



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**FARKLI ASİTLEME TEKNİKLERİ KULLANILARAK UYGULANAN
KOMPOMER RESTORASYONLARDA MİKROSIZINTININ
KARŞILAŞTIRMALI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Betül Büşra URSAVAŞ

**PEDODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Tuğba BEZGİN**

ANKARA

2022

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ASİTLEME TEKNİKLERİ KULLANILARAK UYGULANAN
KOMPOMER RESTORASYONLARDA MİKROSİZİNTİNİN
KARŞILAŞTIRMALI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Betül Büşra URSAVAŞ

PEDODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Tuğba BEZGİN

EŞ DANIŞMAN
Prof. Dr. Burak BİLECENOĞLU

ANKARA

2022

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne;

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum 'Farklı Asitleme Teknikleri Kullanılarak Uygulanan Kompomer Restorasyonlarda Mikrosızıntının Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi' başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan klinik çalışma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler ve yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Betül Büşra URSAVAŞ

Tarih : 03.01.2022

İmza :

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Pedodonti Anabilim Dalında
Betül Büşra URSAVAŞ tarafından hazırlanan
‘Farklı Asitleme Teknikleri Kullanılarak Uygulanan Kompomer Restorasyonlarda
Mikrosızıntının Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi’ adlı tez çalışması
aşağıdaki jüri tarafından DOKTORA TEZİ olarak OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi

Jüri Başkanı

Komite Üyesi

Komite Üyesi

Üye

Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

İmza
Prof. Dr. Fügen AKTAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	vii
Şekiller	viii
Çizelgeler	ix
1.GİRİŞ	1
1.1. Adezyon	2
1.1.1. Adezyon Türleri	3
1.2. Diş Hekimliğinde Adezyon	4
1.2.1. Mineye Adezyon	4
1.2.1.1. Minenin Asit ile Pürüzlendirilmesi	5
1.2.2. Dentine Adezyon	7
1.2.2.1. Smear Tabakası	8
1.2.2.2. Dentinin Asit ile Pürüzlendirilmesi	9
1.2.2.3. Hibrit Tabaka	10
1.3. Dentin Bağlayıcı Sistemler	11
1.3.1. Yüzey Şartlandırıcılar (Conditioner, Pürüzlendirici, Dağlayıcı)	11
1.3.2. Primer Ajan	12
1.3.3. Adeziv Resin (Bonding Ajan, Örtücü Ajan, Sealer)	12
1.3.4. Dentin Bağlayıcı Sistemlerin Sınıflandırılması	13
1.3.4.1. Nesillere Göre Sınıflandırılması	13
1.3.4.2. Klinik Uygulama Yöntemlerine Göre Sınıflandırılması	15
1.3.4.2.1. Total-Etch (Etch and Rinse) Adeziv Sistemler	15
1.3.4.2.2. Self-Etch (SE) Adeziv Sistemler	16
1.3.4.2.2.1. Universal (Multimod) Adeziv Sistemler	18
1.4. Mikrosızıntı	18
1.4.1. Klinik Olarak Diş Hekimliğinde Mikrosızıntı Nedenleri	20
1.4.1.1. Mine, Dentin ve Restoratif Materyal Arasındaki Termal Genleşme Katsayısının Farklı Olması	21
1.4.1.2. Resin Esaslı Restoratif Materyallerde Polimerizasyon Sırasında Büzülme Olması	21
1.4.1.2.1. Kavite Geometrisi, Konfigürasyon Faktörü (C-Faktör)	21
1.4.1.2.2. Kavite Boyutu	21
1.4.1.2.3. Uygulama Tekniği	22
1.4.1.2.4. Kullanılan Işık Tipi ve Yöntemi	22
1.4.1.3. Çiğneme Kuvvetleri Nedeniyle Materyalde Elastik Deformasyon Meydana Gelmesi	23
1.4.1.4. Zaman İçerisinde Restorasyon Yüzeyinde Aşınma Meydana Gelmesi	24

1.4.1.5. Restoratif Materyalin Uygulanması Esnasında Teknik Hassasiyet Gösterilmemesi	25
1.6. Mikrosızıntı Değerlendirme Yöntemi	25
1.6.1. Hava Basıncı Yöntemi	25
1.6.2. Sıvı Filtrasyonu Yöntemi	26
1.6.3. Elektrokimyasal Yöntem	27
1.6.4. Nötron Aktivasyonu Yöntemi	27
1.6.5. Radyoizotop Yöntemi	28
1.6.6. Bakteriyel Sızıntı Yöntemi	28
1.6.7. Boya Penetrasyon Yöntemi	27
1.6.7.1. Gümüş Nitrat Kullanımı	30
1.6.8. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT) ile Mikrosızıntının Değerlendirilmesi	31
1.7. Çiğneme Simülatörü ile Ağız Ortamının Taklit Edilmesi	33
1.8. Amaç	35
2. GEREÇ VE YÖNTEM	36
2.1. Örneklerin Toplanması ve Saklanması	36
2.2. Örneklerin Hazırlanması	37
2.3. Örneklerin Gruplandırılması ve Restorasyonların Yerleştirilmesi	37
2.3.1. Total-Etch Grubu	38
2.3.2. Selektif-Etch Grubu	38
2.3.3. Self-Etch Grubu	39
2.4. Çiğneme Simülatörü ile Dinamik Yükleme	40
2.5. Mikrosızıntının Değerlendirilmesi	41
2.6. İstatistiksel Değerlendirme	43
3. BULGULAR	44
3.1. Grupların Birbirleriyle Olan Karşılaştırılması	44
3.2. Grupların Kendi İçlerinde Karşılaştırılması	45
4. TARTIŞMA	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	64
ÖZET	65
SUMMARY	66
KAYNAKLAR	67
EKLER	86
Ek-1: Etik Kurul Kararı	86
ÖZGEÇMİŞ	90

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında süt dişlerinde universal adeziv kullanılarak yapılan kompomer restorasyonlarda üç farklı asitleme tekniğinin mikrosızıntı üzerine etkisi araştırılmıştır.

Doktora eğitimim boyunca bana her konuda destek olan; engin bilgisi, tecrübesi ve sabrını hiç bir zaman esirgemeyen; hem tez çalışmamda hem de tüm mesleki hayatımda büyük emeği olan; sevgisini her zaman hissettiğim ve hayatım boyunca örnek alacağım değerli danışman hocam Doç. Dr. Tuğba Bezgin'e,

Değerli bilimsel ve mesleki tecrübelerinden yararlandığım ve yanlarında eğitim almaktan gurur duyduğum Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri'ne,

Akademik bilgilerini, yardımlarını ve sabırlarını her zaman paylaşan, kapılarını her zaman çalabildiğim Dr. Öğr. Üyesi Burcu Nihan Yüksel ve Doç. Dr. Akif Demirel'e,

Beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm asistan arkadaşlarım ve kürsü personeline,

Tez çalışmamın örneklerinin mikro-BT ile taranması ve incelenmesi aşamasındaki yardım ve desteklerinden dolayı değerli yardımcı danışman hocam Prof. Dr. Burak Bilecenoğlu'na ve Dr. Öğr. Üyesi Mert Ocak'a,

Hayatımızın başında karşılaşp, hiç ayrılmadığımız; farklı şehirlerde, ülkelerde de olsak hep yanımda hissettiğim canım arkadaşlarım Şimal Cemre Erer, Elif Mutaftçılar, Hilal Kılınç Seyhun, Yeşim Ünlübaş ve Fulya Aydın'a

Bugünlere gelebilmem için karşılıksız sevgileriyle her türlü özveri ve fedakârlığı gösteren, hayatım boyunca her konuda ve attığım her adımda bana duydukları güveni hissettiren, teşekkürlerin yetersiz kalacağı canım annem, babam ve kardeşime,

Tanıdığım günden beri ikinci ailem olan, sevgileri ve destekleri ile her zaman yanımda olduklarını bildiğim Satı Ursavaş, Kadri Celal Ursavaş ve Merve Ursavaş'a,

Elimden tutup beni doktora eğitimine başlatan, her düştüğümde kaldıran, birlikte en kötü günleri bile güzelleştirebildiğimiz en büyük destekçim canım eşim Ali Ursavaş'a ve mutluluk kaynağım, hayatımın anlamı biricik kızım Beril'e

Sevgi, saygı ve tüm içtenliğimle teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
<	Küçüktür
>	Büyüktür
Bis-ema	Bisfenol A etil metakrilat
Bis-GMA	Bis-fenol A glisidil metakrilat
cm	Santimetre
dk	Dakika
EDTA	Etilen Diamin tetraasetik asit
g	Gram
HA	Hidroksiapatit
HEMA	Hidroksietil metakrilat
Hz	Hertz
LED	Light Emitting Diode
MDP	Methacryloyloxydecyldihydrogenphosphate
Mikro-BT	Mikro Bilgisayarlı tomograf
mm	Milimetre
MMA	Metil Metakrilat
MPa	Megapaskal
NPG-GMA	N-(2-hidroksil-3-metakriloksipropil)-N-fenilglisin
OH	Hidroksil İyonu
pH	Power of hydrogen
s	Saniye
SE	Self-etch
TEGDMA	Tri Etil Glikol Dimetakrilat
TEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
TE	Total-etch
UDMA	Üretan dimetakrilat
µm	Mikrometre

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Tip 1 asitlenmiş mine dokusu	6
Şekil 1.2. Tip 2 asitlenmiş mine dokusu	6
Şekil 1.3. Tip 3 asitlenmiş mine dokusu	7
Şekil 1.4. Hibrit tabaka	10
Şekil 1.5. Klinik uygulama yöntemlerine göre adeziv rezinlerin sınıflaması	15
Şekil 1.6 Mikro-BT cihazının çalışma prensibi	32
Şekil 2.1. Kavitelerin hazırlanması	37
Şekil 2.2. Matriks bandının yerleştirilmesi	37
Şekil 2.3. Total-etch tekniği ile dişin asitlenmesi	38
Şekil 2.4. Selektif-etch tekniği ile dişin asitlenmesi	38
Şekil 2.5. Adeziv rezinin uygulanması ve restorasyonların tamamlanması	39
Şekil 2.6. Çiğneme simülatörü	41
Şekil 2.7. Mikro-BT cihazı	42
Şekil 2.8. Mikro-BT ile restorasyonun altında radyoopak olarak görüntülenen gümüş nitrat penetrasyonu	43
Şekil 3.1. Self-etch grubuna ait örneğin AgNO_3 penetrasyonunun Mikro-BT ile elde edilen görüntüsü (A: Yaşlandırma işlemi uygulanmayan örnekte AgNO_3 penetrasyonu, B: 1 yıl yaşlandırılan örnekte AgNO_3 penetrasyonu, C: 3 yıl yaşlandırılan örnekte AgNO_3 penetrasyonu)	45
Şekil 3.2. Total-etch grubuna ait örneğin AgNO_3 penetrasyonunun Mikro-BT ile elde edilen görüntüsü (A: Yaşlandırma işlemi uygulanmayan örnekte AgNO_3 penetrasyonu, B: 1 yıl yaşlandırılan örnekte AgNO_3 penetrasyonu, C: 3 yıl yaşlandırılan örnekte AgNO_3 penetrasyonu)	46
Şekil 3.3. Selektif-etch grubuna ait örneğin AgNO_3 penetrasyonunun Mikro-BT ile elde edilen görüntüsü (A: Yaşlandırma işlemi uygulanmayan örnekte AgNO_3 penetrasyonu, B: 1 yıl yaşlandırılan örnekte AgNO_3 penetrasyonu, C: 3 yıl yaşlandırılan örnekte AgNO_3 penetrasyonu)	47

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. Örneklerin gruplandırılması	40
Çizelge 3.1. Yaşlandırma sürelerine göre mikrosızıntı değerlerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi	44
Çizelge 3.2. Self-etch grubuna ait örneklerin zamana bağlı mikrosızıntı değerleri (mm ³)	45
Çizelge 3.3. Total-etch grubuna ait örneklerin zamana bağlı mikrosızıntı değerleri (mm ³)	46
Çizelge 3.4. Selektif-etch grubuna ait örneklerin zamana bağlı mikrosızıntı değerleri (mm ³)	46

1. GİRİŞ

Diş çürüğü, evrensel olarak en yaygın görülen kronik hastalıklardan biridir. Diş çürüğü, bakterilerin beslenme ile alınan karbonhidratları fermente etmesi sonucunda ortaya çıkan asitlerin diş sert dokularında oluşturduğu yıkım olarak tanımlanır (Selwitz ve ark., 2007). Diş çürüğünün tedavisi için; çürüğün temizlenmesi (kavite hazırlanması) ve kavitenin tekrar doku dostu bir materyalle örtülmesi (restorasyon) gerekir. Çürüğün temizlenmesinde geçmişte uygulanan “korumak için genişlet” prensibi adeziv diş hekimliği teknolojisi ile birlikte terk edilmiş ve günümüzde yalnızca çürük diş dokusunun uzaklaştırıldığı ‘minimal invaziv tedavi’ prensibi benimsenmeye başlanmıştır (Kaya, 2014).

Günümüzde adezyon yolu ile dişlerin sert dokularına bağlanabilen restoratif materyallerde önemli gelişmeler yaşanmıştır. 2000’li yıllardan itibaren diş hekimliği önemli değişimler yaşamış ve adeziv teknolojisi ön plana çıkmıştır. Bunun en önemli sebeplerinden biri diş renginde restoratif materyallerin adeziv rezin ajanlar ile birlikte kullanılmasıdır. Restorasyonların başarı oranı, adeziv materyallerdeki gelişme sayesinde oldukça artmış, ayrıca kavitelerin fazla genişletilmesinin de önüne geçilmiştir (Fuks, 2015). Süt dişlerinde diş renginde restoratif materyallerin kullanımı, konservatif kavite preperasyonları açısından oldukça avantajlıdır. Süt ve karışık dişlenme döneminde sıklıkla kullanılan poliasit modifiye kompozit rezin (kompomer) ve kompozit rezin gibi diş yüzeyine adeziv sistemlerle bağlanan materyaller sürekli gelişim içindedir (Mutluay, 2016).

İdeal bir restoratif materyal; diş dokularına adezyon ile bağlanmalı, pürüzsüz bir yüzeye sahip olmalı, biyouyumlu olmalı, renk değişikliği ve mikrosızıntıya sebep olmamalıdır (Küçükeşmen ve Erdoğan, 2009).

1.1. Adezyon

Adezyon; birbirinden farklı iki materyalin birbirine sıkı bir şekilde bağlanmasını sağlayan kuvvet olarak tanımlanır (Bostancıoğlu ve Tamam, 2019). Farklı moleküller arasındaki çekim kuvveti ‘adezyon’, aynı moleküllerin birbirleri arasındaki çekim kuvveti ise ‘kohezyon’ olarak adlandırılır. Adezyonu oluşturan maddeye ‘adeziv’; adezivin uygulandığı maddeye ise ‘substrat’ denir. Adezyon için, adeziv ve substrat birbirine temas etmelidir. Bir adezivin bağlanabilmesi; ıslanabilirlik, yüzey enerjisi, temas açısı, kritik yüzey enerjisi, viskozite ve yüzey pürüzlülüğüne bağlıdır (Dayangaç, 2000):

1-İslanabilirlik: Sıvının, katının bir yüzeyini arada boşluk kalmadan örtebilmesidir. İslanabilirlik adezivin viskozitesinden, yüzey yapısından ve kontaminasyon varlığından etkilenir.

2- Yüzey Enerjisi: Katı ve sıvı maddelerin yapısındaki tüm moleküller çekim kuvvetleri altındadırlar ve bu çekim normalde bir denge halini korur. Maddenin yüzeyinde bu denge bozulursa içe doğru bir çekim oluşur. Bu içe doğru oluşan çekim kuvvetine “yüzey enerjisi” denir. Sıvılarda bu kuvvete “yüzey gerilimi” denir.

3- Temas Açısı: Bir sıvı ve katı temas ettiğinde, arada oluşan açıya denir. Temas açısı sıvının yüzey gerilimine, katının da yüzey enerjisine bağlıdır. Temas açısı 90 dereceden az olduğunda, ıslanabilirlik iyidir. En iyi ıslanabilirlik temas açısı 0 derece olduğunda elde edilir.

4- Kritik Yüzey Enerjisi: Bir maddenin yüzey enerjisi ile temas açısının cosinus değerinin aynı olduğu değere “kritik yüzey enerjisi” denir. Katının kritik yüzey enerjisinden daha düşük yüzey gerilimine sahip olan sıvılar, katı maddenin yüzeyini ıslatabilir.

5- Visközite: Sıvıların yüzey gerilimi karşısında bozulmaya gösterdiği dirençtir. Bir adezivin başarılı olması için katı substrastın yüzeyinde akabilmesi önemlidir. Visközite yüksek olduğunda sıvı adezivin, katının yüzeyinden kolay akmasını engeller ve daha pöröz kısımlara penetre olmasını sağlar.

6- Yüzey pürüzlülüğü: Temas açısı pürüzsüz yüzeylerde ölçülebilir. Dolayısıyla pürüzlerin varlığı bağlantıyı artırır (Bostancıoğlu ve Tamam, 2019).

1.1.1. Adezyon Türleri

Adezyon türleri; mekanik, adsorbsiyon, difüzyon ve elektrostatik adezyondur (Dayangaç, 2000; Kaya, 2014).

Mekanik adezyon: Adezivin, substrat yüzeyindeki pürüzlü alanlara bağlanması olarak tanımlanır. Mekanik adezyonda geometrik ve reolojik faktörler etkilidir. Yüzey pürüzlülüğünün neden olduğu mekanik adezyon geometrik faktörlere; materyalin bir çıkıntı etrafına akması ve büzülerek tutunması ise reolojik etkenlere örnektir (Dayangaç, 2000).

Adsorbsiyon adezyonu: Adeziv ile adherent arasındaki kimyasal bağlanmadır. Adsorbsiyon adezyonu, primer ve sekonder kimyasal kuvvetlerin etkisiyle oluşur. Primer bağlar; iyonik, kovalent ve mekanik bağlar; sekonder bağlar ise hidrojen bağları, Van der Waals kuvvetleri gibi kuvvetlerdir (Dayangaç, 2000).

Difüzyon adezyonu: İki polimer zincirinin, arayüzeylerindeki zincir uçlarının difüzyonu ile gerçekleşen ve hareket eden moleküller arasında oluşan bağlanmadır (Kaya, 2014).

Elektrostatik adezyon: Farklı materyallerin düz yüzeyleri arasında gerçekleşen elektrostatik çekimlerdir. Zayıf bir bağlanmadır (Kaya, 2014).

1.2. Diş Hekimliğinde Adezyon

İlk defa 1955 yılında Buonocore, %85 fosforik asit uygulanmış mineye akrilik rezinin adezyonun arttığını göstermiştir (Buonocore, 1955). Minede yeterli bir bağlanma elde edilmesi sonucunda, dentinin de asitle dağlanması düşünülmeye başlanmış ve günümüzde kullanılan dental adeziv rezin sistemlerin temelleri atılmıştır. Restoratif uygulamalarda adezyon, diş dokuları ve restoratif materyaller arasında gerçekleşmektedir. Diş hekimliğinde adezyon, mine ve dentine adezyon olarak ayrı ayrı incelenebilir (Çınar, 2011).

1.2.1. Mineye Adezyon

Mine, vücuttaki en kalsifiye dokudur. Yapısının hacimce %86'sını inorganik madde, %14'ünü organik madde ve su oluşturur. Ağırlıkça ise; %95'ini inorganik, %1'ini organik madde, %3'ünü su oluşturur. Mineral yapısı; kalsiyum fosfat ve hidroksiapatitten (HA) oluşmaktadır. HA prizmalar şeklinde bir arada toplanır ve dişin uzun aksına dik bir şekilde yerleşir. Prizma aralarındaki boşlukları su ve organik madde doldurur (Van Noort ve Barbour, 2014).

Mine yüzeyine adezyon; mine dokusu sınırları içinde preparasyon yapılarak ya da yapılmadan uygulanan tüm materyaller için gereklidir. Mine yüzeyine kompozit rezinin bağlanmasında esas mekanizma; mine prizmalarını çevreleyen alandaki makrotaglara ve mikropörözitelere rezinin bağlanmasıdır (Milia ve ark., 2012). Geleneksel olarak çeşitli konsantrasyonlardaki fosforik asit ile minenin pürüzlendirilmesi, çeşitli restoratif materyallerin bağlanmasını sağlayan mikropörözitelerin oluşturulması için kullanılan geleneksel bir yöntemdir (Peutzfeldt ve Nielsen, 2004). Asitleme ile mineden kalsiyum ve fosfat uzaklaştırılarak mikropöröziteler oluşturulur ve rezin buralara infiltre olarak polimerize olur. Böylece difüzyon mekanizmasına dayanan bir mikromekanik bağlantı sağlanır (Summitt ve ark., 2006).

1.2.1.1. Minenin Asit ile Pürüzlendirilmesi

Buonocore minenin asit ile pürüzlendirilmesini önerdiğinden beri farklı konsantrasyonlardaki fosforik asit ajanlar bu amaçla kullanılmıştır. Asitle pürüzlendirme, iki şekilde adezyona yardımcı olur (Van Noort ve Barbour, 2014);

1- Yüzey pürüzlülüğünü arttırarak adezyon için daha fazla yüzey alanı oluşturur.

2- Yüzey enerjisini arttırır. Rezin ile mine arasındaki temas açısı azalır. Böylece ıslanabilirlik artar.

Fosforik asit uygulanması sonrasında, adeziv restorasyonların mineye makaslama bağlanma kuvveti 1-145 Megapaskal (MPa) arasında değişir (Kanca, 1997; Pilecki ve ark., 2005; Swift Jr. ve ark., 1999). Ortalama 20 MPa'lık bir bağlanma kuvveti pek çok restorasyon için mikrosızıntı gelişimini engelleyecek yeterli bir retansiyon sağlar.

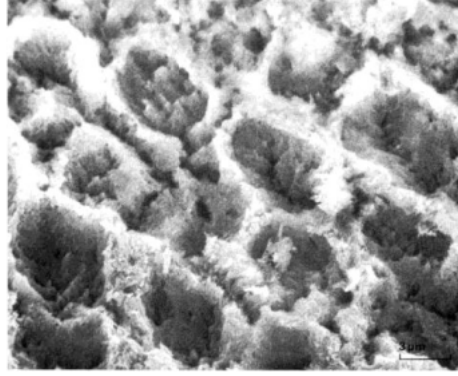
Asitle pürüzlendirmenin başarısı; asidin türüne, konsantrasyonuna, uygulama yöntemi ve süresine ayrıca dişin mine/dentin dokusunun yapısal özelliklerine bağlıdır. Silverstone ve ark. (1974) mine dokusunda yeterli retansiyonun sağlanması için %30-40'lık fosforik asit uygulanmasını önermişlerdir. Önerilen konsantrasyondan yüksek konsantrasyonlarda mine dokusundan daha az kalsiyum (Ca) çözünür ve düşük konsantrasyonlara göre daha başarısız bir bağlanma oluşur (Manson-Rahemtulla ve ark., 1984). Bunun nedeni; düşük pH'ın çözünme hızını yavaşlatarak solüsyonun hızla doygunluğa ulaşmasına neden olmasıdır (Van Noort ve Barbour, 2014). Günümüzde genellikle %30-40 oranında fosforik asit jeller kullanılmaktadır (Bağış ve Ertaş, 2003; Eymirli ve Turgut, 2019). Bu aralıkta asit uygulanması sonrası mine yüzeyi 10µm kadar uzaklaştırılır, Kristallerin çevresinde 5-50 µm derinliğinde pöröziteler oluşur (Eliades ve ark., 2005; Sofan ve ark., 2017)

Genel olarak kabul gören yöntem, mineye 15-30 saniye arasında ortofosforik asit uygulanmasıdır (Lopes ve ark., 2007). Geçmişte, asit uygulama süresi arttığında

daha derin pürüzlendirmeler elde edileceği düşünülmekteydi (Triolo Jr. ve ark., 1993). Ancak, son yıllardaki çalışmalar, asitle pürüzlendirme süresinin rezin-mine bağlanma dayanımını etkilemediğini, kısa asit uygulama süresinin de yeterli olduğunu göstermiştir (Cardenas ve ark., 2018; Kimmes ve ark., 2010).

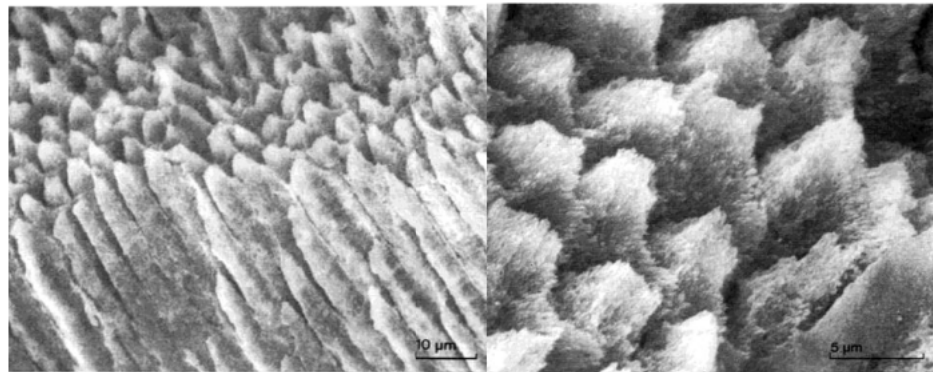
Minede asitleme sonrası 3 farklı yapı oluştuğu bildirilmiştir (Bostancıoğlu ve Tamam, 2019; Rivzi, 2015, Silverstone ve ark., 1975)

Tip 1: Mine prizmalarının merkezi uzaklaştırılır. Perifer kısmı bozunmadan kalır. En sık görülen tip budur (Şekil 1.1.).



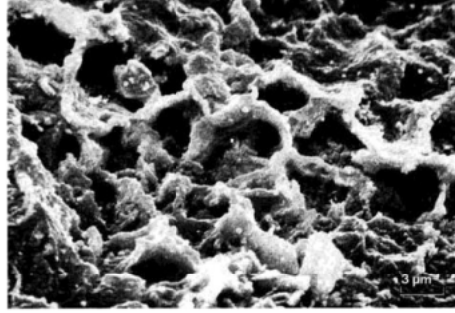
Şekil 1.1. Tip 1 asitlenmiş mine dokusu (Silverstone ve ark., 1975)

Tip 2: Mine prizmalarının perifer kısmı uzaklaşır. Merkezi bozulmadan kalır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Tip 2 asitlenmiş mine dokusu (Silverstone ve ark., 1975)

Tip 3: Prizma morfolojisine benzemeyen, diğer tiplere benzeyen karışık alanlar oluşur (Şekil 1.3) (Rivzi, 2015).



Şekil 1.3. Tip 3 asitlenmiş mine dokusu (Silverstone ve ark., 1975)

1.2.2. Dentine Adezyon

Dentin; mineraller, organik matriks ve sudan oluşur. Ağırlığının yaklaşık %70'i mineral, %20'si organik maddedir. Hacminin ise %45'i mineral, %33'ü organik matriks ve geriye kalan kısmı sudur. Mineral içeriğini hidroksiapatit kristalleri, organik madde içeriğini ise kollajenler oluşturur (Tjäderhane ve ark., 2009).

Dentin dokusu çapları 1-2,5 mikrometre kadar olan ve içlerinde sıvı bulunan tübüllerden oluşmaktadır. Tübüllerin çevresi 'peritübüler dentin' olarak adlandırılan hipermineralize dentin ile örtülüdür. 'İntertübüler dentin' ise peritübüler dentine göre daha az mineralizedir ve dentinin daha büyük kısmını oluşturur. İntertübüler dentine komşu kanallardan sıvı ve liflerin geçisini sağlayan submikron tübüller açılmaktadır. Peritübüler ve intertübüler dentin miktarları dentinin farklı bölgelerinde değişkenlik gösterir. Bu nedenle dentin mineden farklı olarak heterojen yapıdadır (Dayangaç, 2000; Erickson ve ark., 2009; Stein ve ark., 2005; Taschner ve ark., 2010).

