığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır (99, 187, 188). Bu çalışmada kullanılan dental adezivlerin tamamı üreticilerin kullanım talimatına hassasiyetle uyularak uygulanmıştır.

Kompozit rezinlerde oluşan mikrosızıntının polimerizasyon sırasında meydana gelen büzülmeden ve yetersiz polimerizasyondan etkilendiği bilinmektedir (171,189-191).Farklı renkteki kompozit rezinlerde polimerizasyon derinliklerinin incelendiği bir çalışmada kompozit renk ve opasitesinin polimerizasyon derinliğini etkilediği bildirilmiştir. Renk tonunun koyulaşmasıyla polimerizasyon derinliğinde azalma görülmüştür. Bu nedenle yapılan bu çalışmada bütün restorasyonlar Filtek Z250 marka ve A2 renkteki kompozit ile yapılmıştır (192).

Kompozit rezinlerin polimerizasyonları sonucunda oluşan polimerizasyon büzülmesinin minumumda tutulabilmesi için kaviteye uygulanan kompozit tabakalarının 2 mm'yi geçmemesi, ışık kaynağının polimerize edilecek yüzeye mümkün olan en yakın noktada konumlandırılması gerektiği bildirilmiştir (193, 194). Yapılan bu çalışmada kompozit tabakalama tekniğiyle (ilk tabaka gingival duvara doğru oblik, ikinci tabaka oklüzale doğru oblik ve son tabaka ise bukkalde kalan boşluğu kapatacak şekilde düz olarak yerleştirilmiştir. Yapılan bu çalışmanın *in vitro* ortamda gerçekleştirilmesi nedeniyle ışık kaynağı restorasyona maksimum düzeyde yaklaştırılmıştır, ve hızlı polimerizasyon sonucunda restorasyonda büzülme, kırılgeanlık ve kenar sızıntısı gibi durumlar oluşturabilecek LED ışık kaynağı yerine QTH ışık kaynağı kullanılmıştır (195-197).

Kompozit rezinler ile yapılan çalışmalarda görülen başarısızlık sebeplerinden birinin *in vitro* olarak yapılan çalışmaların ağız içi şartlarını tam olarak taklit edememesi nedeniyle oluştuğı öne sürülmüştür (67, 198-200). Ağız içinde görülen ısı değışikliklerinin değeri 4-60 °C arasında görülmektedir. *İn vitro* olarak yapılan çalışmalarda *in vivo* şartların taklit edilebilmesi için ağız içindeki ısı değışikliklerinin uygulanması gerekmektedir (201).

In vitro çalışmalarda ağız içi koşullarını taklit etmek için; ıslak ortamda bekleme ile yaşlandırma, termal siklus (ısısal döngü ile yaşlandırma), okluzal yükleme ile yaşlandırma, kırılma dayanıklılığı, yorulma direnci ve mikrosızıntı gibi yöntemler kullanılmaktadır (202).

Yapılan bir çalışmada *in vitro* olarak mikrosızıntının değerlendirildiği araştırmalarda termal siklus yönteminin %79,3 oranında kullanıldığı ve termal siklus uygulaması sonrasında da araştırmaların %86,8'inde dişlerin boya solüsyonunda bekletildiği belirtilmiştir. Boyu solüsyonunda bekletilme yöntemlerinden de bazik fuksin içinde bekletme yönteminin %40,8 oranında tercih edildiği belirtilmiştir (179). Suya maruz kalma diş ile rezin arasında degradasyona neden olan bir faktördür (203). Uzun dönem suda saklama, yaşlanmanın diş-restorasyon arasında oluşturduğu etkileri incelemenin iyi bir yoludur. Bağlanma kuvvetinin değerlendirildiği çalışmalarda suda uzun süre bekletme yöntemi ile özellikle dentinde bağlanma kuvvetinin önemli oranda değiştiği bildirilmiştir (105, 204, 205). Ancak uzun süre suda bekletme yöntemi sonucunda adezivlerin mine üzerine etkisini gösteren çok az veri bulunmaktadır, bu nedenle bu çalışmada ağız içi koşullarını taklit etme yöntemlerinden termal siklus ve mikrosızıntı ölçüm (bazik fuksin ile boya penetrasyon yöntemi) yöntemleri kullanılmıştır.

Termal siklus ile elde edilen yapay yaşlandırmanın etkisi; sıcak suyun korunmasız kollajenlerin hidrolizini çabuklaştırması ve diş-biyomateryal ara yüzeyinde tekrar eden genleşme ve büzülme streslerine neden olabilmesi şeklinde görülür (206, 207). Ağız içi ısısı yemek-içmek, nefes almak gibi faaliyetlerle değişiklik göstermektedir. Restorasyonlarda termal siklus uygulaması için 4°C ila 60°C arasında değişen sıcaklıkların kullanılmasını önerilirken diş hekimliğinde kullanılan araştırmalarda 5-55°C arasındaki değerler tercih edilmektedir ve $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'lik bir değişim normal kabul edilmektedir (179). Termal siklus prosedüründe soğuk ve sıcak su haznelerinde bekletme süreleri de 10, 15, 30, 60 ve 120 sn arasında değişiklik göstermektedir ancak yapılan bir çalışmada daha kısa bekletme sürelerinin ağız içi ortamını taklit etmede daha başarılı olduğu bildirilmiştir (208). Mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan siklus sayısı literatürde değişkenlik göstermektedir. Crim ve ark. ve Gale ve ark. siklus sayısı ile süresinin mikrosızıntıyı etkilemediğini

belirtmişlerdir (209, 210). Yapılan bu çalışmada 5-55±2 °C bekleme zamanı 15 sn ve transfer zamanı 10 sn olacak şekilde 1000 tur termal siklus uygulaması yapılmıştır.

In vitro olarak mikrosızıntının değerlendirildiği çalışmalarda, mikrosızıntının değerlendirilebilmesi amacıyla boya penetrasyon yöntemi, radyoizotop yöntemi, kimyasal ajanların kullanılması, elektrokimyasal analiz, bakteriyel mikrosızıntı, insan serumu mikrosızıntısı yöntemi, basınçlı hava kullanımı, SEM analizi ve nötron aktivasyon analizi gibi kendine özgü avantaj ve dezavantajları olan birçok farklı yöntem kullanılmaktadır (211).

Dental literatür incelendiğinde diş dokusu-restoratif materyal ara yüzüne zarar vermemeleri, görünen ışık altında tespit edilmelerinin kolay olması, hızlı ve direkt ölçüm sağlamaları, diş sert dokularıyla etkileşime girmemeleri, ucuz olmaları ve toksik olmamaları gibi avantajlara sahip olması nedeniyle boya penetrasyon yöntemi en sık kullanılan mikrosızıntı tespit metodu olarak görülmektedir (212-217). Tüm bu avantajlarının yanı sıra bu yöntemde görülen en büyük dezavantaj, ara yüz boyunca uniform şekilde meydana gelen üç boyutlu mikrosızıntının iki boyutlu olarak ölçülmesidir (137, 139). Bu dezavantajın önüne geçilebilmesinde en önemli etken çalışmanın güvenilirliğini arttırmak amacıyla örneklerden daha fazla kesit alınmasıdır (218).

Literatürde restorasyon kenarında oluşan mikrosızıntı değerlerini en iyi tanımlayan skorun belirlenmesi için alınması gereken kesit sayısı açısından bir fikir birliği bulunmamakla birlikte alınan kesit sayısının artmasıyla ölçülen mikrosızıntı miktarının da arttığı bildirilmektedir. Bu durum alınan kesit sayısının artmasıyla birlikte boyanın en fazla penetrasyon gösterdiği bölgenin görüntülenebilme şansının artmasıyla açıklanabilmektedir (219).

Raskin ve ark. *in vitro* olarak yapılan 144 mikrosızıntı çalışmasını inceledikleri analizlerinde çalışmaların sadece %12,7'sinde 3 kesit alındığını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar çalışmaların %47,1'inde sadece tek kesit ile mikrosızıntı değerlendirmesi yapıldığını vurgulamışlardır (220). Seksen dört adet mikrosızıntı araştırmasının değerlendirildiği başka bir çalışmada tek kesit alımının

%50.9 olduğu görülürken üç kesit alınma oranının %8 olduğu bildirilmiştir (179). Tek bir kesite bakılarak yapılan mikrosızıntı değerlendirmeleri sonucunda elde edilen verilerin %33 oranında hatalı olduğu bildirilmiştir (221). Raskin ve ark.'nın yaptıkları çalışmanın sonucuna göre örneklerden 5 kesit alınmasıyla elde edilen en yüksek skor ile üç ve dört kesitten elde edilen en yüksek skor arasında anlamlı bir fark bulunmaz iken, bir ve iki kesitten elde edilen skorların istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğunu saptamışlardır. Özet olarak gerçek mikrosızıntı değerlerine ulaşabilmek için her bir örnekten en az üç kesit alınması gerektiği bildirilmektedir (218). Bu tez çalışmasında da ölçümlerin güvenilirliğini arttırmak amacıyla her bir dişte 4 yüzeyden inceleme yapılmış ve bu ölçümlerin ortalamaları alınarak o diş için mikrosızıntı skoruna ulaşılmıştır.

Mikrosızıntı çalışmalarında boya penetrasyon yöntemi ile elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde; skarlama yöntemi, boya infiltrasyonunun yüzdesel ölçümü yöntemi ve spektrofotometrik analiz yöntemi olmak üzere üç adet değerlendirme yöntemi kullanılmaktadır. Boya penetrasyon yöntemi sonrasında mikrosızıntının değerlendirildiği çalışmalarda en sık kullanılan yöntem, uygulamanın kolay olması ve maliyetin düşük olması gibi nedenlerle skarlama yöntemidir (222). Öte yandan bu yöntem sübjektiftir, Dolayısı ile değerlendirme için birden fazla gözlemci gerekmede ve gözlemcilerin de kendi içinde kalibrasyonları gerekmektedir (172, 223) .

Yüzdesel ölçüm yönteminde ise kesitlerin mikroskop altında fotoğraflanması sonrasında penetrasyon miktarı bir bilgisayar programı ya da dijital kumpas yardımıyla ölçülür. Bu yöntemin objektif olması nedeniyle elde edilen veriler daha doğru sonuçlar vermektedir. Spektrofotometrik yöntem mikrosızıntı değerlendirmesi için etkili bir yöntem olsa da özel ekipman ve bu ekipmanların kullanımı için eğitimli kişiler gerekmektedir (222). Bu çalışmada kesitlerin mikrosızıntı miktarını mm cinsinden ölçebilmek için aralıkları 1 mm olan bir cetvel kesitlerin üzerine yerleştirilerek mikroskop altında fotoğraflanmıştır. Bir imaj analiz yazılımı olan Image-J ile kesitlerin mezial ve distallerinde oluşan sızıntı miktarları ve tüm kavite boyutu mm olarak ölçülmüştür. Mezial ve distalde oluşan sızıntı miktarları

toplanarak tüm kavite uzunluğuna bölünmüş ve 100 ile çarpılarak her bir diş için yüzdesel sonuçlar elde edilmiştir.

