



T.C.

SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI UYGULAMA TEKNİKLERİNİN SELF-ETCH
MODUNDA KULLANILAN UNİVERSAL
ADEZİVLERİN DENTİNDEKİ MİKROGERİLME
BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

MUHİTTİN UĞURLU

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

PROF. DR. R. BANU ERMİŞ

ISPARTA-2016

**Bu tez Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından 4547-DU2-16 proje numarası ile desteklenmiştir.**

KABUL VE ONAY SAYFASI

Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı'na;

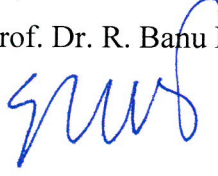
Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Uzmanlık Eğitimi çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı soyadı: Muhittin UĞURLU

Uzmanlık tez savunma tarihi: 30.03.2016

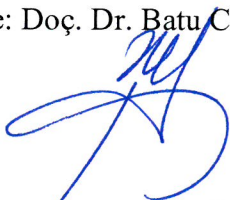
Tezin adı: Farklı Uygulama Tekniklerinin Self-Etch Modunda Kullanılan Universal Adezivlerin Dentindeki Mikrogerilme Bağlanma Dayanımına Etkisinin Araştırılması

Tez Danışmanı: Prof. Dr. R. Banu ERMIŞ Süleyman Demirel Üniversitesi

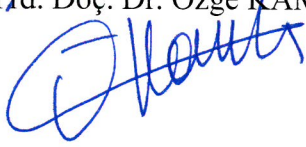


Üye: Doç. Dr. Batu Can YAMAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi



Üye: Yrd. Doç. Dr. Özge KAM HEPDENİZ Süleyman Demirel Üniversitesi



Bu uzmanlık tezi, fakülte yönetim kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve fakülte yönetim kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Timuçin BAYKUL

Dekan


BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

“FARKLI UYGULAMA TEKNİKLERİNİN SELF-ETCH MODUNDA KULLANILAN UNİVERSAL ADEZİVLERİN DENTİNDEKİ MİKROGERİLME BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI” adlı Uzmanlık tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Tez Yazım Klavuzu’na uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Muhittin UĞURLU

İmza

Danışman

Prof.Dr. R. Banu ERMİŞ

İmza

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince bana her konuda destek olarak ufkumu açan, bilimselliği kendisinden öğrenip örnek aldığım, ömrüm boyunca minnet ve şükranla anacağım çok değerli tez danışmanım ve hocam Prof.Dr. R. Banu Ermiş'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenciliğim ve uzmanlık eğitimimin her aşamasında bana desteğini esirgemeyen, samimiyet ve içtenlikleriyle hep yanımda hissettiğim, pratik ve teorik bilgilerin yanında bana hayata karşı sağlam durmayı ve farklı pencereden bakmayı öğreten çok değerli hocalarım Yrd.Doç.Dr. U. Burak Temel ve Yrd.Doç.Dr. Özge Kam Hepdeniz'e içtenlikle teşekkür ederim.

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmalarım sırasında her türlü desteklerini benden esirgemeyen çok değerli araştırma görevlisi arkadaşlarım Dt. Mehmet Güvenç, Dt. Özlem Seçkin, Dt. Mustafa Kayacan, Dt. Kutay Karaca ve Dt. Almila Öğüt'e içtenlikle teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım sırasındaki yardım ve desteklerinden dolayı Gül Nihal Şahin, Ayten Duran, Azize Gencer, Hakkı Kanra ve Havva Çiftçi'ye teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarımındaki katkılarından dolayı Hidayet Yıldız'a, Salih Akyürekli'ye ve Murat Koç'ateşekkür ederim.

4547-DU2-16no'lu doktora projesini destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Öğrencilik ve uzmanlık eğitimim sırasında maddi ve manevi desteği ile her zaman yanımda olan aileme ve çok kıymetli dostum Dr. Ahmet Ali Usta'ya sevgilerimi ve şükranlarımı sunarım.

Dt. Muhittin UĞURLU

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	i
BEYAN.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
RESİMLER DİZİNİ.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Adezyon	3
2.2. Diş Hekimliğinde Adezyon.....	3
2.3. Minenin Yapısı ve Mineye Bağlanma.....	4
2.4. Dentinin Yapısı ve Dentine Bağlanma.....	5
2.5. Adeziv Sistemlerin Sınıflandırması.....	7
2.5.1. Asitlenen ve Yıkanan Adezivler (Total-Etch Adezivler).....	8
2.5.2. Kendinden Asitli Adezivler (Self-Etch Adezivler).....	10
2.5.3. Cam İyonomer Adezivler.....	14
2.6. Universal Adezivler.....	14
2.7. Mikrogerilme Bağlanma Dayanımı Testi.....	18
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	20
3.1. Dişlerin Toplanması.....	20
3.2. Materyal Seçimi.....	20
3.3. Örneklerin Hazırlanması.....	22
3.4. Mikrogerilme Bağlanma Dayanımı Test Örneklerinin Hazırlanması....	28
3.5. Mikrogerilme Bağlanma Dayanımı Testinin Yapılması.....	28
3.6. Işık Mikroskobu ile Başarısızlık Tipinin Analizi.....	29
3.7. Taramalı Elektron Mikroskobu ile Başarısızlık Tipinin	
Analiz.....	31
3.8. İstatistiksel Analiz.....	31

4. BULGULAR.....	32
4.1. Mikrogerilme Bağlanma Dayanımı Bulguları.....	32
4.2. Başarısızlık Tipine Ait Işık Mikroskobu ile Elde Edilen Bulgular	35
4.3. Başarısızlık Tipine Ait Taramalı Elektron Mikroskobu ile Elde Edilen Bulgular.....	37
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	46
5.1. Test Metodolojisinin Değerlendirilmesi.....	46
5.2. Mikrogerilme Bağlanma Dayanımı Test Örneklerinin Değerlendirilmesi.....	47
5.3. Adezivlerin Dentindeki Bağlanma Etkinliğinin Değerlendirilmesi.....	49
5.3.1. İki Basamaklı Self-Etch Adezivler.....	49
5.3.2. Universal Adezivler.....	51
5.4. Sonuç.....	58
6. ÖZET VE SUMMARY.....	59
7. KAYNAKLAR.....	63
EKLER.....	74
EK 1. Özgeçmiş.....	74

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

mm²: milimetrekare

MPa: megapaskal (newton/milimetrekare)

N: Newton

p: istatistiksel anlamlılık düzeyi

mm: milimetre

cm: santimetre

pH: bir çözeltinin asitlik veya alkalilik derecesi

µm: mikrometre

mW/cm²: santimetrekare başına miliwatt olarak düşen güç yoğunluğu

sa: saat

SEM: taramalı elektron mikroskop

TEM: geçirimli elektron mikroskop

Monomerlere ait kısaltmalar

HEMA: hidroksi etil metakrilat

MDP: metakriloloksidesil dihidrojen fosfat

4-MET: 4-metakriloksietil trimellitik asit

Phenyl-P: 2-metakriloksietil fenil hidrojen fosfat

GPDM: gliserol fosfat dimetakrilat

BisGMA: bisfenol A diglisidilmetakrilat

UDMA: üretan dimetakrilat

TEGDMA: trietilen glikol dimetakrilat

BisEMA: Etoksilatlı bisfenol A glisol metakrilat

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Farklı test gruplarında elde edilen ortalama mikrogerilme bağlanma değerleri.....	34
Şekil 2: Işık mikroskobu ile yapılan inceleme sonucu elde edilen başarısızlık tiplerinin sayısal dağılımı.....	37



RESİMLER DİZİNİ

Resim 1: Çalışmada kullanılan materyaller.....	22
Resim 2: Hassas kesme cihazı ve elmas kesme diski.....	23
Resim 3: Metalografik polisaj cihazı.....	26
Resim 4: Stereomikroskop.....	27
Resim 5: Mikrogerilme bağlanma dayanımı testi için hazırlanmış örnek.....	28
Resim 6: Test aracına sabitlenmiş örnek.....	29
Resim 7: Mikrogerilme bağlanma dayanımı test cihazı.....	30
Resim 8: Taramalı Elektron Mikroskobu.....	31
Resim 9: Clearfil SE Bond (CSE) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri.....	38
Resim 10: Optibond XTR (XTR) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri.....	39
Resim 11: Clearfil Universal Bond(CUB) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri.....	40
Resim 12: Clearfil Universal Bond+Clearfil SE Bond bond (CUB+CSEbond1) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri.....	41
Resim 13: Clearfil Universal Bond+Clearfil SE Bond bond (CUB+CSEbond2) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri.....	42
Resim 14: Single Bond Universal (SBU) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri.....	43
Resim 15: Single Bond Universal+Clearfil SE Bond bond (SBU+CSEbond1) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri.....	44
Resim 16: Single Bond Universal+Clearfil SE Bond bond (SBU+CSEbond2) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri.....	45

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1: Çalışmada kullanılan materyaller, üretici firmaları ve içerikleri.....	21
Tablo 2: Çalışmada kullanılan materyallerin uygulama basamakları.....	24
Tablo 3: Çalışmada belirlenen test grupları.....	25
Tablo 4: Test gruplarına ait mikrogerilme bağlanma dayanımı sonuçları.....	33
Tablo 5: Işık mikroskobu ile yapılan inceleme sonucu elde edilen başarısızlık tiplerinin sayısal ve yüzdesel dağılımı.....	36



1. GİRİŞ

Son yıllarda hastaların estetik restorasyonlara olan ilgi ve taleplerinin artması nedeniyle kompozit rezin materyallerin kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Kompozit restorasyonların klinik başarısı, uygulanan adeziv sistemin başarısıyla doğrudan ilişkilidir. Adeziv sistemler diş sert dokularına mikrokanik bağlanma sağlayarak, kompozit rezinler ile diş dokuları arasındaki bağlantıyı oluşturmaktadır (1,2). Adeziv sistemler, klinikte uygulama kolaylığı sağlamak ve uzun dönem bağlanma performansını arttırmak amacıyla gelişme göstermektedir.

Adeziv sistemlerle ilgili yapılan birçok sınıflandırma mevcuttur (1-3). Günümüzde adeziv sistemler, adezyon stratejilerine göre; asitlenen ve yıkanan adezivler (total-etch adezivler), kendinden asitli adezivler (self-etch adezivler) ve cam iyonomer adezivler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (5,18,19,23,47). Asitlenen ve yıkanan adezivler, başlangıçta asitleme basamağı içeren ve asitleme sonrasında yıkama işlemi gerektiren adezivlerdir ve uygulama basamaklarına göre; üç basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemler ve iki basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (23-25). Kendinden asitli adezivler, ayrı bir asitleme ve yıkama basamağı gerektirmeyen ve asitleme ve primer uygulama basamaklarının mine ve dentinde aynı anda uygulandığı sistemlerdir. Bu tip adezivler uygulama basamaklarına göre bir ve iki basamaklı kendinden asitli adezivler olmak üzere iki gruba ayrılır (39-41).

Günümüzde klinikte kullanım kolaylığı sağlamak amacıyla hem self-etch modunda hem de total-etch modunda ve aynı zamanda selektif asitleme ile birlikte kullanılabilen yeni adeziv sistemler geliştirilmiştir. Bu tip adezivler farklı adezyon stratejilerinde uygulanabildikleri için ‘multi-mode’, ‘çok amaçlı’ veya ‘universal’ adeziv sistemler olarak adlandırılmaktadır (62-65). Universal adezivlerde, bir basamaklı self-etch adeziv sistemlerde olduğu gibi, hidrofilik ve hidrofobik tüm bileşenler tek bir şişe içerisinde birleştirilmiştir. Universal adezivlerin total-etch veya self-etch modunda kullanılmalara göre mine ve dentindeki bağlanma dayanımı değerlerinin farklı olduğu rapor edilmiştir (62-65). Yapılan araştırmalarda universal

adezivlerin minede total-etch modunda, dentinde ise self-etch modunda kullanıldıklarında bağlanma etkinliklerinin daha iyi olduğu bildirilmiştir (62,68,107).

Günümüzde universal adezivlerin mine ve dentindeki bağlanma etkinliklerini arttırmak amacıyla çeşitli laboratuvar çalışmaları yapılmakta ve farklı uygulama tekniklerinin universal adezivlerin mine ve dentindeki bağlanma dayanıma etkisi değerlendirilmektedir. Bu tez çalışmasında da farklı uygulama teknikleri ile uygulanan ve self-etch modunda kullanılan iki adet universal adezivin dentindeki bağlanma etkinlikleri değerlendirilmiştir. Buna göre bu tez çalışmasının amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- self-etch modunda kullanılan universal adezivlerin dentindeki mikrogerilme bağlanma dayanımının değerlendirilmesi ve dentinde altın standart olarak kabul edilen iki basamaklı self-etch adeziv sistemler ile karşılaştırılması;

- universal adezivlerin dentindeki bağlanma etkinliğine, çözücü içermeyen bir bonding ajanın ayrı bir tabaka halinde uygulanmasının etkisinin değerlendirilmesi;

- çözücü içermeyen bir bonding ajanın uygulanmasından önce universal adezivlerin ışık ile polimerize edilip edilmemesinin dentindeki bağlanma dayanımına etkisinin araştırılması ve

- bağlanma dayanımı testinden sonra elde edilen kompozit-dentin ara yüzeylerine ait başarısızlık tiplerinin stereomikroskop ve taramalı elektron mikroskobu ile incelenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Adezyon

Adezyon (bağlanma) kelime olarak Latincedeki *adhaerere* kelimesinden gelmektedir. Adeziv terminolojisinde adezyon ya da bağlanma bir maddenin başka bir maddeye yapışmasıdır. Bu madde ve yüzeye *adherent*, adezyonu oluşturan maddeye ise *adeziv* adı verilmektedir (1-3). Bağlanma üç farklı mekanizma ile gerçekleşir:

Fiziksel bağlanma: Hidrojen bağları, Van der Waals kuvvetleri veya diğer elektrostatik etkileşimler gibi sekonder kuvvetler sonucu farklı yapıdaki düz yüzeyler arasında gerçekleşen zayıf bir bağlanma türüdür (1-3) .

Kimyasal bağlanma: Farklı yapıdaki atomların yüzeyleri arasında oluşan bağlanmadır. İyonik, kovalent, metalik bağlar gibi primer kimyasal bağların etkisi ile oluşur (1-3) .

Mekaniksel bağlanma: Geometrik ve reolojik etkenlere bağlı olarak düzensiz yüzeyler arasında meydana gelen güçlü kilitlenmedir. Yüzey pürüzlülüğü veya mikroskobik porözitenin neden olduğu mekanik bağlanma geometrik etkenlere, materyalin akışkanlık özelliğinden dolayı bir çıkıntı etrafına akması ve büzülerek tutunması ise reolojik etkenlere örnektir. Bağlantı yüzeyindeki pürüzlülük mikrometre boyutlarında ise, buna *mikromekanik tutuculuk* denir (1-3).

2.2. Diş Hekimliğinde Adezyon

Diş hekimliğinde kullanılan rezin materyallerin diş yapısına bağlanması dört mekanizmanın sonucunda gerçekleşir. Bunlar mekanik, difüzyon, adsorpsiyon ve bu üç mekanizmanın kombinasyonudur. Mekanik olarak bağlanma, rezinin penetrasyonu ve diş yüzeyinde rezin tagların oluşumudur. Difüzyonda, rezin monomerlerin mekanik ya da kimyasal olarak bağlanabileceği diş yüzeylerine materyallerin çökmesi söz konusudur. Diş yapısının inorganik bileşeni olan hidroksiapatite ve organik bileşeni olan Tip I kollajene kimyasal bağlanma,

adsorpsiyon olarak ifade edilir. Bu üç mekanizmanın kombinasyonu da rezinlerin diş yapılarına bağlanmasında dördüncü mekanizmayı meydana getirir (1-6).

Diş hekimliğinde adeziv sisemlerin kullanılması; Buonocore'un 1955 yılında mineyi 30 saniye %85'lik fosforik asitle pürüzlendirerek, mikromekanik retansiyon fikrini ortaya atmasıyla başlamıştır. Resin monomerlerin pürüzlendirilmiş mine yüzeyinde oluşan mikro boşlukları doldurması sonucunda elde edilen mikromekanik bağlanma kavite preparasyonlarında konservatif tedavi yaklaşımlarının gelişmesine yol açmıştır. Resin esaslı materyal ile mine arasında güvenilir ve sürekli bağlanmanın görülmesi, 1970'lerin sonlarında aynı sonucun dentinde de elde edilemeyeceğinin sorgulanmasına neden olmuş ve bu amaçla fosforik asidin dentin yüzeyinde de kullanılabilceği fikri ortaya atılarak günümüzdeki adeziv sistemlerin ortaya çıkması sağlanmıştır (6-10).

2.3. Minenin Yapısı ve Mineye Bağlanma

Mine dokusu ağırlıkça %95 inorganik, %4 organik, %1 su; hacimce ise %86 inorganik, %2 organik, %12 su içeriğe sahiptir. Mine dokusu dentinden daha fazla inorganik madde içerir, daha yüksek yüzey enerjisine sahiptir, daha az su içerir. Bu özellikleri ile mine dokusu adezivlerin bağlanmasına dentinden daha elverişlidir (1-3).

Buonocore 1955 yılında yapmış olduğu çalışmada, asit uygulamasının, mine yüzeyine bağlanmayı daha uygun hale getireceğini rapor etmiştir. Bu amaçla diş dokularına farklı konsantrasyonlarda fosforik asit uygulamış ve sonuç olarak, özellikle çürükten etkilenmiş dokularda yeterli demineralizasyonun sağlanması için ideal fosforik asit konsantrasyonun %32-35 olduğunu bildirmiştir (4,10-12).

Günümüzde kullanılan pürüzlendirme ajanları genellikle %30-40'lık fosforik asit içermektedir. Minenin asitlenmesinin amaçları; mineyi temizlemek, minedeki smear tabakasını uzaklaştırmak, prizmatik ve interprizmatik mineral kristallerini uzaklaştırarak mikropöröziteyi ve minenin yüzey enerjisini arttırmaktır (5,6,8,12).

Minenin asitlenmesi sonucu görülen mikromorfolojik modeller Tip I, Tip II ve Tip III asitleme modeli olarak ifade edilmektedir. Tip I asitleme modelinde mine

prizmalarının korları çözünürken periferleri çözünmez. Tip II asitleme modelinde ise mine prizmalarının periferleri çözünür ancak korları sağlam kalır. Her iki asitleme modelinden farklı, diğer asitleme modellerine benzeyen alanlar içeren ve mine prizması morfolojisi ile ilişkili olmayan topografiye sahip alanların görüldüğü asitleme modeli ise Tip III olarak tanımlanır (1,2).

Minenin asitle pürüzlendirilmesi, 10 µm'lik mine yüzeyini uzaklaştırır ve 5-50 µm derinliğinde poröz bir tabaka oluşturur (7). Pürüzlendirilmiş mine ile adeziv rezinler için ideal bir bağlanma yüzeyi elde edilir. Düşük viskoziteli bir rezin uygulandığında, interprizmatik boşluklara penetrasyonu sonucu rezin tagların oluşması ile mikromekanik bir bağlantı meydana gelir (7,10).

Ayrıca, asidin konsantrasyonu, biçimi (solüsyon, jel, yarı jel) uygulama yöntemi ve süresi, mine dokusunun mineral içeriği ve geçirgenliği, hastanın yaşı pürüzlendirme işlemini etkileyen faktörlerdir (7,8).

2.4. Dentinin Yapısı ve Dentine Bağlanma

Dentinin kimyasal; yapısı ağırlıkça %70 inorganik, %18 organik ve %12 su; hacimce %50 inorganik, %25 organik, %25 sudur (1,2,6).

Dentin içerisinde içi sıvı dolu çok sayıda tübül vardır. Tübüller iyi mineralize olmuş peritübüler dentinle sarılmıştır. Tübüller arasında mineralizasyonları peritübüler dentinden daha az olan intertübüler dentin bulunur. Hücre gövdeleri pulpa odası çeperine sıralanmış odontoblastların protoplazmik uzantıları ve dentin lenfi ile dolu olan tübüller, pulpadan başlayıp dentin içerisinde geçerek mine dentin sınırına ulaşırlar (1,7,11,13). Tübüller içerisindeki sıvı intrapulpal basınç ile pulpadan dış yüzeye doğru hareket eder. Dinamik yapıda olan dentinde devamlı bir sıvı hareketi vardır (13). Açılmış dentinde tübüller içerisindeki sıvının pulpadan dışarıya doğru olan hareketine *transdental geçirgenlik* denir. Transdental geçirgenlik dentinin yapısına ve kimyasal içeriğindeki bölgesel farklılığa bağlı olarak değişkenlik göstermekte ve dentin yüzeyinin sürekli nemli olmasına neden olmaktadır (7,8,14,15).

Yüzeyel dentinde %96 intertübüler dentin, %3 peritübüler dentin ve %1 su bulunurken; pulpa yakınındaki derin dentinde %12 intertübüler dentin, %66 peritübüler dentin ve %22 oranında da su bulunmaktadır (1-3). Ortalama mineral içeriği dentinin derinliği ile değişmemesine rağmen kollajenden zengin intertübüler dentinin miktarı dentin derinliği arttıkça azalmakta, hipermineralize peritübüler dentin miktarı ise artmaktadır. Dentinin kollojen miktarı da yüzeyel dentinden derin dentine doğru azalmaktadır (13,14).

Pulpa yakınındaki dentinin hacimce %28'ini oluşturan tübüller, mine-dentin sınırındaki dentinin %4'ünü oluşturur (7,9). Ayrıca pulpaya yakın olan dentindeki tübül sayısı ve çapı, mine-dentin sınırındaki tübül sayısı ve çapına göre daha fazladır (1,2,6). Bu faktörlerle beraber pulpaya yakın bölgedeki dentin dokusunun daha ince olmasına bağlı olarak geçirgenliğin artması, bu bölgedeki dentin yüzeylerinde adezivlerin bağlanma dayanımının daha düşük olmasına neden olur (6,13,14,16).

Dentinin yapısında mineye göre daha fazla su ve özellikle Tip I kollajen olmak üzere daha fazla organik madde bulunması, heterojen yapısı, pulpa kaynaklı hidrostatik basınç, tübüller içerisindeki nem ve smear tabakasının varlığı, dentine bağlanmayı mineye bağlanmadan daha zor hale getirmektedir (6,7,13,14,17).