Dentine adezyon mineye adezyondan zordur. Bunun iki ana nedeni vardır: 1) Dentinin yukarıda bahsedilen heterojenik yapısı, 2) Dentin ve pulpa basınçlarının farklı olması nedeniyle tübüllere sürekli sıvı akışının olması ve dentin yüzeyinin kuru

kalmasını zorlaştırması (Rivzi 2015). Dentindeki adezyon kalitesini etkileyen diğer faktörler ise; kavite hazırlığı sırasında oluşan smear tabakası varlığı; dentin tübüllerinin yoğunluğu, boyutları ve uzunluklarındaki farklılıklar ve dentin sklerozudur. Dentin sklerozu; abrazyon ya da erozyon gibi travmatik durumlarda dentinin yapısının değişmesidir ve bu durum bağlantıyı güçleştirir.

Adezyon, aynı zamanda dentinin nemliliğinden etkilenir. Derin dentine adezivlerin bağlanması, sıvı akışı nedeniyle yüzeyel dentine göre daha zordur. Yeni geliştirilen adeziv sistemlerdeki hidrofilik monomerler nemli yüzeylere de bağlanabilmekte böylece bu dezavantaj aşılmaya çalışılmaktadır (Rivzi 2015).

1.2.2.1. Smear Tabakası

Mine ve/veya dentin frezle ya da başka bir şekilde prepare edildikten sonra yüzeylerinde inorganik dentin kalıntıları, denatüre olmuş kollajen, HA, odontoblastlar, kan hücreleri, bakteriler ve tükürük içeren bir debris oluşur. Bu tabakaya ‘smear tabakası’ denir (Albers, 2002; Van Landuyt ve ark., 2005). Bu tabaka dentin kanallarının açıldığı yüzeyleri kapatarak ‘smear tıkaçları’ni oluşturur. Smear tabakası ve tıkaçları pulpa dentin kompleksini korurlar. Bu yapıların; dentin diffüzyonunu %25-30 oranında; dentin sıvısının hareketini ise %80-90 oranında azalttığı tespit edilmiştir (Bouillaguet ve ark., 1998; Mjör, 2001).

Smear tabakası mekanik olarak herhangi bir aletle veya pomza ile kaldırılamaz. Ancak asit uygulayarak kolayca diştan uzaklaştırılabilir (Kanca, 1997). Fakat, bu durum dentin sıvısının hareketini artırır. Bu sıvı, adezyon kalitesini düşürebilir çünkü özellikle hidrofobik rezinler hidrofilik yapılara etkin bağlanamazlar. Bu nedenle dentine adezyon mineye adezyondan farklı ve zordur (Perdigao 2007; Roberson ve ark., 2006). Günümüz dentin adezivleri smear tabakanın kaldırılmasını veya modifiye edilmesini hedeflerler (Dayangaç, 2000).

1.2.2.2. Dentinin Asit ile Pürüzlendirilmesi

Dentine asit uygulanması sonucunda; yüzeyel HA kristalleri ve kavite preparasyonu sonucunda oluşan smear tabakası uzaklaştırılır. Su oranı %20'den %70'e çıkar çünkü su asitleme sonucu mineral yapıların uzaklaştığı boşlukları doldurur. Mineraller uzaklaştığı için yüzeyel kollajen yapı açığa çıkar. Su, açığa çıkan kollajenlerin büzülmesini önleyecektir (Sezinando, 2014).

Su ile yıkandıktan sonra dentin, minede olduğu gibi tamamen hava ile kurutulmamalıdır. Aşırı kurutma kollajen yapının büzülmesine yol açar ve çökmüş kollajen ağız adeziv rezin istenilen düzeyde infiltre olamaz. Mine ve dentin beraber asitlendiğinde ve aseton içeren bir adeziv kullanıldığında, 'nemli bağlanma' tekniği izlenmelidir. Ancak, mineyi tam olarak kurutmak gerekirken dentinin nemli kalmasını sağlamak klinik olarak zordur. Ayrıca dentinde istenen orta nemlilik düzeyini ayarlamak kolay değildir. Dentin dokusunun aşırı nemli kalması da adezivin seyrelemesine bağlı olarak adezyon kalitesinin azalmasına sebep olur (Sezinando, 2014).

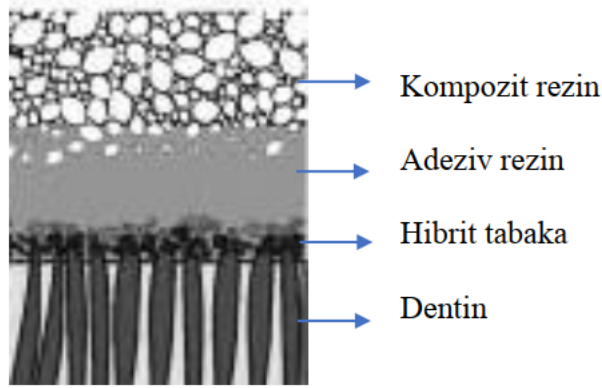
Smear tabakası ve yüzeyel HA kristallerinin uzaklaştırılması için dentine 15 s asit uygulanması önerilmiştir (Van Meerbeek ve ark., 2001). Daha sonra yapılan çalışmalarda 15 s ve 30 s süre ile dentinin asitlenmesi arasında adezivin bağlanması ve dayanıklılığı açısından bir fark bulunmamıştır (Bolaños-Carmona ve ark., 2006; Perdigão ve ark., 2001; Pioch ve ark., 1998). Önerilen pürüzlendirme süresi günümüzde 15-30 saniye olarak kabul edilmektedir (Cardenas ve ark., 2018; Kakar ve ark., 2011; Kimmes ve ark., 2010; Wang ve Spencer 2004).

1.2.2.3. Hibrit Tabaka

Piyasada bulunan adeziv sistemlerin tümü 'hibrit tabaka' oluşum mekanizması ile diş sert dokularına bağlanır. Hibrit tabaka terimi; demineralize edilmiş yüzeylere bonding ajanın infiltrasyonunu ve ardından polimerizasyonunu tarif eder (Şekil 1.4).

(Eliades ve ark., 2005). Hibrit tabaka, adeziv rezinin uygulandığı mine, dentin ve sementte oluşabilir.

Dentin dokusu söz konusu olduğunda; asit uygulanmasından sonra ortaya çıkan kollajen matrikse, bir çözücü içinde çözünmüş olan bonding ajan komonomerleri infiltre olur. Bu yapı polimerize edildiğinde restorasyon ile dentin birbirine bağlanmış olur. Ancak, adeziv monomerlerinin tümü hibrit tabakaya infiltre olamaz, bir miktarı kollajen lifler arasından uzaklaşır. Bu kısım ileride oluşabilecek nanosızıntının sebebidir (Pashley ve ark., 2011; Swift, 2001).



Şekil 1.4. Hibrit tabaka (Dönmez ve Özer 2007)

Hibrit tabakanın istenen şekilde oluşabilmesi için; asit uygulanmasıyla demineralize olan mineraller nedeniyle açığa çıkan kollajen fibril ağının büzülmesini önlemek gerekir. Bu amaçla dentinin dehidratasyonu önlenmelidir. Eğer dentin dokusu gereğinden fazla kurtulur ve kollajen fibril ağı büzülürse, primer adeziv ajan bu yapıya etkin şekilde diffüze olamaz (Dönmez ve Özer, 2007).

Hibrit tabakanın kalınlığını (1-5 mikron) genellikle dentinin demineralizasyon derinliğinin belirlediği kabul edilir (Armstrong ve ark., 2000; Dönmez ve Özer, 2007; Uno ve Finger, 1996). Uygulanan asite bağlı olarak demineralizasyon derinliği değişebilir. (Perdigão ve ark., 2000). Hibrit tabakası kalınlığının bağlanma dayanıklılığına etkisi tam olarak bilinmemektedir. Nakajima ve ark. (1999) ile

Perdigão ve ark. (2000); hibrit tabaka kalınlığının adeziv sistemlerin bağlanma dayanımını etkilemediğini bildirmişlerdir. Hashimoto ve ark. (2000) ise, hibrit tabakanın kalınlığını arttırmak için asit uygulama süresinin uzatılmasının, bağlanma kuvvetini düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

1.3. Dentin Bağlayıcı Sistemler

Hibrit tabaka oluşum mekanizmasını ve adeziv bağlanmaya olan etkisini anlamak için total-etch (asitle-yıka) ve self-etch (kendinden pürüzlendirmeli) yöntemlerinde kullanılan komponentleri bilmek gerekir. Bunlar:

1. Yüzey şartlandırıcı
2. Primer
3. Adeziv rezin'dir (Dayangaç, 2000).

1.3.1. Yüzey Şartlandırıcılar (Conditioner, Dağlayıcı, Pürüzlendirici)

Kullanım amaçları öncelikle diş sert dokularındaki mineral yapıyı ve ayrıca smear tabakasını uzaklaştırmaktır. Böylece kollajen fibriller ortaya çıkar ve aynı zamanda dentin geçirgenliği artar. Yüzey şartlandırıcılar mine ve dentini 'primer ajan' uygulanması için hazırlar (Sofan ve ark., 2017).

Piyasada farklı içerikte yüzey şartlandırıcılar vardır [Örn: maleik asit, etilen diamin tetraasetik asit (EDTA), oksalik asit, ortofosforik asit, nitrik asit]. Nitrik asit gibi kuvvetli asitler daha etkilidir, dentin tübüllerini yaygın olarak açarlar. EDTA gibi orta asidik ajanlar tübüllerde parsiyel bir açılma sağlarlar (Van Noort ve Barbour, 2014). Mine ve dentinin beraber asitlendiği teknikte genellikle %35-37'lik fosforik asit kullanılır (Swift ve ark., 1995).

1.3.2. Primer Ajan

Primerler bir çözücü içinde çözünmüş halde bulunan bifonksiyonel monomerlerdir. Hidrofilik diş dokuları ve hidrofobik adeziv restoratif materyaller arasındaki ilk bağlantıyı oluşturur (Van Noort ve Barbour, 2014).

Primerler, asit uygulaması sonucunda açığa çıkan kollajen liflerinin dizilişlerini değiştirir ve monomerin dentin tübüllerine taşınabilmesine olanak sağlarlar. Ayrıca, primer içeriğindeki solventler buharlaştığında dentin yüzeyindeki fazla nemi ortamdan uzaklaştırarak dentin adeziv ara yüzeyindeki adeziv faz değişimini engellemeye yardımcı olurlar. Dentin yüzey özelliklerinin primerler vasıtasıyla değiştirilmesi ve rezin uygulanması hibrit tabakayı güçlendirilir. Primer ajanları, hidrofilik kollajen lifler ile hidrofobik adeziv rezin kopolimeri arasında köprü kurarak adezyon başlatıcı olarak da görev yaparlar (Schulze ve ark., 2003).

Primer ajanlar, etanol ve aseton gibi çözücüler içinde çözünmüş halde bulunurlar. Bu çözücülerin görevi ortamdaki suyu bulmak ve onunla yer değiştirmektir. Böylece bağlayıcı ajan demineralize dentine taşınmış olurlar (Van Noort ve Barbour, 2014).

1.3.3. Adeziv Resin (Bonding Ajanı, Örtücü Ajan, Sealar)

Hidrofilik rezin primer ve hidrofobik kompozit rezin arasında bağlantı kuran ince tabakadır. Adeziv ajanlar, Bisfenolglisidil metakrilat (Bis-GMA) gibi hidrofobik bir rezin ile ıslanabilirliği arttırmak için Hidroksietil metakrilat (HEMA) gibi hidrofilik bir rezin içerirler. Bu sayede dentini hidrofobik hale getirerek kompozit rezinin adezyonunu kolaylaştırırlar. Adeziv rezin ajanlar genellikle doldurucu içermezler (Sofan ve ark., 2017). Adeziv ajan aynı zamanda rezin uzantılarını oluşturur (Rivzi, 2015). Adeziv rezinler genellikle komforokinon ve organik amin gibi ışıkla sertleşmeyi sağlayan komponentler içerir. Ancak dual-cure (çift kürülü) adeziv sistemler de üretilmiştir (Van Noort ve Barbour, 2014).

Asitlendikten sonra geçirgenliği artan dentinde sıvı hareketleri ve belki de asitin pulpaya geğişı ağrıya sebep olabilir. Adeziv ajanlar túbülleri örterler ve sıvı hareketleri nedeniyle oluşan ağrıyı engellerler. Ayrıca flor, antimikrobiyal komponentler, gluteraldehit gibi hassasiyet giderici iğereren adeziv rezin sistemler vardır. Ancak, adeziv ajanın uygulanmasındaki hatalar postoperatif hassasiyete sebep olabilir. (Van Noort ve Barbour, 2014).

1.3.4. Dentin Bağlayıcı Sistemlerin Sınıflandırılması

1.3.4.1. Nesillere Göre Sınıflandırılması

Birinci nesil adeziv sistemler; 1960'larda üretilen N- phenylglycine glycidly methacrylate (NPG-GMA) kökenli adezivlerdir. HA kristallerine iyonik, kollajenlere ise kovalent bağlarla bağlanırlar. Hidrofobiklerdir, bu nedenle bağlanma dayanıklılıkları çok düşüktür (Dayangaç, 2000).

İkinci nesil adeziv sistemler; 1978 yılında Bis-GMA veya HEMA gibi rezinlere halo fosfat esterleri eklenerek üretilmişlerdir. HA kristallerindeki Ca iyonları ile kompozit rezindeki fosfat grupları arasında iyonik bağ oluştururlar. Ortalama bağlanma dayanıklılıklarının 1-10 MPa kadardır (Dayangaç, 2000).

Üçüncü nesil adeziv sistemler; 1980'lerde geliştirilmişlerdir. Bu adezivler hem hidrofilik hem hidrofobik monomer olan 4metakriloksietil trimellitit anhidrit (META) kökenlidir. Smear tabakasının modifiye edilmesi prensibi ile üretilmişlerdir. Bağlanma dayanımları yaklaşık 10-14 MPa olarak bildirilmektedir (Sumitt ve ark., 2001).

Dördüncü nesil adeziv sistemler; 1990'ların başında geliştirilen ve smear tabakasının tamamını kaldırmayı hedefleyen sistemlerdir. Bu sistemin ana özelliğini etch and rinse (asitle pürüzlendirme, total-etch) yöntemi oluşturmaktadır. Bu yöntemde mine ve dentin eş zamanlı olarak asit ile pürüzlendirilip, yıkanıp, hafifçe kurutulmaktadır. Daha sonra hidrofilik bir primer ve doldurucusuz hidrofobik bir

adeziv ajan uygulanmaktadır. Bağlanma dayanımını 18-30 MPa kadardır (Anchieta ve ark., 2015).

Beşinci nesil adeziv sistemler; 1990'ların ortalarında geliştirilmiştir. Dördüncü nesil adezivlere benzer bir şekilde smear tabakasını tamamen çözmeyi hedeflemiştir. 3 aşamalı asit+primer+adeziv uygulamasını kolaylaştırmak için primer ve adeziv tek şişede bulunmaktadır. Bağlanma dayanıklılığı dördüncü nesil adezivlere benzerdir (Gupta ve ark., 2015).

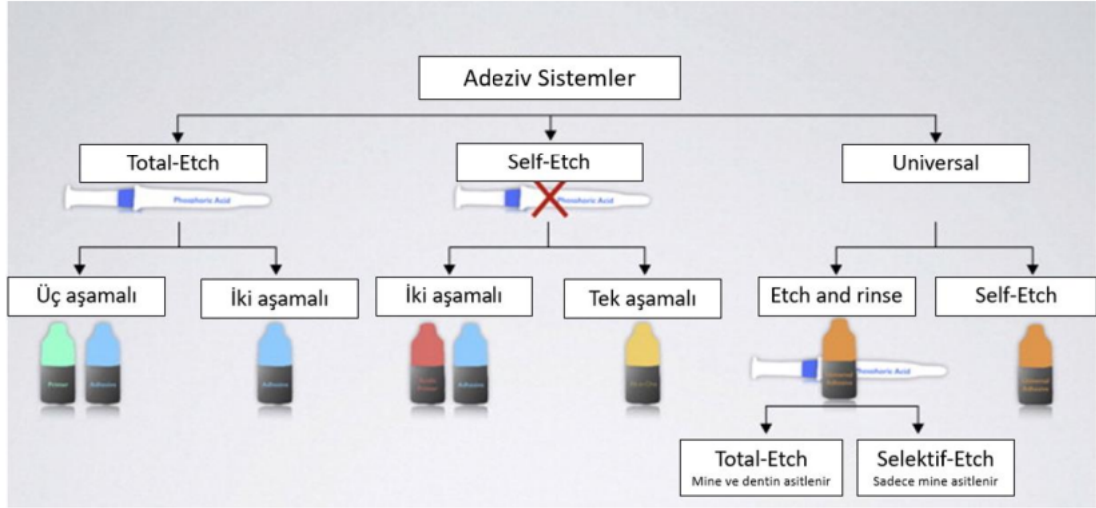
Altıncı nesil adezivler; smear tabakasının çözülmesini ancak tamamen uzaklaştırılmamasını hedeflemektedir. 2000'li yılların sonunda geliştirilmiştir. Bu adeziv sistemler tek şişede asidik primer + adeziv rezin içermektedir. Bu sayede asit uygulanması, yıkama, kurutma işlemlerine gerek kalmamaktadır. Bağlanma dayanımı dentinde yeterlidir ancak minerde zayıf olduğu bildirilmiştir (Tyas ve Burrow, 2004).

Yedinci nesil adeziv sistemler; 2000'li yıllarda geliştirilmiştir. Teknik hassasiyeti azaltmak için tek bir şişede asidik monomer+primer+adeziv rezin içermektedir. All-in-one sistemler olarak piyasaya sürülmüştür. Günümüzde kullanılan 'universal (multimod) adeziv sistemler' de yedinci nesil adeziv sistemler içinde kabul edilmektedir. Bağlanma dayanımlarının altıncı nesil adezivlere benzer olduğu bildirilmiştir (Hanabusa ve ark., 2012).

Adeziv rezin sistemlerin nesillere göre sınıflandırılmasının yetersiz olduğu düşünülmektedir. Bu yüzden klinik uygulama yöntemlerine göre bir başka sınıflama yapılmıştır (Diğdem ve Bektaş, 2006).

1.3.4.2. Klinik Uygulama Yöntemlerine Göre Sınıflandırılması

Adeziv rezinler klinik uygulama yöntemlerine göre total-etch (etch and rinse), self-etch ve multimod (universal) olarak 3 ana grupta sınıflandırılır (Aydın ve ark., 2020) (Şekil 1.5).



Şekil 1.5. Klinik uygulama yöntemlerine göre adeziv rezinlerin sınıflaması (Aydın ve ark., 2020)

1.3.4.2.1. Total-Etch (Etch and Rinse, ER) Adeziv Sistemler

Total-etch adeziv sistemler; asitle pürüzlendirme, primer ajan ve adeziv ajan uygulanmasını içeren üç aşamalı ve primer ve adeziv ajanların tek şişede birleştirildiği iki aşamalı (one bottle) sistem olarak iki grupta sınıflandırılır (Tay ve Pashley 2003; Vaidyanathan ve Vaidyanathan, 2009).

Asit, primer, adeziv uygulamasının birbirini takip ederek uygulandığı üç aşamalı total-etch sistemlerin teknik hassasiyet gerektirmesi ve uygulama süresinin uzaması sebebiyle iki aşamalı (one bottle) sistemler geliştirilmiştir. Ancak üç aşamalı total-etch sistemlerin bağlanma dayanımı ve klinik performansı iki aşamalı sistemlerden daha yüksektir (Pashley ve ark., 2011).

Total-etch adeziv sistemler yüksek klinik ve laboratuvar başarısı ile uzun zamandır kullanılmakta ve altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak teknik hassasiyet gerektirmeleri dentinin nemli ve heterojen yapısına bağlanması sırasında sorun oluşturmakta ve rezin demineralizasyon derinliğinin tamamına penetre olamamaktadır (Breschi ve ark., 2008; Erickson ve ark., 2009). Ayrıca işlem sonrası hassasiyet oranının diğer sistemlerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Frankenberger ve Tay 2005; Peumans ve ark., 2005; Swift, 2001).

1.3.4.2.2. Self-Etch (SE) Adeziv Sistemler

Total-etch adeziv sistemlerin dezavantajları, araştırmacıları klinik olarak daha rahat uygulanabilir ajanlar üretmeye yönlendirmiş ve sonuçta self-etch (SE) adeziv sistemler piyasaya sürülmüştür. Bu sistem; smear tabakasının pulpayı zararlı etkilere koruduğu düşünülerek, smear tabakasının korunduğu bir hibrit tabaka sağlanması prensibine dayanır. Bu sistemde yüzey şartlandırıcı ajan kullanılmaz. Adezivin içeriğinde asidik bir monomer bulunur ve bu sayede mine ve dentin eş zamanlı demineralize edilir (Giannini ve ark., 2015; Hamouda ve ark., 2011). Asidik monomer ilave edilmiş hidrofilik primer solüsyonu ile hidrofobik adeziv rezinden oluşan iki aşamalı veya asidik monomer, primer, adeziv rezinin birlikte bulunduğu tek aşamalı tipleri vardır (Diğdem ve Bektaş, 2006) (Şekil 1.5).

SE adezivlerde dentin yüzeyinden mineraller uzaklaştırılırken, aynı zamanda rezin monomerler infiltre olur. Bu bağlayıcı sistemde; demineralizasyon derinliği ile rezin infiltrasyon derinliğinin eşit olması istenmektedir. Bu sayede, ara yüzlerde boşluklar oluşmayacak ve mikrosızıntı olmayacaktır (Tay ve ark., 2002c). Ancak, klinik olarak demineralizasyon derinliği ile rezin infiltrasyon derinliği beklendiği şekilde benzer olamamaktadır. Adezivdeki asidik monomerler polimerize olmadan kalabilmektedir. Bu polimerize olamayan asitler hibrit tabaka oluşumundan sonra alttaki dentini dağlamaya devam edebilirler. Polimerize olamamış bu asidik monomerlerin bağlanmayı olumsuz etkileyebileceği bildirilmiştir (Oliveira ve ark., 2004). Bazı SE adezivlerde hibrit tabakanın altında kısmen demineralize olmuş ancak

rezinin infiltre olmadığı dentin dokusu kalabilir. SE adezivlerdeki bu yıkım mekanizmasının, ER adezivlerde açığa çıkmış kollajen fibrillerinin yıkımına benzer olduğu düşünülebilir (De Munck ve ark., 2003).

Tek aşamalı SE adezivler çok nemli bir dentin yüzeyine uygulandığında, yetersiz hava ile inceltme ya da dentin tübüllerindeki sıvı nedeniyle adezivde boşluklar oluşabilir. Adezivin polimerizasyonu geciktirildiğinde su, adeziv ve kompozitin arasında birikir. Yoshida ve ark. (2007)'na göre bu boşluk oluşma fenomeni yalnızca sağlam dentinde izlenebilir. Çürükten etkilenmiş dentin, sağlam dentine göre daha çok su içermesine rağmen morfolojisi farklıdır. Çürük dentinin saydam tabakasındaki dentin tübülleri mineraller ile tıkanmıştır. Kavite preparasyonu sırasında yalnızca çürükten etkilenmiş dentin kaldırılırsa, su penetrasyonu engellenebilir.

Adeziv rezinlerin içeriğindeki doldurucular da bağlanma kalitesinde önemlidir. Özellikle tek aşamalı SE adezivlerde viskoziteyi arttırmak için silika doldurucular eklenir ve yeterli film kalınlığı elde edilmiş olur. Böylece aşırı seyrelme ya da yetersiz polimerizasyonun önüne geçilir (Tay ve ark., 2002).

Son zamanlarda adeziv rezinin tamamen bağlanamadığı demineralize dentini, remineralize etmesi için florür salan SE adezivler geliştirilmiştir. Dönmez ve ark. (2005), florür içeren Clearfil Protect Bond ile florür içermeyen Clearfil SE Bond kullanarak yürüttükleri in-vitro çalışmada; 1 yılın sonunda florür içeren adezivde daha yüksek bağlanma değerleri tespit etmişlerdir.

Sonuç olarak ER sistemler altın standart olarak kabul edilse de SE adeziv sistemlerin uygulanması hızlı ve basittir. ER sistemlere göre tekniğe daha az duyarlıdır. Tedavi süresi kısaldığından nem kontaminasyonun azalacağı düşünülmektedir (Cho ve Dickens, 2004; Itthagarun ve Tay 2000). Ancak; SE sistemler minede yetersiz kalabilmektedir. ER sistemler kullanıldığında mine asitle pürüzlendirildiği için bağlantı minede genellikle yeterlidir. İdeal olarak SE sistemlerde yer alan asidik resin mine smear tabakasını tamamen çözebilmeli ve adeziv içinde dağılabilmelidir. Ancak minenin yüksek inorganik içeriği asidik rezine karşı

tamponlama yapmaktadır. Bu nedenle SE adezivlerin minede başarısı dentine göre daha düşüktür (Küçükeşmen ve Erdoğan, 2009). Son dönemlerde klinik kullanım kolaylığı sağlamak ve tek aşamalı SE adeziv sistemlerin dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacıyla "Universal" veya "Multimod" olarak adlandırılan adeziv sistemler tanıtılmıştır (Diğdem ve Bektaş, 2006).

1.3.4.2.1.1. Universal (Multimod) Adeziv Sistemler

Universal adezivler geleneksel tek aşamalı SE adezivlere benzer mekanizmaya sahiptir. HA içerisindeki kalsiyuma bağlanan karboksilat ya da fosfat monomeri içerirler. Universal adezivlere ayrıca metakriololoksidesil dihidrojen fosfat (10-MDP), silan, dipentaeritol penta akrilat (PENTA) ve poliakrilik asit gibi monomerler de eklenmiştir (Cruz ve ark., 2021; Deliperi ve ark., 2007; Diğdem ve Bektaş, 2006).

Universal adeziv sistemler, daha önceki adeziv sistemlerin avantajlarının bir araya getirilmesiyle oluşturulmuş sistemlerdir. Pulpa-dentin kompleksi ile biyoyumludurlar. Kısa klinik uygulama süresine sahiptirler. Mine, dentin ve dental restoratif materyaller ile kuvvetli bağlanmayı sağlayan stabil adeziv bir yapı oluştururlar (Chen ve ark., 2015).

Universal adezivler mine ve dentine hem mekanik hem kimyasal bağlanırlar. En önemli avantajları ise, her çeşit adezyon modeli ile çalışma izni vermeleridir. Universal adezivler hem SE hem ER olarak kullanılabilmesinin yanı sıra minede asitleme yapıp, dentinde yapılmayan ‘selektif-etch’ sistem olarak da kullanılabilirler (Diğdem ve Bektaş, 2006) (Şekil 1.5).

1.4. Mikrosızıntı

Mikrosızıntı; bakterilerin, ağız sıvılarının, moleküllerin ve iyonların kavite duvarları ile kaviteye uygulanan restorasyon materyali arasından geçişi olarak

tanımlanır (Gwinnett ve ark., 1995; Kidd, 1976; Taylor ve Lynch, 1992). Restorasyon materyalinin, kavite duvarlarına tam adapte olamaması ve iyi bir tıkama sağlayamaması nedeniyle oluşan boşluklar; plak birikimi ile bakteri ve toksinlerinin geçişine izin vererek; zaman içinde kenar renkleşmesi, işlem sonrası hassasiyet, sekonder çürük, dişeti iltihabı ve pulpa hastalıkları gibi istenmeyen durumlar meydana gelmesine neden olur (Ferrari ve ark., 1999; Gwinnett ve ark., 1995). İleri dönem pulpa hasarlarına sanıldığıının aksine restoratif materyallerin kimyasal toksisitesinden daha çok diş-restorasyon ara yüzüne sızan bakteriler neden olmaktadır. Bu sebeple mikrosızıntı restoratif tedavinin prognozunda rol alan önemli bir parametredir (Bergenholtz, 1991).