Literatür incelendiğinde kavite preperasyonu için kullanılan enstrümanların smear tabakasının kantite ve kalitesini etkiledikleri görülmektedir. Farklı kesici özellikleri olan frezler ile yapılan kavite preperasyonlarında mikrosızıntı değerleri farklılık göstermektedir (224). Paslanmaz çeliğin gövdesinin elmas ile kaplanmasıyla oluşan elmas frezler bu frezlerin kullanımı konusunda kısıtlamalar oluşmasına neden olan galvanik bir sürece uğramaktadırlar (225). Elmas frezlerde görülen prematür aşınmaya bağlı olarak elmas partiküller frez üzerinden uzaklaşır ve bu durum da hastada metalle kontaminasyon riskine ve diş üzerinde metalik bir bağlanmaya neden olur (226, 227). Elmas frezlerin tekrar tekrar kullanılmasının frezin aşındırıcı etkinliğini azalttığı bilinmektedir ve elmas frezlerin ucunda bulunan elmas dokusunun hızlı aşınma özelliğine sahip olması nedeniyle bu enstrümanların sık değiştirilmesi gereklidir (227). Bu nedenle çalışmamızda kavite hazırlığında kullanılan frezler 4 kavitede preperasyonu sonrasında değiştirilmiştir.

5.2. Bulguların Değerlendirilmesi

5.2.1. Daimi dişlerde adeziv materyallerin ve uygulama metotlarının karşılaştırılması

Daimi dişlerde her bir materyalde uygulanma metotlarının karşılaştırılması sonucunda multimod adeziv olan All Bond Universal(ABU) ve Single Bond Universal(SBU) materyallerinin ikisinde de self-etch uygulama metodu en fazla mikrosızıntıyı göstermiştir. Selektif-etch ve etch and rinse metotlarının arasında ise anlamlı bir fark bulunamamıştır. Siso ve ark.'nın yaptıkları *in vitro* çalışmada SBU ve ABU'nun self-etch, selektif-etch ve etch and rinse olarak uygulanması sonucunda oluşan mikrosızıntı karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda elde edilen veriler SBU için en az mikrosızıntı değerinin etch and rinse metodunda görüldüğünü bildiren çalışma ile benzerlik gösterse de ABU için elde edilen veriler ile örtüşmemektedir. Siso ve ark.'nın yaptıkları çalışmada ABU'nun farklı metotlar ile uygulanması arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (228). Referans olarak

belirtilen bu çalışma bir poster olarak sunulmuş ve tam makale olarak yayınlanmamıştır. Literatür incelendiğinde benzer başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu durum daimi diş için multimod adezivlerle elde edilen sonuçların literatür ile kıyaslanarak tartışılmasına imkan tanımamaktadır. Bu çalışmada kullanılan SBU'nun pH'ı 2.7 iken ABU'nun pH'ı 3'dür. pH farklılıkları adezivin dokuda yarattığı etkiyi değiştirebilir. Self etch adezivler üzerinden örnek vermek gerekirse bilindiği üzere pH'sı 2,5'un üstünde olan adezivler 'ultra hafif self etch adezivler' olarak tanımlanmaktadırlar. Bu tür ultra hafif self etch adezivler dentinde yetersiz derinliğe ulaşmaktadırlar. Benzer bir etki bu çalışmada da meydana gelmiş olabilir. Bu durum self etch olarak uygulamada iki materyalin de daha fazla mikrosızıntı göstermesini açıklayabilir (19, 229) .

İki aşamalı bir self etch olan CSE materyalinin daimi dişlerde self etch ve selektif etch olarak uygulanması sonucunda selektif etch metodunun self etch metoduna göre anlamlı düzeyde daha az mikrosızıntıya yol açtığı bulunmuştur. CSE hafif dereceli bir asiditeye sahip olması dolayısıyla çok hafif ve yüzeyel bir asitleme paternine sahiptir (22, 230-234). *In vitro* olarak yapılan çalışmalarda CSE materyalinde minede zamanla marjinal bozulma gerçekleştiği (235-237) ve bu bozulma sonucunda minede bağlanma etkinliğinin önemli derecede düşerek mikrosızıntıda artış görüldüğü bildirilmiştir (15, 22, 238-240). Mikrosızıntıda zamanla artış görülmesi pulpa tedavileri gibi marjinal örtümün kritik önem taşıdığı durumlarda selektif etch uygulamasını daha da önemli hale getirmektedir. Minede oluşan bu bozulmanın selektif etch uygulaması ile önemli oranda azaldığını bildiren çalışmalar bulunsa da (130, 240, 241), bazı çalışmalar selektif etch uygulamasının bir farklılık yaratmadığını bildirilmiştir (233, 242, 243). Bu tez çalışmasında bulunan sonuç doğrultusunda günümüzde çocuk diş hekimliğinde sıklıkla uygulanan vital pulpa tedavilerinde başarısızlık riskini azaltmak için izolasyonun sağlanabildiği durumlarda CSE materyalini selektif etch yöntemi ile uygulamak daha etkili olabilir.

Literatürdeki diğer bir görüş ise selektif etch uygulamasının CSE materyali üzerinde anlamlı etkisi olmadığı yönündedir (244-246). Yoshida ve ark. CSE'nin içeriğinde bulunan MDP'nin hidroksiapatit ve kalsiyuma sıkıca bağlandığını dolayısı ile mikromekanik adezyonun ötesinde bir reaksiyon gerçekleştiğini bildirmişlerdir

(120). Aynı zamanda bu materyalde nano doldurucu olarak bulunan kolloidal silika sayesinde adezivın içeriğindeki çapraz bağlantıların ve rezin matriksin kuvvetinin arttığını ve mikrosızıntıya neden olabilecek bir faktör olan polimerizasyon büzülmesinin azaltıldığı bildirilmiştir (22, 241). Bu verilere benzer olarak, yapılan bazı çalışmalarda CSE'nin minede etch and rinse adezivlere benzer bağlanma dayanımı gösterdiği ve selektif etch uygulamasının bir farklılık yaratmadığı bildirilmiştir (233, 242, 243).

Bu tez çalışmasında elde edilen verilere göre tek aşamalı self etch adeziv olan TSB materyalinin daimi dişlerde selektif etch ve self etch metoduyla uygulanması sonucunda meydana gelen mikrosızıntı miktarları farklılık göstermektedir. Self etch metodu selektif etch metodundan anlamlı derecede daha fazla mikrosızıntı miktarına yol açmıştır. Bu veri Souza-Junior ve ark.'nın yaptıkları ve TSB uygulaması öncesinde mineye selektif olarak fosforik asit uygulanmasının marjinal bütünlüğü arttırdığını gösteren çalışma ile benzerlik göstermektedir (243). Aynı zamanda bu veriler minenin selektif olarak fosforik asit ile pürüzlendirilmesinin kompozitin mineye bağlanma dayanımını arttırdığını öne süre çalışmalar ile de örtüşmektedir (22, 130, 230, 232, 234, 240, 247). Özellikle tek aşamalı self etch adezivlerde selektif etch metodunun uygulanması klinik başarıyı önemli biçimde artırmaktadır (21, 248, 249). Bu sonucun desteklenmesi için farklı firmalara ait tek aşamalı self etch adezivler ile yürütülecek çalışmalara ihtiyaç vardır.

Daimi dişlerde selektif etch metodunda 4 materyalin mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında CSE materyalindeki mikrosızıntı miktarları SBU ve TSB uygulanan örneklerdeki mikrosızıntı miktarlarından anlamlı derecede düşük iken ABU materyali uygulanan örnekler ile arasında benzerlik göstermektedir. Bu durum CSE materyali için self etch adeziv sistemler “altın standart” etiketlemesini doğrulayan bir bulgudur. Tüm iki aşamalı self etch adezivler için selektif etch metodunun bu derece etkili olup olmadığı ileriki araştırmalarda incelenmeye değer bir konu olarak görülmektedir.

Literatürde SBU ve ABU'nun selektif etch metoduyla uygulanması sonucunda elde verilen verilerin karşılaştırıldığı ve tam metin olarak yayınlanan bir

çalışmaya rastlanmamıştır. Bu tez çalışmasının verilerine göre her iki multimod adeziv karşılaştırıldığında selektif etch uygulaması ABU materyali için mikrosızıntıyı azaltmada daha etkili bir metod olarak görülmektedir.

Selektif etch metodunda CSE ile ABU materyallerinde daha az mikrosızıntı görülmesi her iki materyalin de çift kat olarak uygulanması ile ilgili olabilir. Birden fazla tabaka halinde adeziv uygulanması dentin ve kompozit arasında daha düşük elastisite modülüne sahip ve daha kalın bir tabaka oluşumuna neden olmaktadır (250-252). Bu durum polimerizasyon sırasında meydana gelen kaçınılmaz büzülme az da olsa engelleyebilir (250-254). Aynı zamanda çok tabaka halinde adeziv uygulamasının asidik monomerin konsantrasyonunu arttırarak demineralizasyonun etkinliğini ve hibrit tabakanın kalitesini arttırdığını bildiren çalışmalar mevcuttur (253-255).

Daimi dişlerde self etch metodunda 4 materyalin mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında TSB ve ABU materyallerindeki mikrosızıntı miktarları SBU ve CSE materyellerindeki mikrosızıntı miktarından anlamlı derecede daha fazla bulunmuştur. TSB ve ABU materyalleri arasında ise mikrosızıntı açısından fark bulunamamıştır. Tek aşamalı self etch adezivlerin, iki aşamalı self etch adezivler kadar başarılı olmadığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar bu durumun nedenini çeşitli faktörlerle özetlemektedir. Tek aşamalı self etch adezivler daha ince bir tabaka oluşturmaktadır (254, 255) ve bu tabaka oksijen tarafından inhibe edilerek, mikrosızıntının önemli faktörlerinden biri olan zayıf polimerizasyona neden olabilir (256).