Smear tabakası; kavite preparasyonu sırasında frez ya da benzeri kesici el aletleri ile yapılan işlemler sonucunda dentine yapışık bir halde ortaya çıkan ve yapısında inorganik dentin parçacıkları, denature kollojen, odontoblast uzantıları, kan hücreleri, bakteri ve tükürük içeren yapıdır. Smear tabakası yaklaşık 1-5 µm kalınlıkta olup gözenekli ve amorf görünümündedir (1-3,7,9). Bu tabaka bir difüzyon bariyeri gibi görev yaparak dentin yüzeyini örter, dentin tübüllerinin ağızlarını kısmen tıkayıp 1-2 µm'lik smear tıkaçları (smear plug) oluşturur. Böylece tübül içindeki sıvı hareketlerini ve dentin geçirgenliğini azaltır, ağız sıvılarının, mikroorganizma ve toksinlerinin pulpaya difüzyonuna engel olur (12-14).

Dentine asit uygulandığında; smear tabakası, dentinin 1-10 µm'lik mineral yüzeyi ve dentin kanallarının ağzını tıkayan smear tıkaçları uzaklaştırılır (7,10,11). Asitleme sonucu kollajende oluşan nano boşlukları dolduran rezin materyal, aynı zamanda ortamda kalan hidroksiapatitlerle de karışarak yeni bir yapı oluşturur (11-13). Yüzeyin demineralizasyonu, monomerlerin infiltrasyonu ve polimerizasyonu

sonucu mine, dentin ve sement gibi diş dokularında meydana gelen bu yapıya *hibrit tabakası*, olaya da *hibridizasyon* denir (7,12,14,15).

Hibridizasyonun üç ultramorfolojik yapısı belirlenmiştir (7,9). Bunlar halı kılı görünümü, tübül duvarlarını kaplayan hibrit tabaka ve lateral tübül hibridizasyonudur. Halı kılı görünümü, dentin yüzeyine asidik primer uygulaması sonrasında adeziv resinle kollajen fibrillerin gevşek bağlanması sonucu ortaya çıkar. Resin tagların dentin kanalı duvarlarına uzanarak kanalları halka şeklinde sarması ile, tübül duvarlarını kaplayan hibrit tabaka meydana gelir. Lateral tübül hibridizasyonunda dentin kanallarının lateral dallanmalarını örten çok ince hibrit tabakası gözlenir (7,9,14,15).

Son yıllarda dentine olan adezyonun mineye olan adezyon seviyesine çıkarılması için çalışılmakta, dentine adezyondaki sorunlar büyük bir hızla gelişmekte olan bağlayıcı sistemlerle aşılmaq istenmektedir. Çünkü bağlayıcı sistemler ve dentin arasında iyi bir bağlanma sağlanması kompozit resin restorasyonların başarısının artması için oldukça önemlidir.

2.5. Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması

Adezyon mekanizmasının temelinde diş dokularının inorganik içeriği ile resin monomerlerin yer değiştirmesi yer almaktadır. Diş sert dokularında oluşan mikro boşluklara resin monomerlerin infiltrasyonu ve polimerizasyonu ile mikromekanik bağlanma gerçekleşir. Mikromekanik bağlanmanın ana mekanizması difüzyondur. Demineralize mine ve dentin yüzeyine resin monomerlerin difüzyonu sonucu hibridizasyon meydana gelir. Çalışmalarda spesifik monomerler ile hidroksiapatitteki kalsiyum arasında kimyasal bağlanmanın olduğu gösterilmiştir (5,18,19,20,21).

Adeziv sistemler bağlanma dayanımının geliştirilmesinin yanı sıra teknik hassasiyetin azaltılması ve klinik uygulama zamanının kısaltılması yönünde gelişmeler göstermiştir. Adeziv sistemlerle ilgili birçok sınıflandırma yapılmıştır (1-3). En güncel bilimsel ve güvenilir sınıflandırmaya göre günümüzde adeziv sistemler, adezyon stratejilerine göre; asitlenen ve yıkanan adezivler (total-etch

adezivler), kendinden asitli adezivler (self-etch adezivler) ve cam iyonomer adezivler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (5,18,20,22)..

2.5.1. Asitlenen ve Yıkanan Adezivler (Total-Etch Adezivler)

Asitlenen ve yıkanan adezivler asitleme basamağı içeren ve asitleme sonrasında yıkama işlemi gerektiren sistemlerdir. Asitlenen ve yıkanan adezivler de kendi arasında ikiye ayrılır. Üç basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemler; asitleme, primer ve adeziv rezin uygulama olmak üzere üç ayrı uygulama basamağı içerir. İki basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemlerde asitleme sonrası primer ve adeziv rezin tek şişede birleştirilerek uygulama basamağı toplamda ikiye indirilmiştir. İki basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemler tek şişe adezivler olarak da isimlendirilmektedir (23-25).

Üç ve iki basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemlerin her ikisinde de bağlanma mekanizması aynıdır. Asitleme basamağında hem mine hem dentinde %30-40 lık fosforik asit kullanılır. Minede asitleme sonrasında hidroksiapatit kristallerin çözünür. Mine yüzeyinde mikro boşluklar oluşur. Oluşan mikro boşluklara adeziv rezinin infitre olması ile *rezin taglar* meydana gelir. Mine prizmaları etrafında oluşan rezin taglara *makro tag*, mine prizmalarının gövdesi üzerinde oluşan rezin taglara *mikro tag* adı verilir (5,26,27,28).

Asitleme süresi dentinde 15 saniye minede ise 15-30 saniye olmalıdır. Minede asit uygulama süresinin 30 saniyeden daha fazla olmasının bağlanma dayanımını arttırmadığı birçok çalışma ile gösterilmiştir (5,18,19). Dentinde ise asitleme süresi arttıkça demineralizasyon derinliği artar ancak primer ve adeziv rezinin aynı derinliğe kadar infiltre olma olasılığı azalır. Resin penetrasyonunun iyi olmaması nanosızıntı ihtimalini artırır ve adezivin bağlanma dayanımını olumsuz etkiler (5,29,30).

Dentinde asitleme işlemi smear tabakasını tamamen ortadan kaldırır. Dentini 3-5 µm derinliğinde demineralize eder. Hidroksiapatitten yoksun mikropöröz bir kollajen ağı açığa çıkarır. Resin monomerlerin açığa çıkan bu kollajen fibril ağına

infiltrate olup polimerizasyonu sonucunda *hibrit tabaka* oluşur ve *hibridizasyon* gerçekleşir (31,32).

Asitlenmiş dentine primer uygulaması, açığa çıkmış kollajen ağının ıslanabilirliğinin artırılmasını, fazla suyun uzaklaştırılmasını, büzülmüş kollojen ağının genişletilmesini ve dentinin yüzey enerjisinin artırılmasını sağlar. Hidrofilik dentin ile hidrofobik rezinden oluşan iki farklı kimyasal yapıyı birbiriyle uyumlu hale getirir. Böylece adeziv rezin infiltrasyonu için dentin yüzeyi daha uygun hale getirilmiş olur (19,33). Primer solüsyonu içerisinde hidrofilik özelliklere sahip spesifik monomerler, organik bir çözücü içerisinde çözülmüş halde bulunurlar. HEMA(hidroksi etil metakrilat) primer solüsyonlarına eklenen önemli monomerlerden birisidir. HEMA düşük molekül ağırlığı ve hidrofilik özelliğinden dolayı kollojen ağına rezin infiltrasyonunu daha iyi olmasını sağlayarak adeziv rezinin bağlanma dayanımını artırır (5,18,23,34).

Adeziv rezinin temel fonksiyonu, kollajen fibriller arasında kalmış interfibriller boşlukları doldurmaktır. Adeziv rezin içerisindeki monomerlerin polimerizasyonu sonrasında mikromekanik retansiyonu sağlayan hibrit tabakası ve rezin taglar meydana gelir (5,18,19). Adeziv rezin hidrofobik monomerler içeren, çözücü içermeyen bir solüsyondur. Bazı adeziv rezinlerin içeriğinde doldurucu partikül vardır(5,6,18,19) .

Asitlenen yıkanan adezivlerde iyi bir bağlanma için minenin kuru olması tercih edilir. Dentinde ise kollojen ağının kollabe olmaması için kollojen fibriller arasında bir miktar su bırakılmalıdır. Kollojen ağının kollabe olması, rezin monomerlerin yetersiz infiltrasyonu ile sonuçlanmaktadır. Bu durum teknik hassasiyet gerektirmektedir. Bu nedenle kullanılan adeziv sistemdeki primere ve içindeki çözücüye bağlı olarak değişen iki yaklaşım vardır (18,23).

Birincisi, dentinde asitleme işlemi yapıldıktan sonra tamamen kurutulması ve sonrasında büzüşen kollojen ağının tekrardan genişlemesini sağlayacak su esaslı bir primer uygulamasıdır. Bu uygulamaya *kuru bağlanma* tekniği adı verilir (5,18,23,35,36).

İkinci yaklaşımda ise, kollojenin büzülmemesi için dentin bir miktar nemli bırakılır. Daha sonra su ile yer değiştirip suyu uzaklaştırma kapasitesi olan aseton esaslı bir primer uygulanır. Bu yaklaşım da *nemli bağlanma* tekniği olarak

adlandırılır. Ancak aseton esaslı primerin ne kadar suyu bölgeden uzaklaştırabileceği belirsizdir. Nemli bağlanma tekniğinde dentinin ne kadar nemli bırakılacağını standardize etmek zordur. Bu nedenle uygulama prosedürlerine bakıldığında kuru bağlanma tekniği daha az teknik hassasiyet gerektirmektedir (18,23,35,36).

Yapılan çalışmalarda asitlenen ve yıkanan adezivler, mine ve dentinde yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir. Her aşama ayrı bir fonksiyon içerip ayrı ayrı uygulandığı için üç basamaklı asitlenen ve yıkanan adezivler ile en iyi bağlanma dayanımı sonuçları elde edilmiştir. Uygulama basamağının fazla olması, klinik uygulama süresinin uzun olması ve daha fazla teknik hassasiyet gerektirmesi gibi dezavantajları olmasına rağmen üç basamaklı asitlenen ve yıkanan adezivler altın standart olarak kabul edilmektedir. (5,18,23).

Minede üç ve iki basamaklı asitlenen ve yıkanan adezivler, kendinden asitli adezivlerden daha yüksek bağlanma dayanımı göstermektedir. Dentinde ise iki basamaklı kendinden asitli adezivler ile asitlenen yıkanan adezivlere benzer bağlanma dayanımı sonuçları elde edilmiştir (37,38).

2.5.2. Kendinden Asitli Adezivler (Self-Etch Adezivler)

Kendinden asitli adezivler, ilk olarak HEMA-su bazlı adezivlerdeki asidik monomer miktarı artırılarak geliştirilmiştir. Kendinden asitli adezivler ayrı bir asitleme ve yıkama basamağı gerektirmeyen adeziv sistemlerdir. Asitleme ve primer uygulama basamakları mine ve dentinde aynı anda uygulanır. Demineralizasyon ürünleri uzaklaştırılmaz. Smear tabakası çözülür. Çözünen smear tabakası hibrit tabakasına dahil olur. Kendinden asitli adezivler uygulama basamaklarına ve asiditelerine göre sınıflandırılırlar. Uygulama basamaklarına göre bir ve iki basamaklı kendinden asitli adezivler olmak üzere iki gruba ayrılırlar (39-41).

İki basamaklı kendinden asitli adezivlerde ilk basamak asidik primer solüsyonu, ikinci basamak adeziv rezinden oluşmaktadır. Bir basamaklı kendinden asitli adezivlerde asit, primer ve adeziv rezin bir şişe içerisinde kombine edilmiştir. Bu adezivler 'All in-one' diye de adlandırılır. Bir basamaklı kendinden asitli adezivler, iki bileşenli ya da tek bileşenli olabilir. İki bileşenli kendinden asitli bir

basamaklı adezivlerin bileşenlerinin karıştırılarak kullanılması gerekirken, tek bileşenli kendinden asitli bir basamaklı adezivler herhangi bir karıştırma işlemi gerektirmez ve doğrudan uygulanabilir (42-45).

Asiditesine göre kendinden asitli adezivler üç gruba ayrılırlar; pH değeri 2 veya daha fazla olanlar '*zayıf asidik*', pH değeri 1,5 civarında olanlar '*orta kuvvetli asidik*', pH değeri 1 veya daha düşük olanlar ise '*kuvvetli asidik*' olarak tanımlanır. Zayıf kendinden asitli adezivler dentini çok yüzeysel olarak demineralize eder. Zayıf kendinden asitli adezivler ile kollagen fibrillerin etrafındaki hidroksiapatit kristalleri tamamen uzaklaştırılmaz. Arta kalan hidroksiapatit kristalleri kimyasal bağlanmada önemli rol oynar. Smear tabakası da dentin tübüllerinden tamamen uzaklaştırılmaz. Sonuç olarak submikron boyutlarda oldukça yüzeysel bir hibrit tabakası oluşur (5,18,19,23).

Asiditesi daha yüksek kendinden asitli adezivler daha derin hibridizasyon meydana getirir. Kuvvetli asidik kendinden asitli adezivlerin TEM (geçirimli elektron mikroskobu) görüntüsünde, asitlenen ve yıkanan adezivlere benzer bir hibrit tabakası oluşturduğu görülmektedir (46). Son yıllarda geliştirilen ve pH'ı daha yüksek olan (pH=2.7) adezivler ise bu grupların dışında kaldığından dolayı '*çok hafif asidik adezivler*' olarak dördüncü grubu oluşturmaktadır (5,18,45,47).

Günümüzde kullanılan kendinden asitli adezivler, aktif uygulama yapmadan bağlanma için yeterli hibrit tabakası oluşturabilecek asiditeye sahiptir. Kendinden asitli adezivler ile elde edilen hibrit tabakasının morfolojik yapısı içerdiği fonksiyonel monomerin aktivitesine bağlı olarak değişmektedir. Kendinden asitli adezivlerin demineralizasyon ve infiltrasyon derinliğini ise primerin pH'ı dışında, aktif uygulama, smear tabakasının kalınlığı, primerin viskozitesi ve yüzeyin ıslanabilirliği gibi faktörler de etkilemektedir (42-44).

Zayıf asidik kendinden asitli adezivler ile elde edilen hibrit tabakası incedir (5,18,19). Bu adezivlerin mineye daha düşük bağlanma dayanımı gösterirken, dentine daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdiği bildirilmiştir (18,19,23,41,42). Yüksek bağlanma dayanımının adezivlerin içerdiği fonksiyonel monomerler ile hidroksiapatit arasındaki kimyasal bağlanma ile sağlandığı belirtilmiştir. Kimyasal bağlanma yeteneği monomere spesifik bir özelliktir. Monomeri hidrofilik hale getiren karboksil ve fosfat grupları hidroksiapatitteki kalsiyum ile iyonik bağ

kurarlar. Bu bağın sağlamlığı, kalsiyum ile monomer bağlantısının hidrolitik stabilitesine bağlıdır (43,45).

Adezivler MDP (metakriloloksidesil dihidrojen fosfat), 4-MET (4-metakriloloksietil trimellitik asit) ve Phenyl-P gibi fonksiyonel monomerler içerir. Bir çalışmada MDP nin kimyasal bağlanma potansiyelinin 4-MET ve Phenyl-P (2-metakriloksietil fenil hidrojen fosfat) den daha yüksek olduğu bildirilmiştir (48).

Bir basamaklı kendinden asitli adezivler, klinik kullanım kolaylığı açısından tercih edilen adezivlerdir. Bununla birlikte, iki basamaklı kendinden asitli adezivler ve asitlenen ve yıkanan adezivler ile karşılaştırıldığında bir basamaklı kendinden asitli adezivler hem mine hem dentinde en az bağlanma dayanımı gösteren adezivlerdir (5,6,20,21).

Minede asitlenmiş bir yüzey elde etmek için bir basamaklı kendinden asitli adezivler yüksek konsantrasyonlarda asidik monomer içerir (49). Smear tabakasına ve alttaki mineralize dentine penetre olabilmeleri için zayıf asidik metakrilat monomerlerinin iyonize formlarına dönüştürülmesinde su gereklidir. Bu nedenle, bu adezivlere yüksek miktarlarda su ilave edilmektedir (51,52).

Çalışmalar yüksek miktarlarda asidik grup içeren adezivlerin aşırı su emilimine yatkın olduklarını göstermiştir. Bununla beraber aşırı su, adeziv monomerlerinin tam olarak polimerize olmasını önleyebilir ve adeziv tabakasının mekanik özelliklerinin ve rezin-dentin bağlanma dayanımı değerlerinin düşmesine neden olan faz ayrılmasına yol açabilir (50-53).

Faz ayrılması, adeziv yüzeyinde polimerizasyon sonucunda çok sayıda su damlacığının meydana gelmesidir. Bu durum polimerizasyon sonucunda su damlacıklarının tamamının adeziv takaka içerisinde kalmasına neden olmaktadır. Adeziv tabaka içerisinde su varlığı bağlanma dayanımını olumsuz yönde etkiler (5,18,47).

Bir çalışmada, çok kuvvetli bir kurutma işleminin su damlacıklarını uzaklaştırdığı gözlemlenmiştir. TEM (geçirimli elektron mikroskobu) ile yapılan incelemelerde kuvvetli kurutma işleminden sonra hiç su kalmadığı görülmüştür. Böylelikle bağlanma dayanımının arttığı belirtilmiştir (54).

Bir basamaklı kendinden asitli adezivlerde, adeziv rezin ile primer bileşikleri tek şişe içerisinde birleştirildiği için hidrofobik monomerler; aseton, etanol, su veya

bunların kombinasyonundan meydana gelen çözücülerde çözünen hidrofilik monomerler ile bir aradadır. Ayrıca iyonizasyon ortamı oluşturup adezivin kendinden asitleme aktivitesini gösterebilmesi için bu adezivler içerisinde su bulunması gereklidir (18,40).

Aseton ve etanol bir basamaklı kendinden asitli adezivlerde hidrofilik ve hidrofobik monomerlerin tek bir fazda çözülmesi için gerekli olan çözücülerdir. Bu çözücüler asitleme işleminin tamamlanması ile suyun buharlaşmasını da sağlar. Çözücü solüsyon içerisindeki bileşenleri bir arada tutar. Ancak, çözücünün buharlaşmasından sonra faz ayrılması meydana gelebilir. HEMA; çözücü ile yer değiştirip, solüsyon içerisindeki bileşenleri bir arada tutarak faz ayrılması reaksiyonunu önleyebilen monomerdur (51,52,54,55).

Genel olarak adezivler hacimce %35-55 oranında HEMA içerirler. Asitlenen ve yıkanan adezivlerde bu oran daha azdır. HEMA, açığa çıkmış kollagen ağının derinliklerine kadar monomer difüzyonuna yardım eder. HEMA potansiyel alerjik etkilerinin yanısıra, su tutar, adezivin mekanik direncini azaltır. Zayıf asidik kendinden asitli adezivlerde oluşan ince hibrit tabakası, monomer difüzyonunu kolaylaştırır ve HEMA'ya olan gereksinimi azaltır. HEMA'nın bir başka görevi de adeziv formülasyonundaki suyu diğer içeriklerden ayırmaktır (51,54,55).

Asitlenen ve yıkanan adezivler ile karşılaştırıldığında kendinden asitli adezivlerin birçok avantajı vardır. Asitleme ve yıkama fazı yoktur. Böylece adezivin uygulama süresi kısalmır. Asitleme, yıkama ve kurutma basamakları teknik hassasiyet gerektiren, standardize edilmesi zor aşamalardır. Kendinden asitli adezivler bu basamakları içermediği için bu konudaki teknik hassasiyet giderilmiştir. Bir başka avantaj demineralizasyon ve rezin filtrasyonu aynı anda olduğu için, kollagen ağının kollabe olmasından kaynaklanan tamamlanmamış rezin infiltrasyonu riski ortadan kaldırılmış olur (5,18,23,47). Tamamlanmamış rezin infiltrasyonu nedeniyle ortaya çıkabilecek nano sızıntı ihtimali elimine edilmiş olur (18,19). Bir çalışmada, kendinden asitli adeziv uygulaması sonucu oluşan hibrit tabakasında nano sızıntı gözlemlenmiş ve kendinden asitli adezivlerde de tamamlanmamış rezin infiltrasyonu oluşabileceğini ifade edilmiştir (56).

Smear tabakası ve tıkaçları kendinden asitli adezivler ile uzaklaştırılmadığı için dentin kanallarından gelen sıvı ile bölgenin ıslanması engellenmiş olur.

Böylelikle sıvı kontaminasyonu sonucunda oluşan postoperatif hassasiyetin de azaldığı rapor edilmiştir (57,58). Ancak yapılan bir çalışmada üç basamaklı asitlenen ve yıkanan adezivler ile iki basamaklı kendinden asitli adezivler arasında postoperatif hassasiyet açısından anlamlı bir fark olmadığı rapor edilmiştir (59).

2.5.3. Cam İyonomer Adezivler

Cam iyonomerler herhangi bir yüzey uygulaması gerektirmeden diş dokularına kendiliğinden bağlanabilen materyallerdir. Polialkenoik asit kopolimeri, cam doldurucu partikülleri ve su içerirler. Rezin modifiye cam iyonomerler ayrıca rezin bileşenleri içerir. Diş dokusuna adezyon reaksiyonu cam iyonomer bileşenlerine bağlıdır. Özellikle rezin modifiye cam iyonomerlerde rezin bileşenleri iyi bir bağlanma sağlar (5,18,19).

Cam iyonomerlerin bağlanma mekanizması, kendinden asitli adezivler gibi mine ve dentinde sınırlı bir demineralizasyon ve rezin infiltrasyonuna dayanır. Hem mekanik bağlanma hem de polialkenoik asit ile hidroksiapatit arasında kimyasal bağlanma meydana gelir. Demineralizasyon reaksiyonu yüksek moleküler ağırlıklı polialkenoik asit ile başlar. Bu asit hidroksiapatit kristallerindeki selektif bir çözünme ile mikropöröz kollagen ağını açığa çıkarır. Ayrıca arta kalan hidroksiapatit kristallerindeki Ca ile polialkenoik asitin karboksil grupları arasında kimyasal bağlanma gerçekleşir. Bu kimyasal bağlanma oldukça stabildir (60,61).

2.6. Universal Adezivler

Günümüzde kullanılan adezivler, klinik uygulama kolaylığı sağlamanın yanında uzun dönem bağlanma performansında başarılı sonuçlar vermektedir. Kendinden asitli adezivler teknik hassasiyet gerektiren asitleme, yıkama, kurutma basamaklarını ortadan kaldırmak ve klinik uygulama süresini kısaltmak amacıyla geliştirilmiştir. Kendinden asitli adezivler asidik monomer içerdikleri için demineralizasyon ve rezin infiltrasyonu aynı anda meydana gelir. Böylelikle

hibridize ve demineralize bölge arasındaki uyumsuzluk oluşma riski ortadan kalkar (5,18).

