

MERİÇ BERKMAN

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ SAĞ. BİL. ENST.

DOKTORA TEZİ

İSTANBUL-2021

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

(DOKTORA TEZİ)

**HEMA’LI VE HEMA’SIZ SELF-ETCH ADEZİVLERDE
İLAVE HİDROFOBİK REÇİNE UYGULAMASININ SINIF
V KOMPOZİT RESTORASYONLARIN KLİNİK
PERFORMANSINA ETKİSİ**

MERİÇ BERKMAN

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. SAFA TUNCER**

**RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ PROGRAMI**

İSTANBUL-2021

İTHAF

Sevgili annem, babam ve kardeşime ithaf ediyorum

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim başladığı günden itibaren yoluma ışık tutan, akademik, mesleki ve ahlaki yönden kendime örnek aldığım, eğitim sürecimin son derece verimli ve keyifli geçmesinde büyük emekleri olan değerli tez danışmanım Doç. Dr. Safa Tuncer'e,

Bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak doktora eğitimime katkıda bulunan, başta Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Yasemin Benderli Gökçe olmak üzere Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nın tüm kıymetli öğretim üyelerine,

Yüksek çalışma disiplini ve akademik vizyonunu örnek aldığım, eğitimim boyunca hiçbir konuda yardımlarını esirgemeyen sevgili hocam Prof. Dr. Mustafa Demirci ve değerli asistanları Ferda Karabay ile Soner Şişmanoğlu'na,

Her daim güncel olan kıymetli bilgileriyle bizlerin ve uzmanlık alanımızın gelişmesine büyük katkıları olan değerli hocalarım Prof. Dr. Hande Şar Sancaklı ve Doç. Dr. Oktay Yazıcıoğlu'na,

Tez çalışmamın görsel bölümüne, dental fotoğrafçılık konusundaki teknik bilgi ve birikimlerini benimle paylaşarak, büyük katkılarda bulunan sevgili abim Dt. Murat Karakaş'a,

Doktora eğitimim sayesinde dahil oldukları hayatımı daima güzelleştiren Görkem Sengez, Oyun-Erdene Batgerel, Hıdır Tatar, İlkin Babakisiyev, abim Murat Tiryaki ve diğer asistan arkadaşlarıma,

Hayatımdaki her mutluluğu ve üzüntüyü paylaştığım manevi kardeşlerim Ayşe Canan Tutku Çelik, Günçe Ozan, Buse B. Köpüklü, Nida Ay, Ece Tamer, Canberk Çelik, Mehmet Işıker ve M. Fatih Özmen'e,

Topluma faydalı ve dürüst bir insan olmam konusunda bana önderlik yapan, hayattaki en büyük şansım olan annem Bilge Berkman, babam Mutlu Berkman ve beni her konuda destekleyen kardeşim İlke Berkman'a teşekkür ederim.

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 31778

İÇİNDEKİLER

BEYAN	iii
İTHAF	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	xv
ÖZET	xvii
ABSTRACT	xviii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Daimi Diş Sert Dokuları	3
2.1.1. Mine Dokusu	3
2.1.1.1. Mine Dokusunun Yapısal Birimleri	4
2.1.1.2. Mine Dokusunun Genel Özellikleri	5
2.1.2. Dentin Dokusu	6
2.1.2.1. Dentin Tübülleri	6
2.1.2.2. İntertübüler Dentin	7
2.1.2.3. Peritübüler (İntratübüler) Dentin	7
2.1.2.4. Primer Dentin	8
2.1.2.5. Sekonder Dentin	8
2.1.2.6. Tersiyer Dentin	9
2.1.2.7. Predentin, Manto Dentin, Sirkumpulpal Dentin, Granüler Tabaka, Hiyalin Tabaka	9
2.1.2.8. Sklerotik Dentin	10
2.1.2.9. Ölü Alanlar (Dead Tracts)	10
2.1.2.10. İnkremental Büyüme Çizgileri	10
2.1.2.11. Dentinin Sensitif Yapısı	11
2.1.2.12. Kliniği Etkileyen Durumlar	11
2.1.3. Sement Dokusu	12

2.2. Çürüksüz Diş Sert Doku Kayıpları	13
2.2.1. Atrizyon	13
2.2.2. Erozyon.....	13
2.2.3. Abrazyon.....	14
2.2.4. Abfraksiyon.....	14
2.2.5. Çürüksüz Servikal Lezyonlar	15
2.2.5.1. Çürüksüz Servikal Lezyonların Karakteristik Özelliklerine Göre Sınıflandırılması.....	16
2.2.5.2. Çürüksüz Servikal (Sınıf V) Lezyonların Direkt Kompozit Restorasyonlar ile Tedavisi.....	17
2.3. Kompozit Reçineler.....	19
2.3.1. Reçine Kompozitlerin Yapısı	20
2.3.1.1. Organik Reçine Matriks	20
2.3.1.2. İnorganik Doldurucu Partiküller.....	20
2.3.1.3. Silan Bağlayıcı Ajan	21
2.4. Dental Adezyon.....	21
2.4.1. Adezyon Teorileri.....	22
2.4.2. Adezyon Prensipleri	22
2.4.3. Bağlanma Kuvveti ve Bağlanma Dayanımı.....	23
2.4.4. Diş Sert Dokularına Adezyon	23
2.4.4.1. Mine Dokusuna Adezyon.....	25
2.4.4.2. Dentin Dokusuna Adezyon	25
2.4.4.3. Sement Dokusuna Adezyon	26
2.5. Adeziv Sistemler	27
2.5.1. Monomerler.....	27
2.5.1.1. Fonksiyonel Monomerler	29
2.5.1.2. Çapraz Bağlı Monomerler.....	30
2.5.2. Başlatıcılar (İnisiyatörler)	31
2.5.2.1. Foto-inisiyatörler	31
2.5.2.2. Kimyasal İnisiyatörler.....	32
2.5.3. İnhibitörler	32
2.5.4. Çözücüler	33
2.5.4.1. Doldurucular.....	34