Tek aşamalı self etch adezivler solüsyonun içeriğinden çözücünün buharlaşmasına eğilimlidir ve bunun sonucunda oluşan membranlar polimerizasyon sonrasında geçirgen hale gelmektedirler (257). Daha sonraki dönemlerde hidrofilik alanlar ve su dolu tüneller oluşur ve bu alanlar dentinden adezive doğru suyun geçişine izin vermektedir (258). Su ağaçları olarak tanımlanan bu durum tüm adezivlerde görülsede (105) tek aşamalı self etch adezivlerin yüksek hidrofilitesine bağlı olarak bu adeziv sistemlerde daha fazla oluşmaktadır (121, 258). Tek aşamalı self etch adezivlerin mine kenarlarında yüksek oranda mikrosızıntı gösterdiği ve

mine kenarlarında güvenilir bir bağlanma sağlanamayacağını belirten çalışmalar bulunmaktadır (242, 259). Bu veriler TSB'nin self etch olarak daha fazla mikrosızıntı göstermesini açıklayabilir. ABU'nun ne sebeple daha yüksek mikrosızıntı miktarlarına yol açtığı ile ilişkili olarak formülasyonunu inceleyen daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Dental literatürde bu konuya ilişkin bir veriye rastlanmamıştır.

Bu çalışmada kullanılan self etch adezivlerin tümü hidroksiapatit içerisindeki CA^{+} 'a kuvvetli bir şekilde bağlanarak adezivlerin bağlanma değerlerini arttıran MDP monomeri içermektedir. İki aşamalı olarak uygulanan CSE'nin hem primer hem de bond komponentinde MDP bulunması MDP konsantrasyonun ve bağlanma kuvvetinin artmasına neden olmaktadır (260) . SBU'nun içerdiği polialkenoik asit kopolimeri hidroksiapatit içerisindeki kalsiyum ile kimyasal olarak bağlanmaktadır (102). Polialkenoik asit kopolimeri içerisindeki karboksil gruplarının %50'den fazlası hidroksiapatit ile bağlanabilir. Karboksil grupları, fosfat iyonları ile yer değiştirerek kalsiyum ile iyonik bağlar yaparlar. Bu durum SBU'da görülen daha az mikrosızıntı miktarını açıklayabilmektedir.

Daimi dişlerde etch and rinse metodunda ABU, SBU ve SB2 materyallerinin mikrosızıntı miktarları arasında fark bulunamamıştır.

5.2.2. Süt dişlerinde adeziv materyallerin ve uygulama metotlarının karşılaştırılması

Süt dişlerinde ABU materyalinde self etch metodu ile uygulanan örneklerde en yüksek mikrosızıntı değerleri görülürken etch and rinse ve selektif etch metotları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. CSE ve TSB materyallerinde de self etch metodu selektif etch metoduna göre daha fazla mikrosızıntı değerlerine yol açmıştır. Süt dişlerinde mine prizmaları daimi dişlere göre daha dik bir açılanma göstermektedir ve süt dişlerinde kalın bir aprizmatik mine tabakası bulunmaktadır. Bu durum süt dişi minesinin asitle pürüzlendirilmesini güçleştirmektedir (51,261). Süt dişlerine etch and rinse ve self etch metotlarıyla uygulanan adezivler karşılaştırıldığında etch and rinse metodunda daha az mikrosızıntı görüldüğü

bildirilmiştir (91, 106, 262-264). Yapılan bazı çalışmalarda ise self etch adezivlerin iki aşamalı ya da üç aşamalı etch and rinse dental adezivlere eşit ya da daha başarılı sonuçlar gösterdiği bildirilmiştir (83, 265, 266). Süt dişlerinde etch and rinse adeziv sistemler uygulanırken asit uygulama süresi literatürde farklılık göstermektedir. Çalışmalarda bu süre 15 sn ile 2 dk arasında değişmektedir (267-272). Çalışmalar arasında ve farklı uygulama metodları arasındaki sonuç farklılıklarının süt dişi yapısının farklılığı kadar uygulama protokollerinin standart olmayışından ileri geldiği düşünülmektedir.

SBU materyalinde ise 3 yöntem arasında mikrosızıntı değerleri açısından bir farklılık bulunamamıştır. Bu materyal ile süt dişlerinde yapılmış mikrosızıntı çalışması bulunmamaktadır. SBU'nun süt dişleri üzerindeki etkisinin anlaşılabilmesi için yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Selektif etch metodunda 4 materyalin mikrosızıntı değerleri farklılık göstermektedir. SBU materyalindeki mikrosızıntı miktarı TSB materyalinden anlamlı derecede fazla iken diğer materyallerin mikrosızıntı miktarları farklılık göstermemektedir. SBU içerisinde bulunan polialkenoik asit kopolimeri hidroksiapatit içerisinde bulunan kalsiyuma bağlanmak için MDP monomeri ile yarışır, ve yüksek molekül ağırlığı nedeniyle, polimerizasyon esnasında monomerlerin yaklaşmasını önleyebilir (273). Süt dişlerinde daha kalın hibrit tabaka oluşmasına bağlı olarak daha az rezinin dentine infiltre olması durumuyla birlikte bu iki neden SBU'nun süt dişlerinde en fazla mikrosızıntı göstermesini açıklayabilir (274).

Self etch metodunda 4 materyalin mikrosızıntı değerleri farklılık göstermektedir. ABU materyalindeki mikrosızıntı miktarı SBU ve CSE materyallerindeki mikrosızıntı miktarından anlamlı derecede fazlayken TSB materyaliyle farklılık göstermemektedir. Ayrıca TSB materyalindeki mikrosızıntı miktarı SBU ve CSE materyallerindeki mikrosızıntı miktarından anlamlı derecede fazladır. Materyallerin gösterdiği bu değerler daimi dişlerdeki performansları ile benzerlik göstermektedir. Bu durum materyallerin self etch metodunda daimi dişler ile benzer bir mekanizma oluşturduğunu düşündürmektedir.

Etch and rinse metodunda 3 materyalin mikrosızıntı miktarları arasında fark bulunamamıştır.

5.2.3. Adeziv Materyal ve uygulama metodu açısından daimi ve süt dişlerin karşılaştırılması

Adezivlerin dentine bağlanması üzerine yapılan çalışmalarda süt dişleri daimi dişler ile karşılaştırıldığında süt dişlerinin daha düşük bağlanma kuvveti gösterdiği bildirilmiştir (275, 276). Bu durum süt dişlerinde oluşan hibrit tabakanın daha kalın olması ve bunun sonucunda adeziv rezinin dentine daha az penetre olmasına bağlanmıştır (277). Süt dişinin kompozisyonu ve mikromorfolojisi tam olarak anlaşılamamıştır. Daimi dişlerin dentini süt dişi dentinine göre daha yoğun ve daha fazla mineralizedir, aynı zamanda süt dişi dentini daha az sayıda dentin tübülü içermektedir (274, 278).Günümüzde kullanılan adeziv sistemler hidrofilik rezinin kimyasal olarak hazırlanmış dentine geçişi ile oluşur (hibridizasyon). Hibridizasyon; dentin kalınlığı, demineralizasyon derecesi ve uygulama öncesi yapılan hazırlıklara bağlı olarak değişmektedir (277, 279). Süt dişi ve daimi diş arasındaki bu farklılıklar adezivin dişe bağlanma kuvvetini etkileyebilmektedir. Literatürde süt ve daimi dişlerin adezyonu karşılaştırıldığında daimi dişlerin daha iyi bir seal edebilme yeteneği ve daha iyi bağlanma değerleri gösterdiğini bildiren çalışmalar bulunmakla birlikte (275, 279) her iki tip dişte farklılık görülmediğini bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (280, 281). Bu çalışmada elde edilen verilerde ise ABU ve SBU materyallerinin selektif etch ve etch and rinse olarak uygulanması süt ve daimi dişler arasında fark yaratmamıştır. Self etch metodunda ise daimi dişlerde daha fazla mikrosızıntı görülmüştür. TSB materyalinde hem selektif etch hem de self etch metodunda daimi dişlerde daha fazla mikrosızıntı görülmüştür. Literatüre göre bu sonucun nedeni dentin bağlayıcıların bağlanma etkinliklerinin dişin yaşına ve yapısına göre değişmesi olabilir (282-287). Dentin sklerozu; odontoblast uzantılarının uyarılar karşısında faaliyete geçmesi sonucu dentin kanalcıklarının minerallerle kısmen veya tamamen tıkanmasıyla karakterize dentin dokusunda gözlenen yapısal bir değişikliktir. Sklerotik dentinin asit ve adeziv rezin uygulamasına verdiği yanıt normal dentinden farklılıklar gösterebilmektedir. Bu durum klinik olarak sklerotik lezyonlara uygulanan restorasyonlarda başarısızlıklara

yol açabilmektedir (288). CSE de self etch metodu sonrasında daimi dişler ve süt dişleri arasında bir fark görülmezken selektif etch metodunda daimi dişlerde daha az mikrosızıntı görülmesi literatür ile benzerlik göstermektedir (22, 130, 230, 232). Öte yandan bu durum daimi dişlerde minenin asitle pürüzlendirme işleminden aprizmatik tabaka ile örtülü süt dişlerine kıyasla daha fazla etkilenmesi ile açıklanamamaktadır. Zira hem ABU hem SBU hem de TSB materyali ile elde edilen sonuçlar bu olası açıklamayı imkansız kılmaktadır. Süt ve daimi dişlerde elde edilen bu farklı sonuçların materyallerin tam açıklanmayan formülasyonlarının farklı dentin kalınlığı ve farklı mine yapısı ile etkileşiminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

5.2.4. ABU, SBU, CSE VE TSB materyallerinin selektif etch uygulamasının, SB2 materyali ile(etch and rinse) karşılaştırılması

Daimi dişlerde iki aşamalı etch and rinse olan SB2'nin, diğer materyallerin selektif etch metotlarıyla karşılaştırılması sonucunda CSE, SB2'den daha az mikrosızıntı değerine sahipken diğer materyaller SB2 ile benzer mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Literatürde selektif etch uygulamasının etch and rinse sitemlerle mikrosızıntı açısından karşılaştırıldığı bir çalışma bulunmazken bağlanma dayanımlarının incelendiği üç çalışma bulunmaktadır ve bu çalışmalar selektif etch uygulaması ile etch and rinse metotları arasında benzer ilişkiler görüldüğü bildirmişlerdir (234, 247, 289). CSE'nin, SB2'den daha az mikrosızıntı göstermesi CSE'yi iki aşamalı self etch sistemlerde altın standart olarak tanımlayan çalışmalar ile paralellik göstermektedir (15, 17, .230, 231, 242, 244-246) .

