



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**DEĞİŞİK ADEZİV YAPIŞTIRMA SİMANLARI VE
UYGULAMA PROTOKOLLERİNİN, TAKLİT EDİLMİŞ
PULPA BASINCI VE OKLUZAL YÜKLEMELER ALTINDA
DENTİNE BAĞLANMA DAYANIMLARININ İNCELENMESİ**

Tansu ERAKMAN

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Ufuk HASANREİSOĞLU

2011- ANKARA

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Doktora Programı
Çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından
Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:24.Kasım.2011

Jüri Başkanı

Prof.Dr.Ufuk
HASANREİSOĞLU

Üye

Prof.Dr.Hüsnü
YAVUZYILMAZ

Üye

Prof.Dr.Lale
KARAAĞAÇLIOĞLU

Üye

Prof.Dr.Yavuz BURGAZ

Üye

Prof.Dr.Sadullah ÜÇTAŞLI

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay		i
İçindekiler		ii
Önsöz		vi
Simgeler ve Kısaltmalar		vii
Şekiller		xi
Çizelgeler		xii
Resimler		xiii
1	GİRİŞ	1
1	Yapıştırma Simanları	1
1.1	Rezin Esaslı Yapıştırma Simanları	2
1.1.1	Kompozit Rezin Esaslı Yapıştırma Simanları (Dimetakrilat Simanlar)	3
1.1.1.1	Matriks Yapı (Organik Polimer)	3
1.1.1.2	İnorganik Doldurucular	3
1.1.1.3	Bağlayıcı Ajanlar	4
1.1.1.4	Polimerizasyonu Başlatıcı ve Hızlandırıcı Sistemler	5
1.1.1.5	Pigmentler ve Diğer Bileşenler	5
1.1.2	Kompozit Rezin Esaslı Yapıştırma Simanlarının Sınıflandırılması	6
1.1.2.1	Kimyasal Yolla Polimerize Olan Kompozit Rezin Yapıştırma Simanları	6
1.1.2.2	Işık ile Polimerize Olan Kompozit Rezin Yapıştırma Simanları	7
1.1.2.3	Işık ve Kimyasal Yolla Polimerize Olan Kompozit Rezin Yapıştırma Simanları	7
1.1.3	Adeziv Sistemler	8

1.1.3.1	Yüzeyi tamamen pürüzlendiren (Total-Etch) (Etch and Rinse) Adezivler	10
1.1.3.1.1	Asitle Dış Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi	11
1.1.3.1.2	Primer Uygulanması	12
1.1.3.1.3	Adeziv Resin Uygulanması	12
1.1.3.2	Kendiliğinden Pürüzlendirme Yapan (Self-Etch) Adezivler	12
1.1.4	Adeziv Sistemlerin Kimyasal Bileşimi	14
1.1.4.1	Asidik Adeziv Monomerler	16
1.1.4.2	Monofonksiyonel Ko-monomerler	16
1.1.4.3	Çapraz Bağ Monomerleri	16
1.1.4.4	Işıklı Başlatıcı Sistemler ve Çözücüler	17
1.1.5	Kompozit Resin Esaslı Yapıştırma Simanlarının Avantaj ve Dezavantajları	18
1.2	Kendinden Adeziv Resin Esaslı Yapıştırma Simanları	19
1.3	Adeziv Simantasyonun Başarısını Etkileyen Klinik Faktörler	25
1.3.1	Yüzey Dezenfektanları	25
1.3.2	Hassasiyet Gidericiler	27
1.3.3	Smear Tabakası	27
1.3.4	Dentindeki Bölgesel Farklılıklar	28
1.3.5	Çürük veya Sklerotik Dentin	28
1.3.6	Polimerizasyon Sırasında Kullanılan Işık Kaynağının Özellikleri	29
1.3.7	Simanın Viskozitesi ve Polimerizasyon Büzülmesi	30
1.3.8	Adeziv Sistem ve Kompozit Resin Yapıştırma Simanının Polimerizasyon Şekilleri Arasındaki Uyum	31
1.3.9	Geçici Siman Uygulanması	31
1.3.10	Dentin Geçirgenliği ve Bağlanma Performansı	32

1.4	Çalışmanın Amacı	36
2	GEREÇ VE YÖNTEM	38
2.1	Örneklerin Hazırlanması	38
2.1.1	Dişlerin Preparasyonu	38
2.1.2	Kompozit Rezin Blokların Hazırlanması	39
2.2	Çalışma Gruplarının Oluşturulması	39
2.3	Simantasyon İşlemi	41
2.3.1	RelyX Unicem Grubu Simantasyon Protokolü	41
2.3.2	RelyX Unicem + Clearfil SE Bond Grubu Uygulama Protokolü	43
2.3.3	RelyX Unicem + Adper Single Bond Plus Grubu Uygulama Protokolü	43
2.3.4	Panavia F 2.0 + Clearfil SE Bond Grubu Uygulama Protokolü	43
2.3.5	RelyX ARC + Adper Single Bond Plus Grubu Uygulama Protokolü	44
2.4	Pulpal Basıncın Taklit Edilmesi	44
2.5	Mekanik Yükleme	45
2.6	Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Testi	46
2.7	Başarısızlık Şekillerinin Araştırılması	47
2.8	İstatistik Değerlendirme	48
3	BULGULAR	49
3.1	Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Test Sonuçları	49
3.1.1	Kontrol Grubu Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Test Bulguları	49
3.1.2	Taklit Edilmiş Pulpal Basıncı Altında Yapıştırılan Örneklerde Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Test Sonuçları	51
3.1.3	Mekanik Yükleme Sonrasında Kaydedilen Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Test Sonuçları	52

3.1.4	Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Test Sonuçlarının Farklı Deney Koşullarında Değerlendirilmesi	53
3.2	Başarısızlık Şekilleri ile İlgili Bulgular	54
4	TARTIŞMA	57
5	SONUÇ ve ÖNERİLER	77
Özet		78
Summary		80
Kaynaklar		82
Özgeçmiş		94

ÖNSÖZ

Mesleğime akademisyen gözüyle bakmayı ve bana protetik tedaviyi sabırla öğreten sevgili hocam Prof. Dr. Ufuk Hasanreisoğlu'na, sadece bilimsel ve klinik çalışmalarıyla değil aynı zamanda hayat tecrübesinden de faydalandığım sevgili hocam Prof. Dr. Sadullah Üçtaşı'ya ve tez çalışmamın gelişminde ve bitirilmesinde katkı sağlayıp, destekleyen bölümdeki bütün hocalarıma ve arkadaşlarıma yürekten teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER ve KISALTMALAR

PPD	1-fenil-1,2 propandion
10-MDP	10-metakriloiloksidetil dihidrojenfosfat
MAC-10	11-metakriloiloksi-1,1'-dikarboksilik asit
ODMAB	2-(etilheksil)-4-(dimetilamino)benzoat
Fenil-P	2-(metakriloiloksietil)fenil hidrojenfosfat
HEMA	2-hidroksietilmetakrilat
TPO	2,4,6-(trimetilbenzol) difenilfosfinoksit
4-AETA	4-akriloiloksietil trimellitat anhidrit
4-META	4-metakriloiloksietil trimellitat anhidrit
4-MET	4-metakriloiloksietil trimellitik asit
R ₁ -CO-NH-OR ₂	Amit grubu
BPO	Benzoilperoksit
BPDM	Bifenil dimetakrilat
Bis-GMA	Bisfenol A diglisidil metakrilat
TCB	Butan-1,2,3,4-tetrakarboksilik asit di-2-hidroksietilmetakrilat esteri
BHT	Butilhidroksitoluen
>	Büyük
δ	Çözünürlük parametresi

°	Derece
°C	Derece santigrat
Di-HEMA Fosfat	Di-2-hidroksietil metakril hidrojenfosfat
DMAE-MA	Dimetilaminoetil metakrilat
PENTA	Dipentaeritrol pentaakrilat monofosfat
Na ₂ SiF ₆	Disodyum heksaflorosilikat
R ₁ -CO-OR ₂	Ester grubu
EGDMA	Etilen glikol dimetakrilat
EDTA	Etilendietilamin tetra asetik asit
GDMA	Gliserol dimetakrilat
GPDM	Gliserol fosfat dimetakrilat
Ca	Kalsiyum
ΔS	Karışımın entropisi
ΔH	Karışımın ısısı
C=O	Keton grubu
<	Küçük
LED	Light Emitting Diode (Işık yayan diyot)
Mpa	Megapaskal
MA	Metakrilik asit

MDPB	Metakriloiloksidodesilpridinyum bromid
MMA	Metil metakrilat
μm	Mikrometre
μ	Mikron
mm	Milimetre
mW	Miliwatt
Mw/cm^2	Miliwatt/santimetrekare
MEHQ	Monometil eter hidrokinon
NPG-GMA	N-fenilglisin glisidil metakrilat
5-NMSA	N-metakriloil-5-aminosalisilik
NTG-GMA	N-tolilglisin glisidil metakrilat
nm	Nanometre
pH	Ortamdaki hidrojen iyonlarının konsatrasyonu
n	Örnek sayısı
PEMF	Pentametakriloiloksietilsikloheksafosfazen monoflorid
PMDM	Piromellitik dietilmetakrilat
s	Saniye
cm^2	Santimetrekare
T	Sıcaklık

piro-EMA	Tetrametakriloiloksietil pirofosfat
TBB	Tri-n-butil boran
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	Uretan dimetakrilat
%	Yüzde

ŞEKİLLER

Şekil 1.1.	Doldurucudan polimer matrikse uzanan bağlanma	4
Şekil 1.2.	Bağlayıcı ajanların adezyon stratejilerine ve uygulama protokollerine göre sınıflandırılması	9
Şekil 1.3.	Yüzeyi tamamen pürüzlendiren adeziv sistemlerin etki mekanizması.	11
Şekil 1.4.	Kendinden pürüzlendirme yapan adeziv sistemlerin etki mekanizması	13
Şekil 1.5.	Adeziv sistemleri oluşturan bileşenler	15
Şekil 1.6.	Kendinden adeziv rezin esaslı yapıştırma simanlarının bağlanma mekanizması	24
Şekil 2.1.	Çalışma grupları	40
Şekil 2.2.	Taklit edilmiş pulpal basınç düzeneği	44
Şekil 2.3.	Mikrogerilim deneyi için elde edilen çubuklar ve bölgeler	47
Şekil 2.4.	Başarısızlık şekillerinin şematik gösterimi	47
Şekil 3.1.	Kontrol grubu mikrogerilim bağlanma dayanımı test bulguları	51
Şekil 3.2.	Taklit edilmiş pulpal basınç grubu mikrogerilim bağlanma dayanımı test bulguları	52
Şekil 3.3.	Mekanik yükleme grubu mikrogerilim bağlanma dayanımı test bulguları	53
Şekil 3.4.	İç bölgelerden elde edilen örneklerin mikrogerilim bağlanma dayanımı test bulguları	54
Şekil 3.5.	Dış bölgelerden elde edilen örneklerin mikrogerilim bağlanma dayanımı test bulguları	54
Şekil 3.6.	Başarısızlık şekillerinin deney gruplarına göre dağılımı.	56

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1.	Çalışmada kullanılan rezin esaslı yapıştırma materyalleri	42
Çizelge 3.1.	Gruplara ait ortalama bağlanma dayanım değerleri.	50
Çizelge 3.2.	Başarısızlık şekilleri	55

RESİMLER

Resim 2.1.	Mekanik yükleme cihazı	45
Resim 2.2.	Mekanik yükleme cihazında örnekler distile suda teste tabi tutuldu.	46

1.GİRİŞ

Günümüz diş hekimliğinde, indirek estetik restorasyonların kullanımı hızla artmaktadır. Gerek ön gerek arka bölgedeki dişlerin tam seramik sistemler ile restore edilmesi adeziv simantasyon işlemlerinin, geleneksel simantasyon yöntemlerinin önüne geçmesini sağlamıştır. Restorasyonun başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biri, diş dokusu ile yapıştırma simanı arasındaki bağlanmadır. Ancak bu sistemlerin karmaşık bir yapıya sahip vital dentine bağlanması sorun oluşturmaktadır. Bu doğrultuda, dişin preperasyonu sonrasında, hidrostatik basınç nedeniyle artan tübüller içerisindeki sıvı hareketlerinin, bağlanma mekanizmaları sudan farklı şekillerde etkilenen adeziv sistemlerin başarısını değiştirmesi olasıdır. Adeziv sistemlerle dentin arasındaki bağlanmanın, çiğneme, yutkunma ve parafonksiyonel alışkanlıklarda olduğu gibi, döngüsel yüklemeler karşısında stabilitesini koruması da, restorasyonun uzun süreli başarısını etkileyen önemli bir gerekliliktir. Tez çalışmamızda, bu bilgiler ışığında, kendinden adeziv bir rezin simanın ve bununla beraber uygulanan iki farklı adeziv sistemin dentine bağlanma performansı ile, bağlanma mekanizmaları farklı iki geleneksel adeziv simantasyon sisteminin dentine bağlanma dayanımları arasındaki farklılıklar, taklit edilmiş pulpal basınç altında ve mekanik yükleme sonrasında incelenmiştir.

1. Yapıştırma Simanları

İndirek restorasyonların, prepare edilmiş dişlere tutunması ve marjinal sızıntının engellenmesi amacıyla kullanılan dental materyaller "yapıştırma simanları" olarak tanımlanır. Yapıştırma simanları, kullanım amaçlarına göre; geçici veya daimi olarak ikiye ayrılır. İlgili kaynaklar irdelendiğinde daimi yapıştırma simanlarının değişik şekillerde sınıflandırıldığı görülmektedir. Hill'e (2007) göre, Craig (1989) simanları geleneksel bir bakış açısıyla, içeriğine göre gruplandırmıştır. Bu doğrultuda simanlar, çinkofosfat, çinkosilika fosfat, çinkooksit ojenol, cam iyonomer ve rezin siman olarak sınıflandırılmıştır. O'Brien (2002), matriks bağlanma tipine göre bir sınıflama önermiş ve simanları fosfat, fenolat, polikarboksilat ve rezin simanlar şeklinde sıralamıştır. Donovan (1999) ise kullanılan simanlar hakkındaki bilgi ve tecrübeyi göz önüne alarak simanları geleneksel ve güncel olarak

iki ayrı grupta toplamıştır. Çinkofosfat, polikarboksilat ve cam iyonmer simanları geleneksel, rezin ve rezin modifiye cam iyonmer simanları da güncel simanlar olarak nitelendirmiştir (Hill, 2007). Daha sonraki yıllarda yapılan bir sınıflandırmada ise yapıştırma simanları, diş ve restorasyona bağlanma mekanizmaları esas alınarak aktif ve pasif olarak gruplandırılmıştır (Burke, 2005). Bu bağlamda, diş ve restorasyona kimyasal olarak bağlanarak üniter bir yapı ortaya koyan materyaller aktif yapıştırma simanlar, restorasyon/siman ve diş/siman arasında kimyasal bir bağlanma olmaksızın sadece aradaki boşluğu dolduran materyaller ise pasif yapıştırma simanları olarak nitelendirilmiştir. Çinkofosfat, çinkopolikarboksilat, cam iyonmer ve rezin modifiye cam iyonmer simanları pasif yapıştırma materyalleri, rezin esaslı simanlar ise aktif yapıştırma materyalleri arasında yer alırlar. Aktif yapıştırma materyalleri tutuculuğun sınırlı olduğu vakalarda avantaj sağlarken, konvansiyonel pasif yapıştırma simanlarında tutuculuk, prepare edilmiş diş ve restorasyon yüzeylerindeki pürüzlü yapıya kilitlenme ile makro ve/veya mikromekanik olarak ortaya konulmaktadır (Burke, 2005).

1.1. Rezin Esaslı Yapıştırma Simanları

1980'lerde, cam iyonmer simanların suda çözünürlük, sertlik gibi özelliklerini iyileştirme adına, yapılarına suda erimeyen polimerler veya polimerize olabilen rezinler ilave edilerek rezin modifiye cam iyonmer simanlar geliştirilmiştir. Daha sonraki yıllarda yine kompozit rezin ve cam iyonmer simanın bir kombinasyonu olan poliasit modifiye cam iyonmer (kompomer) yapıştırma simanları kullanıma sunulmuştur. Kompomerlerin fiziksel özellikleri, rezin modifiye cam iyonmer simanlardan üstün olup daha çok kompozit rezin simanlara benzerlik göstermektedir. Dimetakrilat esaslı kompozit rezin yapıştırma simanları ise 1952 yılından bu yana indirek restorasyonların simantasyonunda kullanılmakla birlikte formülasyonlarındaki değişikliklerle, estetik restorasyonlardaki gelişmelere paralel olarak günümüzde popülerite kazanmışlardır (Hill 2007). Bu simanlardan önemli bir kısmı diş dokusu ile etkin bir bağlanma ortaya koymak için bağlayıcı ajanlara gereksinim duyarlar. Son senelerde ise herhangi bir ön yüzey işlemine ihtiyaç olmadan, doğrudan diş dokusuna bağlanan kendinden adeziv rezin esaslı simanlar kullanıma sunulmuştur.

1.1.1. Kompozit Rezin Esaslı Yapıştırma Simanları (Dimetakrilat Simanlar)

Kompozit rezin esaslı yapıştırma simanları, özellik ve kompozisyon yönünden restoratif kompozit rezinlere benzerlik gösterirler. Ancak çok daha az doldurucu içerirler, buna bağlı olarak da düşük viskozite, yüksek ıslatabilirlik özellikleri sergilerler, restorasyonun dişe optimal uyumuna imkan tanır. Kompozit rezin yapıştırma simanları genelde dimetakrilat monomerlerinden oluşan organik polimer bir matriks, inorganik doldurucular, polimerizasyon reaksiyonunu başlatıcılar ve/veya hızlandırıcılar ile renk pigmentlerinden oluşurlar (Powers, 2006).

1.1.1.1. Matriks Yapı (Organik Polimer)

Günümüzde pek çok kompozit rezin esaslı simanın organik polimer matriksini aromatik veya üretan diakrilat oligomerler oluşturmaktadır. En yaygın kullanılanları dimetakrilat esaslı 2,2-bis[4(2-Hidroksi-3-metakriloksi)propiloksi]-fenil]propan (Bis-GMA) ve/veya üretan dimetakrilat (UDMA)'dır. Bunlar uçlarında polimerizasyonu devam ettirecek reaktif karbon çift bağlar içerirler. Her iki oligomerin özellikle de Bis-GMA'nin viskozitesi oldukça yüksektir. Bunu azaltmak için bileşimlerine trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) gibi karbon çift bağları içeren düşük moleküler ağırlıklı bileşenler ilave edilmiştir (Powers, 2006; Van Landuyt ve ark., 2007).

1.1.1.2. İnorganik Doldurucular

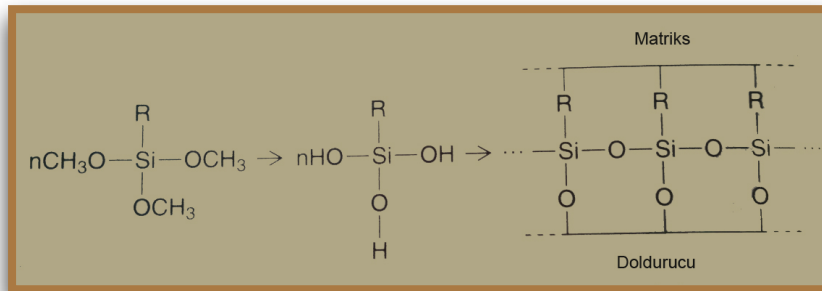
Kompozit rezin esaslı simanlar, mikrodolduruculu veya hibrit yapıda kompozitlerdir. Ağırlıklarının %20-%70'i arasında, matriks içinde dağılmış olarak bulunan çeşitli şekil ve boyutlarda doldurucu partikülleri içerirler. Kuartz, lityum, alüminyum silikat, ve baryum, stronsiyum, çinko veya yitrium camlar küçük doldurucu partiküllerdir. Kolloidal silika

partikülleri ise mikro büyüklükte dolduruculardır. Bu partiküller sayesinde rezinin dayanıklılığı artar, uygulama işlemi kolaylaşır, radyoopasite sağlanır, polimerizasyon büzülmesi ve ısıl genişleme katsayısı azalır (Powers, 2006; Van Landuyt ve ark., 2007).

Doldurucu miktarına göre kompozit rezin simanlar, daha yüksek bağlanma dayanımı ortaya koyarlar. Benzer şekilde hibrit olanlar da mikrodolduruculu kompozitlere göre daha iyi bağlanma performansı gösterirler. Doldurucu miktarının fazla olması simanın marjinal bölgede abrazyona karşı direncini artırır, polimerizasyon büzülmesini azaltır ve taşan simanın uzaklaştırılmasını kolaylaştırır. Bununla birlikte, simanın viskozitesi artacağından restorasyonun dişe yerleştirilmesi sırasında problemler ortaya çıkabilir.

1.1.1.3. Bağlayıcı Ajanlar

Simanın optimal özelliklerine ulaşması için, inorganik doldurucular ile organik oligomerler arasında çok iyi bir bağlanmanın olması esastır. Bu gereksinim, simanın üretim aşamasında, doldurucu yüzeyinin bağlayıcı bir ajanla kaplanması ile sağlanır. En yaygın olarak kullanılan bağlayıcı ajanlar silan adı verilen organik silikon bileşenleridir. Doldurucu üzerine silanın depozisyonu sırasında metoksi grupları hidroksi gruplarına hidrolize olur, bunlar da doldurucu üzerindeki -OH grupları ile reaksiyona girerler. Ayrıca, yakında bulunan hidrolize olmuş silan üzerindeki -OH grupları ile de biraraya gelerek doldurucu üzerinde homopolimer bir film tabakası meydana getirirler. Oligomerin sertleşme reaksiyonu sırasında silandaki karbon çift bağlar oligomerle reaksiyona girer. Böylece doldurucudan, bağlayıcı ajan vasıtasıyla polimer matrikse uzanan bir bağlanma ortaya konulur (Şekil 1.1)(Powers, 2006).



Şekil 1.1. Doldurucudan polimer matrikse uzanan bağlanma.

1.1.1.4. Polimerizasyonu Başlatıcı ve Hızlandırıcı Sistemler

Kimyasal olarak aktive olan rezin sistemlerinde, başlatıcı organik peroksit, hızlandırıcı tersiyer amin ile reaksiyona girerek oligomer molekülü ile çift bağlantı yapacak olan serbest radikalleri açığa çıkarır. Böylece polimerizasyon başlamış olur. Işıkla polimerize olan sistemlerde ise, ışık aktivasyonu, 470 nm dalga boyunda mavi ışığın, monomere % 0.2-1.0 oranında ilave edilmiş bir fotoaktivator tarafından emilimi ile başlatılır. Bu madde genelde ışığa maruz kalmadıkça, oda ısısında oligomer mevcudiyetinde stabil olarak saklanabilen kafurkinin'dir. Reaksiyon, karbon çift bağ içeren organik aminlerle de hızlandırılır. Kafurkinin'in polimerize olmamış kompozite sarımsı bir renk vermesi nedeniyle bazı klinisyenler estetiğin önemli olduğu vakalarda daha farklı foto-aktivatörleri içeren rezin simanları tercih ederler. Hem kimyasal hem de ışık ile polimerizasyonun meydana geldiği rezin esaslı simanlar ise ışık aktivasyonu, bunu takiben de kimyasal aktivasyonu başlatan ve hızlandıran kimyasalları içerirler (Powers, 2006; Van Landuyt ve ark., 2007).

1.1.1.5. Pigmentler ve Diğer Bileşenler

Kompozit rezin esaslı yapıştırma simanlarının yapısına inorganik oksitler ilave edilerek farklı renklerdeki diş dokuları ile uyumları sağlanmıştır. Çok açıktan sarı ve griye kadar değişen geniş bir renk yelpazesine sahiptirler. Bazı simanların yapısına, renk stabilitesini sağlamak için UV emiciler ilave edilmiştir. (Powers, 2006).

Günümüzde, kompozit rezin esaslı yapıştırma simanları metal veya seramik inley ve onleylerin, kronların, postların, veneer restorasyonların ve fiberle güçlendirilen kompozit rezin sabit protezlerin simantasyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır (Pegoraro ve ark., 2007).

1.1.2. Kompozit Rezin Esaslı Yapıştırma Simanlarının Sınıflandırılması

Kompozit rezin esaslı yapıştırma simanları polimerizasyon şekillerine göre 3 grupta toplanır;

- a) Kimyasal polimerize olanlar (chemically-cured)
- b) Işık ile polimerize olanlar (light-cured)
- c) Hem ışıkla hem de kimyasal polimerize olanlar (Dual-cured) (De la Macorra ve Predies, 2002).

1.1.2.1. Kimyasal Yolla Polimerize Olan Kompozit Rezin Yapıştırma Simanları

Kimyasal polimerize olan yapıştırma simanları, çoğunlukla elle veya aletle karıştırılan, baz ve katalizör iki pat sisteminden oluşurlar. Her iki patta da doldurucular ve monomerler bulunurken universal pat aromatik tersiyer aminleri, katalist pat ise benzoil peroksit içerir. Toz ve likitten oluşan kompozit rezin simanlarda ise, toz kısmı polimer, silika cam veya borosilikat ve polimerizasyonu başlatan peroksit'i içerir. Likit kısımda polimerizasyonu hızlandıran tersiyer amin, Bis-GMA ve dimetakrilat monomerler bulunur (Blatz ve ark., 2003; Lu ve ark.,2005 ; Powers, 2006).

Kimyasal olarak polimerize olan rezin simanlarda polimerizasyon, aşamalı ve yavaş olarak gerçekleşir. Bu durum büzülme streslerinin çok düşük olmasını sağlar. Ancak, karıştırmaya başlama anından itibaren reaksiyon gerçekleştiğinden dolayı çalışma süresi kısadır. Bu ise optik ve mekanik özellikleri olumsuz yönde etkiler. Renk seçeneklerinin sınırlı olması translüsent restorasyonlarda kullanılmasını güçleştirir. Çalışma süresinin kısa, sertleşme süresinin nispeten uzun ve hekimin kontrolü dışında olması ve yapısındaki tersiyer aminlere bağlı olarak zamanla renk değişimine uğraması bu simanların diğer dezavantajlarıdır. Bu tür simanlar, daha çok ışık geçişinin tam olarak sağlanamadığı tam seramik restorasyonlarda,

implant üstü uygulamalarda, metal destekli kron ve köprüler ile postlarda yapıştırma materyali olarak tercih edilirler (De la Macorra ve Pradies, 2002).

1.1.2.2. Işık ile Polimerize Olan Kompozit Rezin Yapıştırma Simanları

Bu grupta yer alan kompozit rezin yapıştırma simanları tek pat şeklinde kullanıma sunulmuştur. Pat içeriğinde genellikle düşük viskoziteli, Bis-GMA bulunmaktadır. Çoğunlukla, 400-500 nm dalga boyundaki ışığa duyarlı kafurkinin polimerizasyon reaksiyonunun başlatılmasında kullanılır. Reaksiyon alifatik amin gibi bir organik amin ile hızlandırılır.

Işıkla polimerize olan simanlar, çalışma süresinin kontrol edilebilmesi ve renk stabilitesinin daha iyi olması gibi avantajlara sahiptirler. Çok farklı renk seçeneklerinin bulunması ve ara renklerin kullanılabilmesi klinik kullanım yönünden bir diğer üstünlükleridir Ancak, bunların önemli bir dezavantajı, uygulanan ışığın özelliğine bağlı olarak, değişen derecelerde meydana gelen polimerizasyon büzülmesidir. Yeterli minimum ışık enerjisi kullanıldığında bile polimerizasyon büzülmesi kimyasal olarak sertleşen rezin simanlara göre daha hızlıdır. Bu durum ara yüz özelliklerini tehlikeye sokar (De la Macorra ve Pradies, 2002). Bu nedenle uygulama alanları, ışığın etkin olarak ulaşabileceği ince seramik veneer restorasyonların bağlanması ile sınırlıdır. Çalışmalar, kalınlığı 0.5-2.0 mm arasında değişen porselenden ışığın % 2-3'ünün geçebildiğini göstermiştir. Bu nedenle, gerektiğinde yeterli bir polimerizasyon elde etmek için uygulama süresi uzatılmalıdır (Arısu ve ark., 2008; Powers, 2006)

1.1.2.3. Işık ve Kimyasal Yolla Polimerize Olan Kompozit Rezin Yapıştırma Simanları

Bu grupta yer alan simanlar, günümüzde en yaygın olarak kullanılan rezin esaslı yapıştırma materyalleridir. İki pat şekindedirler. Kendi kendine polimerize olan kompozitlerin amin/

peroksit bileşenleri ile birlikte ışık ile polimerize olan rezinlerdeki ışığa duyarlı aktivatörleri (kafurkinin) içerirler. Genellikle üniversal pat hem alifatik aminleri hem de tersier aminleri içerir. Katalist patta ise benzoil peroksit bulunur. Restorasyonun opasitesi veya kalınlığının, simana ulaşan yeterli ışık enerjisini engelleyebileceği durumlarda tercih edilen bu simanlarda, ışık uygulaması polimerizasyon işlemini başlatır, ancak maksimum polimerizasyonun sağlanması için otopolimerizan katalizöre gereksinim duyulur. Bu aşamanın ihmal edilmesi renk stabilitesi, su emilimi, sertlik ve dayanıklılık gibi fiziksel özelliklerin azalmasına neden olur. Kimyasal sertleşme hızının düşük olması nedeniyle rahat çalışma olanağı ve kontrollü bir polimerizasyon sağlamaları başlıca avantajlarıdır (Lu ve ark., 2005).