2.5.5. Etch and Rinse Sistemler	36
2.5.5.1. Üç Aşamalı Etch and Rinse Sistemler (4. Jenerasyon Adeziv Sistemler) ...	37
2.5.5.2. İki Aşamalı Etch and Rinse Sistemler (5. Jenerasyon Adeziv Sistemler)....	37
2.5.6. Self-etch Sistemler.....	39
2.5.6.1. İki Aşamalı Self-etch Sistemler (6. Jenerasyon Adeziv Sistemler).....	40
2.5.6.2. Tek Aşamalı Self-etch Sistemler (7. Jenerasyon Adeziv Sistemler)	40
2.5.7. Universal (Multi-mod) Adeziv Sistemler	42
2.6. Reçine-Dentin Arayüzey Degradasyon Mekanizması	42
2.6.1. Kollajen Matriks Degradasyonu.....	42
2.6.2. Reçine Matriks Degradasyonu	43
2.7. Bağlanma Dayanımını Artırmaya Yönelik Uygulamalar.....	44
2.7.1. Proteaz Enzim İnhibitörleri.....	44
2.7.1.1. Klorheksidin (CHX).....	44
2.7.1.2. Kuaterner Amonyum Bileşikleri (QAC).....	44
2.7.1.3. Etilendiamintetraasetik Asit (EDTA)	45
2.7.1.4. Epigallokateşin Gallat (EGCG).....	45
2.7.1.5. Galardin (GM6001/ Ilomastat).....	45
2.7.1.6. Tetrasiklinler ve Analogları.....	46
2.7.2. Çapraz Bağlayıcı Ajanlar ile Kollajenin Güçlendirilmesi	46
2.7.2.1. Glutaraldehit	46
2.7.2.2. EDC (1-etil-3-karbodiamid)	46
2.7.2.3. Bitkisel Kaynaklı Çapraz Bağlama Ajanları	47
2.7.3. Biomimetik Remineralizasyon.....	47
2.7.4. Reçine Monomerlerin Degradasyonunun Engellenmesi	47
2.7.4.1. İlave Hidrofobik Reçine Tabaka Uygulaması	47
2.7.4.2. Adeziv Reçinenin Birkaç Kat Uygulanması	48
2.7.4.3. Adeziv Reçinenin Devamlı ve Aktif Uygulanması	49
2.7.4.4. Polimerizasyon Süresinin Artırılması	49
2.7.4.5. Uygulama Süresinin Artırılması.....	50
2.7.4.6. Etanol Wet Bonding Uygulaması	50
2.8. Restorasyonların Klinik Performansının Değerlendirmesi.....	50
2.8.1. Modifiye USPHS Kriterleri (Modifiye Ryge Kriterleri)	51
2.8.2. FDI Kriterleri.....	53

2.9. Çürüksüz Servikal (Sınıf V) Lezyonlara Uygulanan Kompozit Restorasyonların Klinik Performansının Değerlendirildiği Çalışmalar.....	59
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	62
3.1. Çalışma Dizaynı.....	62
3.1.1. Araştırmaya Dahil Edilen Gönüllülerin Seçimi.....	62
3.1.2. Sınıf V Lezyonların Karakteristik Özelliklerine Göre Sınıflandırılması.....	63
3.1.2.1. Şekil/Kavite Açısı.....	63
3.1.2.2. Lezyon Derinliği.....	63
3.1.2.3. Serviko-insizal Yükseklik.....	64
3.1.2.4. Mine Miktarı.....	64
3.1.2.5. Dentin Skleroz Derecesi.....	64
3.1.2.6. Atrizyon Faseti.....	65
3.1.2.7. Pre-operatif Hassasiyet.....	65
3.1.3. Çalışma Gruplarının Belirlenmesi.....	66
3.1.4. Çalışmada Kullanılan Restoratif Materyaller ve Tedavi Protokolü.....	68
3.2. Klinik Takip ve Restorasyonların FDI Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi.....	76
3.3. İstatistiksel Analiz.....	79
4. BULGULAR.....	81
4.1. FDI Kriterlerine Göre Yüzey Parlaklığı Bulguları.....	84
4.2. FDI Kriterlerine Göre Marjinal Renkleşme Bulguları.....	87
4.3. FDI Kriterlerine Göre Renk Uyumu ve Translusensi Bulguları.....	90
4.4. FDI Kriterlerine Göre Estetik Anatomik Form Bulguları.....	92
4.5. FDI Kriterlerine Göre Kırık ve Retansiyon Bulguları.....	94
4.6. FDI Kriterlerine Göre Marjinal Adaptasyon Bulguları.....	97
4.7. FDI Kriterlerine Göre Post-operatif Hassasiyet Bulguları.....	100
4.8. FDI Kriterlerine Göre Periodontal Cevap Bulguları.....	101
4.9. FDI Kriterlerine Göre Sekonder Çürük Bulguları.....	103
4.10. Lezyon Karakteristiklerine Göre Restorasyon Başarısı Bulguları.....	105
5. TARTIŞMA.....	106
KAYNAKLAR.....	130
FORMLAR.....	155
ETİK KURUL KARARI.....	162
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI.....	166

ÖZGEÇMİŞ.....	167
---------------	-----



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2-1: Çürüksüz Servikal Lezyonların Karakteristik Özelliklerine Göre Sınıflandırılması

Tablo 2-2: Dentin Adezivleri ile Diş Sert Dokuları Arasındaki Bağlantı Mekanizması