Bir basamaklı kendinden asitli adezivlerin kimyasal bağlanma özelliğinden dolayı dentine bağlanması iyidir. Ancak minede aynı başarılı sonuçlar elde edilememiştir. Bir basamaklı kendinden asitli adezivlerin mineye bağlanmasını arttırmak için selektif asitleme ile birlikte uygulanması önerilmektedir. Ancak, selektif asitleme sırasında dentinin de asitlenmesi bağlanma dayanımını olumsuz etkileyen bir risk faktörüdür (5,18,19,23).

Bu komplikasyonları elimine etmek ve bir adezivi bütün adeziv uygulama şekilleri ile kullanabilmek amacıyla 'universal', 'multi-mode' veya 'çok amaçlı' adezivler olarak adlandırılan adezivler geliştirilmiştir. Universal adezivler bir basamaklı kendinden asitli adezivler gibi, bütün adeziv içeriklerinin tek şişe içerisinde birleştirildiği adezivlerdir. Bu adezivler hem self-etch modunda hem total-etch modunda hem de selektif asitleme ile birlikte kullanılabilir (62-65). Farklı uygulama modlarında kullanılabildikleri için bu yeni adezivler universal olarak isimlendirilmiştir (66,67).

Universal adezivler farklı uygulama modlarında kullanılabilmesine rağmen, mine ve dentinin yapısal farklılığından dolayı hangi dokuda, hangi modda uygulandığında daha iyi bağlanma dayanımı gösterdiğine dair kesin sonuçlar yoktur (66). Çalışmalarda universal adezivlerin minede asitleme basamağı ile birlikte uygulandığında daha yüksek bağlanma dayanımı sonuçları elde edilmiştir (63,65). Munoz ve arkadaşlarının yaptığı universal adezivlerin dentine olan bağlanma dayanımının araştırıldığı bir çalışmada, asitleme işleminin universal adezivlerin dentine olan bağlanma dayanımını arttırabileceği ifade edilmiştir (62). Universal adezivlerin dentine bağlanma dayanımının araştırıldığı başka çalışmalarda asitleme işleminin universal adezivlerin dentine olan bağlanma dayanımını etkilemediği bildirilmiştir (64,67).

Çalışmalarda 24 saat sonrası sonuçlar ile yaşlandırma sonuçları karşılaştırıldığında, universal adezivler dentine self-etch modunda uygulandığında daha iyi bağlanma dayanımı sonuçları elde edilmiştir (67,68).

Bir basamaklı kendinden asitli adezivlerde resin monomer infiltrasyonunu arttırmak için adezivi aktif uygulama etkili olabilmektedir (65). Yapılan bir çalışmada

mine ve dentinde, universal adezivi aktif uygulamanın her iki dokuda da bağlanma dayanımını arttırdığı bildirilmiştir (65).

Universal adezivler MDP gibi asidik fonksiyonel monomerler içermektedir (69). MDP polimerize olabilen metakrilat grupları ve hidroksiapatitteki kalsiyum ile kimyasal bağlanma yeteneğine sahip fosfat gruplarına sahiptir. İçerdiği dihidrojen fosfat gruplarından dolayı asitleyici bir monomerdir. Uzun karbonil zincirine sahip olması nedeniyle oldukça hidrofobiktir. Hidroksiapatit ile adeziv ara yüzeyinde stabil bir nano tabaka oluşturur. Oluşan MDP (metakriloloksidesil dihidrojen fosfat)-Ca (kalsiyum) tuzları bu tabaka boyunca çökeler. Böylelikle yüksek ve stabil bir bağlanma dayanımı sağlanır (70,71). Uygulama modunun yanında universal adezivlerin kimyasal içeriğinin de bağlanmayı etkilediği ve MDP içeren universal adezivlerin daha iyi bağlanma dayanımı gösterdiği belirtilmiştir (64-67).

Kendinden asitli adezivler, monomer iyonizasyonunu sağlamak amacıyla su içermektedir. Adezivin su konsantrasyonunun artması konversiyon oranını azaltır, bağlanma dayanımını olumsuz etkiler. Genel olarak bir basamaklı kendinden asitli adezivler hacimce %30 ile %60 arasında su içerirler. Bu oranın %20 den az olması bağlanma dayanımını olumsuz etkileyebileceği belirtilmiştir (72,73). Universal adezivler de, bütün adeziv içerikleri tek şişede birleştirildiği için su içermektedir.

Universal adezivler kendinden asitli adezivler gibi suyun yanında aseton ve etanol gibi organik çözücülerde içermektedir. Adezivlerin içerdiği monomerler bu çözücüler sayesinde aktivitesini gösterebilirler. Kollagenin interfibriler aralığına rezin infiltrasyonunu çözücüler sağlarlar. Ayrıca adeziv rezinin viskozitesini dilue ederler. Ancak adeziv uygulandıktan sonra çözücüler tamamen uzaklaştırılmalıdır. Adeziv rezin polimerize edildikten sonra adeziv tabaka içerisinde kalan çözücü bağlanma dayanımını olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle adeziv uygulandıktan sonra çözücünün buharlaşması için yeterli süre beklenmelidir (74,75). Universal adezivlerle yapılan bir çalışmada, çözücünün buharlaşması için beklenen sürenin uzatılması adezivin dentine total-etch modunda uygulandığında bağlanma dayanımını olumlu etkilediği görülmüştür (76,77).

HEMA universal adezivlerinde içerisinde bulunan hidrofilik monomerdir. HEMA, daha iyi rezin infiltrasyonu sağlayarak adeziv rezinin bağlanma dayanımını

arttırır (5,18,23,34). HEMA içermeyen bir universal adezivde faz ayrılmasının meydana geldiği bildirilmiştir (78).

Adeziv içerisindeki çözücü ve hidrofilik monomer miktarının artması adeziv tabaka içerisinde residual çözücü ve polimerize olmamış monomer kalmasına neden olur. Bu durumun birçok olumsuz etkisi vardır. Polimerizasyonun tam olarak gerçekleşmesini engeller, konversiyon oranını azaltır, bağlantının zayıflamasına ve adeziv tabakanın geçirgenliğinin artmasına neden olur (79-82). Bu olumsuzlukları gidermenin bir yolu ilave hidrofobik rezin uygulamasıdır (73,78,83-85).

İlave hidrofobik rezin uygulaması ile adeziv tabakaya çözünmemiş hidrofobik monomer ilave edilir. Böylece adeziv tabakadaki hidrofobik monomer konsantrasyonu artar. Hidrofilik monomer ve çözücü konsantrasyonu azalır. İlave hidrofobik rezin, adeziv tabakanın kalınlığını arttırır ve daha homojen bir hale gelmesini sağlar. Daha kalın bir adeziv tabaka oluşması ile oksijen inhibisyon tabakasının olumsuz etkileri azaltılır. Adeziv tabaka boyunca oluşabilecek sıvı hareketi ve sıvı geçişi engellenir. Faz ayrılması nedeni ile adeziv tabakada oluşabilecek defektler giderilir. Adeziv tabaka, bu olumlu etkiler sayesinde mikrogerilme bağlanma dayanımı testi sırasında oluşan kuvvetlere karşı daha dirençli hale gelir (73,83). Universal adezivlere ilave hidrofobik rezin uygulandığı çalışmalarda; adeziv mineye total-etch modunda dentine ise self-etch modunda uygulandığı zaman ilave hidrofobik rezin uygulamasının mikrogerilme bağlanma dayanımını arttırdığı bildirilmiştir (78,84,85).

Universal adezivlerin pH ve uygulama modu ile bağlanma dayanımı arasındaki ilişkiye bakıldığında; adezivin pH'sı 'çok zayıf asidik' kategorisinde ise hem mine hem de dentinde asitleme işlemi ile birlikte uygulandığında daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Adezivin pH'sı 'zayıf asidik' kategorisinde veya daha düşük pH da ise minede asitle birlikte kullanıldığında, dentinde ise self-etch modunda kullanıldığında bağlanma dayanımının daha iyi olduğu görülmüştür (86).

Universal adezivlerle yapılan in vivo çalışmalarda; çürüksüz servikal lezyonların universal adezivler kullanılarak restore edildiği vakaların iki yıllık klinik değerlendirilmesinde adezivin total-etch ve self-etch modunda uygulanmasının restorasyonun marjinal adaptasyonunda bir fark oluşturmamasına rağmen, self-etch modunda uygulandığı restorasyonlarda marjinal renklenmenin daha fazla görüldüğü

belirtilmiştir (87). In vivo olarak yapılan ve klinik koşullarda 36 ay boyunca değerlendirilen bir başka çalışmada universal adezivin uygulama modu farklı olduğu halde universal adezivler kullanılarak yapılan kompozit restorasyonların klinik başarısında herhangi bir fark bulunamamıştır (88).

2.7. Mikrogerilme Bağlanma Dayanımı Testi

Gerilme bağlanma dayanımı testi makrogerilme bağlanma dayanımı testi ve mikrogerilme bağlanma dayanımı testi olarak ikiye ayrılır. Makrogerilme bağlanma dayanımı testinde daha büyük kütleler halindeki kompozitleri diş dokularına bağlayan adezivler test edilirken, mikrogerilme bağlanma dayanımı testinde daha küçük boyutlardaki mine ve/veya dentin alanlarına adezivlerin bağlanması değerlendirilebilmektedir (89-91).

Mikrogerilme bağlanma dayanımı test yöntemi ilk olarak Sano ve arkadaşları tarafından 1994 yılında diş hekimliğinde uygulanmıştır. Bağlanma alanı 1mm^2 olan küçük örnekler kullanılmıştır (5,89,90). Bu araştırmacılar, mikrogerilme bağlanma dayanımının bağlanan yüzey alanı ile ters orantılı olduğunu ve yüksek bağlanma dayanımı değerleri ölçülmesine karşın, birçok kopmanın diş ve adeziv arasındaki ara yüzeyde meydana geldiğini belirtmişlerdir (5).

Mikrogerilme bağlanma dayanımı testi adeziv ve diş sert dokusu arasındaki bağlanma dayanımını ölçebilen güvenilir bir test yöntemidir (91). Mikrogerilme bağlanma dayanımı testinin bir avantajı, çürük ve sklerotik dentine olan bölgesel bağlanma dayanımlarının ve bağlanma etkinliklerinin ölçülebilir olmasıdır (5). Geleneksel bağlanma dayanımı testlerine kıyasla mikrogerilme bağlanma dayanımı testinde bir diştten birçok örnek elde edilebilmektedir. Mikrogerilme bağlanma dayanımı testinde daha çok adeziv başarısızlık olmakla beraber, koheziv başarısızlık daha azdır ve daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde edilir. Bu test bölgesel bağlanma dayanımlarının ölçülmesine olanak sağlar ve tek bir diş için ortalama ve varyans değerleri hesaplanabilir (90).

Mikrogerilme bağlanma testinde çok küçük örneklerin test edilmesi ve ara yüz alanı yaklaşık olarak 1mm^2 olduğundan başarısızlıkların taramalı elektron

mikroskobu ile incelenmesi mümkündür (90). Mikrogerilme bağlanma dayanımı testinin en önemli dezavantajı, yoğun çalışma ve teknik donanım gerektiren hassas örnek hazırlama tekniğidir. Örneklerin hazırlanması sırasında mikro kırıkların oluşması engellenmelidir. Bu mikro kırıklar adeziv bağlanmayı zayıflatabilir ve gerçek bağlanma dayanımı değerlerini düşürebilir (5). Test için özel bir donanımın gerekli olması ve 5 MPa altındaki bağlanma dayanımı değerlerinin hesaplanamaması da dezavantajdır (90-93).

Mikrogerilme bağlanma dayanımı testi avantajları göz önüne alındığında adeziv sistemlerin bağlanma etkinliklerini değerlendirmede oldukça kullanışlı ve güvenilir bir yöntemdir. Bu nedenle yaygın kullanım alanı vardır.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Dişlerin Toplanması

Bu çalışma için çürük ve restorasyon içermeyen, florozisi bulunmayan 80 adet çekilmiş üçüncü molar insan dişi toplandı. Dişlerin yüzeyindeki yumuşak ve sert doku kalıntıları periodontal küret ile uzaklaştırıldı, angldrüva ve fırça kullanılarak pomza ile temizlendi. Temizlenen dişler oda sıcaklığında %0.5'lik kloramin-Tsolüsyonunda (Merck KGaA, Damstadt, Almanya) saklandı ve çekimi takiben en fazla 3 ay içerisinde kullanıldı.

3.2. Materyal Seçimi

Bu çalışmada adeziv materyal olarak; iki adet iki basamaklı self-etch adeziv rezin (Clearfil SE Bond, Kuraray, Japonya ve OptiBond XTR, Kerr, Orange, CA, ABD) ve iki adet universal adeziv rezin (Single Bond Universal, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD ve Clearfil Universal Bond, Kuraray, Japonya) test edildi (Resim 1). Kullanılan iki adet iki basamaklı self-etch adeziv rezin (Clearfil SE Bond ve OptiBond XTR) kontrol grubu olarak alındı. Test edilen iki adet universal adeziv rezin self-etch modunda kullanıldı.

Tüm gruplarda kompozit rezin olarak ışıkla sertleşen, nanofil, universal bir kompozit rezin materyali (Filtek Ultimate, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) kullanıldı. Tüm örnekler, kompozit rezinin A3 Body rengi kullanılarak hazırlandı. Çalışmada kullanılan materyaller, üretici firmaları, lot numaraları ve kimyasal içerikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Polimerizasyon işlemlerinde bir LED ışık kaynağı standart modda (Valo, Ultradent, St Louis, MO, ABD) kullanıldı. Bir radyometre (Demetron L.E.D, Kerr, ABD) ile yapılan düzenli kontroller sonucunda, cihazın ışık gücünün 1000 mW/cm²'nin altına düşmediğinden emin olundu.

Tablo 1:Çalışmada kullanılan materyaller, üretici firmaları ve içerikleri

Ticari isim	Üretici firma	Materyal tipi	Lot no / pH	İçerik
Clearfil SE Bond	Kuraray, Okayama, Japonya	İki basamaklı self-etch adeziv rezin	<i>Primer:</i> 360139 <i>Bond:</i> 3A0220 pH:~2.0	<i>Primer:</i> MDP fosfat monomer, hidrofilik dimetakrilat, HEMA, başlatıcı, dietanol toluidin, su <i>Bond:</i> MDP fosfat monomer, dimetakrilat rezinler, HEMA, hidrofobik dimetakrilat, başlatıcı, dietanol toluidin, su
Optibond XTR	Kerr, Orange, CA, ABD	İki basamaklı self-etch adeziv rezin	<i>Primer;</i> 5335793 <i>Bond;</i> 5335794 pH: 2.4 / 1.6	<i>Primer:</i> GPDM monomeri, dimetakrilat rezinler, HEMA, başlatıcı, su/etanol, aseton <i>Bond:</i> Dimetakrilat rezinler, HEMA, tri-fonksiyonel monomer, etanol, başlatıcı, doldurucu
Clearfil Universal Bond	Kuraray, Okayama, Japonya	Universaladeziv rezin	3D0006 pH: 2.3	MDP fosfat monomer, dimetakrilat rezinler, HEMA, hidrofilik alifatik dimetakrilat, koloidal silika, silan, etanol, su, başlatıcı
Single Bond Universal	3M ESPE, St.Paul, MN, ABD	Universaladeziv rezin	609973 pH: 2.7	MDP fosfat monomer, dimetakrilat rezinler, HEMA, metakrilat-modifiye polialkenoik asit kopolimeri, doldurucu, etanol, su, başlatıcı, silan
Filtek Ultimate	3M ESPE, St.Paul, MN, ABD	Işıkla sertleşen nanofil kompozit rezin	N625442	<i>Doldurucu:</i> Silika, zirkonya <i>Rezin matriks:</i> BisGMA, UDMA, TEGDMA, BisEMA

Kısaltmalar; MDP: Metakriloloksidesil dihidrojen fosfat, HEMA: Hidroksi etil metakrilat, GPDM: gliserol fosfat dimetakrilat, BisGMA: Bisfenol A diglisidil metakrilat, UDMA: üretan dimetakrilat, TEGDMA: Trietilen glikol dimetakrilat, BisEMA: Etoksilatlı bisfenol A glisil metakrilat.



Resim 1. Çalışmada kullanılan materyaller. Üstteki sıra soldan sağa; Clearfil SE Bond primer ve Clearfil SE Bond bond (Kuraray), Clearfil Universal Bond (Kuraray), Single Bond Universal (3M ESPE). Altteki sıra soldan sağa; Optibond XTR primer ve Optibond XTR bond (Kerr), Filtek Ultimate (3M ESPE)

3.3. Örneklerin Hazırlanması

Dentindeki mikrogerilme bağlanma dayanımı test edilecek olan her bir test grubu için 10 adet diş kullanıldı. Dişler mine sement birleşiminin 3-4 mm altından kimyasal olarak sertleşen bir akrilik rezin (Panacryl, İstanbul, Türkiye) ile 2.5 cm çapındaki bloklar içerisine gömüldü.

Dişlerin 1/3 okluzal üçlüsü dentin yüzeyinin açığa çıkarılması amacıyla ve mine-sement birleşimine paralel olarak su soğutması altında düşük devirli hassas kesme cihazı (Minitom, Struers, Danimarka) ve elmas kesme diski (Mod 13, Struers, Danimarka) ile prepare edildi (Resim 2). Açığa çıkmış dentin yüzeyi, homojen bir dentin yüzeyi ve smear tabakası elde etmek için 320 grenli silikon karbit zımpara (MD Fuga, Struers, Danimarka) ile metalografik polisaj cihazında (Labopol 5, Struers, Danimarka) su soğutması altında prepare edildi (Resim 3).



Resim 2. Hassas kesme cihazı ve elmas kesme diski(Minitom, Struers, Danimarka)

Oluşturulan smear tabakasının tüm örneklerde standart olabilmesi için preparasyon süresi sabit tutuldu.

Dişler yıkanıp kurutulduktan sonra, açığa çıkarılan yüzeyin sadece dentin dokusu içerdiğinden emin olmak için örnekler bir stereomikroskop (S4E, Leica Microsystems, Almanya) ile mine ve pulpa dokusunun varlığı açısından X80 büyütmede incelendi (Resim 4).

Hazırlanan dentin yüzeyleri su ile yıkanıp kurutulduktan sonra adeziv sistemler üretici firmaların önerileri doğrultusunda dentin yüzeylerine uygulandı. Kullanılan adeziv materyallerin uygulama basamakları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Dişler, uygulanacak olan adeziv prosedüre göre randomize olarak 8 gruba ayrıldı (Tablo 3):

Grup 1 (CSE): Dentin yüzeyine iki basamaklı self-etch adeziv rezin Clearfil SE Bond uygulandı ve ışık ile polimerize edildi.

Grup 2 (XTR): Dentin yüzeyine iki basamaklı self-etch adeziv rezin Optibond XTR uygulandı ve ışık ile polimerize edildi.

Tablo 2: Çalışmada kullanılan materyallerin uygulama basamakları

Materyal	Uygulamaşekli
Clearfil SE Bond	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prepare diş yüzeyine primeri uygulayıp 20 saniye bekle 2. Hafif bir şekilde hava ile kurut 3. Adezivi uygulayıp hafifçe hava ile kurut 4. 10 saniye ışık uygula
Optibond XTR	<ol style="list-style-type: none"> 1.Prepare diş yüzeyine primeri 20 saniye ajitasyon yaparak uygula 2. Hafif bir şekilde 5 saniye hava ile kurut 3. Adezivi fırçalama hareketiyle 15 saniye uygula 4. Önce hafif sonra daha güçlü bir şekilde 5 saniye hava ile kurut 5. 10 saniye ışık uygula
Clearfil Universal Bond	<ol style="list-style-type: none"> 1.Prepare diş yüzeyine adezivi 10 saniye ajitasyon yaparak uygula 2. Hafif bir şekilde 5 saniye hava ile kurut 3. 10 saniye ışık uygula
Single Bond Universal	<ol style="list-style-type: none"> 1.Prepare diş yüzeyine adezivi 20 saniye ajitasyon yaparak uygula 2. Hafif bir şekilde 5 saniye hava ile kurut 3. 10 saniye ışık uygula
Filtek Ultimate	<ol style="list-style-type: none"> 1. İki mm'lik tabakalar halinde uygula 2. 20 saniye ışık uygula

Tablo 3: Çalışmada belirlenen test grupları

Grup adı	Materyal adı/ Kısaltma	Açıklama
Grup 1	Clearfil SE Bond CSE	İki basamaklı self-etch adeziv rezin (kontrol)
Grup 2	Optibond XTR XTR	İki basamaklı self-etch adeziv rezin (kontrol)
Grup 3	Clearfil Universal Bond CUB	Universal adeziv rezin (self-etch mod)
Grup 4	Clearfil Universal Bond + Clearfil SE Bond bond CUB+CSEbond1	Universal adeziv rezin (polimerizasyon var)+ hidrofobik adeziv rezin
Grup 5	Clearfil Universal Bond + Clearfil SE Bond bond CUB+CSEbond2	Universal adeziv rezin (polimerizasyon yok) + hidrofobik adeziv rezin
Grup 6	Single Bond Universal SBU	Universal adeziv rezin (self-etch mod)
Grup 7	Single Bond Universal+ Clearfil SE Bond bond SBU+CSEbond1	Universal adeziv rezin (polimerizasyon var)+ hidrofobik adeziv rezin
Grup 8	Single Bond Universal + Clearfil SE Bond bond SBU+CSEbond2	Universal adeziv rezin (polimerizasyon yok) + hidrofobik adeziv rezin



Resim 3. Metalografik polisaj cihazı (Labopol 5, Struers, Danimarka)

Grup 3 (CUB): Dentin yüzeyine universal adeziv rezin Clearfil Universal Bond self-etch modunda uygulandı ve ışık ile polimerize edildi.

Grup 4 (CUB+CSEbond1): Dentin yüzeyine universal adeziv rezin Clearfil Universal Bond self-etch modunda uygulandı, ışık ile polimerize edildi, daha sonra Clearfil SE Bond'un bonding ajanı (Clearfil SE Bond bond) uygulandı ve ışık ile polimerize edildi.

Grup 5 (CUB+CSEbond2): Dentin yüzeyine universal adeziv rezin Clearfil Universal Bond self-etch modunda uygulandı, ışık ile polimerizasyon yapılmadan Clearfil SE Bond'un bonding ajanı (Clearfil SE Bond bond) uygulandı ve ışık ile polimerize edildi.

Grup 6 (SBU): Dentin yüzeyine universal adeziv rezin Single Bond Universal self-etch modunda uygulandı ve ışık ile polimerize edildi.