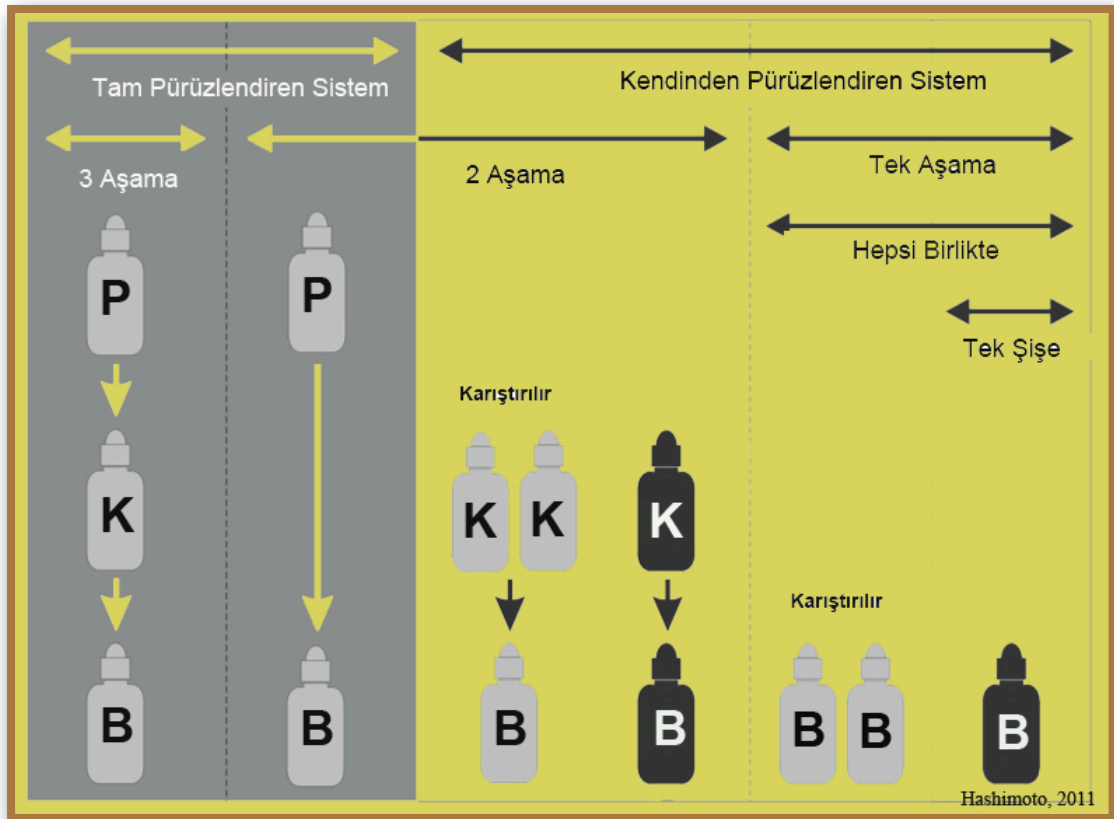
Bir kısım çalışmalar, hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olan simanlarda, kimyasal polimerizasyonun, daha hızlı olan ışık polimerizasyonu tarafından engellendiğini göstermiştir. Bu durum, dimetakrilat matriksin polimerizasyon kinetikleri ile açıklanabilir. Işıkla aktivasyon başladığı zaman, birkaç büyük merkezden başlayarak matriks, geniş polimer ağları oluşturarak likit durumdan visköz duruma geçer (jelasyon). Jelasyondan sonra polimerik ağ yüksek oranda çapraz bağlanma ortaya koyar, böylece de polimerizasyonun propogasyonu ve nihai aşaması olan polimer ağ ile monomer ve oligomerler arasındaki bağlantı bütünüyle gerçekleşemez. Kimyasal reaksiyonun fiziksel olandan daha yavaş olduğu düşünülürse, bu durumda polimerizasyonun kimyasal komponenti tarafından oluşturulan serbest radikallerin polimer ağ içerisine hapsolmesi ve polimere dönüşümün sınırlanması olasıdır (Van Landuyt ve ark., 2007).

1.1.3. Adeziv Sistemler

İndirek restorasyonların adeziv simantasyonunda, diş dokusu ile kompozit rezin yapıştırma simanı arasındaki bağlantı, tedavinin başarısını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Kompozit rezin esaslı yapıştırma simanlarında, söz konusu bağlantının ortaya konulmasındaki temel mekanizma, inorganik diş materyalinin sentetik rezinle yer değiştirmesine dayalı mikromekanik bir kilitlenmedir. Bu durum ilk kez 1982 yılında Nakabayashi ve arkadaşları

tarafından tanımlanmış ve “hibridizasyon” veya “hibrit tabaka” oluşumu olarak adlandırılmıştır. Hibrit tabaka, asit ve/veya asidik primer ile dentinin yüzeyel demineralizasyonu sonucunda açığa çıkan kollajen ağ içerisine, primer/adeziv rezin kombinasyonunun infiltre olup polimerize olmasıyla oluşan mikromekanik bağlanma tabakası şeklinde tanımlanmaktadır. Mekanik tutuculuğun yanısıra simanla diş dokusu arasında meydana gelen moleküler etkileşimler de bağlantıya önemli katkı sağlamaktadır (Perdiğao, 2010).

Rezin esaslı yapıştırma simanlarının tübüler bir yapı sergileyen, dentinal sıvı nedeniyle nemli bir yüzey ortaya koyan, smear tabakası ile kaplı dentine bağlanması karmaşık işlemler gerektirir. Bu nedenle, kompozit rezin yapıştırma simanı, diş yüzeyine simanın etkin bağlanması için hazırlayan adeziv sistemlere gereksinim duyarlar. Bu sistemler, adezyon stratejilerine ve uygulama protokollerine göre aşağıdaki şekilde gruplandırılırlar (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Bağlayıcı ajanların adezyon stratejilerine ve uygulama protokollerine göre sınıflandırılması. P: Pürüzlendirme, K: Kondisyonlama, B: Bağlayıcı Ajan

- a. Yüzeyi tamamen pürüzlendiren (Total-Etch)(Etch and Rinse) adezivler
 - Üç aşamalı bağlayıcı sistemler
 - İki aşamalı bağlayıcı sistemler
- b. Kendiliğinden pürüzlendirme yapan (Self-etch)(Etch and Dry) sistemler
 - İki aşamalı bağlayıcı sistemler
 - Tek aşamalı bağlayıcı sistemler (De la Macorra ve Predies, 2002) (Şekil 1.2).

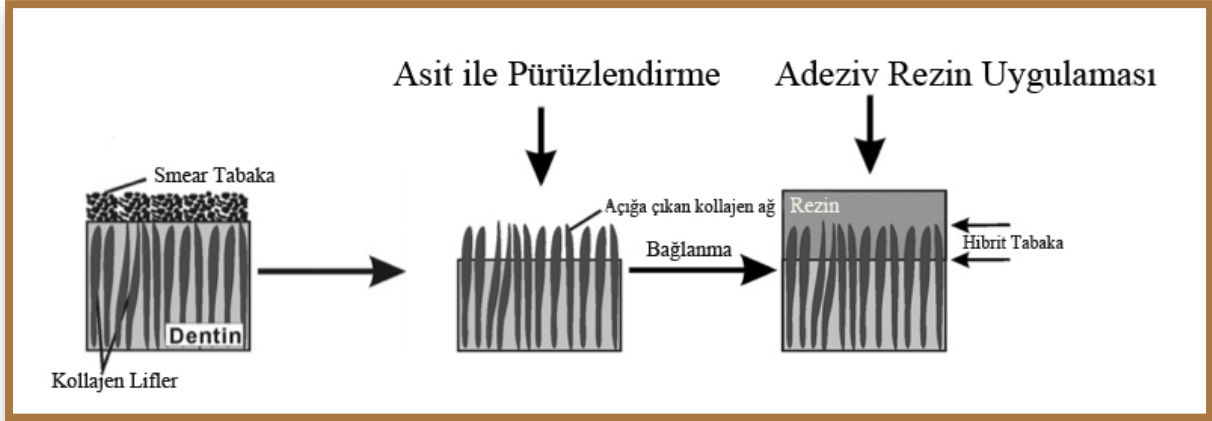
1.1.3.1.Yüzeyi tamamen pürüzlendiren (Total-Etch) (Etch and Rinse) Adezivler

Yüzeyin pürüzlendirilmesi ve daha sonra su ile yıkanması esasına dayanan adezivlerin geleneksel formunda bağlayıcı ajan uygulaması 2 veya 3 aşamada gerçekleştirilir;

Minede bağlanma, hidroksiapatit kristallerinin asitle selektif çözünmesi ve oluşan çukurcuklara kapiller etkiyle absorbe olan rezinin polimerizasyonuna dayanır. Asitlerin oluşturduğu çukurcuklar içerisinde 2 çeşit rezin uzantı oluşur. Makro-uzantılar mine prizmalarıyla çevrelenen boşluğu doldurur. Mikro-uzantılar ise asitlenen mine prizmalarının üstlerindeki ince asit çukurcuklarına rezinin infiltrasyonu ve polimerizasyonu ile meydana gelir. Dentinde fosforik asit uygulaması ise neredeyse tamamen hidroksiapatitten (HA) yoksun olan kollajenin mikropöröz yapısını ortaya çıkarır. Dentine esas bağlanma mekanizması, yukarıda da özetlediğimiz gibi diffüzyon esaslıdır ve kollajen fibrilleri içine rezinin infiltrasyonu ve hibridizasyon sonucu oluşur. Gerçek kimyasal bağlantı görülmez. Çünkü monomerler HA'ten yoksun kollajene zayıf afinite gösterirler.

Yüzeyi tamamen pürüzlendiren üç aşamalı sistemler klinik olarak en güvenilir ve uzun süreli bağlantıyı sergileyen bağlayıcı ajan grubudur ve birçok araştırmacı tarafından altın standart

olarak kabul edilmektedir. Bunların başlıca sorunu uygulama tekniğinin karmaşık olmasıdır. Bu nedenle primer ve adezivin tek şişede birleştirildiği 2 aşamalı yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistemler kullanıma sunulmuştur. Böylece daha iyi bir adeziv infiltrasyonu amaçlanmıştır (Carville ve Quinn, 2008; D'Arcangelo ve ark., 2009) (Şekil 1.3).



Şekil 1.3 Yüzeyi tamamen pürüzlendiren adeziv sistemlerin etki mekanizması.

1.1.3.1.1. Asitle Diş Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi

Bu amaçla genellikle %30-40'lık fosforik asit uygulanır ve daha sonra diş yüzeyi yıkanır. Böylece, smear tabakası uzaklaştırılır ve 5-10 µm derinliğinde dentin dokusunun demineralizasyonu sağlanır. Dentin tübüllerinin ağzı huni şeklinde açılır, dentin geçirgenliği de fazlalaşır. Aynı zamanda kollajen lifler açığa çıkar ve intertübüler dentinin mikro porözitesi artar. Bu sayede adeziv resin hem intertübüler hem de intratübüler dentine infiltre olur. Böylece mikromekanik tutuculuk sağlanır. Asit, uygulama süresi sonrasında su ile uzaklaştırılır ve diş yüzeyi kurutulur. Aşırı derecede kurutulan dentinde, açığa çıkmış olan kollajen lifleri büzüşür ve bağlayıcı ajanın infiltrasyonunu olumsuz yönde etkiler. Diğer taraftan dentin yüzeyinin ıslak bırakılması da hibrit tabakadaki resin polimerizasyonunu bozar ve primeri sulandırarak etkisinin azalmasına sebep olur (Carville ve Quinn, 2008).

1.1.3.1.2. Primer Uygulanması

Primerler, etanol, su, aseton gibi organik bir çözücüyle beraber uygulanan hidrofilik monomerlerdir. Demineralize dentin dokusuna, hidrofobik adeziv rezinin bağlanması için uygun duruma getirirler. Uçucu özellikte olan organik çözücüler dentindeki kollajen lifleri arasına girerek nano boşlukların oluşmasına neden olurlar. Böylece monomer infiltrasyonunu kolaylaştırır veya çökmüş kollajen liflerini restore ederler. Amaç hibrit tabakasının kalitesini ve bağlanmayı artırmaktır. Monomerler demineralize dokulara ne kadar iyi penetre olursa, bağlanma kuvveti de o kadar artar (Carville ve Quinn, 2008).

1.1.3.1.3. Adeziv Rezin Uygulanması

Hidrofobik monomerler, vizkozite düzenleyiciler, ıslatıcı ajanlardan oluşan adeziv rezinler çözücü içermezler. Pek çoğu doldurucu da içermemektedir. Dentin infiltrasyonu açısından hidrofilik, diğer monomerlerle (Bis-GMA) ko-polimerize olması açısından da hidrofobik gruplar içerirler. Dentin tübüllerinin içine girerek rezin uzantılarını oluştururlar ve kollajendeki nano boşlukları doldururlar. Böylece hibrit tabakası sabitlenmiş olur (Carville ve Quinn, 2008).

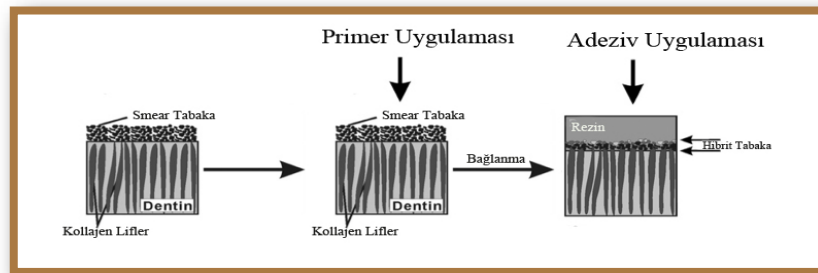
1.1.3.2. Kendiliğinden Pürüzlendirme Yapan (Self-Etch) Adezivler

‘Kendiliğinden pürüzlendirme’ olarak adlandırılan bu yaklaşımdaki temel prensip, dentin ve/veya minede pürüzlendirme ve priming işlemini eşzamanlı olarak gerçekleştiren polimerize olabilen asidik monomerlerin kullanılmasıdır. Yıkama işlemini ortadan kaldıran bu yöntem sadece klinik uygulama zamanını azaltmakla kalmaz aynı zamanda uygulama sırasında oluşabilecek hata riskini ve teknik hassasiyeti de belirgin ölçüde azaltır. Demineralizasyon ürünleri ve smear tabaka ortadan kalkmaz; modifiye edilerek hibrit tabakaya dahil edilir. Ko-monomerlerin mine ve dentine diffüze olmasıyla rezin uzantılar oluşur. Dentin dokusunun dekalsifikasyonu ve asidik ko-monomerlerin penetrasyonunun aynı seviyede olması ile post operatif hassasiyetin de ortadan kalktığı ifade edilmektedir (D'Arcangelo ve ark., 2009).

Kendiliğinden pürüzlendirme yapan bağlayıcı sistemler iki veya tek aşamada uygulanmaktadır. Yaygın olarak kullanılan iki aşamalı bağlayıcı ajanlarda dentin ve mine kendinden pürüzlendirme yapan bir primer ile hazırlandıktan sonra adeziv rezin uygulanmaktadır.

Son yıllarda tek aşamada uygulanan veya tek şişede tüm bileşenlerin toplandığı sistemler kullanıma girmiştir. Bunlardan önemli bir kısmı metakrilat esaslıdır ve pH değerleri 1.5-2.5 arasındadır. Bu yüksek asidik ortamda 2-hidroksietilmetakrilat (HEMA), trietanoglikol dimetakrilat (TEDGMA), metakriloksesil dihidrojen fosfanat (MDP) ve HEMA-fosfat gibi esterler hidrolitik olarak indirgenirler (Nishiyama ve ark., 2003; Nishiyama ve ark., 2006). Tek aşama kendiliğinden pürüzlendirme yapan sistemlerin diğer bir dezavantajı da yüksek oranda su emilimine bağlı olarak ara yüzde gözlenen ağaç dallarına benzeyen su yollarının oluşmasıdır. Bu durum bağlanmayı kısa ve uzun dönemde olumsuz etkiler (Tay ve ark., 2004).

Kendinden pürüzlendirme yapan adezivler, demineralizasyon yoğunluğuna göre “güçlü” ($\text{pH} < 1$), “orta güçlü” ($\text{pH} \approx 1.5$), “hafif” ($\text{pH} \approx 2$) ve “ultrahafif” ($\text{pH} \geq 2.5$) olarak alt gruplara ayrılır (De Munck ve ark., 2005). Bu sistemlerde yalnızca smear tabakası çözüldüğü ve yıkama işlemi yapılmadığı için çözülmüş kalsiyum fosfatlar uzaklaştırılmaz. Kendinden pürüzlendirme işleminin yoğunluğu ne kadar fazlaysa interfasiyal bölgenin içine yerleşmiş ve çözülmüş kalsiyum fosfat da o oranda çok bulunur. (Inoue ve ark., 2000). Rezinle sarılmış bu kalsiyum fosfatlar daha ileri çözülmeye uygundur. Bu durum güçlü kendinden pürüzlendirme yapan adezivlerin sergilediği dentine düşük bağlanma değerlerinin bir nedenidir (Brackett ve ark., 2002). Ancak agresif özelliklerinden dolayı minede genel olarak daha iyi bir bağlanma gösterirler. (Perdiğao, 2010) (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Kendinden pürüzlendirme yapan adeziv sistemlerin etki mekanizması.

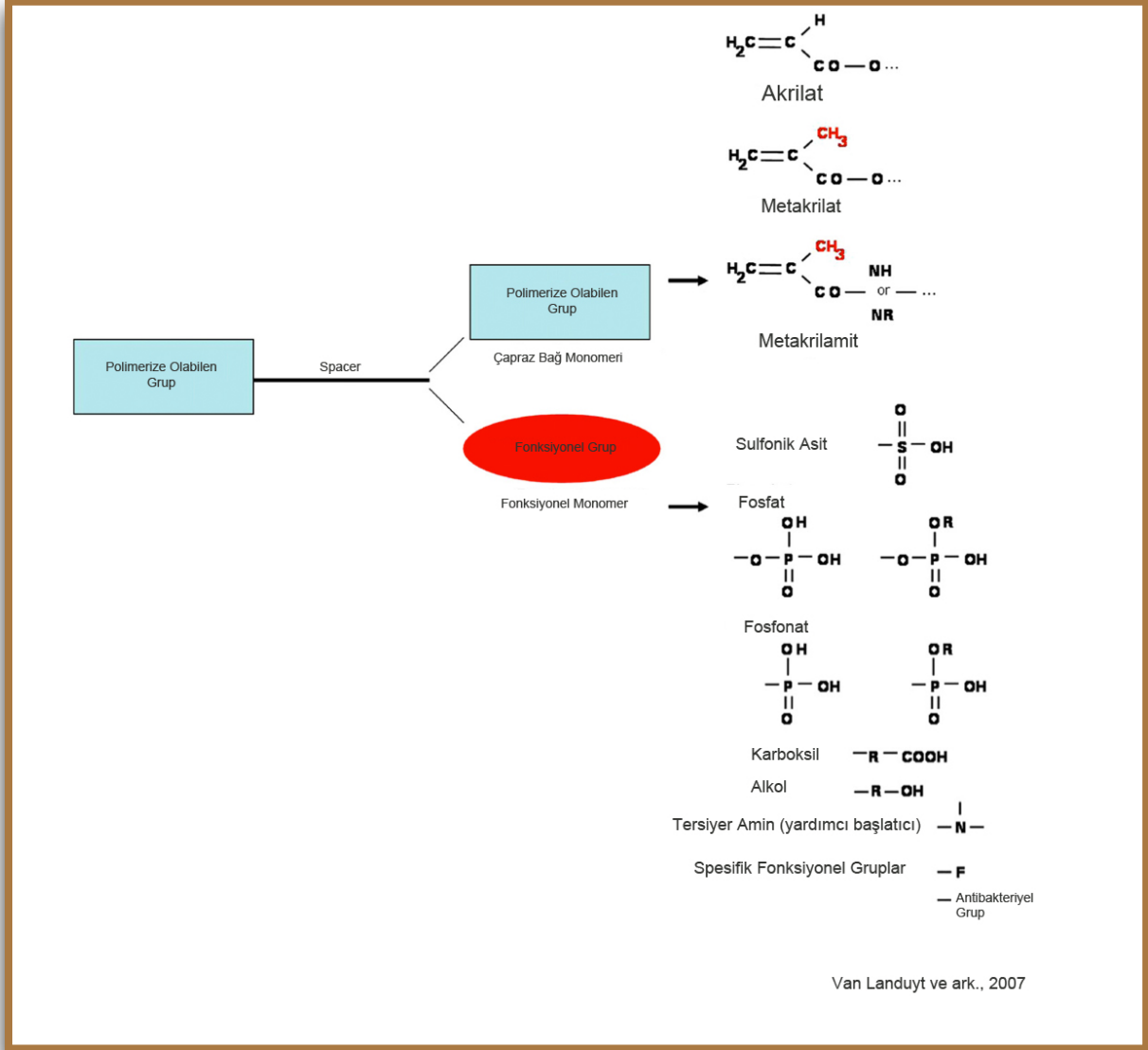
1.1.4. Adeziv Sistemlerin Kimyasal Bileşimi

Dental adezivlerin bağlanma kapasitesi iki yönlüdür. Öncelikle bunlar mine ve dentine aynı anda etkin bir şekilde bağlanmalıdır. Ayrıca, adeziv daha sonra uygulanacak olan kompozit materyali ile de iyi bir bağlanma ortaya koymalıdır. Dental adezivlerin mine ve dentine bağlanmasında temel mekanizma mekanik kilitlenmedir. Etkin bir mikromekanik tutuculuk, diş dokusunun uygun demineralizasyonu, rezinin bu bölgelere infiltrasyonu ve maksimum düzeyde rezin polimerizasyonu ile sağlanır. Bu bağlamda da adeziv bileşenlerinin yüzeyi ıslatma, difüzyon, penetrasyon ve polimerizasyon özelliklerinin maksimum düzeyde olması gerekir. Bazı adezivlerde, mikromekanik bağlanmanın yanı sıra kimyasal etkileşimler de tutuculuğa katkı sağlar. Kompozite bağlanma ise oksijenin inhibe edildiği katmanda, rezidüel çift bağların (-C=C-) ko-polimerizasyonu ile gerçekleşir. Tüm bu etkileşimlerin oluşabilmesi adezivin kompozisyonunda yer alan yapılarla ilişkilidir. Kompozitl rezine benzer şekilde dental adezivlerde de polimerize olmuş rezin, sistemin iskeletini oluşturur, bütünlüğünü ve fizikomekanik özelliklerini sağlar, bu bakımdan da büyük önem taşır. Adezivleri oluşturan bileşenler, genel olarak aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

- a. Asidik adeziv monomerler,
- b. Monofonksiyonel ko-monomerler,
- c. Çapraz bağ monomerleri,
- d. Fotobaşlatıcılar, çözücüler.

Yapıda yer alan monomerlerin tümü sistemdeki diğer monomerlerle yüksek düzeyde serbest radikal homopolimerizasyonu veya kopolimerizasyonu yapabilmelidir. Bağlayıcı sistemde çok kullanılan aseton veya etanol gibi sulu çözücülerde yeterli düzeyde çözünme özelliği olmalıdır. Monomer ve oluşan polimer stabil olmalıdır. Prematüre polimerizasyonun yanısıra oksijen, ısı ve ışık ile bozulmaya ve su ile çözünmeye karşı dayanıklılık sergilemelidir. Adeziv tabakanın dayanıklılığı açısından minimum su emilimi ve minimum polimerizasyon büzülmesi göstermelidir. Oral toksisite monomerlerde istenilmeyen bir özelliktir. Monomerler dışın sert dokularıyla çeşitli etkileşimlere girdiği için diş yüzeyini kısa bir sürede mikromekanik bağlanma için yeterli derecede pürüzlendirme yapılmalıdır. Dentin yüzeyini yeterince ıslatabilmeli ve dentin tübüllerine penetre olabilmelidir. Ayrıca kollajen ile

kovalen bağ ve düşük çözünürlüklü kalsiyum tuzları oluşturarak dişin sert dokuları ile bağlanabilmelidir (Moszner ve ark., 2005; Van Landuyt ve ark., 2007).



Şekil 1.5. Adeziv sistemleri oluşturan bileşenler.

Bu genel özellikler, monomerlerin yapısal olarak özel tasarımları ile sağlanabilmektedir. Bu bağlamda bir veya birden çok polimerize olabilen gruplara ek olarak yapıya fonksiyonel gruplar ilave edilebilir. Ayrıca, polimerize olabilen 2 veya 3 grubu birbirine bağlayan ya da polimerize olabilen grupları adeziv gruplara veya fonksiyonel gruplara bağlayan çapraz bağ monomerleri sistemde önemli rol oynarlar. Bunların tasarımı, monomerin çözünebilirlik, viskozite, ıslatma, esneklik ve penetrasyon gibi özelliklerini doğrudan etkiler. Ara gruplar da bu yapıya bağlanabilir (Moszner ve ark., 2005) (Şekil 1.5)

1.1.4.1. Asidik Adeziv Monomerler

Fosfonik asitler veya asidik fosfatlar gibi fosfor içeren monomerler, dentin ve mine dokusunu pürüzlendirme yeteneğine sahiptirler. Ayrıca, bu monomerler asit ile muamele edilmiş dentine difüzyonu da artırır. Fosforik asitin gliserol dimetakrilat esteri (GDMP) dentine bağlanmayı etkili bir şekilde arttıran ilk monomerdir. Bis-GMA, metakriloksiletil fenilhidrojen fosfat (MEP-P), MDP, metakriloksilprofil dihidrojen fosfat (MEP, HEMA fosfat), dipentaeritrolpentaakrilil dihidrojenfosfat (PENTA-P) fosfor içeren monomerlerden bazılarıdır (Moszner ve ark., 2005, Van Landuyt ve ark., 2007).

Bir diğer asidik adeziv monomer grubu polimerize olabilen karboksilik asitlerdir. Bunların adeziv sistemlerde kullanımı büyük ölçüde azalmıştır. Günümüzde, sadece 4-metakriloksiletil trimellitik asit (4-MET), 4-META ve 10-metakriksidesil malonik asit (MAC-10) kendinden pürüzlendirme yapan bağlayıcı ajanların içinde yer almaktadır. Bu polimerize olabilen doymamış karboksilik asitlerin pH değeri 2.0'den daha düşüktür, mine ve dentinde pürüzlendirme yapabilme özelliğine sahiptir (Moszner ve ark., 2005).

1.1.4.2. Monofonksiyonel Ko-monomerler

Bağlayıcı sistemlerde, adeziv ve asidik özellikte olan monomerler dışında bağlayıcı ajana karışabilirlik, viskozite, ıslatabilme, film kalınlığı, monomer penetrasyonu ve polimerizasyon reaktivitesi gibi özellikler kazandıran mono veya difonksiyonel non-asidik metakrilatlar da bulunmaktadır. Bu monomerler, polimerize olmuş adeziv rezinin mekanik dayanım, su emilimi, hidrolitik veya enzimatik yıkıma dayanıklılık gibi özelliklerini de etkilerler. Bunlardan HEMA en çok tercih edilen monomerdir (Moszner ve ark., 2005; Van Landuyt ve ark., 2007).

1.1.4.3. Çapraz Bağ Monomerleri

Çapraz bağ monomerleri olarak dimetakrilatlar, adezivlerde polimer ağın oluşmasına katkı sağlarlar. Bu monomerlerin kullanılmasıyla birlikte polimerizasyon hızında, mekanik

özelliklerde artış görülürken, suda, çözünme özelliği azalır. Bis-GMA, UDMA, gliserol dimetakrilat (GDMA), TEGDMA en popüler monomerlerdir. Dimetakrilatlar, viskozite, polarite, suda çözünürlük, polimerizasyon büzülmesi, film formasyonu ve reaktivite yönünden farklılıklar sergilerler. Bis-GMA yüksek reaktivite ve viskozite sergiler ancak suda çözünümü düşüktür. TEGDMA ve GDMA ise düşük su çözünürlüğü ve viskozite ortaya koyarlar. Ancak bu monomerlerin hiçbirisi sulu asit çözeltide stabil değildir ve diol veya metakrilik asitlerin oluşmasıyla çözünürler (Moszner ve ark., 2005).

1.1.4.4. Işıklı Başlatıcı Sistemler ve Çözücüler

Tüm bağlayıcı sistemlerde polimerizasyon işlemi ışıkla ya da redoks reaksiyonu ile başlatılır. Kendinden pürüzlendirme yapan bağlayıcı sistemlerin sorunu; asidik monomerler ile ışıkla polimerize olan sistemlerde kafurkinin, kimyasal olarak polimerize olan sistemlerde ise amin/peroksit şeklinde bulunan aminler arasında oluşan asit-baz reaksiyonudur. Her iki durumda da polimerizasyonu başlatan amin radikallerinin konsantrasyonu azalır ki bu da polimerizasyonun gecikmesine yol açar. Bu sebeple, bağlayıcı sistemde bulunan asit ve amin konsantrasyonlarının birbirine göre ayarlanması önem taşır. Bu problemi azaltmak için bazı kendiliğinden pürüzlendirme yapan sistemlerde çeşitli önlemler alınmıştır (Moszner ve ark., 2005).

Dentin dokusu yaklaşık %70 hidroksiapatit, %20 organik, %10 sudan oluşmaktadır. Bu nemli ortamı ıslatabilmek için hidrofilik bağlayıcı komponentlerin kullanılması zorunludur. Mine ve dentinin dekalsifikasyonu ve smear tabakanın kaldırılması iyonik etkileşimlerle gerçekleşmektedir. Asidik monomerler ile kalsiyum iyonları şelasyon yapar ve kollajen liflerin bir kısmı ya çözünür ya da hibridize olur. Bu iyonik etkileşimler için su gereklidir. Bundan dolayı kendinden pürüzlendirme yapan adezivler ve primerler su bazlıdır. Her ne kadar bu sistemler yüzeyi tamamen pürüzlendiren adezivler gibi neme duyarlı değilseler de ortamdaki aşırı su, adezivin monomer içeriğini azaltarak polimerizasyonunu olumsuz etkiler. Bu nedenle adezivlere etanol, aseton gibi çözücüler ilave edilerek suyun daha hızlı uzaklaştırılması amaçlanmıştır (Moszner ve ark., 2005; Van Landuyt ve ark., 2007).

1.1.5. Kompozit Rezin Esaslı Yapıştırma Simanlarının Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları;

- Daha fazla tutuculuk ve stabilite ortaya koyarlar.
- Farklı yüzeylerle iyi bir bağlanma sergilerler.
- Baskı ve gerilme dayanımları geleneksel simanlardan daha yüksektir.
- Mikrosızıntı diğer simanlara göre daha azdır. Böylece;
 - ✓ Marjinal renklenmelere,
 - ✓ Tekrarlayan çürüklere,
 - ✓ Pulpada patolojik olaylara daha az rastlanır.
- Fonksiyonel kuvvetlerin daha iyi dağılımını sağlarlar.
- Zayıf diş dokusunu kuvvetlendirme potansiyeline sahiptirler.
- Minimum diş dokusunun uzaklaştırılması yeterlidir.
- Ağız ortamında düşük çözünürlük sergilerler.
- Dentin tübüllerini tıkama yoluyla hassasiyetin giderilmesine yardımcı olurlar.
- Farklı renk ve opasite seçenekleri ile estetik restoratif diş hekimliği için geniş imkanlar sunarlar (Jivraj ve ark., 2006; Hill, 2007; Carville and Quinn, 2008; Gökçe ve ark., 2008).
- Dezavantajları ise:
 - Ortaya koydukları film kalınlığı diğer simanlara göre daha fazladır
 - Klinik uygulamaları karmaşıktır ve teknik hassasiyet gösterirler.
 - Belirli uygulamalar için fazla güçlüdürler. Restorasyon sökümü kimi durumlarda tüm restorasyonun zarar görmesine sebep olabilir.
 - Özellikle derin preparasyonlarda, postoperatif hassasiyet gelişebilir.

- Önlem alınmazsa, oksijen varlığında polimerizasyon inhibe olur.
- Düşük elastisite modülüne sahip olmaları çok üyeli kırılğan tam seramik restorasyonlarda sorun yaratabilir.
- Simantasyon sonrasında taşan simanların temizlenmesi güçtür
- Pahalıdırlar.
- İn vivo olarak uzun süreli stabiliteleri tartışmalıdır. Bu doğrultuda en çok bildirilen başarısızlık nedenleri bağlanma ve marjinal adaptasyon sorunlarıdır. (Burke 2005; Pegoraro ve ark., 2007).