Tablo 2-3: Adeziv Sistemlerde Kullanılan Monomerlerin Temel Yapısı

Tablo 2-4: Adeziv Stratejileri

Tablo 2-5: Modifiye USPHS Kriterleri

Tablo 2-6: FDI Kriterleri – Estetik Özellikler

Tablo 2-7: FDI Kriterleri – Fonksiyonel Özellikler

Tablo 2-8: FDI Kriterleri – Biyolojik Özellikler

Tablo 3-1: Gönüllülerin Çalışmaya Dahil Edilme ve Dahil Edilmeme Kriterleri

Tablo 3-2: Sınıf V Lezyonların Şekil/Kavite Açısına Göre Sınıflandırılması

Tablo 3-3: Sınıf V Lezyonların Lezyon Derinliğine Göre Sınıflandırılması

Tablo 3-4: Sınıf V Lezyonların Serviko-İnsizal Yüksekliğe Göre Sınıflandırılması

Tablo 3-5: Sınıf V Lezyonların Lezyondaki Mine Miktarına Göre Sınıflandırılması

Tablo 3-6: Sınıf V Lezyonların Dentin Skleroz Derecesine Göre Sınıflandırılması

Tablo 3-7: Sınıf V Lezyonların Atrizyon Fasetine Göre Sınıflandırılması

Tablo 3-8: Sınıf V Lezyonların Pre-operatif Hassasiyete Göre Sınıflandırılması

Tablo 3-9: Modifiye Skleroz Skalası

Tablo 3-10: Çalışma Grupları

Tablo 3-11: Uygulanan Restorasyonların Çenelere ve Diş Gruplarına Göre Dağılımları

Tablo 3-12: Uygulanan Restorasyonların Dişlere Göre Dağılımları

Tablo 3-13: Çalışmada Kullanılan Materyaller

Tablo 3-14: Çalışmada Değerlendirilen FDI Kriterleri

Tablo 4-1: Çürüksüz Servikal Lezyonların Karakteristik Özelliklerinin Çalışma Gruplarına Göre Dağılımı

Tablo 4-2: Gönüllülerin Başlangıç, 6, 12, 18 Aylık Geri Çağırma Kontrollerine Katılım Oranları ve Restorasyonların Kümülatif Başarı Yüzdeleri

Tablo 4-3: Yüzey Parlaklığı Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları

Tablo 4-4: Marjinal Renkleşme Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları

Tablo 4-5: Renk Uyumu ve Transluseri Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları

Tablo 4-6: Estetik Anatomik Form Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları

Tablo 4-7: Kırık ve Retansiyon Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları

Tablo 4-8: Marjinal Adaptasyon Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları

Tablo 4-9: Post-operatif Hassasiyet Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları

Tablo 4-10: Periodontal Cevap Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları

Tablo 4-11: Sekonder Çürük Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1: Adeziv Sistemlerde Kullanılan Monomerlerin Temel Yapısı

Şekil 3-1: Restorasyon Akış Şeması

Şekil 3-2: Çürüksüz servikal lezyonların derinlik, kenar açısı, serviko-insizal yükseklik özelliklerinin periodontal Williams sondu ile ölçülmesi

Şekil 3-3: Çürüksüz servikal lezyonlarda, dentindeki skleroz karakteristiklerinin, Modifiye Skleroz Skalasına göre değerlendirilmesi

Şekil 3-4: Restorasyon Prosedürleri; a. Lokal anestezi uygulanması, b. Retraksiyon ipi uygulanması

Şekil 3-5: Restorasyon Prosedürleri; Mine marjinlerine selektif asitleme uygulanması

Şekil 3-6: Restorasyon Prosedürleri; Adezivin uygulanması

Şekil 3-7: Restorasyon Prosedürleri; Kompozitin uygulanması

Şekil 3-8: Restorasyon Prosedürleri; Bitim ve cila prosedürlerinin uygulanması

Şekil 3-9: Restorasyonun bitimden 1 hafta sonraki görünümü

Şekil 4-1: Çalışma Grupları ve Zamana Göre Kümülatif Sağkalım Analizi

Şekil 4-2: 12. Ayda Yüzey Parlaklığı Kriteri Açısından 3 Skoru ile Değerlendirilen 24 Numaralı Diş

Şekil 4-3: 18. Ayda Marjinal Renkleşme Kriteri Açısından 3 Skoru ile Değerlendirilen 34 Numaralı Diş

Şekil 4-4: 18. Ayda Marjinal Renkleşme Kriteri Açısından 2 Skoru ile Değerlendirilen 33 Numaralı Diş, a. Restorasyonun Başlangıç Görünümü, b. Restorasyonun 18. Aydaki Görünümü

Şekil 4-5: 18. Ayda Renk Uyumu ve Translusensi Kriteri Açısından 2 Skoru ile Değerlendirilen 43 Numaralı Diş

Şekil 4-6: 12. Ayda Restorasyon Kaybı Nedeni ile Retansiyon Açısından 5 Skoru ile Değerlendirilen 24 Numaralı Diş

Şekil 4-7: 18. Ayda Restorasyon Kaybı Nedeni ile Retansiyon Açısından 5 Skoru ile Değerlendirilen 44 Numaralı Diş. a. Restorasyonun Başlangıç Görünümü, b. 18. Aydaki Görünüm

Şekil 4-8: 18. Ayda Marjinal Adaptasyon Açısından 2 Skoru ile Değerlendirilen 32 Numaralı Diş



SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

Å: Ångström

nm: Nanometre

µm: Mikrometre

mm: Milimetre

mmHg: Milimetre cıva

10-MDP: 10-metakriloksidisildihidrojenfosfat

4-MET: 4-metakriloyloksietil trimellitik asit

4-META: 4-metakriloksietiltrimellitik anhidrit

5-NMSA: N-metakriloil 5-aminosalisilik asit

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

ADA: American Dental Association, Amerikan Dişhekimleri Birliği

ANOVA: Analysis of variance, varyans analizi

BAC: Benzalkolyum klorid

BHT: Butilhidroksitolüen

Bis-EMA: Etoksile bisfenol A dimetakrilat

Bis-GMA: Bisfenol-a glisidil dimetakrilat

CHX: Klorheksidin

DMAEMA: 2- (dimetilamino) etil metakrilat

Gla: Gamma-karboksiglutamat

PENTA: Dipentaeritritol penta-akrilat fosfat

BPDM: Bifenil-dimetakrilat

TCB: Bütan-1, 2, 3, 4-tetrakarboksilik asit di-2-hidroksietilmetakrilat esterleri