Grup 7 (SBU+CSEbond1): Dentin yüzeyine universal adeziv rezin Single Bond Universal self-etch modunda uygulandı, ışık ile polimerize edildi, daha sonra Clearfil SE Bond'un bonding ajanı (Clearfil SE Bond bond) uygulandı ve ışık ile polimerize edildi.

Grup 8 (SBU+CSEbond2): Dentin yüzeyine universal adeziv rezin Single Bond Universal self-etch modunda uygulandı, ışık ile polimerizasyon yapılmadan Clearfil SE Bond'un bonding ajanı (Clearfil SE Bond bond) uygulandı ve ışık ile polimerize edildi.

Adeziv uygulamayı takiben dentin yüzeylerinde iki milimetreyi geçmeyen tabakalar halinde yerleştirilen kompozit rezin materyali (Filtek Ultimate, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) ile 5-6 mm yüksekliğinde kompozit üst yapılar hazırlandı. Her bir tabaka 20 saniye LED ışık cihazı ile polimerize edildi (VALO, Ultradent, St Louis, MO, ABD, ışık gücü 1000 mW/cm²).

Örnekler mikrogerilme bağlanma dayanımı testinden önce 37°C'deki distile suda 24 saat etüvde bekletildi (Nüve, Ankara, Türkiye).



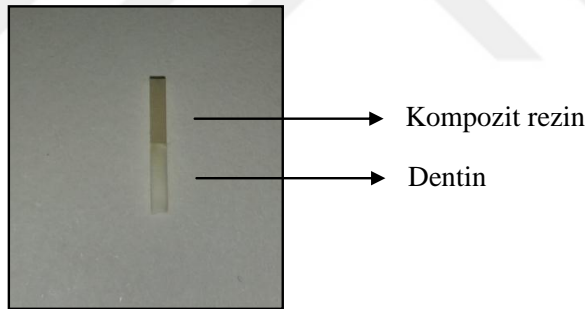
Resim 4. Stereomikroskop (S4E, Leica Microsystems, Almanya)

3.4. Mikrogerilme Bağlanma Dayanımı Test Örneklerinin Hazırlanması

Dişler, su soğutması altında bir düşük devirli hassas kesme cihazı (Minitom, Struers, Danimarka) ve elmas kesme diski (Mod 13, Struers, Danimarka) ile kare kesitli kompozit rezin-dentin örnekleri elde etmek üzere bağlanma ara yüzeyine dik olarak kesildi. Hassas kesme cihazının adımları ayarlanarak, kalınlığı 0.3 mm olan elmas kesme diski ile yaklaşık 1.0x1.0 mm genişliğinde ve 8-9 mm uzunluğunda kare kesitli çubuk şeklinde örnekler elde edildi (Resim 5).

Elde edilen örnekler, bağlanma yüzeyinin zarar görmediğinden ve preparasyonun kompozit rezin-dentin ara yüzeyine dik yapıldığından emin olmak için bir stereomikroskop ile X80 büyütmede incelendi (S4E, Leica Microsystems, Almanya).

Bağlanma ara yüzeyi düz bir hat şeklinde olmayan veya zarar görmüş olan örnekler çalışmadan çıkarıldı. Her bir diştten ortalama 4-5 adet örnek elde edildi.



Resim 5. Mikrogerilme bağlanma dayanımı testi için hazırlanmış örnek

3.5. Mikrogerilme Bağlanma Dayanımı Testinin Yapılması

Örneklerin preparasyonu tamamlandıktan sonra mikrogerilme bağlanma dayanımı test araçlarının orta bölümünde bulunan çentiklere uygun olarak yerleştirildi. Örnekler, test aracına, her iki ucundan siyanoakrilat bir yapıştırıcı (Zapit, Dental Ventures of America Inc, Corona, CA, ABD) ile sabitlendi ve bu sırada yapıştırıcının ve hızlandırıcısının bağlanma yüzeyine bulaşmamasına dikkat

edildi. Resim 6’da mikrogerilme bağlanma dayanımı test aracına sabitlenmiş bir örnek görülmektedir.

Örnekler kırılma elde edilinceye kadar bir universal test cihazında (LR 5K Lloyd, İngiltere) 1mm/dk’lık hızda 100 N’luk gerilme kuvveti uygulanarak strese maruz bırakıldı (Resim 7).

Tüm örneklerin, hazırlanmaları ve test işlemleri süresince nemli tutulmasına özen gösterildi. Testten önce hazırlanmaları veya test araçlarına yerleştirilmeleri sırasında kırılan örnekler, test öncesi başarısız olan örnekler olarak nitelendirildi ve her grup için sayıları kaydedildi. Bu örneklerin mikrogerilme bağlanma dayanımı değeri 0.00 MPa alınarak gruba ait bağlanma dayanımı değerinin hesaplanması sırasında ortalamaya dahil edildi.



Resim 6. Test aracına sabitlenmiş örnek

3.6. Işık Mikroskobu ile Başarısızlık Tipinin Analizi

Mikrogerilme bağlanma dayanımı testinden sonra kompozit rezin-dentin ara yüzeyi, bir stereomikroskop (S4E, Leica Microsystems, Almanya) ile X80

büyütmede incelenerek başarısızlık tipleri belirlendi. Değerlendirme, örneğin hem kompozit tarafının hem de dentin tarafının incelenmesi ile yapıldı.

Başarısızlık tipleri adeziv tip başarısızlık, kompozit rezinde koheziv başarısızlık, dentinde koheziv başarısızlık ve karışık tip başarısızlık olarak kaydedildi. Başarısızlık tiplerinin tanımı aşağıdaki gibi yapıldı (94):

Adeziv tip başarısızlık: Dentin tarafındaki ara yüzeyde %25'den daha az oranda adeziv rezin, kompozit rezin ve/veya dentin bulunmasıdır.

Kompozit rezinde koheziv başarısızlık: Dentin tarafındaki ara yüzeyde %75 veya %75'den daha fazla kompozit rezin bulunmasıdır.

Dentinde koheziv başarısızlık: Kompozit tarafındaki ara yüzeyde %75 veya %75'den daha fazla dentin bulunmasıdır.

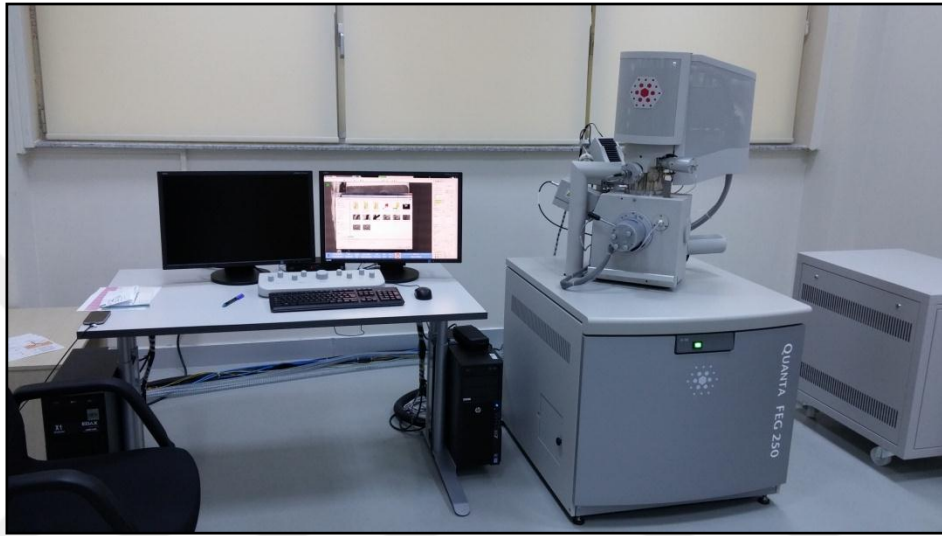
Karışık tip başarısızlık: Ara yüzeyde bazı alanlarda adeziv tip başarısızlık ve bazı alanlarda adeziv rezinde, kompozit rezinde ve/veya dentinde koheziv başarısızlık olmasıdır.



Resim 7. Mikrogerilme bağlanma dayanımı test cihazı (LR 5K Lloyd, İngiltere)

3.7. Taramalı Elektron Mikroskobu ile Başarısızlık Tipinin Analizi

Her test grubundan her bir başarısızlık tipine ait birer örnek karbon yapııştırıcı ile alüminyum numune tutucuya yerleştirildi. Örnekler 150 militorr düşük vakumda, 15kV flaman geriliminde ve X200 büyütmede bir taramalı elektron mikroskobunda (Quanta Feg 250, FEI, Hollanda) incelendi (Resim 8).



Resim 8. Taramalı Elektron Mikroskobu (Quanta Feg 250, FEI, Hollanda)

3.8. İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler SPSS paket programı (Windows, SPSS 13.0) kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi. Mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri, gruplar arasındaki farkların belirlenmesi amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak test edildi. Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunun saptanması Tukey's HSD post hoc çoklu karşılaştırma testi ile yapıldı. Tüm testlerde anlamlılık düzeyi 0.05 olarak alındı.

4. BULGULAR

4.1. Mikrogerilme Bağlanma Dayanımı Bulguları

Test edilen gruplara ait ortalama mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri, standart sapmaları ve istatistiksel sonuçlar Tablo 4 ve Şekil 1’de gösterilmiştir. Ayrıca, her gruptaki mikrogerilme bağlanma dayanımı testi için hazırlanan örneklerin sayısı ve bağlanma yüzey alanına ait ortalama değerler Tablo 4’te gösterilmiştir.

Her grupta kullanılan 10’ar adet dişten elde edilerek test edilen örnek sayısı 40 ile 50 arasında değişmekteydi. Prepare edilen mikrogerilme bağlanma dayanımı örneklerinin yüzey alanı 0.94-1.00 mm² olarak belirlendi (Tablo 4).

Tüm gruplar için test öncesi başarısız olan örneklerin sayısı ve bu örneklere ait mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri 0.00 MPa olarak kaydedilerek hesaplamalara dahil edildi. İki basamaklı self-etch adezivlerin kullanıldığı kontrol gruplarında test öncesi başarısızlık saptanmadı. Clearfil Universal Bond ve Single Bond Universal’e ait test öncesi başarısız olan örnek sayısı sırasıyla 10 ve 7 olarak saptandı. Universal adezivler ile birlikte hidrofobik rezin uygulanan gruplarda test öncesi başarısız olan örnek sayısı azaldı (Tablo 4).

Gruplara ait dentindeki mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırıldığında en yüksek bağlanma dayanımı değerini iki basamaklı self-etch adeziv Clearfil SE Bond (Grup 1, CSE; 47.08±3.12 MPa) gösterdi. Bunu iki basamaklı self-etch adeziv Optibond XTR (Grup 2, XTR; 45.38±6.54 MPa) izledi. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda iki kontrol grubu arasında dentindeki bağlanma dayanımı değerleri açısından anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$, Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma) (Tablo 4, Şekil 1).

Universal adezivlerin mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri incelendiğinde; Clearfil Universal Bond’un dentindeki mikrogerilme bağlanma dayanımı değeri (Grup 3, CUB; 28.87±14.72 MPa), Single Bond Universal’in bağlanma dayanımı değerinden (Grup 6, SBU; 30.81±13.18 MPa) daha düşük bulundu. Bununla beraber iki universal adeziv arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ($p>0.05$, Tukey HSD çoklu karşılaştırma) (Tablo 4, Şekil 1).

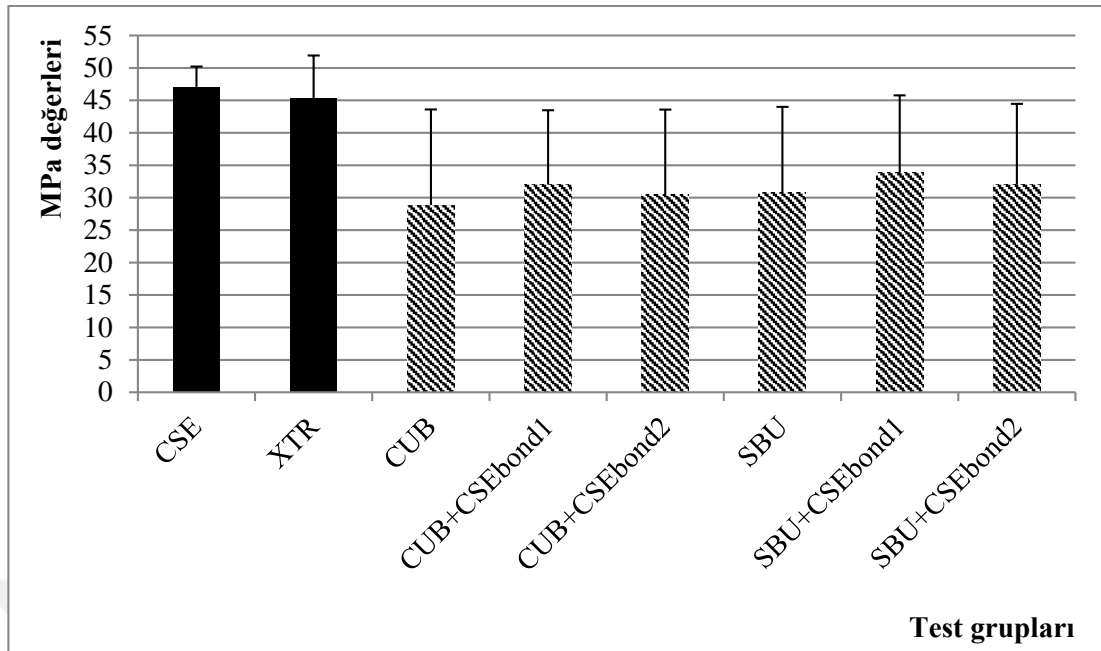
Tablo 4: Test gruplarına ait mikroyerilme bağlanma dayanımı sonuçları (MPa)

Test grupları	MPa değerleri (Ort±Ss)	Yüzey alanı (Ort±Ss)	n/N	Diş sayısı
CSE	47.08±3.12 ^a	0.94±0.06	0/50	10
XTR	45.38±6.54 ^a	1.00±0.03	0/50	10
CUB	28.87±14.72 ^b	0.95±0.05	10/50	10
CUB+CSEbond1	32.03±11.44 ^b	0.95±0.04	5/46	10
CUB+CSEbond2	30.56±13.02 ^b	0.96±0.04	7/47	10
SBU	30.81±13.18 ^b	0.95±0.04	7/47	10
SBU+CSEbond1	33.84±11.92 ^b	0.95±0.04	5/47	10
SBU+CSEbond2	32.00±12.46 ^b	0.95±0.03	6/47	10

CSE; Clearfil SE Bond, XTR; Optibond XTR, CUB; Clearfil Universal Bond, CUB+CSEbond1; Clearfil Universal Bond (ışık ile polimerizasyon var)+Clearfil SE Bond bond, CUB+CSEbond2; Clearfil Universal Bond (ışık ile polimerizasyon yok)+Clearfil SE Bond bond, SBU; Single Bond Universal, SBU+CSEbond1; Single Bond Universal (ışık ile polimerizasyon var)+Clearfil SE Bond bond, SBU+CSEbond2; Single Bond Universal (ışık ile polimerizasyon yok)+Clearfil SE Bond bond.

Ort= Ortalama, Ss= Standart sapma, N= Elde edilen toplam örnek sayısı, n= test öncesi başarısız olan örnek sayısı

Aynı harflerle gösterilen ortalama mikroyerilme bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır (p>0.05, ANOVA, Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma)



CSE; Clearfil SE Bond, XTR; Optibond XTR, CUB; Clearfil Universal Bond, CUB+CSEbond1; Clearfil Universal Bond (ışık ile polimerizasyon var)+Clearfil SE Bond bond, CUB+CSEbond2; Clearfil Universal Bond (ışık ile polimerizasyon yok)+Clearfil SE Bond bond, SBU; Single Bond Universal, SBU+CSEbond1; Single Bond Universal (ışık ile polimerizasyon var)+Clearfil SE Bond bond, SBU+CSEbond2; Single Bond Universal (ışık ile polimerizasyon yok)+Clearfil SE Bond bond.
MPa; mikroyerilme bağlanma dayanımı değeri

Şekil 1. Farklı test gruplarında elde edilen ortalama mikroyerilme bağlanma değeri

Universal adeziv uygulamasının ardından Clearfil SE Bond uygulanan gruplarda dentindeki mikroyerilme bağlanma dayanımı değeri arttığı gözlemlendi. Universal adeziv rezinin ışık ile polimerize edilmesinden sonra Clearfil SE Bond uygulanan gruplarda bağlanma dayanımı değeri Clearfil Universal Bond (Grup 4; CUB+CSEbond1) için 32.03 ± 11.44 MPa ve Single Bond Universal (Grup 7; SBU+CSEbond1) için 33.84 ± 11.92 MPa olarak saptandı. Bununla beraber elde edilen bu değerler ile ilave hidrofobik rezin tabakası uygulanmadan test edilen universal adezivlere ait değerler arasında istatistiksel olarak bir fark saptanmadı ($p > 0.05$, Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma). Ayrıca her iki universal adeziv arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0.05$, Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma) (Tablo 4, Şekil 1).

Universal adeziv rezin uygulandıktan sonra ışık ile polimerize edilmeden Clearfil SE Bond bond uygulanan gruplarda da dentindeki mikroyerleşme bağlanma dayanımı değerlerinin arttığı belirlendi (Grup 5; CUB+CSEbond2; 30.56 ± 13.02 MPa, Grup 8; SBU+CSEbond2; 32.00 ± 12.46 MPa, $p > 0.05$, Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma). Bununla beraber, elde edilen bu değerler ile universal adezivlere ait diğer uygulamalarda elde edilen değerler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0.05$, Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma)(Tablo 4, Şekil 1).

4.2. Başarısızlık Tipine Ait Işık Mikroskobu ile Elde Edilen Bulgular

Test edilen gruplarda elde edilen başarısızlık tiplerinin sayısal ve yüzdesel dağılımı Tablo 5'te sunulmuştur. Başarısızlık tiplerine ait sayısal dağılım grafiksel olarak Şekil 2'de gösterilmiştir.

Bütün test gruplarında en çok ortaya çıkan başarısızlık tipi adeziv tip başarısızlıktı. Tüm test gruplarında en az görülen başarısızlık tipi ise dentinde koheziv tip başarısızlık oldu.

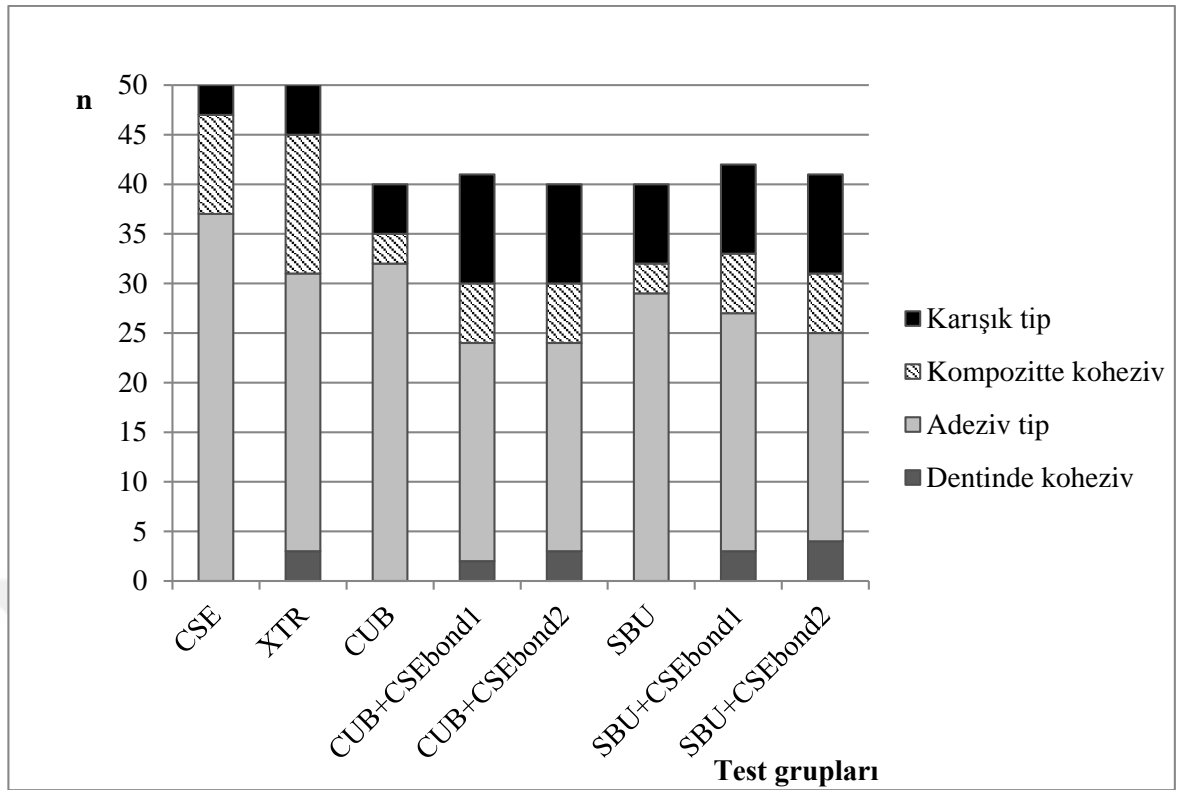
İki basamaklı sef-etch adezivlerin kullanıldığı gruplarda diğer gruplara göre kompozitte koheziv tip başarısızlık daha çok saptandı. Universal adezivlerin kullanıldığı gruplarda ise karışık tip başarısızlık diğer gruplara oranla daha çok görüldü. Universal adezivlere ilave hidrofobik rezin uygulamasının, adeziv tip başarısızlık sayısını azalttığı saptandı (Tablo 5, Şekil 2).

Tablo 5: Işık mikroskobu ile yapılan inceleme sonucu elde edilen başarısızlık tiplerinin sayısal ve yüzdesel dağılımı

Test grupları	Dentinde		Adeziv		Kompozitte		Karışık		N
	koheziv		tip		koheziv		tip		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
CSE	0	0	37	64	10	20	3	6	50
XTR	3	6	28	56	14	28	5	10	50
CUB	0	0	32	80	3	7.5	5	12.5	40
CUB+CSEbond1	2	4.9	22	53.7	6	14.6	11	26.8	41
CUB+CSEbond2	3	7.5	21	52.5	6	15	10	25	40
SBU	0	0	29	72.5	3	7.5	8	20	40
SBU+CSEbond1	3	7.1	24	57.1	6	14.3	9	21.4	42
SBU+CSEbond2	4	9.8	21	51.2	6	14.6	10	24.4	41

CSE; Clearfil SE Bond, XTR; Optibond XTR, CUB; Clearfil Universal Bond, CUB+CSEbond1; Clearfil Universal Bond (ışık ile polimerizasyon var)+Clearfil SE Bond bond, CUB+CSEbond2; Clearfil Universal Bond (ışık ile polimerizasyon yok)+Clearfil SE Bond bond, SBU; Single Bond Universal, SBU+CSEbond1; Single Bond Universal (ışık ile polimerizasyon var)+Clearfil SE Bond bond, SBU+CSEbond2; Single Bond Universal (ışık ile polimerizasyon yok)+Clearfil SE Bond bond.