Süt dişlerinde ABU, SBU , CSE, TSB materyellerinin selektif etch metodu ile uygulanması sonucunda örneklerde görülen mikrosızıntı miktarları ile SB2 materyalinin etch and rinse metoduyla uygulanmasını takiben ölçülen mikrosızıntı miktarları arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Bu sonuçlar ışığında süt dişlerinde dentine asit uygulanmaması sonucu daha az olasılıkla post operatif hassasiyet gelişmesi ve teknik kolaylıklar nedeniyle süt dişlerinde test edilen adeziv materyallerin selektif etch metodu ile uygulanmaları tercih edilebilir bir yöntemdir.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

1. Bu çalışmada test edilen adezivlerin self etch metoduyla uygulanması sonrasında hem süt hem daimi dişlerde SBU ve CSE ile restore edilen sınıf I kavitelerde TSB ve ABU kullanılarak restore edilenlere kıyasla anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri görülmüştür.

2. Bu çalışmada test edilen adeziv materyallerin selektif etch metoduyla uygulanması sonrasında daimi dişlerde ABU ve CSE ile restore edilen örnekler, TSB ve SBU ile restore edilenlerle karşılaştırıldığında daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Süt dişlerinde ise SBU ile restore edilen örnekler en yüksek mikrosızıntı değerlerine sahip iken, diğer adezivlerle restore edilen örnekler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

3. Kullanılan multimod adezivler ve SB2 materyali etch and rinse metoduyla uygulandığında elde edilen mikrosızıntı değerleri arasında hem süt hem de daimi dişler ile hazırlanan örneklerde anlamlı bir fark bulunmamıştır.

4. Kullanılan adezivlerin selektif etch olarak uygulanması, bir etch and rinse adeziv sistem olan SB2 materyali ile karşılaştırıldığında, daimi dişlerde CSE en az mikrosızıntı değerine sahipken diğer materyaller arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Süt dişlerinde ise ABU, SBU, CSE, TSB materyallerinin selektif etch olarak uygulanması ile SB2 materyali arasında mikrosızıntı açısından anlamlı bir fark görülmemektedir.

Bu veriler ışığında süt ve daimi dişlerin sınıf I restorasyonlarda kullanılan adeziv türü ve uygulama metodunun diş-restorasyon arayüzünde meydana gelen mikrosızıntı miktarını etkilemediğini öngören birinci hipotez reddedilmiştir.

5. Süt ve daimi dişlerde görülen mikrosızıntı miktarları karşılaştırıldığında ABU, SBU ve TSB materyalleri self etch metoduyla uygulandığında daimi dişlerde hazırlanan örneklerde süt dişleri ile hazırlanan örneklere göre daha fazla mikrosızıntı görülmüştür. Selektif etch ve etch and rinse metotlarında ve SB2 materyalinde ise süt ve daimi dişlerle hazırlanan örnekler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. CSE materyalinin self etch metoduyla uygulanmasında süt ve daimi dişlerdeki örnekler arasında bir fark görülmezken, selektif etch metodunda süt dişleri ile hazırlanan örnekler daimi dişler ile hazırlananlara göre anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı göstermiştir. Bu veriye göre süt ve daimi dişlerin yapısal ve kimyasal farklılıklarına bağlı olarak restorasyon sonrası görülen mikrosızıntı miktarlarının değişiklik göstereceğini öngören başlangıç hipotezi kabul edilmiştir.

6.2. Öneriler

1. Sonuç olarak yapılan bu in vitro çalışmanın verileri incelendiğinde, gerek süt gerekse daimi dişlerde en düşük mikrosızıntı değerleri test edilen adezivlerin selektif etch olarak uygulanması ya da bir etch and rinse adeziv sistem kullanılması ile elde edilmiştir.

2. Selektif etch uygulamasının mümkün olmadığı durumlarda günümüzde self etch sistemlerde altın standart olarak önerilen iki aşamalı etch and rinse adeziv sistem ve buna en yakın sonuçları veren multimod adeziv sistem olan Scotch Bond Universal düşük mikrosızıntı değerleri elde edilmesini sağlamıştır. CSE ve bu çalışmada bu adezive yakın sonuçlar veren SBU'nun tercih edilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Axelsson P. Etiologic factors involved in dental caries. Diagnosis and risk prediction of dental caries (Axelsson P, ed). First edition. Illinois, Quintessence Publishing Co Inc. Vol. 2, 1-42, 2000.
2. Fejerskov O, Nyvad B, Kidd EAM. Clinical and histological manifestations of dental caries. Dental caries: The disease and its clinical management (Fejerskov O, Kidd EAM, ed). Copenhagen, Blackwell Publishing Ltd. 71-97, 2003.
3. Clarkson BH. Introduction to cariology. Dent Clin North Am 43: 569-578, 1999.
4. Moritz A, Schoop U, Strassl M, Wintner E. Cavity preparation. Oral Laser Application (Moritz A, ed). First edition. Berlin, Quintessenz Verlags 75-136, 2006.
5. Qualtrough AJE, Satterthwaite JD, Morrow LA, Brunton PA. Principles of operative dentistry. London Wiley-Blackwell, 2005.
6. Yip HK, Samaranayake LP. Caries removal techniques and instrumentation: a review. Clin Oral Investig 2: 148-154, 1998.
7. Jensen ME. Dentin bonding agents. Esthetic Dentistry / A clinical approach to techniques and materials (Aschheim KW, Dale BG ed). Second edition. St. Louis, Mosby-Year Book Inc. 41-3, 2001.
8. Tuncer D, Çelik Ç, Çehreli SB, Arhun N. Comparison of microleakage of a multi-mode adhesive system with contemporary adhesives in class II resin restorations. J Adhesion Science and Technology 28: 1288-1297, 2014.
9. Van Meerbeek B, Perdiago J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. J Dent 26: 1-20, 1998.
10. Hickel R, Manhart J. Longevity of restorations in posterior teeth and reasons for failure. J Adhes Dent 3: 45-64, 2001.
11. Mjor IA, Gordan VV. Failure, repair, refurbishing and longevity of restorations. Oper Dent 27: 528-534, 2002.
12. Mjor IA, Shen C, Eliasson ST, Richter S. Placement and replacement of restorations in general dental practice in Iceland. Oper Dent 27: 117-123, 2002.
13. Van Meerbeek B, De Munch J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Oper Dent 28: 215-235, 2003.
14. Frankenberger R, Pashley DH, Reich SM, Lohbauer U, Petschelt A, Tay FR. Characterisation of resin-dentine interfaces by compressive cyclic loading. Biomaterials 26: 2043-2052, 2005.
15. 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 84: 118-132, 2005.
16. Blunck U, Zaslansky P. Effectiveness of all-in-one adhesive systems tested by thermocycling following short and long-term water storage. J Adhes Dent 2: 231-240, 2007.

17. Van Landuyt KL, Mine A, De Munck J, Jaecques S, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Are one-step adhesives easier to use and better performing? Multifactorial assessment of contemporary one-step self-etching adhesives. *J Adhes Dent* 11: 175-190, 2009.
18. Abdalla AI, Davidson CL. Bonding efficiency and interfacial morphology of one-bottle adhesives to contaminated dentin surfaces. *Am J Dent* 11: 281-285, 1998.
19. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater* 27: 17-28, 2011.
20. Van Meerbeek B, Inoue S, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. Enamel and dentin adhesion. *Fundamentals of operative dentistry* (Summitt JB, Robbins JW, Schwartz RS, ed). Second edition. Carol Stream, Quintessence 178-235, 2001.
21. Taschner M, Nato F, Mazzoni A, Frankenberger R, Krämer N, Di Lenarda R, Petschelt A, Breschi L. Role of preliminary etching for one-step self-etch adhesives. *Eur J Oral Sci* 118: 517-524, 2010.
22. Erickson RL, Barkmeier WW, Latta MA. The role of etching in bonding to enamel: a comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems. *Dent Mater* 25: 1459-1467, 2009.
23. Dayangaç GB. Kompozit rezin restorasyonlar. Ankara: Güneş Kitabevi Ltd. Şti; 2000.
24. Duke ES. Adhesion and its application with restorative materials. *Dent Clin North Am* 37: 329-340, 1993.
25. Çelebi N. Reoloji. http://www.e-kutuphane.teb.org.tr/pdf/tebakademi/modern_farmasotk/23.pdf 02.06.2014
26. Kiremitçi A., Gökalp S. Dentinin ıslanma kritik yüzey gerilimi üzerine dört adeziv sisteminin etkisi. *H Ü Dis Hek Fak Derg* 22: 47-52, 1998.
27. Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ Jr. *Sturdevant's Art and science of operative dentistry*. Fifth Edition. St. Louis, Missouri, Elsevier Mosby, 2005.
28. Pilecki P, Stone DG, Sherriff M, Watson TF. Microtensile bond strengths to enamel of self-etching and one bottle adhesive systems. *J Oral Rehabil* 32: 531-540, 2005.
29. Kanca J. One step bond strength to enamel and dentin. *Am J Dent* 10: 5-8, 1997.
30. Swift EJ Jr, Perdigão J, Heymann HO. Enamel bond strengths of "one-bottle" adhesives. *Pediatr Dent* 20: 259-262, 1998.
31. Packham DE: *Adhesion. Handbook of adhesion* (Packham DE, ed). Essex, UK, Longman Scientific & Technical 18-20, 1992.
32. Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res* 9: 373-387, 1975.
33. Lopes GC, Thys DG, Klaus P, Oliveira GM, Widmer N. Enamel acid etching: a review. *Compend Contin Educ Dent* 28: 18-24, 2007.
34. Swift EJ Jr, Perdigão J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art. *Quintessence Int* 26: 95-110, 1995.
35. Silverstone LM: Fissure sealants: Laboratory studies. *Caries Res* 8: 2-26, 1974.