PMD: Perfloro-2-metilen-4-metil-1,3-dioksolan

DMP-1: Dentin matriks asidik fosfoprotein-1

DSLR: Digital single-lens reflex

EDTA: Etilendiamin tetraasetik asit

EGCG: Epigallokateşin Gallat

FDI: Federation Dentaire International, Dünya Dişhekimleri Birliği

GM6001: Galardin

HEMA: 2-hidroksietilmetakrilat

LED: Light Emitted Diode

MA: Metakrilat

MAC-10: 11-metakriloiloksi-1,10-undekanedikarboksilik asit

MDPB: Metakriloiloksidodesilpiridinyum bromür

MDTP: 10-metakriloiloksidetil dihidrojen tiyofosfat

MEHQ: Monometil eter hidrokinon

MMA: Metil metakrilat

MMP: Matriks metalloproteinaz

MPa: Megapascal

NPG-GMA: N- (2-hidroksi-3-metakriloksipropil) N-fenilglisin

NTG-GMA: N (p-tolil) glisin-glisidil metakrilat

PCDMA: Fenil karbamoiloksi-propan dimetakrilat

PEM-F: Pentametakriloiloksietilsikloheksafosfazen monoflorür

pH: Power of hydrogen, hidrojenin gücü

Phenyl-P: 2- (metakriloiloksietil) fenil hidrojenfosfat

PPD: 1-fenil-1,2 propandiyon

QAC: Quaternary ammonium compound, kuaterner amonyum bileşikleri

SEM: Scanning electron microscope, Taramalı elektron mikroskobu

TEGDMA: Trietilen glikol dimetakrilat

TEM: Transmission electron microscopy, Geçirimli elektron mikroskobu

TPO: 2,4,6-trimetilbenzoildifenil fosfin oksit

UDMA: Üretan dimetakrilat

USPHS: United States Public Health Service, Amerika Birleşik Devletleri Halk Sağlığı Servisi

ÖZET

BERKMAN, M. (2021). HEMA’lı ve HEMA’sız Self-Etch Adezivlerde İlave Hidrofobik Reçine Uygulamasının Sınıf V Kompozit Restorasyonların Klinik Performansına Etkisi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi. İstanbul.

Bu çalışmanın amacı, çürüksüz servikal lezyonlara iki farklı tek aşamalı dentin adezivinin tek başlarına veya ilave hidrofobik reçine tabakası ile birlikte uygulanmasıyla gerçekleştirilen restorasyonların, 18 aylık klinik performanslarının FDI kriterlerine göre değerlendirilerek, adezivler arasındaki içerik farklılığının ve ilave hidrofobik reçine tabakasının, materyallerin klinik davranışına olan etkisinin araştırılmasıdır. Çalışmaya dahil edilen 31 hastada mevcut olan 160 adet diş, Grup 1’de Clearfil S3 Bond Plus, Grup 2’de Clearfil S3 Bond Plus ve Heliobond, Grup 3’te G-Premio Bond, Grup 4’te G-Premio Bond ve Heliobond uygulanarak Clearfil Majesty ES-2 ile tek bir operatör tarafından restore edilmiştir. Restorasyonlar 1 haftalık, 6, 12 ve 18 aylık klinik kullanımlar sonrası değerlendirilmiştir. Çalışma grupları arasındaki farklılık normal dağılıma sahip olmayan değişkenler için Kruskal Wallis Tek yönlü varyans analizi ve Dunn’s çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Zamanlar/ölçümler/gruplar arası farklılık normal dağılıma sahip olmayan sürekli değişkenlerde Friedman ANOVA ve Tukey Post Hoc Test ile değerlendirilmiştir ($p<0,05$). Restorasyonların başlangıç, 6, 12 ve 18 aylık klinik kullanımı sonrası yüzey parlaklığı, marjinal renkleşme, renk uyumu ve translusensi, estetik anatomik form, kırık ve retansiyon, marjinal adaptasyon, post-operatif hassasiyet, periodontal cevap ve sekonder çürük parametreleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Adezivler arasındaki içerik farklılığı ve ilave hidrofobik reçine uygulamasının klinik performansa önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Klinik çalışma, Diş aşınması, Adezyon, Reçine kompozit, FDI kriterleri.

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 31778

ABSTRACT

BERKMAN, M. (2021). Effect of an Additional Hydrophobic Resin Application in Self-Etch Adhesives on the Clinical Performance of Class V Composite Restorations. İstanbul University, Institute of Health Science, Department of Restorative Dentistry. PhD Thesis. İstanbul.

The aim of this study was to evaluate the 18-month clinical performances of two different one-step dentin adhesives that applied alone or with an additional hydrophobic resin layer to non-carious cervical lesions, according to FDI criteria. 160 teeth in 31 patients included in the study were divided into 4 groups. Clearfil S3 Bond Plus in Group 1, Clearfil S3 Bond Plus and Heliobond in Group 2, G-Premio Bond in Group 3, G-Premio Bond and Heliobond applied teeth in Group 4 and they were restored with Clearfil Majesty ES-2 by single operator. Restorations were evaluated after 1 week, 6, 12 and 18 months of clinical use. The difference between the study groups was compared with Kruskal Wallis One-way analysis of variance and Dunn's multiple comparison test for variables that do not have a normal distribution. Differences between times / measurements / groups were evaluated using Friedman ANOVA and Tukey Post Hoc Test in continuous variables without normal distribution ($p < 0,05$). After initial, 6, 12 and 18 months of clinical use, there was no significant difference between the groups in terms of the surface lustre, marginal staining, color match and translucency, esthetic anatomic form, fracture of material and retention, marginal adaptation, post-operative sensitivity, seconder caries and periodontal response parameters ($p > 0,05$). It was found that the difference in content between the adhesives and the application of additional hydrophobic resin had no significant effect on clinical performance.

Key Words: Clinical trial, Tooth abrasion, Adhesion, Composite dental resin, FDI criteria.