N; Test edilen örnek sayısı

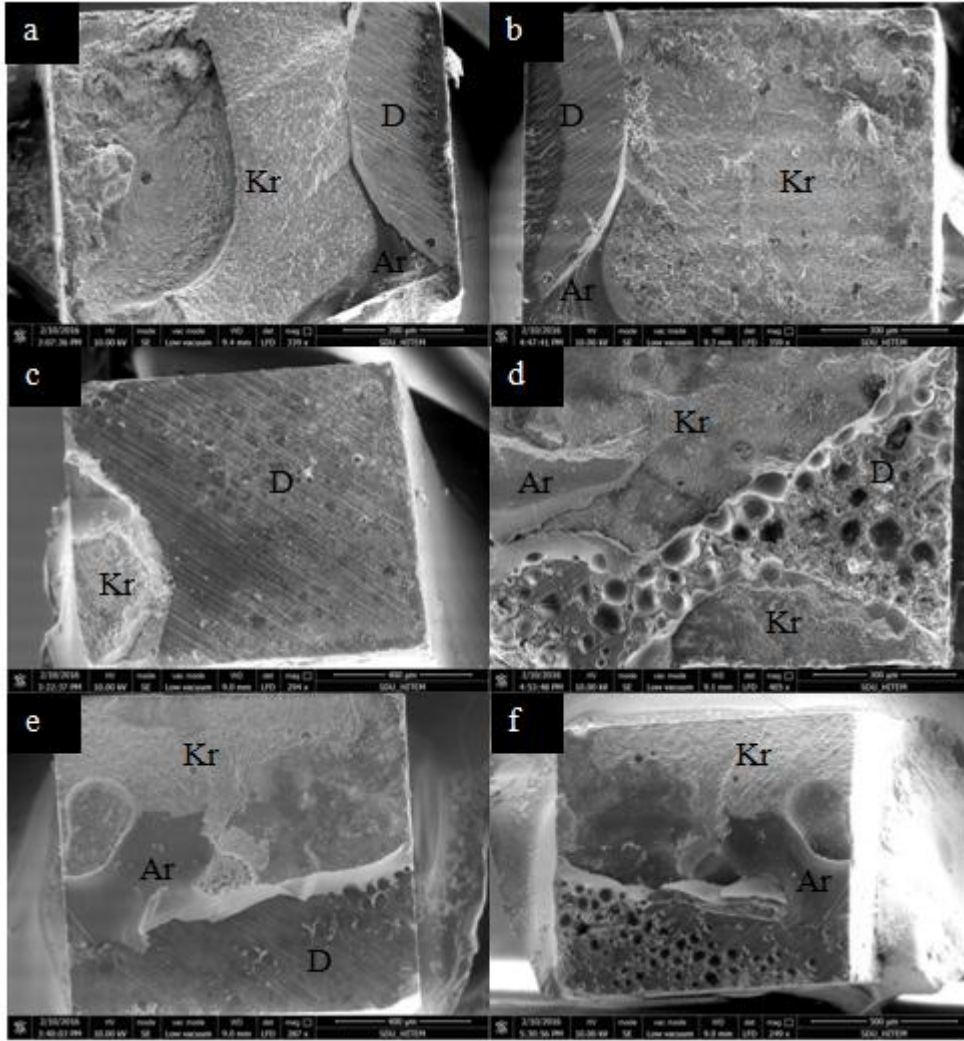


CSE; Clearfil SE Bond, XTR; Optibond XTR, CUB; Clearfil Universal Bond, CUB+CSEbond1; Clearfil Universal Bond (ışık ile polimerizasyon var)+Clearfil SE Bond bond, CUB+CSEbond2; Clearfil Universal Bond (ışık ile polimerizasyon yok)+Clearfil SE Bond bond, SBU; Single Bond Universal, SBU+CSEbond1; Single Bond Universal (ışık ile polimerizasyon var)+Clearfil SE Bond bond, SBU+CSEbond2; Single Bond Universal (ışık ile polimerizasyon yok)+Clearfil SE Bond bond.

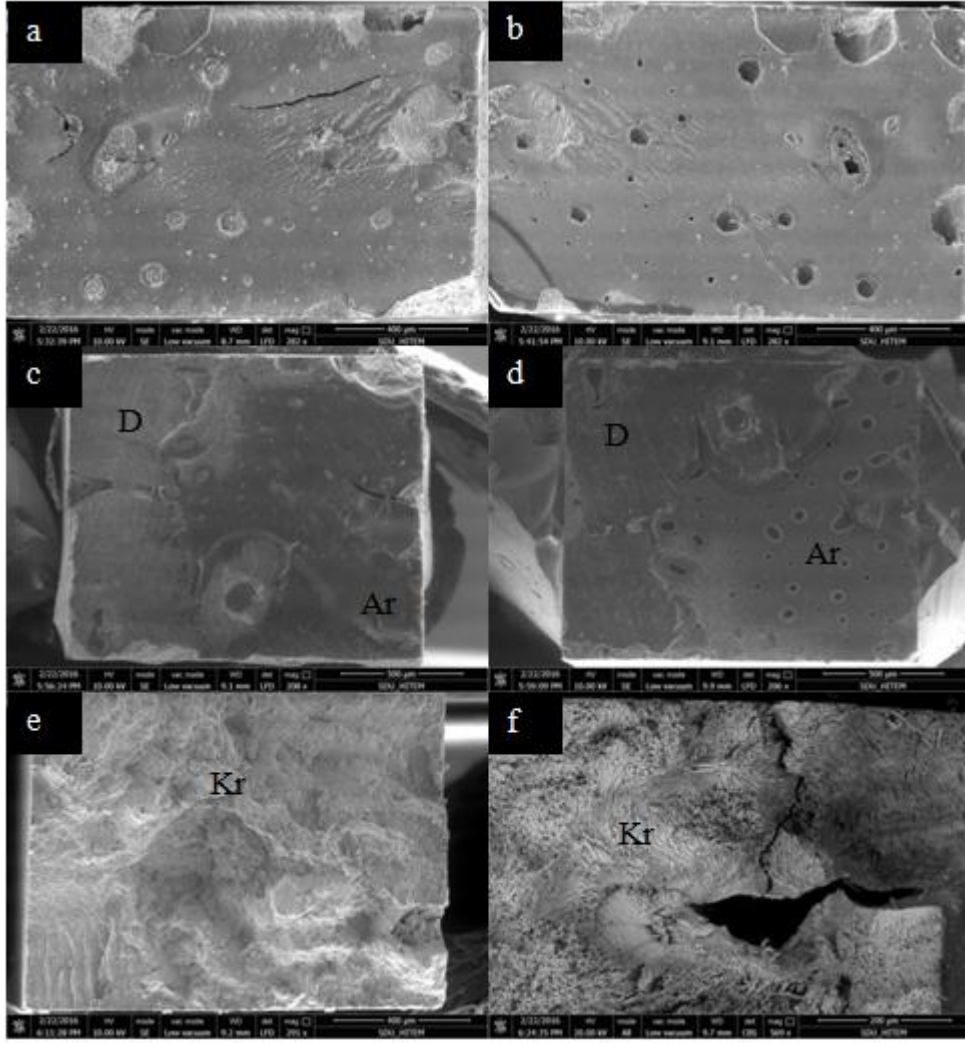
Şekil 2. Işık mikroskobu ile yapılan inceleme sonucu elde edilen başarısızlık tiplerinin sayısal dağılımı

4.3. Taramalı Elektron Mikroskobu ile Başarısızlık Tiplerinin Değerlendirilmesi

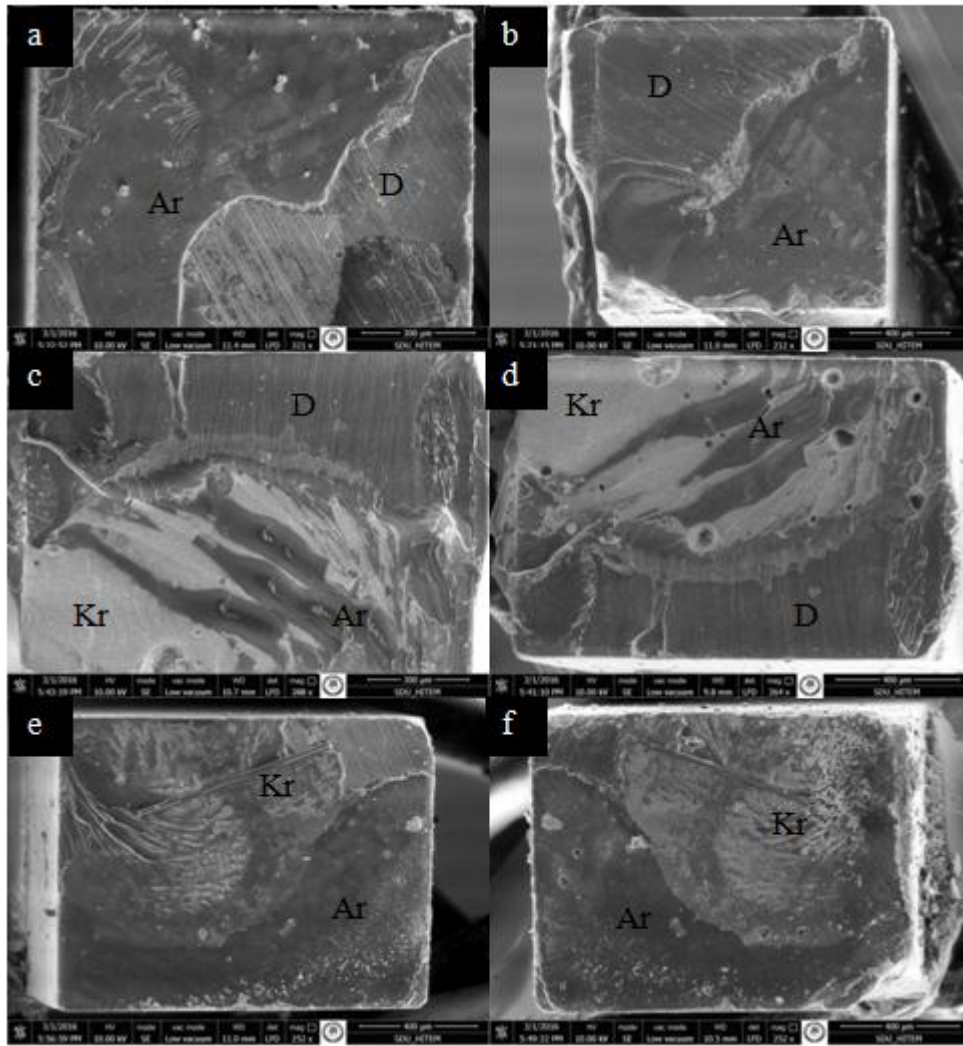
Test edilen gruplardaki başarısızlık tipleri ışık mikroskobu ile X80 büyütmede değerlendirildikten sonra her test grubundan her bir başarısızlık tipine ait birer örnek taramalı elektron mikroskobunda incelendi. Farklı başarısızlık tiplerinin belirlendiği taramalı elektron mikroskobu görüntüleri Resim 9-16'da gösterilmiştir.



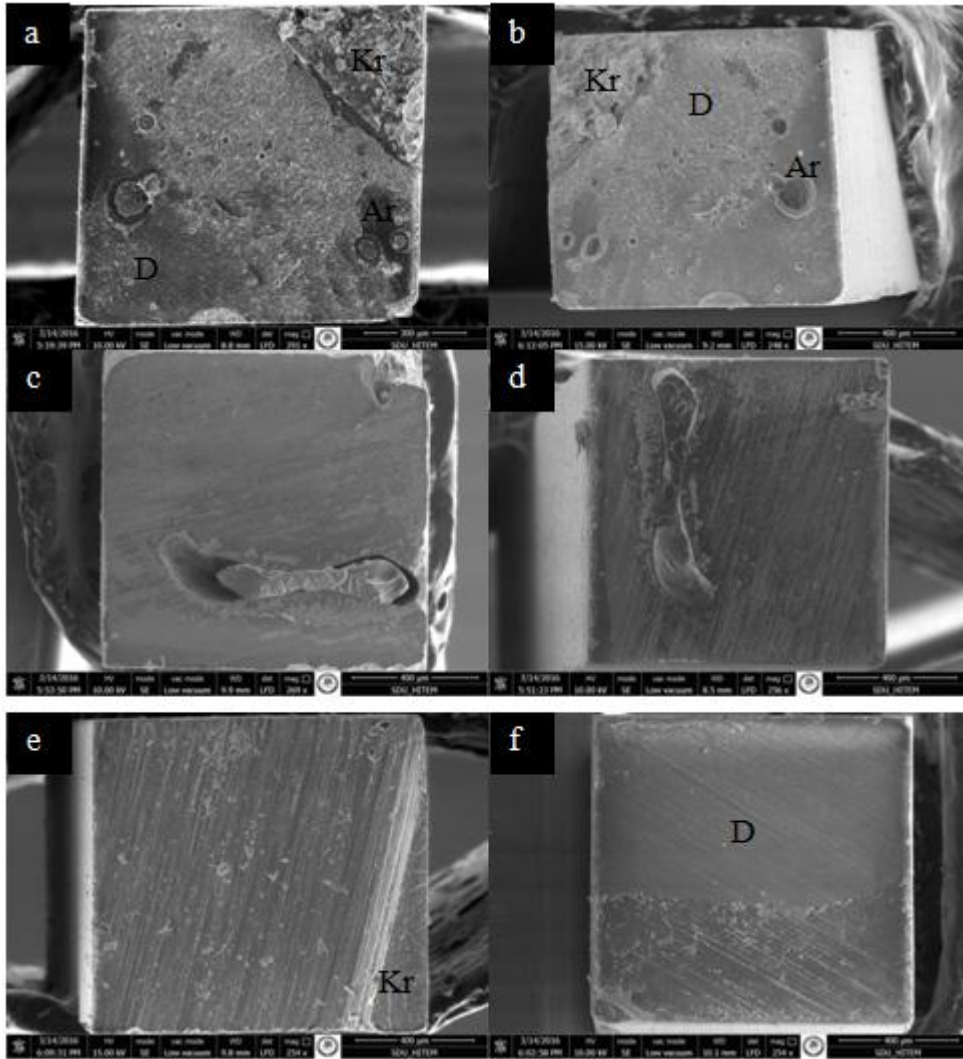
Resim 9. Clearfil SE Bond(CSE) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri. **a)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **b)** a'daki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin kompozitte koheziv başarısızlık olduğu saptandı. Dentin yüzeyinin %75'ten fazlasının kompozitle kaplı olduğu gözlemlendi. **c)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **d)** c'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin karışık tip olduğu saptandı. Ara yüzeyde bazı alanlarda adeziv tip başarısızlık, bazı alanlarda kompozit rezinde ve dentinde koheziv başarısızlık gözlemlendi. **e)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **f)** e'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin adeziv tip olduğu saptandı. Dentin tarafında %25'ten daha az adeziv rezin gözlemlendi. Ar=Adeziv rezin, Kr=Kompozit rezin D=Dentin.



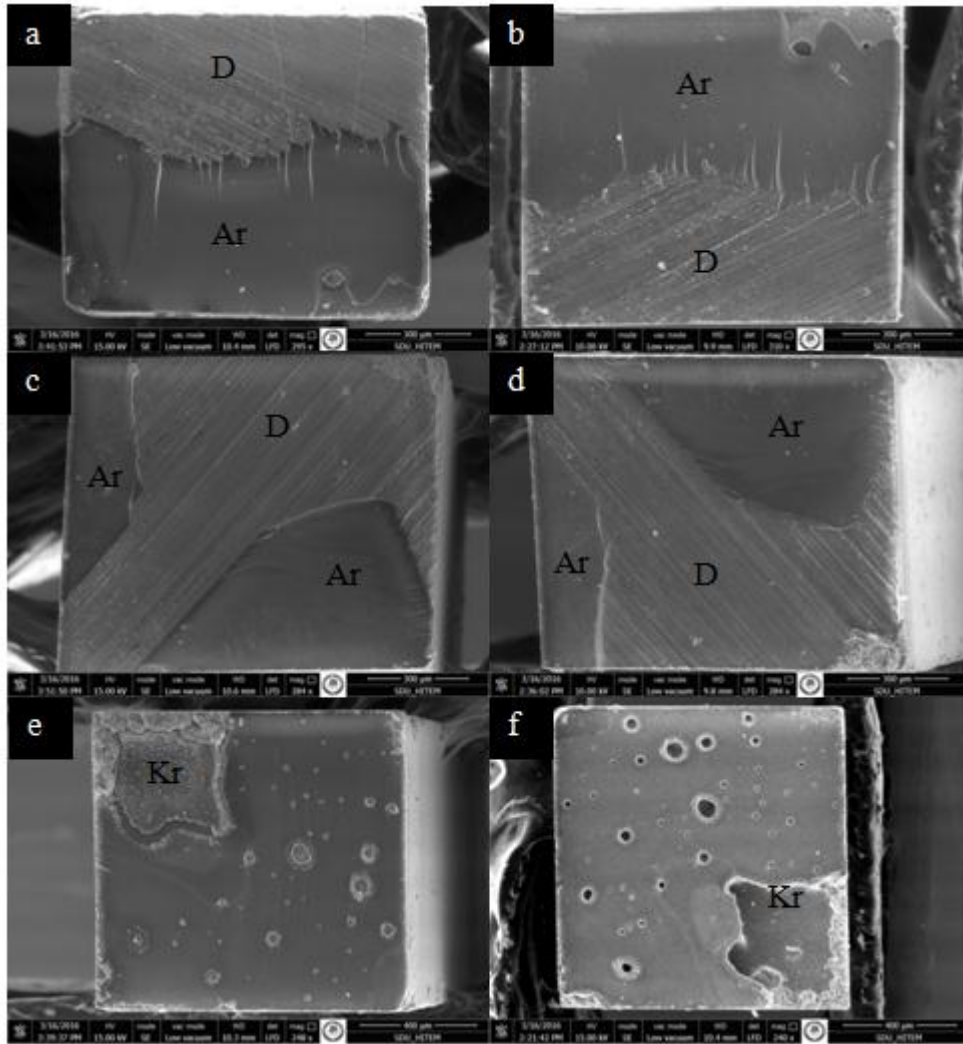
Resim 10. Optibond XTR (XTR) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri. **a)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **b)** a'daki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipi adeziv başarısızlık olarak belirlendi. **c)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **d)** c'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin karışık tip olduğu saptandı. Ara yüzeyde bazı alanlarda adeziv tip başarısızlık ve bazı dentinde koheziv başarısızlık gözlemlendi. **e)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **f)** e'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin dentinde koheziv başarısızlık olduğu saptandı. Ar=Adeziv rezin, Kr=Kompozit rezin D=Dentin.



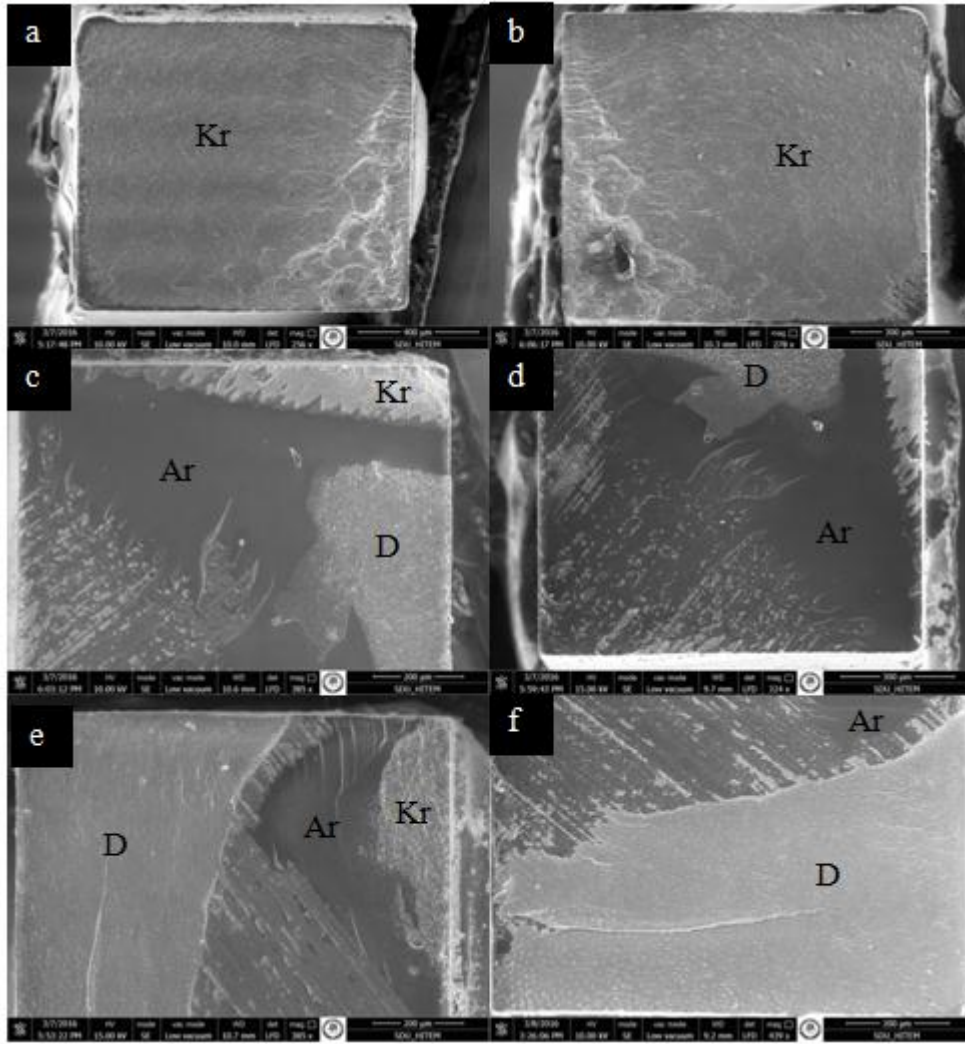
Resim 11. Clearfil Universal Bond (CUB) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri. **a)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **b)** a'daki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipi adeziv başarısızlık olarak belirlendi. **c)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **d)** c'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin karışık tip olduğu saptandı. Ara yüzeyde bazı alanlarda adeziv tip başarısızlık, bazı alanlarda kompozit rezinde ve dentinde koheziv başarısızlık gözlemlendi. **e)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **f)** e'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin kompozitte koheziv başarısızlık olduğu saptandı. Ar=Adeziv rezin, Kr=Kompozit rezin D=Dentin.