1.2. Kendinden Adeziv Rezin Esaslı Yapıştırma Simanları

Kendinden adeziv rezin simanlar, geleneksel (polikarboksilat ve cam iyonomer simanlar) ve rezin esaslı yapıştırma simanlarında görülen bazı eksiklikleri gidermek ve farklı simanların olumlu özelliklerini tek bir üründe toplamak amacıyla geliştirilmiş rezin esaslı yapıştırma materyalleridir (Radovic ve ark., 2008; Ferracane ve ark., 2011). Restorasyona ve diş yüzeyine, hem cam iyonomer simana benzer şekilde monomer asidik gruplar ile hidroksiapatit arasındaki reaksiyonlar sonucu kimyasal olarak, hem de diğer rezin esaslı simanlarda olduğu gibi mikromekanik kilitleme ile bağlanırlar. Simandaki multifonksiyonel monomerler mine ve dentini dekasifiye ederken aynı zamanda ortaya çıkan boşluklara infiltre olurlar. Burada temel sertleşme reaksiyonu ışıkla veya serbest redoks sistemi ile başlatılan radikal polimerizasyonudur. Bu reaksiyon ile çok sayıda monomerin çapraz bağlanması sonucu yüksek moleküler ağırlığı olan polimerler oluşur. Buna ilave olarak, monomer karışımındaki fosforik asit metakrilatları alkalın doldurucularla ve dişin sert dokusunda bulunan hidroksiapatit ile reaksiyona girerler. Bu reaksiyon sonucu su açığa çıkar ki bu da nötralizasyon reaksiyonunu hızlandırarak ortamın pH'sını 1'den 6'ya yükseltir. Söz konusu asit-baz reaksiyonunun hızı ve zamanı, ortamdaki su miktarı, iyon çözünürlüğü ve difüzyon özellikleri gibi faktörlerden etkilenir. Nötralizasyon reaksiyonu sonucu ortaya çıkan suyun, simanın başlangıç hidrofilitesini arttırarak dokulara adaptasyonunu geliştirdiği ve nem

toleransı sağladığı ifade edilmektedir. Aynı zamanda ortamda oluşan su, asidik fonksiyonel gruplar tarafından ve iyon açığa çıkaran doldurucu partiküllerin reaksiyonu sırasında tekrar kullanılmaktadır. Bu reaksiyonlar nihayetinde akıcı bir kayma ile hidrofobik matrikse dönüşüm sağlanır (Şekil 1.6).

Araştırmacılar, kendinden adeziv rezin simanların smear tabakası oluşturma ve rezin uzantı formasyonu bağlamında mine ve dentin ile son derece sınırlı bir etkileşim ortaya koyduğu yönünde hem fikirdirler (Behr ve ark., 2004; Rodovic ve ark., 2008; Ferracane ve ark., 2011). Ancak Monticelli ve ark., (2008), derin bir infiltrasyon olmamasına rağmen mikromekanik bağlanma olduğunu belirtmişlerdir. Bu doğrultuda, kendinden adeziv rezin simanların diş yüzeyine bağlanmasında, mikromekanik tutuculuğun ve kimyasal etkileşimlerin rol oynadığı ifade edilebilir. Nitekim, hidroksiapatitdeki kalsiyum ile siman arasında etkin bir kimyasal bağın oluştuğu X-rey fotoelektron spektroskopisi ile gösterilmiştir (Ferracane ve ark., 2011).

Sunum şekli, çalışma/sertleşme zamanı, renk seçeneği ile estetik çeşitlilik sergileyen bu sistemlerin başlıca üstünlükleri, flor açığa çıkarmaları, ortamın neminden etkilenmemeleri, radyopak olmaları ve polimerizasyonlarının hem ışık hem de kimyasal olarak sağlanmasıdır. Bu sayede, seramik veneerler dışında tüm indirek restorasyonların simantasyonunda kullanılabilirler. Diş yüzeyinde ön hazırlık gerektirmemeleri ve tek aşamada, kolaylıkla uygulanmaları önemli diğer özellikleridir. Smear tabaka kaldırılmadığı için, postoperatif duyarlılığın olmadığı ifade edilmektedir. Bunun yanı sıra, söz konusu sistemlerin, estetik üstünlük, optimal mekanik özellikler ve boyutsal stabilite gibi avantajlara sahip olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan, uzun süreli stabilitelerinin tartışmalı olması ve bazı vakalarda uygulama sonrasında hassasiyet oluşturmaları başlıca dezavantajlarıdır (Hill, 2007; Radovic ve ark., 2008).

Günümüzde, çok sayıda kendinden adeziv rezin siman kullanıma sunulmuştur. Bu simanlar, esas olarak asidik ve non-asidik olarak niteleyebileceğimiz iki ana bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler el ile karıştırma, kapsül, otomatik karıştırıcı uç gibi farklı yöntemlerle

kariştirilmektedir. Bazı üretici firmalar, iki bileşenin kompozisyonunu kapsamlı olarak verirken diğerleri ile ilgili genel bilginin sınırlı olduğu görülmektedir.

Kendinden adeziv rezin simanların, önemli bir bileşeni geleneksel mono, di ve/veya multi metakrilat monomerlerdir. Bis-GMA, UDMA, HEMA, GDMA, TEGDMA ve trimetilopropan trimetakrilat (TMPTMA) bunlardan bazılarıdır. Demineralizasyon ve diş dokusuna bağlanmayı sağlayan monomerler ise, esas olarak karboksilik asit veya fosforik asit gruplarına sahip metakrilatlardır. Karboksilik asit olarak 4-META, piromelitik gliserol dimetakrilat (PMGDM) kullanılırken, fosforik asit olarak Fenil-P ve MDP, bis monoasilglisero fosfat (BMP) ve Penta-P kullanılmaktadır. Fosfatlar ve fosfanat esaslı yeni monomerler gün geçtikçe araştırılmaktadır. Bunlar, mine ve dentin dokusunun demineralizasyonu ve genelde kalsiyum içeren tuz oluşumuna katkıda bulunmaktadır. Asidik monomer seçimi oldukça önemlidir. Örneğin kalsiyum ile hidrofobik MDP arasında güçlü ve sulu ortamda çözünmeyen tuz kompleksi oluşurken, 4-Met ile Fenil-P arasında daha az güçlü ve sulu ortamda daha fazla çözünebilen kalsiyum kompleksi oluşmaktadır (Van Landuyt ve ark., 2008; Ferracane ve ark.,2011).

Kendinden adeziv rezin simanlarda, asidik monomerlerin konsantrasyonu nihai polimerin aşırı hirofilik olmasını engelleyecek düşüklükte aynı zamanda da belirli düzeyde kendinden pürüzlendirme yapabilecek ve mine/dentine yeterince bağlanmayı sağlayacak yükseklikte olacak şekilde dengelenmelidir. Asidik monomerlerin belli bir dereceye kadar serbest radikal polimerizasyonu göstermesi, kendinden adeziv rezin simanların polialkenoid simanlara benzer şekilde bağlanma sağlamasına ve asidik ko-monomerlerin non-asidik ko-monomerlere oranının tam olarak kontrol edilmesine olanak tanır. Zira, gereğinden fazla olan hidrofilik karakter simanın fazla akışkan olmasına sebep olarak mekanik dayanımını ve boyutsal stabilitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Ancak, daha önce de belirttiğimiz gibi, söz konusu simanların kariştirildikten hemen sonra sahip oldukları hidrofilik özellik, diş dokusunu ıslatabilme ve bu dokuya uyumu kolaylaştırmaktadır. Ancak, asidik monomerlerle dolduruculardan açığa çıkan metal oksitler ve dişteki kalsiyum arasındaki reaksiyonlar sonucu asidik işlevlerdeki azalma maddenin hidrofobik özelliğinde artışa neden olur. Doldurucular,

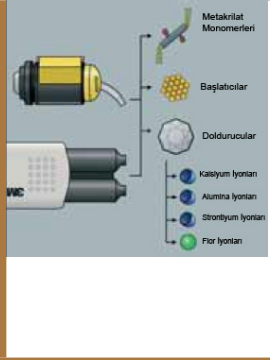
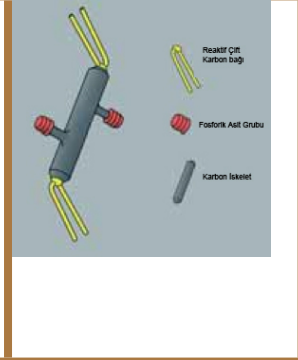
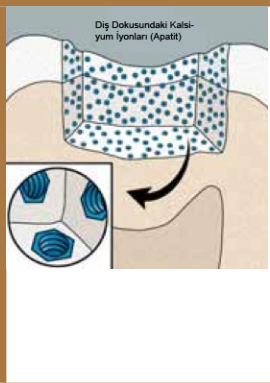
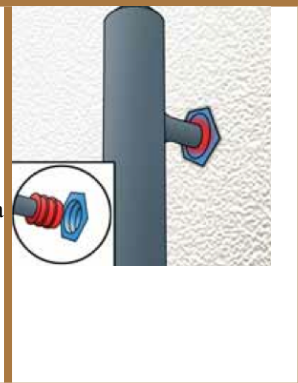
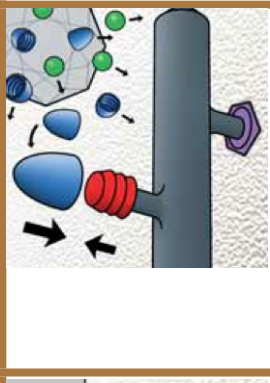
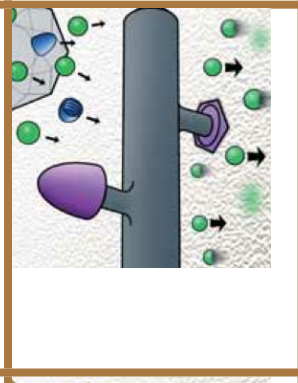
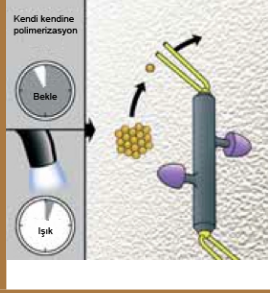
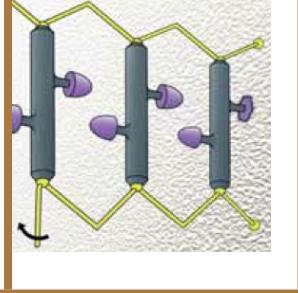
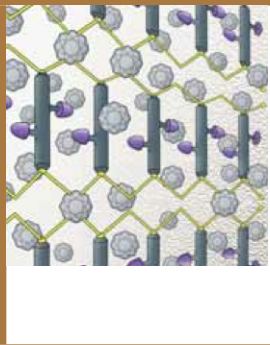
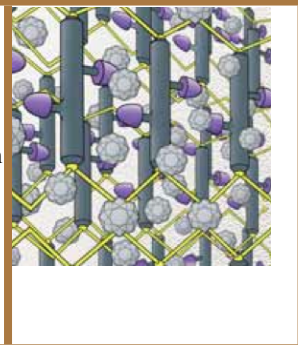
baryum floraminoborosilikat camı, stronsium kalsiyum aluminosilikat camı, kuartz, kolloidal silika, yitrium florid gibi maddelerden oluşmaktadır. Asitte çözülebilen camlar, sertleşme reaksiyonunda görev almanın yanı sıra rezinin asiditesini nötralize etmekte ve sodyum, kalsiyum, silikat ve flor iyonlarının lokal olarak salınımına da katkı sağlamaktadırlar. Toplam doldurucu oranı ağırlık olarak yaklaşık %60-75 arasındadır. Asidik monomerler ile camlar arasında oluşabilecek erken asit-baz etkileşimlerini ortadan kaldırmak ve serbest radikal kimyasal sertleşme reaksiyonunu artıran redoks başlatıcı komponentleri ayrı tutmak bakımından kendinden adeziv rezin sistemlerin iki ayrı bileşen şeklinde sunumu önem taşımaktadır. Buna ek olarak, redoks sertleşme reaksiyonu ile birlikte fotobaşlatıcı mekanizma da kullanılmaktadır. Bu doğrultuda içerikte yer alan tersiyer amin veya diğer elektron veren maddelerin de asidik monomerlerden ayrı tutulması gerekir. Böylece, asidik ve amin özellikte olan monomerlerin raf ömrü uzatılmış olur (Ferracane ve ark.,2011).

Kendinden adeziv rezin simanlar, formülasyonunda stabilite sorunları gösterebilen, güçlü asidik monomerler ile üretilmektedir. Bu sorunu çözmek amacıyla, günümüzdeki çalışmalar nötral monomerlerin yapıya iştirakının sağlanması yönündedir. Metakrilatlarla karşılaştırıldığında, sulu asidik ortamda çok daha fazla hidrolitik stabilite ortaya koyan, aynı zamanda da biyolojik olarak uyumlu nötral monomerlerden bir grubu bisakrilamit esaslı monomerlerdir (di-etil N-akriloaminopropanol (DEAAP) ve di-benzil N-akriloaminopropanol (DBAAP) gibi). Yapıya 2,4,6-trimetilfenil 2-[4-(dihidroksifosforil)-2-oksabutyl]akrilat (MAEPA) monomerinin ya da allyl eter reaktif gruplarını içeren monomerlerin ilavesi diğer yaklaşımlardır. Ancak üretici firmalar, kendinden adeziv rezin simanların kompozisyonlarını tam olarak vermedikleri için yeni geliştirilen nötral monomerlerin bunların içeriğinde yer alıp almadıkları tam olarak bilinmemektedir.

Kendinden adeziv rezin simanların asidik bileşeninde pH'ın düşük olması benzoil peroksit ve tersiyer amin gibi reaksiyonu başlatıcı sistemlerin işleyişini bozar. Redoks polimerizasyonunda, asidik ortamda benzoil peroksit radikaller açığa çıkarırken, aminler peroksitle aktivasyonlarını önemli ölçüde azaltan tuzları oluştururlar. Bu olayı azaltmak için

formülasyonun asidik kısmında aside toleranslı bir oksidan olan kümen hidro peroksit (CHP), non asidik kısımda ise indirgeyici ajan olarak tioürezazların kullanımı önerilmektedir. Ayrıca, ışıkla polimerizasyonun başlatılması için asidik komponente kafurkinin veya 2,4,6 Trimetil benzoil difenil fosfin oksit (TPO), non-asidik komponente ise etil-4-(dimetil amino)benzoat (EDMAB) veya N,N-dimetilaminobenzonitril ilave edilmektedir. Redoks başlatıcıların ve foto başlatıcıların aside duyarlı olması nedeniyle, bunların direnci sodyum aril sulfat (SBS) ve aril borat tuzlarının (ABS) ilavesi ile artırılmıştır (Ferracane ve ark., 2011).

Günümüzde, çeşitli imalatçılar tarafından üretilen kendinden adeziv rezin simanlar klinisyenlerin kullanımına sunulmuştur. Ancak, ilgili kaynaklar irdelendiğinde araştırmaların daha çok RelyX Unicem (3M ESPE) ve Maxcem (Kerr) yapıştırma simanları üzerinde yürütüldüğü görülmektedir. Diğer kendinden adeziv rezin simanlarla ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu doğrultuda bir değerlendirme yapıldığında; kendinden adeziv rezin simanların, geleneksel rezin esaslı simanlara nazaran mineye makaslama ve mikro-gerilim bağlanma dayanımlarının daha düşük olduğu bildirilmiştir (De Munck ve ark., 2004). Bağlanma değerleri, örneklerin ısısız döngü ile yaşlandırılmasından sonra daha da azalmıştır. Diğer taraftan, prepare edilmiş mine yüzeyinin, simanın uygulanmasından önce fosforik asitle pürüzlendirilmesi RelyX Unicem'in bağlanma dayanımını belirgin olarak artırmıştır. Farklı kendinden adeziv rezin simanların mine ile oluşturduğu ara yüzün mikromorfolojik incelemesi, mikromekanik tutuculuğun varlığını açığa çıkarmamıştır (De Munck ve ark., 2004).

	<p>1</p> <p>RelyX Unicem Simanın Bileşenleri</p> <ul style="list-style-type: none"> •Metakrilat Monomerleri •Doldurucular •Kimyasal Başlatıcılar •Işık Başlatıcıları 		<p>2</p> <p>Reaktif karbon çift bağı ve fosforik asit grubu içeren metakrilat monomerleri birbirine karbon iskelet ile bağlanır</p>
	<p>3</p> <p>Mine ve dentinde kalsiyum ve kollajen lifleri içeren inorganik apatit kristalleri bulunur.</p> <p>Buna ek olarak diş dokusunda 'su' da vardır.</p>		<p>4</p> <p>Karıştırma işleminden sonra pH düşük, hidrofilik özellik yüksek olur. Metakrilat monomerindeki negatif yüklü fosforik asit grupları diş yüzeyindeki CA iyonları ile bağ yapar. Fosforik asit grupları böylelikle nötrale olur. pH artar. Dişe bağlanma gerçekleşir.</p>
	<p>5</p> <p>Metakrilat monomerinin fosforik asit grubu polimerizasyon reaksiyonu sırasında dolduruculardan salınan iyonlar ile nötrale olur.</p>		<p>6</p> <p>Ortama salınan flor iyonları diş dokusu tarafından absorbe edilir.</p>
	<p>7</p> <p>Siman sertleşmesi de metakrilat monomerlerinin radikal polimerizasyonu ile gerçekleşir.</p>		<p>8</p> <p>Reaktif karbon çift bağların etkileşmesi sonucu metakrilat monomerleri birbiri ile çapraz bağ yapar.</p>
	<p>9</p> <p>Radikal polimerizasyon reaksiyonu ile sertleşme gerçekleştiği sırada siman matriks hidrofilik karakterden hidrofobik karaktere dönüşür.</p>		<p>10</p> <p>Metakrilat monomerleri ve doldurucular birbiri ile sıkı bir şekilde 3-boyutlu siman matrikse gömülür.</p> <p>(RelyX Unicem Product Manual, 2010)</p>

Şekil 1.6. Kendinden adeziv rezin esaslı yapıştırma simanlarının bağlanma mekanizması.

Kendinden adeziv rezin simanların, koronal dentine adezyonu incelendiğinde, bunların çok aşamalı geleneksel rezin esaslı yapıştırma simanlarına göre, daha düşük bağlanma değerleri ortaya koydukları bildirilmiştir. (De Munck ve ark., 2004; Yang ve ark., 2006; Viotti ve ark., 2009). Ancak, benzer bağlanma dayanımı bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Abo-Hamar ve ark., 2005; Nakamura ve ark., 2010) Dentin yüzeyinin önceden asitle pürüzlendirilmesi, minenin aksine, RelyX Unicem'in bağlanma değerlerini önemli ölçüde düşürmüş, yapıştırma sırasında uygulanan basıncın artırılması veya yüzeyin poliakrilik asit ile temizlenmesi ise simanla dentin yüzeyi arasındaki bağlantıyı güçlendirmiştir (Pavan ve ark., 2010). Çalışmalarda, Maxcem, RelyX Unicem'e göre çok daha düşük bağlanma değerleri ortaya koymuş ve bağlanma kuvveti, uygulama basıncının artırılmasından veya poliakrilik asit uygulamasından olumlu yönde etkilenmemiştir. Mikromorfolojik bulgular, kendinden adeziv rezin esaslı simanlarla dentin ara yüzünde belirgin bir hibrit tabakanın varlığını ya da rezin uzantı oluşumunu açığa çıkarmamıştır (De Munck ve ark., 2004).

1.3. Adeziv Simantasyonun Başarısını Etkileyen Klinik Faktörler

Daha önce de ifade edildiği gibi restorasyonun başarısını etkileyen en önemli faktörlerden birisi diş dokusu ile yapıştırma simanı arasındaki bağlantıdır. Mine ile rezin esaslı yapıştırma simanları arasında istenilen düzeyde bir bağlanma sağlanırken, yapısındaki morfolojik ve fiziksel farklılıklar nedeniyle dentine bağlanma daima sorun oluşturmuştur. Dentinle ilgili olarak bağlanmayı etkileyen değişkenlerin bilinmesi, klinisyenlerin materyal seçimini daha bilinçli yapması, bu doğrultuda da adezyonun başarısı bakımından önemlidir.

1.3.1. Yüzey Dezenfektanları

Diş preperasyonununun tamamlanabilmesi için sert ve temiz bir yüzey oluşturulması gerekmektedir. Çürük diş dokusu uzaklaştırıldıktan sonra dentin tübüllerinde az da olsa

bakterilerin bulunabildiği belirtilmiştir. Bu nedenle simantasyon öncesinde dezenfektan veya yüzey temizleyicilerin kullanılması önerilmiştir (El-Housseiny ve Jamjoum, 2000). Bu bağlamda etanol, etil asetat, aseton veya klorheksidin diglukonat içeren farklı dentin temizleyici ajanlardan yararlanır. Ancak, en sık kullanılan dezenfektanlardan birisi olan %2'lik klorheksidin'in içeriğinde bulunan klorheksidin glukonat, mine ve dentindeki hidroksiapatitler tarafından absorbe edilir. Bu doğrultuda, klorheksidin'in ilgili dokularda yapısal ve kimyasal değişimlere yol açarak rezin siman/diş yüzeyi arasındaki bağlantıyı bozması olasıdır. Ancak çalışmalar, bu uygulamaların kompozit rezinin bağlanma dayanımını etkilemediğini aksine aseton veya etanol gibi suda çözünen bileşenler içeren dezenfektanların suyu emerek kollajen ağ içerisine rezin monomer infiltrasyonunu kolaylaştırdığını açığa çıkarmıştır (El-Housseiny ve Jamjoum, 2000; Saraç ve ark., 2008).

Antibakteriyel etkisinin yanı sıra, günümüzde klorheksidin, dental adezyonda proteaz inhibitörü olarak da kullanılmaktadır. Asit uygulamasından sonra açığa çıkan kollajen fibrillerin, matriks metalloproteinazları (MMP) tarafından bozulduğu düşünülmektedir. Araştırmalar, in vivo olarak uygulanan klorheksidin'in hibrit tabakasının bütünlüğünü artırdığını göstermiştir. İn vitro çalışmalarda da asitle pürüzlendirme sonrasında yüzeyin klorheksidinle muamele edilmesi, kollajenolitik aktiviteyi kuvvetle inhibe etmiştir (Perdigão, 2010).

Yüzey dezenfektanlarının yanı sıra antibakteriyel özellik gösteren primer içeren adeziv sistemler de mevcuttur. Resin esaslı materyallerin antibakteriyel etkinliğini geliştirmek için içerisinde yeni bir monomer olan 12-metakriloksi lauril pridinyum bromid (12-MDPD) bulunan bağlayıcı ajanlar geliştirilmiştir (Ör. Clearfil Protect Bond). Çal ve ark. (2006), MDPD primer içeren adeziv sistemin, ışık ve kimyasal yolla polimerize olan 3 farklı rezin simanın (Variolink 2, RelyX ARC, Panavia F 2.0) dentinle oluşturdukları bağ üzerine etkisini incelemişler, kullanılan tüm rezin simanların makaslama bağ dayanımlarında artış saptamışlardır.

1.3.2. Hassasiyet Gidericiler

Hidrodinamik teoriye göre dentin hassasiyeti, dentin tübülleri içerisindeki sıvının hızla yer değiştirmesi sonucunda sinirlerin aktive edilmesi ve ağrı oluşumu ile meydana gelir. Bu teorinin ışığında, dentin tübüllerinin bloke edilmesi ile sıvı hareketlerinin önleneceği ve hassasiyetin ortadan kalkacağı düşünülmektedir.

Bazı çalışmalarda, asit ile pürüzlendirilmiş dentin yüzeyine kristal içeren %3 potasyum oksalat uygulamasının, kullanılan adezivden bağımsız olarak dentin geçirgenliğini azalttığı ve bağlanma değerlerine olumlu katkı sağladığı bildirilmiştir. Konu ile ilgili diğer çalışmalarda ise bu uygulamanın bağ dayanımına belirgin bir etkisi bulunamamıştır. Aynı amaçla kullanılan bir diğer kimyasal glutraldehid'dir. Bu bağlamda, Gluma Desensitizer-Kulzer (%5 glutraldehit, %35 HEMA, su) ile yapılan in vitro çalışmalar, bu preparatın dentin geçirgenliğini uzun süreli olarak azalttığını açığa çıkarmıştır. Ancak açık tübüllere uygulanan hassasiyet giderici ajanların pulpal toksisite potansiyeli tartışmalıdır (Perdigao, 2010).

1.3.3. Smear Tabakası

Dentinin frezlerle veya diğer aletlerle prepare edilmesi sonrasında, yüzeyde organik ve inorganik bileşenlerden oluşan smear tabakası oluşur. Bu tabakanın, alttaki dentine bağlantısı son derece zayıftır (5 MPa). Smear tabakası, dentin tübüllerinin ağzını doldurarak smear tıkaçlarını oluşturur ve dentinin geçirgenliğini %86 oranında azaltır. Bu bağlamda, adeziv sistemlerin dentine bağlanma performanslarını, smear tabakanın kompozisyonu, kalınlığı gibi özelliklerinin yanı sıra kullanılan adezivin bağlanma stratejisi de büyük ölçüde etkiler (Perdigao, 2010).

Preperasyon sırasında kullanılan frezin tipine ve gren büyüklüğüne bağlı olarak smear tabakanın kalınlığı da değişmektedir (Nishimura ve ark., 2005). Smear tabakanın kalınlığı,

özellikle de yoğunluğu, kendinden pürüzlendirme yapan adezivlerde dentine bağlanmayı etkileyen önemli bir faktördür. Bu doğrultuda, yüzeyde bir miktar pürüzlülük oluşturacak normal grenli elmas frezlerin kullanılması, bizotajın ise ekstra ince grenli elmas frezle yapılması önerilmektedir. Yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistemlerde smear tabaka tamamen ortadan kaldırıldığı için kullanılan frezin bağlantı dayanımına etkisi olmamaktadır (Nishimura ve ark., 2005; Perdigão, 2010).

Uygulanma şekli de kendinden pürüzlendirme yapan hafif yoğunlukta adezivlerin smear tabakasından geçişini etkileyerek bağ dayanımına katkı sağlar. Pasif bir uygulama ile kendinden pürüzlendirme yapan adeziv, kalın smear tabakasından geçerek sağlam dentin üzerinde ince bir hibrit tabaka oluşturur. Adezivin devamlı ovuşturularak uygulanması (ajitasyon) ise, smear tabakasının da eritilmiş olarak içine dahil edildiği kalın bir hibrit tabakanın meydana gelmesini sağlar (Perdigão, 2010).

1.3.4. Dentindeki Bölgesel Farklılıklar

Pulpaya yaklaştıkça, dentin tübüllerinin sayısının ve çapının artması, geçirgenliğin ve ortamda bulunan su miktarının artmasına sebep olur. Bu durum, kompozit rezin yapıştırma simanı ile demineralize dentin arasındaki etkileşimi olumsuz yönde etkiler ve bağlanmayı azaltır. Özellikle yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistemler dentin derinliğinden daha çok etkilenirler (Pereira ve ark., 1999; Yoshikawa ve ark., 1999).

1.3.5. Çürük veya Sklerotik Dentin

Çürük uzaklaştırıldıktan sonra etrafında kalan dentin kısmen demineralizedir ve tübüller içerisinde mineral kristalleri bulunmaktadır. Bu durumda, daha derin pürüzlendirme olabilmesine rağmen geçirgenliğin az olması nedeniyle, uygun rezin uzantı oluşumu

gerçekleşemez. Böylece, rezin simanların bağlanma değerlerinde de önemli azalmalar ortaya çıkar. Ancak çürükten etkilenmiş dentinin sağlıklı diş dokusu ile çevrili olması durumunda kompozit rezin simanların klinik olarak iyi bağlanma performansı sergiledikleri bildirilmiştir (Pereira ve ark., 1999; Yoshiyama ve ark., 2002). Nakajima ve ark. (2006), hidrostatik pulpal basıncın, Clearfil SE Bond'un (Kuraray) normal dentine bağlanma performansını 1 ay suda bekletme sonrasında önemli ölçüde azalttığını ancak bu azalmanın çürükten etkilenmiş dentinde gözlenmediğini bildirmişlerdir. Bu durum, çürükten etkilenmiş dentinde, tübül içindeki mineral kristallerinin bağlanma ara yüzüne su geçişini engellemesi ile açıklanmıştır. Bir diğer çalışmada da, tek aşamalı kendinden pürüzlendirme yapan adeziv sistemlerin çürükten etkilenmiş dentine bağlanma değerlerinin, normal dentine göre çok düşük olduğu bulgulanmıştır. Ancak, tüm yüzeyi pürüzlendiren ve kendinden pürüzlendirme yapan iki aşamalı adezivlerde, normal ve çürükten etkilenmiş dentin arasında bağlanma değerleri arasında bir farklılık saptanmamıştır (Pereira ve ark., 2006).

Aynı şekilde, hipermineralize sklerotik dentin tabakası da dentinin asitle uygun şekilde pürüzlendirilmesini önler. Dentin tübüllerinin tıkalı olması da rezin uzantı oluşumunu engeller. Sklerotik dentinde, bağlanma dayanımının artırılması amacıyla yüzeydeki hipermineralize tabakanın uzaklaştırılması, daha güçlü asitlerin kullanılması, veya kendinden pürüzlendirme yapan sistemler tercih edildiğinde yüzeye önceden fosforik asit uygulanması önerilmektedir (Kwong ve ark., 2002).

1.3.6. Polimerizasyon Sırasında Kullanılan Işık Kaynağının Özellikleri

Optimal polimerizasyon, yeterli enerjiye ve uygun dalga boyuna sahip ışığın yeterli sürede uygulanması ile mümkündür. Bu doğrultuda, kompozit rezinin tipi, rengi, ışık geçirgenliği, restorasyonun kalınlığı, materyal yüzeyi ile ışık cihazının ucu arasındaki mesafe, polimerizasyon süresi ve ek ışınlama süresi polimerizasyon işlemini etkileyen faktörler arasındadır. Işık cihazının etkinliği bakımından ise doğrusal akımdaki dalgalanmalar, ampul

ve filtrenin durumu, ışığın açığa çıktığı ucun kontaminasyonu veya fiber optik banttaki hasar, tekrarlayan sterilizasyon ve cihazda oluşan ısı önem taşır.

Quartz tungsten halogen (QTH) ışık cihazları yaygın olarak kullanılan cihazlardır. Ancak en büyük dezavantajları ısı oluşturmaları, ampul ömrünün sınırlı olması ve reflektör ile filtrenin zamanla bozulmasıdır. Ayrıca, polimerizasyon etkinlikleri sınırlıdır ve özellikle derin kısımlarda rezin polimerizasyonu yetersiz olabilmektedir (Lindberg ve ark., 2005).

QTH ışık cihazlarına bağlı problemlerin üstesinden gelebilmek için light-emitting diode (LED) teknolojisi geliştirilmiştir. LED ışık cihazları, ışığı termal uygulama ile değil, uyarılmış elektronların serbestleşmesiyle meydana getirir. Bu sayede çok az miktarda ısı açığa çıkmaktadır (Ilie ve ark., 2005; Nitta, 2005).

Lazer ve plazma ark cihazları da aynı amaçla kullanılmaktadır. Bunlar, daha kısa polimerizasyon süresine sahip olmalarına karşın cihazların maliyetleri yüksek, bakımları ise zordur (Ilie ve ark., 2005).

1.3.7. Simanın Viskozitesi ve Polimerizasyon Büzülmesi

Rezin esaslı yapıştırma simanları polimerizasyon sırasında diğer rezin esaslı restoratif materyaller gibi hacımsal olarak büzülme gösterirler. Simanın içeriğine ve vizkozitesine bağlı olarak büzülme miktarı değişmektedir. Vizkozitesi düşük olan simanlar daha iyi akışkanlık gösterdikleri için restorasyonun yerleştirilmesi sırasında daha az strese sebep olurlar. Ancak, ışıkla polimerize edildiklerinde, polimerizasyonun yüzeyden başlamasına bağlı olarak, derin bölgelerde iç gerilimlere yol açarlar. Bu nedenle, siman aralığının ince olduğu restorasyonlarda tercih edilmelidirler. Ancak, mine-sement sınırının altına uzanan, elverişsiz C-faktöre sahip ve siman aralığının kalın olduğu restorasyonlarda, akıcılığı daha az olan kompozit rezin yapıştırma simanları kullanılmalıdır. Zira, bu tip simanların restorasyonun

marjinal özelliklerini geliştirdiği ve daha düşük büzülme stresleri ortaya koyduğu belirlenmiştir (Hahn ve ark., 2001).