The present work was supported by the Research Fund of İstanbul University. Project No. 31778

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Restoratif dişhekimliği mikrobiyal, gelişimsel veya travmatik nedenlerle hasara uğramış diş sert dokularına, fonksiyon ve estetiğin geri kazandırılmasını, bu dokuların önleyici uygulamalarla hastalıklardan korunmasını amaçlayan bilim dalıdır. Hasarlı bölgelerin minimum doku kaybıyla uzaklaştırılması ve dokunun maksimum oranda örtülenip, korunmasına olanak sağlayan adeziv sistemler ise restoratif dişhekimliğinde bir dönüm noktası olmuştur. Dentin adeziv sistemler restorasyon materyalleri ile diş yapıları arasında bir bağlantı arayüzü oluşturarak bağlanmayı sağlayan, monomer bazlı formülasyonlardan meydana gelen materyallerdir. 1949 yılında ilk bağlantı materyali olan Sevriton Cavity Seal'ı üreten Oskar Hagger, 1955 yılında mine dokusuna uygulanan fosforik asitin daha güçlü bir bağlantı oluşturduğunu bildiren Buonocore ve 1965 yılında NPG-GMA yüzey aktif monomerini geliştiren Bowen, bu teknolojinin öncülerindendir (Hagger 1949, Buonocore 1955, Bowen 1965).

Adeziv dişhekimliği bağlanma kuvveti, mikrosızıntı, direnç, sitotoksisite ve teknik hassasiyet konularındaki problemlerin giderilmesi ile klinik başarının artırılması amacıyla sürekli yeni materyallerin geliştirildiği bir alan haline gelmiştir. Bu doğrultuda piyasaya sürekli olarak, farklı içerik veya kullanım yöntemine sahip yeni ürünler sürülmektedir.

Diş sert dokuları ile restoratif materyaller arasındaki bağlantı kalitesinin artması ve bağlanma ömrünün uzaması için adeziv sistemlerin monomer (HEMA, 10-MDP, 4-MET vb.), asidite, çözücü (su, aseton, etanol) içeriklerinde ve uygulanma yöntemlerinde (etch and rinse, self-etch) çeşitli modifikasyonlarla üretilen yeni ürünlerin etkinliği in vitro ve randomize klinik çalışmalarla araştırılmaktadır. Dentin adeziv sistemlerde daha başarılı klinik performanslar elde edilebilmesi için bağlanma dayanımını artırmanın amaçlandığı bazı yöntemler geliştirilmiştir. Dentin dokusunun mekanik yolla pürüzlendirilmesi ile sklerotik dokunun uzaklaştırılması, asit uygulaması sonrası MMP inhibitörü kullanılarak kollajen yıkımının engellenmesi, adezivin hafif basınçla devamlı olarak uygulanması sayesinde dentine monomer infiltrasyonunun artırılması, adezivin bir kaç tabaka halinde uygulanması ile bağlayıcı ajana doyurulması, dentine hafif asiditeli self-etch adeziv uygulanmadan önce EDTA solüsyonu muamele edilmesi ile sklerotik dentinde orta düzeyde demineralizasyon sağlanması, ilave hidrofobik adeziv reçine tabakası uygulaması ile su emiliminin azaltılması ve polimerizasyon oranının

artırılması gibi yöntemlerin kullanıldığı çalışmalarda, mikromekanik retansiyon değerleri artmış, mikrosızıntı ve marjinal renkleşme oranları azalmıştır. (Hashimoto ve ark. 2004; Van Landuyt ve ark. 2005; Reis ve ark. 2005; Cadenaro ve ark. 2005; Breschi ve ark. 2008; Yoshihara ve ark. 2013; Muñoz ve ark. 2014; Sezinando ve ark. 2015; Reis ve ark. 2017).

Dişlerin servikal bölgelerindeki sert dokular, kaynağı çürük olmayan mekanik veya kimyasal pek çok etkenle aşınabilmekte, bu durum zamanla dentin veya pulpa dokularının açığa çıktığı çürüksüz servikal lezyonların meydana gelmesine zemin hazırlayabilmektedir. Multifaktöriyel bir etiyolojiye, karakteristik şekil ve görünümlere sahip olan bu lezyonlar, ileri vakalarda estetik ve fonksiyonel kayıplara sebep olmakta, dişlerin ömrünü kısaltmaktadır. Yaş, cinsiyet, oral hijyen alışkanlıkları, asidik gıda tüketimi, fırçalama kuvveti, parafonksiyonlar, oklüzyon özellikleri gibi etiyolojik faktörlere sahip olan bu lezyonlar, hastalarda hassasiyet, ağrı ve estetik problemlere yol açarak yaşam kalitelerinin azalmasına neden olmaktadır (Igarashi ve ark. 2017). Bu lezyonlar kompozit reçine, geleneksel cam iyonomer, reçine modifiye cam iyonomer, kompomer, giomer gibi materyallerle restore edilebilmektedir. Lezyon lokalizasyonunun, sklerotik dentin dokusunda olması, diğer kavite tiplerine nispeten daha az retantif alan içermesi ve oklüzal streslerden yüksek miktarda etkilenen bir bölge olması bağlantının güçleşmesine neden olmaktadır (Chee ve ark. 2012).

Adeziv sistemlerin dentine olan bağlanma performanslarının araştırıldığı klinik çalışmalarda, yaygın olarak çürüksüz servikal lezyon restorasyonlarının klinik performansları değerlendirilmektedir. Bu lezyonlar, makromekanik tutunma sağlamaması, en az %50'lik bir dentin alanından oluşması, erişime kolay olan anterior ve premolar dişlerin vestibül yüzeyinde bulunması ve popülasyonda sıklıkla karşılaşılmaması gibi özellikleri nedeniyle klinik araştırmalarda bağlanma substratı olarak tercih edilmektedirler (Browning ve ark. 2000; Tyas ve ark. 2002; Van Meerbeek ve ark. 2003; Peumans ve ark. 2007).