Son yıllarda restoratif materyallerin pulpaya zarar verdiği görüşü kısmen değişmiştir. Geçmiş yıllarda silikat ve çinko fosfat siman asidinin, kompozitlerdeki artık monomerin ve dental amalgam ürünlerinin pulpa hasarına neden olduğu düşünülmektedir (Cox ve ark., 1996; Çetiner 1992; De Moraes ve ark., 1999; Swift Jr, 1989). Bu toksik bileşenlerin pulpa irritasyonlarının ve nekrozunun tek nedeni olduğu sanılmaktaydı. Son yıllarda yapılan bazı çalışmalar, bu görüşü kabul etmemektedir ve pulpa reaksiyonlarının esas sebebini bakteri ve bakteri ürünlerinin diş-restorasyon arasındaki mikrosızıntısı olarak bildirmektedir (Craig, 2019; Rethwish, 2010; Zorba ve Yıldız, 2007).

Klinik olarak mikrosızıntı yorgunluk sonucunda oluşmaktadır. Yorgunluk; dinamik yüklere maruz kalan yapılarda oluşan bir başarısızlık şeklidir ve streten, restorasyon tasarımından, restorasyonun yüzeyinin durumu ve konfigürasyonundan ayrıca çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Periyodik kuvvetler karşısında oluşan yorgunluk; mikro çatlaklara ve diş restorasyon arasındaki yüzeyde başarısızlıklara neden olmaktadır (Rethwisch, 2010).

Kılcal bir boruda bulunan sıvının yüzeyi düz olamaz. Kesiti daire olan bir borudaki sıvının yüzeyi; iç bükeyliği yukarı ya da aşağıya doğru bakan kubbe biçimini alır. Sıvı çeperi ıslatırsa, yani temas açısı küçükse iç bükeyliği yukarı doğru, sıvı çeperi ıslatmıyorsa, yani temas açısı büyükse, iç bükeylik aşağıya doğru olacaktır. Sıvıların

yüzeyleri, iç bükümlük yönüne doğru yarıçapın büyüklüğü ile ters orantılı bir basınç uygularlar. Bu kuvvete kapiller basınç denir. Sıvı ve katı yüzeyindeki temas açısı 90° 'den büyük ise sıvı yukarı hareket eder. Bu durum mikrosızıntı miktarını etkiler. Kılcal borunun çapı küçüldükçe, kapiller basınç artacak ve sıvının borudaki yükselmesi de artacaktır. Bu da sıvı akışının artmasına neden olacaktır (Ayyıldız ve ark., 2009). Oysa tüm dental uygulamalarda restorasyon ve diş arasındaki boşluğun mümkün olduğunca az olması, yani çapının küçük olması istenmektedir. Bu durum bir çelişki gibi görünebilir ama diş restorasyon arasındaki marjinal sızıntı, restorasyon başarısı açısından çok büyük bir sorundur. Çünkü bu boşluk aynı zamanda, mikroorganizmalar için de bir geçiş yoludur (Humphrey ve Williamson, 2001).

1.4.1. Klinik Olarak Diş Hekimliğinde Mikrosızıntı Nedenleri

Klinik koşullarda restoratif materyallerde mikrosızıntı gelişmesi aşağıdaki koşulların varlığında görülmektedir (Fabianelli ve ark. 2009):

- Mine, dentin ve restoratif materyalin termal genleşme katsayılarının farklı olması,
- Rezin esaslı restoratif materyallerde polimerizasyon sırasında büzülme olması,
- Çiğneme kuvvetleri nedeniyle restoratif materyallerde oluşan elastik deformasyon,
- Zaman içerisinde restorasyon yüzeyinde oluşan aşınma,
- Tedavi sırasında hekimin teknik hassasiyet göstermemesi (tükürük kontaminasyonu, ışıqlama sırasında yapılan hatalar, vb.) (Fabienelli ve ark., 2009).

1.4.1.1. Mine, Dentin ve Restoratif Materyal Arasındaki Termal Genleşme Katsayısının Farklı Olması

Kompozit materyallerin termal genleşme katsayıları, diş yapısından farklıdır. Bu nedenle restorasyonlar ağız içindeki ısı değişimleri karşısında, mine ve dentinden daha fazla genleşme ve büzülmeye maruz kalırlar (Retief, 1994).

1.4.1.2. Rezin Esaslı Restoratif Materyallerde Polimerizasyon Sırasında Büzülme Olması

Estetik rezin restoratif materyallerde diğer tüm polimerlere benzer şekilde monomerin polimer zincirinde diziliş şeklinden kaynaklanan ve %1,5-3 arasında değişen hacimsel bir büzülme mevcuttur (Yap ve Seneviratne, 2001). Polimerizasyon büzülmesine etki eden faktörler şu şekilde sıralanabilir:

1.4.1.2.1. Kavite Geometrisi, Konfigürasyon Faktörü (C-Faktör)

Kompozit materyallerin polimerizasyon büzülmesine uğramaları, restoratif materyalde strese ve deformasyona sebep olur. ‘Konfigürasyon faktörü’ restorasyonun dişe bağlı yüzeylerinin, bağlı olmayan yüzeylere oranı olarak tanımlanmaktadır. Ne kadar yüksek olursa, büzülme streslerinin etkisi de o kadar yüksek olur (Choi ve ark., 2000; Versluis ve ark., 1996). Konfigürasyon faktörü 1’den az ise büzülme stresleri azalır, 3’den fazla ise stres değerleri artar (Tarle ve ark., 1998).

1.4.1.2.2. Kavite Boyutu

Polimerizasyon büzülmesi kavitenin genişliği ve derinliğinden etkilenir. Kavitenin yüzeyel ve dar olması gereken restoratif materyal miktarını ve dolayısıyla polimerizasyon büzülmesini azaltır (Dayangaç, 2000; Watts ve Marouf, 2000). Adeziv

restorasyonların altına yerleştirilecek yeterli miktarda bir elastik kaide materyalinin polimerizasyon büzülmesinin olumsuz etkilerini bir miktar önleyebildiği d    n lmektedir. Ayrıca benzer şekilde dentin bağlayıcı sistemlerin de di  dentin ara yüzü boyunca boşluksuz bir şekilde yerleştirilmesinin de etkili bir elastik bariyer görevi göreceği bildirilmiştir (Dayangaç, 2000). Kavitenin boyutu, kompozit rezin tek parça halinde yerleştirildiğinde (bulk tekniği) daha da önemli olmaktadır (Dayangaç, 2000; Unterbrink ve Liebenberg, 1999).

1.4.1.2.3. Uygulama Tekniği

Kompozit rezinin küçük parçalar halinde yerleştirilmesi polimerizasyon büzülmesini azaltır. Böylece kompozit parçaları birbirinden bağımsız olarak polimerize olur. Bu sayede, büzülme, ardarda yerleştirilen tabakalar tarafından kompanse edilerek azaltılır (Dayangaç, 2000).

1.4.1.2.4. Kullanılan Işık Tipi ve Yöntemi

Görünür ışıkla polimerize olan adeziv restorasyonlarda, 450-500 nm dalga boyundaki ışığı absorbe ederek polimerizasyonu başlatan aktivatörler (kamforokinon) bulunur. İyi bir polimerizasyon için bütün kamforokinon molekülleri yeterli g  te ışığı absorbe etmelidir. Polimerizasyonun başarısı; ışık cihazının gücü, ışığın uygulanma süresi, ışık cihazının uygulanma mesafesi, uygulanan tabakanın kalınlığı ve restoratif materyalin rengi gibi faktörlerden etkilenir (Dayangaç, 2000).

Daha güçlü ışık daha çok aktivatörün etkilenmesini sağlar (Curtis ve ark., 1995; Rueggeberg ve ark., 1994). Plazma ark (PAC, Xenon) ve lazer gibi ışık gücü yüksek ışık kaynakları polimerizasyonun hızını arttırarak, uygulama süresinin kısılmasını sağlarlar. Ancak polimerizasyon hızının artması, pre-jel faz süresini azaltarak, polimerizasyon büzülmesini arttırabilir. Yüksek ışık şiddeti sayesinde, halojen ışık kaynaklarıyla ışıkla polimerize olan rezinlerin 40 saniye ışınlanması gerekirken,

plazma ark ışık cihazlarıyla 3-10 saniyelik ışınlama genellikle yeterlidir (Hofmann ve ark., 2000; Millar ve Nicholson 2001; Oesterle ve ark., 2001). Işık cihazının dişe uzaklığı da ışık şiddetini etkileyen diğer bir faktördür. Işık cihazının ucunun restorasyon yüzeyinden 10 mm uzaklaştırılmasının ışık şiddetini %50 oranında azalttığı bildirilmiştir (Lovell ve ark., 1999; Stritikus ve Owens, 2000).

Günümüzde daha iyi bir polimerizasyon sağlamak ve polimerizasyon büzülmesini en aza indirmek için en çok kullanılan yöntemler şunlardır;

- Yüksek ışık şiddeti ile hızlı polimerizasyon,
- Düşük ışık şiddetiyle başlangıç polimerizasyonun ardından yüksek ışık şiddetiyle uygulamanın bitirildiği “soft-start” polimerizasyon,
- Kısa süreli ışık uygulamasıyla başlangıç polimerizasyonun yapılmasının ardından bir süre bekledikten sonra son ışık uygulanmasının yapıldığı “pulse-delay” polimerizasyon yöntemidir (Sahafi ve ark., 2001a; Sahafi ve ark., 2001b).

1.4.1.3. Çiğneme Kuvvetleri Nedeniyle Materyalde Elastik Deformasyon Oluşması

Bir restoratif materyalin üzerine yük geldiğinde deformasyona uğramaması için mümkün olduğunca sert olması beklenir. Periyodik çiğneme kuvvetleri altında ilk önce geriye döndürülebilir bir deformasyon oluşur. Buna ‘elastik deformasyon’ denir. Devamlı artan bir kuvvetler ise geriye döndürülemez bir deformasyon oluşturur. Buna ise ‘plastik deformasyon’ denir (Ersoy ve ark., 2007; Türel, 2015; Türköz ve Kansu, 1994). Plastik deformasyonun oluşmaya başladığı nokta ‘elastik limit’ olarak adlandırılır. Plastik deformasyon devam ederse restorasyonda kırılmalar ve kopmalar görülebilir. Restoratif materyaller seçilirken çiğneme kuvvetlerinin göz önünde bulundurulması gerekir. İdeal bir restoratif materyalde çiğneme sırasında oluşan

basınç hiçbir zaman restoratif materyalin elastik limitini aşmamalıdır. Eğer çiğneme basıncı elastik limiti az miktarda geçiyorsa, oluşan plastik deformasyon çok az olacaktır. Eğer basınç çok yüksekse oluşan deformasyon önce plastik deformasyon şeklindedir ve zamanla bazı noktalarda kopmalar oluşabilir. Ağız içinde restorasyonlar, çiğneme sırasında döngüsel ve elastik limitin altında kuvvetlere maruz kalırlar. Bu döngüler tek başına restorasyonda yıkıma neden olmaz ama zamanla restorasyon yüzeyinde çatlaklar oluşursa bunlar büyüyerek sızıntıya, kopmalara hatta restorasyonun kaybına bile neden olabilir (Ersoy ve ark., 2007; Türel, 2015; Türköz ve Kansu, 1994).

1.4.1.4. Zaman İçerisinde Restorasyon Yüzeyinde Aşınma Meydana Gelmesi

Restoratif tedavinin son aşaması bitirme ve polisaj işlemleridir. Bu işlemler restorasyonun hem estetik hem de mekanik özellikleri açısından önemlidir. Özellikle restorasyonun dişetine komşu kısımları pürüzsüz olmalıdır. Pürüzlü bir yüzey plak birikimine ve periodontal problemlere neden olur. Bitirme ve polisaj işlemlerinin düzgün uygulanmaması uzun dönemde mikrosızıntı, renklenme ve sekonder çürük oluşumuna neden olur. Ayrıca pürüzlü yüzeyler sürtünme katsayısını arttırarak ve aşınma miktarını da arttırırlar. Bu nedenle restorasyonun pürüzsüz olması çok önemlidir (Barakah ve Taher, 2014; Martínez-Gomis ve ark., 2003; Pereira ve ark., 2011).

Genel olarak ‘bitirme ve polisaj’ pek çok alanda kullanılan terimlerdir. Bu açıdan diş hekimliği alanındaki tanımını tam olarak bilmek önemlidir (Ölmez ve Kisbet, 2012);

Bitirme: Restorasyonun diş ile birleştiği hattaki düzensizliklerin kaldırılması, anatomik konturların oluşturulması ve yüzeydeki pürüzlülüklerin uzaklaştırılması işlemidir. Restorasyonların uzun ömürlü olmaları için bitim sınırları çok önemlidir

Çünkü polimerizasyon büzülmesi çiğneme kuvvetleri ve ısısal genleşme gibi faktörler restorasyonların bitim sınırlarını etkilemektedir ( lmez ve Kisbet, 2012).

Polisaj: Bitirme işlemi sonrasında restorasyon yüzeyinde oluşan küçük çizgileri ve yüzey pürüzlülüğünü yok etmek; düzgün, mine benzeri, parlak bir yüzey elde etmek amacıyla bitirme işlemlerinden sonra uygulanan işlemlerdir ( lmez ve Kisbet, 2012).

1.4.1.5. Restoratif Materyalin Uygulanması Sırasında Teknik Hassasiyet Gösterilmemesi (Tükürük Kontaminasyonu, Hekim Dikkatsizliği)

Pamuk rulolar ya da rubber dam ile tükürük ve nemden dışın izole edilmesi restorasyonun başarısı için çok önemlidir. Rubber dam izolasyonu sağlamada çok başarılı olsa da çocuklarda kullanımı genellikle kolay değildir. Klempler yerleştirilirken ocuk hastalar huzursuz olabilir, anestezi gerekebilir, tedavi devam ederken çocuklar rubber dam'ı tolere edemeyebilir. Ayrıca maliyeti yüksektir (Avinash ve ark., 2010; Waggoner ve Siegal, 1996). Pamuk rulolarla yapılan izolasyonda ise; ocuk hastaların yutkunma ve dil hareketlerinden etkilenmesi ve değiştirilmeleri sırasındaki kontaminasyon riski klinik başarısızlığa neden olabilir. (Bassir ve ark., 2012; Waggoner ve Siegal 1996).

1.6. Mikrosızıntı Değerlendirme Yöntemleri

Restoratif materyallerde mikrosızıntının in vitro olarak değerlendirilmesi için pek çok farklı yöntem kullanılmıştır ve hepsinin bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Günümüze kadar ideal yöntem henüz bulunamamıştır (Fabianelli ve ark., 2007):

1.6.1. Hava Basıncı Yöntemi

Bu yöntemde sıkıştırılmış hava, restore edilmiş bir dişin pulpa boşluğuna uygulanır. Bu yöntem, ilk olarak sıvı içerisine yerleştirilmiş amalgam restorasyonların marjinlerinin incelenmesinde kullanılmıştır. Sonrasında akrilik restorasyonlarda da denemiştir (Gonzalez ve ark., 1997). Restorasyonların marjinlerinin incelenmesinde, standart bir yöntem oluşturulması için önemli bir basamak kabul edilmektedir (Ayyıldız ve ark., 2009; Erdemir ve Yaman, 2011; Gonzalez ve ark., 1997).

Bu yöntemin avantajları; kaybolan basınçlı hava miktarının ölçülerek kantitatif bir değerlendirme ve örneklerden kesit alınmadığı için tekrar inceleme imkanı sağlamasıdır (Erdemir ve Yaman, 2011).

Bu yöntemin dezavantajları ise; basınçlı havadaki kayıp dışında mikrosızıntı hakkında kantitatif bir sonuç vermemesi ve mikrosızıntının fotoğraflanmasına olanak sağlamamasıdır (Derkson ve ark., 1986). Bu yöntemin sonuçlarının objektif olarak değerlendirilmesi zordur. Çünkü basınçlı hava önce dentinden, daha sonra restorasyondan geçmektedir. Basınçlı hava restorasyondan ve diş çatlaklarından geçebileceği için, hava geçişinin marjinal boşluklardan mı kaynaklandığı, yoksa diş yapısındaki çatlaklardan mı kaynaklandığını bilinemez. Ayrıca bu yöntem sadece hava sızıntısının sonucudur ve bakteriler veya diğer mikroorganizmalar için geçerli olmayabilir dolayısıyla klinik olarak anlamlı olmayabilir (Ayyıldız ve ark., 2009; Erdemir ve Yaman, 2011; Taylor ve Lynch, 1992).

1.6.2. Sıvı Filtrasyonu Yöntemi

Bu yöntem, basınçlı hava yönteminin temel prensiplerine dayanarak geliştirilmiştir. Sıvı filtrasyon yönteminde, dişin pulpa boşluğuna ‘sabit basınçlı sıvı’ uygulanmaktadır. Bu yöntemin avantajı, örneklere zarar vermemesidir. Böylece örnekler gerekirse tekrar incelenebilir. Başka bir avantajı ise, sıvı akışının

fotoğraflanabilmesidir. Böylece hem nicel hem de nitel bir değerlendirme yapılabilir (Gonzalez ve ark., 1997).

Sıvı filtrasyon yönteminde, restorasyonun dış yüzeyini örtücülüğü, dentin tübüllerine doğru uygulanan sıvının filtrasyon miktarıyla ölçülür. Örneklerin dentin dokuları birbirinden farklı olabileceği için bu yöntem gerçek mikrosızıntı miktarını ve sızıntının yerini göstermez (Karagenç ve ark., 2006; Youngson ve ark., 1999).

1.6.3. Elektrokimyasal Yöntem

Bu yöntemde, kavite duvarı ve restorasyon arayüzünde, silikat ile doldurulmuş cam tüpler, elektrokimyasal bir madde ile (laktik asit) kullanılır. Bu tekniğe ‘kondüktometrik teknik’ denir. Laktik asit üzerinden geçen akım değişimlerin ölçülmesi ile arayüzdeki boyutların değişimi izlenebilir (Ayyıldız ve ark., 2009; Erdemir ve Yaman, 2011). Bu yöntem, örnek dışın kökünden, restorasyonun tabanıyla temas edecek şekilde bir elektrot yerleştirilerek de uygulanabilir. Teorik olarak restorasyonun yerleştirilmesinin ardından, dış-restorasyon arayüzünde elektriksel sızıntı olmamalıdır (Momoı ve ark., 1990).

Bu yöntemin, güvenilirliğini anlamak için geleneksel boya penetrasyonu gibi yöntemlerle karşılaştıran çalışmalar vardır ancak iki yöntem birbirinden çok farklı olduğu için sonuçları karşılaştırmak zordur (Delivanis ve Chapman, 1982). Bir dezavantajı da örneklere zarar vermesidir (Ayyıldız ve ark., 2009; Erdemir ve Yaman, 2011; Gonzalez ve ark., 1997).

1.6.4. Nötron Aktivasyonu Yöntemi

Bu yöntemde in-vivo yapılan restorasyonun marjinine manganez (Mn) gibi bir kimyasal işaretleyici yerleştirilir. Ardından dış çekilir ve nükleer reaktör ‘Mn²⁵’ ile bombardımana uğratarak marjinal sızıntısının tespit edilmesi amaçlanır (Ayyıldız ve

ark., 2009). Sonrasında; gamma ışını emisyonu ile örnek ışınlanır ve değerler bir dedektör yardımı ile ölçülür. Radyoaktif sayım sayısının, numune başına düşen Mn miktarıyla doğru orantılı olduğu düşünülür (Going ve ark., 1968; Gonzalez ve ark., 1997; Meyer ve ark., 1974).

Bu yöntemde; sonuçlar kantitatif olarak değerlendirilebilir ama sızıntının kaynağı belirlenemez. Sızıntı diş restorasyon arayüzünden ya da dişin kendi boşluklarından kaynaklanabilir. Ayrıca diş hekimleri için zor bir yöntemdir, bu yöntemin uygulanabilmesi için başka alanlardan araştırmacılara ihtiyaç vardır (Gonzalez ve ark., 1997).

1.6.5. Radyoizotop Yöntemi

Mikrosızıntı çalışmalarında izotoplar sık kullanılmaktadır. İşaretleyici olarak kalsiyum izotopu (Ca45), iyot izotopu (I131), selenyum izotopu (Se35), sodyum izotopu (Na22), fosfor izotopu (P32), rubidyum izotopu (Rb86) ve karbon izotopu (C14) kullanılabilir. Bu yöntemde, örnekler izotop solüsyonlarına yerleştirilir ve diş-restorasyon arayüzünde oluşan izotop sızıntısı, örneklerden kesit alındıktan sonra otoradyografi kullanılarak tespit edilir (Fitchie ve ark., 1990; Saunders ve ark., 1990).

Radyoizotop yönteminin en önemli avantajı, 40 nm gibi çok küçük boşluklardan geçebilmeleri ve geleneksel boya yöntemine göre daha hassas bir yöntem olmasıdır (Taylor ve Lynch, 1992).

Bu yöntemin dezavantajları ise örneklerin zarar görmesi ve sonuçların kalitatif olmasıdır. Mikrosızıntı üç boyutludur ama filmde iki boyutlu bir inceleme yapılabilir. Ayrıca izotoplar çok küçük boyutlarından dolayı dentinden veya restorasyondan geçebilirler ve bu durum yanlış sonuçlara neden olabilir (Ayyıldız ve ark., 2009; Erdemir ve Yaman, 2011).

1.6.6. Bakteriyel Sızıntı Yöntemi

Mikrosızıntı çalışmalarında bakterilerin kullanımı 1920'li yıllara dayanmaktadır. Bu yöntemde, örnekler bakteri kültürü içerisine daldırılır. Ardından bakteriler özel boyalarla boyanır ve diş-restorasyon ara yüzeyinde bakteri sızıntısı olup olmadığı değerlendirilir (Bergenholtz ve ark., 1982; Demirel ve ark., 2018; Deus ve ark., 2006).

Bakteriyel sızıntı yönteminin uygulanması nispeten zordur. Ancak mikrosızıntının klinik problemlerini yansıtan bir yöntemdir. Sekonder çürüklerin ana sebebi bakteriyel sızıntıdır. Bu yöntem ile de bakterilerin geçebileceği tüm boşluklar izlenir. Ancak bakteri ürünleri, iyonlar, toksinler gibi daha küçük yapıların geçebileceği boşluklar değerlendirilemez (Taylor ve Lynch, 1992).

1.6.7. Boya Penetrasyon Yöntemi

Boya penetrasyon yöntemi mikrosızıntı çalışmalarında en sık kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde diş örnekleri kontrast boya içinde bekletilir ve mikrosızıntı, diş-restorasyon arayüzüne sızan boyanın oranı ölçülerek tespit edilir. Günümüze kadar birçok farklı içerikte ve konsantrasyondaki boya çeşidi bu amaçla kullanılmıştır. Bunlar arasında en sık kullanılanı %0.5'lik bazik fuksin, %2'lik metilen mavisi ve %50'lik gümüş nitrat (AgNO_3) solüsyonlarıdır (Aydın ve ark., 2020; Ayyıldız ve ark., 2009; Erdemir ve Yaman, 2011). Örneklerdeki boya sızıntısının oranı şu yöntemlerden birisi kullanılarak incelenir (Ayyıldız ve ark., 2009):

Kesit alma yöntemi: Boyanan örnek dişlerden kesit alınarak ya da aşındırma yapılarak istenilen bölgeler mikroskop altında incelenir ve boyanın ne kadar penetre olduğu değerlendirilir (Ayyıldız ve ark., 2009).

Şeffaflaştırma yöntemi: Bu yöntemde ilk olarak örnek dişler %5'lik nitrik asitte bekletilerek dekalsifiye edilirler. Daha sonra sırasıyla farklı konsantrasyonlarda etil

alkolde bekletilerek tamamen demineralize hale getirilirler. Bu sayede şeffaflaşan örneklerdeki boya penetrasyon miktarı fotoğraflarla kayıt altına alınır (Ayyıldız ve ark., 2009).

Volümetrik Ölçüm Tekniği: Bu yöntemde boyanmış örnek dişler, nitrik asit solüsyonunda çözündürülür. Ardından, spektrofotometre ile asit içindeki boya miktarına bakılır ve böylece sızıntı miktarı kantitatif olarak değerlendirilmiş olur (Ayyıldız ve ark., 2009).

Boyama yönteminin en önemli avantajları; maliyetinin az ve uygulamasının kolay olmasıdır. Ek olarak, kimyasal reaksiyona ve radyasyona ihtiyaç duymadan sızıntı belirlenebilir (Basker ve ark., 2001; Silveira de Araújo ve ark., 2006). En önemli dezavantajı ise; restoratif materyallerin altında üç boyutlu olarak gelişen mikrosızıntının, iki boyutlu değerlendirilebilmesi ve mikrosızıntının hacminin tespit edilememesidir (Douglas ve Zakariasen, 1981; Johnson ve Zakariasen, 1983).

1.6.7.1. Gümüş Nitrat Kullanımı

Bu yöntemde; örnekler hazırlandıktan sonra, dişler 12 saat, karanlıkta, %50'lik gümüş nitrat (AgNO_3) solüsyonunda bekletilir. Ardından, Ag iyonunu metalik gümüşe indirgemek için, 8 saat, floresan ışık altında, 2. banyo solüsyonunda bekletilir (Aydın ve ark., 2020; Sano ve ark., 1995a; Sano ve ark., 1995b; Tay ve ark., 2002a). Ancak, bu yöntemin en önemli dezavantajı; gümüş nitrat solüsyonunun düşük bir pH'ya (3.4-4.5) sahip olması nedeniyle, 24 saat bekleme periyodu sırasında restorasyon kenarlarında demineralizasyonu başlatabilme riskidir. Bu nedenle sızıntı değerleri gerçeğinden daha fazla ölçülebilir (Agee ve ark., 2003; Chan ve Jones, 1993).

Geleneksel yöntemde asidik AgNO_3 solüsyonunun demineralizasyona sebep olması dezavantajını elimine etmek için 'modifiye gümüş boyama tekniği' geliştirilmiştir. Bu teknikte bazik amonyaklı AgNO_3 çözeltisi kullanılır. Bu

solüsyonun pH değeri 9,5.'tir. Bu nedenle, diş sert dokularında demineralizasyona neden olmaz (Zhao ve ark., 2014).