Kimyasal olarak veya hem ışık ve hem de kimyasal olarak polimerize olan dual yapıştırma simanlarının reaksiyon hızı, ışıkla polimerize olanlara göre daha yavaştır. Bu durum, büzülme miktarının da az olmasını sağlar. Diğer taraftan, ışıkla polimerize olan simanlardaki hızlı reaksiyon, visköz akışı engeller ve daha düşük dönüşüm derecesi ile birlikte polimer matriks birkaç saniyede rijit hale gelir. Jel aşamasına ulaşıldığında, kompozit rezin büzülmeyle daha fazla kompanse edemez. Sonuçta materyal ile diş dokusu arasında çatlaklar meydana gelir (Spinell ve ark., 2009).

1.3.8. Adeziv Sistem ve Kompozit Rezin Yapıştırma Simanının Polimerizasyon Şekilleri Arasındaki Uyum

Basitleştirilmiş kendinden pürüzlendirme yapan adezivler, kimyasal olarak polimerize olan rezin esaslı yapıştırma simanları ile birlikte kullanıldığında, adezivdeki asidik monomerler ile simandaki tersiyer amin arasında istenmeyen etkileşimler meydana gelir. Bu nedenle, rezin simanda tamamlanmamış polimerizasyon oluşur. Sonuçta, geçirgenlik artar ve başarısızlık kaçınılmaz olur. Bazı araştırmacılar, aynı ters etkileşime, ışık aktivasyonu geciktirilen ışık/ışık ve kimyasal yolla polimerize olan rezin simanlarla, kendinden pürüzlendirme yapan tek aşamalı adezivlerin birlikte kullanımı sırasında da rastlamışlardır (Chieffi, 2005).

1.3.9. Geçici Siman Uygulaması

Geçici siman kalıntıları, dentin yüzeyinin ıslanabilirliğini ve reaktivitesini değiştirerek, bağlayıcı ajanların diş dokusuna penetrasyonunu azaltır. Ayrıca geçici siman artıklarının, polimerizasyon üzerindeki inhibe edici etkisi de simanın maksimum özelliklerini kazanmasını

engeller (Saraç ve ark., 2005; Bağış ve ark., 2010). Bu bağlamda geçici simanın yüzeyden uzaklaştırılma yöntemi önem kazanmaktadır. Özel olarak formüle edilmiş asidik conditioner'ların yüzeye uygulanması, mikropartikül abrazyonu, ekskavatör veya pomza kullanımı bunlardan bazılarıdır. Rutinde kullanılan ekskavatör veya pomzanın geçici siman artıklarını etkin olarak uzaklaştırmadığı belirlenmiştir. Bazı çalışmalar basınçlı mikropartikül uygulamasının siman artıklarını uzaklaştırmada başarılı olduğunu göstermiştir. Bu doğrultuda, dentin yüzeyinin Al_2O_3 partikülleri ile abraze edilmesi tekniği gündeme gelmiştir. Ancak bu yöntemin, dentin içerisine gömülen alumina partiküllere bağlı olarak kendinden pürüzlendirme yapan adezivlerin bağlanma etkinliğini azalttığı bildirilmiştir (Chaiyabutr ve Kois, 2008). Geçici siman uygulamasından önce prepare edilmiş yüzeye bir adezivin uygulanması günümüzde yaygın olarak kullanılan bir diğer yöntemdir. Bu yöntemle, kesim sonrası hassasiyet azaltılırken, geçici simanın, daha sonra uygulanacak rezin esaslı simanın bağlantısı üzerindeki olumsuz etkisi de elimine edilmiş olur (Chaiyabutr ve Kois, 2008).

Kullanılan adeziv sistemin adezyon stratejisi de bağlanmayı etkilemektedir. Tüm pürüzlendirme yapan adeziv sistemler dentini 9-10 μm derinliğinde demineralize ederken kontamine tabakayı da tamamen kaldırmaktadır. Böylece, dentin yüzeyindeki kalıntılar ve serbest ojenol tamamen uzaklaştırılmaktadır. Ancak, kendinden pürüzlendirme yapan sistemlerde diş dokusunun demineralizasyonu ve monomer infiltrasyonu aynı anda gerçekleşir. Bu işlem sırasında geçici siman artıkları ortamda bulunarak bağlantıyı bozabilmektedir (Chaiyabutr ve Kois, 2008).

1.3.10. Dentin Geçirgenliği ve Bağlanma Performansı

Vital dentin hidrate bir yapı sergiler, zengin bir kollajen ağa sahiptir ve dentin tübülleri içerisinde dışarıya doğru bir sıvı hareketi söz konusudur. Bu durum, simanın dentine bağlanmasını olumsuz yönde etkilediği gibi, zaman içerisinde dentin/rezin siman ara yüzünde bozulmaya yol açarak restorasyonun başarısızlığına neden olabilir. Bu doğrultuda, hibrit tabakanın su veya diğer kimyasallara geçirgen olmaması uzun süreli siman bağlanması bakımından çok önemli bir husustur. Ancak pek çok in vitro çalışma, yaşlanma sonrasında,

özellikle suda saklanan örneklerde adeziv kimyasına ve bağlanma mekanizmasına göre değişen derecelerde bozulma olduğunu açığa çıkarmıştır (Hashimoto ve ark., 2010).

Tüm yüzeyi pürüzlendiren sistemler, asit uygulanması sonrasında oldukça geçirgen bir dentin yapısı ortaya koyarlar. Bu nedenle, ortamın neminden ve hidrostatik sıvı hareketlerinden en fazla etkilenen bağlayıcı ajan grubudur. Pulpal basınca bağlı olarak dentin/siman ara yüzünde meydana gelen bozulma esas olarak kollajen hidrolizi, kısmen de suyun adeziv üzerindeki hidrolitik etkisi ile açıklanmıştır (Mazzitelli ve ark., 2008). Bu grupta yer alan adeziv sistemlerde iyi bir hibrit tabakanın oluşması için monomerin demineralizasyon derinliği boyunca infiltrasyonu gereklidir. Bu sağlanamazsa, hibrit tabakanın altında, rezin ile çevrelenmeyen çıplak kollajen fibrillerden meydana gelen bir bölge ortaya çıkar ki bu bölgenin zaman içerisinde hidrolitik çözülmeye uğradığı çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Kollajen hidrolizinin bir nedeni ağız ortamında bulunan bakterileri olabilir (Hashimoto ve ark., 2010). Pashley ve arkadaşları ise (2004), kollajen hidrolizini dentin matriksinde bulunan MMP'ler ile açıklamışlardır. Araştırmacılara göre demineralize bölgede açıkta kalmış kollajen fibriller, yavaş salınım gösteren MMP'ler tarafından zaman içerisinde çözünürler. Dentin/rezin arasındaki bağlanmayı azaltan bir diğer faktör de suyun adeziv üzerindeki hidrolitik etkisidir. Asitle pürüzlendirilen dentin yüzeyi oldukça geçirgen bir yapı sergiler. Bu durumda, dentin tübülleri içerisinde, yüzeye doğru daha fazla bir hidrodinamik sıvı akımından söz edilebilir. Bağlayıcı ajan uygulanırken, yüzeyde birikmiş su, solventin buharlaşması sırasında hidrofilik monomerle karışır, böylece polimer zincirlerini plastize eder, rezin ve kollajen fibrillerin hidrolizine yol açar (Mazzitelli ve ark., 2008; Hashimoto ve ark., 2010; Perdigão, 2010). Özellikle aseton içeren adezivlerde, asetonun hızla buharlaşması adeziv tabakada polimerizasyon öncesinde daha fazla sulu yapıların birikmesine sebep olarak uzun sürede restorasyonun dentine bağlanma performansını bozar (Mazzitelli ve ark., 2008). Bu bağlamda, üç aşamalı yüzeyi tamamen pürüzlendiren adezivlerin, iki aşamalı olanlara göre daha yüksek ve uzun süreli bağlanma dayanımı sergiledikleri bildirilmiştir. Mazzitelli ve ark. (2008), pulpal basıncın taklit edilmediği in vitro testlerde, yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistemlerin en yüksek bağlanma dayanımını ortaya koyduğunu bildirmiştir. Ancak, nemin mevcudiyeti bağlanma dayanımını azaltmıştır. Benzer sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Hashimoto ve ark., 2010; Perdigão, 2010).

İki aşamalı kendinden pürüzlendirme yapan sistemlerde, bağlanmayı zaman içerisinde bozan başlıca etken hibrit tabaka içerisinde rezinin çözünmesidir. Bu sistemlerde, asidik monomer, smear tabakası, smear tıkaçları ve alttaki dentin dokusuna penetrasyonu sırasında pH değişikliklerine bağlı olarak nötralize olur, dolayısıyla tam bir demineralizasyon sağlayamaz. Böylece, yüzeyi tamamen pürüzlendiren bağlayıcı ajanların aksine, kollajen fibriller ve minerallerin karışımından oluşan, geçirgenliği çok düşük bir hibrit tabaka meydana gelir. Söz konusu sistemlerde, asit ve primer'in aynı şişede toplanmasıyla oluşan asidik monomerin demineralizasyon ve infiltrasyon işlevlerini eş zamanlı olarak gerçekleştirdiği varsayılmakta, böylece yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistemlerde gözlenen yetersiz infiltrasyon olayının elimine edildiği düşünülmektedir. Ancak çalışmalar, bunlarda da yetersiz infiltrasyona bağlı olarak hibrit tabaka içerisinde veya bağlayıcı rezinde, “nanoleakage” olarak nitelendirilen rezinle infiltre olmamış alanlar veya yetersiz polimerizasyon bildirilmiştir. Bu durum, zaman içerisinde rezin/dentin ara yüzünün bozulmauna neden olacak su tutulması için bir yol oluşturur. Ayrıca, kendinden pürüzlendirme yapan sistemler, yapılarındaki hidrofilik monomerler ve yüksek solvent konsantrasyonu nedeniyle de rezin hidrolizine yol açarlar.

Günümüzde, uygulama kolaylıkları nedeniyle tek aşama veya tek şişe kendinden pürüzlendirme yapan sistemler popülerite kazanmıştır. Bunlarda üç fonksiyonel kompozisyon (pürüzlendirme, priming ve bağlanma) biraradadır. Bu doğrultuda tek aşamalı sistemler, asidik fosfat veya karboksilik grupları içeren inorganik rezin monomerler, hidrofobik monomerler, su ve organik solventlerden oluşmuşlardır ve oldukça hidrofilitirler (Hosaka ve ark., 2007). Bu sistemlerin zaman içerisinde ortaya koydukları bağlanma etkinliği tartışmalı olup, buna yol açan bazı faktörler ileri sürülmüştür. Bunlardan birisi ozmotik olaylara ve sistemin hidrofilik özelliğine bağlı olarak rezin çözünmesidir. Kendinden pürüzlendirme işlemi için gerekli olan iyonlara ayrışma ancak ortamda suyun bulunması ile mümkündür. Asidik monomerde bulunan diğer ionize olabilen yapılar da hidrofilitir. Bu şekilde bir hidrofilik tabakanın mevcudiyeti, yapıştırma işlemi sırasında dentinden su emilimini artırarak polimer zincirlerinin plastize olmasına yol açar. Özellikle pH'ı düşük tek aşamalı sistemlerde demineralizasyonun fazla olması hidrostatik sıvı transferini daha da artırır. Ortamdaki su, monomerleri dilüe ederek polimere dönüşmesini olumsuz yönde etkiler ki bu da adezivin bağlanma dayanımını azaltır (Hosaka ve ark., 2007; Sauro ve ark., 2007). Bu durum in vitro

çalışmalarda, pulpal basıncın taklit edilmesi ile, su da saklama ile veya solvent olarak kullanılan asetonun, suya oranla daha hızla buharlaştığı durumlarda artış göstermiştir. Dentin derinliği arttıka, içi sıvı dolu dentin túbüllerinin yoğunluğunun artmasına bağlı olarak adezivlerin dentine bağlanma dayanımlarının ve ömrünün kısaldığı görölmüştür (Sauro ve ark., 2007). İlgili sistemlerde uzun süreli başarıyı etkileyen bir diğer faktör, rezin polimerizasyonundan sonra oluşan hibrit tabakanın geçirgen özelliğidir (Hosaka ve ark., 2007). Birçok basitleştirilmiş sistem, adezivin dentinde yayılmasını kolaylaştırmak için HEMA gibi yüksek konsantrasyonda solventlerle hidrofilik monomerleri içerirler. Bu yüksek hidrofilik ko-monomerler olduka yüksek hidrofilik polimerlere dönüşürler. Böylece, bu sistemlerde arada tutulmuş su/solvent ve hidrofilik adeziv tabakaları, su hareketleri için yol (mikrokanal) oluştururlar. Adezivin dış yüzeyi ile dentin arasında uzanan mikrokanallar, dentin sıvısının dışarıya geçişine izin verdikleri gibi ağız sıvılarında bulunan proteinlerin ve diğer biyomoleküllerin kontrolsüz emilimine neden olurlar. Buraları hidrolitik bozulma yerleridir ve özellikle derin dentinde, adeziv filmin mekanik özelliklerini bozarak rezin dentin bağlantısının sürekliliğini olumsuz yönde etkilerler (Yiu ve ark., 2005; Sauro ve ark., 2007, 2009).

Hidrofobik ve hidrofilik monomerlerin kompleks karışımına bağlı olarak meydana gelen faz ayrışımı da tek aşamalı sistemlerde yaygın damlacık oluşumuna yol açarak hibrit tabaka ve adezivin mekanik özelliklerini bozar. Bu damlacıklar hidrofilik bir matriks içerisinde dağılmış hidrofobik BisGMA'dan zengin partiküllerle karakterizedir (Hashimoto ve ark., 2010) Tek şişe sistemlerin kimyasal kompozisyonu da damlacık formasyonunu etkiler. HEMA gibi hidrofilik monomerleri yüksek konsantrasyonda içeren yapılar, dentinden devamlı su emilimini provoke ederek faz seperasyonunu artırırılar. Asidik monomerlerle rezin polimerizasyonunun kimyasal başlatıcısı olarak yapıda yer alan tersiyer aminler arasındaki asit-baz reaksiyonu damlacık oluşumuna yol açarak bağlanma dayanımını azaltır (Sauro ve ark., 2009).

Kendinden adeziv rezin simanlar doğrudan smear tabakası ile örtölü dentin üzerine uygulandıkları için, pulpal basınçtan etkilenmeleri olası görölmemektedir. Ancak, in vitro

çalışmalarda, bunların suya karşı toleranslarında ve bağlanma dayanımlarında farklılıklar kaydedilmiştir (Mazzitelli ve ark., 2008). Bu durum, kısmen simanın içeriği ile kısmen de simanın sertleşmesinde daha etkin olan mekanizma (asit-baz reaksiyonu veya radikal polimerizasyonu) ile açıklanmıştır.

Simantasyon sırasında, dentin geçirgenliğini etkileyen bir diğer faktör anestezi uygulamasıdır. Bu konudaki çalışmalar farklı sonuçlar bildirmişlerdir. Perdigão'nun (2010) belirttiğine göre Pitt-Ford ve ark.(1993) vazokonstriktör içermeyen %2'lik lidokain ile pulpal kan akımında bir azalma kaydetmemişlerdir. Beveridge ve Brown (1965) aynı anestezi ile pulpal kan akımında geçici bir artış gözlemişlerdir. Diğer çalışmalarda ise, epinefrin lidokain karışımı ya da sadece epinefrin veya felipressin gibi vazokonstriktör içeren anesteziklerin pulpal kan akımında azalmaya yol açtığı bildirilmiştir. Tüm bu bilgiler doğrultusunda, pulpal kan akımının adeziv uygulaması sırasında nispeten düşük de olsa var olduğu ve hidrostatik bir sıvı hareketine yol açtığı söylenebilir.

1.4. Çalışmanın Amacı

Günümüzde, estetiğe verilen önemin artması, protetik diş hekimliğinde diş renginde sabit protez uygulamalarını büyük ölçüde yaygınlaştırmıştır. Restorasyonların dişe simante edilmesinde ön plana çıkan adeziv simantasyon sistemleri, günümüzde metal destekli sabit protetik restorasyonlar ve kanal içi post uygulamalarında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Başarılı bir simantasyon işlemi, diş dokusu ile kompozit rezin yapıştırma simanı ve/veya adeziv rezin arasında oluşan kuvvetli ve uzun süreli bağlanmanın sağlanması ile gerçekleşir. Bu amaçla, bağlanma mekanizmaları, uygulama teknikleri ve içerikleri farklı olan, teknik hassasiyetin azaltıldığı ve çalışma süresinin kısaltıldığı iki veya tek aşamalı bağlayıcı sistemler ile kendinden adeziv rezin simanlar geliştirilmiştir. Ancak, bu sistemlerin büyük bir çoğunluğunun hidrofilik tabiatı düşünüldüğünde, hidrate bir yapıya sahip dentin ile oluşturdukları bağın kalitesi ve sürekliliği tartışmaya açıktır. Buradan hareketle, güvenilir sonuçlara ulaşmak için, dentinin intrinsik nemini dikkate alan ya da çeşitli yöntemlerle

yaşlandırma sonrasında bu sistemlerin bağlanma performansını değerlendiren çalışmalara gereksinim olduğu söylenebilir. Tez alışmamızda, bu görüşten yola çıkarak, kendinden adeziv bir rezin esaslı yapıştırma simanının ve bununla birlikte uygulanan adezyon mekanizmaları farklı iki adeziv sistemin, dentine bağlanma performansının, geleneksel adeziv simantasyon tekniği uygulanan iki farklı bağlayıcı ajan/kompozit rezin yapıştırma sisteminin bağlanma dayanımı ile taklit edilmiş pulpa basıncı altında ve mekanik-yükleme sonrasında karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Farklı yapıştırma protokolleri ile simante edilen kompozit rezin restorasyonların dentine bağlanma performanslarının, hidrostatik basınç ve mekanik yükleme altında irdelendiği çalışmamız, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı ve Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Makina Eğitimi Bölümü Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirildi.

2.1.Örneklerin Hazırlanması

2.1.1. Dişlerin Preparasyonu

Çalışmamız terapötik amaçla çekilmiş olan 75 adet çürüksüz azı dişi üzerinde yürütüldü. Dişler 4°C deki %0.5'lik kloramin T çözeltisinde saklandı ve en fazla 1 hafta içerisinde kullanıldı. Simantasyon işleminden 24 saat önce doku artıklarından temizlenen dişler, 37°C'daki saf suda bekletildi. Daha sonra koronal 1/3 orta kısımlarından, dişin uzun aksına dik olarak elmas frez yardımı ile düz bir yüzey elde edilinceye kadar kesildi. Bu yüzeyler akan su altında 600 grit silikon karbit (SiC) zımpara kağıdı ile aşındırıldı. Bu sayede standart bir smear tabakasının oluşması sağlandı. Dişlerin radyografik olarak incelenmesiyle de kesim bölgesinin lokalizasyonu kontrol edildi. Pulpa odasını açığa çıkarmak için dişlerin kök kısımları, mine-sement sınırının 1mm altında olacak şekilde düşük hızda elmas frez yardımıyla ve su soğutması altında kesilerek uzaklaştırıldı. Pulpa odasındaki artık pulpa dokusu ince bir presel yardımı ile temizlendi. Bu işlem sırasında pulpa odasının duvarlarına dokunulmamasına özen gösterildi. Daha sonra %2.5'lik sodyum hipoklorit solusyonu ile 30 s süreyle irrigasyon yapıldı. Sodyum hipokloritin etkisini nötralize etmek için dişler 30 dak distile suda bekletildi. Ardından, kesme cihazının sabitleyici ucuna uygun boyutta hazırlanan kalıp içerisine, bir parelometre yardımıyla yerleştirilerek otopolimerizan akril ile tespit edildi. Tüm işlemlerde dişlerin ıslak kalması sağlandı.

2.1.2. Kompozit Rezin Blokların Hazırlanması

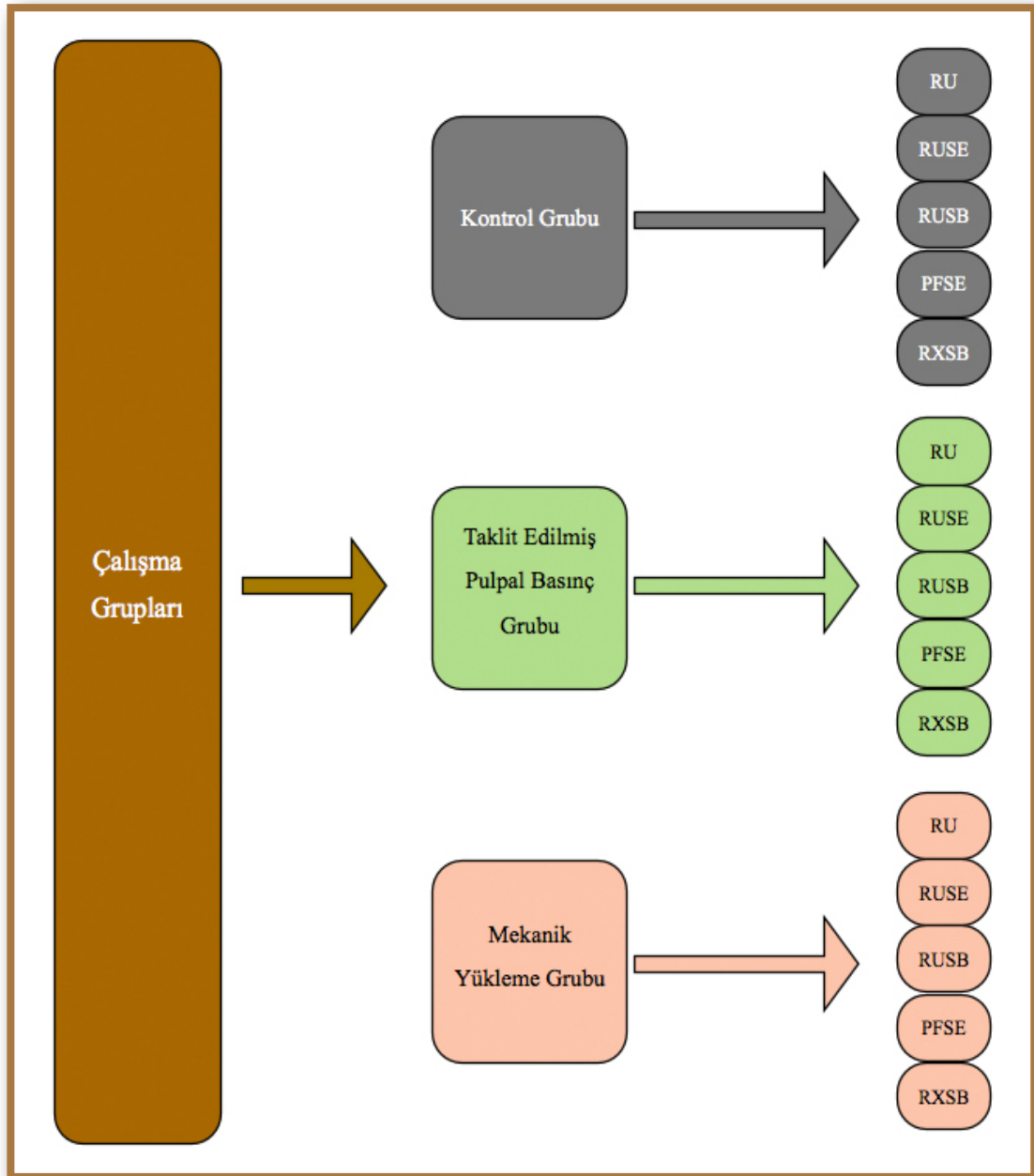
Laboratuvarda üretilen kompozit rezin onleyleri taklit etmek amacıyla ışıkla sertleşen restoratif kompozit rezin materyali ile (Majesty Posterior, Kuraray, Osaka, Japonya) 5mm yüksekliğinde, 10mm çapındaki teflon kalıpta 2mm'lik katmanlama tekniği uygulanarak silindir şeklinde rezin bloklar elde edildi. Çalışmamızda Optilux 500 Hilux (Benlioğlu Dental, Ankara, Türkiye) ışık cihazı kullanıldı. Işık yoğunluğu her kullanımdan önce radyometre (Demetron/Kerr Corporation, Danbury, ABD) ile kontrol edildi. Her katmana 20 s ışık uygulandı. Hazırlanan rezin bloklar, uygulanacak dişe göre gerektiği kadar küçültüldü. Rezin blokların yapıştırılacak olan yüzeyleri 180 grit silikon karbit zımpara kağıdı ile aşındırıldıktan sonra 10 s süreyle 50µm alumina ile kumlanarak pürüzlendirme işlemine tabi tutuldu.

2.2.Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Hazırlanan dişler deney koşullarına göre, her birinde 25 diş olmak üzere 3 gruba ayrıldı. İlk grup kontrol grubu (K) olarak hazırlandı. İkinci gruptaki dişlere yapıştırma sırasında taklit edilmiş pulpa basıncı (PB) uygulandı. Simantasyon sonrasında mekanik yükleme yapılan dişler üçüncü grubu (MY) oluşturdu. Her bir çalışma grubu içindeki dişler, uygulanacak yapıştırma simanı ve/veya bağlayıcı ajan kombinasyonuna göre, her biri 5 dişten oluşan 5 alt gruba ayrıldı (Şek. 2.1). Bu alt gruplar sırasıyla şunlardır:

- I. Kendinden adeziv rezin yapıştırma simanı RelyX Unicem ile (3M ESPE, Seefeld, Almanya) yapıştırmanın gerçekleştirildiği grup (RU).
- II. Kendinden adeziv rezin yapıştırma simanı RelyX Unicem ile kendinden pürüzlendirme yapan bağlayıcı sistem Clearfil SE Bond'un (Kuraray, Osaka, Japonya) birlikte uygulandığı grup (RUSE).
- III. Kendinden adeziv rezin yapıştırma simanı RelyX Unicem ile yüzeyi tümüyle pürüzlendiren bağlayıcı sistem Adper Single Bond Plus'un (3M ESPE, Seefeld, Almanya) birlikte uygulandığı grup (RUSB).

- IV. Rezin esaslı yapıştırma simanı Panavia F 2.0 (Kuraray, Osaka, Japonya) ile kendinden pürüzlendirme yapan bağlayıcı sistem Clearfil SE Bond'un birlikte uygulandığı grup (PFSE).
- V. Rezin esaslı yapıştırma simanı RelyX ARC (3M ESPE, Seefeld, Almanya) ile yüzeyi tümüyle pürüzlendiren bağlayıcı sistem Adper Single Bond Plus'ın birlikte uygulandığı grup (RXSB).



Şekil 2.1. Çalışma grupları.

2.3. Simantasyon İşlemi

Simantasyon aşamaları üretici firmaların önerileri doğrultusunda gerçekleştirildi. Tüm gruplarda, kompozit blokların yapıştırılması sırasında 3 kg basınç uygulandı (Goracci ve ark., 2006). Restorasyon sınırından taşan fazla yapıştırma simanı sond yardımıyla uzaklaştırıldı. Polimerizasyon için restorasyon yüzeyine 4 farklı bölgeden 20 saniye süreyle, gücü 550mW/cm² den az olmayacak şekilde ışık uygulandı (Optilux 500 Hilux; Benlioğlu Dental, Ankara, Türkiye). Işık yoğunluğu radyometre (Demetron/Kerr Corporation, Danbury, ABD) yardımıyla kontrol edildi. Simantasyon işleminden sonra tüm örnekler distile su içerisinde 37°C'da 24 saat bekletildi. Mikrogerilim bağlanma dayanımı testinden önce bir haznesi 5°C diğer haznesi 55°C su içeren ısısal döngü cihazında, hazneler arası geçiş 5 s ve her bir haznede kalış süresi 30 s olacak şekilde 5000 kere ısısal strese maruz bırakıldı.

Çalışma gruplarında, kompozit blokların dişlere uygulanmasında, aşağıda özetlediğimiz uygulama protokolleri takip edildi (Çizelge 2.1).

2.3.1. RelyX Unicem Grubu Simantasyon Protokolü

Rely-X Unicem'in kapsül formu aktivatör içine yerleştirildi. Aktivatörün uygulama koluna 2 s süre ile basıldı. Aktivasyonu tamamlanan kapsül amalgamatöre (Rotomix, 3M ESPE, ABD) yerleştirildi ve 10 s karıştırıldı. Karıştırıldıktan sonra uygulayıcıya yerleştirilen kapsülün uç kısmı açıldı ve yapıştırma simanı kompozit blok üzerine uygulandı. Blok, diş üzerine sabit basınç altında yerleştirildi. Siman fazlalıkları 2 s ışık uygulama sonrasında sond ile temizlendi. Ardından her bir kenarından 20 s halojen ışık cihazı (Optilux 500 Hilux; Benlioğlu Dental, Ankara, Türkiye) ile polimerize edildi.

MATERYAL TİPİ	Kimyasal Bileşimi	Dentine Uygulanışı	Simantasyon Tekniği
Kendinden Adeziv Rezin Yapıştırma Simanı RelyX Unicem (3M ESPE, St Paul, MN, ABD)	Fosforik asit metakrilat, dimetakrilat, inorganik doldurucular (%72), silika, başlatıcılar	Ön hazırlığa gerek yok	Kapsül 2 s'de aktive edildi ve 10 s Rotomix (3M ESPE) cihazında karıştırıldı. Kompozit blokların kumlama yapılan yüzeyine uygulandı ve örnek dişlerin üzerine yerleştirildi. Her bir marjinal bölgeye 20 s ışık uygulandı.
Kompozit Rezin Yapıştırma Simanı Panavia F (Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japonya)	BPEDMA, MDP, DMA, baryum, boron, silisyum , NaF (73 %)	Primer uygulandıktan sonra 20 s beklendi. Hava ile hafifçe kurutuldu. Bond uygulanarak	Pasta A ve Pasta B 20 s karıştırıldı. Kompozit blokların kumlama yapılan yüzeyine uygulandı ve örnek dişlerin üzerine yerleştirildi. Her bir marjinal bölgeye 20 s ışık uygulandı.
Adeziv Sistem Clearfil SE Bond (Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japonya)	Primer : 10 MDP, HEMA, hidrofilik dimetakrilat, CQ, N, N-dietanol p-toluidin, su Bond : 10 MDP, Bis-GMA, HEMA, CQ, hidrofobik dimetakrilat, N, N-dietanol p-toluidin, silanla kaplanmış silika	ardından 10 s ışık ile polimerize edildi.	Her bir marjinal bölgeye 20 s ışık uygulandı.
Kompozit Rezin Yapıştırma Simanı RelyX ARC (3M ESPE, St Paul, MN, ABD)	Bis-GMA, TEGDMA, zirkonya/silika doldurucu (%67.5)	15 s asit ile pürüzlendirildi (37% fosforik asit; 3 M Scotchbond Etchant), 10 s su ile yıkandıktan sonra 2 kat bağlayıcı ajan uygulandı, 10 s ışık verildi.	Siman karıştırma kağıdında 10 s karıştırıldı. Kompozit blokların kumlama yapılan yüzeyine uygulandı ve örnek dişlerin üzerine yerleştirildi. Her bir marjinal bölgeye 40 s ışık uygulandı.
Adeziv Sistem Single Bond (3M ESPE, St Paul, MN, ABD)	HEMA, Bis-GMA, dimetakrilat rezin, metakrilat-modifiye polikarbosilik asit kopolimer, başlatıcı, su, etanol	10 s ışık verildi.	Her bir marjinal bölgeye 40 s ışık uygulandı.

Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan rezin esaslı yapıştırma materyalleri. MDP (metakriloksidesil dihidrojen fosfanat), HEMA (2-hidroksietilmetakrilat), Bis-GMA (2,2-bis[4(2-Hidroksi-3-metakriloksipropiloksi)-fenil]propan), BPEDMA (bisfenol-A-poliethoksi dimetakrilat), MDP (metakriloksidesil dihidrojen fosfanat), DMA (dimetakrilat), TEGDMA (trietilen glikol dimetakrilat).

2.3.2. RelyX Unicem + Clearfil SE Bond Grubu Uygulama Protokolü

Clearfil SE Bond'un primer şişesinden 1 damla, aplikatör uç üzerine damlatıldı. Dentin üzerine uygulandı ve 20 s bekletildi. Yaklaşık 15 cm mesafeden hava ile hafifçe kurutuldu. Bond şişesinden 1 damla yeni bir aplikatör ucuna damlatıldı. Dentin üzerine uygulandıktan sonra diş yüzeyine yayılması için hafifçe hava uygulandı. 10 s ışık ile polimerize edildi. Bu işlemi takiben yukarıda belirttiğimiz şekilde RelyX Unicem ile simantasyon işlemi tamamlandı.

2.3.3. RelyX Unicem + Adper Single Bond Plus Grubu Uygulama Protokolü

Bağlayıcı ajan olarak Adper Single Bond'un kullanıldığı bu grupta, öncelikle %37'lik fosforik asit jel 'Scotchbond Etchant' dentin yüzeyine uygulandı. 15 s bekledikten sonra 10 s boyunca su ile yıkama yapıldı. Suyun fazlası hava ile kurutma yapmadan pamuk palet yardımıyla temizlendi. Aplikatör üzerine damlatılan adeziv 15 s boyunca diş 2-3 kat olacak şekilde uygulandı. Çözücünün uçması için hava ile hafifçe 15 cm uzaklıktan 5 s kurutuldu. 10 s ışık ile polimerizasyon sağlandı. Bu işlemden sonra RelyX Unicem yukarıda anlatıldığı şekilde uygulandı.

2.3.4. Panavia F 2.0 + Clearfil SE Bond Grubu Uygulama Protokolü

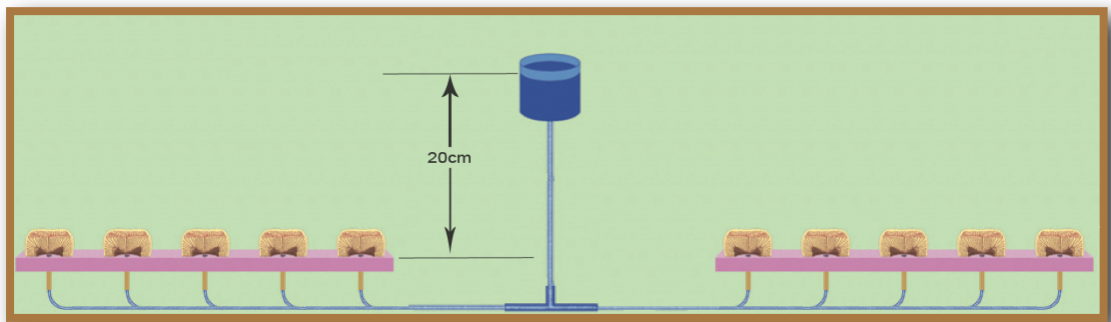
Panavia F 2.0 uygulanmadan önce Clearfil SE Bond yukarıda belirtildiği şekilde dişler üzerine uygulandı. Ardından eşit miktarda Pasta A ve Pasta B tüpleri her bir örnek için yarım tur döndürülerek karıştırma kağıdına konuldu ve 20 s boyunca plastik bir spatül ile karıştırıldı. Kompozit blok üzerine uygulandı. Kompozit blok, örnek diş üzerine yerleştirildi ve siman halojen ışık cihazı ile her bir kenardan 20 s boyunca polimerize edildi. Siman fazlalıkları bir sond yardımı ile temizlendi. Ardından her bir kenardan 40 s polimerize edildi. Bu grupta, oksijen geçişini engelleyen jel (Oxyguard II, Kuraray, Osaka, Japonya) 3 dakika süreyle restorasyonun marjinine uygulandı.

2.3.5. RelyX ARC + Adper Single Bond Plus Grubu Uygulama Protokolü

RelyX ARC simanı uygulanmadan önce Adper Single Bond Plus yukarıda anlatıldığı üzere dişe uygulandı. Daha sonra Rely-X ARC clicker saklama tüpünden, baz ve katalizör, her örnek için tek klik olacak şekilde karıştırma kağıdı üzerine sıkıldı. Plastik bir spatülle 10 s boyunca karıştırılan siman, kompozit blok üzerine uygulandı. Kompozit blok, örnek diş üzerine yerleştirildi. Her kenarından 10 s ışık uygulanarak simanın polimerizasyonu sağlandı. Siman fazlalıkları sond ile uzaklaştırıldı. Ardından her bir kenarından 40 s polimerize edildi.

2.4. Pulpal Basıncın Taklit Edilmesi

Çalışma gruplarından bir kısmında yapıştırma, taklit edilmiş hidrostatik pulpal basınç (PB) altında gerçekleştirildi. Bu amaçla, Sauro ve arkadaşlarının (2007) çalışmasından esinlenerek tarafımızdan oluşturulan ve üzerine aynı anda 10 örneğin bağlanabileceği bir düzenek kullanıldı. Düzenek, esas olarak pleksiglass bir tabla, su haznesi ve ikisi arasında uzanan polietilen tüp sisteminden oluşmaktadır. Pleksiglass tabla, üzerine örneklerin sabitlendiği bir platform görevi yapmaktadır. Buradan 20 cm yükseklikte konumlanan su haznesinden aşağı doğru uzanan ana polietilen boru, 'Y' ayracı ile yere paralel iki kola, her bir kol da bir çoğaltıcı yardımıyla birbirine paralel 5 kola ayrılmaktadır. Polietilen boruların ucu doğrudan syanoakrilat ile örnek dişlerin pulpa odasına hermetik olarak sabitlenmektedir. Tüm borularda sıvı akışını kontrol eden musluk sistemi mevcuttur. Böylece, polietilen borular ve araya yerleştirilen musluklar sayesinde aynı anda 10 örnekte birden pulpal basınç istenildiği zaman uygulanabilmektedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Taklit edilmiş pulpal basınç düzeneği.

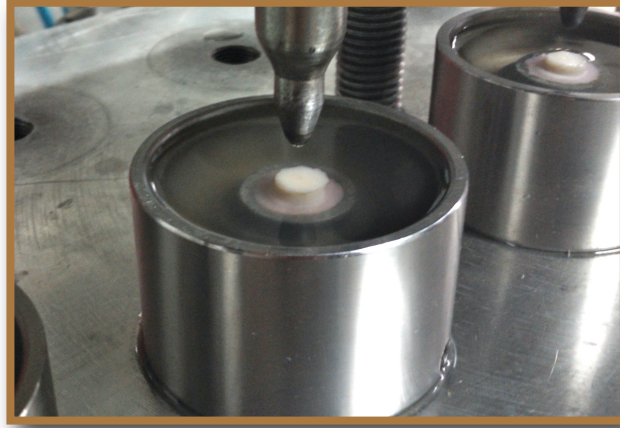
Çalışmamızda, taklit edilmiş pulpa basıncı, prepare edilmiş dişlere kompozit blokların yapıştırılması aşamasında uygulandı. Sıvı olarak distile su kullanıldı. Dişler üzerine rezin bloklar simante edildikten sonra da hidrostatik pulpal basıncın uygulanmasına 24 saat süreyle devam edildi. Bu sürenin sonunda ise örnekler düzenekten ayrıldı.

2.5. Mekanik Yükleme

Bir kısım örnekler ise, yapıştırma işlemini takiben mekanik yüklemeye (MY) tabi tutuldu. Bu amaçla, Arısu ve arkadaşları (2008) tarafından tasarlanan mekanik yükleme cihazı kullanıldı. Cihazda örneklere uygulanan yapay çiğneme kuvvetleri bilgisayar işlemcisine sahip pnömomatik bir sistemle yönlendirilir. Örnek dişleri yerleştirmek için 10 adet özel haznenin bulunduğu cihazda, haznelerin içerisine distile su doldurularak örnekler yerleştirilir ve dokunmatik LCD panel yardımıyla kuvvetin miktarı, süresi ve sayısı ayarlanır. Program çalışmaya başladığında hidrolik sistem ile örnekler üzerine dik açı ile yaklaşan kuvvet uygulama uçları harekete geçer. Bu cihazın bir diğer özelliği ise dayanma (fatigue) değerini bulabilmesidir. Okluzal yükleme sırasında kırılan örneklerde cihaz otomatik olarak durmakta ve kırılmanın kaçınıcı vuruşta olduğunu kaydetmektedir. Araştırmamızda, bu sisteme bağladığımız dişlere, her bir vuruşta 100 N kuvvet uygulandı ve vuruşlar arasında 1s süre ile 10.000 vuruş yaptırıldı (Resim 2.1 ve 2.2).



Resim 2.1. Mekanik yükleme cihazı.



Resim 2.2. Mekanik yükleme cihazında örnekler distile suda teste tabi tutuldu.

2.6. Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Testi

Yapıştırma işlemini takiben örnekler, Microcut Precision Cutter 175 (Metkon, Türkiye) kesme cihazında, kesici bıçağa dik açı ile yerleştirildi. Her bir dilim takriben 1mm olacak şekilde kompozit blok ve dişler düşük hızda elmas bir bıçak yardımıyla bukkolingual yönde kesildi. Daha sonra dişler kendi ekseninde 90° açıyla döndürüldü, tekrar kesme cihazına yerleştirildi ve kesme işlemine devam edildi. Bu şekilde tabanı 1mm² (\pm 0.2) olan ‘kompozit rezin-diş’ çubuklar oluşturuldu. Pulpa boynuzunun dış bölgesinden elde edilenler “dış”, iç bölgesinden elde edilen çubuklar da “iç” olarak kendi içerisinde ayrılarak toplandı (Şekil 2.3).

Bu çubuklar daha sonra BISCO Microtensile Tester (Bisco, ABD) mikrogerilim bağlanma dayanımı test cihazının iki ucuna Polibond (Polidol, İstanbul, Türkiye) siyanoakrilat ile yapıştırıldı. Daha hızlı bir yapışma olması için aktivatör sprej yapışma bölgelerine hafifçe sıkıldı. Cihazın hızı 1mm/dk olarak ayarlandı ve örnekler kırılana kadar teste tabi tutuldu. Bağlanma dayanımı, maksimum yükleme kuvvetinin (N) taban alanına (mm²) bölünmesi ile megapaskal (MPa) olarak kaydedildi.

2.8. İstatistik Değerlendirme

Farklı uygulama protokolleri ve deney koşullarının (pulpal basınç altında yapıştırma ve simantasyon sonrası mekanik yükleme) rezin esaslı yapıştırma simanı ve/veya bağlayıcı ajanların dentine bağlanma performansları üzerine etkisi, iki yönlü ANOVA (analysis of variance) ile incelendi. Bu faktörler arasında istatistiksel olarak anlamlı etkileşimler gözlemlendi ($p<0.05$). Bu farkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla ikili karşılaştırmalar, en küçük kare uzaklığı testi (Least Square Distance: LSD) ile yapıldı.

3. BULGULAR

3.1. Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Test Sonuçları

Tez çalışmamızda, farklı rezin esaslı yapıştırma simanı ve/veya bağlayıcı ajan kombinasyonları ile yapıştırılan indirek kompozit restorasyonların dentinle oluşturduğu bağlanma üzerine taklit edilmiş pulpa basıncı ve mekanik yüklemenin etkisi ayrı ayrı incelendi. Bu kapsamda yer alan gruplara ait ortalama mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri çizelge 3.1’de özetlenmiştir.

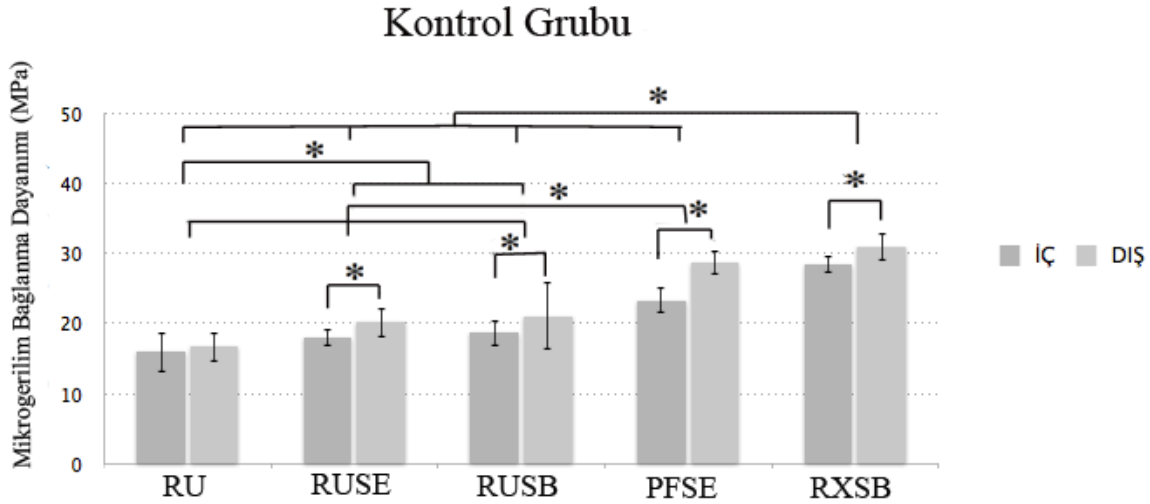
3.1.1 Kontrol Grubu Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Test Bulguları

Pulpa basıncı ve mekanik yüklemenin uygulanmadığı kontrol grubunda, en yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri yüzeyi tamamen pürüzlendiren iki aşamalı bağlayıcı sistem RXSB grubu için kaydedildi. Kendinden adeziv rezin siman olan RU grubu ise, en düşük bağlanma kuvvetini gösterdi. RU uygulaması öncesinde dentin yüzeyinin, yüzeyi tamamen pürüzlendiren iki aşamalı bağlayıcı ajan SB veya kendinden pürüzlendirme yapan iki aşamalı bağlayıcı ajan SE ile hazırlanması RU’nun bağlanma performansını belirgin olarak artırdı. ($p<0.05$). SE ile beraber kullanılan rezin esaslı yapıştırma simanı PF ise RU, RUSE ve RUSB gruplarından daha yüksek, RXSB grubundan daha düşük mikrogerilim bağlanma dayanımı sergiledi. Bu farklılıklar istatistiksel olarak da önemli bulundu ($p<0.05$) (Şekil 3.1).

Kontrollerde, RU grubunda dişlerin iç ve dış bölgelerinden alınan kesitlerde mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri arasında önemli bir farklılık gözlenmedi ($p>0.05$). Diğer test gruplarında ise, dış yüzeyden elde edilen kesitler iç yüzeyden alınanlara göre belirgin olarak yüksek bağlanma değerleri ortaya koydu($p<0.05$). Ancak bu durumun, test gruplarının bağlanma performansı yönünden ortaya koydukları sıralamayı etkilemediği belirlendi (Şekil 3.1).

Deney Şartları	Uygulama Protokolleri	Bölge	Ortalama	Std. Sapma	n	
Kontrol Grubu	RelyX Unicem	iç	15,900	2,9779	21	
		dış	16,763	2,1612	27	
	RelyX Unicem + SE Bond	iç	17,970	1,2819	20	
		dış	20,166	2,2107	29	
	RelyX Unicem + Single Bond	iç	18,758	1,9810	12	
		dış	21,027	4,8623	37	
	Panavia F2.0 + SE Bond	iç	23,307	1,9008	14	
		dış	28,709	1,7651	32	
	RelyX ARC + Single Bond	iç	28,442	1,2890	19	
		dış	30,861	2,0364	31	
	Taklit Edilmiş Pulpal Basınç Grubu	RelyX Unicem	iç	10,100	1,1504	19
			dış	11,608	,7982	12
RelyX Unicem + SE Bond		iç	10,367	,9499	15	
		dış	12,150	1,1158	18	
RelyX Unicem + Single Bond		iç	10,860	,9694	15	
		dış	12,000	,9641	18	
Panavia F2.0 + SE Bond		iç	14,180	1,4101	10	
		dış	15,992	1,2519	26	
RelyX ARC + Single Bond		iç	16,921	,9014	14	
		dış	19,306	1,2141	16	
Mekanik Yükleme Grubu		RelyX Unicem	iç	10,189	1,0600	9
			dış	11,476	1,0721	17
	RelyX Unicem + SE Bond	iç	10,411	1,0856	9	
		dış	11,623	1,2132	13	
	RelyX Unicem + Single Bond	iç	10,800	,7762	9	
		dış	11,638	1,0739	16	
	Panavia F2.0 + SE Bond	iç	13,040	,6620	10	
		dış	13,289	1,1422	18	
	RelyX ARC + Single Bond	iç	14,862	,9501	8	
		dış	17,545	1,1847	22	

Çizelge 3.1. Gruplara ait ortalama bağlanma dayanım değerleri.



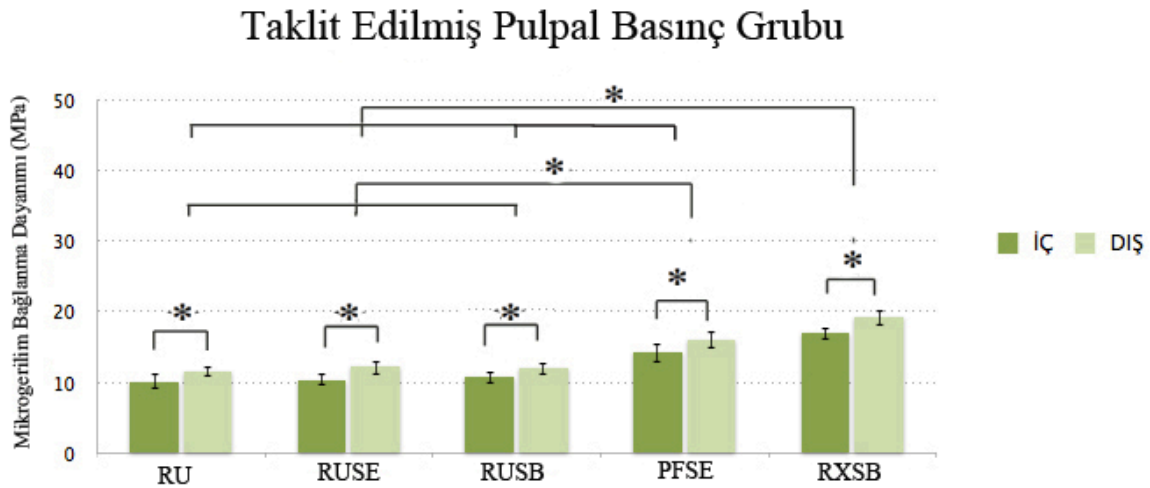
Şekil 3.1. Kontrol grubu mikrogerilim bağlanma dayanımı test bulguları (* $p < 0.05$).

3.1.2 Taklit Edilmiş Pulpal Basınç Altında Yapıştırılan Örneklerde Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Test Sonuçları

Simantasyonun taklit edilmiş pulpa basıncı altında yapıldığı bütün test gruplarında, kontrol grupları ile karşılaştırıldığında mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerinde belirgin düşüşler kaydedildi. Bu doğrultuda, RU grubunda yer alan örneklerle, RU'nun SE ve SB bağlayıcı ajanlarla birlikte uygulandığı örnekler, benzer sonuçlarla, en düşük bağlanma değerlerini sergiledi. En yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı RXSB grubu tarafından ortaya konuldu. Bu değer, diğer test grupları ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak da anlamlı farklılıklar gösterdi ($p < 0.05$). PFSE grubunda yer alan örneklerin ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değeri ise RXSB'den daha düşük ancak RU, RUSE ve RUSB gruplarından daha yüksek bulundu ($p < 0.05$) (Şekil 3.2).

İrdelenen test gruplarında dişin dış bölgesinden elde edilen kesitler, iç taraftan alınanlara göre daha yüksek bağlanma değerleri ortaya koydu ($p < 0.05$). Bununla beraber, kontrol grubuna benzer şekilde, burada da iç ve dış kesitler bağlamında, çalışma kapsamındaki yapıştırma

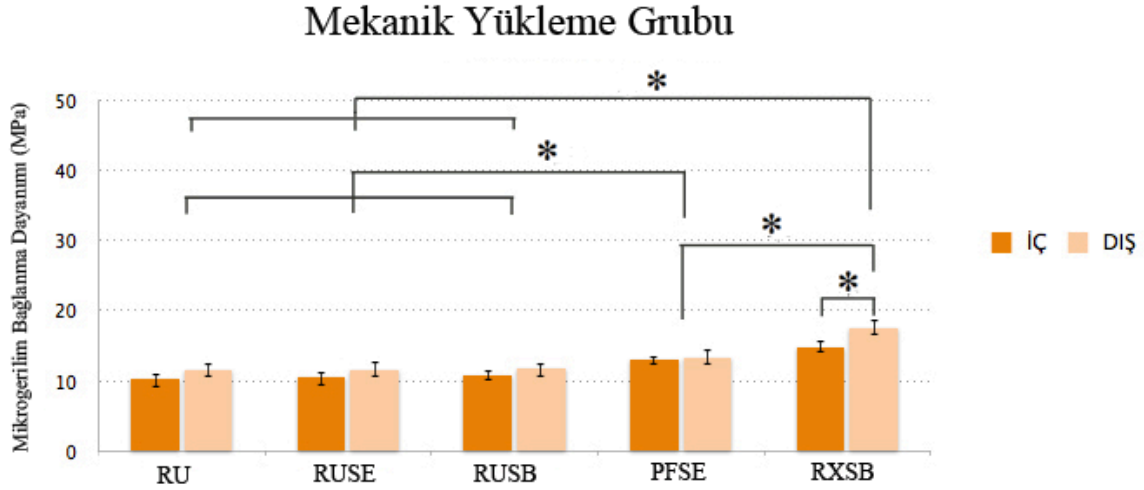
simanı ve/veya bağlayıcı ajanlarının kendi içlerinde ortaya koydukları performans sıralamasında bir farklılık saptanmadı (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Taklit edilmiş pulpal basınç grubu mikrogerilim bağlanma dayanımı test bulguları (* $p < 0.05$).

3.1.3 Mekanik Yükleme Sonrasında Kaydedilen Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Test Sonuçları

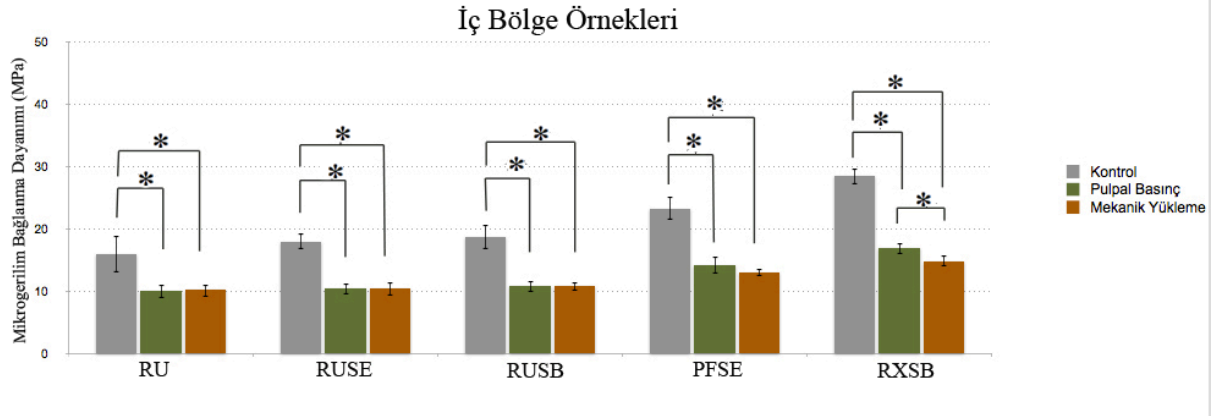
Simantasyon sonrasında mekanik yüklemenin yapıldığı test grupları kendi aralarında değerlendirildiğinde; en düşük mikrogerilim bağlanma dayanımı sonuçları RU, RUSE ve RUSB gruplarında kaydedildi. Diğer taraftan, bu gruplar arasında bağlanma etkinliği bakımından önemli farklılıklar saptanmadı. PFSE grubu örnekler, RU grubundakilere ve RU'nun SB ve SE bağlayıcı ajanları ile birlikte uygulandığı örneklere kıyasla belirgin olarak daha yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri ortaya koydu ($p < 0.05$). En yüksek bağlanma performansı RXSB grubunda, dışın dış bölgesinden alınan örnekler için kaydedildi ($p < 0.05$). İç bölgeden alınan kesitler ise, PFSE grubu ile benzer bağlanma dayanımı değerleri sergiledi. Diğer gruplarda dışın iç ve dış bölgelerinden elde edilen kesitler arasında bağlanma performansı bakımından istatistiksel bir fark saptanmadı ($p > 0.05$). (Şekil 3.3).



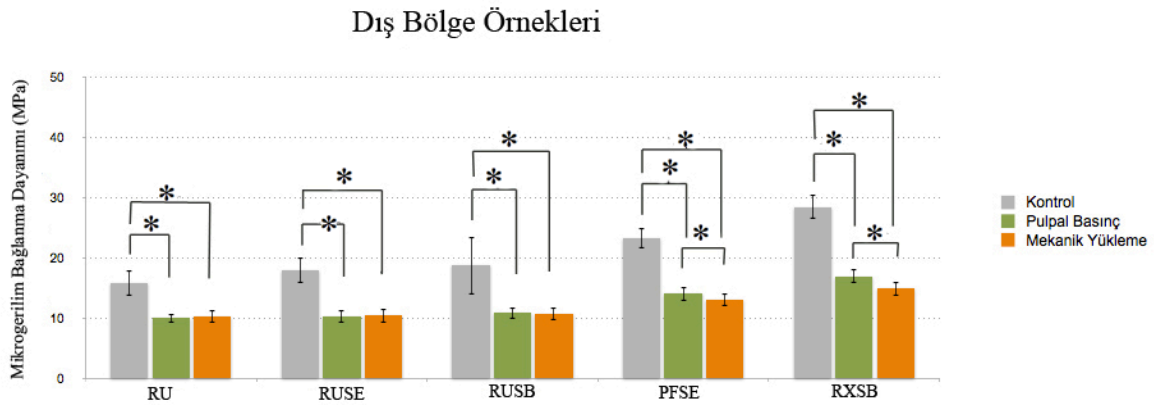
Şekil 3.3. Mekanik yükleme grubu mikrogerilim bağlanma dayanımı test bulguları (* $p<0.05$).

3.1.4 Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Test Sonuçlarının Farklı Deney Koşullarında Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamındaki rezin esaslı yapıştırma simanı ve/veya bağlayıcı ajan kombinasyonlarının dentine bağlanma dayanımları, farklı deney koşullarında karşılaştırıldığında, taklit edilmiş pulpa basıncının ve mekanik yüklemenin, tüm gruplarda, iç ve dış bölgelerden elde edilen örneklerin bağlanma performanslarında, kontrol gruplarına göre önemli düşüslere yol açtığı belirlendi ($p<0.05$). Bu düşüşlerin, RU, RUSE, RUSB gruplarında iç ve dış bölgelerden alınan kesitlerde, her iki deney koşulunda da benzer olduğu gözlemlendi. Diğer taraftan, PFSE grubundan elde edilen dış kesitlerle RXSB grubu iç ve dış kesitlerinde mekanik yüklemenin, taklit edilmiş pulpa basıncına göre mikrogerilim bağlanma dayanımı ortalamalarında daha belirgin düşüslere yol açtığı bulguları ($p<0.05$) (Şekil 3.4 ve 3.5)



Şekil 3.4. İç bölgelerden elde edilen örneklerin mikrogerilim bağlanma dayanımı test bulguları (* p<0.05).



Şekil 3.5. Dış bölgelerden elde edilen örneklerin mikrogerilim bağlanma dayanımı test bulguları (* p<0.05).

3.2 Başarısızlık Şekilleri ile İlgili Bulgular

Araştırmamızda, dentinde ve kompozit rezin restoratif materyalde koheziv kırılmaya rastlanmadı. Yapıştırma materyalinde ise oldukça düşük oranda kohesiv başarısızlık görüldü. Kontrollerde bu oran, RU, RUSB ve PFSE grupları için %4, RUSE ve RXSB grupları için %2 olarak kaydedildi. Taklit edilmiş pulpal basınç altında yapıştırılan örneklerde herhangi bir

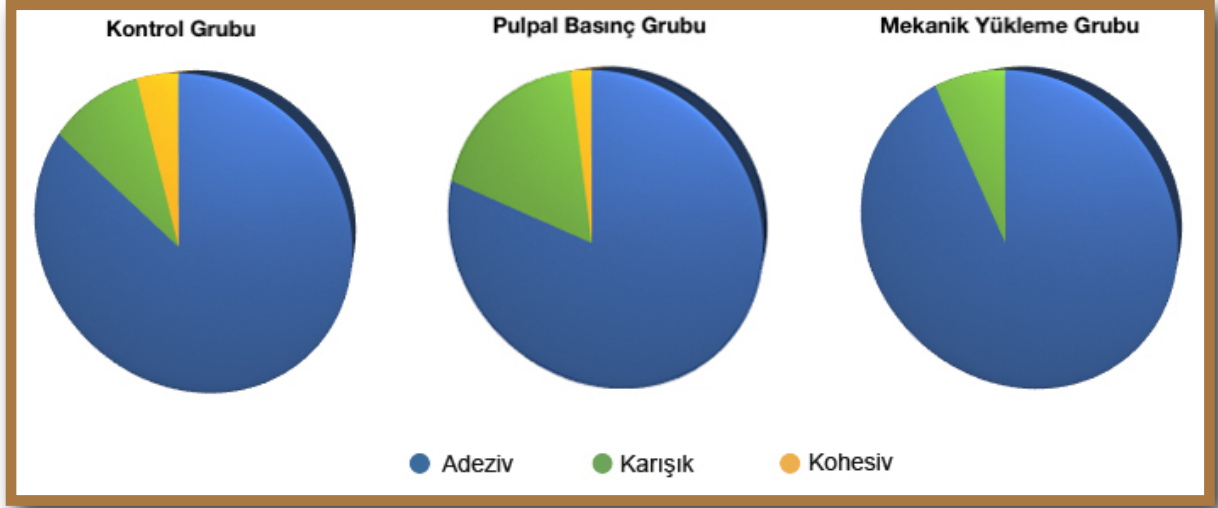
koheziv kırık gözlenmedi. Mekanik yükleme sonrasında ise sadece RUSB grubu, yapıştırma simanında %4'lük bir koheziv başarısızlık sergiledi (Çizelge 3.2).

Koheziv ve adeziv kırılmaların bir arada olduğu karışık başarısızlık tipi, kontrollerde RXSB grubunda, diğerlerine oranla daha fazla kaydedildi (%18). Taklit edilmiş pulpal basınç altında yapıştırılan örnekler değerlendirildiğinde, RU, PFSE, RXSB sırasıyla %13, %16, %13'lük oranlar ile diğer gruplara göre daha yüksek karışık tip başarısızlık sergiledi. Mekanik yükleme grubunda ise bu tip başarısızlık RXSB grubunda yüksek düzeyde (%13) bulundu (Çizelge 3.2).