36. Månson-Rahemtulla B, Retief DH, Jamison HC. Effect of concentrations of phosphoric acid on enamel dissolution. *J Prosthet Dent* 51: 495-498, 1984.
37. Gross JD, Retief DH, Bradley EL. An optimal concentration of phosphoric acid as an etching agent. Part II: Microleakage studies. *J Prosthet Dent* 52: 786-789, 1984.
38. Gwinnett AJ, Kanca JA. Micromorphology of the bonded dentin interface and its relationship to bond strength. *Am J Dent* 5: 73-77, 1992.
39. Soetopo, Beech DR, Hardwick JL. Mechanism of adhesion of polymers to acid-etched enamel. Effect of acid concentration and washing on bond strength. *J Oral Rehabil* 5: 69-80, 1978.
40. Lambrechts P, Van Meerbeek B, Perdigao J, Vanherle G. Adhesives: Dos and Don'ts. Adesion: The silent revolution in dentistry (Roulet JF, Degrange M, ed). First edition. Illinois, Quintessence Publishing Co Inc. 45-60, 2000.
41. Kramer PF, Zelante F, Simionato MRL. The immediate and longterm effects of invasive and noninvasive pit and fissure sealing techniques on the microflora in occlusal fissures of human teeth *Pediatr Dent* 15: 108-111, 1993.
42. Nakabayashi N, Pashley DH. Hybridization of Dental Hard Tissues. Tokyo, Quintessence Publishing Co Inc. 21-35, 1998.
43. Özkul S, Küçükeşmen Ç. Adezivler: Genel ilkeler ve tekniğin son durumu. *Balıkesir Sağlık Bil Derg* 1, 2012.
44. Foreman PC, Soames JV. Comperative study of the composition of primary and secondary dentine. *Caries Res* 23: 441-458, 1989.
45. McLean JW. The clinical use of glass ionomer cements. *Dent Clin North America* 36: 693-711, 1992.
46. Lin A, McIntyre NS, Davidson RD. Studies on the adhesion of glass -ionomer cements to dentin. *J Dent Res* 71: 1836-1841, 1992.
47. Morse DR. Age-related changes of the dental pulp complex and their relationship to systemic aging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 72: 721-745, 1991.
48. Cox CF, White KC, Ramus DL, Farmer JB, Snuggs HM. Reparative dentin: factors affecting its deposition. *Quintessence Int* 23: 257-270, 1992.
49. Heymann HO, Sturdevant JR, Bayne S, Wilder AD, Sluder TB, Brunson WD. Examining tooth flexure effects on cervical restorations: a two-year clinical study. *J Am Dent Assoc* 122: 41-47, 1991.
50. Albers HF. Tooth-colored restoratives: Principles and techniques. Ninth edition. Hamilton, Ontario, Canada-Decker, 2002.
51. 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. Dental hard tissues and bonding interfacial phenomena and related properties (Eliades G, Watts DC, Eliades T, ed). Berlin: Springer, 89-122, 2005.
52. Mjör IA. Pulp-dentin Biology in Restorative Dentistry. Mjör IA. Part 2Initial reactions to preparation of teeth for restorative procedures. *Quintessence Int* 32: 537-551, 2001.
53. Bouillaguet S, Virgillito M, Wataha J, Ciucchi B, Holz J. The influence of dentine permeability on cytotoxicity of four dentine bondingsystems, in vitro. *J Oral Rehabil* 25: 45-51, 1998.
54. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int* 24: 618-631, 1993.

55. Joynt RB, Davis EL, Wieczkowski G Jr, Yu XY. Dentin bonding agents and the smear layer. *Oper Dent* 16: 186-191, 1991.
56. Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am* 51: 333-357, 2007.
57. Barceleiro Mde O, de Mello JB, de Mello GS, Dias KR, de Miranda MS, Sampaio Filho HR. Hybrid layer thickness and morphology: the influence of cavity preparation with Er:YAG laser. *Oper Dent* 30: 304-310, 2005.
58. Lopes GC, Baratieri LN, de Andrada MA, Vieira LC. Dental adhesion: present state of the art and future perspectives. *Quintessence Int* 33: 213-224, 2002.
59. Perdigão J, Lopes M. Dentin bonding-questions for the new millennium. *J Adhes Dent* 1: 191-209, 1999.
60. Söderholm KJ. Dental adhesives.... how it all started and later evolved. *J Adhes Dent* 2: 227-230, 2007.
61. Berkmeier WW, Cooley RL. Laboratory evaluation of adhesive systems. *Operative Dentistry Supplement* 5: 50-6, 1992.
62. Retief DH, Denys FR. Adhesion to enamel and dentin. *Am J Dent* 2 Spec No:133-44,1989.
63. Alexieva C. Character of the hard tooth tissue-polymer bond. II : Study of the interaction of human tooth enamel and dentin with N-phenylglycine-glycidyl Methacrylate adduct, *Journal of Dental Research* 58 : 1884-1886, 1979.
64. Edward J. Swift. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatric Dentistry* 24:5, 2002.
65. Asmussen E, Munksgaard EC. Bonding of restorative materials to dentin : status OF dentin adhesives and impact on cavity design and filling techniques. *International Dental Journal* 38 : 97-104, 1988.
66. Eick JD, Cobb CM, Chappell RP, Spencer P, Robinson SJ. The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. Part I. *Quintessence Int.* 22: 967-977, 1991.
67. Huang GT, Söderholm KJ. In vitro investigation of shear bond strength of a phosphate based dentinal bonding agent. *Scand J Dent Res* 97: 84-92, 1989.
68. Torney DL. The retentive ability of acid-etched dentin. *J Prosthet Dent* 39: 169-172, 1978.
69. Van Dijken JW, Hörstedt P. In vivo adaptation of restorative materials to dentin. *J Prosthet Dent* 56: 677-681, 1986.
70. Bowen RL, Tung MS, Blosser RL, Asmussen E. Dentine and enamel bonding agents. *Int Dent J* 37(3):158-6, 1987.
71. Burke FJ, McCaughey AD. The four generations of dentin bonding. *Am J Dent* 8(2):88-92, 1995.
72. Barkmeier WWC, ooley RL. Resin adhesive systems. In vitro evaluation of dentin bond strength and marginal microleakage. *J Esthet Dent* 1:67-72, 1989.
73. Prati C, Nucci C, Montanari G. Shear bond strength and microleakage of dentin bonding systems. *J Prosthet Dent* 65:401-407, 1991.
74. Swift EJ Jr, Hansen SE: Effect of new bonding systems on . *Am J Dent* 2:77-80, 1989.
75. Swift EJ Jr. Microleakage of dentin adhesive systems. *J Esthet Dent* 3:91-94, 1991.

76. Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res* 71:1530-40, 1992.
77. Swift EJ. Bonding stem for restorative materials a comprehensive review. *Pediatr Dent* 20: 2, 1998.
78. Van Meerbeek B, Dhem A, Goret-Nicaise M, Braem M, Lambrechts P, VanHerle G. Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone. *J Dent Res* 72:495-501, 1993.
79. Inokoshi S, Hosoda H, Harnirattisai C, Shimada. Interfacial structure between dentin and seven dentin bonding systems revealed using argon ion beam etching. *Oper Dent* 18:8-16, 1993.
80. Kanca J. Resin bonding to wet substrate. I. Bonding to dentin. *Quintessence Int* 23:39-41, 1992.
81. Swift EJ Jr, Triolo PT Jr. Bond strengths of Scotchbond Multi-Purpose to moist dentin and enamel. *Am J Dent* 5:318-20, 1992.
82. Gwinnett AJ, Yu S. Shear bond strength, microleakage and gap formation with fourth generation dentin bonding agents. *AmJ Dent* 7:312-14, 1994.
83. Tjan AHL, Castenuovo J, Liu P. Bond strength of multistep and simplified-step systems. *AmJ Dent* 9:269-72, 1996.
84. Swift EJ Jr, Wilder AD Jr, May KN Jr, Waddell SL. Shear bond strengths of one-bottle dentin adhesives using multiple applications. *Oper Dent* 22:194-99, 1997.
85. Swift EJ Jr, Bayne SC. Shear bond strength of a new "onebottle" dentin adhesive. *Am J Dent* 10:184-88, 1997.
86. Kanca J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am J Dent* 5: 213-215, 1992.
87. Perdigão J, Van Meerbeek B, Lopes MM, Ambrose WW. The effect of a re-wetting agent on dentin bonding. *Dent Mater* 15: 282-295, 1999.
88. Tay FR, Gwinnett JA, Wei SH. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free acetone-based, single-bottle primer/adhesives. *Dent Mater* 12: 236-244, 1996.
89. Sasaki N, Odajima S. Stress-strain curve and Young's modulus of a collagen molecule as determined by the X-ray diffraction technique. *J Biomech* 29: 655-658, 1996.
90. Watanabe I, Nakabayashi N. Bonding durability of photocured phenyl-P in TEGDMA to smear layer-retained bovine dentin. *Quintessence Int.* 24: 335-342, 1993.
91. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Davidson CL. Effect of two etching times on the sealing ability of Clearfil Liner Bond 2 in Class V restorations. *Am J Dent* 10: 66-70, 1997.
92. Vicente A, Bravo LA, Romero M. Self-etching primer and non-rinse conditioner versus phosphoric acid: alternative methods for bonding brackets. *Eur J Orthod* 28:173-8, 2006.
93. Dunn JR. iBond: the seventh-generation, one-bottle dental bonding agent. *Compend Contin Educ Dent* 24:14-8, 2003.
94. Kugel G, Ferrari M. The science of bonding: from first to sixth generation. *J Am Dent Assoc* 131: 20-25, 2000.

95. Abo T, Uno S, Sano H. Comparison of bonding efficiency of an all in one adhesive with a self etching primer system. *Eur J Oral Sci* 28: 112-118, 2004.
96. Barkmeier WW, Matrangola LF, Mandras RS, Latta MA, Thurmond JW. Three year clinical evaluation of the Clearfil Liner Bond System. *J Dent Res* 75: 397, 1996.
97. Trevino DF, Duke ES, Robbins JW, Summit JB. Clinical evaluation of Scotchbond multi-purpose adhesive system. *J Dent Res* 75: 397, 1996.
98. Van Meerbeek B, Peumans M, Gladys S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Three-year clinical effectiveness of four total-etch dentinal adhesive systems in cervical lesions. *Quint Int* 27: 775–784, 1996.
99. Van Meerbeek B, Peumans M, Verschueren M, Gladys S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Clinical status of ten dentin adhesive systems. *J Dent Res* 73: 1690-702, 1994.
100. Aw TC, Lepe X, Johnson GH, Mancini L. One year clinical evaluation of an ethanol-based and a solvent-free dentin adhesive. *Oper Dent* 17: 451-6, 2004.
101. Leinfelder KF. Current developments in dentin bonding systems: Major progress found in today's product. *J Am Dent Assoc* 124: 40-2, 1993.
102. M. Peumans, P. Kanumilli, J. De Munck, K. Van Landuyt, P. Lambrechts, B. Van Meerbeek. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials. *Dental Materials* 21: 864–881, 2005.
103. Sano H, Shono T, Takatsu T & Hosoda H. Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer *Operative Dentistry* 19: 59-64, 1994.
104. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG & Pashley DH. Nanoleakage: Leakage within the hybrid layer *Operative Dentistry* 20(1) 18-25, 1995.
105. De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Suzuki K. Four-year water degradation of total etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res* 82: 136-140, 2003.
106. Van Meerbeek B, Conn L Jr, Duke ES, Robinson SJ, Eick JD & Guerrero D. Transmission electron microscopy examination of non-demineralized and demineralized resin-dentin interface formed by two dentin adhesive systems *Journal of Dental Research* 75(3) 879-888, 1996.
107. Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Duke ES, Eick JD & Robinson SJ. A TEM study of two water based adhesive systems bonded to dry and wet dentin *Journal of Dental Research* 77(1) 50-59, 1998.
108. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Eight-year clinical evaluation of a two-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dent Mater* 26: 1176–84, 2010.
109. Akimoto N, Takamizu M, Momoi Y. 10-year clinical evaluation of a self-etching adhesive system. *Oper Dent* 32: 3–10, 2007.
110. Van Dijken JW, Sunnegardh-Gronberg K, Lindberg A. Clinical long-term retention of etch-and-rinse and self-etch adhesive systems in non-carious cervical lesions. A 13 years evaluation. *Dent Mater* 23: 1101–1117, 2007.
111. Perdigao J, Geraldini S, Hodges JS. Total-etch versus self-etch adhesive: effect on postoperative sensitivity. *J Am Dent Assoc* 134: 1621–1629, 2003.
112. Unemori M, Matsuya Y, Akashi A, Goto Y, Akamine A. Self-etching adhesives and postoperative sensitivity. *Am J Dent* 17: 191–195, 2004.