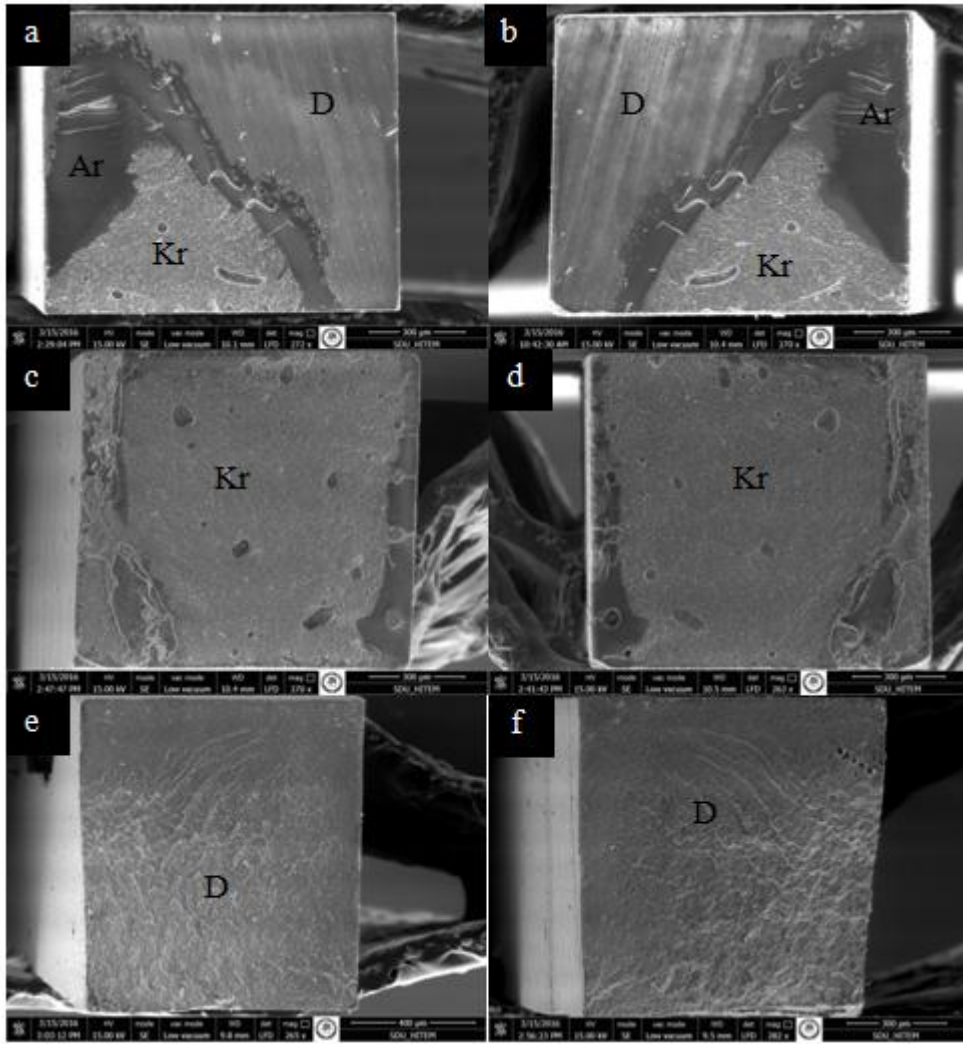
Resim 12. Clearfil Universal Bond+Clearfil SE Bond bond (CUB+CSEbond1) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri. **a)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **b)** a'daki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin karışık tip olduğu saptandı. Ara yüzeyde bazı alanlarda adeziv tip başarısızlık, bazı alanlarda kompozit rezinde ve dentinde koheziv başarısızlık gözlemlendi. **c)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **d)** c'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin kompozitte koheziv başarısızlık olduğu saptandı. **e)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **f)** e'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin kompozitte koheziv başarısızlık olduğu saptandı. Dentin tarafında kompozit gözlenmekte. Ar=Adeziv rezin, Kr=Kompozit rezin D=Dentin.



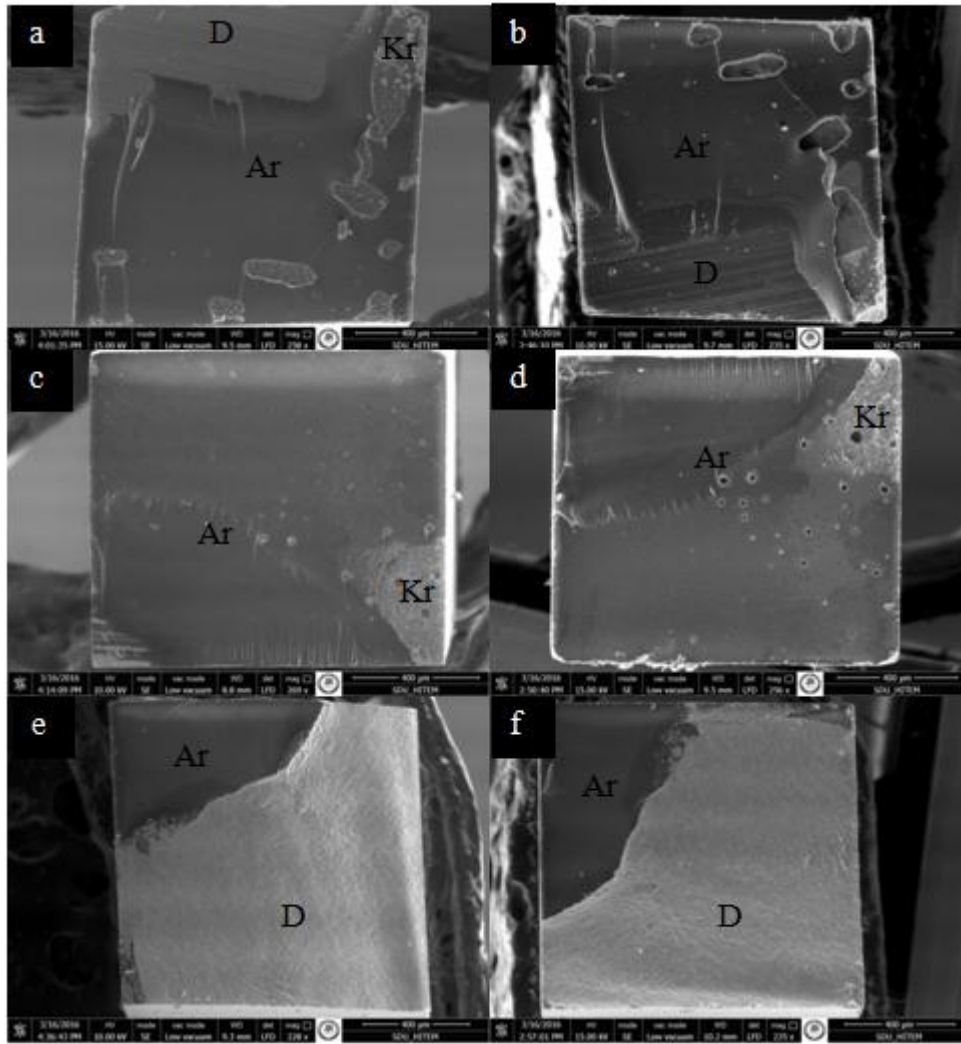
Resim 13. Clearfil Universal Bond+Clearfil SE Bond bond (CUB+CSEbond2) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri. **a)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **b)** a'daki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin karışık tip olduğu saptandı. Ara yüzeyde bazı alanlarda adeziv tip başarısızlık ve bazı alanlarda dentinde koheziv başarısızlık gözlemlendi. **c)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **d)** c'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin dentinde koheziv başarısızlık olduğu saptandı. Kompozit tarafında %75 dentin gözlenmekte. **e)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **f)** e'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin kompozitte koheziv başarısızlık olduğu saptandı. Dentin tarafında kompozit gözlenmekte. Ar=Adeziv rezin, Kr=Kompozit rezin D=Dentin.



Resim 14. Single Bond Universal (SBU) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri. **a)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **b)** a'daki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin kompozitte koheziv başarısızlık olduğu saptandı. Dentin tarafında %75'den fazla kompozit gözlenmekte. **c)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **d)** c'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin adeziv tip başarısızlık olduğu saptandı. **e)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **f)** e'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin karışık tip olduğu saptandı. Ara yüzeyde bazı alanlarda adeziv tip başarısızlık ve bazı alanlarda kompozit rezinde ve dentinde koheziv başarısızlık gözlemlendi. Ar=Adeziv rezin, Kr=Kompozit rezin D=Dentin.



Resim 15. Single Bond Universal+Clearfil SE Bond bond (SBU+CSEbond1) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri. **a)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **b)** a'daki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin karışık tip olduğu saptandı. Ara yüzeyde bazı alanlarda adeziv tip başarısızlık ve bazı alanlarda kompozit rezinde ve dentinde koheziv başarısızlık gözlemlendi. **c)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **d)** c'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin kompozitte koheziv başarısızlık olduğu saptandı. Dentin tarafında %75'den daha fazla kompozit gözlenmekte. **e)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **f)** c'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin dentinde koheziv başarısızlık olduğu saptandı. Ar=Adeziv rezin, Kr=Kompozit rezin D=Dentin.



Resim 16. Single Bond Universal+Clearfil SE Bond bond (SBU+CSEbond2) grubuna ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri. **a)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **b)** a'daki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin karışık tip olduğu saptandı. Ara yüzeyde bazı alanlarda adeziv tip başarısızlık ve bazı alanlarda kompozit rezinde ve dentinde koheziv başarısızlık gözlemlendi. **c)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **d)** c'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin adeziv tip başarısızlık olduğu saptandı. Dentin tarafında ve kompozit tarafında kompozit rezin gözlenmekte. **e)** Kırılma sonrası elde edilen örneğin dentin tarafı. **f)** e'deki örneğin kompozit tarafı. Başarısızlık tipinin dentinde koheziv başarısızlık olduğu saptandı. Dentin tarafında ve kompozit tarafında adeziv rezin gözlenmekte. Ar=Adeziv rezin, Kr=Kompozit rezin D=Dentin

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yeni geliştirilen adezivlerin, piyasaya sürülmeden önce, bağlanma performanslarının değerlendirilmesi önemlidir. Bu değerlendirme, laboratuvar ve klinik çalışmalar ile iki farklı şekilde yapılmaktadır. Uzun dönem klinik çalışmalar, adezivlerin başarısını değerlendirmede en iyi yöntem olarak kabul edilmesine rağmen, laboratuvar çalışmalarıyla karşılaştırıldığında, daha fazla zaman ve iş gücü gerektirmektedir. Laboratuvar çalışmaları ise, adeziv sistemlerin mine ve dentindeki bağlanma etkinlikleri hakkında kısa sürede sonuç veren ve klinik çalışmalara yol gösteren testlerden oluşmaktadır. Bu nedenle, laboratuvar testleri, adeziv sistemlerin performanslarını değerlendirmede oldukça önemlidir.

Bu laboratuvar çalışmasında, farklı teknikler ile ilave hidrofobik rezin uygulamasının adeziv diş hekimliğinde yeni olan universal adezivlerin dentine self-etch modunda uygulandığında mikrogerilme bağlanma dayanımına olan etkisi araştırıldı. İki basamaklı self-etch kontrol adezivler ile karşılaştırılmalı olarak incelenmesi yapıldı.

5.1. Test Metodolojisinin Değerlendirilmesi

Bir adeziv sistemin in vitro koşullardaki etkinliği ve dentindeki bağlanma dayanımı, genellikle gerilme testi ile ölçülerek değerlendirilmektedir. Diş hekimliği araştırmalarında yaygın olarak kullanılan gerilme bağlanma dayanımı testi, makrogerilme ve mikrogerilme bağlanma dayanımı testi olarak ikiye ayrılmaktadır. Makrogerilme bağlanma dayanımı testinde, büyük kütleler halindeki kompozit blokların dentine adezyonu test edilirken, mikrogerilme bağlanma dayanımı testinde, kompozit ile dentin arasındaki bağlanma yüzeyinin çok daha küçük olduğu örnekler test edilmektedir (5,89-91).

Mikrogerilme bağlanma testinin çok küçük örneklerin test edilmesi, ara yüz alanı yaklaşık olarak 1 mm^2 olduğundan başarısızlıkların taramalı elektron mikroskobu ile incelenmesinin mümkün olması gibi avantajları olmasına rağmen mikrogerilme bağlanma dayanımı testinin bazı dezavantajlarının olduğu da

bildirilmiştir (89,90). Bu test yöntemindeki örnek hazırlama tekniği, yoğun çalışma ve teknik donanım gerektirmesi nedeniyle hassas bir yöntemdir (5,18,28). Ayrıca örneklerin hazırlanması sırasında mikrokırıklar oluşabilmektedir. Bu mikrokırıkların adezyonu zayıflatarak gerçek bağlanma dayanımı değerlerinden daha düşük değerler elde edilebileceği ve test öncesi başarısızlıklara neden olabileceği ifade edilmiştir (89,90).

Universal adezivlerin bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışmalarda mikrogerilme bağlanma dayanımı testi uygulanmıştır (62,64,67,68,76,78,84,85). Bu çalışmada da adeziv sistemlerin dentine olan bağlanma dayanımlarını değerlendirmek üzere mikrogerilme bağlanma dayanımı testi tercih edilmiştir. Bir diştten elde edilen örnek sayısı 4-5'tir.

Çalışmamızda test öncesi başarısızlık, 8-9 mm uzunluğunda ve bağlanma alanı yaklaşık 1 mm² olan örnekler elde etmek üzere düşük hızda dönen elmas kesme diski ile yapılan preparasyon sırasında meydana geldi. Her adezive ait test öncesi başarısız olan örnek sayıları Tablo 3'te gösterilmektedir. Buna göre adeziv rezin olarak iki basamaklı self etch adeziv olan Clearfil SE Bond ve Optibond XTR kullanılan gruplar dışındaki tüm gruplarda test öncesi başarısız olan örnek bulunmaktadır. Çalışmamızda, bu tür örneklerle ait mikrogerilme bağlanma dayanımı değeri 0.00 MPa olarak alınarak değerlendirmeye dahil edildi.

5.2. Mikrogerilme Bağlanma Dayanımı Test Örneklerinin Değerlendirilmesi

Mine ve dentin yüzeyleri, kavite preparasyonu sırasında düşük ve yüksek hızda çalışan frezlerin kullanılmasıyla meydana gelen smear tabakası ile örtülüdür. Smear tabakası kan, tükürük, bakteriler gibi organik ve hidroksiapatit kristalleri gibi inorganik debristen meydana gelen amorf ve ince bir tabakadır. Klinik koşullarda oluşturulan smear tabakasının kalınlığı 2-5 µm arasında değişmektedir (8,9,22).

Smear tabakasının oluşturulma şeklinin, bu tabakanın kalınlığını ve niteliğini değiştirerek adezivlerin bağlanma dayanımı sonuçlarını etkilediği belirtilmiştir (11,22). Klinikte elmas ve tungsten karbid frezler ile preparasyon yapılmaktadır.

Self-etch adeziv sistemlerin dentindeki bağlanma dayanımının değerlendirildiği laboratuvar çalışmalarında, smear tabakasının 600 grenli silikon karbid zımpara ile oluşturulduğu tespit edilmiştir (11,42). Ayrıca klinik koşullarda oluşan smear tabakasının daha kalın olduğu ve 600 grenli silikon karbid zımparayla ise daha ince bir smear tabakası oluşturulduğu bildirilmiştir (11,22). Ancak 180 grenli bir silikon karbid zımpara kullanılarak, klinik koşullarda oluşturulan smear tabakasının kalınlığına yaklaşılabileceği belirtilmektedir (11,22,40,42,50).

Elmas ve tungsten karbid frezlerin ve silikon karbid zımparaların oluşturduğu smear tabakalarının, self-etch adezivlerin dentine bağlanmasına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, karbid frezlerin oluşturduğu smear tabakasının kalınlığının, 320-600 grenli silikon karbid zımparanın oluşturduğu smear tabakasının kalınlığı ile benzer olduğu belirtilmiştir (95). Ancak bu smear tabakasına bir self-etch adeziv uygulandığında, bağlanma dayanımı sonuçlarının, 240-320 grenli silikon karbid zımpara kullanılan grubun sonuçlarına yakın olduğu ifade edilmiştir (95). Bununla beraber, kalın grenli elmas frezlerin bu zımparalara ve karbid frezlere göre daha kalın bir smear tabakası oluşturduğu bildirilmiştir (95). Bizim çalışmamızda klinik koşullarda oluşturulan smear tabakasını taklit edebilmek için dentin yüzeyinde 320 grenli silikon karbid zımpara kullanılarak smear tabakası oluşturulmuştur.

Mikrogerilme bağlanma dayanımı yöntemi, 1994 yılında Sano ve ark. tarafından geliştirilmiş ve bağlanma yüzey alanı 1 mm² olan örneklerin kullanılması önerilmiştir (89-91). Araştırmacılar, örneklerin bağlanma alanının küçüldükçe bağlanma dayanımının arttığını bildirmişlerdir ve bunu materyal içindeki defektlerin dağılımına bağlamışlardır. Buna göre, bir materyale uygulanan gerilme kuvvetleri sırasında, küçük örneklerde oluşacak olan defektlerin büyük örneklere göre daha az olacağı ve bu durumun o materyalin gerilme dayanımını arttıracığı belirtilmiştir (89-91). Bu çalışmada da 8-9 mm uzunluğunda kare kesitli örneklerin bağlanma yüzey alanı, ortalama 1 mm² olarak hazırlanmıştır.

Kompozit ve dentinden oluşan çubuk şeklindeki örnekler, mikrogerilme bağlanma dayanımını test eden universal test cihazına paslanmaz çelikten yapılan bir test aracının üzerinde yerleştirilmektedir. Bu test araçlarında, örneğin yapıştirilacağı bölüm, kuvvetin uygulanacağı yöne paralel bir oluk içerecek şekilde çentikli veya düz bir alan şeklinde olabilmektedir (93). Çentikli test araçlarının orta bölümünde

bulunan oluklar vertikal olarak gerilme kuvvetinin uygulandığı yönde ve kare kesitli test çubuklarının geometrisine uygun olarak oluşturulmuştur. Bu nedenle düz test araçlarıyla karşılaştırıldığında çentikli bir test aracı ile test örneğinin kuvvetin geldiği yöne paralel olarak yerleştirilebilmesi çok daha kolaydır (96). Çalışmamızda kare kesitli örnekler, çentikli mikrogerilme test araçları ile birlikte kullanılmıştır.

5.3. Adezivlerin Dentindeki Bağlanma Etkinliğinin Değerlendirilmesi

5.3.1. İki Basamaklı Self-Etch Adezivler

İki basamaklı self-etch adezivler mikromekanik bağlanmanın yanında içerdikleri bazı fonksiyonel monomerler sayesinde kimyasal bağlanma da yapabilmektedir. Bu monomerlerden biri olan MDP (metakriloloksidesil dihidrojen fosfat) içeren self-etch adezivler ile dentinde yüksek bağlanma değerleri elde edilmektedir (5,9,18,19).

MDP, mine ve dentini asitleme yeteneği olan ve hidroksiapatitteki kalsiyum ile kimyasal olarak bağlanabilen bir monomerdur. MDP'nin hidroksiapatit ile yaptığı bu iyonik bağ hidrolitik degradasyona karşı oldukça dayanıklıdır. Bu nedenle MDP ile hidroksiapatit arasındaki kimyasal bağlanma adeziv tabakanın stabilitesinin devamlılığında önemli rol oynamaktadır (18-20). MDP dışındaki 4-MET ve Phenyl-P gibi monomerler de kimyasal bağlanma yapabilmektedir. Ancak hidroksiapatit ile kimyasal bağlanma yeteneği en iyi olan monomer MDP olduğu bildirilmektedir (5,70,71).

MDP etkili bir kimyasal bağlanmanın yanı sıra, hibrit tabakasının altında asit ataklarına karşı dirençli bir bölgenin oluşumuna neden olduğu belirtilmiştir (97). Hibrit tabakasının altında fonksiyonel monomer ile hidroksiapatit arasındaki kimyasal bağlanma sonucunda oluşan bu bölge, asit ve baza dirençli bölge olarak isimlendirilmektedir. Bununla birlikte, çürüğün önlenmesinde önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir (97).

İki basamaklı self-etch adeziv olan Clearfil SE Bond birçok çalışmada en iyi bağlanma dayanımı sonuçlarını veren bir self-etch adezividir (5,18-20,70,71,98,99).

Bu nedenle çalışmamızdaki kontrol gruplarından birisi Clearfil SE Bond olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda en yüksek bağlanma dayanımı değeri sonuçları da iki basamaklı self-etch adeziv olan Clearfil SE Bond'un kullanıldığı grupta elde edilmiştir (Grup 1: 47.03 ± 3.12 MPa).

Bu adezivin yüksek performans göstermesinin bir nedeni fonksiyonel monomer olarak kimyasal bağlanma yeteneği yüksek olan MDP içermesidir. Bir nedeni de; adezivin her iki komponentinin de (primer ve bonding ajan) fotoinsiyatör içermesine bağlanabilir. Bu durum monomerlerin polimerizasyon etkinliğinin artmasına ve solvent buharlaşmasının daha kolay gerçekleşmesine neden olmaktadır. Primeri hafif asidik adeziv kategorisinde ($\text{pH}=2.1$) olan bu adeziv, smear tabakasında azda olsa bir çözünmeye neden olarak monomer penetrasyonunu kolaylaştırıp iyi bir bağlanma için yeterli hibrit tabakası oluşumunu sağlamaktadır (100).

Self-etch adeziv sistemlerin mineyi ve dentini asitleme yeteneklerini içerdikleri asidik monomerlerin özellikleri belirlemektedir. Self-etch adeziv sistemlerin asitleme potansiyeli pH değerlerine bağlı olarak değişmektedir (41,42). Kuvvetli asidik self-etch adeziv sistemlerin pH'ı genellikle 1 veya 1'in altındadır (5,70,71). Kuvvetli asidik self-etch adeziv sistemler minede total-etch adeziv sistemlere benzer asitleme modeli ve kalın bir hibrit tabakası oluşturabilirler (41,42,46). Ayrıca uygulama şekli, vizkoziteleri, adezivlerin çözünebilirlikleri ve monomer difüzyon dinamiği hibrit tabakasının kalınlığını etkiler (5,18,23). Orta kuvvetli asidik self-etch adeziv sistemlerin özellikle minede oluşturduğu asitleme modeli fosforik asidin minedeki asitleme modeline göre daha az retantiftir (41,42,46).