Yapıştırma simanı/dentin ara yüzünde gözlenen adeziv tip kırılmalar, araştırmamız kapsamındaki örneklerde en sık kaydedilen başarısızlık modeli oldu. Kontrollerde, en düşük adeziv başarısızlık RXSB grubunda (%80), en yüksek adeziv başarısızlık ise RUSE grubunda (%88) saptandı. Pulpal basınç altında yapıştırılan örnekler ise %84-95 arasında değişen adeziv başarısızlıklar sergiledi. Mekanik yükleme sonrasında, en yüksek adeziv başarısızlık yüzdesi RUSE grubu (%95) tarafından ortaya konuldu (Çizelge 3.2)(Şekil 3.6).

Gruplar		A(%)	M(%)	K(%)
Kontrol Grubu	RU	86	10	4
	RUSE	88	10	2
	RUSB	85	11	4
	PFSE	83	13	4
	RXSB	80	18	2
Taklit Edilmiş Pulpal Basınç Grubu	RU	87	13	0
	RUSE	91	9	0
	RUSB	84	6	0
	PFSE	84	16	0
	RXSB	87	13	0
Mekanik Yükleme Grubu	RU	93	7	0
	RUSE	95	5	0
	RUSB	82	4	4
	PFSE	83	7	0
	RXSB	87	13	0

Çizelge 3.2. Başarısızlık şekilleri. A: adeziv, M: karışık, K: koheziv (yapıştırma simanında)



Şekil 3.6. Başarısızlık şekillerinin deney gruplarına göre dağılımı.

4.TARTIŞMA

Kompozit rezin yapıştırma simanı ve/veya bağlayıcı ajanla dentin arasındaki bağlanma performansının in vitro koşullarda incelenmesinde, sonuçları pek çok değişken etkileyebilir. Çalışılan dentin bölgesi, deney koşulları ve kullanılan test yöntemi bunlardan bazılarıdır.

Taklit edilmiş pulpa basıncının uygulandığı araştırmalar daha çok derin dentinde yürütülmüştür (Sauro ve ark., 2006; Mazzitelli ve ark., 2008; Sauro ve ark., 2008). Böylece, dentin tübüllerinin yoğun olduğu bu bölgede, hidrostatik basınç etkisinin daha belirgin olarak sonuçlara yansıtılacağı düşünülmüştür. Ancak, pek çok protetik tedavi yaklaşımında, mine ve bir miktar dentin yüzeyi uzaklaştırılmaktadır. Bu nedenle araştırmamızda, simantasyon işlemleri, orta koronal dentinde gerçekleştirilmiştir. Nitekim, Hiraishi ve arkadaşları da (2009) benzer çalışmalarında, bu bölgeyi kullanmayı tercih etmişlerdir.

Adeziv sistemlerin bağlanma dayanımları genellikle makaslama ya da gerilme deneyleriyle ölçülmektedir. Geleneksel test yöntemleri uygulandığında, adeziv/dentin ara yüzündeki gerçek bağlanma değeri, dentinde oluşan kohesiv kırıklar nedeniyle her zaman tam olarak belirlenememektedir. Bunun sebebi olarak da adeziv ara yüzündeki uygun olmayan stres dağılımı gösterilmektedir. Son yıllarda, bağlanma dayanımının değerlendirilmesinde mikrogerilim bağlanma dayanımı testi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu popüleritenin temelinde, geleneksel makaslama ve gerilme dayanımı testlerine kıyasla, bu yöntemde bağlanma yüzeyinin küçük olması, buna bağlı olarak daha uniform bir stres dağılımının olduğu düşüncesi bulunmaktadır. Nitekim mikrogerilim testi uygulandığında koheziv dentin kırıklarının çok daha az olduğu görülmektedir. Böylece dişten bağımsız olarak daha tutarlı sonuçlar elde edilebilmektedir.

Çok küçük alanlarda testin yapılabilmesi, bir dişten çok fazla sayıda örnek elde edilmesi, bölgesel farklılıkların ölçülebilmesi, düşük difüzyon alanı nedeniyle sulu ortamda bekletme ile daha hızlı yaşlandırmanın mümkün olması ve kırılan örneklerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve transmisyon elektron mikroskobu (TEM) ile incelenebilmesi yöntemin diğer üstünlükleridir. Dezavantajları ise teknik hassasiyet gerektirmesi, düşük bağlanma dayanımlarını ölçmede karşılaşılan zorluk, örneklerin kolayca dehidrate olması veya zarar

görmesi, testin uygulanış biçiminde ortak bir yöntemin olmaması şeklinde özetlenebilir (Eckert ve ark., 2007; Scherrer ve ark., 2010; Goracci, 2004). Çalışmamızda, oluşabilecek bu sorunlar titizlikle ele alınarak rezin esaslı kompozit rezin siman ve/veya bağlayıcı ajanlarla dentin arasındaki bağlanma performansı mikrogerilim bağlanma dayanımı testi ile ölçülmüştür.

Söz konusu yöntemde, örneklerin geometrisi, kuvvet dağılımını etkileyen önemli bir faktördür. İlgili kaynaklar incelendiğinde, çubuk, dumbell, kum saati, yarım daire şeklinde kum saati gibi pek çok farklı tasarımın önerildiği görülmektedir. Bu tasarımlar arasında bağlanma dayanımı değerleri yönünden tutarsız sonuçlar bildirilmiş ve örneklerin hazırlanmasında metodik standardizasyonun önemi üzerinde durulmuştur. Sonlu elemanlar yöntemi ile gerçekleştirilen değerlendirmelerde çubuk ve dumbell şeklindeki tasarımların bağlantı bölgesinde daha iyi bir stress dağılımı ortaya koyduğu saptanmıştır (Betamar ve ark., 2007a; Betamar ve ark., 2007b). Çubuk şeklindeki tasarımlar, hazırlanma sırasında daha az travmatize olmaları, buna bağlı olarak da erken kırılmaların az olması nedeniyle tercih edilmektedirler. Bu bilgiler ışığında, çalışmamızda, diğer araştırmalara benzer şekilde, test örnekleri çubuk şeklinde hazırlandı (Goracci, 2004; Betamar ve ark., 2007a; Armstrong ve ark., 2010; Scherrer ve ark., 2010).

İnsanlarda normal çiğneme siklusu yaklaşık 800 ms sürmektedir. Çeneyi kapatma hareketinde bu süre yaklaşık 400 ms'yi bulmaktadır. Bu değer hız birimine çevrildiğinde ise 2000mm/s gibi bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Bu değer, geleneksel bağlanma dayanım testlerinde uygulanan hızın yaklaşık 500 katına eşittir. Poitevin ve ark. (2008) 0.01 - 10.0 mm/dak arasında değişen hızlarda kaydettikleri bağlanma dayanımı değerleri arasında belirgin bir farklılık saptamamışlardır. Ancak, 1mm/dk hızında daha düzenli gerilim - zaman modeli olduğu gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda, araştırmamızda, benzer çalışmalar da dikkate alınarak örneklere çarpma hızı 1mm/dak olarak düzenlendi.

Mikrogerilim testinde örneklerin düzeneğe sabitlenmesi için kullanılan en yaygın madde syanoakrilattır. Ancak, bu yapıştırıcı kendisi polimerize olurken meydana gelen büzülmeyle ilgili olarak test edilecek örnek üzerinde statik olmayan bir kuvvet uygular. Ayrıca, kullanılan yapıştırıcının bağlantı ara yüzüne sızması olasıdır, bu da elde edilen sonuçları etkileyebilir.

Son yıllarda, bu amaçla yapıştırıcı yerine özel kavrayıcı mikrodüzenekler tasarlanmıştır (Scherrer ve ark., 2010). Çalışmamızda örnekler test cihazına siyanoakrilat ile bağlanmış ancak yukarıda vurguladığımız sorunların ortaya çıkmaması için özen gösterilmiştir.

Metodolojik olarak tartışmaya açık bir diğer konu, hidrostatik basıncın, yapıştırma işleminin hangi aşamasında uygulanacağıdır. Mazzitelli ve ark.(2008), kendinden adeziv rezin simanların dentinle oluşturduğu bağlanmayı irdeledikleri çalışmalarında, yapıştırma işlemini 15 cm H₂O hidrostatik basıncı altında yapmışlar ve daha sonra da örnekleri bir ay süreyle basınç altında suda saklamışlardır. Benzer şekilde, adeziv sistemlerin dentine bağlanması üzerine, klorheksidin'in etkisini inceleyen Campos ve ark.(2009) da, in vivo şartları taklit etmek amacıyla yapıştırma işlemini pulpal basınç altında gerçekleştirmişlerdir. Diğer taraftan, Sauro ve ark. (2007) ile Hiraishi ve ark.(2009), rezin siman uygulamasından sonra polimerizasyonun erken devrelerinde pulpal basınç düzeneğini devreye sokarak lokal anesteziklerin kan akımını azaltıcı etkisini simüle ettiklerini belirtmişlerdir. Çalışmalardaki bu farklı uygulama örneklerini çoğaltmak mümkündür. Ancak, Ciucchi ve ark.(1995), lokal anesteziklerdeki vazokonstriktörün etkisini yansıtabilmek için in vitro çalışmalarda yapıştırma sırasında 19.6 cm H₂O hidrostatik basınç uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir. Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda, araştırmamızda yapıştırma işlemi 20 cm H₂O hidrostatik basınç altında gerçekleştirilmiş ve örnekler, polimerizasyonun tamamlanmasına kadar basınç altında bekletilmiştir(Ciucchi ve ark., 1995).

Çalışmamızda, değişik rezin esaslı yapıştırma simanlarının dentinle oluşturduğu bağlanma, taklit edilmiş pulpa basıncı altında ve mekanik yükleme sonrasında ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu amaçla, yüzeyi tamamen pürüzlendiren iki aşamalı SB ve kendinden pürüzlendirme yapan iki aşamalı SE ile beraber uygulanan RX ve PF kompozit rezin simanlar ile kendinden adeziv rezin siman RU kullanılmıştır. Buna ilave olarak, RU'dan önce dentin yüzeyine SB veya SE bağlayıcı ajanları uygulanarak, iki grup daha oluşturulmuştur.

Pulpa basıncı ve mekanik yüklemenin uygulanmadığı kontrol grubunda, en yüksek bağlanma dayanımı değerleri RXSB grubunda (dış, 30,8 MPa, iç, 28,4 MPa) kaydedilmiştir. Bunu PFSE grubu örnekler (dış, 28,7 MPa, iç, 23,3 MPa) izlemiştir. Kendinden adeziv rezin siman RU grubu ise en düşük bağlanma kuvvetini (dış, 16,7 MPa, iç, 15,9 MPa) göstermiştir. Tüm test

gruplarında %80-88 arasında değişen adeziv kırılma tipi kaydedilmiştir. İlgili çalışmalar irdelendiğinde, iki aşamalı yüzeyi tamamen pürüzlendiren ve kendiliğinden pürüzlendirme yapan sistemlerin dentine bağlanma performansları bakımından birbirine üstünlükleri konusunda çelişkili sonuçların bildirildiği görülmektedir (Hikita ve ark., 2007; Proença ve ark., 2007; Holderegger ve ark., 2008). Bu durum, uygulama koşulları, uygulanan sistemlerin kompozisyonu, test yöntemleri gibi pek çok değişken ile açıklanabilir. Ancak, Panavia F (Kuraray) ile Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray) veya Clearfil SE Bond (Kuraray) kullanıldığı zaman yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistemlere yakın, hatta bazen daha yüksek bağlanma değerlerinin kaydedildiği bildirilmiştir (Mak ve ark., 2002; Harnirattisai ve ark., 2007; Yeşilyurt ve Bulucu, 2006; Bağış ve ark., 2010).

Mikromekanik tutuculuk adeziv sistemlerin dentine bağlanmasında temel mekanizmadır. Bu doğrultuda konvansiyonel rezin simanların bağlanma performansı, büyük ölçüde dentin yüzeyine uygulanan bağlayıcı ajanlar tarafından oluşturulan hibridizasyonun kalitesine bağlıdır (Albaladejo ve ark., 2010). Yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistemlerde, etkin bir bağlanma ancak demineralizasyon derinliği ile adeziv penetrasyonu arasında bir paralelliğin olması ile mümkündür. Aksi takdirde, adeziv yüzeyi ile dentin arasında kollajen fibrillerin açıkta kaldığı bir bölge oluşur. Bu durum çeşitli nedenlerden kaynaklanabilir. Öncelikle bu sistemlerde, asit uygulaması sonrasında yüzeyin aşırı derecede kurutulma riski yüksektir. Bu da kollajen fibrillerin biraraya toplanmasına yol açar. Böylelikle yetersiz rezin infiltrasyonu sonucu bağlanma dayanımı düşer (Hikita ve ark., 2007; Proença ve ark., 2007) Primer'in kompozisyonu da, fibriller arasında adeziv rezin için yer açılması ve kollajen ağ ile rezinin yakın teması bakımından önemlidir. Aseton, etanol gibi su kovalayan solventlerin primer'a ilavesi ve yapıda HEMA, TEGDMA gibi diffüzyonu artıracak ve başlangıç viskozitesini düşürecek monomerlerin olması rezin infiltrasyonuna önemli katkı sağlar (Frankenberger ve ark., 2001; Proença ve ark., 2007). Yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistemlerin bağlanma performansını olumsuz yönde etkileyen bir diğer husus intrinsik nemdir. Asit uygulaması sonrasında, smear tabakası ve smear tıkaçlarının uzaklaştırılması, dentin kanallarındaki sıvının yüzeye hareketine sebep olur. Aşırı nem, rezinin polimerizasyonunu bozarak restorasyonun ömrünü kısaltır. Tüm bu hususlar dikkate alındığında, araştırmamızda yüksek bağlanma performansı sergileyen RXSB kontrol grubu ile ilgili bulgularımızı dikkatle değerlendirmemiz gerekir. Zira, Mak ve arkadaşlarının da (2002) ifade ettikleri gibi, bu

örneklerde dentin perfüzyonunun olmaması kaydedilen yüksek bağlanma değerlerinden sorumlu olabilir.

Kendinden pürüzlendirme yapan sistemlerde demineralizasyon ve rezin infiltrasyonu eş zamanlı olarak gerçekleşir. “Islak bağlanma” olarak isimlendirilen bu yaklaşımda tüm işlemler boyunca dentin tamamen hidrate durumda kalır. Kollajen matriksi destekleyen suyun muhafaza edilmesi nedeniyle demineralize tabakanın yüzey morfolojisi de değişmez. Kendinden pürüzlendirme yapan sistemlerde, ıslak dentinin çok daha pöröz bir kollajan ağ ortaya koyduğu böylelikle adeziv infiltrasyonu için daha fazla boşluğun olduğu ileri sürülmektedir. Bu durum, yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistemlerde gözlenen yetersiz infiltrasyon sorununu kısmen ortadan kaldırır. Smear tabakasının ve smear tıkaçlarının tamamen uzaklaştırılmaması da, dentinin geçirgenliğini azaltarak bağlanmaya katkı sağlar. Ancak ıslak bağlanma koşullarında, adezivin smear tabakasına ve dentine penetre olması için hidrofilik özellikte olması gerekir. Bu ise yetersiz polimerizasyon, hidrofobik ve hidrofilik yapıların faz ayrışımı gibi pek çok sorunu da beraberinde getirmektedir (Proença ve ark., 2007). Araştırmamızda Panavia F 2.0 yapıştırma simanı öncesinde dentin yüzeyine uyguladığımız iki aşamalı kendinden pürüzlendirme yapan bağlayıcı ajan Clearfil SE Bond, iyi bir bağlanma performansı göstermiştir. Bu sonuç birkaç şekilde açıklanabilir. Öncelikle, bu bağlayıcı ajan su ve asidik monomerleri, bu kapsamda oldukça hidrofilik özellikteki 10-MDP monomerini içerir. Sature olmamış metakrilat fosfat esterinin (10-MDP), diş yüzeyini çok daha iyi ıslattığına inanılan HEMA ile birlikte bir sinerji oluşturması ve demineralize dentindeki kalsiyumla reaksiyona girmesi mikromekanik tutuculuğun yanısıra kimyasal olarak da bağlanmaya katkı sağlar (Proença ve ark., 2007). Ayrıca MDP, smear tıaçlarında çok az bir çözünme oluşturarak tübül ağızlarının açılmasını sınırlar. Böylece dentin geçirgenliğinin azalması rezin monomerlerin penetrasyonu, impregnasyonu ve polimerizasyonunu kolaylaştırır. Clearfil SE Bond’un bir diğer özelliği de doldurucu miktarının pek çok sisteme göre daha fazla olmasıdır. Bu durum, polimerizasyon büzülmesini azaltarak daha etkin bir bağlanmayı mümkün kılar (Yeşilyurt ve Bulucu, 2006). Araştırmamızda olduğu gibi, Clearfil SE Bond’un yapıştırma simanı öncesinde ışıkla polimerize edilmesi de hibrit ve adeziv tabakalar içerisinde daha iyi bir monomer dönüşümünü sağlayarak bağlanmayı artırır. Birçok çalışmacı Clearfil SE Bond’u kendiliğinden pürüzlendirme yapan sistemler için altın standart olarak kabul etmiştir (Viotti

ve ark., 2009; Albaladejo ve ark. 2010;) Araştırmamızın bulguları da bu görüşü destekler niteliktedir. Kendinden pürüzlendirme yapan bağlayıcı ajanlarda smear tabakasının modifiye edilmesine bağlı olarak demineralizasyon derinliği, yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistemlere göre daha azdır ancak bu alanların tamamen hibridize olduğu varsayılmaktadır.

Çok aşamalı uygulamaların, karmaşık olmaları ve teknik hassasiyet gerektirmeleri nedeniyle bağlanma performansını bozacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda uygulanması çok daha basit ve hızlı olan kendinden adeziv rezin simanlar geliştirilmiştir. Çalışmamızda, üzerinde en çok araştırma yapılan, bu nedenle bulgularımızı karşılaştırabilme imkanı tanıyacak kendinden adeziv rezin siman RU kullanılmıştır. RU, pulpal basıncın simüle edilmediği ve mekanik yüklemenin uygulanmadığı kontrol grubu örneklerde en düşük bağlanma performansını sergilemiştir. Bazı araştırmacılar, RU'nun konvansiyonel adeziv sistemlere yakın bağlanma performansı sergilediğini bildirmişlerdir (Van Meerbeek ve ark., 2003; De Munck ve ark., 2004; Hikita ve ark., 2007). Ancak, son senelerde yapılan çalışmaların önemli bir kısmında, bulgularımıza benzer şekilde, RU'nun, yüzeyi tamamen pürüzlendiren iki ve üç aşamalı sistemlerle ve kendiliğinden pürüzlendirme yapan iki aşamalı yaklaşımlarla karşılaştırıldığında, çok daha düşük bağlanma dayanımı değerleri ortaya koyduğu gösterilmiştir. Holderegger ve ark. (2008) tarafından iki ayrı merkezde yürütülen çalışmada, RelyX Unicem (3M ESPE) (kimyasal polimerizasyon modunda), yüzeyi tamamen pürüzlendiren iki aşamalı RelyX ARC/Adper Single Bond 2 (3M ESPE) ve kendinden pürüzlendirme yapan sistemler Multilink/Adper Scotchbond1 XT (Ivoclar, Vivadent) ile Panavia 2.1/ED Primer'in (Kuraray) dentine bağlanma dayanımları, ısısız yaşlandırma öncesinde ve sonrasında makaslama dayanımı testi ile değerlendirilmiştir. En düşük bağlanma performansı RelyX Unicem grupları tarafından sergilenmiştir. Viotti ve ark. (2009), aralarında RelyX Unicem'in de bulunduğu 6 farklı kendinden adeziv rezin simanın dentine bağlanma dayanımını RelyX ARC/Adper Single Bond 2 ve Panavia F/Clearfil SE Bond adeziv sistemlerle karşılaştırmışlar, en düşük bağlanma değerini RelyX Unicem, en yüksek bağlanma değerini ise çalışmamızın bulgularına benzer şekilde RelyX ARC/Adper Single Bond 2 için kaydetmişlerdir. Diğer kendinden adeziv rezin simanlar daha da düşük bağlanma dayanımı değerleri göstermişlerdir. Kendinden adeziv rezin simanlarla (RelyX Unicem, Maxcem Elite, iCem, V 35973), geleneksel rezin simanların (Variolink II/Syntac Classic, Panavia F2.0/ED Primer) dentine bağlanma etkinliğini inceleyen bir diğer çalışmada da en yüksek bağlanma

değeri, yüzeyi tamamen pürüzlendiren Variolink II/Syntac Classic için kaydedilmiştir. Bunu Panavia F2.0/ED Primer ve RelyX Unicem takip etmiştir (Lührs ve ark., 2010).

RelyX Unicem'in bağlanma mekanizması mikromekanik tutuculuk ve dentin/minedeki hidroksiapatitler ile monomer asidik fosfat grupları arasındaki kimyasal etkileşimlere dayanır. Dentin/adeziv/siman ara yüzünün kalitesi, demineralize kollejen ağ içerisine monomer infiltrasyonunun etkinliği ile ilişkilidir. SEM çalışmaları, başlangıçta oldukça düşük bir pH'a ($\text{pH} < 2$) sahip olmasına rağmen, RelyX Unicem'in dentin yüzeyinde neredeyse hiçbir demineralizasyon ve hibrit tabakası oluşturmadığını açığa çıkarmıştır. Bu durum, yüksek viskozitesi nedeniyle simanın dentin yüzeyini iyi ıslatamamasına ve yetersiz infiltrasyonuna bağlanmıştır (De Munck ve ark., 2004; Goracci ve ark., 2005; Viotti ve ark., 2009). Nitekim, yerleştirme basıncının artırılması, konvansiyonel yaklaşımlardaki kadar olmasa da, bağlanma değerlerinde artışlara yol açmıştır (Goracci ve ark., 2005). Basınç altında, asidik fosfat gruplarını içeren çok fonksiyonlu monomerlerin dentin yüzeyini eş zamanlı olarak demineralize ve infiltre ettikleri düşünülmektedir. Polimerizasyon öncelikle ışık ile veya otopolimerizasyon reaksiyonu ile başlatılır. Polimerizasyon sonrasında yüksek molekül ağırlıklı ve yüksek oranda çapraz bağlantılı bir polimer oluşur. Ayrıca fosfat grupları, alkalin doldurucu partikülleri ve hidroksiapatit arasındaki reaksiyon, ortamın pH'sını 1'den 7'ye yükseltir. pH'ın nötralize olması suyun açığa çıkması ile sonuçlanır. Böylece suya daha toleranslı ve dentin yüzeyini ıslatma becerisi daha yüksek bir siman ortaya çıkar. Kendinden adeziv rezin simanlarda su, smear tabakasının demineralizasyonu ve asidik fosfat monomerleri ile alkalin doldurucu partikülleri arasındaki reaksiyon bakımından çok önemlidir. Araştırmamızda, bu bilgilerin ışığı altında, bağlanmayı daha etkin kılmak için kompozit blokların yapıştırılmasında 3 kg'lık bir basınç kullanılmıştır. Büyükten küçüğe sıraladığımızda, yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistem RXSB, kendiliğinden pürüzlendirme yapan sistem PFSE ve kendinden adeziv rezin siman RU şeklindeki bağlanma dayanımı değerlerimizin yukarıdaki araştırmacıların sonuçları ile aynı doğrultuda olduğu görülmektedir.

Kendinden adeziv rezin siman RelyX Unicem uygulandığında, dentinde hakiki bir hibrit tabakasının oluşmadığı, bağlanmanın daha çok kimyasal etkileşimlerle sağlandığı konusunda araştırmacılar hem fikirdir. SEM çalışmaları da siman tabakası içerisinde, boşluklarla karakterize pöröz bir yapının varlığını ortaya koymuştur (De Munck ve ark., 2004; Goracci ve

ark., 2006; Lührs ve ark., 2010). Bu durum, çalışmamızda da gözlemlediğimiz gibi yapıştırma simanı ile dentin arasında ortaya çıkan adeziv başarısızlık yüzdesini önemli ölçüde artırmaktadır (Viotti ve ark., 2009). Albaladejo ve ark., (2010) yüzeyi tamamen pürüzlendiren (Single Bond, Prime& Bond NT) ve kendiliğinden pürüzlendirme yapan adezivlerin (Clearfil SE Bond, Protect Bond, Etch & Prime) dentine bağlanmasını, rezin uzantıları, lateral dallanmalar ve hibrit tabaka oluşumu yönünden SEM ile incelemiştir. Yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistemlerin, kendiliğinden pürüzlendirme yapanlara göre daha kalın bir hibrit tabaka ve daha uzun rezin uzantıları oluşturduğunu bulgulamışlardır. Yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistemlerle kendiliğinden pürüzlendirme yapan Clearfil SE Bond uygulanan örneklerde, etkin rezin infiltrasyonunu işaret eden lateral dallanmalar dikkat çekmiştir. Her iki grupta da hibrit tabakanın uniform ve kompakt bir yapı sergilediği bulgulanmıştır. Bu sonuçlar, kontrol gruplarında PFSE (dış, 28,7 MPa, iç, 23,3 MPa) ve RXSB (dış, 30,8 MPa, iç, 28,4 MPa) gruplarımız için kaydettiğimiz bağlanma dayanımı değerlerini ve kırılma bulgularımızı büyük ölçüde desteklemektedir.

Araştırmamızda, kompozit blokların RU ile simantasyonu öncesinde dentin yüzeyine SB veya SE adeziv sistem uygulaması, RU'nun dentine bağlanma performansını belirgin olarak artırmıştır. Ancak, bu değerler, aynı bağlayıcı ajanların kendi kompozit rezin yapıştırma simanları ile beraber kullanıldıkları adeziv simantasyon tekniklerinde kaydettiğimiz değerlere göre daha düşük bulunmuştur. RU'nun dentine bağlanmasında temel mekanizmalardan biri daha önce de belirttiğimiz gibi, simandaki fosforik asit metakrilatları, alkalik doldurucular ve dişin sert dokusunda bulunan hidroksiapatit arasındaki kimyasal reaksiyonlardır. Bu reaksiyonlar sonucu, açığa çıkan su simanın hidrofilisitesini artırarak dokuya adaptasyonunu sağlar. Aynı zamanda, açığa çıkan su, asidik fonksiyonel gruplar tarafından ve iyon açığa çıkaran doldurucu partiküllerin reaksiyonu sırasında tekrar kullanılır. Böylece, hidrofilik yapıdan akılcı bir kayma ile hidrofobik matrikse dönüşüm sağlanır. Bu bağlanma mekanizması dikkate alındığında, simantasyondan önce dentin yüzeyine SE veya SB adeziv sisteminin uygulanması ile, RU'nun kendi içerisinde ve diş yüzeyine adezyonunda rol oynayan serbest radikal polimerizasyonu ve asit-baz reaksiyonlarının normal seyrinde gerçekleşemediği bu bağlamda da uygulanan bağlayıcı ajanla siman arasında güvenilir bir bağlantının oluşmadığı savı ileri sürülebilir. RUSB ve RUSE gruplarında, RU'ya göre daha yüksek kaydedilen bağlanma dayanım değerleri, gruplardaki kompozit rezin yapıştırma

simanları ile beraber bağlayıcı ajanların dentine bağlanma performanslarını yansıtmaktadır. Ancak, bu gruplarda, üzerlerine kendileri ile uyumlu kompozit rezin yapıştırma simanları uygulanmadığı için RXSB ve PFSE grupları ile karşılaştırıldıklarında, daha düşük bağlanma kuvvetleri kaydedilmiştir. Başarısızlık şekillerinin incelenmesi de, adeziv tip kırılmaların PFSE (%83) ve RXSB (%80)'ye göre RUSE (%88) ve RUSB (%85) gruplarında daha fazla olduğunu açığa çıkarmıştır.

Scharrer ve ark.(2010), bağlanma testlerinde başarısızlık şekilleri ile ilgili sonuçların dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Zira, literatürde bunların sınıflaması ile ilgili bir fikir birliği olmadığı gibi değerlendirmede kullanılan araç da sonuçların doğru ortaya konulması bakımından önemlidir. Araştırmacılar buna örnek olarak, dentin veya rezin içerisindeki geniş bir koheziv başarısızlığın tanımlamasını vermişlerdir. Ara yüzdeki bu kırığın adeziv mi yoksa karışık mı olduğu, ancak yüksek büyütmede SEM ile belirlenebilmektedir. Çalışmamızda, tüm kırık yüzeyleri 40x büyütmedeki ışık mikroskobu altında incelenmiştir. Bu nedenle, kırılma şekilleri ile ilgili bulgularımızın ihtiyatla değerlendirilmesi gerektiği düşüncesindeyiz.

Adeziv sistemlerin bağlanma performansını etkileyen önemli bir faktör, bağlanma alanının dişteki lokalizasyonu ve dentin tübüllerin oryantasyonudur. Bağlanma stratejisinin rezin uzantılar ve kalın hibrit tabakaya dayandığı yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistemlerin, dentinin anizotropik yapısından daha çok etkilendiği bildirilmiştir (Yoshiyama ve ark.,1996; Sattanabanasuk ve ark., 2004; Perdiğao, 2007; Adebayo ve ark.,2008). Dentinin su içeriği ve geçirgenliği, mm²'ye düşen tübül sayısındaki varyasyonlar nedeniyle bölgesel farklılıklar gösterir. Pulpadan uzaklaştıkça peritübüler dentin ve tübül sayısı azalırken, intertübüler alanda artış gözlenir. Tübüllerin seyri de bölgesel değişiklikler sergiler. Okluzal dentin söz konusu olduğunda, tübüller merkezde yüzeye dik olarak uzanırken perifere gidildikçe eğim kazanırlar. Bu doğrultuda da, nemlilik yönünden önemli varyasyonlar görülebilir. Santral bölge, özellikle de pulpa boynuzlarının üzerindeki dentin, periferden daha geçirgen dolayısıyla da daha nemlidir (Perdiğao, 2007). Bu nedenle araştırmamızda, bağlanma kuvveti okluzal dentinin iç ve dış bölgelerinden alınan kesitlerde ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Bulgularımız, RU dışındaki test gruplarında, dış yüzeyden elde edilen kesitlerin iç yüzeyden alınanlara göre belirgin olarak yüksek bağlanma değerleri ortaya koyduğunu göstermiştir (Çizelge 3.1). İlgili kaynaklar değerlendirildiğinde, bu konudaki çalışma sonuçlarının tartışmalı olduğu görülmektedir. Yeşilyurt ve Bulucu (2006), bağlanma mekanizmaları değişik adeziv sistemlerin dentinin farklı bölgeleri ile oluşturduğu bağlanmayı, mikrogerilim bağlanma dayanımı testi ile incelemiştir. Çalışmada kullanılan yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistemler; Excite (Ivoclar/Vivadent), Prime&Bond (Dentsply), Single Bond (3M ESPE), One Coat Bond (Coltene), kendiliğinden pürüzlendirme yapan sistemler ise; Xeno III (Dentsply), Clearfil SE Bond (Kuraray), Prompt L-Pop (3M ESPE), AQ Bond (Sun Medical), Tyrian/One Step Plus (Bisco)'dır. Bölgesel farklılıkları kaydetmek için kesitler, araştırmamızdakine benzer şekilde, pulpa boynuzları arasında kalan orta bölge ve pulpa boynuzu ile dentin-mine bileşimi arasında kalan periferik bölgeden olmak üzere iki grupta toplanmıştır. Bulgularımızın aksine, her iki grup adeziv sistemde de bölgesel farklılıklar, bağlanma dayanımı sonuçlarını etkilememiştir. Araştırmacılar bu durumu, pulpal basıncın taklit edilmemesi ile açıklamışlardır. Bir diğer çalışmada, kendinden pürüzlendirme yapan tek ve iki aşamalı sistemlerin, farklı tübül oryantasyonu gösteren dentine bağlanma kuvveti, makaslama gerilim testi ile incelenmiştir. Tek aşamalı sistemlerde, dentin derinliğinin ve tübül oryantasyonunun (bağlanma yüzeyine dik veya paralel) bağlanma performansını etkilemediği saptanmıştır. Diğer taraftan, iki aşamalı sistemler Clearfil SE Bond (Kuraray), OptiBond Solo Plus SE (Kerr), ve Clearfil S3 Bond(Kuraray), tübüllerin bağlanma yüzeyine dik olarak uzandığı derin dentinde çok daha düşük bağlanma değerleri ortaya koymuşlardır. Sattanabanasuk ve ark. (2004) ise, bir önceki çalışmanın aksine, Clearfil SE Bond'un tübüllerin bağlanma yüzeyine dik olduğu derin dentinde, paralel olanlara göre daha yüksek bağlanma kuvveti ortaya koyduğunu bildirmişlerdir. Yüzeysel dentinde tübül oryantasyonu sonuçları etkilememiştir.