113. 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* 4:255–269, 2002.
114. Sadek FT, Goracci C, Cardoso PE, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength of current dentin adhesives measured immediately and 24 hours after application. *J Adhes Dent* 7: 297–302, 2005.
115. Van Landuyt KL, Mine A, De Munck J, Countinho E, Peumans M, Jaecques S, et al. Technique sensitivity of water-free one-step adhesives. *Dent Mater* 24: 1258–1267, 2008; .
116. 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* 26: 1035–1342, 2005.
117. Salz U, Mucke A, Zimmermann J, Tay FR, Pashley DH. pKa value and buffering capacity of acidic monomers commonly used in self-etching primers. *J Adhes Dent* 8:143–150, 2006.
118. Chan KM, Tay FR, King NM, Imazato S, Pashley DH. Bonding of mild self-etching primers/adhesives to dentin with thick smear layers. *Am J Dent* 16: 340–346, 2003.
119. Mine A, De Munck J, Vivan Cardoso M, Van Landuyt KL, Poitevin A, Kuboki T, Yoshida Y, Suzuki K, Van Meerbeek B. Enamel-smear compromises bonding by mild self-etch adhesives. *J Dent Res* 89: 1505-1509, 2010.
120. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Vanmeerbeek B. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res* 83: 454–458, 2004.
121. Shirai K, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Lambrechts P, Suzuki K, et al. Effect of cavity configuration and aging on the bonding effectiveness of six adhesives to dentin. *Dent Mater* 21:110–124, 2005.
122. De Munck J, Shirai K, Yoshida Y, Inoue S, Van Landuyt K, Lambrechts P, et al. Effect of water storage on the bonding effectiveness of 6 adhesives to Class I cavity dentin. *Oper Dent* 31:456–465, 2006.
123. Brackett WW, Covey DA, St Germain Jr HA. One-year clinical performance of a self-etching adhesive in class V resin composites cured by two methods. *Oper Dent* 27:218–22, 2002.
124. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater* 24:90–10, 2008.
125. Hashimoto M. A review—micromorphological evidence of degradation in resin-dentin bonds and potential preventional solutions. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 92:268–80, 2010.
126. Frankenberger R, Strobel WO, Lohbauer U, Kraemer N, Petschelt A. The effect of six years of water storage on resin composite bonding to human dentin. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials* 69:25–32, 2004.
127. De Munck J, Mine A, Poitevin A, Van Ende A, Cardoso MV, Van Landuyt KL, et al. Meta-analytic review of parameters involved in dentin bonding. *Journal of Dental Research* 91:351–357, 2012.

128. Giulio Marchesi , Andrea Frassetto , Annalisa Mazzoni , Fabianni Apolonio , Marina Diolosa , Milena Cadenaro , Roberto Di Lenarda , David H. Pashley , Franklin Tay , Lorenzo Breschi . Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-Year in vitro study. *J Dent* 42:603-612, 2014
129. Masao Hanabusa , Atsushi Mine, Takuo Kuboki , Yasuko Momoi ,Annelies Van Ende , Bart Van Meerbeek , Jan De Munck. Bonding effectiveness of a new ‘multi-mode’ adhesive to enamel and dentine. *J Dent.* 40:475-484, 2012.
130. Frankenberger R, Lohbauer U, Roggendorf MJ, et al. Selective enamel etching reconsidered: better than etch-and-rinse and self-etch? *J Adhes Dent* 10:339–344, 2008.
131. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, et al. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *J Dent Res* 79:1385–1391, 2000.
132. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, et al. Micromorphological changes in resin-dentin bonds after 1 year of water storage. *J Biomed Mater Res* 63:306–311, 2002.
133. Torii Y, Itou K, Nishitani Y, Ishikawa K, Suzuki K. Effect of phosphoric acid etching prior to self-etching primer application on adhesion of resin composite to enamel and dentin. *American Journal of Dentistry* 15:305–308, 2002;.
134. Van Landuyt KL, Peumans M, De Munck J. Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive. *Dent Mater* 22:533–44, 2006.
135. Proença JP, Polido M, Osorio E. Dentin regional bond strength of self-etch and total-etch adhesive systems. *Dent Mater* 23:1542–8, 2007.
136. Perdigao J, Sezinando A, Monteiro PC. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *American Journal of Dentistry* 25:153–8, 2012.
137. Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. *J Dent* 20: 3-10, 1992.
138. Kidd EA. Microleakage in relation to amalgam and composite restorations. A laboratory study. *Br Dent J* 16: 305-310, 1976.
139. Gwinnett JA, Tay FR, Pang KM, Wei SH. Comparison of three methods of critical evaluation of microleakage along restorative interfaces. *J Prosthet Dent* 74: 575-585, 1995;.
140. Ferrari M, Mason PN, Fabianelli A, Cagidiaco MC, Kugel G, Davidson CL. Influence of tissue characteristics at margins on leakage of Class II indirect porcelain restorations. *Am J Dent* 12: 134-142, 1999.
141. Déjou J, Sindres V, Camps J. Influence of criteria on the results of in vitro evaluation of microleakage. *Dent Mater* 12: 342-349, 1996.
142. Bergenholtz G. Iatrogenic injury to the pulp in dental procedures: Aspects of pathogenesis, management and preventive measures. *Int Dent J* 41: 99-110, 1991.
143. David H. Pashleya, Franklin R. Tay, Lorenzo Breschi, Leo Tjäderhane, Ricardo M. Carvalhof, Marcela Carrilhog, Arzu Tezvergil-Mutluay. State of the art etch-and-rinse adhesives. *dental materials* 27 :1–16, 2011.
144. Pashley DH, Horner JA, Brewer PO. Interactions of conditioners on the dentin surfaces. *Oper Dent* 17: 127–150, 1992.
145. Cadenaro M, Breschi L, Rueggeberg FA, Suchko M, Grodin E, Agee KA, Di Lenarda R, Tay FR, Pashley DH. Effects of residual ethanol on the rate and degree of conversion of five experimental resins. *Dent Mater* 25: 621–628, 2009.

146. Sano H, Yoshikawa T, Pereira PN, Kanemura N, Morigami M, Tagami J, Pashley DH. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. *J Dent Res*. 78: 906-911, 1999.
147. Pioch T, Staehle HJ, Wurst M, Duschner H, Dörfer C. The nanoleakage phenomenon: influence of moist vs dry bonding. *J Adhes Dent* 4: 23-30, 2002.
148. Nakabayashi N. Resin reinforced dentin dur to infiltration of monomers into the dentin at the adhesive interface. *J Jpn Dent Mater*, 1:78 81, 1982.
149. Dönmez N, Özer F.. Hibrit tabakası, özellikleri ve hibrit tabakasında gözlenen mikroskopik oluşumlar. *GÜ Diş Hek Fak Derg* 24 : 57-62, 2007.
150. Nakajima M, Ogata M, Okuda M, Tagami J, Sano H, Pashley DH. Bonding to caries-affected dentin using self-etching primers. *Am J Dent* 12: 309- 314, 1999.
151. Perdigao J, May KN, Wilder AD, Lopes M. The effect of depth of dentin demineralization on bond strengths and morphology of the hybrid layer. *Oper Dent* 25: 186-194, 2000.
152. Kanca J. A method for bonding to tooth structure using phosphoric acid as a dentine-enamel conditioner. *Quintessence Int*. 22:285-290, 1991.
153. Kanca J. Improved bond strength through acid etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. *J Am Dent Assoc*. 123:35-43, 1996.
154. Kanca J. Wet bonding: Effect of drying time and distance. *Am J Dent*. 9:273-276, 1996.
155. Pashley DH. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Oper Dent*. 17:229-242, 1992.
156. Bouillaguet S. Bonding resin-based materials to the dentin-pulp complex. [Thesis.] University of Geneva, Geneva, Switzerland, 2002:46.
157. Spencer P, Swafford JR. Unprotected protein at the dentin-adhesive interface. *Quintessence Int*. 30: 501-507, 1999.
158. De Goes MF, Pachane GC, García-Godoy F. Resin bond strength with different methods to remove excess water from the dentin. *Am J Dent* 10: 298-301, 1997.
159. Nelson SJ. Wheeler's dental anatomy, physiology, and occlusion. 9ed., Philadelphia, WB Saunders, 2010.
160. Hosoya Y. Resin adhesion to the ground young permanent enamel: influence of etching times and thermal cycling test. *J Clin Pediatr Dent* 18: 115-122, 1994.
161. Simonsen JR. Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatr Dent* 24: 393-413, 2002.
162. Hosoya Y. The effect of etching times on ground primary enamel. *J Clin Pediatr Dent* 15: 188-194, 1991.
163. Hosoya Y, Goto G. Resin adhesion to the ground primary enamel: influence of etching times and termal cycling test. *J Clin Pediatr Dent* 17: 25-31, 1992.
164. Geerts A, Bolette A, Seidel L, Gueers A "An In Vitro Evaluation of Leakage of Two Etch and Rinse and Two Self-Etch Adhesives after Thermocycling," *International Journal of Dentistry*, 2012:7, 2012.
165. <http://www.bisco.com/catalog/AllBond%20Universal.pdf> 21.06.2014.
166. http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSufSevTsZxtUOxmBOx_UevUqevTSevTSevTSeSSSSSS--&fn=016-851.pdf21.06.2014
167. http://www.kuraraydental.eu/fileadmin/downloads/Studies_Manuals/se_bond_scientific_folder_10_years_anniversary_low_res.pdf 21.06.2014