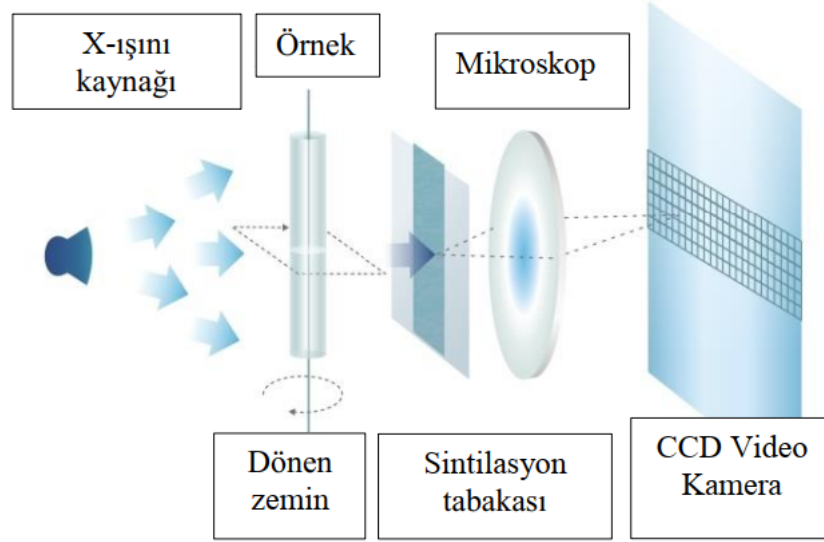
1.6.8. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT) ile Mikrosızıntının Değerlendirilmesi

1895 yılında X-ray ışınlarının Roentgen tarafından keşfinden beri teknoloji, diagnostik tıpta bir devrime öncülük etmiş, vücudun iç sistemini girişimsel olmayan bir şekilde görmeyi mümkün kılmıştır. Bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleme ilk olarak 1970'lerin başında geliştirilmiştir. O zamandan beri gelişmiş tanısal görüntüleme teknolojileri tıp pratiğinde devrim yapmıştır. Çoklu inceleme açılarından toplanan görüntüler, materyal veya diş gibi dokuların densitelerinin üç boyutlu (3D) alansal yayılan haritalarını üretmek için yenilen yapılandırılmıştır (Hounsfield 1973). Kıyaslanırsa, konvansiyonel radyografi X-ray ışını yolu boyunca materyal atenüasyonunun toplamını temsil eden iki boyutlu (2D) görüntülerle sınırlıdır. Klinik BT tarayıcıları tipik olarak 1 mm³ hacim elementlerinden (voksel) meydana gelen görüntüler üretirken, 1980'lerin başında geliştirilen X-ray mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT) sistemleri 5-50 µm aralığında, BT voksellerinden yaklaşık olarak 1.000.000 kez daha küçük hacimde vokseller sağlar ve daha iyi uzaysal çözünürlüğe sahiptir (Feldkamp ve ark., 1989; Kuhn ve ark., 1990).

1989 yılında 50 µm'lik boşluklara sahip örnekleri incelemek için X ışınına temel alan mikrotomografi sistemi geliştirilmiştir. Bu yöntemin en önemli avantajı; örneğin üç boyutlu olarak incelenebilmesi, nitelik ve nicelik bakımından kesin sonuçlar sağlamasıdır. Örnekler kesit almadan ve kimyasal ajanlar kullanılmadan detaylı bir şekilde incelenebilir. Ayrıca örnekler hiçbir hasar görmez ve tekrar değerlendirilebilir (Verna ve ark., 2002).

Mikro-BT de X ışınları dönmekte olan örnekten geçer ve kesitler halinde görüntüler oluşturulur. Bu görüntüler toplanır ve tüm örneğin üç boyutlu bir görüntüsü elde edilir (Şekil 1.6) (Sun ve Lin-Gibson, 2008). Bu şekilde kompozit rezinlerin

polimerizasyon büzülmesinin, adeziv rezin sistemlerin ve mikrosızıntının değerlendirilmesi sağlanabilir (Aydın ve ark., 2020; De Santis ve ark., 2005; Van Meerbeek ve ark., 2011; Zeiger ve ark., 2009).



Şekil 1.6. Mikro-BT cihazının çalışma prensibi (Sun ve Lin-Gibson, 2008)

Neves ve ark. (2011), mikro-BT'nin doğru kalibrasyon, standart tarama imkanı ve tekrar eden ölçüm yapabilmesi sayesinde ayrıntılı hacimsel hesaplama sağlayabildiğini bildirmişlerdir. Mikrosızıntının kantitatif olarak değerlendirilmesinde mikro-BT, geçerli, güvenilir ve yıkıcı olmayan bir yöntemdir. Dental restorasyonlarda mikrosızıntı çalışmalarında, yeni bir yöntem olan mikro-BT'nin, ışık mikroskobu ve elektron mikroskobu ile yapılan incelemeler kadar başarılı olduğu; hatta bu yöntemin altın standart haline geldiği literatürde bildirilmektedir (Aydın ve ark. 2020; Jacker-Guhr ve ark., 2016).

Diş-restorasyon arayüzündeki bütünlüğün ve sızıntının mikro-BT ile değerlendirilebilmesi için genellikle radyoopak bir boyaya ihtiyaç duyulmaktadır (Eden ve ark. 2008, Chen ve ark., 2010). Bu amaçla; sızıntının tespit edilmesinde sıklıkla gümüş tuzları kullanılmaktadır. Bunlardan %50'lik gümüş nitrat tuzları en sık tercih edilen solüsyondur (Alani ve Toh, 1997, Jacker-Guhr ve ark., 2016). Gümüş nitrat solüsyonunun penetrasyon kapasitesi dikkate alındığında, gümüş iyonlarının

çapının (0,059 nm) bakterilerin ortalama büyüklüğüne göre (0,1-1,0 µm) oldukça küçük olması (Hammesfahr ve ark., 1987) sebebiyle oluşan aralıklara kolayca sızabilmesi kullanımını yaygınlaştırmıştır (Pintado ve Douglas, 1988).

Mikro-BT cihazının gümüş nitrat solüsyonunun ile birlikte kullanımının güvenilir bir yöntem olduğu, objektif ölçüm sağladığı ve kantitatif veriler elde edilmesini sağladığı bildirilmiştir (Aydın ve ark., 2020; Jacker-Guhr ve ark., 2016).

1.7. Çiğneme Simülatörü ile Ağız Ortamının Taklit Edilmesi

Dental materyaller belirli bir süre strese maruz kaldıklarında, ‘yorulma’ adı verilen bir fiziksel durum oluşur. Yorulma; kırılma veya aşınma ile ortaya çıkar ve çevresel faktörlerden etkilenir. Stres oluşumu, statik (sürekli olarak sabit), dinamik (zaman ile değişen sıklıkta) veya döngüsel (zaman ile değişen stres değerleri ile) olabilir. Materyalin yorulmaya bağlı başarısızlığı ise, materyalde oluşan stress (gerilme) ve strain (gerinim) değerine bağlıdır (Ferrando ve ark., 1983).

Stress (Gerilim): Bir cisme kuvvet uygulandığında, kuvvete karşı birim alanda meydana gelen tepki kuvvetine denir. Stres ve basıncın birimleri aynı olmasına karşın aralarındaki fark, basınçta temel olarak sıkışma tipi kuvvetlerin olmasıdır. Kuvvet uygulaması sonucu sıkışma (compressive stress), gerilme (tensile stress) ve makaslama (shear stress) olmak üzere üç farklı şekilde stres ortaya çıkmaktadır (Bulut ve Atsü, 2016).

Strain (Gerinim): Bir cisme kuvvet uygulandığında, bu kuvvet sonucu bir deformasyon oluşur. Gerinim cismin strese maruz kaldığında, her birim uzunluğunda meydana gelen uzunluk değişimi olarak ifade edilir (Bulut ve Atsü, 2016).

Dental materyallerin yorulmaya karşı dayanıklılığı uzun süreli başarıları için çok önemlidir. Ağız ortamı, restorasyonların yorulmasını hızlandıran birçok faktör barındırmaktadır. Dental restorasyonların prognozunu tespiti için uzun dönem klinik

araştırmalar gerekmektedir. Klinik araştırmalarda standardizasyon sağlanmasında güçlükler ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca bu çalışmaların maliyetleri de oldukça yüksek olmaktadır (Bulut ve Atsü, 2015).

Restoratif materyallerin uzun dönem başarılarının değerlendirilmesi için yapılan in vitro deneylerde ağız içi koşullar laboratuvar ortamında taklit edilmeye çalışılır. Ağız içi koşulların in vitro koşullarda taklit edilmesi ile zamandan ve maliyetten tasarruf edilmektedir (Bulut ve Atsü, 2015). İn vitro çalışmalar yapılırken en doğru sonucu alabilmek için çiğneme sistemini mümkün olduğunca gerçeğe yakın taklit etmek gerekmektedir. Çeşitli firmalar bu amaçla ‘çiğneme simülatörleri’ni üretmiştir. Çiğneme simülatörleri restorasyonlardaki yorulmanın test edilebilmesi amacıyla örneklere kuvvet ve stres uygulayabilen cihazlardır. Bazı çiğneme simülatörleri klinik ortamın daha gerçeğe yakın olması amacıyla; nem ve termal siklus uygulamasına benzer şekilde sıcaklık değişimleri de uygulayabilmektedir (Bulut ve Atsü, 2015).

Dental çalışmalarda sıklıkla kullanılan ‘dual akslı çiğneme simülatörü’; sıcaklık değişimleri ve nemi sağlamak için su haznesi bulunan, örnek dişlere farklı kuvvetler uygulayabilen bir cihazdır. En önemli özelliği haznelere farklı örnekler yerleştirilerek aynı anda çok sayıda örneğe kuvvet uygulayabilmesidir. Aynı zamanda; araştırmacı tarafından ayarlanan bir termal döngü sağlayabilir, bilgisayar ile kontrol edilebilir ve çift yönde (dikey ve yatay) kuvvet uygulayabilir. Haznelerin içine örnekler yerleştirilir ve çiğneme simülatöründeki karşıt mekanizma araştırmacının belirlediği şekilde yatay ve dikey hareket ederek belirlenen çiğneme döngüsünü gerçekleştirir (Aydın ve ark., 2020; Steiner ve ark., 2009).

Haznelerde kuvvet uygulayıcı olarak antagonist dişleri simüle etmek için çeşitli materyallerden ve çaplardan yapılmış top uçlar kullanılmaktadır (Aydın ve ark. 2020; Heintze ve ark., 2006; Steiner ve ark., 2009). Simüle edilen çiğneme döngüsü test sırasında kuvvetlerin döngüsel olarak oluşturulabilmesi amacıyla bilgisayar tarafından kontrol edilir. 1.3-1.8 Hz’lik çiğneme frekansı ile her 0.6-1.1 saniyede bir döngü ağız ortamını en iyi taklit eden döngü olarak kabul edilir. Çiğneme simülatöründe çeşitli ağırlıklarla ve çeşitli sikluslarla örneklere yüklemeler yapılabilir. Çalışmalarda sıklıkla

posterior bölgedeki normal okluzyon ve çiğneme kuvvetlerini yansıtmak amacıyla 50 N'luk bir kuvvet uygulanır (Fontijn-Tekamp ve ark., 2000; Jung ve ark., 2010; Steiner ve ark., 2009).

1.8. Amaç

Restoratif diş hekimliğinde mikrosızıntı restorasyonların ömrünü etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Bu amaçla hem sızıntıyı azaltacak hem de kullanım kolaylığı sağlayacak materyaller geliştirilmektedir. Bu yeni materyallerden biri olan universal adezivler süt dişlerinde işlem süresini kısaltması ve farklı adezyon stratejileri kullanabilme imkanı sağlamasıyla dikkat çekmektedir. Universal adezivler üretici talimatlarına göre total-etch, self-etch ve selektif-etch yöntemleri ile uygulanabilir. Literatürde daimi dişlerde total-etch ve self-etch yöntemini karşılaştıran çalışmalar mevcuttur ancak selektif-etch yönteminin araştırıldığı yeterli sayıda araştırma yoktur. Süt dişlerindeki çalışmalar ise son derece azdır. Süt dişlerinin yüksek organik içeriği ve HA kristallerinin dizilimi düşüldüğünde mine dokusunun asitlenmesi mantıklıdır.

Yukarıdaki bilgilerin ışığında; süt dişlerinde universal bond ve kompomer kullanılan çalışmaların azlığı nedeniyle çalışmamızda süt ikinci azı dişleri 3 farklı asitleme tekniği (total-etch, self-etch ve selektif-etch) ile universal bond ve kompomer kullanılarak restore edildikten sonra, yaşlandırma işlemine tabi tutulup, restorasyon ile diş arasındaki mikrosızıntı değerlerinin in vitro koşullarda araştırılması amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasının birinci H₀ hipotezi farklı asitleme tekniklerinin mikrosızıntı değerleri üzerinde bir etkisinin olmayacağıdır. İkinci H₀ hipotezi ise farklı yaşlandırma sürelerinin mikrosızıntı değerlerini etkilemeyeceğidir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması 3 ana grup ve her grubun 3 alt grubu olacak şekilde planlanmıştır.

Süt ikinci azı dişlerinin class II kaviteleri, 3 farklı asitleme tekniği kullanılarak (total-etch, self-etch ve selektif-etch) hazırlanmış ve universal bond ve kompomer kullanılarak restore edildikten sonra çiğneme simülatöründe 1 ve 3 yıl yaşlandırılmıştır. Restorasyon ile diş arasındaki mikrosızıntı değerlerinin in vitro koşullarda araştırılması amaçlanmıştır. Mikrosızıntı miktarlarını değerlendirmek için mikro BT kullanılmıştır.

Çalışmanın deneyleri Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Çalışma için etik kurul onayı Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmıştır (36290600/18 sayılı, 28.03.2019 tarihli).

2.1. Örneklerin Toplanması ve Saklanması

Örneklem sayısını hesaplamak için yapılan power analiz neticesinde testin gücü $(1-\beta)=0.80$ 'i sağlayacak örnek hacmi her grupta 21 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle çalışmada toplam 63 adet çekilmiş süt ikinci azı dişi kullanılmıştır.

Çalışma için fizyolojik düşme zamanı geldiği için çekilmiş, mezial ya da distal yüzeylerinden en az biri çürüksüz 63 adet süt ikinci azı dişi Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş Çene Hastalıkları Cerrahisi Anabilim Dalı ve Pedodonti Anabilim Dalı kliniklerinden toplanmıştır. Çekilmiş dişler deney zamanına kadar, 6 ayı geçmeyecek şekilde, dentin geçirgenliğini koruyabilmek için saklama solüsyonu olarak distile su kullanılarak +4° C'de saklanmıştır.

2.2. Örneklerin Hazırlanması

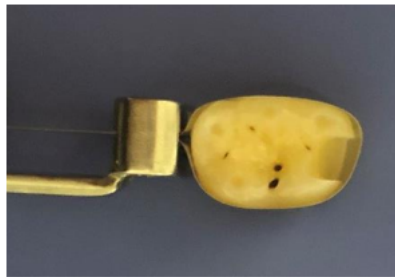
Dişlerin üzerindeki diş taşı ve yumuşak dokular scaler ile uzaklaştırılmıştır. Kavite hazırlanması amacıyla; sulu soğutma altında elmas fissür frez (141H012, Meisinger, Germany) kullanılmış ve 63 adet dişin çürüksüz mezial veya distal yüzeylerine kutu şeklinde Sınıf II kavite açılmıştır. Kavite boyutları periodontal sond yardımıyla ölçülerek; 3mm bukkolingual, 1,5 mm mesiodistal, 3mm okluzogingival olarak hazırlanmıştır (Şekil 2.1). Her beş kavite açıldıktan sonra frez yenisi ile değiştirilmiştir.



Şekil 2.1. Kavite hazırlanması

2.3. Örneklerin Gruplandırılması ve Restorasyonların Yerleştirilmesi

Hazırlanan örnekler, asitleme tiplerine göre 3 adet çalışma grubuna rastgele (n=21) ayrılmıştır. Restorasyonlar yapılırken proksimal duvarları restore edebilmek için tüm dişlere metal matriks bandları (Adapt SuperCap Matrix no 2182, Kerr-Hawe, Bioggio, İsviçre) yerleştirilmiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Matriks bandının yerleştirilmesi

2.3.1. Total-Etch Grubu

21 adet dişin mine ve dentin yzeyleri sırasıyla 30 sn ve 15 sn süreyle %37'lik fosforik asit (Pentron Clinical, CA, ABD) ile aşındırılmıştır (şekil 2.3). Daha sonra 15 sn su ile durulanmış ve 5 sn hava spreyi ile kurutulmuştur. Universal bir adeziv rezin olan Prime & Bond Elect Universal (Dentsply Caulk Milford, DE, ABD) üretici firma önerileri doğrultusunda ince bir tabaka halinde sürülmüş ve 10 saniye boyunca ajite edilmiştir. Dişler hava spreyi ile hafifçe kurutulmuş ve 1.500 mW/cm² gücünde LED (Light Emitting Diode, Raddi plus, SDI, Avustralya) ışık kaynağı kullanılarak 10 sn süreyle polimerize edilmiştir. Proksimal duvarları restore etmek için tüm dişlere metal matriks bantları (Adapt SuperCap Matrix no 2182, Kerr-Hawe, Bioggio, İsviçre) yerleştirilmiştir. Kompomer (Dyract Extra, Dentsply Caulk Milford, DE, ABD), inkremental teknik kullanılarak 1.5 mm'lik homojen boşluksuz tabakalar halinde yerleştirilmiştir. Her bir tabaka 20'şer sn ışıklanarak polimerize edilmiştir. Alüminyum oksit kaplanmış diskler (Sof-Lex System) (Dentsply Caulk Milford, DE, USA) ile bitirme ve polisaj işlemleri tamamlanmıştır.



şekil 2.3. Total-etch tekniği ile dişin asitlenmesi

2.3.2. Selektif-Etch Grubu

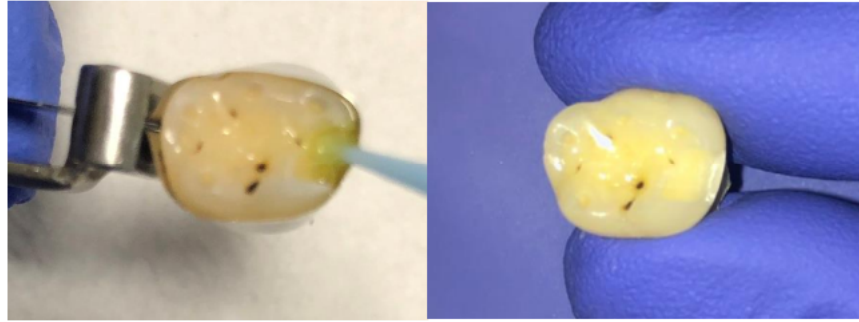
21 adet dişin kaviteleri hazırlandıktan sonra sadece mine yzeyleri %37'lik fosforik asit ile asitlenmiştir (şekil 2.4). Tüm asit uzaklaşana kadar yıkanmış, kaviteler hava spreyi ile kurutulmuştur. Ardından örnekler Grup 1'deki işlem basamakları uygulanarak restore edilmiştir.



Şekil 2.4. Selektif-etch tekniği ile dişin asitlenmesi

2.3.3. Self-Etch Grubu

21 adet dişin kavimleri hazırlandıktan sonra Prime&Bond Elect Universal ince bir tabaka halinde tüm kaviteye uygulanmış ve 10 saniye boyunca ajite edilmiştir. Hava spreyi ile hafifçe kurutulduktan sonra 10 sn süre ile 1500 mW/cm^2 gücünde LED (Light Emitting Diode, Raddi plus, SDI, Australia) ışık kaynağı kullanılarak polimerize edilmiştir. Restorasyonlar diğer gruplarda anlatıldığı gibi yapılmıştır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Adeziv rezinin uygulanması ve restorasyonların tamamlanması

Tüm örneklerin kök uçları sızıntıları önlemek amacıyla aynı adeziv ve akıcı bir kompozit rezin (Filtek Supreme XT Flow, 3M ESPE, St. Paul MN, ABD) ile kapatılmıştır.

Ardından çiğneme kuvvetlerini uygulayabilmek için, yaşlandırma işlemi yapılacak dişlerin yerleştirileceği akrilik blokları hazırlamak amacıyla çiğneme

simülatöründeki yuvanın çapına uygun plastik silindirik kalıplar (3cm boy, 2,5cm çap) hazırlanmıştır (Şekil 2.6). Kavitelelerin okluzal yüzeyi yer düzlemine paralel olacak ve kaviteleler akrilik bloğun üzerinde kalacak şekilde kalıbın merkezinde konumlandırılarak soğuk akrilik içine yerleştirilmiştir. Dişler bu modellere otopolimerizan akrilik aracılığı ile yerleştirilmiştir.

2.4. Çiğneme Simülatörü ile Dinamik Yükleme

Bu çalışmada 2 farklı gruba ait 21'er örnek (toplam 42 örnek), dual akslı çiğneme simülatörü ile dinamik olarak yüklenmiştir (Şekil 2.6). Simüle edilen çiğneme döngüsü, test sırasında kuvvetlerin döngüsel olarak oluşturulabilmesi için bilgisayar tarafından kontrol edilmiştir. 1.6 Hz lik çiğneme frekansı ve 50 N'luk çiğneme kuvveti uygulanmış böylece posterior bölgedeki çiğneme kuvvetleri yansıtılmıştır. Ağız ortamındaki ısısal değişimleri yansıtabilmek için, örnekler test sırasında, 5°C ile 55°C arasında ısısal döngü ve her 1 yıllık inceleme için her örnek 250.000 döngüye maruz bırakılmıştır (Aydın ve ark., 2020).

Her gruba ait örneklerden 7 adeti 1 yıllık (toplam 21 örnek), 7 adeti (toplam 21 adet örnek) 3 yıllık yaşlandırmaya tabii tutulmuştur. Örneklerin gruplandırılması Çizelge 2.1'de verilmiştir. Her gruptan 7 diş ise kontrol grubu olarak ayrılmış ve yaşlandırma işlemi uygulanmamıştır. Bu dişlere 24 saatlik etüvde bekletilmelerinin ardından, direkt olarak boya penetrasyonu uygulanmıştır.

Çizelge 2.1. Örneklerin Gruplandırılması

GRUP	Yaşlandırma yapılmamıştır (N)	1 yıl yaşlandırma (250000 Döngü) (N)	3 yıl yaşlandırma (750000 Döngü) (N)
TOTAL-ETCH 21 DİŞ	7	7	7
SELEKTİF-ETCH 21 DİŞ	7	7	7
SELF-ETCH 21 DİŞ	7	7	7
TOPLAM (N=63)	21	21	21



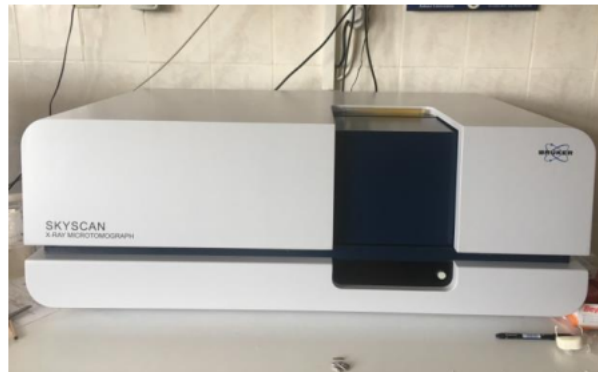
Şekil 2.6. Çiğneme simülatörü

2.5. Mikrosızıntının Değerlendirilmesi

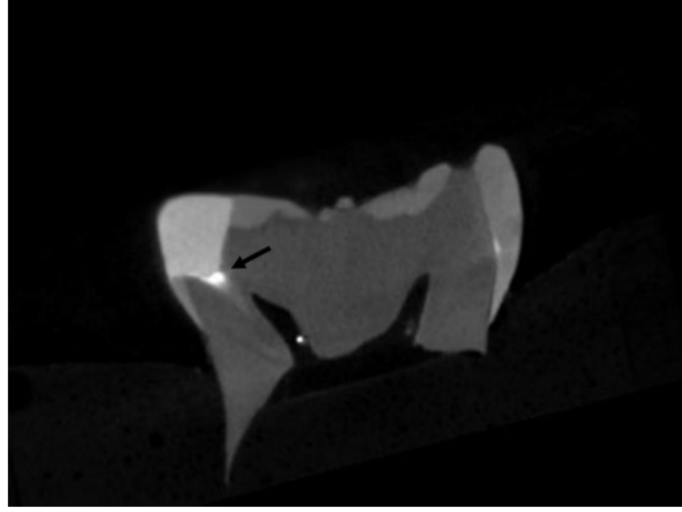
Her bir örneğin tüm diş yüzeylerine, her grup için farklı renkte olacak şekilde, iki tabaka tırnak cilası, restorasyon kenarlarına 1 mm yaklaşacak şekilde uygulanmıştır. Tüm örnekler; 12 saat süreyle karanlıkta, ağırlıkça %50'lik gümüş nitrat (Merckb 101510 Silver Nitrate cryst, merck KgaA, 64271 Darmsta dt Germany) solüsyonunda bekletilmiştir. Ardından 2 dk süresince akan su altında yıkanmış ve 8 saat floresan ışık altında fotoğraf geliştirici solüsyon (2. banyo solüsyonu) (Dental X-RayDeveloper, Medley, MDC, Türkiye) içerisinde bekletilmiştir. Sonrasında örnekler diş fırçası ve su yardımıyla temizlenmiştir.

Örneklerin taranması için yüksek çözünürlüklü bir masaüstü mikro-BT sistemi (Bruker Skyscan 1172, Kontich, Belgium) kullanılmıştır (Şekil 2.7). Taramalar; 80 kilovoltaj pik (kVp), 125 miliamper/saniye (mA), 1 mm alüminyum filtre, 18 µm piksel büyüklüğü ve her 0,2 adımda rotasyon uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Ring artifaktını minimize etmek için her ışınlama öncesinde sensörün hava kalibrasyonu yapılmıştır. Her bir örnek 45 dakikalık bir birleşme zamanı içinde 360° rotasyona

uğrattılmıştır. Örneklerin görüntülenmesi ve kantitatif ölçümlerin yapılması için NRecon (ver. 1.6.10.4, SkyScan) ve CTAn (ver. 1.16.1.0, SkyScan) yazılım programları kullanılmıştır. Rekonstrüksiyon parametreleri için ring artifaktı düzeltimi ve düzleştirme sıfırda sabitlenmiş ve ışın artifakt düzeltimi %40'a ayarlanmıştır. NRecon yazılımı kullanılarak tarayıcıdan elde edilen görüntüler iki boyutlu kesitleri gösterecek şekilde rekonstrükte edilmiştir. Toplamda her bir numune için 1345 adet kesitsel görüntü yeniden yapılandırılmıştır. Daha sonra CTAn yazılımı, üç boyutlu volümetrik görüntüleme ve mikrosızıntı hacminin ölçümü için kullanılmıştır. Mikrosızıntının varlığı ve miktarı her bir kısım için iki boyutlu kesitlerde, 21,3 inch düz ekran renk aktif matriks TFT medikal görüntüleyicide (NEC MultiSync MD215MG, Munich, Germany), 75 Hz'te 2,048-2,560 çözünürlükle ve 11,9 bit'de kullanılan 0,17 mm nokta aralığında değerlendirilmiştir. Her bir kesit iki araştırmacı tarafından bağımsız olarak değerlendirilmiştir. Araştırmacılar arasında çelişki yaşandığı durumlarda, ortak bir fikre varılana kadar kesitler tekrar incelenmiştir. Üç boyutlu görüntülerde mikrosızıntının hacimce miktarının hesaplanabilmesi için, orijinal gri skalalı görüntüler parazitlerin azaltılması adına Gaussian düşük geçişli filtre ile işlenmiş ve CTAn kullanılarak bir otomatik segmentasyon eşiğinden mine, dentin ve kompozit rezinin sızıntı görüntülerinden ayrılması için yararlanılmıştır (Şekil 2.8). Sadece siyah/beyaz piksellerden meydana gelen bir görüntü elde etmek için gri seviyelerin aralığının işlenmesini gerektiren bir eşikleme işlemi uygulanmıştır. Daha sonra mikrosızıntı hacmini hesaplamak için her bir kesit için bütün örneği içeren bir ilgili bölge seçilmiştir.