Tübül oryantasyonu, adeziv sistemlerin bağlanma performansını iki şekilde etkilemektedir, Öncelikle, okluzal yüze bağlanmada olduğu gibi, tübül oryantasyonuna dik bir siman uygulaması uzun ve dayanıklı rezin uzantılar oluştururken, tübül oryantasyonuna paralel aksiyal bir uygulama hemen hemen hiçbir rezin uzantının oluşmamasına yol açabilmektedir. Benzer şekilde, hibrit tabaka formasyonu da bu durumdan etkilenmektedir. Diğer taraftan,

preparasyon sonrası açığa çıkan okluzal yüzeyde, basınç altında tübüllerden yüzeye sıvı akımı daha fazla olmaktadır. Bu durum, adeziv/dentin ara yüzünün kalitesini bozarak bağlanma kuvvetini azaltmaktadır. Yüzeyi tamamen pürüzlendiren adeziv sistemler ile kendiliğinden pürüzlendirme yapan asidik sistemler, tübül oryantasyonuna bağlı olarak ortaya çıkan nemden özellikle derin dentinde çalışıldığında, daha çok etkilenebilmektedir (Schiltz-Taing ve ark., 2011). Çalışmamızda, kontrol grubu örneklerde pulpal basınç taklit edilmemiş ancak simantasyon, nemli ortamda gerçekleştirilmiştir. Bağlanma mekanizmaları hibridizasyon ve rezin uzantı oluşumuna dayanan sistemlerin okluzal yüzün orta bölgesinde bu nemlilikten daha fazla etkilenmeleri, bu doğrultuda daha düşük bağlanma değerleri sergilemiş olmaları muhtemeldir. Nitekim, belirgin bir hibrit tabaka ve rezin uzantı oluşturmayan RU grubumuzda, iç ve dış bölgeler arasında bağlanma yönünden bir farklılığın olmaması da bu savımızı desteklemektedir.

Adeziv sistemlerin vital dentine bağlanma performansında iki önemli faktör rol oynar. Bunlar; rezin hidrolizi, hidrofilik dentine hidrofobik simanın bağlanması gibi arzu edilmeyen kimyasal etkileşimler ve pulpal basınç tarafından tetiklenen tübüller içindeki sıvı hareketleridir. Dentinde gerektiğinden fazla sıvının bulunması, adeziv sistemlerin polimerizasyonunu etkileyerek bağlanmayı bozabilir (Lin ve ark., 2010). Bu bilgiler ışığında, rezin esaslı yapıştırma simanları ve/veya bağlayıcı ajanların dentine bağlanma performansı irdelenirken, dentin neminin dikkate alınmasının, sonuçların güvenilirliği bakımından ne kadar önemli olduğu görülmektedir. Buradan hareketle çalışmamızda, in vivo koşullardakine benzer şekilde, hidrodinamik sıvı hareketlerinin taklit edilmesi amaçlanmış, buna yönelik olarak da yapıştırma işlemleri 20 cm H₂O basıncı altında gerçekleştirilmiştir.

Adeziv sistemlerin dentine etkin bir şekilde bağlanabilmesi için öncelikle rezin monomerin demineralize dentine infiltre olarak, dentinal sıvının dışarıya hareketine rağmen hibrit tabakayı ve rezin uzantılarını oluşturması gerekir. Adezivin suyun varlığında polimerize olma yeteneği de bağlanmayı başarılı diğer bir etmendir. Bağlayıcı ajana %20 oranında eklenen suyun rezinin polimere dönüşmesini %25 azalttığı bildirilmiştir. Yine HEMA/Bis GMA bağlayıcı rezine %9 hacminde eklenen suyun rezinin direncini %64 azalttığı saptanmıştır (Harnirattisai ve ark. 2010). Bu bilgiler dikkate alındığında, yüzeyi tamamen pürüzlendiren

adeziv sistemlerin kendinden pürüzlendirme yapanlara nazaran hidrostatik basınçtan çok daha fazla etkileneceği ifade edilebilir. Zira bu sistemlerde, asit ile smear tabakası ve smear tıkaçlarının tamamen uzaklaştırılması, dentine oldukça geçirgen bir özellik kazandırmakta ve rezin monomerlerin tübüleri dolduran fazla miktardaki su ile baş etmesi zorlaşmaktadır. Kendinden pürüzlendirme yapan adeziv sistemler, özellikle de kendinden adeziv rezin simanlar smear tabakasını uzaklaştırmazlar. Dentin tübüleri smear tıkaçları ile bloke olduğundan bu sistemlerde dentinal sıvıdan kaynaklanan nem kontaminasyonunun çok daha az olduğu düşünülmektedir. Bu yaklaşımlar, bazı çalışmaların sonuçları ile de desteklenmiştir (Cardoso ve ark., 2008; Sauro ve ark.,2009; Harnirattisai ve ark.,2010). Lin ve ark. (2010), taklit edilmiş pulpa basıncının adezyon mekanizmaları farklı simanların dentine bağlanma kuvveti üzerine etkisini araştırmışlar, yüzeyi tamamen pürüzlendiren RelyX ARC/Adper Scotchbond1 XT'nin (3M ESPE) dentinin nemliliğinden en fazla etkilenen grup olduğunu bildirmişlerdir. Kendinden pürüzlendirme yapan Clearfil Esthetic/ED Primer II (Kuraray) grubu ise pulpal basınçtan etkilenmemiştir. Bir diğer çalışmada, dentine bağlanma mekanizmaları ve uygulama protokolleri farklı adeziv sistemlerin geçirgenliği ve yüzeyde oluşturduğu damlacıklar konfokal mikroskopla incelenmiştir. Yüzeyi tamamen pürüzlendiren iki aşamalı Scotchbond1 XT, pulpal basınç uygulansın veya uygulanmasın en fazla geçirgenlik ve damlacık oluşumu gösteren adeziv olmuştur. Kendinden pürüzlendirme yapan iki aşamalı Silorane (3M ESPE) ise, her iki koşulda da geçirgenlik ve yüzeyde damlacık formasyonu yönünden daha iyi sonuçlar vermiştir (Sauro ve ark. 2009).

Araştırmamızda, taklit edilmiş pulpa basıncının varlığında, tüm test gruplarında dentine bağlanma değerlerinde önemli düşüşlerin olduğu bulgulanmıştır. Uygulama protokolleri kendi içinde karşılaştırıldığında, en yüksek bağlanma kuvvetinin, kontrollerde olduğu gibi, RXSB grubu (dış 19,3MPa, iç 16,9 MPa) tarafından ortaya konulduğu görülmüştür. RU grubunda (dış, 11,6 MPa, iç 10,1 MPa) yer alan örneklerle, RU 'nun SB (dış, 12,0 MPa, iç, 10,9 MPa) ve SE (dış, 12,1 MPa, iç, 10,3 MPa) bağlayıcı ajanlarla birlikte uygulandığı örneklerin, benzer sonuçlarla, en düşük bağlanma değerlerini sergilediği saptanmıştır. PFSE grubu (dış, 15,9 MPa, iç, 14.2 MPa) ise RXSB'den daha düşük ancak RU, RUSB ve RUSE gruplarından daha yüksek bir bağlanma performansı sergilemiştir (Çizelge 3.1). Bazı gruplarda adeziv kırılma

oranlarında artış kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, kısmen yukarıdaki araştırmacıların sonuçları ile uyum sağlamaktadır.

Hiraishi ve ark.(2009), çalışmamıza benzerlik gösteren araştırmalarında, taklit edilmiş pulpa basıncının, adezyon stratejileri farklı kompozit rezin esaslı yapıştırma simanlarının dentine bağlanma performansı üzerine etkisini mikrogerilim testi ile incelemiştir. Kullanılan adeziv sistemler; yüzeyi tamamen pürüzlendiren iki aşamalı RelyX ARC/Adper Single Bond 2, kendiliğinden pürüzlendirme yapan Panavia F 2.0/ED primer ve kendinden adeziv rezin siman RelyX Unicem'dir. Orta-koronal dentin üzerinde yürütülen çalışmada, 20 cm yüksekliğindeki suyun hidrostatik basıncı, yapıştırma işleminden sonra erken sertleşme döneminde uygulanmıştır. Taklit edilmiş pulpa basıncının RelyX ARC/Adper Single Bond 2 ve Panavia F 2.0/ED primer gruplarında bağlanma dayanımı değerlerini önemli ölçüde düşürdüğü saptanmıştır. Bu doğrultuda kontrollere göre adeziv başarısızlık oranlarında da artış gözlenmiştir. Kırılma sonrası, dentin yüzeylerinin SEM ile değerlendirilmesi RelyX ARC/Adper Single Bond 2 grubunda adeziv artıklarını ortaya koyarken Panavia F 2.0/ED primer grubunda kırılmanın hibrit tabakasının tabanında meydana geldiği görülmüştür. Ayrıca, kırık yüzeyi üzerinde pöröz rezin bir matriks dikkati çekmiştir. Bu grubun SEM görüntüleri boşluklar içeren ve açık tübül ağzları ile bağlantılı pöröz yüzeyel bir ara yüz ortaya koymuştur. Permeabilite çalışmaları da ED primer'in Adper Single Bond 2'ye göre suyu çok daha fazla geçirdiğini açığa çıkarmıştır. Çalışmanın bağlanma dayanımı sonuçları ve ara yüz ile ilgili SEM değerlendirmeleri bulgularımızı büyük ölçüde destekler niteliktedir. Diğer taraftan, RelyX Unicem grubunda pulpal basınç uygulaması, bağlanma değerlerinde azalmalara yol açmış ancak, bulgularımızın aksine kontrollere göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya koymamıştır. Başarısızlıklar daha çok siman içerisinde koheziv kırık şeklinde kendini göstermiştir. Çalışmamızda, RU grubu örnekler, ışık mikroskobu altında gözleyebildiğimiz kadarıyla kontrollerin aksine pulpal basınç altında hiçbir koheziv kırık ortaya koymamış, başarısızlıklar daha çok ara yüzde adeziv başarısızlık şeklinde kendini göstermiştir.

Kendinden pürüzlendirme yapan adeziv sistemlerin taklit edilmiş pulpal basınç altında derin dentine bağlanma etkinliğini araştıran bir diğer çalışmada; kendiliğinden pürüzlendirme yapan tek aşamalı G-Bond(GC), One Up Bond F Plus(Tokoyama), Clearfil S 3-Bond (Kuraray), iki aşamalı Clearfil Protect Bond (Kuraray) kullanılmıştır. Dentin geçirgenliğinin de araştırıldığı çalışma sonucunda adeziv sistemlerin, çalışmamızda da bulguladığımız gibi taklit edilmiş pulpa basıncının varlığında, kontrollere göre daha düşük bağlanma değerleri sergilediği belirlenmiştir. Ayrıca, bu sistemlerin, özellikle de tek aşamalı olanların, polimerizasyon sonrasında pulpal basınç tarafından oluşturulan sıvı geçişine açık olduğu görülmüştür. SEM incelemeleri dentin yüzeyinde damlacık oluşumunu açığa çıkarmıştır. Kontrollerde ise bu tip bir formasyon gözlenmemiştir. Bu çalışmada, çalışmamızdan farklı olarak anestetik solusyonun etkisini taklit etmek üzere pulpal basınç yapıştırma işleminden 10 dak sonra uygulanmıştır. Buna karşın, çalışmadaki iki aşamalı Clearfil Protect Bond ile elde edilen bulgular, çalışmamızın iki aşamalı sistemi Clearfil SE Bond sonuçları ile büyük ölçüde benzerlik göstermektedir (Sauro ve ark., 2007).

Mazitelli ve ark.,(2008), kendinden adeziv rezin esaslı yapıştırma simanlarının derin dentine bağlanma dayanımlarını taklit edilmiş pulpa basıncının varlığında mikrogerilim dayanım testi ile incelemiştir. Araştırmada kendinden adeziv rezin simanlar RelyX Unicem (3M ESPE), Multilink Sprint (Ivoclar,Vivadent), G-Cem (GC) ve Bis-Cem (Bisco) ve yüzeyi tamamen pürüzlendiren adeziv sistem Calibra (Dentsply) kullanılmıştır. Çalışmamız bulgularına benzer şekilde, yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistem için, pulpal basınç altında, kontrollere göre çok daha düşük bağlanma değerleri kaydedilmiştir. Söz konusu araştırmada, bulgularımızın aksine RelyX Unicem grubunun bağlanma performansında, taklit edilmiş pulpa basıncı varlığında, kontrollere göre artış saptanmıştır. Araştırmacılar, bu artışı simanın adezyonunda etkin olan asit-baz reaksiyonu ile açıklamışlardır. Suyun varlığında simandaki fosforik asit esterleri su ile iyonize olmakta, açığa çıkan iyonlar yüzeyi pürüzlendirmekte, aynı zamanda da dentinle etkileşime girmektedirler. Bu simanın kompozisyonunda su bulunmadığı için gereken su ancak fosforik asit grupları ve alkalın doldurucular ile hidroksiapatit arasındaki etkileşimler sonucu açığa çıkan su ile temin edilmektedir. Bu bağlamda da intrinsik dentin neminin pulpal basınç nedeniyle fazlalaşması, asit-baz reaksiyonunu artırarak daha iyi bir sertleşmeyi mümkün kılabilir. Bu çalışma ile bulgularımız arasındaki farklılık, bir ölçüde çalışılan dentin

derinliği ile açıklanabilir. Orta-koronal bölgede, nemliliğin derin dentine nazaran daha az olması, ortamdaki suyun asit-baz reaksiyonlarına katkısını sınırlamış olabilir.

Hebling ve arkadaşları (2007), yüzeyi tamamen pürüzlendiren iki aşamalı Adper Single Bond ile kendiliğinden pürüzlendirme yapan iki aşamalı Clearfil SE Bond'un dentine bağlanma performansı üzerine anesteziğin etkisini in vivo ve in vitro olarak incelemişlerdir. Çalışmanın in vivo kısmında, adeziv simantasyon, sınıf 5 kavitelere vazokonstriktör içeren ve içermeyen anesteziğin uygulanması sonrasında yapılmıştır. İn vitro olarak da deney gruplarının bir kısmında simantasyon, taklit edilmiş pulpal basınç altında gerçekleştirilmiş, diğerlerinde ise bu tip bir uygulama yapılmamıştır. Clearfil SE Bond in vivo ve in vitro koşullarda pulpa basıncından etkilenmemiştir. Adper Single Bond ise, in vitro koşullarda daha yüksek bağlanma değerleri ortaya koymuş ancak in vivo ortamda, özellikle pozitif pulpal basıncın devreye girmesi ile derin dentinde bağlanma performansında önemli düşüşler sergilemiştir. Daha sonraki yıllarda, benzer bir çalışma Harnirattisai ve ark. (2010) tarafından yürütülmüştür. Araştırmacılar, in situ çalışmalarında, ortodontik olarak çekimi planlanan dişlerde, Clearfil SE Bond ve Adper Single Bond adeziv sistemlerin, dentine bağlanma dayanımları üzerine anesteziğin etkisini incelemişlerdir. Çalışmamızdakine benzer şekilde, yapıştırma işleminin mid-koronal dentinde gerçekleştirilmiştir. Her iki adezivin bağlanma değerleri in vitro çalışmalarda elde edilenlerden daha düşük bulunmuştur. Clearfil SE Bond grubunda anesteziye grup ile anesteziye olmayan grupta benzer bağlanma performansı değerleri ortaya koymuş ve SEM incelemesinde de yüzeyde benzer su damlacıkları görülmüştür. Adper Single Bond'un bağlanma performansı da anesteziye etkilenmemiştir. Anesteziye olmuş grupta, asitle pürüzlendirme sonrasında dentin yüzeyindeki sıvı damlacıklarının, anesteziye olmamış gruba göre daha fazla olduğu saptanmıştır.

Araştırmamızın sonuçları, bu çalışmaların bulguları ile kısmen çelişkilidir. Bu durum birkaç faktöre bağlı olabilir. Öncelikle yukarıdaki çalışmaların in vivo olmasına karşın çalışmamız tamamen in vitro koşullarda yürütülmüştür. Hidrostatik basıncın oluşturulmasında, kompozisyonu dentinal sıvıdan çok farklı olan su kullanılmıştır. Bir diğer farklılık uygulanan pulpal basınç miktarıdır. İn vivo çalışmalarda, vazokonstriktörlerin pulpal basıncı tamamen ortadan kaldırmadığı, simantasyonun daima bir miktar basınç altında yapıldığı belirtilmiştir.

Çalışmamızda ise kontrol grubunda pulpa boşlukları su ile doldurulmamış (Carvalho ve ark., 2004), yapıştırma işlemi sadece ortamdaki nemin varlığında tamamlanmıştır. Ayrıca, araştırmacıların in vitro deneylerde 15 cm H₂O hidrostatik basıncına karşın çalışmamızda 20 cm H₂O hidrostatik bir basınç uygulanmıştır.

Kompozit blokların RU ile simantasyon öncesinde dentin yüzeyine SE ve SB bağlayıcı ajanların uygulanması, kontrollerin aksine PB grubunda bağlanmaya olumlu bir katkı sağlamamıştır (Çizelge 3.1). Öncelikle her iki ajan da HEMA içermektedir. Adeziv yapıda HEMA'nın bulunması, sıvı hareketi söz konusu olduğunda, bağlanma değerlerinin azalmasından sorumlu önemli bir faktördür. Ortamdaki su, HEMA ile reaksiyona girerek intertübüler alandaki hibrit tabaka içinde ve tübüller içerisinde nanometre boyutunda boşluklarla karakterize hidrojel alanlar meydana getirir, bu ise suyun yüzeye difüzyonuna yol oluşturur (Hiraishi ve ark. 2009). Ayrıca, bağlayıcı ajanlarla, simanın polimerizasyon mekanizmaları arasındaki farklılıkların da bağlanmayı olumsuz yönde etkilemesi olasıdır. Nitekim, bu örnekler çok yüksek oranda adeziv başarısızlık sergilemişlerdir.

Test gruplarının önemli bir kısmında, kontrol grubunda olduğu gibi, dişin dış kısmından alınan örnekler iç kısımdakilere göre daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri ortaya koymuşlardır. Bu gruplara, kontrollerde iç ve dış bölgeden elde edilen kesitlerde farklılık göstermeyen RU grubu da ilave olmuştur. Bu durum, hidrostatik basınç altında artış gösteren dentin neminin tübül yoğunluğunun fazla olduğu orta bölgede bağlanma değerlerini daha fazla düşürdüğü şeklinde yorumlanabilir.

Görüldüğü gibi birçok çalışma, hidrostatik basınç altında adeziv sistemlerin bağlanma performanslarında azalma olduğu konusunda fikir birliği içerisinde. Bulgularımız da bu görüşleri destekler niteliktedir. Smear tabakası ve tıkaçlarının asit uygulaması ile uzaklaştırıldığı yüzeyi tamamen pürüzlendiren sistemlerde bu tip azalmalar şaşırtıcı değildir. Geçirgenliğin aşırı derecede artmış olması buna bağlı olarak da ortamda aşırı suyun bulunması, öncelikle uygulama aşamasında, öngörülen rezin infiltrasyonunu ve polimerizasyonunu engeller. Bağlayıcı ajan uygulanırken, yüzeyde birikmiş su, solventin

buharlaşması sırasında hidrofilik monomerle karışır, böylece polimer zincirlerini plastize eder, rezin ve kollajen fibrillerin hidrolizine yol açar (Mazitelli ve ark., 2008; Hashimoto ve ark., 2010; Perdigão, 2010). Bu durum, zaman içerisinde ara yüzün bozulmasına da neden olur (Hashimoto ve ark., 2010). Kendinden pürüzlendirme yapan sistemlerde smear tabakası ve smear tıkaçlarının tamamen uzaklaştırılmaması, bu sistemlerin hidrostatik basınçtan daha az etkileneceği izlenimini yaratmaktadır. Ancak pürüzlendirme ve kondisyonlama işlevlerini eş zamanlı yapılabilmeleri için yapılarında hidrofilik monomerler ve yüksek konsantrasyonda solvent bulunduran bu sistemlerde yetersiz infiltrasyona bağlı olarak hibrit tabaka içerisinde veya bağlayıcı rezinde, “nanosızıntı” olarak nitelendirilen rezinle infiltre olmamış alanlar veya yetersiz polimerizasyon bildirilmiştir. Geçirgen bir adeziv tabaka zaman içerisinde de rezin hidrolizine yol açarak bağlanmayı tehlikeye düşürür (Hashimoto ve ark., 2010). Kendinden adeziv rezin simanların belirgin bir demineralizasyon ve hibridizasyon alanı oluşturmadığı bilinmektedir. Bu simanların yüksek viskozitesi nedeniyle demineralize edici komponentlerin smear ile kaplı yüzeye sınırlı penetrasyonu, demineralize edici komponentlerle smear tabakasının yüzeyi arasındaki sınırlı etkileşimler ve yüksek uygulama basıncına rağmen yetersiz adaptasyonu düşük bağlanma değerlerinden sorumludur. SEM incelemesinde bu tip simanlarda tübül ağzlarının kısmen açıldığı görülmüştür. Pulpal basınç altında su, bu açıklıklardan yüzeye doğru hareket ederek, asidik monomer konsantrasyonunu seyreltebilir. Ayrıca, fosforik asit metakrilatları ile iyon açığa çıkaran doldurucular arasında meydana gelen asit-baz reaksiyonun da sıvı akımına bağlı olarak bozulması olasıdır. Bu durum, rezin simanın polimerizasyonunu olumsuz yönde etkileyerek pöröz polimerize bir matriks ve düşük bağlanma performansı ile sonuçlanabilir (Carvalho ve ark., 2004; Sauro ve ark. 2007; Hirashi ve ark. 2009; Mazzitelli ve ark., 2010).

Diş hekimliğinde kullanılan yapıştırma materyallerinin in vivo koşullarda sergilediği bağlanma başarısı, simanın klinisyenler tarafından tercih edilmesini belirleyen önemli bir özelliktir. Birçok yapıştırma materyali önceleri çok iyi bağlanma değerleri ortaya koyarken zaman içerisinde bağlanma bozularak restorasyonun başarısızlığına yol açabilir. Bu nedenle, yapıştırma materyallerinin bağlanma performansının, ağızdaki koşulları taklit eden deneylerle zamana bağlı olarak irdelenmesi uygun materyalin seçimi bakımından yol göstericidir. Yapıştırma simanı/dentin bağlanma bölgesi anlık stresslerle bozulduğu gibi çiğneme, yutkunma ve parafonksiyonel alışkanlıklarda olduğu şekilde döngüsel yüklemelerden de

etkilenmektedir. Önce ara yüzde küçük çatlaklar oluşmakta, daha sonra çatlakların ilerlemesi ile bağlanma bozulmaktadır (Toledano ve ark., 2006).

Bu bilgiler doğrultusunda, araştırmamızda, farklı protokollerde uyguladığımız rezin esaslı siman ve/veya bağlayıcı ajanların bağlanma performansları mekanik yükleme sonrasında incelenmiştir. Bulgularımız, mekanik yüklemenin, çalışma kapsamındaki rezin esaslı yapıştırma materyallerinin dentine bağlanma dayanımlarını kontrollere göre belirgin olarak düşürdüğünü göstermiştir. Bu düşüşlerin, RU, RUSE, RUSB gruplarında, dış ve iç bölgelerden alınan kesitlerde, pulpal basınç grubundakilere benzer olduğu saptanmıştır. PFSE grubundan elde edilen dış kesitlerle RXSB grubu iç ve dış kesitlerde ise, pulpal basınç grubundakilerden daha belirgin düşüşler görülmüştür. Test grupları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en yüksek bağlanma kuvvetini RXSB grubu (dış, 17,5 MPa, iç, 14,9 MPa) sergilemiş, bunu PFSE grubu (dış 13,3 MPa, iç, 13,0 MPa) takip etmiştir. En düşük değerler ise RU (dış, 11,5 MPa, iç, 10,2 MPa), RUSE (dış, 11,6 MPa, iç, 10,4 MPa), RUSB (dış, 11,6 MPa, iç 10,8 MPa) gruplarında kaydedilmiştir.

İlgili kaynaklar araştırıldığında, bu konudaki çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar da uygulanan kuvvet ve vuruş sayısı bakımından farklılıklar sergilemektedir. Nikaido ve ark.(2002), çalışmamızdakine benzer şekilde, dişlerin okluzal yüzeyine kendinden pürüzlendirme yapan iki aşamalı Clearfil Linerbond 2V/AP-X (Kuraray) kombinasyonunu uygulamışlardır. Örnekler, bir çigneme simülatörü kullanılarak ve ısısız döngü testi ile farklı koşullarda (sadece 50 N kuvvetle 50.000 vuruş, sadece 2000 kez ısısız döngü veya 2000 kez ısısız döngü+ 50 N kuvvetle 50,000 vuruş) stresslere maruz bırakılmıştır. Daha sonra dentin ile adeziv sistem arasındaki bağlanma kuvveti incelenmiştir. Bulgularımızın aksine, test edilen tüm örneklerin bağlanma dayanımı değerleri kontrollerle karşılaştırıldığında belirgin farklılıklar göstermemiştir. SEM incelemesinde kırılma yüzeylerinde de gruplar arasında farklılık saptanmamıştır. Araştırmacılar, bu sonuçların iki muhtemel sebebi olabileceğini ifade etmişlerdir. Biri, Clearfil Linerbond 2V'nin üzerine yerleştirilen kompozit rezin stress emici rol oynayarak yükleme kuvvetlerinin dentin-bağlayıcı ajan ara yüzüne daha uniform bir şekilde dağılmasına yol açmıştır. Diğeri ise, 2000

kez uygulanan ısısal döngü testinin bağlanma üzerindeki etkisinin yeterli olmamasıdır. Nikaido ve arkadaşlarının (2002) belirttiğine göre ISO TR 11450, 5° ve 55° sıcaklıktaki su banyolarında 500 kez yapılan ısısal döngü testinin, örneklerin yaşlandırılması için yeterli olduğunu bildirmiştir. Ancak pek çok çalışmada döngü sayısı bu rakamın çok üzerinde tutulmuştur. Araştırmamızda kontroller de dahil olmak üzere tüm örnekler 5000 kez ısısal stresse maruz bırakılmıştır. Vuruş sayımız (10,000) yukarıdaki çalışmadakinden daha az olmasına karşın mekanik yüklemenin bağlanma değerlerini önemli ölçüde düşürmesi, ısısal döngü ile yeterince yaşlandırılan örneklerin mekanik yükleme sonrasında daha düşük değerlerde kırılması şeklinde yorumlanabilir. Bu farkın önemli bir nedeni de Nikaido ve arkadaşlarının (2002), örneklerin yüzeyine tabakalama tekniği ile kompozit uygulamalarına karşın çalışmamızda kompozit onleylerin adeziv sistemlerle örnek yüzeyine simante edilmesidir. Böylece kuvvetler karşısında daha çabuk kırılabilen bir alan oluşturulmuştur. Çalışmamızda, bazı test gruplarında adeziv başarısızlıkların kontrollere göre daha fazla olması da, ara yüzde ciddi bir bağlanma problemini göstermektedir. Nitekim, mekanik yükleme ve ısısal streslerle restorasyonda oluşan deformasyonların ara yüzde mikro ayrılmalara ve plastik deformasyonlara yol açabileceği bildirilmiştir. Ayrıca hibrit tabakanın uzun süreli bağlanmada en zayıf bölge olduğu, döngüsel yüklemekten sonra mineralize dentin ve kollajen liflerin de zayıfladığı gösterilmiştir (Nikaido ve ark., 2002). Bu bilgiler bağlanma performansı rezin uzantı ve hibrit tabaka oluşumuna dayayan PFSE ve RXSB gruplarımızda, diğerlerine göre çok daha belirgin olan düşüşleri açıklamaktadır.

Bir diğer çalışmada, yüzeyi tamamen pürüzlendiren ve kendinden pürüzlendirme yapan sistemler kullanılarak mikrogirilm bağlanma dayanımı (statik yükleme) ile mekanik yükleme (dinamik yükleme) testlerinin sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu doğrultuda, her adeziv sistem grubunda örneklerin yarısına 5000 siklus, 3s/siklus olacak şekilde 90 N kuvvet uygulanmıştır. Diğer örnekler ise kontrol olarak kullanılmıştır. Mekanik yükleme, bağlanma değerlerini, kullanılan adeziv sisteme göre değişen derecelerde düşürmüştür. En yüksek bağlanma performansı kontrollerde yüzeyi tamamen pürüzlendiren iki aşamalı adeziv sistem Single Bond ve kendinden pürüzlendirme yapan iki aşamalı Clearfil SE Bond tarafından ortaya konulmuştur. Mekanik yükleme sonrasında bu değerlerde önemli düşüşler kaydedilmesine rağmen bu sistemler, çalışmada kullanılan diğer adezivlere (Prime and Bond XP, Prime and

Bond NT, Etch and Prime) oranla yüksek bağlanma performanslarını devam ettirmişlerdir (Toledano ve ark., 2006). Koheziv yapıdaki kırılmalar, mekanik yükleme sonrası adeziv özellik kazanmıştır. SEM değerlendirmeleri, Clearfil SE Bond grubunda yükleme streslerinin daha çok hibrit tabaka içerisinde ve hibrit tabaka ile adeziv arasında yoğunlaştığını, Single Bond grubunda ise hibrit tabakanın üzerinde veya açığa çıkan kollajen fibrillerin rezin ile bütünleşmediği alt kısımda fazla olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, araştırmamızın bulguları ile aynı doğrultudadır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tez çalışmamızın sonuçları aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

1. İn vivo koşullarda, vital olmayan dişlerde, kendinden adeziv rezin simanın dentine bağlanma performansı, bağlayıcı ajanlarla birlikte uygulanmasıyla, geçici olarak bir artış sergileyebilir.
2. Vital dişlerde, kendinden adeziv rezin siman ile bağlayıcı ajan kullanılması ortamda bulunan pulpal sıvıdan olumsuz yönde etkilenebilir. Bu durumda, diş yüzeyinin önceden farklı bağlayıcı ajanlarla hazırlanmasının kendinden adeziv rezin yapıştırma simanının dentine bağlanmasına katkı sağlaması olası görülmemektedir.
3. Okluzal kuvvetler, uzun dönemde tüm adeziv sistemlerin dentine bağlanma değerlerinde azalmaya neden olmaktadır.
4. Kendinden adeziv rezin simanlar, geleneksel adeziv simantasyon tekniklerine göre daha düşük bağlanma performansı göstermektedirler. Özellikle tutuculuğun preparasyon geometrisiyle sağlanamadığı dişlerde uygulama kolaylığına karşın bu dezavantajları göz ardı edilmemelidir.
5. Dentine bağlanmada dentin derinliği ve bölgesi önem taşır. Bu bağlamda, dişin vital olup olmaması, adeziv yapıştırma simanı ve/veya bağlayıcı ajan'ın dentine bağlanmasına etki eden önemli bir faktördür.
6. Restorasyonun başarısı büyük ölçüde, diş dokusu ile yapıştırma simanı arasında uzun süreli bağlanmanın temini ile mümkün olmaktadır. Ancak son yıllarda, uygulama kolaylıkları ön plana çıkarılarak klinisyenlerin kullanıma sunulan adeziv sistemlerin, hidrate yapıdaki dentine bağlanma performansları tartışmalıdır. Bu sistemlerin güvenilirliğini ortaya koymak ve klinisyenler tarafından bilinçli olarak uygulanabilmelerini sağlamak için in vivo koşulları yansıtan deneysel çalışmaların yapılmasına gereksinim vardır.