Optibond XTR, primerinin asitleme kapasitesi artırılması amaçlanarak geliştirilmiş iki basamaklı bir self-etch adezivdir. Primeri çözücü olarak su, etanol ve aseton içermektedir. Primerin içerdiği monomer ise GPDM'dir (gliserol fosfat dimetakrilat). Adezivin primeri uygulandıktan kısa bir süre sonra aseton buharlaşmakta, ortamdaki su ve GPDM konsantrasyonu artmaktadır. GPDM ve su konsantrasyonunun artması nedeniyle başlangıçta primerin pH'sı 2.4 iken 1.6 olmaktadır (100,102). Primerin asiditesinin artması dentinde demineralizasyon derinliğini artırmaktadır. Dentinde demineralizasyon derinliğinin artmasının da daha iyi bir bağlanma sağlayacağı bildirilmektedir (101,103).

İki basamaklı self-etch adeziv olan Optibond XTR'nin içerdiği GPDM, fosfat monomeridir. Faz ayrılmasını azaltarak hidrofobik komponentlerin dentin içerisine penetrasyonunu kolaylaştırdığı belirtilmektedir (104). GPDM'in kimyasal bağlanma yaptığına dair kesin sonuçlar yoktur ancak bağlanma dayanımının iyi olmasının nedenlerinden birisinin de kimyasal bağlanma olduğu düşünülmektedir (102).

Minede Clearfil SE Bond ile Optibond XTR'nin bağlanma dayanımlarının karşılaştırıldığı çalışmalarda, Optibond XTR'nin daha iyi bir bağlanma dayanımı değeri gösterdiği bildirilmiştir (98,99,102). İki basamaklı self-etch adeziv olan Optibond XTR selektif asitlemeye gerek kalmadan total-etch adezivler gibi mineyi iyi bir bağlanma sağlayacak kadar demineralize edebildiği bildirilmektedir (98,99,101). Dentinde ise Optibond XTR'nin bağlanma dayanımı sonuçlarının Clearfil SE Bond'tan farklı olmadığı rapor edilmiştir (98,99,103). Çalışmamızda kontrol grubu olarak alınan iki basamaklı self-etch adeziv rezin Optibond XTR'nin kullanıldığı grupta yüksek bağlanma dayanımı değeri sonuçları elde edilmiştir (Grup 2, XTR: 45.38±6.54 MPa). Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, Clearfil SE Bond ve Optibond XTR'nin kullanıldığı kontrol grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$, Tukey HSD çoklu karşılaştırma).

5.3.2. Universal Adezivler

Günümüzde geleneksel adeziv sistemlerin dezavantajlarını ortadan kaldırmak ve klinikte kullanım kolaylığı sağlamak amacıyla hem total-etch hem self-etch modunda hem de selektif asitleme ile beraber uygulanabilecek, 'universal' ya da 'multi-mod' olarak adlandırılan yeni bir tek aşamalı kendinden asitli adeziv sistem grubu piyasaya sürülmüştür. Bu yeni adeziv sistem sayesinde hekim, tek bir adeziv ile, hazırladığı kaviteye ve uygulayacağı restorasyona en uygun olan adeziv uygulamasına karar verme şansına sahip olmaktadır (62-65).

Universal adezivler farklı modlarda uygulanabilmesine rağmen, mine ve dentinin yapısal farklılığından dolayı hangi dokuda hangi modda uygulandığında daha iyi bağlanma dayanımı gösterdiğine dair kesin sonuçlar yoktur. Universal

adezivlerin diş dokularına bağlanma dayanımını arttırmak için çalışmalar yapılmaktadır.

Universal adezivler çok zayıf asidik adeziv ($\text{pH}>2$) grubundadır. Bu nedenle universal adezivler self-etch modunda mineyi yeterince demineralize edememektedirler (63). Çalışmalarda universal adezivler minede fosforik asit ile asitleme işlemi ile birlikte uygulandığında, daha yüksek bağlanma dayanımı değeri sonuçları elde edilmiştir (63,65).

Universal adezivlerin dentine olan bağlanma dayanımının makaslama bağlanma dayanımı testi ile değerlendirildiği çalışmalarda universal adezivin total-etch modunda uygulanmasının dentine olan bağlanma dayanımını arttırdığı gösterilmiştir (105,106). Munoz ve arkadaşlarının universal adezivlerin dentine olan bağlanma dayanımını mikrogerilme bağlanma dayanımı testi ile araştırdığı bir çalışmada, universal adezivlerin total-etch modunda uygulanmasının dentine olan bağlanma dayanımını arttırabileceği ifade edilmiştir (62). Bununla beraber universal adezivlerin dentine bağlanma dayanımının araştırıldığı diğer çalışmalarda universal adezivin total-etch modunda uygulanması sırasında dentinde yapılan asitleme işleminin, adezivlerin dentine olan bağlanma dayanımını etkilemediği bildirilmiştir (64,67).

Universal adeziv dentinde total-etch modunda uygulanırken dentinde yapılan asitleme işlemi bölgedeki hidroksiapatiti uzaklaştırmaktadır. Ortamda kalan hidroksiapatit miktarı azaldığı için adezivin içerdiği monomer ile hidroksiapatitin yapacağı kimyasal bağlanma bu durumdan olumsuz etkilenmektedir (107). Bu nedenle universal adezivlerin dentine self-etch modunda uygulanması önerilmektedir (68,107). Çalışmamızda kullanılan universal adezivler Clearfil Universal Bond ve Single Bond Universal dentine self-etch modunda uygulanmıştır.

Bu çalışmada test edilen universal adezivler, kontrol grubu olarak kullanılan iki basamaklı self-etch adezivlerden daha düşük bağlanma dayanımı değeri sonuçları göstermiştir (Grup 3, CUB; 28.87 ± 14.72 MPa, Grup 6, SBU; 30.81 ± 13.18 MPa). İki basamaklı self-etch adezivler ile universal adezivlerin kullanıldığı gruplardan elde edilen bağlanma dayanımı değeri sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0.05$, Tukey HSD çoklu karşılaştırma).

Çalışmada test edilen her iki universal adeziv, kontrol grubu olarak alınan Clearfil SE Bond'da olduğu gibi, MDP monomeri içermesine rağmen bağlanma dayanımı değerleri Clearfil SE Bond'tan daha düşük bulunmuştur. Bu durum universal adezivlerde hidrofilik ve hidrofobik bütün adeziv içeriklerinin tek şişede kombine edilmesine bağlı olabilmektedir (63).

Perdigao ve arkadaşları universal adeziv olan Single Bond Universal'in dentin dokusuna, iki basamaklı self-etch adeziv olan Clearfil SE Bond'dan daha iyi bağlandığını bildirmiştir (108). Bu durumun Single Bond Universal'in MDP ile birlikte polialkenoik asit kopolimeri içermesinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir (108). Çalışmamızın bulguları, Perdigao ve arkadaşlarının bulguları ile uyumlu değildir. Ancak universal adezivlerin bağlanma dayanımının araştırıldığı, universal adeziv olarak Single Bond Universal, kontrol grubu olarak iki basamaklı self-etch adeziv olan Clearfil SE Bond'un kullanıldığı diğer çalışmalarda, çalışmamızın sonuçları ile benzer sonuçlar bulunmuştur. Bu çalışmalarda Clearfil SE Bond ile universal adezivlerden daha yüksek bağlanma dayanımı değeri sonuçları elde edilmiştir (62,63,67).

Universal adeziv olarak Single Bond Universal ve Clearfil Universal Bond'un bağlanma dayanımlarının değerlendirildiği çalışmalarda Single Bond Universal ile daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde edilmiştir (65,66). Single Bond Universal ve Clearfil Universal Bond'un her ikisi de fonksiyonel monomer olarak MDP içermektedir. Ayrıca Single Bond Universal polialkenoik asit kopolimeri olan Vitrebond (3M ESPE) da içerir (62-67). Bu adezivin daha yüksek bağlanma dayanımı göstermesinin içeriğinde polialkenoik asit kopolimeri bulunmasıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir (65,66).

Polialkenoik asit kopolimeri ilk kez bir cam iyonomer siman olan Vitrebond (3M ESPE) içerisinde kullanıldığından, Vitrebond kopolimeri olarak adlandırılmaktadır. Self-etch adezivlerin bağlanma mekanizmasında bu kopolimer ve hidroksiapatit arasında meydana gelen kimyasal bağlanma kritik bir rol oynamaktadır (20). Polialkenoik asit kopolimeri içindeki karboksil gruplarının %50'den fazlasının hidroksiapatit ile bağlanabildiği, fosfat iyonları ile yer değiştirerek kalsiyum ile iyonik bağlar kurabildiği bildirilmiştir (62,64-67,105,106). Bunun yanında, Vitrebond yüksek moleküler ağırlığından dolayı polimerizasyon sırasında monomer

yakınlaşmasını engellemekte ve konversiyon oranının daha düşük olmasına neden olmaktadır (62). Ancak çalışmamızda Single Bond Universal ile Clearfil Universal Bond'un bağlanma dayanımı değeri sonuçları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($p>0.05$, Tukey HSD çoklu karşılaştırma).

İlave Hidrofobik Rezin Uygulaması

Bir basamaklı self-etch adezivlerde, hidrofilik monomer, çözücü ve su miktarının artması çözücü buharlaştırıldıktan sonra da adeziv tabakada residual çözücü kalmasına neden olmaktadır. Residual çözücü, polimerizasyonun tam olarak gerçekleşmesini engelleyip konversiyon oranını azaltmakta, adeziv rezinin polimerizasyonundan sonra adeziv tabakanın geçirgenliğini arttırmakta, adezivin bağlanma performansını olumsuz etkilemekte ve degradasyona duyarlı bir adeziv tabaka meydana gelmesine neden olmaktadır (73,83,98,109-112). Ayrıca HEMA içeren bir basamaklı self-etch adezivlerde HEMA'nın hidrofilik özelliğinden dolayı zamanla meydana gelen su absorpsiyonunun ve HEMA içermeyen bir basamaklı self-etch adezivlerde gözlenen faz ayrılmasının bağlanma dayanımını olumsuz etkilediği bildirilmiştir (73,83,98). Adeziv rezin üzerine ilave hidrofobik rezin uygulamasının, bağlanma dayanımını olumsuz etkileyen bu faktörleri elimine etmede etkili bir yöntem olduğu düşünülmektedir (73,78,83-85).

İlave hidrofobik rezin uygulamasının universal adezivlerin dentine bağlanma dayanımına etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, self-etch modunda kullanılan universal adezivden sonra ilave hidrofobik rezin uygulamasının bağlanma dayanımı değerlerini arttırdığı belirtilmiştir (78,84,85). Bu çalışmalarda, universal adezivler dentine uygulanıp ışık ile polimerize edildikten sonra hidrofobik rezin olarak Heliobond (Ivoclar Vivadent) uygulanarak ışık ile polimerize edilmiştir. Heliobond, çözücü içermeyen ve içeriğinde BisGMA ve TEGDMA bulunan bir hidrofobik rezindir (84,85). İlave hidrofobik rezin uygulaması ile adeziv tabakaya hidrofobik monomer ilave edilmekte ve böylelikle adeziv tabakadaki hidrofobik monomer konsantrasyonu artmakta ve hidrofilik monomer ve çözücü konsantrasyonu azalmaktadır. İlave hidrofobik rezin uygulaması adeziv tabakanın kalınlığını

arttırarak daha homojen bir hale gelmesini sağlamaktadır (73,83). Daha kalın bir adeziv tabaka ile oksijen inhibisyon tabakasının olumsuz etkileri azaltılmaktadır. Adeziv tabakada sıvı hareketi ve sıvı geçişi engellenmektedir (83,98). Faz ayrılması sonucu oluşan su damlacıkları nedeni ile adeziv tabakada oluşabilecek defektler giderilmektedir. Bu olumlu etkiler sayesinde adeziv tabakanın mikrogerilme bağlanma dayanımı testi sırasındaki kuvvetlere karşı daha dirençli hale geldiği belirtilmektedir (73,83,98). Bu nedenle ilave hidrofobik rezin uygulamasının, adezivlerin mikrogerilme bağlanma dayanımı değerlerini arttırdığı idda edilmektedir (73,78,83-85,98).

Çalışmamızda, universal adezivler dentine self-etch modunda uygulanmıştır. Test gruplarında ilave hidrofobik rezin olarak, iki basamaklı self-etch adeziv olan Clearfil SE Bond'un ikinci basamağında uygulanan bonding ajan (Clearfil SE Bond bond) kullanılmıştır. Bu rezin MDP, dimetakrilat rezinler, HEMA, hidrofobik dimetakrilat ve su içermektedir. Ancak ilave hidrofobik rezin uygulanan grupların bağlanma dayanımı değerlerindeki artış istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$, Tukey HSD çoklu karşılaştırma). Heliobond kullanılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile Clearfil SE Bond bond'un kullanıldığı bu çalışmadan elde edilen sonuçlar arasındaki farkın, ilave hidrofobik rezin olarak kullanılan her iki ajanın içeriğinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Işık ile Polimerizasyon

Literatürde adeziv rezinin iki tabaka halinde uygulanmasının bir basamaklı self-etch adezivlerin dentindeki bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirildiği çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda, ilk uygulanan tabakada çözücü uzaklaştırılıp adeziv rezin ışık ile polimerize edildikten sonra, ikinci tabakanın uygulanmasının bağlanma dayanımı değerlerini arttırdığı bildirilmiştir (109-112).

Uygulanan her adeziv rezin tabakasında çözücü uzaklaştırılıp, her tabaka ayrı ayrı polimerize edildiğinde adeziv rezin tabakasının kalınlığının arttığı belirtilmiştir (73,109,110). Kalın bir adeziv rezin tabakasının daha az oksijen inhibisyon tabakasının oluşumuna neden olduğu ve mikrogerilme bağlanma dayanımı testi

sırasındaki kuvvetlere daha dirençli olup daha yüksek mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri elde edildiği rapor edilmiştir (73,109-112). Bununla beraber, adeziv rezini iki tabaka halinde uygularken ilk uygulanan tabaka ışık ile polimerize edilmeden ikinci tabakanın uygulanmasının, adeziv rezin tabakasının kalınlığını ve adezivin bağlanma dayanımı değerlerini arttırmadığı bildirilmiştir (109,110).

Uygulanan ilk tabaka dentini demineralize ederken bir taraftan da dentin tarafından adezivin asiditesi tamponlanmaktadır. İlave tabaka ile ortama monomer ilave edildiği için adezivin asitleme kapasitesinin arttırılabileceği düşünülmektedir (109). İlk tabaka polimerize edildikten sonra ilave tabaka uygulaması ile adezivin bağlanma performansının artmasının, kimyasal faktörlerden çok mekanik faktörlere bağlı olduğu belirtilmektedir. Çünkü ilk tabaka polimerize edildikten sonra, ikinci bir tabaka uygulaması ile dentine rezin infiltrasyonunun mümkün olmadığı bildirilmiştir (109).

Universal adeziv olan Single Bond Universal'in kullanıldığı adezivi iki tabaka halinde uygulamanın dentine bağlanma dayanımına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, ilk uygulanan adeziv tabakası ışık ile polimerize edilmeden ikinci tabaka uygulanmıştır (112). Ancak ilave tabaka uygulamasının Single Bond Universal'in bağlanma dayanımı değerlerini etkilemediği rapor edilmiştir. Bu sonucun adezivin doldurucu partikül içermesine bağlı olabileceği ifade edilmiştir (112). Adezivi iki tabaka halinde uygulamanın bağlanma dayanımına etkilerinin incelendiği çalışmalarda sonucu etkileyen esas faktörün, adezivin içeriği olduğu belirtilmiştir. Adezivin içerdiği doldurucu partikül, ilave tabaka uygulamasının bağlanma dayanımına olan etkisini değiştirebilmektedir (73,109-112). Doldurucu partikül içeren adezivler ile elde edilen adeziv tabakanın mekanik dayanımının daha iyi olduğu belirtilmiştir. Ayrıca doldurucu partikül içeren adezivlerde, ilave tabakaya gerek kalmadan tek tabaka uygulama ile oksijen inhibisyon tabakasının oluşmasını engelleyecek kalınlıkta adeziv tabakanın oluşabileceği belirtilmiştir (73,110,112).

Çalışmamızda universal adeziv rezin polimerize edildikten sonra ve polimerize edilmeden ilave hidrofobik rezin uygulanan gruplardan elde edilen mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p>0.05$ Tukey HSD çoklu karşılaştırma). Bu durum, çalışmamızda

kullanılan her iki universal adezivin ve ilave hidrofobik rezin olarak kullanılan bonding ajanın doldurucu içermesine bağlı olarak meydana gelmiş olabilir.



5.4. Sonuç

Bu çalışmadan çıkarılabilecek olan sonuçlar aşağıdaki gibidir:

İki basamaklı self-etch adeziv olan Clearfil SE Bond ve Optibond XTR'nin dentindeki mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri arasında fark yoktur.

Self-etch modunda kullanılan universal adezivlerin (Clearfil Universal Bond ve Single Bond Universal) dentindeki mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri iki basamaklı self-etch adezivlerden (Clearfil SE Bond ve Optibond XTR) daha düşüktür.

Self-etch modunda kullanılan universal adezivler Clearfil Universal Bond ve Single Bond Universal'in dentindeki mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri arasında fark yoktur.

Çözücü içermeyen bir bonding ajanın ayrı bir tabaka halinde uygulanması, dentinde self-etch modunda kullanılan universal adezivlerin (Clearfil Universal Bond ve Single Bond Universal) mikrogerilme bağlanma dayanımı değerlerini etkilememiştir.

Çözücü içermeyen bir bonding ajanın uygulanmasından önce dentinde self-etch modunda kullanılan universal adezivlerin (Clearfil Universal Bond ve Single Bond Universal) polimerize edilip edilmemesi dentindeki mikrogerilme bağlanma dayanımı değerlerini etkilememiştir.

Stereomikroskop ve taramalı elektron mikroskobu ile yapılan incelemeler sonucunda, bütün test gruplarında en fazla gözlenen başarısızlık tipinin adeziv tip başarısızlık olduğu saptanmıştır.

6. ÖZET

Farklı Uygulama Tekniklerinin Self-Etch Modunda Kullanılan Universal Adezivlerin Dentindeki Mikrogerilme Bağlanma Dayanımına Etkisinin Araştırılması

Bu in vitro çalışmanın amacı, farklı uygulama tekniklerinin self-etch modunda kullanılan universal adezivlerin dentindeki mikrogerilme bağlanma dayanımına etkisinin araştırılmasıdır.

Seksen adet çekilmiş diş randomize olarak gruplara ayrıldı (n=10): CSE; Clearfil SE Bond, XTR; Optibond XTR, CUB; Clearfil Universal Bond, CUB+CSEbond1; Clearfil Universal Bond (polimerizasyon var)+Clearfil SE Bond bond, CUB+CSEbond2; Clearfil Universal Bond (polimerizasyon yok)+Clearfil SE Bond bond, SBU; Single Bond Universal, SBU+CSEbond1; Single Bond Universal (polimerizasyon var)+Clearfil SE Bond bond, SBU+CSEbond2; Single Bond Universal (polimerizasyon yok)+Clearfil SE Bond bond.

Adeziv uygulamayı takiben dentin yüzeylerinde bir nanohibrit kompozit rezin (Filtek Ultimate) ile 5-6 mm yüksekliğinde üst yapılar hazırlandı. Preparasyonu yapılan 1.0x1.0 mm genişliğindeki ve 8-9 mm uzunluğundaki örnekler, 1 mm/dk'lık hızda 100 N'luk gerilme kuvveti uygulanarak test edildi. Başarısızlık tiplerinin analizi stereomikroskop ve taramalı elektron mikroskobu ile yapıldı. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak karşılaştırıldı (p=0.05).

Dentindeki mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri CSE; 47.08±3.12 MPa, XTR; 45.38±6.54 MPa, CUB; 28.87±14.72 MPa, CUB+CSEbond1; 32.03±11.44 MPa, CUB+CSEbond2; 30.56±13.02 MPa, SBU; 30.81±13.18 MPa, SBU+CSEbond1; 33.84±11.92 MPa ve SBU+CSEbond2; 32.00±12.46 MPa olarak saptandı. İki basamaklı self-etch adezivlerin mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri, universal adezivlerin mikrogerilme bağlanma dayanımı değerlerinden istatistiksel olarak daha yüksek bulundu (ANOVA, Tukey's HSD, p<0.05). Farklı uygulama teknikleri ile kullanılan universal adezivlerin mikrogerilme bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (ANOVA, Tukey's HSD, p>0.05).

Self-etch modunda kullanılan universal adezivler ile birlikte çözücü içermeyen hidrofobik bir bonding ajanın ayrı bir tabaka halinde uygulanmasının ve bonding ajan uygulanmasından önce adeziv resinin ışık ile polimerize edilip edilmemesinin, universal adezivlerin dentindeki mikrogerilme bağlanma dayanımını etkilemediği sonucuna varılabilir.

Anahtar Kelimeler: Universal adezivler, Dentin, Mikrogerilme bağlanma dayanımı, Hidrofobik rezin tabakası, Self-etch adeziv sistem



SUMMARY

Evaluation of the effects of different application techniques on the dentin microtensile bond strength of universal adhesives used in self etch mode.

The aim of this in vitro study was to investigate the effect of different application techniques/procedures on the microtensile bond strength of universal adhesives to dentin used in self etch mode.

Eighty extracted third molars were randomly divided into eight experimental groups. (n=10): CSE; Clearfil SE Bond, XTR; Optibond XTR, CUB; Clearfil Universal Bond, CUB+CSEbond1; Clearfil Universal Bond (with light curing)+Clearfil SE Bond bond, CUB+CSEbond2; Clearfil Universal Bond without light curing)+Clearfil SE Bond bond, SBU; Single Bond Universal, SBU+CSEbond1; Single Bond Universal (with light curing)+Clearfil SE Bond bond, SBU+CSEbond2; Single Bond Universal (without light curing)+Clearfil SE Bond bond.

Nanofilled composite resin (Filtek Ultimate) blocks in height of 5-6 mm were prepared on the dentine surfaces after the application of adhesive resins. The prepared samples, 1.0x1.0 in width and 8-9 mm in length, were tested by applying 100 N tensile forces at 1mm/min speed.

The resin dentin interfaces and the fracture modes were evaluated using a stereomicroscop and SEM. ANOVA and Tukey's HSD test were performed for the statistical analysis of the data (p=0.05)

The microtensile bond strength values were determined as CSE; 47.08±3.12 MPa, XTR; 45.38±6.54 MPa, CUB; 28.87±14.72 MPa, CUB+CSEbond1; 32.03±11.44 MPa, CUB+CSEbond2; 30.56±13.02 MPa, SBU; 30.81±13.18 MPa, SBU+CSEbond1; 33.84±11.92 MPa ve SBU+CSEbond2; 32.00±12.46 MPa. The microtensile bond strength values of the two step self-etch adhesives were significantly higher than the universal adhesives' values (ANOVA, Tukey's HSD, p<0.05). There were no significant differences between the microtensile bond strength values of the universal adhesives using with different application techniques (ANOVA, Tukey's HSD, p>0.05).