Şekil 2.7. Mikro-BT cihazı



Şekil 2.8. Mikro-BT ile restorasyonun altında radyopak olarak görüntülenen gümüş nitrat penetrasyonu

2.6. İstatistiksel Değerlendirme

Elde edilen veriler SPSS 21 paket programı aracılığı ile analiz edilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalarda Kruskal-Wallis H testi, grup içi zamana göre değişimleri karşılaştırmak için ise Friedman testi kullanılmıştır. Anlamlılık seviyesi olarak 0,05 kullanılmış olup, $p < 0,05$ olması durumunda anlamlı farklılığın olduğu, $p > 0,05$ olması durumunda ise anlamlı farklılığın olmadığı belirtilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Grupların Birbirleriyle Olan Karşılaştırılması

Çalışmada hazırlanan toplam 63 örneğin kompomer restorasyonlarına penetre olmuş AgNO₃ hacimleri (mm³) ölçülerek hesaplanan sızıntı değerleri Çizelge 3.1’ de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Yaşlandırma sürelerine göre mikrosızıntı değerlerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi

GRUPLAR		Kruskal Wallis H test						
		n	Mean	Median	SD	KWH	p	
Kontrol	Self-etch	7	.159	.001	.409	3.89	0.142	-
	Total-etch	7	.001	.001	0.00			
	Selektif-etch	7	.001	.001	0.000			
1-yıl yaşlandırma	Self-etch	7	.197	.001	.490	6.62	0.037	1-2 1-3
	Total-etch	7	.047	.001	0.122			
	Selektif-etch	7	.001	.001	0.000			
3-yıl yaşlandırma	Self-etch	7	.314	.060	.438	3.4	0.183	-
	Total-etch	7	.047	.001	.174			
	Selektif-etch	7	.021	.001	.052			

Yaşlandırma yapılmayan örneklerin ölçüm değerlerinde gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmektedir ($p>0,05$).

1 yıl yaşlandırma işlemi uygulanan örneklerde yapılan ölçümlerde; self-etch grubunda sızıntı değerlerinin total-etch ve selektif-etch gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

3 yıl yaşlandırma işlemi uygulanan örneklerde sızıntı değerleri açısından asitleme prosedürlerine göre gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmektedir ($p>0,05$).

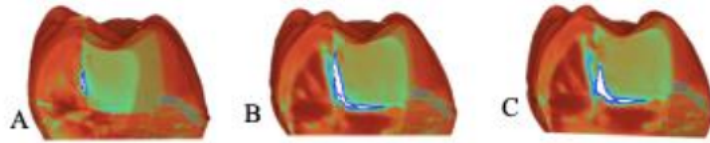
3.2. Grupların Kendi İçlerinde Karşılaştırılması

Self-etch grubuna ait örneklerin zamana bağlı sızıntı değerleri Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Self-etch grubuna ait örneklerin zamana bağlı mikrosızıntı değerleri (mm³)

	Self-etch						Friedman Testi
	n	Mean	Median	Minimum	Maximum	ss	p
Başlangıç	7	,159	,001	,001	1,085	,409	0,623
1.yıl	7	,197	,001	,001	1,308	,490	
3.yıl	7	,314	,060	,001	1,089	,438	

Bu grupta sızıntı değerlerinin, 1 yıl ve 3 yıl yaşlandırılan örneklerde, yaşlandırma işlemi uygulanmayan örneklerle göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 3.1). Ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$).



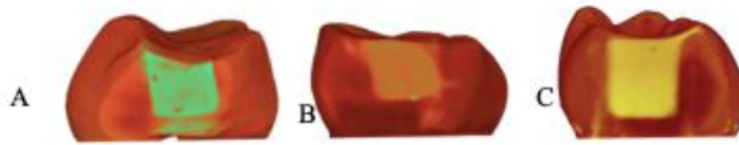
Şekil 3.1. Self-etch grubuna ait örneğin AgNO₃ penetrasyonunun Mikro-BT ile elde edilen görüntüsü (A: Yaşlandırma işlemi uygulanmayan örnekte AgNO₃ penetrasyonu, B: 1 yıl yaşlandırılan örnekte AgNO₃ penetrasyonu, C: 3 yıl yaşlandırılan örnekte AgNO₃ penetrasyonu)

Total-etch grubuna ait örneklerin sızıntı değerleri Çizelge 3.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Total-etch grubuna ait örneklerin zamana bağlı mikrosızıntı değerleri (mm³)

	Total-etch						Friedman Testi
	n	Mean	Median	Minimum	Maximum	ss	p
Başlangıç	7	,001	,001	,001	,001	,000	0,607
1.yıl	7	,047	,001	,001	,325	,122	
3.yıl	7	,067	,001	,001	,462	,174	

Bu grupta sızıntı değerlerinin 1 yıl ve 3 yıl yaşlandırılan örneklerde, yaşlandırma işlemi uygulanmayan örneklerle göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak bu fark istatistiksel anlamlı değildir (Şekil 3.2) ($p>0,05$).



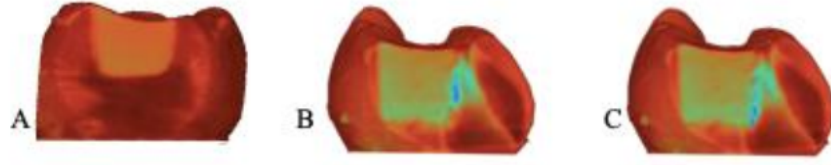
Şekil 3.2. Total-etch grubuna ait örneğin AgNO₃ penetrasyonunun Mikro-BT ile elde edilen görüntüsü: A: Yaşlandırma işlemi uygulanmayan örnekte AgNO₃ penetrasyonu, B: 1 yıl yaşlandırılan örnekte AgNO₃ penetrasyonu, C: 3 yıl yaşlandırılan örnekte AgNO₃ penetrasyonu

Selektif-etch grubuna ait örneklerin sızıntı değerleri Çizelge 3.4 de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Selektif-etch grubuna ait örneklerin zamana bağlı mikrosızıntı değerleri (mm³)

	Selektif-etch						Friedman Testi
	n	Mean	Median	Minimum	Maximum	ss	p
Başlangıç	7	,001	,001	,001	,001	0,000	0,135
1.yıl	7	,001	,001	,001	,001	0,000	
3.yıl	7	,021	,001	,001	,139	,052	

Bu grupta sızıntı değerlerinin 3 yıl yaşlandırılan örneklerde, yaşlandırma işlemi uygulanmayan örneklerle göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (Şekil 3.3) ($p>0,05$).



Şekil 3.3. Selektif-etch grubuna ait örneğin AgNO_3 penetrasyonunun Mikro-BT ile elde edilen görüntüsü: (A: Yaşlandırma işlemi uygulanmayan örnekte AgNO_3 penetrasyonu, B: 1 yıl yaşlandırılan örnekte AgNO_3 penetrasyonu, C: 3 yıl yaşlandırılan örnekte AgNO_3 penetrasyonu



4. TARTIŞMA

Bu çalışmanın bulgularına göre; farklı asitleme protokolleri arasında mikrosızıntı değerlerinde önemli bir fark öngörmeyen ilk H_0 hipotezi reddedilmiştir, çünkü universal adezivin self-etch modu 1 yıllık yaşlandırmadan sonra istatistiksel olarak daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Ancak 3 yıllık yaşlandırma grubunda asitleme protokolleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Yaşlanma süreleri arasında mikrosızıntı değerlerinde anlamlı bir fark olmayacağını öngören ikinci H_0 hipotezi, gruplar ayrı ayrı değerlendirildiğinde yaşlanmanın mikrosızıntı değerlerini istatistiksel olarak etkilememesi nedeniyle kabul edilmiştir.

Restoratif diş hekimliğinin amacı; restoratif materyal ile diş sert dokuları arasında tam bir bağlanma sağlamaktır. (Baier, 1992). Bakterilerin, bakteri toksinlerinin, ağız sıvılarının, moleküllerin ve iyonların kavite ile restorasyon materyali arasında klinik olarak tespit edilemeyen geçişi ‘mikrosızıntı’ olarak tanımlanır (Taylor ve Lynch, 1992). Mikrosızıntı sonucunda; sekonder çürük, restorasyon sınırlarında renklenme, pulpa enfeksiyonları ve hipersensitivite gibi klinik problemler ortaya çıkabilir (Bullard ve ark., 1988; Retief 1994). Mikrosızıntı dental restorasyonların ömrünü etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Hersek ve ark., 2002). Mikrosızıntı klinik olarak büyük bir sorun teşkil etmektedir ve günümüzdeki dental materyaller henüz restorasyon ve diş arasında tam bir sızdırmazlık sağlayamamaktadır (Rathi ve ark., 2020).

‘Wet-bonding tekniği’ teknik hassasiyet gerektirir ve dentinin fazla nemli olması kollajen fibriller arasına adeziv rezinin yayılmasını azaltabilir. Bu sorunu ortadan kaldırmak için self-etch adeziv sistemler geliştirilmiştir. Self-etch sistemler ayrıca bir asit uygulama aşaması içermezler. Ama self-etch adezivler içinde bulunan asitler, fosforik asit kadar güçlü değildir. Bu nedenle self-etch adezivler kullanıldığında minere bağlanma olumsuz etkilenmektedir. Genellikle self-etch adeziv sistemler, HA kristallerinin arasına sıkı bir resin monomer infiltrasyonu sağlayabilir ve prizmalar arası

rezin uzantıları (rezin tag) oluşturmazlar. Bu nedenle uzun dönemde mine kenarlarında renklemeler hatta kopmalar olabilir (Peumans ve ark., 2010). Son zamanlarda tek aşamalı self-etch adezivlerin dezavantajlarını ortadan kaldıran ve kullanımı daha az teknik hassasiyet gerektiren "Universal" veya "Multimod" olarak adlandırılan ürünler piyasaya çıkmıştır. Bu ürünler self-etch olarak, minenin selektif asitlenmesi ile ve etch and rinse protokolü ile kullanılabilirler (Hanabusa ve ark., 2012).

Literatürde süt dişlerinde sıklıkla kullanılan kompomer restorasyonların universal adezivlerle birlikte kullanıldığı bir sızıntı çalışması bulunmamaktadır. Çeşitli in vitro çalışmalarda daimi dişlerde universal adezivlerin total-etch ve self-etch teknikleri ile kullanımı karşılaştırılmış ve total-etch tekniği ile daha iyi bir bağlantı elde edildiği bildirilmiştir (Antoniuzzi ve ark., 2016; Atalay ve ark., 2021; Lenzi ve ark., 2015; Rosa ve ark., 2015). İn-vivo çalışmalarda da total-etch tekniği kullanıldığında daha az marjinal renklenme skorları elde edilmiştir. Bu sonuçlar, uzun süreli takipte daha az sızıntı geliştiği şeklinde yorumlanabilir (Atalay ve ark., 2020; Ruschel ve ark., 2018). Bu durum daha derin mine asitlenmesine bağlı oluşan daha derin mikro mekanik bağlantı ile açıklanmaktadır (Signore ve ark., 2021).

Yapılan literatür araştırmasında; süt dişlerinde universal adezivler ile mikrosızıntıyı inceleyen tek bir çalışma bulunduğu tespit edilmiştir. Lenzi ve ark. (2015), restorasyon materyali olarak kompozit rezin kullanılmıştır. Araştırmada; total-etch, selektif-etch ve self-etch teknikleri ile universal bir adezivin bağlanma performansları ve mikrosızıntıları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve self-etch tekniği en yüksek mikrosızıntı değerleri ile en düşük bağlanma performansını göstermiştir (Lenzi ve ark., 2015). Literatürde süt dişlerinde selektif-etch tekniğinin araştırıldığı çalışma azdır. Marchesi ve ark. (2014) universal bir adezivin total-etch tekniği ile kullanımının self-etch tekniğine göre kısa vadeli değerlendirmede daha iyi sonuçlar verdiğini ancak uzun vadede dentine asit uygulandığında kısmen infiltre olmuş kollajenlerin matriks metalloproteinazlar (MMP) tarafından bozunmaya duyarlı olduğunu bildirmiştir. Bu durum universal adezivlerin total-etch tekniği ile kullanıldığında uzun vadede mikrosızıntısının artması ile sonuçlanabilir. Universal

adezivler ile selektif-etch tekniğinin kullanımı bu nedenle özellikle süt dişlerinde başarıyı arttırabilir. Böylece universal adezivin mineye bağlanmada yetersiz olmasının önüne geçilip, dentinin asitlenmesinin uzun vadeli olumsuz sonuçlarından kaçınılabilir. Bu nedenle bu tez çalışmasında; universal bir adeziv rezinin süt dişlerinde üç farklı uygulama protokolü ile kullanımı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Literatürdeki eksiklik gözönüne alınarak restorasyon materyali olarak; süt dişlerinde sıklıkla kullanılan poliasit modifiye kompozit rezin [Kompomer, (Dyract Extra, Dentsply Caulk Milford, DE, USA)] tercih edilmiştir (Yengopal ve ark., 2009). Kompomerler; estetik özellikleri ve fizik-mekanik özelliklerinin kompozit rezinlere yakın olması, flor salımı ve tekrar flor yüklenebilme özellikleri ile ön ve arka grup süt dişlerinde daimi restoratif materyal olarak kullanılırlar (Salama, 1998; Yengopal ve ark., 2009).

Mikrosızıntı çalışmaları in-vivo ya da in-vitro olarak yapılabilir. Hızla gelişen adeziv diş hekimliğinde kullanıma sunulan yeni bir materyalin, klinik başarısını değerlendirmek için yapılan in-vivo testler; uzun zaman gerektiren, maliyeti yüksek ve standardizasyonu zor çalışmalardır. İn-vivo çalışmaların randomize kontrollü olarak planlanması ve uygulanması zordur. Ayrıca mikrosızıntı varlığı yalnızca klinik olarak görülebilen kenar renklenmesi, restorasyonda kopmalar ya da restorasyonun kaybı ile değerlendirilebilir. Bu nedenlerden dolayı literatürde in-vivo mikrosızıntı çalışmalarına daha az rastlanmaktadır. İn-vitro olarak mikrosızıntının değerlendirildiği çalışmalar ise klinik durumu tam olarak yansıtamazlar (Kaya 2014; White ve ark., 1994). Bu çalışmalarda ağız ortamı ve kişiye bağlı değişkenler gibi etkenlerin çoğu olmadığından, yüksek düzeyde standardizasyon sağlanabilir. Ancak diş seçimi, kavite şekli, kullanılan materyaller, uygulayıcıya bağlı faktörler, örneklerin hazırlanması ve test edilmesi arasında geçen süre ve örneklerin bekletilme koşulları gibi değişkenlerden dolayı in-vitro çalışmalardan elde edilen sonuçların birbirleriyle kıyaslanması zordur (De ve Camps, 1996; Grossman ve Matejka, 1993; Kaya, 2014; Pashley, 1990).

In-vitro çalışmalar ağız ortamını tam olarak yansıtamazlar. Ancak, Watanabe ve ark. (1994) in-vitro çalışmaların restoratif materyallerin gelişmesi için zorunlu

olduğunu bildirmişlerdir. Materyallerin bazı fiziksel özellikleri (bağlanma dayanımı gibi) in-vivo olarak test edilemez. İyi standardizasyona sahip in-vitro çalışmaların in-vivo çalışmalarla benzer sonuçlar gösterdiği bilinmektedir. Gray ve Burgess (1991)'ın çalışmaları in-vivo ve in-vitro olarak yapılan çalışmaların sonuçları arasında fark olmadığını bildirirken; Barnes ve ark. (1993) in-vitro çalışmalarında kompozit ile diş sert dokuları arasında, in-vivo çalışmalara göre daha fazla boya penetrasyonu görüldüğünü bildirmiştir. Bu tez çalışması, pediatrik hastalarda uzun dönem takipli çalışmaların ve standardizasyon sağlamanın güclüğü göz önüne alınarak in-vitro olarak gerçekleştirilmiştir.

Mikrosızıntı çalışmalarında genellikle çekilmiş insan dişleri kullanılmaktadır. Bazı in-vitro çalışmalarda inek dişleri kullanılmış olsa da (Alonso ve ark., 2004; Hilton, 2002; Pazinato ve ark., 2003), mikrosızıntı araştırmalarında dentin yapısının benzersiz olduğu çekilmiş insan dişlerinin kullanımı önerilmiştir (Rueggeberg, 1991). Bu tez çalışmasında klinik koşulları daha iyi yansıtabileceği düşünüldüğünden çekilmiş süt ikinci azı dişleri kullanılmıştır.

Çekilmiş dişleri saklamak için; salin, distile su, formalin, kloramin, sodyum azit ve timol gibi pek çok solüsyon kullanılmaktadır (Rueggeberg 1991). Mine ve dentin saklama solüsyonlarından etkilenirler. Goodis ve ark. (1993), salin solüsyonunda saklanan dişlerin dentin geçirgenliğinin arttığını; distile su içinde saklanan dişlerden ise daha güvenilir sonuçlar alındığını bildirmiştir. Çalışmamızda toplanan dişler dentin geçirgenliğini koruyabilmek amacıyla, distile su dolu cam kavanoz içinde +4°C de saklanmıştır.

Dişlerin çekiminden sonra restorasyonlar yapılana kadar geçen sürenin uzaması dentin yapısında değişikliklere neden olarak bağlanmayı etkileyebileceğinden çekimden sonra bekleme süresi 6 ay ile sınırlı olmalıdır (Lee ve ark., 2007). Çalışmamızda kullanılan dişlerin çekiminden sonra en geç 6 ay içinde tüm deney işlemleri bitirilmiştir.

İn-vitro mikrosızıntı çalışmalarında; örneklerdeki kavitelerin boyutu, şekli ve yeri önem kazanmaktadır. Bu değişkenler adeziv rezin materyallerin bağlanma dayanımını etkilemektedir (Hilton, 2002). Kavite derinleştikçe, dentin tübüllerinin yarıçapı ve yoğunluğu değişeceğinden kavitenin derinliği oluşacak mikrosızıntı miktarını etkileyebilir. Kavite şeklinin ise restorasyonda oluşacak stres üzerinde doğrudan etkisi olduğu ve mikrosızıntı miktarını etkilediği bildirilmiştir. Bu stres, restorasyona bağlanan diş dokularının yüzey alanıyla ilişkilidir. Kavitenin yeri de; adeziv materyaller mineye, dentine ve semente farklı şekilde bağlandığı için; bağlanma etkinliği ile ilişkili olarak mikrosızıntı sonuçlarını etkiler (Taylor ve Lynch, 1993).

Arayüz çürükleri süt dişlenmede en sık gözlenen çürüklerdir. Süt birinci ve ikinci azı dişlerinin arayüzünde başlayan çürük lezyonu gingival kontürü takip ederek bukkal ve lingual yüzeye yayılır. Arayüzde oluşan ilk lezyon üçgen şeklindedir. Üçgenin tabanı çürüğün başladığı minede, tepesi ise mine dentin birleşimine doğrudur. Tedavi edilmediğinde hızla dentinde yayılır (Gopinath, 2017). Süt dişlerinde arayüz çürüklerinin tedavisinde Sınıf II kutu kavite ve rezin restorasyonlar sıklıkla klasik Sınıf II kavitelere göre daha konservatif olmaları nedeniyle tercih edilmektedirler (Özdemir, 2014). Bu nedenle bu tez çalışmasında süt ikinci molar dişlerde açılan Class II kutu kavite tercih edilmiştir. Kavite süt dişlerinde sıklıkla tedavi edilen çürük lezyonlarının boyutları göz önünde bulundurularak ve benzer çalışmalar incelenerek 3mm. bukkolingual, 1,5 mm mesiodistal, 3mm okluzogingival olarak hazırlanmıştır (Gopinath, 2017).

Adeziv dental materyaller, total-etch ve self-etch olmak üzere iki farklı adezyon stratejisine göre üretilirler. Total-etch sistemlerde mine ve dentindeki smear tabakasını kaldırmak ve yüzeyel HA kristallerini demineralize etmek için diş yüzeyine fosforik asit uygulanır. Bu yöntem ile minede maksimum tutuculuk sağlanır. Fakat diş yapısının uzun süre asitlenmesi, aşırı kurutulması veya fazla nemli bırakılması gibi hatalı uygulamalara, total-etch adezivlerin kullanımı sırasında sıklıkla rastlanmaktadır (Bahari ve ark., 2014). Asidik solüsyonlar ile smear tabakasının uzaklaştırılması, açığa çıkan dentin yüzeyine sıvı akışıyla sonuçlanır. Bu sıvı, adezyonu engeller. Çünkü,

nemli yapısından dolayı hidrofilik olan dentine, hidrofobik olan adeziv rezinler bağlanamaz. Asitle dağlanmış dentini havayla kurutmak ise kollajen fibril matriksin çökmesine neden olarak adeziv rezinin infiltrasyonunu engeller. Bu dezavantajı elimine etmek için nemli ortama uyumlu total-etch adezivler geliştirilmiştir. Aseton ya da etanol bazlı olan bu total-etch sistemlerin ‘wet bonding’ tekniği ile uygulanması önerilmiştir (Reis ve ark., 2007a; Tay ve ark., 1996). Ancak; mineyi kuruturken, dentini nemli bırakmak ve bu dokuların ne kadar nemli ne kadar kuru olduğunu pratikte anlamak kolay değildir (Silveira ve ark., 2001; Tay ve ark., 1996).

Dezavantajlarına rağmen, doğru teknikle uygulandığında total-etch sistemler, mineye en güçlü ve dayanıklı bağlanmayı sağlayan adeziv sistemlerdir. HA kristallerinin asit uygulaması sonrası çözülmesini takiben dentindeki kapiller çekim sonucu, rezin yüzeye absorbe olup polimerize olur. Asitlenmiş yüzeyde mine prizmalarının etrafını saran makrotaglar ve mine prizmalarının içine uzanan mikrotaglar olmak üzere iki tip rezin uzantısı gözlenir. Mineye bağlanmada mikrotagların daha önemli olduğu düşünülmektedir. Üç aşamalı total-etch sistemler çok fazla teknik hassasiyet gerektirirler. Asit, primer ve adeziv uygulaması ile hibridizasyon açısından uygun kompozisyon, elastik şok emici yüzey gibi davranan doldurucu adeziv ve polimerize olmuş rezinin düşük hidrofilitesi nedeniyle hidrolitik yıkıma karşı çok dirençlidir (De Munck ve ark., 2003). Restorasyonun uzun ömürlü olması için, özellikle kavite sınırları dentinde ise, üç aşamalı etanol-su bazlı total-etch adeziv sistemler hala altın standart kabul edilmektedir (De Munck ve ark., 2005).

Süt dişi minesi ile daimi dişi minesi yapısal olarak birbirinden farklıdır. Bu nedenle süt dişi minesine uygulanan asitleme işlemi daimi dişlerden farklı olmalıdır. Süt dişi minesinin en dış kısmında yer alan prizmasız tabaka asite karşı direnç gösterir ve rezinin tutuculuğu için gerekli pöröz yüzeyin oluşumunu engeller (Gwinnett, 1973; Jordan ve ark., 1977; Kodaka ve ark., 1989). Yaklaşık 30 mikron kalınlığında olan prizmasız tabakada, HA kristallerinin dizilimi mine yüzeyine diktir ve prizmatik minedeki gibi üç boyutlu bir dizilim göstermez. Kristallerin tek yönlü dizilimi ve prizmasız tabakada kısmen fazla olmaları tek taraflı erime ile sonuçlanır ve daha az

bir pöröz yapı yaratır. Böyle bir yapıya rezin zor infiltre olur (Eidelman, 1976; Gwinnett, 1973; Hinding ve Sveen, 1974; Meola ve Papaccio, 1986). Bu konuda çalışan araştırmacıların bir kısmı bu sorunu çözmek için prizmasız tabakanın bir frez yardımıyla kaldırılmasını önermektedir (Ripa ve ark., 1966). Bir kısmı ise asitleme süresinin uzatılmasını önermektedir (Hosoya, 1991; Nathanson ve ark., 1982). Ancak, uzayan asitleme süresi mine yapısında fazla kayba sebep olabilir. Prizmaların dejenerasyonu ve eriyen bu materyallerin mine yüzeyinde birikip, uzaklaştırılamaması bağlantıyı zayıflatabilir (Akal, 1992).

Literatürde süt dişi asitleme süresi 20 sn ile 4 dk arasında değişmektedir (Akal, 1992; Myers ve Butts 1985; Nordenvall ve ark., 1980). Daimi diş minesinin 60 sn, süt dişi minesinin ise bunun iki katı süre asitlenmesi gerektiği düşüncesi günümüzde değişmiştir. Son dönemde daimi diş minesinin 15 sn, süt dişi minesinin ise 30 sn asitlenmesi yeterli bulunmaktadır (Kaya, 2014). Bu nedenle, bu çalışmada süt dişi mineleri 30 sn asitlenmiştir.

Çalışmamızda restoratif materyal olarak kullanılan kompomer markası (Dyract Extra, Dentsply) firma önerisi ile metaakrilat içeren adeziv rezinlerle kullanılabilir. Self-etch ve total-etch adezivlerle kullanılabileceği belirtilmiştir. Çalışmamızda kullandığımız Prime ve Bond Elect Universal ise aynı firmanın ürünüdür ve bu nedenle bu restoratif materyalle beraber kullanımı tavsiye edilmiştir.

Tüm dental adezivler benzer içeriğe sahiptir. Hidrofobik ve hidrofilik metakrilat monomerleri, uçucu çözücüler, foto-başlatıcı ve ko-başlatıcı sistemler içerirler. Son zamanlarda üretilen universal dental adezivler ise ilave olarak kopolimer (poliakrilik asit gibi), doldurucu ve silan molekülleri içerirler (Ekambaram ve ark., 2015). Çalışmamızda son geliştirilen universal bir adeziv sistem olan Prime ve Bond Elect kullanılmıştır. Prime ve Bond Elect Universal; dipentaeritol penta akrilat, PE monofosfat, polimerize olabilen dimetakrilat rezin, polimerize olabilen trimetakrilat rezin, diketon, organik fosfin oksit, stabilizatörler, setilamin, hidroflorür aseton, su içerir. Bu ajanın süt dişlerinde üç farklı teknik ile (total-etch, self-etch ve selectif-etch) uygulanması sonucu oluşan mikrosızıntı değerleri karşılaştırmalı olarak

değerlendirilerek ideal klinik uygulama için yol gösterici sonuçlar elde edilmesi amaçlanmıştır.

Rezin materyallerin dezavantajlarından olan polimerizasyon büzülmesinin en az seviyede olması için kaviteye uygulanan kompozit rezin tabakalarının en fazla 2 mm olması ve ışık kaynağının kompozite mümkün olan en yakın konumda uygulanması gerektiği bildirilmiştir (Yalnız ve ark., 2019). Çalışmamızda kompomer kavitelere tabakalama tekniği ile (ilk tabaka gingival duvara doğru oblik, ikinci tabaka oklüzal yüzeye doğru oblik, son tabaka bukkalde kalan boşlukları kapatacak şekilde düz) yerleştirilmiştir. LED ışık cihazlarının hızlı polimerizasyonu sonucunda restorasyonda büzülme, kırılgenlik ve kenar sızıntısı gibi istenmeyen durumlar oluşabileceğinden, QTH ışık kaynağı kullanılmıştır (Rueggeberg, 1991). Işık kaynağı restorasyona maksimum yakınlıkta kullanılmıştır.

Ağız içerisinde restorasyonlar sürekli sıcaklık ve pH gibi değışimlere maruz kalırlar. İn-vitro çalışmalarda görülen başarısızlık sebeplerinden biri ağız içi şartlarının tam olarak taklit edilememesidir (Kaya, 2014). Çiğneme sisteminin taklit edilebilmesi amacıyla çeşitli firmalar çiğneme simülatörleri üretmiştir. Çalışmamızda kullandığımız dual akslı çiğneme simülatörü, bilgisayar ile kontrol edilen, çift yönlü (yatay ve dikey) kuvvet uygulayabilen bir cihazdır. Örnekler tutuculara yerleştirilir ve antagonist olarak uygun çapta top uçlar seçilir. Cihaz istenilen kuvvet, siklus ve sürede çalışabilmektedir.