ÖZET

Değişik Adeziv Yapıştırma Simanları ve Uygulama Protokollerinin, Taklit Edilmiş Pulpa Basıncı ve Okluzal Yüklemeler Altında Dentine Bağlanma Dayanımlarının İncelenmesi

Araştırmamızda, kendinden adeziv rezin esaslı bir yapıştırma simanı ve bununla birlikte uygulanan, adezyon mekanizmaları farklı iki bağlayıcı ajanın, dentine bağlanma performansı, geleneksel adeziv simantasyon tekniği uygulanan iki farklı bağlayıcı ajan/kompozit rezin yapıştırma sisteminin bağlanma dayanımı ile mikrogerilim bağlanma dayanımı testi kullanılarak karşılaştırıldı. Ayrıca, taklit edilmiş pulpa basıncı ve mekanik yüklemenin bu sistemlerin mikrogerilim bağlanma dayanımları üzerine etkisi incelendi. Bu amaçla 75 adet çürüksüz insan dişinin orta-koronal okluzal dentin yüzeyleri kullanıldı.

Hazırlanan dişler deney koşullarına göre, her birinde 25 diş olmak üzere üç gruba ayrıldı. İlk grup kontrol grubu (K) olarak hazırlandı. İkinci gruptaki dişlere (PB) yapıştırma sırasında taklit edilmiş pulpa basıncı (20cm H₂O) uygulandı. Simantasyon sonrasında mekanik yükleme yapılan dişler üçüncü grubu (MY) oluşturdu. Her bir çalışma grubu içindeki dişler, uygulanacak bağlayıcı ajan ve/veya yapıştırma simanı kombinasyonuna göre, her biri beş dişten oluşan beş alt gruba ayrıldı: 1. RelyX Unicem (RU) 2. RelyX Unicem + Clearfil SE Bond (RUSE) 3. RelyX Unicem + Adper Single Bond Plus (RUSB) 4. Panavia F 2.0 + Clearfil SE Bond (PFSE), 5. RelyX ARC + Adper Single Bond Plus (RXSB). Daha önce hazırlanan kompozit bloklar, dişlere yukarıdaki protokollerden biri uygulanarak yapıştırıldı. Bağlanma dayanımları mikrogerilim bağlanma dayanımı testi ile değerlendirildi. Ayrıca, örneklerdeki başarısızlık şekilleri ışık mikroskobu altında incelenerek, koheziv (dentin, siman, kompozit restorasyon içinde), adeziv (kompozit-siman, siman-dentin arasında) veya karışık (koheziv+adeziv) olarak sınıflandırıldı.

Kontrol grubunda, kendinden pürüzlendirme yapan SE ve tüm yüzeyi pürüzlendiren SB bağlayıcı ajanlarının, kendinden adeziv rezin siman RU'nun dentine bağlanma performansını belirgin olarak artırdığı saptandı. PB ve MY gruplarında, tüm uygulama protokollerinde, dentine bağlanma değerlerinde önemli düşüşler kaydedildi. Her iki grupta da RU öncesinde, dentin yüzeyine SE veya SB uygulanması, simanın dentine bağlanma değerlerinde bir

farklılık oluşturmadi. Dentin túbüllerinin oryantasyonu, adeziv sistemlerin dentine bağlanma performansını kısmen etkiledi. Tüm deney gruplarında, dentin-yapıştırma simanı arasında ortaya çıkan adeziv kırılmalar, en sık rastlanan başarısızlık modelini oluşturdu.

Bulgularımız bir bütün olarak değerlendirildiğinde; yeni geliştirilen adeziv sistemlerin güvenilirliğini ve uzun süreli stabilitesini ortaya koymak için in vivo koşulları yansıtan deneysel çalışmalara gereksinim olduğu sonucuna ulaşıldı.

Anahtar Sözcükler: kendinden adeziv, mekanik yükleme, mikrogerilim, pulpal basınç

SUMMARY

Influence of Simulated Pulpal Pressure And Mechanical Load On Microtensile Bond Strength Of Different Adhesive Cements And Application Methods

In this study, microtensile bond strengths of a self adhesive luting cement applied to dentin alone or in combination with two bonding agents having different adhesion strategies were compared with those of two different bonding agent/composite luting cement systems applied using conventional adhesive cementation technology. Furthermore, effect of simulated pulpal pressure and mechanical loading on microtensile bond strength of these approaches were investigated. For this purpose mid-coronal occlusal surfaces of 75 sound human molar teeth were used.

Teeth were randomly divided into three groups according to different experimental conditions with each group having 25 teeth. First group was selected as control. Simulated pulpal pressure was applied during cementation process (20cm H₂O) in the second group (PB). Tests specimens were subjected to mechanical loading after cementation procedure in the third group (MY). Each group was divided into five subgroups with five teeth each, according to the bonding agent and/or luting cement combinations; 1. RelyX Unicem (RU) 2. RelyX Unicem + Clearfil SE Bond (RUSE) 3. RelyX Unicem + Adper Single Bond Plus (RUSB) 4. Panavia F 2.0 + Clearfil SE Bond (PFSE) 5. RelyX ARC + Adper Single Bond Plus (RXSB). Pre-built composite blocks were luted to the prepared teeth with one of these protocols. Bond strengths were evaluated with microtensile bond strength test. Failure modes were analysed with stereo microscope and classified as cohesive (in dentin, luting cement, composite resin restoration), adhesive (between composite resin-luting cement, luting cement-dentin) or mix (cohesive+adhesive).

In control group, application of self-etching SE and and etch-and-rinse SB bonding agents before luting agent significantly increased the bond strength of self adhesive luting cement RU to dentin. In PB and MY groups significant decreases in bond strengths were recorded with all bonding protocols. In both groups, pretreatment of dentin surfaces with SE and SB did not improve the bond strength of RU. Orientation of dentin tubules affected the

performance of adhesive systems in some of the test groups. Adhesive failure between dentin-luting cement was the predominant failure mode in all the groups.

It may be concluded that further researches, simulating the clinical situations should be performed in order to reach consistent results about the reliability and long term durability of recently developed adhesive systems.

Keywords: mechanical load, microtension, pulpal pressure, self-adhesive,

KAYNAKLAR

- ABO-HAMAR, S.E., HILLER, K.A., JUNG, H., FEDERLIN, M., FRIEDL, K.H., SCHMALZ, G. (2005). Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. *Clin Oral Investig.*, **9**:161-167.
- ADEBAYO, O.A., BURROW, M.F., TYAS, M.J. (2008). Bonding of one-step and two-step self-etching primer adhesives to dentin with different tubule orientations. *Acta Odontol Scand.*, **66**:159-168.
- ALBALADEJO, A., OSORIO, R., TOLEDANO, M., FERRARI, M. (2010). Hybrid layers of etch-and-rinse versus self-etching adhesive systems. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.*, **15**:e112-118.
- ARISU, H.D., ÜÇTAŞLI, M.B., ELİGÜZELOĞLU, E., ÖZCAN, S., ÖMÜRLÜ, H. (2008). The effect of occlusal loading on the microleakage of class V restorations. *Oper Dent.*, **33**:135-41.
- ARMSTRONG, S., GERALDELI, S., MAIA, R., RAPOSO, L.H., SOARES, C.J., YAMAGAWA, J. (2010). Adhesion to tooth structure: a critical review of "micro" bond strength test methods. *Dent Mater.*, **26**:e50-62.
- BAGIS, B., BAGIS, Y.H., HASANREISOĞLU, U. (2010). Bonding effectiveness of a self-adhesive resin-based luting cement to dentin after provisional cement contamination. *J Adhes Dent.*, Nov 8. doi: 10.3290/j.jad.a19811.
- BEHR, M., ROSENTRITT, M., REGNET, T., LANG, R., HANDEL, G. (2004). Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-trying systems. *Dent Mater.*, **20**:191-197.

- BETAMAR, N., CARDEW, G., VAN NOORT, R. (2007a). Influence of specimen designs on the microtensile bond strength to dentin. *J Adhes Dent.*, **9**:159-168.
- BETAMAR, N., CARDEW, G., VAN NOORT, R. (2007b). The effect of variations in hourglass specimen design on microtensile bond strength to dentin. *J Adhes Dent.*, **9**:427-436.
- BLATZ, M.B., SADAN, A., KERN, M. (2003). Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent.*, **89**:268-274.
- BRACKETT, W.W., COVEY, D.A., ST GERMAIN JR, H.A. (2002). One-year clinical performance of a self-etching adhesive in class V resin composites cured by two methods. *Oper Dent.*, **27**:218-222.
- BURKE, F.J. (2005). Evaluating restorative materials and procedures in dental practice. *Adv Dent Res.*, **18**:46-49.
- CAMPOS, E.A., CORRER, G.M., LEONARDI, D.P., PIZZATTO, E., MORAIS, E.C. (2009). Influence of chlorhexidine concentration on microtensile bond strength of contemporary adhesive systems. *Braz Oral Res.*, **23**:340-345.
- CARDOSO, M.V., MORETTO, S.G., CARVALHO, R.C., RUSSO, E.M. (2008). Influence of intrapulpal pressure simulation on the bond strength of adhesive systems to dentin. *Braz Oral Res.*, **22**:170-175.
- CARVALHO, R.M., PEGORARO, T.A., TAY, F.R., PEGORARO, L.F., SILVA, N.R.F.A., PASHLEY, D.H. (2004). Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilize self-etching primers to dentin. *J Dent.*, **32**:55-65.
- CARVILLE, R., QUINN, F. (2008). The selection of adhesive systems for resin-based luting agents. *J Ir Dent Assoc.*, **54**:218-222.

- CHAIYABUTR, Y., KOIS, J.C. (2008). The effects of tooth preparation cleansing protocols on the bond strength of self-adhesive resin luting cement to contaminated dentin. *Oper Dent.*, **33**: 556-563.
- CHIEFFI, N. (2005). Factors affecting adhesive cementation of indirect restorations., PhD Thesis, University of Siena, School of Dental Medicine , Siena, Italy.
- CIUCCHI, B., BOUILLAGUET, S., HOLZ, J., PASHLEY, D. (1995). Dentinal fluid dynamics in human teeth, in vivo. *J Endod.*, **21**:191-194.
- ÇAL, E., TÜRKÜN, L.S., TÜRKÜN, M., TOMAN, M., TOKSAVUL, S. (2006). Effect of an antibacterial adhesive on the bond strength of three different luting resin composites. *J Dent.*, **34**:372-380.
- D'ARCANGELO, C., DE ANGELIS, F., D'AMARIO, M., ZAZZERONI, S., CIAMPOLI, C., CAPUTI, S. (2009). The influence of luting systems on the microtensile bond strength of dentin to indirect resin-based composite and ceramic restorations. *Oper Dent.*, **34**:328-336.
- DE LA MACORRA, J.C., PRADÍES, G. (2002). Conventional and adhesive luting cements. *Clin Oral Investig.*, **6**:198-204.
- DE MUNCK, J., VAN LANDUYT, K., PEUMANS, M., POITEVIN, A., LAMBRECHTS, P., BRAEM, M. (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res.*, **84**:118–132.
- DE MUNCK, J., VARGAS, M., VAN LANDUYT, K., HIKITA, K., LAMBRECHTS, P., VAN MEERBEEK, B. (2004). Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater.*, **20**:963-971.
- ECKERT, G.J., PLATT, J.A. (2007). A statistical evaluation of microtensile bond strength methodology for dental adhesives. *Dent Mater.*, **23**:385-391.

- EL-HOUSSEINY, A.A., JAMJOUM, H. (2000). The effect of caries detector dyes and a cavity cleansing agent on composite resin bonding to enamel and dentin. *J Clin Pediatr Dent.*, **25**: 57-63.
- FERRACANE, J.L., STANSBURY, J.W., BURKE, F.J. (2011). Self-adhesive resin cements-chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil.*, **38**:295-314.
- FRANKENBERGER, R., PERDIGÃO, J., ROSA, B.T., LOPES, M. (2001). "No-bottle" vs "multi-bottle" dentin adhesives - a microtensile bond strength and morphological study. *Dent Mater.*, **17**:373-380.
- GOKCE, K., AYKOR, A., ERSOY, M., OZEL, E., SOYMAN, M. (2008). Effect of phosphoric acid etching and self-etching primer application methods on dentinal shear bond strength. *J Adhes Dent.*, **10**:345-349.
- GORACCI, C., (2004). A study into laboratory techniques for interfacial strength testing of dental materials. PhD Thesis, University of Siena, School of Dental Medicine , Siena, Italy
- GORACCI, C., CURY, A.H., CANTORO, A., PAPACCHINI, F., TAY, F.R., FERRARI, M. (2006). Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. *J Adhes Dent.*, **8**:327-335.
- GORACCI, C., SADEK, F.T., FABIANELLI, A., TAY, F.R., FERRARI, M. (2005). Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. *Oper Dent.*, **30**:627-635.
- HAHN, P., ATIN, T., GRÖFKE, M., HELLWIG, E. (2001). Influence of resin cement viscosity on microleakage of ceramic inlays. *Dent Mater.*, **17**:191-196.

- HARNIRATTISAI, C., LUANGARAM, C., KUPHASUK, W., SENAWONGSE, P. (2010). The influence of a local anesthetic containing vasoconstrictor on microtensile bond strengths of two adhesive systems to human dentin in situ. *J Adhes Dent.*, **12**:11-18.
- HARNIRATTISAI, C., SENAWONGSE, P., TAGAMI, J. (2007). Microtensile bond strengths of two adhesive resins to discolored dentin after amalgam removal. *J Dent Res.*, **86**:232-236.
- HASHIMOTO, M., FUJITA, S., NAGANO, F., OHNO, H., ENDO, K. (2010). Ten-years degradation of resin-dentin bonds. *Eur J Oral Sci.*, **118**:404-410.
- HEBLING, J., CASTRO, F.L., COSTA, C.A. (2007). Adhesive performance of dentin bonding agents applied in vivo and in vitro. Effect of intrapulpal pressure and dentin depth. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.*, **83**:295-303.
- HIKITA, K., VAN MEERBEEK, B., DE MUNCK, J., IKEDA, T., VAN LANDUYT, K., MAIDA, T., LAMBRECHTS, P., PEUMANS, M. (2007). Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater.*, **23**:71-80.
- HILL, E.E. (2007). Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. *Dent Clin North Am.*, **51**:643-658.
- HIRAISHI, N., YIU, C.K., KING, N.M., TAY, F.R. (2009). Effect of pulpal pressure on the microtensile bond strength of luting resin cements to human dentin. *Dent Mater.*, **25**:58-66.
- HOLDEREGGER, C., SAILER, I., SCHUHMACHER, C., SCHLÄPFER, R., HÄMMERLE, C., FISCHER, J. (2008). Shear bond strength of resin cements to human dentin. *Dent Mater.*, **24**:944-950.
- HOSAKA, K., NAKAJIMA, M., MONTICELLI, F., CARRILHO, M., YAMAUTI, M., AKSORNMUANG, J., NISHITANI, Y., TAY, F.R., PASHLEY, D.H., TAGAMI, J.

- (2007). Influence of hydrostatic pulpal pressure on the microtensile bond strength of all-in-one self-etching adhesives. *J Adhes Dent.*, **9**:437-442.
- ILIE, N., FELTEN, K., TRIXNER, K., HICKEL, R., KUNZELMANN, K.H. (2005). Shrinkage behavior of a resin-based composite irradiated with modern curing units. *Dent Mater.*, **21**: 483-489.
- INOUE, S., VAN MEERBEEK, B., VARGAS, M., YOSHIDA, Y., LAMBRECHTS, P., VANHERLE, G. (2000). Adhesion mechanism of self-etching adhesives In: Advanced Adhesive Dentistry Proceedings Book. Ed.:Tagami J, Toledano M, and Prati C. 3rd International Kuraray Symposium Granada, December 3-4 p.:131-148.
- JIVRAJ, S.A., KIM, T.H., DONOVAN, T.E. (2006). Selection of luting agents, part 1. *J Calif Dent Assoc.*, **34**:149-160.
- KWONG, S.M., CHEUNG, G.S., KEI, L.H., ITTHAGARUN, A., SMALES, R.J., TAY, F.R., PASHLEY, D.H. (2002). Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique. *Dent Mater.*, **18**:359-369.
- LIN, J., MEHL, C., YANG, B., KERN, M. (2010). Durability of four composite resin cements bonded to dentin under simulated pulpal pressure. *Dent Mater.*, **26**:1001-1009.
- LINDBERG, A., PEUTZFELDT, A., VAN DIJKEN, J.W. (2005). Effect of power density of curing unit, exposure duration, and light guide distance on composite depth of cure. *Swed Dent J.*, **29**:105-112.
- LU, H., MEHMOOD, A., CHOW, A., POWERS, J.M. (2005). Influence of polymerization mode on flexural properties of esthetic resin luting agents. *J Prosthet Dent.*, **94**:549-554.
- LÜHRS, A.K., GUHR, S., GÜNAY, H., GEURTSSEN, W.(2010). Shear bond strength of self-adhesive resins compared to resin cements with etch and rinse adhesives to enamel and dentin in vitro. *Clin Oral Investig.* **14**:193-199.

- MAK, Y.F., LAI, S.C.N., CHEUNG, A.W.K., TAY, F.R., PASHLEY, D.H. (2002). Micro-tensile bond testing of resin cements to dentin and an indirect resin composite. *Dent Mater.*, **18**:609-621.
- MAZZITELLI, C., MONTICELLI, F., OSORIO, R., CASUCCI, A., TOLEDANO, M., FERRARI, M. (2008). Effect of simulated pulpal pressure on self-adhesive cements bonding to dentin. *Dent Mater.*, **24**:1156-1163.
- MAZZITELLI, C., MONTICELLI, F., TOLEDANO, M., FERRARI, M., OSORIO, R. (2010). Dentin treatment effects on the bonding performance of self-adhesive resin cements. *Eur J Oral Sci.*, **118**:80-86.
- MONTICELLI, F., FERRARI, M., TOLEDANO, M. (2008). Cement system and surface treatment selection for fiber post luting. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.*, **13**:e214-221.
- MONTICELLI, F., OSORIO, R., MAZZITELLI, C., FERRARI, M., TOLEDANO, M. (2008). Limited decalcification/diffusion of self-adhesive cements into dentin. *J Dent Res.*, **87**:974-979.
- MOSZNER, N., SALZ, U., ZIMMERMANN, J. (2005). Chemical aspects of self-etching enamel–dentin adhesives: a systematic review. *Dent Mater.*, **21**:895–910.
- NAKAJIMA, M., HOSAKA, K., YAMAUTI, M., FOXTON, R.M., TAGAMI, J. (2006). Bonding durability of a self-etching primer system to normal and caries-affected dentin under hydrostatic pulpal pressure in vitro. *Am J Dent.*, **19**:147-150.
- NAKAMURA, T., WAKABAYASHI, K., KINUTA, S., NISHIDA, H., MIYAMAE, M., YATANI, H. (2010). Mechanical properties of new self-adhesive resin-based cement. *J Prosthodont Res.*, **54**:59-64.

- NIKAIDO, T., KUNZELMANN, K.H., CHEN, H., OGATA, M., HARADA, N., YAMAGUCHI, S., COX, C.F., HICKEL, R., TAGAMI, J. (2002). Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. *Dent Mater.*, **18**:269-275.
- NISHIMURA, K., IKEDA, M., YOSHIKAWA, T., OTSUKI, M., TAGAMI, J. (2005). Effect of various grit burs on marginal integrity of resin composite restorations. *J Med Dent Sci.*, **52**: 9-15.
- NISHIYAMA, N., SUZUKI, K., NAGATSUKA, A., YOKOTA, I., NEMOTO, K. (2003). Dissociation states of collagen functional groups and their effects on the priming efficacy of HEMA bonded to collagen. *J Dent Res.*, **82**:257-261.
- NISHIYAMA, N., TAY, F.R., FUJITA, K., PASHLEY, D.H., IKEMURA, K., HIRAISHI, N., KING, N.M. (2006). Hydrolysis of functional monomers in a single-bottle self-etching primer-correlation of ¹³C NMR and TEM findings. *J Dent Res.*, **85**:422-426.
- NITTA, K. (2005). Effect of light guide tip diameter of LED-light curing unit on polymerization of light-cured composites. *Dent Mater.*, **21**:217-223.
- PASHLEY, D.H., TAY, F.R., YIU, C., HASHIMOTO, M., BRESCHI, L., CARVALHO, R.M., ITO, S. (2004). Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *J Dent Res.*, **83**:216-221.
- PAVAN, S., DOS SANTOS, P.H., BERGER, S., BEDRAN-RUSSO, A.K. (2010). The effect of dentin pretreatment on the microtensile bond strength of self-adhesive resin cements. *J Prosthet Dent.*, **104**:258-264.
- PEGORARO, T.A., DA SILVA, N.R., CARVALHO, R.M. (2007). Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am.*, **51**:453-471.

- PERDIĞAO, J. (2007). Predictable cementation of esthetic restorations: part I--principles of adhesion. *Pract Proced Aesthet Dent.*, **19**:1-6.
- PERDIĞAO, J. (2010). Dentin bonding-Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater.*, **26**:e24-37.
- PEREIRA, P.N., OKUDA, M., SANO, H., YOSHIKAWA, T., BURROW, M.F., TAGAMI, J. (1999). Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. *Dent Mater.*, **15**:46-53.
- PEREIRA, P.N., NUNES, M.F., MIGUEZ, P.A., SWIFT, E.J. (2006). Bond strengths of a 1-step self-etching system to caries-affected and normal dentin. *Oper Dent.*, **31**:677-681.
- POITEVIN, A., DE MUNCK, J., VAN LANDUYT, K., COUTINHO, E., PEUMANS, M., LAMBRECHTS, P. (2008). Critical analysis of the influence of different parameters on the microtensile bond strength of adhesives to dentin. *J Adhes Dent.*, **10**:7-16.
- POWERS, J.M. (2006). Resin composite restorative materials. In: Restorative Dental Materials. Ed.: RG Craig. 12. Ed. Mosby; p:189-212
- PROENÇA, J.P., POLIDO, M., OSORIO, E., ERHARDT, M.C., AGUILERA, F.S., GARCÍA-GODOY, F., OSORIO, R., TOLEDANO, M. (2007). Dentin regional bond strength of self-etch and total-etch adhesive systems. *Dent Mater.*, **23**:1542-1548.
- RADOVIC, I., MONTICELLI, F., GORACCI, C., VULICEVIC, Z.R., FERRARI, M. (2008). Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.*, **10**:251-258.
- SARAC, D., SARAC, Y.S., KULUNK, S., KULUNK, T. (2005). Effect of the dentin cleansing techniques on dentin wetting and on the bond strength of a resin luting agent. *J Prosthet Dent.*, **94**:363-369.

- SARAC, D., BULUCU, B., SARAC, Y.S., KULUNK, S. (2008). The effect of dentin-cleaning agents on resin cement bond strength to dentin. *J Am Dent Assoc.*, **139**:751-758.
- SATTABANASUK, V., SHIMADA, Y., TAGAMI, J. (2004). The bond of resin to different dentin surface characteristics. *Oper Dent.*, **29**:333-341.
- SAURO, S., WATSON, T.F., TAY, F.R., CHERSONI, S., BRESCHI, L., BERNARDI, F., PRATI, C. (2006). Water uptake of bonding systems applied on root dentin surfaces: a SEM and confocal microscopic study. *Dent Mater.*, **22**:671-680.
- SAURO, S., PASHLEY, D.H., MONTANARI, M., CHERSONI, S., LIVEPAGE., CARVALHO, R.M., TOLEDANO, M., OSORIO, R., TAY, F.R., PRATI, C. (2007). Effect of simulated pulpal pressure on dentin permeability and adhesion of self-etch adhesives. *Dent Mater.*, **23**:705-713.
- SAURO, S., PASHLEY, D.H., MANNOCCI, F., TAY, F.R., PILECKI, P., SHERRIFF, M., WATSON, T.F. (2008). Micropermeability of current self-etching and etch-and-rinse adhesives bonded to deep dentine: a comparison study using a double-staining/confocal microscopy technique. *Eur J Oral Sci.*, **116**:184-193.
- SAURO, S., MANNOCCI, F., TOLEDANO, M., OSORIO, R., THOMPSON, I., WATSON, T.F. (2009). Influence of the hydrostatic pulpal pressure on droplets formation in current etch-and-rinse and self-etch adhesives: a video rate/TSM microscopy and fluid filtration study. *Dent Mater.*, **25**:1392-1402.
- SCHERRER, S.S., CESAR, P.F., SWAIN, M.V. (2010). Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dent Mater.*, **26**:e78-93.

- SCHILTZ-TAING, M., WANG, Y., SUH, B., BROWN, D., CHEN, L. (2011). Effect of tubular orientation on the dentin bond strength of acidic self-etch adhesives. *Oper Dent.*, **36**: 86-91.
- SPINELL, T., SCHEDULE, A., WATTS, D.C. (2009). Polymerization shrinkage kinetics of dimethacrylate resin-cements. *Dent Mater.*, **25**:1058-1066.
- TAY, F.R., PASHLEY, D.H., GARCIA-GODOY, F., YIU, C.K. (2004). Single-step, self-etch adhesives behave as permeable membranes after polymerization. Part II. Silver tracer penetration evidence. *Am J Dent.*, **17**:315-322.
- TOLEDANO, M., OSORIO, R., ALBALADEJO, A., AGUILERA, F.S., TAY, F.R., FERRARI, M. (2006). Effect of cyclic loading on the microtensile bond strengths of total-etch and self-etch adhesives. *Oper Dent.*, **31**:25-32.
- VAN LANDUYT, K.L., SNAUWAERT, J., DE MUNCK, J., PEUMANS, M., YOSHIDA, Y., POITEVIN, A., COUTINHO, E., SUZUKI, K., LAMBRECHTS, P., VAN MEERBEEK, B. (2007). Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials.*, **28**:3757-3785.
- VAN LANDUYT, K.L., SNAUWAERT, J., PEUMANS, M., DE MUNCK, J., LAMBRECHTS, P., VAN MEERBEEK, B. (2008). The role of HEMA in one-step self-etch adhesives. *Dent Mater.*, **24**:1412-1419.
- VAN MEERBEEK, B., DE MUNCK, J., MATTAR, D., VAN LANDUYT, K., LAMBRECHTS, P. (2003). Microtensile bond strengths of an etch&rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. *Oper Dent.*, **28**:647-660.
- VIOTTI, R.G., KASAZ, A., PENA, C.E., ALEXANDRE, R.S., ARRAIS, C.A., REIS, A.F. (2009). Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. *J Prosthet Dent.*, **102**:306-312.

- YANG, B., LUDWIG, K., ADELUNG, R., KERN, M. (2006). Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. *Dent Mater.*, **22**:45-56.
- YEŞİLYURT, C., BULUCU, B. (2006). Bond strength of total-etch and self-etch dentin adhesive systems on peripheral and central dentinal tissue: a microtensile bond strength test. *J Contemp Dent Pract.*, **7**:26-36.
- YIU, C.K., PASHLEY, E.L., HIRAISHI, N., KING, N.M., GORACCI, C., FERRARI, M. (2005). Solvent and water retention in dental adhesive blends after evaporation. *Biomaterials.*, **26**:6863-6672.
- YOSHIKAWA, T., SANO, H., BURROW, M.F., TAGAMI, J., PASHLEY, D.H. (1999). Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *J Dent Res.*, **78**:898-905.
- YOSHIYAMA, M., SANO, H., EBISU, S., TAGAMI, J., CIUCCHI, B., CARVALHO, R.M. (1996). Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. *J Dent Res.*, **75**:1404-1413.
- YOSHIYAMA, M., TAY, F.R., DOI, J., NISHITANI, Y., YAMADA, T., ITOU, K., CARVALHO, R.M., NAKAJIMA, M., PASHLEY, D.H. (2002). Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. *J Dent Res.*, **81**:556-560.

ÖZGEÇMİŞ

I. BİREYSEL BİLGİLER

Adı	Tansu
Soyadı	Erakman
Doğum yeri ve tarihi	Ankara, 15/02/1977
Uyruğu	T.C.
Medeni durumu	Bekar
Askerlik durumu	Yapmadı

II. Eğitimi

2005-2011 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi Protetik Diş tedavisi ABD, Doktora programı

1996-2004 Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi

1993-1995 TED Ankara Koleji Vakfı Özel Lisesi

1992-1993 Hollyfield High School, Londra

1989-1992 TED Ankara Koleji Vakfı Özel Ortaokulu

1984-1989 Ulubatlı Hasan İlköğretim Okulu

Yabancı Dili: İngilizce

III. Ünvanları

2004 Dişhekimi

IV. Mesleki deneyimi

2004-2005 PTT Bursa Başmüdürlüğü Kurum Hekimliği

2005 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi ABD

2007 - Özel Klinik Sahibi

V. Bilimsel İlgi Alanları

İmplantoloji ve tam seramik restorasyonlar

Yayımları:

Ulusal Dergilerde Yayımlanan Makaleler

HASANREİSOĞLU U., ERAKMAN T., İRKEÇ Z. Tam Protezlerde Estetik Yaklaşımlar (2011). Türkiye Klinikleri J Dental Sci-Special Topics. 1(2): 91-96.

Posterler:

İnfluence of denture retention, maximum occlusal force and occlusal contact area on masticatory function in complete denture patients. HASANREİSOĞLU U, ARAS NK, ERAKMAN T, ERSOY E, GOSHİMA K, MİURA H. 4th Computer Aided Implantology Academy Int Congress, 16-17 oct 2009, Ist, Turkey.

Masticatory performance in edentulous patients with different mandibular ridge height. ARAS NK, ERSOY E, ERAKMAN T, HASANREİSOĞLU U, EPA 2006 European Prosthodontics Association 10th Annual Conferance, London.

Masticarotiy performance with conventional and implant supported mandibular prostheses. ERAKMAN T, HASANREİSOĞLU U, ARAS NK, SHİNOGAYA T. IADR Annual Meeting Continental European and Israil Divisions, September 26-29, 2007,GREECE

VI. Bilimsel Etkinlikler

Verdiği seminerler:

Periodontal Olarak Sorunlu Dişlerin Protetik Yönden Değerlendirilmesi (2006)

Tam Dişsizlikte İmplant Tedavi Planlaması (2007)