Bu araştırmanın amacı, biri HEMA içeren, diğeri HEMA içermeyen iki farklı adeziv ajanın tek başına veya ilave hidrofobik reçine tabaka uygulaması eşliğinde, çürüksüz servikal bölge lezyonlarına uygulanması, bu içerik ve uygulama farklılıklarının, restorasyonların performansına olan etkisi etkisinin araştırılmasıdır. Çalışma başlangıç, 6, 12, 18 aylık geri çağırma kontrollerinden elde edilen veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Daimi Diş Sert Dokuları

Diş, bir gevşek bağ dokusu olan pulpa ile onu çevreleyen mine, dentin ve sementten oluşmaktadır. Birbirinden farklı bu üç mineralize sert dokunun birleşimi ile çiğneme kuvvetlerine karşı direnç kazanmış kompleks bir organdır (Farah ve ark. 2018; Berkovitz ve ark. 2018). Mine ektodermal kökenli, dentin, sement ve pulpa ise ektomezenkimal kökenlidir (Moore ve Persaud 1993; Berkovitz ve ark. 2018). Diş dokularının oluşumu (odontogenezis), embriyolojik hayatın 6. haftasında, gelecekteki dental arkları oluşturacak olan ektoderm kökenli dental lamina ile alttaki mezenkim hücreleri arasındaki etkileşim ile başlar (Nanci 2013). Dental lamina üzerinde 20 süt dişi gelişir. Süt dişlerinden sonra çıkacak olan daimi dişler ise 10. haftada bu dental laminanın lingualinden gelişmeye başlar (Moore ve Persaud 1993; Miletich ve Sharpe 2003). Daimi dişler ile süt dişleri aynı odontojenik süreçlerden geçerek meydana gelirler ancak sürme zamanları, sayıları, fizyolojik ve morfolojik özellikleri birbirlerinden farklıdır (Arda ve ark. 2014; Berkovitz ve ark. 2018). Diş gelişimi, kuron oluşumu tamamlanana kadar ve kök gelişimi başlayana kadarki süreçte, tomurcuk, takke, çan evrelerini içerir. Odontoblast hücrelerinden dentin, ameloblast hücrelerinden mine oluşur. Mine oluşup dişin kuron kısmı tamamlandıktan sonra ameloblast hücreleri birleşik mine epiteline dönüşür. Bu epitel diş oral kaviteye sürerken oral mukoza ile birleşir (Farah ve ark. 2018). Kuron oluştuktan sonra iç mine epiteli ve dış mine epiteli birleşip uzayarak Hertwig epitel kınını oluşturur ve kök gelişimi başlar. Odontoblastlar farklılaşarak kök dentinini, dıştaki hücreler ise sementoblasta farklılaşarak sementi oluştururlar (Nanci 2013). Diş gelişimi aktivitesi 15 yaş civarında üçüncü büyük azı dişleri geliştiğinde durur (Farah ve ark. 2018).

2.1.1. Mine Dokusu

Ana bileşeni kalsiyum hidroksiapatit (hacimce %88-92, ağırlıkça %95-96) olan mine, yüksek miktarda inorganik bileşen içeren, kristalin yapıdaki bir dokudur (Ritter 2018; Berkovitz ve ark. 2018). Hacimce %89, ağırlıkça %96'lık inorganik içeriğiyle insan vücudundaki en sert doku olan diş minesinin geri kalan bileşenleri, hacimce %2, ağırlıkça %1 oranında organik matriks proteinleri ve hacimce %12, ağırlıkça %4 oranında sudan oluşmaktadır (Avery ve ark. 2002; Ritter 2018).

Amelogenezis sürecinde ameloblast hücreleri tarafından oluşturulan mine, pulpa ve dentini kaplar, anatomik kuruğu çevreleyerek dişe Şekil ile kontur verir ve dişi ħiğneme streslerine karşı korur (Summitt 2006; Berkovitz ve ark. 2018; Chiego ve ark. 2018). Dentin-mine sınırında dentinle, mine-sement sınırında seiment ile birleşir (Ritter 2018).

2.1.1.1. Mine Dokusunun Yapısal Birimleri

Mine yapısal olarak, birbirine sıkıca kenetlenmiş altıgen Şeklindeki hidroksiapatit $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ kristallerinden oluşan mine prizmaları (mine rodu), mine prizmaları komşuluğundaki interprizmatik alanlar (interrod alan) ve bu ikisi arasını kaplayan organik prizma kılıflarından oluşur (Mitchel 2008; Nanci 2013). Bir kristalin her birimi, eşit aralıklı dizilmiş üç kalsiyum iyonu ile çevrelenmiş bir hidroksil grubu ve bunları çevreleyen eşit aralıklı üç fosfat iyonundan oluşur. Kristaller, bu iyon düzlemlerinin üst üste ve alt alta yığılmasıyla meydana gelir. Kristaller her zaman saf hidroksiapatit yapısında olmayabilir, bazen bu temel iyon türlerinin yerini başka türler alabilir. Örneğin fosfat yerinde karbonat, kalsiyum yerinde magnezyum olabilir. Karbonat grupları demineralizasyona hassas olduğundan yapı aside karşı dirençsiz olur. Hidroksil iyonlarının yerini florür aldığında ise daha stabil ve aside dirençli bir yapı oluşur. Klorür, kurşun, çinko, sodyum, stronsiyum ve alüminyum iyonları da apatit yapının herhangi bir kısmında yer alabilir (Mitchel 2008; Berkovitz ve ark. 2018).

Belirli özellik ve uzunluklara sahip olan her bir prizma, ameloblastlar tarafından dairesel (tip I), paralel (tip II) ve anahtar deliğı (tip III) olmak üzere 3 prizma modeli Şeklinde meydana getirilir. Ancak baskın olan tip anahtar deliğı modelidir ve bu modelde prizma başları arasında uzanan kuyruk bölgeleri mevcuttur. (Berkovitz ve ark. 2018). Birbirine kenetlenen prizmalar ħiğneme kuvvetlerine karşı direnç sağlar (Chiego ve ark. 2018). Yeni sürmüş daimi dişlerin dış yüzeyindeki 20-70 µm kalınlığındaki alanda mine tabakası prizma bulundurmaz ve apatit kristalleri yüzeye dik, birbirine paraleldir. Aprizmatik mine olarak adlandırılan bu yapı prizma kılıfı içermemesi nedeniyle normal mineden daha mineralizedir (Ritter 2018; Berkovitz ve ark. 2018).