168. http://www.kuraray-dental.eu/fileadmin/SDS_Downloads/CLEARFIL_TRI-S_BOND_PLUS__CLEARFIL_S_3_BOND_PLUS__GB_.pdf 21.06.2014.
169. <http://www.gulsa.com.tr/images/upload/e974178d04a4fbf6179cb5f24baa7ff7.pdf>. 21.06.2014.
170. http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSuH8gc7nZxtU582vN8_vevUqe17zHvTSevTSeSSSSSS&fn=Adper_Single_Bond_2_English.pdf. 21.06.2014
171. Retief DH. Do adhesive prevent microleakage? *Int Dent J* 44: 19-26,1994.
172. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent* 22: 173-185,1997.
173. Bergenholtz G, Cox CF, Loesche WJ, Syed SA. Bacterial leakage around dental restorations: its effect on the dental pulp. *J Oral Pathol* 11: 439-450, 1982.
174. Going RE. Microleakage around dental restorations: a summarizing review. *J Am Dent Assoc* 84: 1349-1357, 1972.
175. Pashley DH. Clinical considerations of microleakage. *J Endod* 16: 70-77,1990.
176. Payne JH. The marginal seal of Class II restorations: flowable composite resin compared to injectable glass ionomer. *J Clin Pediatr Dent* 23:123-130, 1999.
177. White SN, Yu Z, Tom JF, Sangsurasak S. In vivo microleakage of luting cements for cast crowns. *J Prosthet Dent* 71: 333-338, 1994.
178. Andrews JT, Hembree JH. In vivo evaluation of marginal leakage of four inlay cements. *J Prosthet Dent* 35: 532-537, 1976.
179. Türkün LŞ, Ergücü Z. Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerinin karşılaştırılması. *G Ü Dişhek Fak Derg* 21: 143-151, 2004.
180. Grossman ES, Matejka JM. In vitro marginal leakage in varnished and lined amalgam restorations. *J Prosthet Dent* 69: 469-474, 1993;.
181. Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J* 26: 37-43, 1993.
182. Barnes DM, Thompson VP, Blank LW, McDonald NJ. Microleakage of Class 5 composite resin restorations: a comparison between in vivo and in vitro. *Oper Dent* 18: 237-245,1993.
183. Watanabe I, Nakabayashi N, Pashley DH. Bonding to ground dentin by a Phenyl-P self etching primer. *J Dent Res* 73:1212-1220, 1994.
184. Pashley EL, Tao L, Mackert JR, Pashley DH. Comparision of in vitro and in vivo bonding of composite resin to the dentin of canine teeth. *J Dent Res* 67: 467-470, 1998.
185. Grey SE, Burgess JO. An in vivo and in vitro comparision of two dentin bonding agents. *Dent Mater* 7:161-165, 1991.
186. Peschke A, Blunck U, Roulet JF. İnfluence of incorrect application of a waterbased adhesive system on the marginal adaptation of classV restorations. *Am J Dent* 13: 249-256, 2000 .
187. Hansen SE, Swift EJ. Microleakage with gluma: effects of unfield resin polymerisation and storage time. *Am J Dent* 2: 266-268, 1989.
188. Tay FR, Gwinnet AJ, Pang KM, Wei SHW. Variability in microleakage observed in a total etch wet-bonding technique under different handling conditions. *J Dent Res* 74:1168-1178, 1995.

189. Dauvillier BS, Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Visco-elastic parameters of dental restorative materials during setting. *J Dent Res* 79: 818-823, 2000.
190. Labella R, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dent Mater* 15: 128-3, 1999.
191. Muniz M, Quioca J, Dolci GS, Reis A, Loguercio AD. Bonded amalgam restorations: microleakage and tensile bond strength evaluation. *Oper Dent* 30: 228-233, 2005; .
192. Ferracane DJ, Adoy P, Matsimo H, Mark VA. Relationship between shade and depth of cure for light-cured composites. *Dent Mater* 2: 80-84, 1988.
193. Charbeneau GT. Principles and Practice of Operative Dentistry. Philadelphia: Lea & Febinger 163-165, 1988.
194. Lacy AM, Young DA. Modern concepts and material for the pediatric dentistry. *Pediatr Dent* 18: 469-475, 1996.
195. Rueggeberg FA. Contemporary issues in photocuring. *Compend Contin Educ Dent Suppl* 25: 4-15, 1999;.
196. Deb S, Sehmi H. A comparative study of the properties of dental resin composites polymerized with plasma and halogen light. *Dent Mater* 19: 517-22, 2003.
197. Gökçe K, Özel E, Kompozit restorasyonlarda son gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi* 15: 52-60, 2005.
198. Munksqaard EC, Hoh G, Jorgensen KD. Dentin Polymer bond in resin fillings tested in vitro by thermo and load cycling. *J. Dent. Res* 64: 144-146, 1985.
199. Fasbinder DJ, Burgess JO, Robbins JW. Tensile bond strengths of dental adhesives to dentin to enamel. *Dent Mater* 5: 272-276, 1989.
200. Eliades GC, Vougiathlakis GJ. 31-NMR study of P-based dental adhesives and electrone probe micro analysis of stimulated interaces with dentin. *Dent Mater.*, 5:101-108, 1989.
201. Wendt SL, Mc Innes PM, Dickinson GL. The effect of thermocycling in microleakage analysis. *Dent Mater* 8: 181-184, 1992.
202. Ayaz F, Tağtekin D, Yanıkoğlu F. Dentine bağlanma ve değerlendirme metodları. *J Dent Fac Atatürk Uni* 4 : 49-56, 2011.
203. Gwinnett AJ, Yu S. Effect of long-term water storage on dentin bonding. *Am J Dent* 8:109-111, 1995.
204. Burrow MF, Satoh M, Tagami J. Dentin bond durability after 3 years using a dentin bonding agent with and without priming. *Dent Mater* 12:302- 307, 1996.
205. Kato G, Nakabayashi N. The durability of adhesion to phosphoric acid etched, wet dentin substrates. *Dent Mater* 14:347-352, 1998.
206. Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: A systematic review. *Dent Mater* 21(10): 895-910, 2005.
207. 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* 48: 131-137, 2006.
208. Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. *Am J Dent* 4: 231-236, 1991.
209. Crim GA, Shay JS. Microleakage pattern of a resin-veneered cavity liner. *J Prosthet Dent.* 58: 273-276, 1987.

210. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 27: 89-99, 1999.
211. Ayyıldız S, Uyar A, Yüzügüllü B. Diş hekimliğinde Mikrosızıntı ve inceleme yöntemleri. *Atatürk Üniv. Dis Hek. Fak. Derg.* 19: 219-226, 2009.
212. Karatoprak O, Kırzioğlu Z. Comparison of the microleakage and cementing characteristics of three different cements used to cement stainless steel crowns. *Atatürk Üniversitesi Dis Hek Fak Derg* 1: 21-27, 1997.
213. Akal N, Öztağ N. Paslanmaz çelik kronlarda mikrosızıntının in vitro olarak değerlendirilmesi. *Pedodonti Klinik/Araştırma* 3: 114-118, 1996.
214. Guelmann M, Bookmyer KL, Villalta P, Garcia-Godoy F. Microleakage of restorative techniques for pulpotomized primary molars. *J Dent Child* 71: 209-211, 2004.
215. Charlton DG, Moore BK. In vitro evaluation of two microleakage detection tests. *J Dent* 20: 55-58, 1992.
216. Arhun N, Arman A, Cehreli SB, Arkan S, Karabulut E, Gulsahı K. Microleakage beneath ceramic and metal brackets bonded with a conventional and an antibacterial adhesive system. *Angle Orthod* 76: 1028-1034, 2006.
217. Arkan S, Arhun N, Arman A, Cehreli SB. Microleakage beneath ceramic and metal brackets photopolymerized with LED or conventional light curing units. *Angle Orthod.*;76: 1035-1040, 2006.
218. Raskin A, Tassery H, D'hoore W, Gonthier S, Vreven J, Degrange M, Dejaou J. Influence of the number of sections on reliability of in-vitro microleakage evaluations. *Am J Dent* 6:207-210, 2003.
219. Williams PT, Schramke D, Stockton L. Comparison of two methods of measuring dye penetration in restoration microleakage studies. *Oper Dent* 27(6):628-35, 2002;.
220. Raskin A, D'Hoore W, Gonthier S, Degrange M, Déjou J. Reliability of in vitro microleakage tests: a literature review. *J Adhes Dent* 3 :295-308, 2001.
221. Wenner KK, Fairhurst CW, Morris CF, Hawkins IK, Ringle RD. Microleakage of root restorations. *J Am Dent Assoc* 117(7):825-828, 1988.
222. Amarante de Camargo DA, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L, de Sousa Neto MD, Consani S. Influence of the methodology and evaluation criteria on determining microleakage in dentin-restorative interfaces. *Clin Oral Investig* 10:317-323, 2006;.
223. Koraslı D, Zıraman F, Ozyurt P, Cehreli SB. Microleakage of self-etch primer/adhesives in endodontically treated teeth. *J Am Dent Assoc* 138: 634-640, 2007.
224. Dibb RG. Comparison of marginal microleakage of flowable composite restorations in primary molars prepared by high-speed carbide bur, Er:YAG laser, and air abrasion. *J Dent Child* 73: 122-126, 2006.
225. Arcuri MR, Schneider RL, Strug RA, Clancy JM. Scanning electron microscope analysis of tooth enamel treated with rotary instruments and abrasives. *J Prosthet Dent* 69:483-90, 1993.
226. Silva AP, Menezes MM, Araújo RM. Influence of cleaning and sterilization on the cut of diamond burs. *J Bras Clin Odontol Integr* 6:239-45, 2002.
227. Siegel SC, von Fraunhofer JA. Assessing the cutting efficiency of dental diamond burs. *J Am Dent Assoc* 127: 763-72, 1996.