Within the limits of this study; it might be concluded that the application of hydrophobic resin as a separate layer with universal adhesive resins used in self etch mode and whether the adhesive resin polymerize prior to application of the bonding agent do not effect the microtensile bond strength of the universal adhesives to dentine used in self etch mode.

Key words: Universal adhesives, Dentin, Microtensile bond strength, Hydrophobic resin coat, Self-etch adhesives



7. KAYNAKÇA

1. Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ. Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry. Fourth Edition Missouri: Mosby, Inc 2002;235-61.
2. Summitt JB, Robins JW, Hilton TJ, Schwartz RS. Fundamentals of Operative Dentistry. Third Edition Inc 2006;183-248.
3. Duncan LL. Philips Science of Dental Materials. Twelfth Edition Inc 2003;381-98.
4. Hobson RS, McCabe JF. Relationship between enamel etch characteristics and resin-enamel bond strength. Br Dent J 2002;192:463-8.
5. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P et al. Bounocure memorial lecture adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. Oper Dent 2003;28:215-35.
6. Gökalp S, Kiremitçi A. Dentin adezivler 2000. Hacettepe Dişhek Fak Derg 2001;25:44-51.
7. Montes MAJR, De Goes MF, Sinhoretti MAC. The in vitro morphological effects of some current pre-treatments on dentin surface: A SEM evaluation. Oper Dent 2005;30:201-12.
8. Cardoso PC, Loguercio AD, Vieira LC, Baratieri LN, Reis A. Effect of prolonged application times on resin-dentin bond strengths. J Adhes Dent 2005;7:143-9.
9. Pangsrisonboon B, Harnirattisai C, Nilsri K, Borrow MF. Microtensile bond strength of self-etching systems to differently prepared dentin. Am J Dent 2007;20:259-305.
10. Breschi L, Perdigao J, Lopes MM, Gobbi P, Mazzotti G. Morphological study of resin-dentin bonding with TEM and in-lens FESEM. Am J Dent 2003;16:267-74.
11. Tay FR, Pashley DH. Bonding to Cut Enamel, Eliades G, Watts DC, Eliades T. Dental Hard Tissues and Bonding, Western Europe: Springer Verlag 2005;16-21.

12. Macari S, Gonçalves M, Nonaka T, DosSantos JM. Scanning electron microscopy evaluation of the interface of three adhesive systems. *Braz Dent J* 2002;13:33-8.
13. Moll K, Park HJ, Haller B. Bond strength of adhesive/composite combinations to dentin involving total and self-etch adhesives. *J Adhes Dent* 2002;4:171-80.
14. Reis A, Pellizaro A, Dal-Bianco K, Gomes OM, Patzlaff R, Loguercio AD. Impact of adhesive application to wet and dry dentin on long-term resin-dentin bond strengths. *Oper Dent* 2007;32:380-7.
15. Andia-Merlin RY, Garone-Netto N, Arana-Chavez VE. SEM evaluation of the interaction between a three-step adhesive and dentin. *Oper Dent* 2001;26:440-4.
16. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Three-year clinical effectiveness of a two-step adhesive in cervical lesions. *Eur J Oral Sci* 2005;113:512-8.
17. Perdigao J, Gomes G, Gondo R, Fundingsland JW. In vitro bonding performance of all-in-one adhesives. Part 1- Microtensile bond strengths. *J Adhes Dent* 2006;8:367-73.
18. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater* 2005;24:1-13.
19. Giannini M, Makishi P, Ayres AP, Vermelho PM, Fronza BM, Nikaido T, Tagami J. Self-etch adhesive systems: a literature review. *Braz Dent J* 2015;26(1):3-10.
20. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Van Meerbeek B. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res* 2004;83:454-458.
21. Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent* 1998;26:1-20.

22. Ermis RB, De Munck J, Cardoso MV, Coutinho E, Van Landuyt KL, Poitevin A et al. Bond strength of self-etch adhesives to dentin prepared with three different diamond burs. *Dent Mater* 2008;24:978-85.
23. Ermiş RB. Günümüzdeki Adezivlerde Teknik Hassasiyet: II. Kendinden Asitli Adezivler. *Dişhekimi Bilimsel* 2008;29:12-16.
24. Van Meerbeek B, Kanumilli PV, De Munck J, VanLanduyt K, Lambrechts P, Peumans M. A randomized, controlled trial evaluating the three-year clinical effectiveness of two etch & rinse adhesives in cervical lesions. *Oper Dent* 2004;29: 376-385.
25. Tay FR, Pashley DH. Water treeing-a potential mechanism for degradation of dentin adhesives. *Am J Dent* 2003;16:6-12.
26. Moll K, Park HJ, Haller B. Bond strength of adhesive/composite combinations to dentin involving total and self-etch adhesives. *J Adhes Dent* 2002;4:171-80.
27. Alex G. Is total-etch dead? Evidence suggests otherwise. *Compend Contin Educ Dent* 2012;33(1):12-4.
28. Inoue S, V'argas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Sano H, Van MeerbeekB. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to dentin. *J Adhes Dent* 2001;3: 237-45.
29. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Three-year clinical effectiveness of a two-step adhesive in cervical lesions. *Eur J Oral Sci* 2005;113:512-8.
30. Milia E, Santini A. Ultrastructural transmission electronmicroscopy (tem) study of hybrid layers formed beneath a one-bottle adhesive system using the total-etch technique and a self-etching system. *Quintessence Int* 2003;34:447-52.
31. Van MeerbeekB, Inokoshi S, Braem M,Lambrechts P,Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res* 1992;71:1530-40.
32. Amaral RC, Stanislawczuk R, Zander-Grande C, Michel MD, Reis A,Loguercio AD. Active application improves the bonding performance of self-etch adhesives to dentin. *J Dent* 2009;37:82-90.

33. Jacobsen T, Söderholm KJ, Garcea I, Mondragon E. Calcium leaching from dentin and shear bond strength after etching with phosphoric acid of different concentrations. *Eur J Oral Sci* 2000;108(3):247-54.
34. Carvalho RM, Mendonça JS, Santiago SL, Silveira RR, Garcia FC, Tay FR, Pashley DH. Effects of HEMA/solvent combinations on bond strength to dentin. *J Dent Res* 2003;82(8):597-601.
35. Finger WJ, Balkenhol M. Rewetting strategies for bonding to dry dentin with an acetone-based adhesive. *J AdhesDent*. 2000;2(1):51-6.
36. Frankenberger R, Krämer N, Petschelt A. Technique sensitivity of dentin bonding: effect of application mistakes on bond strength and marginal adaptation. *Oper Dent* 2000;25(4):324-30.
37. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Three-year clinical effectiveness of a two-step adhesive in cervical lesions. *Eur J Oral Sci* 2005;113:512-8.
38. Pivetta MR, Moura SK, Barroso LP, Lascala AC, Reis A, Loguercio AD et al. Bond strength and etching pattern of adhesive systems to enamel: Effects of conditioning time and enamel preparation. *J Esthet Restor Dent* 2008;20:322-36.
39. Tay FR, Pashley DH. Have dentin adhesives become to hydrophilic? *J Can Dent Assoc* 2003;69:726-31.
40. Tay FR, Carvalho R, Sano H, Pashley DH. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. *J Adhes Dent* 2000;2(2):99-116.
41. Tay FR, Sano H, Carvalho R, Pashley EL, Pashley DH. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. *J Adhes Dent* 2000;2(2):83-98.
42. Chan KM, Tay FR, King NM, Imazato S, Pashley DH. Bonding of mild self-etching primers/adhesives to dentin with thick smear layers. *Am J Dent* 2003;16(5):340-6.
43. Do Amaral RC, Stanislawczuk R, Zander-Grande C, Michel MD, Reis A, Loguercio AD. Active application improves the bonding performance of self-etch adhesives to dentin. *J Dent* 2009;37:82-90.

44. De Munck J, Vargas M, Iracki J, Van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P, et al. One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Oper Dent* 2005;30:39-49.
45. Hashimoto M, Fujita S, Kaga M, Yawaka Y. Effect of water on bonding of one bottle self-etching adhesives. *Dent Mater* 2008;27:172-8.
46. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater* 2001;17(4):296-308.
47. Ermiş RB. Günümüzdeki Adezivlerde Teknik Hassasiyet: I. Asitlenen ve Yıkanan Adezivler. *Dişhekimliğinde Klinik* 2008;23(2):48-53.
48. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, Vanherle G, Wakasa K. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *J Dent Res* 2000;79(2):709-14.
49. Kerby RE, Knobloch LA, Clelland N, Lilley H, Seghi R. Microtensile bond strengths of one-step and self-etching adhesive systems. *Oper Dent* 2005;30:195-200.
50. Pangrisomboon B, Harnirattisai C, Nilsri K, Borrow MF. Microtensile bond strength of self-etching systems to differently prepared dentin. *Am J Dent* 2007;20:259-305.
51. Furukawa M, Shigetani Y, Finger WJ, Hoffman M, Kanehira M, Endo T et al. All-in-one self-etch model adhesives: Hema-free and without phase separation. *J Dent* 2008;36:402-8.
52. Hashimoto M, Fujita S, Kaga M, Yawaka Y. Effect of water on bonding of one bottle self-etching adhesives. *Dent Mater* 2008;27:172-8.
53. Knobloch LA, Gailey D, Azer S, Johnston WM, Clelland N, Kerby RE. Bond strength of one- and two-step self-etch adhesive systems. *J Prosthet Dent* 2007;97:216-22.
54. Van Landuyt KL, De Munck J, Snauwaert J, Coutinho E, Poitevin A, Yoshida Y, Inoue S, Peumans M, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Monomer-solvent phase separation in one-step self-etch adhesives. *J Dent Res* 2005 Feb;84(2):183-8.

55. Van Landuyt KL, Snauwaert J, Peumans M, De Munck J, Lambrechts P, VanMeerbeek B. The role of HEMA in one-step self-etch adhesives. *Dent Mater* 2008;24:1412-9.
56. Carvalho RM, Chersoni S, Frankenberger R, Pashley DH, Prati C, Tay FR. A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives. *Biomaterials* 2005;26(9):1035-42.
57. Tay FR, King NM, Chan KM, Pashley DH. How can nanoleakage occur in self-etching adhesive systems that demineralize and infiltrate simultaneously? *J Adhes Dent* 2002;4(4):255-69.
58. Peumans M, Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Three-year clinical effectiveness of a two-step self-etch adhesive in cervical lesions. *Eur J Oral Sci* 2005;113(6):512-8.
59. Perdigão J, Geraldeli S, Hodges JS. Total-etch versus self-etch adhesive: effect on postoperative sensitivity. *J Am Dent Assoc* 2003;134(12):1621-9.
60. Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, Poitevin A, Yoshida Y, Inoue S, Peumans M, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Development of a self-etch adhesive for resin-modified glass ionomers. *J Dent Res* 2006;85(4):349-53.
61. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Yoshioka M, Snauwaert J, Abe Y, Lambrechts P, Vanherle G, Okazaki M. Adhesion to and decalcification of hydroxyapatite by carboxylic acids. *J Dent Res* 2001;80(6):1565-9.
62. Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NH. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent* 2013;41:404-11.
63. McLean DE, Meyers EJ, Guillory VL, Vandewalle KS. Enamel Bond Strength of New Universal Adhesive Bonding Agents. *Oper Dent* 2015;40:410-7.
64. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent* 2014;42:800-7.

65. Loguercio AD, Muñoz MA, Luque-Martinez I, Hass V, Reis A, Perdigão J. Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance? *J Dent* 2015;43:1060-70.
66. Chen C, Niu LN, Xie H, Zhang ZY, Zhou LQ, Jiao K, Chen JH, Pashley DH, Tay FR. Bonding of universal adhesives to dentine – Old wine in new bottles? *J Dent* 2015;43:525-36.
67. Muñoz MA, Luque-Martinez I, Malaquias P, Hass V, Reis A, Campanha NH, Loguercio AD. In Vitro Longevity of Bonding Properties of Universal Adhesives to Dentin. *Oper Dent* 2015;40:282-92.
68. Marchesi G, Frassetto A, Mazzoni A, Apolonio F, Diolosà M, Cadenaro M, Di Lenarda R, Pashley DH, Tay F, Breschi L. Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-Year in vitro study. *J Dent* 2014;42:603-12.
69. Lawson NC, Robles A, Fu CC, Lin CP, Sawlani K, Burgess JO. Two-year clinical trial of a universal adhesive in total-etch and self-etch mode in non-carious cervical lesions. *J Dent* 2015;43:1229-34.
70. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials* 2007;28:3757-85.
71. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater* 2011;27(1):17-28.
72. Taschner M, Kümmerling M, Lohbauer U, Breschi L, Petschelt A, Frankenberger R. Effect of double-layer application on dentin bond durability of one-step self-etch adhesives. *Oper Dent* 2014;39(4):416-26.
73. Albuquerque M, Pegoraro M, Mattei G, Reis A, Loguercio AD. Effect of double-application or the application of a hydrophobic layer for improved efficacy of one-step self-etch systems in enamel and dentin. *Oper Dent* 2008;33(5):564-70.
74. Reis AF, Oliveira MT, Giannini M, De Goes MF, Rueggeberg FA. The effect of organic solvents on one-bottle adhesives' bondstrength to enamel and dentin. *Oper Dent* 2003;28:700–6.

75. Klein-Junior CA, Zander-Grande C, Amaral R, Stanislawczuk R, Garcia EJ, Baumhardt-Neto R, et al. Evaporating solvents with a warm air-stream: effects on adhesive layer properties and resin-dentin bond strengths. *J Dent* 2008;36:618–25.
76. Luque-Martinez IV, Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, Reis A, Loguercio AD. Effects of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal adhesives to dentin. *Dent Mater* 2014;30:1126-35.
77. Pongprueksa P, Miletic V, De Munck J, Brooks NR, Meersman F, Nies E, Van Meerbeek B, Van Landuyt KL. Effect of Evaporation on the Shelf Life of a Universal Adhesive. *Oper Dent* 2014;39:500-7.
78. Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez IV, Staichak R, Reis A, Loguercio AD. Immediate Adhesive Properties to Dentin and Enamel of a Universal Adhesive Associated With a Hydrophobic Resin Coat. *Oper Dent* 2014;39:489-99.
79. Zheng L, Pereira PN, Nakajima M, Sano H, Tagami J. Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. *Oper Dent* 2001;26(1):97-104.
80. Yiu CK, Pashley EL, Hiraishi N, King NM, Goracci C, Ferrari M, et al. Solvent and water retention in dental adhesive blends after evaporation. *Biomaterials* 2005;26:6863–72.
81. Loguercio AD, Loeblein F, Cherobin T, Ogliari F, Piva E, Reis A. Effect of solvent removal on adhesive properties of simplified etch-and-rinse systems and on bond strengths to dry and wet dentin. *J Adhes Dent* 2009;11:213–9.
82. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dental Materials* 2008;24:90– 101.
83. Reis A, Albuquerque M, Pegoraro M, Mattei G, Bauer JR, Grande RH, Klein-Junior CA, Baumhardt-Neto R, Loguercio AD. Can the durability of one-step self-etch adhesives be improved by double application or by an extra layer of hydrophobic resin? *J Dent* 2008;36(5):309-15.

84. Muñoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez I, Szesz AL, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NH, Perdigão J. Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives. *J Dent* 2014;42:595-602.
85. Sezinando A, Luque-Martinez I, Muñoz MA, Reis A, Loguercio AD, Perdigão J. Influence of a hydrophobic resin coating on the immediate and 6-month dentin bonding of three universal adhesives. *Dent Mater* 2015;31:236-46.
86. Rosa WL, Piva E, Silva AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2015;43:765-76.
87. Lawson NC, Robles A, Fu CC, Lin CP, Sawlani K, Burgess JO. Two-year clinical trial of a universal adhesive in total-etch and self-etch mode in non-carious cervical lesions. *J Dent* 2015;43:1229-34.
88. Loguercio AD, de Paula EA, Hass V, Luque-Martinez I, Reis A, Perdigão J. A new universal simplified adhesive: 36-Month randomized double-blind clinical trial. *J Dent* 2015;43:1083-92.
89. Erickson RL, De Gee AJ, Feilzer AJ. Fatigue testing of enamel bonds with self-etch and total-etch adhesive systems. *Dent Mater* 2006;22:981-7.
90. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. *Dent Mater* 1995;11:117-25.
91. Sadek FT, Goracci C, Cardoso PEC, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength of current dentin adhesives measured immediately and 24 hours after application. *J Adhes Dent* 2005;7:297-302.
92. Loguercio AD, Barroso LP, Grande RHM, Reis A. Comparison of intra- and inter tooth resin-dentin bond strength variability. *J Adhes Dent* 2005;7:151-8.
93. Poitevin A, De Munck J, Van Landuyt K, Coutinho E, Peumans M, Lambrechts P et al. Critical analysis of the influence of different parameters on the microtensile bond strength of adhesives to dentin. *J Adhes Dent* 2008;10:7-16.
94. Knobloch LA, Gailey D, Azer S, Johnston WM, Clelland N, Kerby RE. Bond strengths of one- and two-step self-etch adhesive systems. *J Prosthet Dent* 2007;97:216-22.

95. Oliveira SSA, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall Jr GW. The influence of dentin smear layer on adhesion: A self-etching primer vs. a total-etch system. *Dent Mater* 2003;19:758-67.
96. Ermiş RB. Kullanılan test araçlarının mikrogerilme bağlanma dayanımı ölçümlerindeki etkisinin değerlendirilmesi. *Hacettepe Dişhek Fak Derg.* 2008;32: 29-37.
97. Matsui N, Takagaki T, Sadr A, Ikeda M, Ichinose S, Nikaido T, Tagami J. The role of MDP in a bonding resin of a two-step self-etching adhesive system. *Dent Mater* 2015;34(2):227-33.
98. Walter R, Swift EJ Jr, Boushell LW, Braswell K. Enamel and dentin bond strengths of a new self-etch adhesive system. *J Esthet Restor Dent* 2011;23(6):390-6.
99. Marchesi G, Frassetto A, Visintini E, Diolosà M, Turco G, Salgarello S, Di Lenarda R, Cadenaro M, Breschi L. Influence of ageing on self-etch adhesives: one-step vs. two-step systems. *Eur J Oral Sci* 2013;121(1):43-9.
100. Taschner M, Kümmerling M, Lohbauer U, Breschi L, Petschelt A, Frankenberger R. Effect of double-layer application on dentin bond durability of one-step self-etch adhesives. *Oper Dent* 2014;39(4):416-26.
101. Rengo C, Goracci C, Juloski J, Chieffi N, Giovannetti A, Vichi A, Ferrari M. Influence of phosphoric acid etching on microleakage of a self-etch adhesive and a self-adhering composite. *Aust Dent J* 2012;57(2):220-6.
102. Sezinando A, Perdigão J, Regalheiro R. Dentin bond strengths of four adhesion strategies after thermal fatigue and 6-month water storage. *J Esthet Restor Dent* 2012;24(5):345-55.
103. Krämer N, Tilch D, Lückner S, Frankenberger R. Status of ten self-etch adhesives for bonding to dentin of primary teeth. *Int J Paediatr Dent* 2014;24(3):192-9.
104. Demirci M, Tuncer S, Tekçe N, Erdilek D, Uysal Ö. Influence of adhesive application methods and rebonding agent application on sealing effectiveness of all-in-one self-etching adhesives. *J Esthet Restor Dent* 2013;25(5):326-43.

105. Barutçigil Ç, Barutçigil K, Kürklü D, Harorlı OT. Güncel Dentin Bağlayıcı Ajanların ve Uygulama Yöntemlerinin Makaslama Bağlanma Dayanımlarının Karşılaştırılması. İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 2013; 2: 27-32.
106. Barutçigil Ç, Barutçigil K, Kürklü D, Arslan H. Farklı Yüzey İşlemleri Uygulanmış Dentine Universal Bağlayıcı Ajanın Bağlanma Dayanımının İncelenmesi. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. 2013;3:324-330
107. Perdigão J, Loguercio AD. Universal or Multi-mode Adhesives: Why and How? J Adhes Dent 2014;16(2):193-4.
108. Perdigão J, Sezinando A, Monteiro PC. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. Am J Dent 2012;25:153-8.
109. Ito S, Tay FR, Hashimoto M, Yoshiyama M, Saito T, Brackett WW, Waller JL, Pashley DH. Effects of Multiple Coatings of Two All-in-one Adhesives on Dentin Bonding. J Adhes Dent 2005;7(2):133-41.
110. de Silva AL, Lima DA, de Souza GM, dos Santos CT, Paulillo LA. Influence of Additional Adhesive Application on the Microtensile Bond Strength of Adhesive Systems. Oper Dent 2006;31(5):562-8.
111. Wei S, Shimada Y, Sadr A, Tagami J. Effect of Double-application of Three Single-step Self-etch Adhesives on Dentin Bonding and Mechanical Properties of Resin-dentin Area. Oper Dent 2009;34(6):716-24.
112. Taschner M, Kümmerling M, Lohbauer U, Breschi L, Petschelt A, Frankenberger R. Effect of Double-layer Application on Dentin Bond Durability of One step Self-Etch Adhesives. Oper Dent 2014;39(4):416-26.

EKLER

Ek. 1 Özgeçmiş

Kişisel Bilgiler

Adı-Soyadı: Muhittin Uğurlu
Doğum tarihi: 24.09.1989
Doğum Yeri: Bozkır/Konya

Adres: Süleyman Demirel
 Üniversitesi Diş Hekimliği
 Fakültesi Restoratif Diş
 Tedavisi Anabilim Dalı,
 Isparta

Tel: (0246) 211 8858
Eposta: dtmuhittinugurlu@gmail.com
 muhittinugurlu@sdu.edu.tr

Öğrenim Durumu

İlköğretim	Barbaros İlköğretim Okulu, Antalya	2003
Ortaöğretim	Kumluca Anadolu Lisesi, Antalya	2007
Yükseköğretim	Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Isparta	2012
Uzmanlık Eğitimi	T.C Sağlık Bakanlığı Dişhekimliğinde Uzmanlık Eğitimi, Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Isparta	2012-Bugün

Mesleki Deneyim

Diş Hekimi	Isparta Özel Şifa Hastanesi	Eylül 2012- Kasım 2012
Araştırma Görevlisi	Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı	2012-Bugün

Yabancı Dil

İngilizce (ÜDS, 2011, Sonbahar, 70/100)