2.1.1.2. Mine Dokusunun Genel Özellikleri

Bireyden bireye, diştten dişe ve bölgeden bölgeye kalınlığı farklılık gösteren mine dokusu, tüberküller ve kesici kenarlar üzerinde en kalın, servikal kenarlarda en incedir. Aşınmamış dişlerde, kesicilerin insizal sırtlarında 2 mm civarı, küçük azıların tüberküllerinde 2,3-2,5 mm ve büyük azıların tüberküllerinde ortalama 2,5-3 mm, proksimal kenarlarda ortalama 1,3 mm'lik kalınlığa sahiptir (Ritter 2018; Berkovitz ve ark. 2018).

Minenin rejenerasyon kabiliyeti yoktur, hasar gördüğünde kendini onaramaz (Farah ve ark. 2018). Makaslama (shear) ile darbe (impact) kuvvetlerine karşı dayanıklıdır ve aşınma direnci yüksektir. Düşük gerilme dayanıklılığına ve kırılgan bir yapıya sahip olmasına rağmen, yüksek elastisite modülü sayesinde altındaki esnek dentin desteği ile birlikte kırılmaya dayanıklı bir kompleks oluşturur. Mineral içeriği mine-dentin birleşiminden yüzeye doğru artar. Yüzeyde, yüzey altındaki mineye göre daha sert, daha yoğun ve daha az porözdür. Sertlik ve yoğunluk özellikleri yüzeyden dentine doğru, kesici/okluzal kenardan servikal kenara doğru azalır (Berkovitz ve ark. 2018).

İçeriğindeki su, kristaller arası boşluklarda ve yüzeye açılan mikroporlarda bulunur. Bu mikrokanallar oral kavite ile dentin tübülleri arasında sıvıların, iyonların ve düşük moleküler ağırlıklı maddelerin geçişini sağlayan dinamik bir bağlantı yaratır. Minenin bu yarıgeçirgen yapısı nedeniyle asit demineralizasyonu, iyonların çökmesi, remineralizasyon, flor alımı ve beyazlatma tedavisi gibi unsurların etkisi yüzeye sınırlı değildir. Mine yaşlandıkça ağız ortamından alınan mineraller minenin demineralizasyona karşı direnç kazanmasını sağlar ve renk yoğunluğunda da değişime neden olur. Mine porlarının genişliği, geçirgenliği, içerdiği su miktarı azalır (Summitt 2006).

Mine çift kırılma indisine sahiptir ve kristaller ışığı farklı yönlerde farklı şekilde kırılmaktadır. Genç mine daha beyaz ve opaktır çünkü içeri giren ışık neredeyse tamamen yansıtılır ve hiçbir dalga boyu farklı şekilde absorbe edilmez. Yaşla birlikte mine incilir, translusentlik artar, mineral birikimi olur ve alttaki dentinin rengi skleroza bağlı olarak koyulaşır. Dişlerde daha koyu sarı bir görünüm ortaya çıkar. (Summitt 2006; Berkovitz ve ark. 2018).

2.1.2. Dentin Dokusu

Dentin, çoğunluğu kollajenden meydana gelen bir organik yapı içine çökmüş apatit kristallerinden oluşan, tübüler yapıdaki mineralize bir bağ dokudur (Berkovitz ve ark. 2018). Dentinogenezis zamanında kendisini oluşturan odontoblast hücrelerinin sitoplazmik uzantılarını içeren tübüllerden oluşan kemik benzeri bir yapıdır (Nanci 2018). Odontoblast hücreleri, dentin hasar gördüğünde sekonder dentin ve tersiyer dentin üretebilme yeteneğine sahiptir (Avery ve ark. 2002). Bu nedenle dentin, mineden farklı olarak canlı, sensitif ve hayat boyu üretimi olan dinamik bir dokudur. Dentin dış yapısının büyük bir kısmını meydana getirir. Anatomik kuronda mine, anatomik kökte sement ile çevrenirken kendisi pulpa kavitesinin duvarlarını oluşturur (Ritter 2018).

Ağırlıkça %70 inorganik, %20 organik ve %10'luk oranda su; hacimce %50 inorganik, %30 organik, %20 oranında su içerir. İnorganik içeriği, kollajen fibriller arasında yer alan ve minedekilerden daha küçük olan kalsiyum hidroksiapatit kristalleridir. Organik matriks %90 kollajenden (genel olarak tip I, küçük miktarlarda tip III ve V), %10 nonkolajen proteinlerden (dentin fosfoproteinler, proteoglikanlar, Gla-proteinleri, glikoproteinler, büyüme faktörleri, metalloproteinazlar, serum proteinleri) ve lipidlerden (%2) oluşur (Marshall ve ark. 1997; Goldberg ve ark. 2011; Berkovitz ve ark. 2018). Tip I kollajen, mineral içeriğinin büyük bir kısmını barındıran bir yapı iskeleti görevi görürken, non-kollajen proteinler mineral depozisyonunun düzenlenmesi, inhibisyon, stabilizasyon gibi çeşitli görevlerde yer alır (Nanci 2018). Dentin, kemik ve sementten sert mineden ise yumuşaktır. Organik matriks ve tübüler yapısı yüksek basma, gerilme ve eğilme dayanımı sağlar. Mine son derece sert ve kırılgan olmasına rağmen, dentinin esnekliği sayesinde, birlikte çiğneme kuvvetlerinin yaratacağı aşınmaya ve kırılmaya dirençli bir yapı oluştururlar (Craig 2006).