Çiğneme ya da yutkunma sırasında oluşan fizyolojik ısırma kuvvetleri 10 ile 120 N arasında değışmektedir. Bireyler arasında ısırma kuvvetleri geniş bir aralığa sahiptir. (Bates ve ark., 1976; Kohyama ve ark., 2004). Yetişkinlerde maksimum ısırma kuvveti ön bölgede 190 N ile 290 N arasında olurken arka bölgede 200N dan 360 N'a kadar çıkabilmektedir (Fontijn-Tekamp ve ark., 2000; Morneburg ve Pröschel, 2002). Literatürde süt dişlerinin ısırma kuvveti ile ilgili çok az bilgi vardır. Laboratuvar koşullarında 750 N'a varan kuvvetlere ulaşabileceği bildirilmiştir ama yaş ve alınan gıdaya bağlı olarak değışkenlik gösterdiği bilinmektedir (Delaney ve Arvedson 2008; Le Révérend ve ark., 2014; Mountain ve ark., 2011; Strózyk ve Bałchanowski 2016;

Wilson ve ark., 2012). Çalışmamızda yukarıdaki bilgiler göz önünde bulundurularak; çocuk hastalarda molar bölge için olan ısırma kuvvetinin yetişkin premolar bölge ile benzer olduğu düşünülerek, daimi premolar dişlerde çiğneme simülatörü kullanan güncel bir çalışma dikkate alınmış ve uygulanan kuvvet 50 N olarak seçilmiştir (Aydın ve ark. 2020).

Isırma işlemi esnasında kaslardaki aktivasyon her yarım siklus için 0.2-1.5 Hz frekans aralığındadır. Bu nedenle, çiğneme sistemini uygun şekilde taklit eden bir cihazın tek veya çoklu ekseninde hareket ederken önceden belirlenen kuvvetleri belirli sayıda tekrarlar materyale uygulayabilmesi gerekmektedir. Çalışmamızda çiğneme simülatörü 1.6 Hz frekans ile kullanılmıştır (Aydın ve ark. 2020).

Literatüre göre çiğneme simülatöründe 240.000-250.000 döngü ağız içindeki bir yıllık kullanımı yansıtmaktadır. 1.200.000 döngülük dinamik yükleme sonucu kırılmadan kalan örneklerin 5 yıllık klinik ömrü olduğu bildirilmiştir (Kohyama ve ark., 2004). İn-vivo süt dişi çalışmalarında materyallerin başarıları genellikle 3. yıl sonunda değerlendirilmektedir (Abdel-Karim ve ark., 2014; Kurokawa ve ark., 2015). Bu nedenle çalışmamızda; 21 adet örneğe 1 yıla karşılık gelen 250000 döngü; 21 örneğe ise 3 yıla karşılık gelen 750.000 döngü uygulanmıştır.

İn vitro olarak mikrosızıntı; boya penetrasyon yöntemi, radyoizotop yöntemi, elektrokimyasal analiz yöntemi, bakteriyel mikrosızıntı yöntemi, insan serumu mikrosızıntısı yöntemi, basınçlı hava kullanımı, SEM analizi ve nötron aktivasyon yöntemi farklı yöntemler ile incelenebilir. Tüm bu yöntemlerin farklı avantaj ve dezavantajları vardır (Ayyıldız ve ark., 2009). Literatüre göre; 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, mikrosızıntı çalışmalarında en sık kullanılan yöntemdir (Akal, 1996; Arhun ve ark., 2006; Arıkan ve ark., 2006; Guelmann ve ark., 2004; Karatoprak, 1997). Bu yöntemle örnekler belirli bir süre boya çözeltisinde bekletilir ve daha sonra restoratif materyalin etrafındaki boya miktarını değerlendirmek için kesitlere ayrılır.

Bu yöntemin en büyük dezavantajı; üç boyutlu mikrosızıntının iki boyutlu olarak değerlendirilmesidir (Gwinnett ve ark., 1995; Taylor ve Lynch 1992). Değerlendirme sadece kesit alınan düzlemde gerçekleştirilir ve bu durum yanıltıcı sonuçlara neden olabilir. Ayrıca alınan kesit sayısı, puanlama ve değerlendiren araştırmacıya bağlı farklılıklar nedeniyle çalışmaların sonuçları birbiri ile karşılaştırılmaz (Carrera ve ark., 2015b).

Mikro-BT son yıllarda kompozit rezin materyallerdeki polimerizasyon büzülmesini, restoratif materyal ve diş arasındaki boşluk oluşumunu ve mikrosızıntıyı değerlendirmek için kullanılmaktadır. Mikro-BT ile tüm restorasyonun ve çevresindeki dokuların 3 boyutlu görüntüsü oluşturulabilir. Farklı dokular x ışını farklı derecelerde absorbe eder ve bunun sonucunda farklı gri tonları olarak tanımlanır (Chen ve ark., 2010; Eden ve ark., 2008; Sun ve ark., 2009; Sun ve Lin-Gibson 2008; Zeiger ve ark., 2009).

Literatürdeki çalışmalar incelenmiş olup son yıllarda mikrosızıntı çalışmalarında sıklıkla kullanılan Mikro-BT nin konvansiyonel yöntemlerin dezavantajlarını elimine ettiği gözlenmiştir. Rengo ve ark.'ın 2015 yılında yaptıkları çalışmada daimi dişlerde farklı adezivler ile oluşan sızıntı önce Mikro-BT ile daha sonra da geleneksel boya penetrasyon yöntemi ile değerlendirilmiştir. İki grupta da istatistiksel olarak anlamlı fark bildirilirken Mikro-BT grubunda farkın daha belirgin olduğu bildirilmiştir. Carrera ve ark. (2015a) da aynı yıl farklı kompozit rezin restorasyonlarda mikrosızıntıyı incelemiş ve daimi dişlerde mikrosızıntı çalışmalarında Mikro-BT kullanımının güvenilir olduğunu bildirmişleridir. Bu nedenle çalışmamızda adeziv ve diş dokuları arasındaki boşluklar ve mikrosızıntı yüksek çözünürlüklü Mikro-BT sistemi (Skyscan 1275) ile incelenmiştir.

Çoğu adeziv rezin düşük yoğunluktadır ve Micro-BT incelemelerinde diş ile restorasyon arasındaki boşluğun ayırt edilmesini zorlaştırırlar. Bu nedenle Micro-BT ile rezin restorasyonlarda mikrosızıntıyı incelemek için radyoopak bir boya gereklidir (Carrera ve ark., 2015b). Zhao ve ark. (2014) yapmış oldukları in-vitro çalışmada %50'lik amonyum gümüş nitrat kullanmışlar ve dentin içerisinde çok küçük sızıntıyı

bile radyografik olarak tespit etmek için, Mikro-BT'nin güvenilir bir teknik olduğunu rapor etmişlerdir. Micro-BT ile gümüş nitrat çözeltisi kullanıldığında en ufak sızıntıların bile hafif bir radyoopasite ile anlaşılabildiğini bildirmişlerdir (Zhao ve ark., 2014). Çalışmamızda geleneksel yöntem olan ağırlıkça %50'lik gümüş nitrat çözeltisi kullanılmıştır. Bu geleneksel yöntem günümüzde de mikrosızıntının Mikro-BT ile incelendiği çalışmalarda kullanılmaktadır (Aydın ve ark., 2020; Günel ve ark., 2021). Ancak çalışmamızda kullandığımız geleneksel tekniğin eksiklikleri olabilir. 3.4-4.5 pH'ya sahip olan % 50'lik asidik AgNO_3 çözeltisi, dentinde demineralizasyona neden olarak, artmış sızıntı değerlerine neden olabilir. Bu amaçla modifiye gümüş nitrat tekniği geliştirilmiş ve pH'ı 9.5 olan amonyum AgNO_3 kullanımı önerilmiştir (Carrera ve ark., 2015b; Han ve ark., 2016; Zhao ve ark., 2014). Ancak; Türkiye'de amonyum AgNO_3 üretilmediği için çalışmamızda yerel çalışmalara benzer şekilde geleneksel gümüş nitrat tekniği kullanılmıştır (Aydın ve ark., 2020; Günel ve ark., 2021). Örnekler literatürde belirtildiği gibi gümüş nitrat çözeltisinden sonra, Ag iyonunu metalik gümüşe indirmek için 2. banyo solüsyonunda bekletilmiştir (Sano ve ark., 1995a; Sano ve ark., 1995b; Tay ve ark., 2002a).

Çalışmanın bulguları değerlendirildiğinde; universal bir adeziv olan Prime ve Bond Elect Universal farklı asitleme yöntemleri ile kullanıldığında kısa dönemde farklı ancak uzun dönemde benzer mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Literatürde süt dişlerinde mikrosızıntının Mikro-BT ile incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak çalışmamızın sonuçları daimi dişlerde ve süt dişlerinde konvansiyonel yöntemlerle yapılan sızıntı çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir (Kaya, 2014; Shirai ve ark., 2005; Takamizawa ve ark., 2016; Van Meerbeek ve ark., 2011; Walter ve ark., 2012).

Literatürde universal adezivlerin süt dişlerinde farklı asitleme yöntemlerinin mikrosızıntıya etkisini karşılaştıran az çalışma vardır. Kaya (2014) çalışmasında; 2 farklı universal ve 2 farklı self-etch adeziv rezini (All Bond Universal, Single Bond Universal, Clearfil SE Bond, Clearfil Tri-S Bond Plus) bizim çalışmamıza benzer olarak total-etch, selektif-etch ve self-etch yöntemleri ile uygulamış ve mikrosızıntıyı geleneksel boya penetrasyon yöntemi ile incelemiştir. Bu çalışma hem süt dişleri hem

de daimi dişler üzerinde yapılmış ve restorasyon materyali olarak kompozit rezin kullanılmış, ancak örneklere herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmamıştır. Süt dişlerinde universal bir adeziv sistem olan All-Bond Universal self-etch yöntemi ile uygulandığında daha yüksek sızıntı değerleri gösterirken; selektif-etch ve etch and rinse yöntemleri arasında sızıntı açısından fark olmadığı bildirilmiştir. Çalışmada kullanılan diğer universal adeziv rezin (Single Bond Universal) grubunda tüm yöntemler benzer sızıntı değerleri göstermiştir. Süt dişlerinde self-etch adeziv sistemler kullanıldığında da selektif-etch yöntemi self-etch yönteminden daha az sızıntı değerleri göstermiştir. Aynı çalışmada daimi dişlerde universal adeziv sistemler olan All Bond Universal ve Single Bond Universal self-etch yönteminde daha yüksek sızıntı değerleri gösterirken; selektif-etch ve etch ve rinse yöntemleri arasında sızıntı açısından fark olmadığı bildirilmiştir. Daimi dişlerde self-etch adeziv sistemler kullanıldığında da selektif-etch yöntemi sızıntı açısından daha başarılı bulunmuştur (Kaya, 2014). Bizim çalışmamızda yaşlandırma işlemi yapılmayan örneklerde tüm gruplarda benzer sızıntı değerleri izlenmiştir ve bu değerler Single-Bond Universal grubu ile benzerlik göstermektedir. Diğer adeziv rezin grubu ve daimi dişlerde self-etch grubunda daha yüksek sızıntı değerleri çalışmamızla örtüşmemektedir. Bunun nedeni farklı marka adeziv rezinler kullanılması ve boya penetrasyon yönteminin alınan kesite göre farklı sonuçlar verme olasılığının olması olabilir.

Süt dişlerinde universal bir adezivin (Scotchbond Universal) farklı asitleme teknikleri ile kullanıldığı bir çalışmada nanosızıntı değerleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada kontrol grubu olarak etch and rinse bir adeziv (Adper Single Bond Plus) ve self-etch bir adeziv (Clearfil SE Bond) kullanılmıştır. Universal adeziv self-etch ve total-etch tekniği ile sağlam ve çürükten etkilenmiş dentin yüzeylerine uygulanmış ve kompozit rezin restorasyonlar yapılmıştır. Örneklerden 1 mm çapında çubuklar elde edilmiş ve modifiye gümüş nitrat boyamasından sonra 1000 kat büyütme ile elektron mikroskopunda incelenmiş ve skorlanmıştır. Çürükten etkilenmiş dentinde neredeyse tüm örneklerde daha yüksek boyanma izlenmiştir. Universal adezivin self-etch tekniği ile kullanıldığı örneklerde sağlam dentinde daha yüksek nanosızıntı değerleri incelenirken; çürükten etkilenmiş dentinde iki teknik arasında sızıntı açısından fark bildirilmemiştir. Self-etch tekniğinin çürük dentinde daha az nanosızıntı ve daha kalın

bir hibrit tabakaya neden olması dentinin daha pöröz bir yapıda olması bu sayede daha derin bir deminerilizasyon sağlanması ve adezivin daha derinlere sızabilmesine bağlanmıştır (Lenzi ve ark., 2015).

Süt dişlerinde total-etch ve self-etch adezivlerin oluşturduğu rezin tag penetrasyonunun elektron mikroskobu ile incelendiği bir çalışmada total-etch grubunda (Xeno III) hem niteliksel hem niceliksel olarak daha iyi rezin taglar oluştuğu gözlenmiştir. Hibrit tabaka self-etch grubunda (Prime ve Bond NT) % 25-30 daha ince izlenmiştir. Araştırmacılar süt dişlerinde kısa süreli bir asitleme işleminin bile hibrit tabakasının kalitesini arttıracığını bildirmişlerdir (Mithiborwala ve ark., 2012).

Takamizawa ve ark. 2016 yılında yaptıkları çalışmada daimi dişlerde üç farklı universal adeziv rezinin (Prime and Bond Elect, Scotsbond Universal, All-Bond Universal) daimi dişlerde total-etch ve self-etch yöntemi ile oluşturdukları bağlanmayı elektron mikroskobu ile incelemişler ve tüm universal adezivlerin her yöntemde yeterli bağlanma sağladığını bildirmişlerdir. Ancak total-etch yöntemi ile dolguları yapılan örneklerde daha uzun rezin taglar oluşmuştur. Self-etch yöntemi uygulanan örneklerde daha ince bir hibrit tabaka oluşmuş ve dentin tübüllerindeki smear tıkaçları açıkça gözlenmiştir. Çalışmamızda da 1 yıl yaşlandırma işlemi uygulanan self-etch grubundaki örneklerde daha yüksek mikrosızıntı değerlerinin izlenmesine kısa rezin taglar ve ince hibrit tabakası neden olmuş olabilir.

Literatürde daimi ve süt dişlerinde universal adezivlerin farklı kullanımları ile ilgili bağlanma dayanımı çalışmaları vardır. Antoniazzi ve ark. (2016), süt dişlerinde iki farklı universal adeziv rezinin selektif-etch ve total-etch yöntemi ile demineralize ve sağlam mineye bağlanma dayanımını incelemişlerdir. Demineralize minede bağlanma dayanımı her iki yöntemde ve her iki adeziv sistemde neredeyse yarı yarıya düşük bulunurken, minenin selektif asitlenmesi tüm gruplarda bağlanma dayanımını arttırmıştır (Antoniazzi ve ark., 2016). Kim ve ark. (2017), süt dişi dentinine asit uygulanmasının 2 farklı universal adeziv ve 2 farklı tek aşamalı self-etch adeziv rezin ile kullanıldığında bağlanma dayanımına etkisini araştırmışlar ve ilave asit uygulama işleminin bağlanmayı arttırdığını bildirmişleridir (Kim ve ark., 2017). Thanaratikul ve

ark. (2016) ise süt dişlerinde 3 farklı universal adeziv kullandıkları çalışmalarında adezivlerin self-etch ya da total-etch yöntemi ile uygulanmasının mikro bağlanma dayanımını değiştirmediğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte self-etch yöntemi ile diğer çalışmalarla uyumlu olarak daha kısa rezin taglar ve daha ince hibrit tabaka oluştuğunu bildirmişlerdir (Thanaratikul ve ark., 2016).

Daimi dişlerde 4 farklı universal adeziv rezinin total-etch ve self-etch yöntemi ile uygulanmasının mikrosızıntıya etkisini TEM ile inceleyen bir çalışmada iki adeziv rezinde de (Adhese Universal, OptiBond XTR) bu çalışmanın bulgularına benzer şekilde self-etch yöntemi ile daha fazla sızıntı gözlenmiştir. Diğer gruplarda (Scotchbond Universal, Clearfil Universal Bond Quick) mikrosızıntı açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır (Cruz ve ark., 2021). 2018 yılında Single Bond Universal kullanarak daimi dişlerde yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlar bildirilmiştir. Bu çalışmada dişlerin hem kron hem kök dentin yüzeylerine total-etch ve self-etch yöntemi ile kompozit dolgular yapılmıştır. Mikrosızıntı geleneksel boya penetrasyon yöntemi ile değerlendirilmiştir. Kök dentininde self-etch yöntemi ile daha fazla sızıntı gözlenirken, koronal dentinde çalışmamıza benzer şekilde iki yöntem benzer sızıntı değerleri göstermiştir (Ali ve ark., 2018).

Gupta ve ark. (2017); daimi dişlerde sınıf V kavitelerde total-etch, self-etch ve universal adezivlerin okluzal ve gingival marjinlerde sızıntı değerlerini incelemişlerdir. Çalışmada 5. nesil (Single Bond 2), 6. nesil (SE plus), 7. nesil (Easy One), 8. nesil (Single Bond Universal) adeziv rezinler üretici talimatlarına göre kullanılmıştır. 5. nesil adeziv total-etch yöntemi ile uygulanırken; iki aşamalı ve tek aşamalı self-etch adezivler ve universal adeziv tek kat olarak dentine uygulanmıştır. Sızıntı boya penetrasyon yöntemi ile değerlendirilmiştir. Okluzal marjinlerde 5. nesil total-etch adeziv yüksek sızıntı değerleri gösterirken; en az sızıntıyı 6. nesil (2 aşamalı self-etch) adeziv göstermiştir. Gingival marjinlerde ise universal ve iki aşamalı self-etch adeziv yüksek sızıntı değerleri gösterirken, total-etch adeziv en az mikrosızıntıyı göstermiştir. Araştırmacılar iki aşamalı self-etch adezivin minede başarılı olmasının güçlü asidik özelliği ile ilgili olabileceğini; dentindeki başarısızlığının da çözücü olarak yalnızca su içermesinden olabileceğini bildirmişlerdir.

Yakın zamanda yapılan bir derlemede; daimi dişlerde universal adezivlerin total-etch ve self-etch yöntemleri ile uygulanmasının mikro bağlanma dayanımı üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Derlemeye yaşlanmanın universal adezivlerin bağlanma dayanımı üzerine etkisini araştıran çalışmalar da dahil edilmiştir. Genel olarak termomekanik olarak yüklenen ya da tükürükte bekletilerek yaşlandırılan dişlerde daha düşük bağlanma kuvvetleri bildirilmiştir (Rosa ve ark., 2015). Bu sonuç bizim çalışmamız ile benzerdir. Çalışmamızda her grupta istatistiksel olarak anlamlı çıkmasa da yaşlandırılan örnekler daha yüksek sızıntı değerleri göstermiştir. Derlemede genel olarak universal adezivlerin iki farklı teknikle uygulanmasında dentinde mikro bağlanma dayanımı benzer bulunmuştur. Yalnızca All-Bond Universal total-etch yöntemi ile dentine daha yüksek bağlanma değerleri göstermiştir. Minede bağlanmayı değerlendiren az çalışma olmasına rağmen total-etch yönteminin bağlanma açısından daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Rosa ve ark., 2015). Daimi dişlerde yapılan sızıntı çalışmaları ile çalışmamızı karşılaştırmak zordur ancak süt dişlerinin farklı mine yapısının ve yüksek organik içeriğinin bağlanmayı daha da güçleştirdiği düşünüldüğünde universal adeziv bir rezin kullanıldığında minenin selektif olarak asitlenmesi mantıklı bir seçenek olabilir.

Bulgularımıza benzer şekilde, Signore ve ark. (2021), kısa dönemde universal bir adezivin total-etch ve self-etch modlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada self-etch modunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla mikrosızıntı tespit etmişlerdir. Ancak çalışmamızda, uzun dönem yaşlandırma sonrasında gruplar arasında anlamlı fark tespit edilmemiştir. Bunun nedeni, yaşlandırma süresinin artması ile total-etch grubunda da sızıntı gelişmesi olabilir. Bu çalışmanın sonuçları doğrultusunda Marchesi ve ark. (2014), universal bir adezivin total-etch modunun, self-etch moduna kıyasla kısa vadeli değerlendirmede daha iyi sonuçlar gösterdiğini; bununla birlikte, uzun süreli yaşlandırma ile sızıntı miktarının arttığını tespit etmiştir. Araştırmacılar bu sonuçları; universal adezivlerin, dentin kollajen ağı ile uzun vadeli başarılı bir kimyasal bağ kurmaya yardımcı olan fonksiyonel monomerler içerdiği gerçeğiyle açıklamışlardır. Bununla birlikte, total-etch modunda olduğu gibi dentine fosforik asit uygulandığında, kısmen infiltre kollajenler, uzun vadede matriks metalloproteinazlar tarafından bozunmaya duyarlı olacaktır. Çalışmamızda;

istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, selektif-etch modu, total-etch grubuna göre daha az mikrosızıntı oranları göstermiştir. Bu grupta elde edilen daha iyi sonuçlar, dentinin değil sadece minenin asitlenmesiyle açıklanabilir. Benzer şekilde, Antoniazzi ve ark. (2016), universal adezivlerin mikromakaslama bağlanma dayanımını test ettikleri çalışmalarında süt dişlerinde selektif-etch modunun kullanılmasını önermiştir.

Bu çalışmada çeşitli sınırlamalar bulunmaktadır. Sonuçlarımız hazırlanan diş örneklerine doğrudan erişim sağlayan in vitro koşullarda elde edilmiştir. Ayrıca, daha büyük bir örneklem boyutu, sızıntı analizinde anlamlı farklılıklar elde edilmesini sağlayabilirdi. Ancak, yaşlanma protokolü ve mikro-BT analizi pahalı ve zaman alıcı olduğundan, bu çalışmada örneklem boyutu nispeten küçük seçilmiştir. Ek olarak; amonyum $Ag(NO)_3$ 'e ulaşamamış olması nedeniyle sızıntı değerleri klinik koşullardan daha yüksek değerlerde elde edilmiş olabilir. Ayrıca bu çalışmada en uzun yaşlandırma süresi 3 yıl olmuştur. Daha yüksek yaşlanma süreleri istatistiksel olarak daha anlamlı farklılıklara neden olabilirdi. Universal adezivlerin kompomer restorasyonlardaki bağlanma dayanımını ve mikrosızıntı değerlerini total-etch, self-etch ve selektif-etch protokolleri kullanılarak karşılaştırmalı olarak değerlendiren başka in-vitro çalışmalara ve ayrıca klinik sonuçlar için uzun süreli in-vivo çalışmalara ihtiyaç vardır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mikrosızıntıya neden olan etkenlerin tümü ağız içi ortamda meydana gelir ve in-vitro çalışmalar her zaman yetersizdir. Universal bir adeziv rezinin süt dişi kompomer restorasyonlarda farklı uygulama yöntemleriyle kullanımının sızıntıya olan etkisinin in-vitro koşullarda araştırıldığı bu çalışmanın sınırları dahilinde şu sonuçlara ulaşılmıştır;

1. Süt dişlerinde uygulanan kompomer restorasyonlarda, universal adeziv ajan kullanıldığında self-etch protokolü tüm zaman aralıklarında en fazla mikrosızıntı değerlerini göstermiştir. Ancak; total-etch ve selektif-etch moduyla aralarındaki fark sadece 1 yıllık yaşlandırma değerlerinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Uzun dönem yaşlandırmada, diğer gruplarda da mikrosızıntının artması ile tüm uygulama protokollerinde benzer mikrosızıntı değerleri tespit edilmiştir.
2. Bu sonuçlar ışığında, süt dişlerinde kompomer restorasyonlarında universal adezivlerin tüm asitleme teknikleri ile kullanımının uygun olduğu söylenebilir.
3. Bu çalışmanın sonuçlarını doğrulamak için daha fazla in-vitro ve in-vivo çalışmaya ihtiyaç vardır. Bu çalışmalarda farklı içeriklerde universal adezivler kullanılabilir. Aynı zamanda; süt dişi çürüklerinin günümüzde daha da erken yaşlarda geliştiği ve restorasyon ömrünün uzaması gerekliliği düşünülerek; ilerideki in-vitro çalışmalarda daha uzun yaşlandırma sürelerinin uygulanması önerilebilir.
4. Bu çalışmanın bulgularına göre; Mikro-BT mikrosızıntıyı tespit etmek için etkin bir yöntem olarak kabul edilebilir. Ancak, bu yöntemin süt dişlerinde mikrosızıntıyı değerlendiren geleneksel yöntemler ile karşılaştırıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Süt dişi yapısal farklılıkları gözönüne alındığında

Mikro-BT'nin etkinliğinin karřılařtırılmalđ olarak değerlendirildiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

5. Mikro-BT ile beraber boyar madde olarak gümüş nitrat kullanımının hem küçük materyal boyutuna sahip olması hem de radyoopak olması gibi avantajları bulunmaktadır. Ancak, ileriki çalışmalarda, solüsyonun asiditesini azaltmak ve daha doğru mikrosızıntı değerleri elde edebilmek amacıyla amonyum gümüş nitrat kullanımı tavsiye edilebilir.



ÖZET

Farklı Asitleme Teknikleri Kullanılarak Uygulanan Kompomer Restorasyonlarda Mikrosızıntının Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi

Bu çalışmanın amacı süt dişi sınıf II kavitelerinde universal adezivin total-etch, self-etch ve selektif-etch protokolü ile uygulanmasının 1 ve 3 yıl yaşlandırma işleminden sonra mikrosızıntıya etkisinin araştırılmasıdır. 63 adet çekilmiş süt ikinci azı dişine sınıf II kaviteler açılmış ve hazırlanan dişler 3 eşit gruba ayrılmıştır. (total-etch, self-etch, selektif-etch). Universal bir adeziv (Prime & Bond Elect Universal) ve kompomer kullanarak 3 farklı teknikle restorasyonlar tamamlanmıştır. Her gruptan 7 diş 1 yıllık; 7 diş 3 yıllık yaşlanmaya denk gelecek döngüde mekanik olarak yüklenmiştir. Her gruptan 7 diş yaşlanma işlemine tabii tutulmamıştır. Örnekler hazırlandıktan sonra %50'lik gümüş nitrat çözeltisi boya olarak kullanılmıştır. Mikrosızıntı değerleri Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Bruker Skyscan 1275, Kontich, Belçika) ile incelenmiştir. Grupların birbiri ile karşılaştırılmasında tüm zamanlarda sızıntı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Total-etch ve selektif-etch yöntemi ile dolguları yapılan örnekler yaşlanma işleminden sonra benzer mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Self-etch grubundaki örneklerde ise 1 yıllık yaşlanma sonucunda daha yüksek sızıntı değerleri izlenmiştir. Bu bulguların ışığında; uzun dönemde universal adezivlerin her türlü asitleme protokolü ile kompomer restorasyonlarda kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Mikro-BT, Mikrosızıntı, Selektif-Etch, Self-Etch, Total-Etch, Universal adeziv

SUMMARY

Comparative Evaluation of Microleakage in Compomer Restorations Using Different Etching Techniques

The aim of this study was to investigate the effects of total-etch, self-etch and selective-etch application modes of a universal adhesive on microleakage after 1 and 3 years of aging in primary tooth class II cavities. Class II cavities were prepared in 63 extracted primary second molars and the prepared teeth were divided into 3 equal groups (total-etch, self-etch, selective-etch). Restorations were completed with 3 different techniques using a universal adhesive (Prime ve Bond Elect Universal) and compomer. 7 teeth from each group were mechanically loaded in a cycle equivalent to 1 year and 3 years of aging. 7 teeth from each group were not subjected to aging process. After the aging protocol, 50% silver nitrate solution was used as a tracer. Microleakage values were investigated by Micro Computed Tomography (Bruker Skyscan 1275, Kontich, Belgium). When the groups were compared with each other, no statistically significant difference was found between the leakage values at all times. Total-etch and selective-etch methods showed similar microleakage values after aging. Self-etch group revealed higher microleakage values after 1 year of aging. In light of these results, it can be concluded that, in the long term, universal adhesives can be used in compomer restorations with any etching protocol.