228. Siso SH, Bayrak I, Donmez N. Bond Strengths and Microleakage of Composites Bonded with Novel Adhesives. 5th International Congress on Adhesive Dentistry, 2013
229. Perdigão J, Kose C, Mena-Serrano AP, De Paula EA, Tay LY, Reis A, Loguercio AD. A new universal simplified adhesive: 18-month clinical evaluation. *Oper Dent* 39: 113-27, 2014.
230. Van Landuyt KL, Kanumilli P, De Munck J, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bond strength of a mild self-etch adhesive with and without prior acid-etching. *J Dent* 34: 77-85, 2006.
231. Perdigão J, Lopes MM, Gomes G. In vitro bonding performance of self-etch adhesives: II--ultramorphological evaluation. *Oper Dent* 33: 534-549, 2008.
232. Rotta M, Bresciani P, Moura SK, Grande RH, Hilgert LA, Baratieri LN, Loguercio AD, Reis A. Effects of phosphoric acid pretreatment and substitution of bonding resin on bonding effectiveness of self-etching systems to enamel. *J Adhes Dent* 9: 537-545, 2007.
233. de Alexandre RS, Sundfeld RH, Giannini M, Lovadino JR. The influence of temperature of three adhesive systems on bonding to ground enamel. *Oper Dent* 33: 272-281, 2008.
234. Erickson RL, Barkmeier WW, Kimmes NS. Bond strength of self-etch adhesives to pre-etched enamel. *Dent Mater* 25: 1187-1194, 2009.
235. Loguercio AD, Moura SK, Pellizzaro A, Dal-Bianco K, Patzlaff RT, Grande RH, Reis A. Durability of enamel bonding using two-step self-etch systems on ground and unground enamel. *Oper Dent* 33: 79-88, 2008.
236. Reis A, Moura K, Pellizzaro A, Dal-Bianco K, de Andrade AM, Loguercio AD. Durability of enamel bonding using one-step self-etch systems on ground and unground enamel. *Oper Dent* 34: 181-191, 2009.
237. Abdalla AI, Feilzer AJ. Two-year water degradation of self-etching adhesives bonded to bur ground enamel. *Oper Dent* 34: 732-740, 2009.
238. Monticelli F, Toledano M, Silva AS, Osorio E, Osorio R. Sealing effectiveness of etch-and-rinse vs self-etching adhesives after water aging: influence of acid etching and NaOCl dentin pretreatment. *J Adhes Dent* 10: 183-188, 2008.
239. Erickson RL, Barkmeier WW, Kimmes NS. Fatigue of enamel bonds with self-etch adhesives. *Dent Mater* 25: 716-720, 2009.
240. Perdigão J, Monteiro P, Gomes G. In vitro enamel sealing of self-etch adhesives. *Quintessence Int* 40:225-233, 2009.
241. Bortolotto T, Doudou W, Stavridakis M, Ferrari M, Krejci I. Marginal adaptation after aging of a self-etching adhesive containing an antibacterial monomer. *J Adhes Dent* 9 :311-7, 2007.
242. Brackett WW, Tay FR, Looney SW, Ito S, Haisch LD, Pashley DH. Microtensile dentin and enamel bond strengths of recent self-etching resins. *Oper Dent* 33: 89-95, 2008.
243. Souza-Junior EJ, Prieto LT, Araújo CT, Paulillo LA. Selective enamel etching: effect on marginal adaptation of self-etch LED-cured bond systems in aged Class I composite restorations. *Oper Dent* 37: 195-204, 2012.
244. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Kanumilli P, Yoshida Y, Inoue S, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Restoring cervical lesions with flexible composites. *Dent Mater* 23: 749-754, 2007.

245. Loguercio AD, Lorini E, Weiss RV, Tori AP, Picinatto CC, Ribeiro NR, Reis A. A 12-month clinical evaluation of composite resins in class III restorations. *J Adhes Dent* 9:57-64, 2007.
246. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Five-year clinical effectiveness of a two-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent* 9:7-10, 2007.
247. Lührs AK, Guhr S, Schilke R, Borchers L, Geurtsen W, Günay H. Shear bond strength of self-etch adhesives to enamel with additional phosphoric acid etching. *Oper Dent* 33: 155-162, 2008.
248. Souza-Junior EJ, Araújo CT, Prieto LT, Paulillo LA. Influence of the LED curing source and selective enamel etching on dentin bond strength of self-etch adhesives in class I composite restorations. *Lasers Med Sci* 27: 1175-1182, 2012.
249. Khosravi K, Ataei E, Mousavi M, Khodaeian N. Effect of phosphoric acid etching of enamel margins on the microleakage of a simplified all-in-one and a self-etch adhesive system. *Oper Dent* 34: 531-536, 2009.
250. Choi KK, Condon JR, Ferracane JL. The effects of adhesive thickness on polymerization contraction stress of composite. *J Dent Res* 79: 812-817, 2000;.
251. Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Marginal integrity related to bond strength and strain capacity of composite resin restorative systems. *J Prosthet Dent* 64: 658-64, 1990.
252. Rees JS, O'Dougherty D, Pullin R. The stress reducing capacity of unfilled resin in a Class V cavity. *J Oral Rehabil* 26: 422-427, 1999.
253. Frankenberger R, Perdigão J, Rosa BT, Lopes M. "No-bottle" vs "multi-bottle" dentin adhesives--a microtensile bond strength and morphological study. *Dent Mater* 17:373-380, 2001.
254. 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* 7:133-141, 2005.
255. Pashley EL, Agee KA, Pashley DH, Tay FR. Effects of one versus two applications of an unfilled, all-in-one adhesive on dentine bonding. *J Dent* 30:83-90, 2002.
256. Rueggeberg FA, Margeson DH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *J Dent Res* 69:1652-1658, 1990.
257. Van Landuyt KL, de munck J, Snauwaert J, Coutinho E, Poitevin A, Yoshida Y, et al. Monomer-solvent phase separation in one-step self-etch adhesives. *J Dent Res* 8:183-188, 2005.
258. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Iitthqgarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent* 30:371-382, 2002.
259. Tay FR, Suh BI, Pashley DH, Pratic, Chuang SF, Li F. Factors contributing to incompatibility between the simplified steps adhesives and self-cured or dual cured composites. Part 11. Single-bottle, total etch adhesive. *J Adhesive Dent* 5: 91-105, 2003.
260. Yoshida Y, Yoshikara K, Nagaoka N, Hayakawa S, Torii Y, Ogawa T, Osaka A, Meerbeek BV. Self-assembled nano-layering at the adhesive interface. *Journal of Dental Research* 91:376-8, 2012.

261. Torneck CD. Dentin-Pulp Complex. Oral histology: development, structure, and function (Ten Cate AR, ed). Fourth edition. St. Louis, Mosby-Year Book Inc. Vol 10, 169-217, 1994.
262. Di Lenarda R, Cadenaro M, De Stefano Dorigo E. Cervical compomer restorations: the role of cavity etching in a 48-month clinical evaluation. *Oper Dent* 25:382-387, 2000.
263. Perdigao J, Gomes G, Duarte S Jr, Lopes MM. Enamel bond strengths of pairs of adhesives from the same manufacturer. *Oper Dent* 30: 492-499, 2005.
264. Koliniotou-Koumpia E, Dionysopoulos P, Koumpia E. In vivo evaluation of microleakage from composites with new dentine adhesives. *J Oral Rehabil* 2004; 31: 1014-1022.
265. Yap A, Stokes AN, Pearson GJ. An in vitro microleakage study of a new multi-purpose dental adhesive system. *J Oral Rehabil* 23:302-308, 1996.
266. Pilo R, Ben-Amar A. Comparison of microleakage for three one-bottle and three multiple-step dentin bonding agents. *J Prosthet Dent* 82:209-213, 1999.
267. Boj JR, Martin AM, Espasa E, Cortes O. Bond strength and micro morphology of a self-etching primer versus a standard adhesive system with varying etching times in primary teeth. *Eur J Paediatr Dent* 5:233-238, 2004.
268. Cehreli ZC, Altay N. Etching effect of 17% EDTA and a nonrinse conditioner (NRC) on primary enamel and dentin. *Am J Dent* 13:64-68, 2000.
269. Hosoya Y, Kawashita Y, Yoshida M, Suefuji C, Marshall GW, Jr. Fluoridated light-activated bonding resin adhesion to enamel and dentin: primary vs. permanent. *Pediatr Dent* 22:101-116, 2000.
270. 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* 17:105-109, 1999.
271. Johnston CD, Burden DJ, Hussey DL, Mitchell CA. Bonding to molars--the effect of etch time (an in vitro study). *Eur J Orthod* 20:195-199, 1998.
272. Luke LS. Restorative Technics. (Barber TK, Luke LS, ed). Pediatric Dentistry. Boston, Bristol, London: PSG Inc, 145-155, 1982.
273. Munoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NH. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent* 41:404-11, 2013.
274. Koutsi V, Noonan RG, Horner JA, Simpson MD, Matthews WG, Pashley DH. The effect of dentin depth on the permeability and ultrastructure of primary molars. *Pediatr Dent* 16:29-35, 1994.
275. Bordin-Aykroyd S, Sefton J, Davies EH. In vitro bond strengths of three current dentin adhesives to primary and permanent teeth. *Dent Mater* 8:74-8, 1992.
276. Salama FS, Tao L. Comparison of Gluma bond strength to primary vs. permanent teeth. *Pediatr Dent* 13:163-6, 1991.
277. Nor JE, Feigal RJ, Dennison JB, Edwards CA. Dentin bonding: SEM comparison of the resin-dentin interface in primary and permanent teeth. *J Dent Res* 75:1396-403, 1996.
278. Johnsen D. Comparison of primary and permanent teeth. Oral Development and Histology, (Avery JA, ed). Philadelphia, Pa: BC Decker 180-190, 1988.

279. de Araujo FB, García-Godoy F, Issao M. A comparison of three resin bonding agents to primary tooth dentin. *Pediatr* 19:253-257,1997.
280. el-Kalla IH, García-Godoy F. Bond strength and interfacial micromorphology of compomers in primary and permanent teeth. *Int J Paediatr Dent* 8:103-114, 1998.
281. Casagrande L, Brayner R, Barata JS, de Araujo FB. Cervical microleakage in composite restorations of primary teeth--in vitro study. *J Dent* 33:627-632, 2005.
282. Walshaw PR, McComb D. Clinical considerations for optimal dentinal bonding. *Quintessence Int* 27:619-625, 1996.
283. Buonocore MG, Quigley M. Bonding of synthetic resin material to human dentin: preliminary histological study of the bond area. *J Am Dent Assoc* 57(6):807-811, 1958.
284. Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. *J Esthet Dent* 3:133-138, 1991.
285. Marshall GW Jr. Dentin: microstructure and characterization. *Quintessence Int* 24:606-617, 1993.
286. Fernandes CP, Chevitarese O. The orientation and direction of rods in dental enamel. *J Prosthet Dent* 65:793-800, 1991.
287. Heymann HO, Bayne SC. Current concepts in dentin bonding: focusing on dentinal adhesion factors. *J Am Dent Assoc* 124:26-36, 1993.
288. Esra uzel. Çelik E, Yıldız G, Katırcı G. Sklerotik dentine bağlanma. *EÜ Dişhek Fak Derg* 30: 61-74, 2009.
289. Miguez P, Castro P, Nunes M, Walter R, Pereira P. Effect of acid-etching on the enamel bond of two self-etching systems. *J Adhes Dent* 5:107–112, 2003.