Keywords: Micro-CT, Microleakage, Selective-Etch, Self-Etch, Total-Etch, Universal adhesive

KAYNAKLAR

- ABDEL-KARIM UM, EL-ERAKY M, ETMAN WM. (2014). Three- year clinical evaluation of two nano hybrid giomer restorative composites. *Tanta Dent Journal.*, **11**: 213- 22.
- AGEE KL, PASHLEY EL, ITTHAGARUN A, SANO H, TAY FR, PASHLEY DH (2003). Submicron hiati in acid-etched dentin are artifacts of desiccation. *Dent Mater*, **19**: 60-68.
- ALI RH, NIAZY MA, NAGUIB EA, GHANY OSA (2018). Effect of application technique and mode of curing on nano-leakage of universal adhesive system. *Futur Dent J*, **4**: 253-261.
- ALONSO RCB, SINHORETI MAC, CORRER SOBRINHO L, CONSANI S, GOES MFD (2004). Effect of resin liners on the microleakage of class V dental composite restorations. *J App Oral Science*, **12**: 56-61.
- ANCHIETA RB, MACHADO LS, MARTINI AP, DOS SANTOS PH, GIANNINI M, JANAL M, COELHO PG (2015). Effect of long-term storage on nanomechanical and morphological properties of dentin–adhesive interfaces. *Dent Mater*, **31**: 141-153.
- HEMBREE JR JH, ANDREWS JT (1976). In vitro evaluation of marginal leakage of a new resin sealer. *J Tenn Dent Assoc*, **56**: 9-10.
- ANTONIAZZI BF, NICOLOSO GF, LENZI TL, SOARES F, ROCHA RDO (2016). Selective acid etching improves the bond strength of universal adhesive to sound and demineralized enamel of primary teeth. *J Adhes Dent*, **18**: 311-316.
- ARAUJO RM, DE PAULA EDUARDO C, DUARTE JUNIOR SLL, ARAUJO MAM, DE CASTRO MONTEIRO LOFFREDO L (2001). Microleakage and nanoleakage: influence of laser in cavity preparation and dentin pretreatment. *J Clin Laser Med & Surg*, **19**: 325-332.
- ARHUN N, ARMAN A, ÇEHRELI SB, ARIKAN S, KARABULUT E, GÜLŞAHI K (2006). Microleakage beneath ceramic and metal brackets bonded with a conventional and an antibacterial adhesive system. *Angle Orthodont*, **76**: 1028-1034.
- ARIKAN S, ARHUN N, ARMAN A, CEHRELI SB (2006). Microleakage beneath ceramic and metal brackets photopolymerized with LED or conventional light curing units. *Angle Orthodont*, **76**: 1035-1040.
- ARMSTRONG S, VARGAS M, LAFFOON J, KIRCHNER H, PASHLEY D (2000). Hydrolytic degradation of the dentin-resin composite bonded joint. *J Dent Res*, *79Abstract #2476 p.: 453*

- ATALAY C, OZGUNALTAY G, YAZICI AR (2020). Thirty-six-month clinical evaluation of different adhesive strategies of a universal adhesive. *Clin Oral Investig*, **24**: 1569-1578.
- ATALAY C, USLU A, YAZICI AR (2021). Does laser etching have an effect on application mode of a universal adhesive?—A microleakage and scanning electron microscopy evaluation. *Microscopy Res Tech*, **84**: 125-132.
- AVINASH J, MARYA C, DHINGRA S, GUPTA P, KATARIA S, MEENU H (2010). Pit and fissure sealants: an unused caries prevention tool. *J Oral Health Comm Dent*, **4**: 1-6.
- AYDIN F, DEMIREL G, BILECENOĞLU B, OCAK M, GÜR G (2020). Effect of different artificial aging protocols on marginal sealing ability of self-etch dental adhesives: micro-computed tomography evaluation. *J Adhes Sci Tech*, **34**: 388-399.
- AYYILDIZ S, UYAR A, YÜZÜGÜLLÜ B. (2009). Diş hekimliğinde mikrosızıntı ve inceleme yöntemleri. *Atatürk Üni Dis Hek Fak Derg*, **19**: 219-226.
- BAHARI M, OSKOEI SS, KIMYAI S, POURALIBABA F, FARHADI F, NOROUZI M (2014). Effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate treatment on microtensile bond strength to carious affected dentin using two adhesive strategies. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, **8**: 141-147.
- BAIER R (1992). Principles of adhesion. *Oper Dent*, **Suppl 5**:1-9.
- BARAKAH HM, TAHER NM (2014). Effect of polishing systems on stain susceptibility and surface roughness of nanocomposite resin material. *J Prosthet Dent*, **112**: 625-631.
- BARNES DM, THOMPSON VP, BLANK LW, MCDONALD NJ (1993). Microleakage of Class 5 composite resin restorations: a comparison between in vivo and in vitro. *Oper Dent*, **18**: 237-245.
- BASKER R, OGDEN A, RALPH J (2001). Complete denture prescription-an audit performance. A literature review. *J Adhes Dent*, **3**: 295-308.
- BASSIR L, KHANEHMASJEDI M, NASR E, KAVIANI A (2012). An in vitro comparison of microleakage of two self-etched adhesive and the one-bottle adhesive used in pit and fissure sealant with or without saliva contamination. *Indian J Dent Res*, **23**: 806-810.
- BATES J, STAFFORD G, HARRISON A (1976). Masticatory function—a review of the literature: III. Masticatory performance and efficiency. *J Oral Rehabil*, **3**: 57-67.

- BERGENHOLTZ G (1991). Iatrogenic injury to the pulp in dental procedures: aspects of pathogenesis, management and preventive measures. *Inter Dent J*, **41**: 99-110.
- BOLAÑOS-CARMONA V, GONZÁLEZ-LÓPEZ S, BRIONES-LUJÁN T, DE HARO-MUÑOZ C, JOSÉ C (2006). Effects of etching time of primary dentin on interface morphology and microtensile bond strength. *Dent Mater*, **22**: 1121-1129.
- BOSTANCIOĞLU SE, TAMA E(2019). Mineye ve dentine adezyon. *Sağlık Bilimlerinde Akademik Çalışmalar*, **2**: 57-78.
- BOUILLAGUET S, VIRGILLITO M, WATAHA J, CIUCCHI B, HOLZ J (1998). The influence of dentine permeability on cytotoxicity of four dentine bonding systems, in vitro. *J Oral Rehabil*, **25**: 45-51.
- BRESCHI L, MAZZONI A, PASHLEY DH, PASQUANTONIO G, RUGGERI A, SUPPA P, TAY F. (2006). Electric-current-assisted application of self-etch adhesives to dentin. *J Dent Res*, **85**: 1092-1096.
- BRESCHI L, MAZZONI A, RUGGERI A, CADENARO M, DI LENARDA R, DORIGO EDS (2008). Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater*, **24**: 90-101.
- BULUT AC, ATSÜ SS (2016). Diş hekimliğinde restoratif materyallerin yaşlandırma işlemleri ve çiğneme simülatörleri. *Atatürk Üni Dis Hek Fak Derg*, **26**: 180-186.
- BUONOCORE MG (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, **34**: 849-853.
- CADENARO M, BRESCHI L, RUEGGERBERG FA, SUCHKO, M., GRODIN, E., AGEE, K., PASHLEY, D. H. (2009). Effects of residual ethanol on the rate and degree of conversion of five experimental resins. *Dent Mater*, **25**(5), 621-628.
- CARDENAS A, SIQUEIRA F, BANDECA M, COSTA S, LEMOS M, FEITORA V, GOMES J (2018). Impact of pH and application time of meta-phosphoric acid on resin-enamel and resin-dentin bonding. *J Mech Behav Biomed Mater*, **78**: 352-361.
- CARRERA CA, LAN C, ESCOBAR-SANABRIA D, LI Y, RUDNEY J, APARICIO C, FOK A (2015). The use of micro-CT with image segmentation to quantify leakage in dental restorations. *Dent Mater*, **31**: 382-390.
- CARVALHO R, PEGORARO T, TAY F, PEGORARO L, SILVA N, PASHLEY DH (2004). Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilise self-etching primers to dentine. *J Dent*, **32**: 55-65.

- CHAN MF, JONES JC (1993). Marginal sealing ability of four restorative materials placed in root surfaces. *Europ J Prosthodont Restor Dent*, **2**: 23-27.
- CHEN C, NIU LN, XIE H, ZHANG ZY, ZHOU LQ, JIAO K, TAY F (2015). Bonding of universal adhesives to dentine—Old wine in new bottles? *J Dent*, **43**: 525-536.
- CHEN X, CUIJPERS V, FAN M, FRENCKEN J (2010). Marginal leakage of two newer glass-ionomer-based sealant materials assessed using micro-CT. *J Dent*, **38**: 731-735.
- CHO BH, DICKENS SH (2004). Effects of the acetone content of single solution dentin bonding agents on the adhesive layer thickness and the microtensile bond strength. *Dent Mater*, **20**: 107-115.
- CHOI K, CONDON J, FERRACANE J (2000). The effects of adhesive thickness on polymerization contraction stress of composite. *J Dent Res*, **79**: 812-817.
- COX CF, SUBAY RK, OSTRO E, SUZUKI S, SUZUKI SH (1996). Tunnel defects in dentin bridges: their formation following direct pulp capping. *Oper Dent*, **21**: 4-11.
- CRAIG MH, SCOTT JM, SLAYTON RL, WALKER AL, CHIDL (2019). Preventive dental care use for children with special health care needs in Washington's Access to Baby and Child Dentistry program. *JADA*, **150**: 42-48.
- CRUZ J, SILVA A, EIRA R, SOUSA B, LOPES M, CAVALHEIRO A (2021). Dentin permeability and nanoleakage of universal adhesives in etch-and-rinse vs self-etch modes. *Oper Dent*, **46**: 293-305.
- CURTIS J, RUEGGERBERG F, LEE A (1995). Curing efficiency of the Turbo Tip. *Gen Dent*, **43**: 428-433.
- ÇETİNER S (1992). Cam iyonomer simanların kenar sızıntılarının araştırılmasında kullanılan farklı iki boyanın sonuca etkileri. *AÜ Diş Hek Fak Derg*, **19**: 415-419.
- ÇINAR Ç (2011). Çocuk diş hekimliğinde adeziv sistemlerin tarihsel gelişimi ve sınıflandırılması. *Türkiye Klinikleri J Dent Sci Special Topics*, **2**: 1-7.
- DA SILVEIRA PEREIRA GD, PAULILLO L, DE GOES MF, DOS SANTOS DIAS CT (2001). How wet should dentin be? Comparison of methods to remove excess water during moist bonding. *J Adhes Dent*, **3**: 257-264.
- DAYANGAÇ B, GÜVEN ST (1980). Yüzey pürüzlendirme işleminin ve iki tür simanın inleylerdeki kenar sızıntılarına etkisi. *Gazi Üni Diş Hek Fak Derg* **6**: 87-102.
- DE J, CAMPS J (1996). Influence of criteria on the results of in vitro evaluation of microleakage. *Dent Mater*, **12**: 342-349.

- DE MORAIS P, AL RJ, PIMENTA L (1999). Quantitative microleakage evaluation around amalgam restorations with different treatments on cavity walls. *Oper Dent*, **24**: 217-222.
- DE MUNCK J, VAN MEERBEEK B, YOSHIDA Y, INOUE S, VARGAS M, SUZUKI K, VANHERLE G (2003). Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res*, **82**: 136-140.
- DE MUNCK JD, VAN LANDUYT K, PEUMANS M, POITEVIN A, LAMBRECHTS P, BRAEM M, VAN MEERBEEK B (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*, **84**: 118-132.
- DE SANTIS R, MOLLICA F, PRISCO D, RENGO S, AMBROSIO L, NICOLAIS L (2005). A 3D analysis of mechanically stressed dentin–adhesive–composite interfaces using X-ray micro-CT. *Biomater*, **26**: 257-270.
- DELANEY AL, ARVEDSON JC (2008). Development of swallowing and feeding: prenatal through first year of life. *Dev Disabil Res Rev*, **14**: 105-117.
- DELIPERI S, BARDWELL D, WEGLEY C (2007). Restoration interface microleakage using one total-etch and three self-etch adhesives. *Oper Dent*, **32**: 179-184.
- DEMIREL G, GÜR G, ERYILMAZ M, ALTANLAR N (2018). The effects of self-etch bio-active dental adhesive systems on bacterial microleakage. *J Adhes Sci Technol*, **32**: 1044-1054.
- DEUS GD, MURAD CF, REIS CM, GURGEL-FILHO E, COUTINHO FILHO T (2006). Analysis of the sealing ability of different obturation techniques in oval-shaped canals: a study using a bacterial leakage model. *Braz Oral Res*, **20**: 64-69.
- DIĞDEM E, BEKTAŞ ÖÖ (2006). Dental adezivler. *Cumhuriyet Uni Diş Hek Fak Derg*, **9**: 63-67.
- DÖNMEZ N, BELLI S, PASHLEY DH, TAY F (2005). Ultrastructural correlates of in vivo/in vitro bond degradation in self-etch adhesives. *J Dent Res*, **84**: 355-359.
- DÖNMEZ N, ÖZER F (2007). Hibrit tabakası, özellikleri ve hibrit tabakasında gözlenen mikroskopik oluşumlar. *Gazi Üni Diş Hek Fak Derg*, **24**: 57-62.
- DÖRFER CE, STAEHLE HJ, WURST MW, DUSCHNER H, PIOCH T. (2000). The nanoleakage phenomenon: influence of different dentin bonding agents, thermocycling and etching time. *Eur J Oral Sci*, **108**: 346-351.
- DUARTE JR S, PERDIGÃO J, LOPES MM (2006). Effect of dentin conditioning time on nanoleakage. *Oper Dent*, **31**: 500-511.

- EDEN E, TOPALOGLU-AK V, CUIJPERS V, FRENCKEN JE (2008). Micro-CT for measuring marginal leakage of Class II resin composite restorations in primary molars prepared in vivo. *Am J Dent*, **21**: 393-397.
- EKAMBARAM M, YIU CKY, MATINLINNA JP (2015). An overview of solvents in resin–dentin bonding. *Int J Adhes Adhes*, **57**: 22-33.
- ELIADES G, ELIADES T, WATTS DC (2005). Dental hard tissues and bonding. Springer-Verlag Berlin, Chapter 3, pp.58-64.
- ERDEMİR U, YAMAN BC (2011). Diş hekimliğinde mikrosızıntı ve mikrosızıntı araştırma yöntemleri. *J Istanbul Univ Fac Dent*, **45**: 25-35.
- ERICKSON RL, BARKMEIER WW, LATTI MA (2009). The role of etching in bonding to enamel: a comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems. *Dent Mater*, **25**: 1459-1467.
- ERSOY M, EMRE Ö, GÖKÇE K (2007). Farklı uygulama yöntemlerinin kompozit rezinlerin mikrosertlikleri üzerine etkisi. *Atatürk Üni Diş Hek Fak Derg*, **1**: 28-31.
- EYMIRLI PS, TURGUT MD (2019). Çocuk diş hekimliğinde lazer uygulamaları: bir literatür güncellemesi. *Ankara Med J*, **19**: 419-428.
- FABIANELLI A, POLLINGTON S, DAVIDSON CL, CAGIDIACO MC, GORACCI C. (2007). The relevance of microleakage studies. *Int Dent SA*, **9**: 64-74.
- FELDKAMP LA, GOLDSTEIN SA, PARFITT MA, JESION G, KLEEREKOPER M (1989). The direct examination of three-dimensional bone architecture in vitro by computed tomography. *J Bone Mineral Res*, **4**: 3-11.
- FERRARI AC, KLEINSORGE B, MORRISON NA, HART A, STOLOJAN V, ROBERTSON J. (1999). Stress reduction and bond stability during thermal annealing of tetrahedral amorphous carbon. *J Appl Phys*, **85**: 7191-7197.
- FITCHIE JG, REEVES GW, SCARBROUGH AR, HEMBREE JH (1990). Microleakage of two new dentinal bonding systems. *Quint Int*, **21**: 749-752.
- FONTIJN-TEKAMP F, SLAGTER A, VAN DER BILT A, VAN'T HOF M, WITTER D, KALK W, JANSSEN J (2000). Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. *J Dent Res*, **79**: 1519-1524.
- FRANKENBERGER R, TAY FR (2005). Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermo-mechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin composite restorations. *Dent Mater*, **21**: 397-412.
- FUKS AB (2015). The use of amalgam in pediatric dentistry: new insights and reappraising the tradition. *Pediatr Dent*, **37**: 125-132.

- GIANNINI M, MAKISHI P, AYRES APA, VERMELHO PM, FRONZA BM, NIKAIIDO T, TAGAMI J. (2015). Self-etch adhesive systems: a literature review. *Braz Dent J*, **26**: 3-10.
- GONZALEZ MAG, KASIM NHA, AZIZ RA (1997). Microleakage testing. *Ann Dent UM*, **4**: 31-37.
- GOODIS H, MARSHALL JR G, WHITE J, GEE L, HORNBERGER B, MARSHALL S (1993). Storage effects on dentin permeability and shear bond strengths. *Dent Mater*, **9**: 79-84.
- GOPINATH VK (2017). Comparative evaluation of microleakage between bulk esthetic materials versus resin-modified glass ionomer to restore Class II cavities in primary molars. *JISPPD*, **35**: 238-243.
- GRAY SE, BURGESS JO (1991). An in vivo and in vitro comparison of two dentin bonding agents. *Dent Mater*, **7**: 161-165.
- GROSSMAN E, MATEJKA J (1993). In vitro marginal leakage in varnished and lined amalgam restorations. *J Prosthet Dent*, **69**: 469-474.
- GUELMANN M, BOOKMYER KL, VILLALTA P, GARCÍA-GODOY F (2004). Microleakage of restorative techniques for pulpotomized primary molars. *J Dent Child (Chic)*, **71**: 209-211.
- GUNAL E, BEZGIN T, OCAK M, BILECENOGLU B (2021). Effects of various thicknesses and levels of mineral trioxide aggregate coronal plugs on nanoleakage and fracture resistance in revascularization: An in vitro study. *Austr Endod J*, **7**: 608-615.
- GUPTA A, TAVANE P, GUPTA PK, TEJOLATHA B, LAKHANI AA, TIWARI R, GARG G (2017). Evaluation of microleakage with total etch, self etch and universal adhesive systems in class V restorations: an in vitro study. *JCDR*, **11**: 53-56.
- GUPTA N, TRIPATHI AM, SAHA S, DHINSA K, GARG A (2015). Effect of saliva on the tensile bond strength of different generation adhesive systems: an in-vitro study. *JCDR*, **9**: 91-94.
- GUZMAN-ARMSTRONG S, ARMSTRONG SR, QIAN F (2003). Relationship between nanoleakage and microtensile bond strength at the resin-dentin interface. *Oper Dent*, **28**: 60-66.
- GWINNETT A (1992). Micromorphology of the bonded dentin interface and its relationship to bond strength. *Am J Dent*, **5**: 73-77.
- GWINNETT JA, TAY FR, PANG K, WEI SH (1995). Comparison of three methods of critical evaluation of microleakage along restorative interfaces. *J Prosthet Dent*, **74**: 575-585.

- HAMMESFAHR PD, HUANG CT, SHAFFER SE (1987). Microleakage and bond strength of resin restorations with various bonding agents. *Dent Mater*, **3**: 194-199.
- HAMOUDA IM, SAMRA NR, BADAWI MF (2011). Microtensile bond strength of etch and rinse versus self-etch adhesive systems. *J Mech Behav Biomed Mater*, **4**: 461-466.
- HAN SH, SADR A, TAGAMI J, PARK SH (2016). Non-destructive evaluation of an internal adaptation of resin composite restoration with swept-source optical coherence tomography and micro-CT. *Dent Mater*, **32**:e1-7.
- HANABUSA M, MINE A, KUBOKI T, MOMOI Y, VAN ENDE A, VAN MEERBEEK B, DE MUNCK J (2012). Bonding effectiveness of a new ‘multi-mode’ adhesive to enamel and dentine. *J Dent*, **40**: 475-484.
- HASHIMOTO M, DE MUNCK J, ITO S, SANO H, KAGA M, OGUCHI H, PASHLEY DH (2004). In vitro effect of nanoleakage expression on resin-dentin bond strengths analyzed by microtensile bond test, SEM/EDX and TEM. *Biomater*, **25**: 5565-5574.
- HASHIMOTO M, OHNO H, ENDO K, KAGA M, SANO H, OGUCHI H (2000). The effect of hybrid layer thickness on bond strength: demineralized dentin zone of the hybrid layer. *Dent Mater*, **16**: 406-411.
- HEINTZE S, ZELLWEGER G, CAVALLERI A, FERRACANE J (2006). Influence of the antagonist material on the wear of different composites using two different wear simulation methods. *Dent Mater*, **22**: 166-175.
- HERSEK N, CANAY S, AKÇA K, CİFTÇİ Y (2002). Comparison of microleakage properties of three different filling materials. An autoradiographic study. *J Oral Rehabil*, **29**: 1212-1217.
- HILTON TJ (2002). Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? In vitro investigations. Part 2. *Am J Dent*, **15**: 279-289.
- HINDING JH, SVEEN OB (1974). A scanning electron microscope study of the effects of acid conditioning on occlusal enamel of human permanent and deciduous teeth. *Arch Oral Biol*, **19**: 573-576.
- HIRAISHI N, NISHIYAMA N, IKEMURA K, YAU J, KING N, TAGAMI J, TAY F (2005). Water concentration in self-etching primers affects their aggressiveness and bonding efficacy to dentin. *J Dent Res*, **84**: 653-658.
- HOFMANN N, HUGO B, SCHUBERT K, KLAIBER B (2000). Comparison between a plasma arc light source and conventional halogen curing units regarding flexural strength, modulus, and hardness of photoactivated resin composites. *Clin Oral Investig*, **4**: 140-147.

- HOSOYA Y (1991). The effect of acid etching times on ground primary enamel. *J Clin Pediatr Dent*, **15**: 188-194.
- HUMPHREY SP, WILLIAMSON RT (2001). A review of saliva: normal composition, flow, and function. *J Prosthet Dent*, **85**: 162-169.
- ITTHAGARUN A, TAY F. (2000). Self-contamination of deep dentin by dentin fluid. *Am J Dent*, **13**: 195-200.
- JACKER-GUHR S, IBARRA G, OPPERMAN L, LÜHRS AK, RAHMAN A, GEURTSSEN W (2016). Evaluation of microleakage in class V composite restorations using dye penetration and micro-CT. *Clin Oral Investig*, **20**: 1709-1718.
- JOHNSON WT, ZAKARIASEN KL (1983). Spectrophotometric analysis of microleakage in the fine curved canals found in the mesial roots of mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, **56**: 305-309.
- JORDAN RE, SUZUKI M, GWINNETT AJ, HUNTER JK (1977). Restoration of fractured and hypoplastic incisors by the acid etch resin technique: a three-year report. *JADA*, **95**: 795-803.
- JOYNT R, DAVIS E, WIECZKOWSKI JG, YU X (1991). Dentin bonding agents and the smear layer. *Oper Dent*, **16**: 186-191.
- JUNG YS, LEE JW, CHOI YJ, AHN JS, SHIN SW, HUH JB (2010). A study on the in-vitro wear of the natural tooth structure by opposing zirconia or dental porcelain. *J Adv Prosthodont*, **2**: 111-115.
- KANCA J (1997). One step bond strength to enamel and dentin. *Am J Dent*, **10**: 5-8.
- KAKAR S, GOSWAMI M, KANASE A (2011). Dentin bonding agents I: Complete classification-A review. *WJD*, **2**: 367-370.
- KARAGENÇ B, GENÇOĞLU N, ERSOY M, CANSEVER G, KÜLEKÇİ G. (2006). A comparison of four different microleakage tests for assessment of leakage of root canal fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, **102**: 110-113.
- KARATOPRAK O (1997). Comprasion of the microleakage and cementing characteristics of three different cements used to cement stainless steel crowns. *Ataturk Uni Dis Hek Fak Derg*, **7**: 21-27.
- KAYA T (2014). 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 Tezi*.
- KIDD E (1976). Microleakage in relation to amalgam and composite restorations. A laboratory study. *British Dent J*, **141**: 305-310.

- KIM Y, KIM S, JEONG T, SON SA, KIM J (2017). Effects of additional acid etching on the dentin bond strengths of one-step self-etch adhesives applied to primary teeth. *J Esthet Restor Dent*, **29**: 110-117.
- KIMMES NS, BARKMEIER WW, ERICKSON RL, LATTI MA (2010). Adhesive bond strengths to enamel and dentin using recommended and extended treatment times. *Oper Dent*, **35**: 112-119.
- KİREMITÇİ A, HÜRMÜZLÜ F (2001). İki farklı dentin adezivinin kompozitleri dentine bağlama dayanıklılığının karşılaştırılması. *Atatürk Üni Diş Hek Fak Derg*, **2**: 34-37.
- KODAKA T, NAKAJIMA F, HIGASHI S (1989). Structure of the so-called 'prismless' enamel in human deciduous teeth. *Caries Res*, **23**: 290-296.
- KOHYAMA K, HATAKEYAMA E, SASAKI T, DAN H, AZUMA T, KARITA K (2004). Effects of sample hardness on human chewing force: a model study using silicone rubber. *Arch Oral Biol*, **49**: 805-816.
- KUHN JL, GOLDSTEIN SA, FELDKAMP LA, GOULET RW, JESION, G. (1990). Evaluation of a microcomputed tomography system to study trabecular bone structure. *J Orthop Res*, **8**: 833-842.
- KUROKAWA H, TAKAMIZAWA T, RIKUTA A, TSUBO- TA K, MIYAZAKI M. Three year clinical evaluation of posterior composite restorations placed with a single-step self-etch adhesive. *J Oral Sci*, **57**: 101-108.
- KÜÇÜKEŞMEN Ç, ERDOĞAN Y (2009). Süt ve daimi dişlerde bağlayıcı ajanların etkinliği, biyouyumluluğu ve sitotoksitesi. *SDÜ Tıp Fak Derg*, **16**: 48-55.
- LE RÉVÉREND BJ, EDELSON LR, LORET C (2014). Anatomical, functional, physiological and behavioural aspects of the development of mastication in early childhood. *Br J Nutr*, **111**: 403-414.
- LEE JJ, NETTEY-MARBELL A, COOK JR A, PIMENTA LA, LEONARD R, RITTER AV (2007). Using extracted teeth for research: the effect of storage medium and sterilization on dentin bond strengths. *JADA*, **138**: 1599-1603.
- LENZI TL, RAGGIO DP, SOARES F, ROCHA RDE (2015). Bonding performance of a multimode adhesive to artificially-induced caries-affected primary dentin. *J Adhes Dent*, **17**: 125-131.
- LI H, BURROW M, TYAS M (2000). Nanoleakage patterns of four dentin bonding systems. *Dent Mater*, **16**: 48-56.
- LI H, BURROW MF, TYAS MJ (2000). Nanoleakage of cervical restorations of four dentin bonding systems. *J Adhes Dent*, **2**: 57-65.
- LOPES GC, THYS DG, KLAUS P, OLIVEIRA G, WIDMER N (2007). Enamel acid etching: a review. *Compend Contin Educ Dent*, **28**: 18-24.

- LOVELL LG, NEWMAN SM, BOWMAN CN (1999). The effects of light intensity, temperature, and comonomer composition on the polymerization behavior of dimethacrylate dental resins. *J Dent Res*, **78**: 1469-1476.
- MARCHESI G, FRASSETTO A, MAZZONI A, APOLONIO F, DIOLOSA M, CADENARO M, BRESCHI L (2014). Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study. *J Dent*, **42**: 603-612.
- MARTÍNEZ-GOMIS J, BIZAR J, ANGLADA JM, SAMSÓ J, PERAIRE M (2003). Comparative evaluation of four finishing systems on one ceramic surface. *Int J Prosthodont*, **16**: 74-77.
- MILIA E, CUMBO E, CARDOSO JA, GALLINA G (2012). Current dental adhesives systems. A narrative review. *Curr Pharm Des*, **18**: 5542-5552.
- MILLAR B, NICHOLSON J (2001). Effect of curing with a plasma light on the properties of polymerizable dental restorative materials. *J Oral Rehabil*, **28**: 549-552.
- MITHIBORWALA S, CHAUGULE V, MUNSHI A, PATIL V (2012). A comparison of the resin tag penetration of the total etch and the self-etch dentin bonding systems in the primary teeth: An in vitro study. *Contemp Clin Dent*, **3**: 158-163.
- MJÖR IA (2001). Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 2: Initial reactions to preparation of teeth for restorative procedures. *Quint Int*, **32**: 537-551.
- MOMOI Y, IWASE H, NAKANO Y, KOHNO A, ASANUMA A, YANAGISAWA K (1990). Gradual increases in marginal leakage of resin composite restorations with thermal stress. *J Dent Res*, **69**: 1659-1663.
- MORNEBURG TR, PRÖSCHEL PA (2002). Measurement of masticatory forces and implant loads: a methodologic clinical study. *Int J Prosthodont*, **15**: 20-27.
- MOUNTAIN G, WOOD D, TOUMBA J (2011). Bite force measurement in children with primary dentition. *Int J Paediatr Dent*, **21**: 112-118.
- MUTLUAY MS (2016). Süt dişlerinde restoratif materyal seçimi ve etkileyen faktörler. *Selcuk Dent J*, **3**: 151-158.
- MYERS D, BUTTS M (1985). Surface topography of the cavosurface enamel bevel following acid etching in primary teeth. *J Pedodont*, **10**: 63-67.
- NAKABAYASHI N, NAKAMURA M, YASUDA N (1991). Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. *J Esthet Restor Dent*, **3**: 133-138.
- NAKAJIMA M, OGATA M, OKUDA M, TAGAMI J, SANO H, PASHLEY DH (1999). Bonding to caries-affected dentin using self-etching primers. *Am J Dent*, **12**: 309-314.

- NATHANSON D, BODKIN J, EVANS J (1982). SEM of etching patterns in surface and subsurface enamel. *J Pedodont*, **7**: 11-17.
- NEŞE A (1992). Asit uygulama süresinin aşındırılmış ve aşındırılmamış süt dişi mine yüzeyine etkilerinin tarama elektron mikroskop ile değerlendirilmesi. *Gazi Üni Diş Hek Fak Derg*, **9**: 13-30.
- NEVES ADA, COUTINHO E, DE MUNCK J, VAN MEERBEEK B (2011). Caries-removal effectiveness and minimal-invasiveness potential of caries-excitation techniques: a micro-CT investigation. *J Dent*, **39**:154-162.
- OESTERLE LJ, NEWMAN SM, SHELLHART WC (2001). Rapid curing of bonding composite with a xenon plasma arc light. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **119**: 610-616.
- OKUDA M, PEREIRA P, NAKAJIMA M, TAGAMI J, PASHLEY D (2002). Long-term durability of resin dentin interface: nanoleakage vs microtensile bond strength. *Oper Dent*, **27**: 289-296.
- OKUDA M, PEREIRA PN, NAKAJIMA M, TAGAMI J (2001). Relationship between nanoleakage and long-term durability of dentin bonds. *Oper Dent*, **26**: 482-490.
- OLIVEIRA SS, MARSHALL SJ, HABELITZ S, GANSKY SA, WILSON RS, MARSHALL JR GW (2004). The effect of a self-etching primer on the continuous demineralization of dentin. *Eur J Oral Sci*, **112**: 376-383.
- ÖLMEZ A, KISBET S (2012). Kompozit rezin restorasyonlarda bitirme ve polisaj işlemlerindeki yeni gelişmeler. *Acta Odontol Turcica*, **30**: 115-122.
- ÖZDEMİR D (2014). Dental caries and preventive strategies. *J Educ Inst Study World*, **4**: 20-24.
- PASHLEY DH, CIUCCHI B, SANO H, CARVALHO R, RUSSELL C (1995). Bond strength versus dentine structure: a modelling approach. *Arch Oral Biol*, **40**: 1109-1118.
- PASHLEY DH, TAY FR, BRESCHI L, TJÄDERHANE L, CARVALHO RM, CARRILHO M, TEZVERGİL-MUTLUAY A (2011). State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater*, **27**: 1-16.
- PASHLEY EL, AGEE KA, PASHLEY DH, TAY FR (2002). Effects of one versus two applications of an unfilled, all-in-one adhesive on dentine bonding. *J Dent*, **30**: 83-90.
- PASQUANTONIO G, TAY FR, MAZZONI A, SUPPA P, RUGGERI JR A, FALCONI M, BRESCHI L (2007). Electric device improves bonds of simplified etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater*, **23**: 513-518.

- PAZINATTO FB, CAMPOS BB, COSTA LC, ATTA MT (2003). Effect of the number of thermocycles on microleakage of resin composite restorations. *Pesqui Odontol Bras*, **17**: 337-341.
- PERDIAGO J, SWIFT E (1994). Analysis of dental adhesive systems using scanning electron microscopy. *Int Dent J*, **44**: 349-349.
- PERDIGAO J (2007). New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am*, **51**: 333-357.
- PERDIGÃO J, GERALDELLI S, GOMES G (2001). Effect of etching time on microtensile dentin bond strengths [abstract 539]. *J Dent Res*, **80**: 103.
- PERDIGÃO J, MAY KN JR, WILDER AD JR, LOPES M (2000). The effect of depth of dentin demineralization on bond strengths and morphology of the hybrid layer. *Oper Dent*, **25**: 186-194.
- PEREIRA C, ESKELSON E, CAVALLI V, LIPORONI PCS, JORGE AOC, REGO MD (2011). Streptococcus mutans biofilm adhesion on composite resin surfaces after different finishing and polishing techniques. *Oper Dent*, **36**: 311-317.
- PEREIRA PN, OKUDA M, NAKAJIMA M, SANO H, TAGAMI J, PASHLEY DH (2001). Relationship between bond strengths and nanoleakage: evaluation of a new assessment method. *Am J Dent*, **14**: 100-104.
- PEUMANS M, DE MUNCK J, VAN LANDUYT K, POITEVIN A, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B. (2010). Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dent Mater*, **26**: 1176-1184.
- PEUMANS M, KANUMILLI P, DE MUNCK J, VAN LANDUYT K, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B (2005). Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater*, **21**: 864-881.
- PEUTZFELDT A, NIELSEN LA (2004). Bond strength of a sealant to primary and permanent enamel: phosphoric acid versus self-etching adhesive. *Pediatr Dent*, **26**: 240-244.
- PEUTZFELDT A, SAHAFI A, ASMUSSEN E (2000). Characterization of resin composites polymerized with plasma arc curing units. *Dent Mater*, **16**: 330-336.
- PILECKI P, STONE D, SHERRIFF M, WATSON T (2005). Microtensile bond strengths to enamel of self-etching and one bottle adhesive systems. *J Oral Rehabil*, **32**: 531-540.
- PINTADO MR, DOUGLAS WH (1988). The comparison of microleakage between two different dentin bonding resin systems. *Quint Int*, **19**: 905-907.

- PIOCH T, STAEHLE HJ, WURST M, DUSCHNER H, DÖRFER C (2002). The nanoleakage phenomenon: influence of moist vs dry bonding. *J Adhes Dent*, **4**: 23-30.
- PIOCH T, STOTZ S, BUFF E, DUSCHNER H, STAEHLE H (1998). Influence of different etching times on hybrid layer formation and tensile bond strength. *Am J Dent*, **11**: 202-206.
- PRATI C, CHERSONI S, ACQUAVIVA GL, BRESCHI L, SUPPA P, TAY FR, PASHLEY DH (2005). Permeability of marginal hybrid layers in composite restorations. *Clin Oral Investig*, **9**: 1-7.
- RATHI SD, NIKHADE P, CHANDAK M, MOTWANI N, RATHI C, CHANDAK M (2020). Microleakage in composite resin restoration-a review article. *J Evolution Med Dent Sci*, **9**: 1006-1011.
- REIS A, GRANDE RHM, OLIVEIRA G, LOPES G, LOGUERCIO A (2007). A 2-year evaluation of moisture on microtensile bond strength and nanoleakage. *Dent Mater*, **23**: 862-870.
- REIS AF, GIANNINI M, PEREIRA PN (2007). Long-term TEM analysis of the nanoleakage patterns in resin–dentin interfaces produced by different bonding strategies. *Dent Mater*, **23**: 1164-1172.
- RENGO C, GORACCI C, AMETRANO G, CHIEFFI N, SPAGNUOLO G, RENG S, FERRARI M (2015). Marginal leakage of class v composite restorations assessed using microcomputed tomography and scanning electron microscope. *Oper Dent*, **40**: 440-448.
- RETIEF D (1994). Do adhesives prevent microleakage? *Int Dent J*, **44**: 19-26.
- RIPA L, GWINNETT A, BUONOCORE M (1966). The “prismless” outer layer of deciduous and permanent enamel. *Arch Oral Biol*, **11**: 41-45.
- RIVZI S, PAUL B, MANTRI SP, DUBE K, AGARWAL A (2015). Dentin bonding agents-an overview. *J Med Dent Sci*, **14**: 97-100.
- ROBERSON TM, HEYMANN HO, SWIFT EJ (2002). Sturdevant’s Art & Science of Operative Dentistry. 4th Ed., Mosby Inc., Orlando, p.:476-483.
- ROSA WL, PIVA E, SILVA AF (2015). Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*, **43**: 765-776.
- ROSSOMANDO KJ, WENDT SL JR (1995). Thermocycling and dwell times in microleakage evaluation for bonded restorations. *Dent Mater*, **11**: 47-51.
- RUEGGEBERG F (1991). Substrate for adhesion testing to tooth structure—Review of the literature: A report of the ASC MD156 Task Group on test methods for the adhesion of restorative materials Accredited standards committee MD156 for dental materials and devices. *Dent Mater*, **7**: 2-10.

- RUEGGEBERG F, CAUGHMAN WF, CURTIS J (1994). Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Oper Dent*, **19**: 26-32.
- RUSCHEL V, SHIBATA S, STOLF S, CHUNG Y, BARATIERI L, HEYMAN H, WALTER R (2018). Eighteen-month clinical study of universal adhesives in noncarious cervical lesions. *Oper Dent*, **43**: 241-249.
- SAHAFI A, PEUTZFELDT A, ASMUSSEN E (2001a). Effect of pulse-delay curing on in vitro wall-to-wall contraction of composite in dentin cavity preparations. *Am J Dent*, **14**: 295-296.
- SAHAFI A, PEUTZFELDT A, ASMUSSEN E (2001b). Soft-start polymerization and marginal gap formation in vitro. *Am J Dent*, **14**: 145-147.
- SALAMA F (1998). Effect of laser pretreated enamel and dentin of primary teeth on microleakage of different restorative materials. *J Clin Pediatr Dent*, **22**: 285-291.
- SANO H, TAKATSU T, CIUCCHI B, HORNER JA, MATTHEWS WG, PASHLEY DH (1995). Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent*, **20**: 18-25.
- SANO H, YOSHIYAMA M, EBISU S, BURROW MF, TAKATSU T, CIUCCHI B, PASHLEY DH (1995). Comparative SEM and TEM observations of nanoleakage within the hybrid layer. *Oper Dent*, **20**: 160-167.
- SCHULZE KA, TINSCHERT J, MARSHALL SJ, MARSHALL GW (2003). Spectroscopic analysis of polymer-ceramic dental composites after accelerated aging. *Int J Prosthodont*, **16**: 355-361.
- SELWITZ RH, ISMAIL AI, PITTS NB (2007). Dental caries. *The Lancet*, **369**: 51-59.
- SEZINANDO A (2014). Looking for the ideal adhesive—a review. *Rev Port Estomatol Med Dent Maxillofac*, **55**: 194-206.
- SHIRAI K, DE MUNCK J, YOSHIDA Y, INOUE S, LAMBRECHTS P, SUZUKI K, VAN MEERBEEK B (2005). Effect of cavity configuration and aging on the bonding effectiveness of six adhesives to dentin. *Dent Mater*, **21**: 110-124.
- SIGNORE A, SOLIMEI L, ARAKELYAN MG, ARZUKANYAN AV, DE ANGELIS N, AMAROLI A (2021). Marginal quality of a full-body bulk-fill composite placed with an universal adhesive system in etch-and-rinse and self-etch mode: An in vitro study. *J Clin Exp Dent*, **13**: e835.
- SILVEIRA DE ARAÚJO C, INCERTI DA SILVA T, OGLIARI F, MEIRELES S, PIVA E, DEMARCO F (2006). Microleakage of seven adhesive systems in enamel and dentin. *J Contemp Dent Pract*, **7**: 26-33.

- SILVERSTONE LM, SAXTON CA, DOGON IL, FEJERSKOV O (1975). Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res*, **9**: 373-387.
- SOFAN E, SOFAN A, PALAIA G, TENORE G, ROMEO U, MIGLIAU G (2017). Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol*, **8**: 1-5.
- STEIN PS, SULLIVAN J, HAUBENREICH JE, OSBORNE PB (2005). Composite resin in medicine and dentistry. *J Long Term Eff Med Implants*, **15**: 641-654.
- STEINER M, MITSIAS ME, LUDWIG K, KERN M (2009). In vitro evaluation of a mechanical testing chewing simulator. *Dent Mater*, **25**: 494-499.
- STRITIKUS J, OWENS B (2000). An in vitro study of microleakage of occlusal composite restorations polymerized by a conventional curing light and a PAC curing light. *J Clin Pediatr Dent*, **24**: 221-227.
- STRÓŻYK P, BAŁCHANOWSKI JK (2016). Effect of foodstuff on muscle forces during biting off. *Acta Bioeng Biomech*, **18**: 81-91.
- SUMMITT JB, ROBBINS JW, HILTON TJ, SCHWARTZ RS (2006). Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach. 3rd ed., Chicago, p.:280-288.
- SUN J, EIDELMAN N, LIN-GIBSON S (2009). 3D mapping of polymerization shrinkage using X-ray micro-computed tomography to predict microleakage. *Dent Mater*, **25**: 314-320.
- SUN J, LIN-GIBSON S (2008). X-ray microcomputed tomography for measuring polymerization shrinkage of polymeric dental composites. *Dent Mater*, **24**: 228-234.
- SUPPA P, BRESCHI L, RUGGERI A, MAZZOTTI G, PRATI C, CHERSONI S, TAY FR (2005). Nanoleakage within the hybrid layer: a correlative FEISEM/TEM investigation. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, **73**: 7-14.
- SWIFT EJ, PERDIGAO J, HEYMANN HO (1995). Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art. *Quint Int*, **26**: 95-95.
- SWIFT JE (2001). Dentin bonding: what is the state of the art? *Compend Contin Educ Dent*, **22**: 4-7.
- TAKAMIZAWA T, BARKMEIER WW, TSUJIMOTO A, BERRY TP, WATANABE H, ERICKSON RL, MIYAZAKI M (2016). Influence of different etching modes on bond strength and fatigue strength to dentin using universal adhesive systems. *Dent Mater*, **32**: e9-21.

- TARLE Z, MENIGA A, RISTIC M, SUTALO J, PICHLER G, DAVIDSON C (1998). The effect of the photopolymerization method on the quality of composite resin samples. *J Oral Rehabil*, **25**: 436-442.
- TASCHNER M, NATO F, MAZZONI A, FRANKENBERGER R, KRÄMER N, DI LENARDA R, BRESCHI L (2010). Role of preliminary etching for one-step self-etch adhesives. *Eur J Oral Sci* **118**: 517-524.
- TAY F, GWINNETT A, PANG K, WEI S (1996). Resin permeation into acid-conditioned, moist, and dry dentin: a paradigm using water-free adhesive primers. *J Dent Res*, **75**: 1034-1044.
- TAY F, PASHLEY DH, YOSHIYAMA M (2002). Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res*, **7**: 472-476.
- TAY FR, KING NM, CHAN KM, PASHLEY DH (2002). How can nanoleakage occur in self-etching adhesive systems that demineralize and infiltrate simultaneously? *J Adhes Dent*, **4**: 255-269.
- TAY FR, PASHLEY DH (2003a). Have dentin adhesives become too hydrophilic? *J Can Dent Assoc*, **69**: 726-732.
- TAY FR, PASHLEY DH (2003b). Water treeing--a potential mechanism for degradation of dentin adhesives. *Am J Dent*, **16**: 6-12.
- TAY FR, PASHLEY DH, YOSHIYAMA M (2002). Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res*, **81**: 472-476.
- TAYLOR M, LYNCH E (1992). Microleakage. *J Dent*, **20**: 3-10.
- TAYLOR M, LYNCH E (1993). Marginal adaptation. *J Dent*, **21**: 265-273.
- THANARATIKUL B, SANTIWONG B, HARNIRATTISAI C (2016). Self-etch or etch-and-rinse mode did not affect the microshear bond strength of a universal adhesive to primary dentin. *Dent Mater J*, **35**: 174-179.
- TJÄDERHANE L, CARRILHO MR, BRESCHI L, TAY FR, PASHLEY DH (2009). Dentin basic structure and composition—an overview. *Endodontic Topics*, **20**: 3-29.
- TRIOLO JR P, SWIFT JR E, MUDGIL A, LEVINE A (1993). Effects of etching time on enamel bond strengths. *Am J Dent*, **6**: 302-304.
- TÜREL V (2015). Restoratif dental materyallerin yüzey mekanik özellikleri. *Atatürk Üni Diş Hek Fak Derg*, **25**: 77-82.
- TÜRKÖZ Y, KANSU G (1994). Sabit protezlerde kullanılan iki estetik materyalin sertlik ve yüzey özelliklerinin incelenmesi. *Gazi Üni Diş Hek Fak Derg*, **11**: 67-72.

- TYAS M, BURROW M (2004). Adhesive restorative materials: a review. *Aust Dent J*, **49**: 112-121.
- UNO S, FINGER W (1996). Effects of acidic conditioners on dentine demineralization and dimension of hybrid layers. *J Dent*, **24**: 211-216.
- UNTERBRINK GL, LIEBENBERG WH (1999). Flowable resin composites as "filled adhesives": literature review and clinical recommendations. *Quint Int*, **30**: 249-257.
- VAIDYANATHAN T, VAIDYANATHAN J (2009). Recent advances in the theory and mechanism of adhesive resin bonding to dentin: a critical review. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean* **88**: 558-578.
- VAN LANDUYT K, DE MUNCK J, COUTINHO E, PEUMANS M, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B (2005). Bonding to dentin: smear layer and the process of hybridization. In: *Dental Hard Tissues and Bonding* 1st ed, Copenhagen, p.: 89-115.
- VAN MEERBEEK B, DHEM A, GORET-NICAISE M, BRAEM M, LAMBRECHTS P, VANHERLE G (1993). Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone. *J Dent Res*, **72**: 495-501.
- VAN MEERBEEK B, LAMBRECHTS P, INOKOSHI S, BRAEM M, VANHERLE G (1992). Factors affecting adhesion to mineralized tissues. *Oper Dent*, **5**: 111-124.
- VAN MEERBEEK B, VARGAS M, INOUE S, YOSHIDA Y, PEUMANS M, LAMBRECHTS P, VANHERLE G (2001). Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent*, **26**: 119-144.
- VAN MEERBEEK B, YOSHIHARA K, YOSHIDA Y (2011). State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater*, **27**: 17-28.
- VAN NOORT R, BARBOUR M (2014). Introduction to Dental Materials-E-Book: Elsevier Health Sciences.. 4th Ed., p:113-127.
- VERNA C, BOSCH C, DALSTRA M, WIKESJÖ UM, TROMBELLI L (2002). Healing patterns in calvarial bone defects following guided bone regeneration in rats: A micro-CT scan analysis. *J Clin Periodontol*, **29**: 865-870.
- VERSLUIS A, DOUGLAS W, CROSS M, SAKAGUCHI R (1996). Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *J Dent Res*, **75**: 871-878.

- WAGGONER WF, SIEGAL M (1996). Pit and fissure sealant application: updating the technique. *JADA*, **127**: 351-361.
- WALTER R, SWIFT EJ JR, NAGAOKA H, CHUNG Y, BARTHOLOMEW W, BRASWELL KM, PEREIRA PN (2012). Two-year bond strengths of "all-in-one" adhesives to dentine. *J Dent*, **40**: 549-555.
- WANG Y, SPENCER P (2004). Effect of acid etching time and technique on interfacial characteristics of the adhesive–dentin bond using differential staining. *Eur J Oral Sci*, **112**: 293-299.
- WASSELL R, MCCABE J, WALLS A (1994). A two-body frictional wear test. *J Dent Res*, **73**: 1546-1553.
- WATANABE I, NAKABAYASHI N, PASHLEY DH (1994). Bonding to ground dentin by a phenyl-P self-etching primer. *J Dent Res*, **73**: 1212-1220.
- WATTS D, MAROUF A (2000). Optimal specimen geometry in bonded-disk shrinkage-strain measurements on light-cured biomaterials. *Dent Mater*, **16**: 447-451.
- WENDT SL, MCINNES PM, DICKINSON GL (1992). The effect of thermocycling in microleakage analysis. *Dent Mater*, **8**: 181-184.
- WHITE SN, YU Z, TOM JF, SANGSURASAK S (1994). In vivo microleakage of luting cements for cast crowns. *J Prosthet Dent*, **71**: 333-338.
- WILSON EM, GREEN JR, WEISMER G (2012). A kinematic description of the temporal characteristics of jaw motion for early chewing: Preliminary findings. *J Speech Lang Hear Res*, **55**: 626-638.
- YALNIZ AM, BAGIS YH (2019). Comparison of microleakage of class v restoration with self-etch and selective-etch adhesive systems: an in vitro study. *Int J Prosthodont Restor Dent*, **9**: 51-55.
- YAP A, SENEVIRATNE C (2001). Influence of light energy density on effectiveness of composite cure. *Oper Dent*, **26**: 460-466.
- YENGOPAL V, HARNEKER SY, PATEL N, SIEGFRIED N (2009). Dental fillings for the treatment of caries in the primary dentition. *Cochrane Database Syst Rev*. **2**: CD004483.
- YOSHIDA E, UNO S, NODASAKA Y, KAGA M, HIRANO S (2007). Relationship between water status in dentin and interfacial morphology in all-in-one adhesives. *Dent Mater*, **23**: 556-560.
- YOUNGSON CC, JONES JCG, FOX K, SMITH IS, WOOD DJ, GALE M (1999). A fluid filtration and clearing technique to assess microleakage associated with three dentine bonding systems. *J Dent*, **27**: 223-233.

- YUAN Y, SHIMADA Y, ICHINOSE S, SADR A, TAGAMI J (2007). Effects of dentin characteristics on interfacial nanoleakage. *J Dent Res*, **86**: 1001-1006.
- ZEIGER DN, SUN J, SCHUMACHER GE, LIN-GIBSON S (2009). Evaluation of dental composite shrinkage and leakage in extracted teeth using X-ray microcomputed tomography. *Dent Mater*, **25**: 1213-1220.
- ZHAO XY, LI SB, GU LJ, LI Y (2014). Detection of marginal leakage of Class V restorations in vitro by micro-computed tomography. *Oper Dent*, **39**: 174-180.
- ZORBA YO, YILDIZ M (2007). Adeziv restoratif diş hekimliğinde biyouyumluluk. *Atatürk Üni Diş Hek Fak Derg*, **Suppl 2**: 10-14.



EKLER

Ek-1: Etik Kurul Kararı

 T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 

28.03.2019

Konu : Etik Kurul Hk.
Sayı : 36290600/ 18

Sayın Doç. Dr. Tuğba SEZGİN
A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi
Pedodonti Anabilim Dalı
Öğretim Üyesi

Doç. Dr. Tuğba SEZGİN tarafından gönderilen “Farklı asitleme teknikleri kullanılarak uygulanan kompozit restorasyonlarda nanosızınların karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi” konulu çalışma, Etik Kurulumuz tarafından incelenmiş ve araştırma etiği açısından uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi saygılarımla rica ederim.

Prof. Dr. Murat AKKAYA
Ankara Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurul
Başkanı

Eki: 3 sayfa

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı asitleme teknikleri kullanılarak uygulanan kompomer restorasyonlarda nanosızınlarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

+ETİK KURULU BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	ANKARA ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
	AÇIK ADRESİ:	A.Ü. DİŞ HEK. FAKÜLTESİ BEŞEVLER / ANKARA
	TELEFON	296 57 37
	FAKS	
	E-POSTA	disetik@ankara.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATOR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	DOÇ. DR. TUĞBA SEZGİN			
	KOORDİNATOR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	A.Ü. DİŞ HEK. FAK. PEDODONTİ ANABİLİM DALI			
	KOORDİNATOR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	ANKARA			
	VARSA İDARI SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
	DESTEKLEYİCİ				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1			
		FAZ 2			
		FAZ 3			
		FAZ 4			
		Gözlemsel ilaç çalışması			
		Tıbbi cihaz klinik araştırması			
		Geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulaması			
		In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları			
		İlaç dışı klinik araştırma	X		
		İlaç dışı girişimsel olmayan araştırma			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ X	ÇOK MERKEZLİ	ULUSAL	ULUSLARARASI

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı asitleme teknikleri kullanılarak uygulanan kompozit restorasyonlarda nanosüzütünün karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	17.01.2019	1	Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama		
	SIGORTA	☐		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ			
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐		
	İLAN	☐		
	YILLIK BİLDİRİM	☐		
	SONUÇ RAPORU	☐		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐		
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 05/05	Tarih: 20.03.2019		
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmacı/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmacı/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.			
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU				
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu			
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Murat AKKAYA			

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişki	Katılım *
Prof. Dr. Murat AKKAYA	Periodontoloji	A.Ü. Diş H.F.	E ☐ K ☐	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐
Prof. Dr. Ayşegül KÖKLÜ	Ortodonti	A.Ü. Diş H.F.	E ☐ K ☐	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı asitleme teknikleri kullanılarak uygulanan kompozit restorasyonlarda nanosızınımın karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

Prof. Dr. Fatma Gül ZİRAMAN	Endodonti	A.Ü. Diş H.F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐
Prof. Dr. Serpil ALTUNDOĞAN	Ağız, Diş, Çene Cerrahisi	A.Ü. Diş H.F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐
Prof. Dr. Sadullah ÜÇTAŞLI	Protetik Diş Ted.	A.Ü. Diş H.F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐
Prof. Dr. Şaziye SARI	Pedodonti	A.Ü. Diş H.F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐
Prof. Dr. Adil NALÇACI	Diş Hast. Ve Tedavisi	A.Ü. Diş H.F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐
Doç. Dr. Bilge PEHLİVANOĞLU	Fizyoloji	H.Ü. Tıp F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐
Av. Mehmet Tefik GÖKSEYİTOĞLU	Hukuk	Serbest	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐
Doç. Dr. Sevil Özger İLHAN	Farmakoloji	G.Ü. Tıp F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐
Yrd. Doç. Dr. Sevilay KARAHAN	Bioistatistik	H.Ü. Tıp F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐
Kim. Müh. Orhan YILMAZ	Bilgisayar	A.Ü. Diş H.F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