2.1.2.1. Dentin Tübülleri

Dentin, odontoblast uzantıları, dentin sıvısı, sinir lifleri ve antijen sunucu hücreler (makrofaj, b lenfosit, dendritik hücreler) içeren dentin tübüllerinden oluşur (Berkovitz ve ark. 2018). Oluşum esnasında, tübüller içinde uzantılarını bırakarak pulpaya doğru geri çekilen odontoblast hücrelerinin gövdeleri, gelişim tamamlandığında pulpanın periferini sınırlayan derin dentin yüzeylerinde yer alır (Provenza 1988; Avery ve ark. 2002). Dolayısıyla bu iki doku dentin-pulpa kompleksi olarak da adlandırılır.

Odontoblast hücrelerinin silindirik stoplazmik uzantıları (Tomes fibrilleri) ise dentin tübülleri boyunca uzanır. (Ritter 2018; Berkovitz ve ark. 2018).

Dentin tübülleri, pulpa yüzeyinden mine-dentin ve sement-dentin birleşimlerine doğru kavisli sigmoid eğriler şeklinde uzanmaktadırlar. Tübüllerin çapı pulpaya bakan taraftan ($\cong 2,5 \mu\text{m}$) mine-dentin birleşimine ($\leq 1 \mu\text{m}$) doğru daralır. Tübüllerin kapladığı alan ve tübül sayısı da pulpadan mine-dentin birleşimine doğru gidildikçe azalmaktadır (Mitchel 2008; Berkovitz ve ark. 2018). Dentinin kapladığı yüzey alanı ise mine-dentin ve dentin-sement birleşiminden pulpaya doğru gidildikçe azalır. Mine-dentin sınırına dik olarak yönelen dentin tübülleri, kuronda daha kavisli olup tüberkül, kesici sırtlar ve kök bölgesinde daha düzdür (Ritter 2018). Tübül duvarları boyunca canaliculi adında küçük yanıl açıklıklar bulunmaktadır (Ritter 2018). Bunun yanında tübüller dallanmalara da sahiptir ve en çok dallanma mine-dentin birleşiminin periferinde olur. (Berkovitz ve ark. 2018). Tübüllerin içerisinde bulunan dentin sıvısı, su, matriks proteinleri, matriks modifiye proteinler ve mineral iyonları içeren bir transüdadır. Vital pulpa, dişin dış yüzüne doğru daimi bir sıvı akışına neden olan hafif bir pozitif basınca (25-30 mmHg) sahiptir (Michelich 1978; Mitchel 2008). Dentin herhangi bir hasar gördüğünde, pulpa dışarıya doğru basınç uygular ve dentin sıvısı tübüllerden sızarak dentin yüzeyinde birikir. Bu durum dentin üzerindeki kimyasalların veya toksinlerin pulpaya doğru ilerlemesini önlemeye yardımcı olur (Berkovitz ve ark. 2018).

2.1.2.2. İntertübüler Dentin

Tübüller arasında kalan alanlar intertübüler dentin olarak adlandırılır. Bu yapı kuron ve kökteki ana dentin kütesidir, tip I kollajen ve hidroksapatit kristallerinden oluşur (Mitchel 2008). Peritübüler dentine göre daha az mineralizedir. Matriskteki kollajen lifler, kemik ve sementtekine benzer olarak 640-Angstromluk ($\text{\AA}$) tipik bir çapraz bantlaşma sergilerler (Chiego 2018).

2.1.2.3. Peritübüler (İntratübüler) Dentin

Dentin tübüllerinin iç yüzeylerini kaplayan alanlar peritübüler dentin olarak adlandırılır. Peritübüler dentin, kollajenöz fibröz matriks içermemesiyle intertübüler dentinden farklıdır. Glutamik asit, serin ve DMP-1 açısından zengin, fosforin açısından fakirdir. Peritübüler dentin, intertübüler dentinden yaklaşık %5–12 daha fazla mineralizedir, daha yüksek bir elastik modülüse sahiptir ve daha kırılmandır.

Radyografide ve elektron mikroskopundaki görünümü daha opaktır. Pulpaya yakın kısımlarda ve interglobüler dentinde seyrek ve gözlemlenmez (Ritter 2018).

Peritübüler dentinin (primer dentin) kalınlığı ve mineral miktarı yaşla birlikte artmaktadır. Dentin daha sert ve yoğun hale gelirken tübül lümeni de daralır. Özellikle kök dentininde yaşla birlikte, tübüller peritübüler dentinle tamamen tıkanabilir. Bu tıkanan bölge intertübüler dentinle aynı refraktif indisine sahip olur ve transparan dentin (fizyolojik sklerotik dentin) olarak adlandırılır. Tübül sıvısı miktarı azaldığından diş daha az hassas hale gelir (Ritter 2018). En çok apekte belirgin olan bu yapı diş uyarılarından etkilenmez ve adli dişhekimliğinde yaş tayininde kullanılmaktadır (Berkovitz ve ark. 2018). Dentin tübüllerinin yelpaze şeklinde uzanması nedeniyle, yüzeyel dentinin %96'sı intertübüler dentinden, %3'ü peritübüler dentinden oluşur, %1'i dentin sıvısı ile kaplıdır. Pulpa yakınında ise %66'lık bir alan peritübüler dentin, %12'lik bir alan intertübüler dentin ve %22'lik bir alan dentin sıvısından oluşur (Summitt 2006).

Dentinin yapısal özellikleri predentin, mine-dentin birleşimine kadar bölgesel varyasyonlar gösterir (Berkovitz ve ark. 2018). Bu nedenle dentin gelişim zamanına ve histolojik özelliklerine göre primer, sekonder ve tersiyer olmak üzere üç ana gruba ayrılır (Chiego 2018).

2.1.2.4. Primer Dentin

Dentin oluşumunun (dentinogenezis) başından, dişler sürüp oklüzyona ulaşana dek yapılan dentindir. Kron ve kökteki major dentin kütleini oluşturur. Manto, sirkumpulpal ve globular dentini içerir (Chiego 2018). Dentin oluşumu, tüberkül ve kesici kenar bölgelerinin altında başlayarak (~4 µm/gün) kökün apeksine doğru devam eder (Ritter 2018).

2.1.2.5. Sekonder Dentin

Dişler sürüp oklüzyona ulaştıktan itibaren hayat boyu düşük bir hızla (~0,4 µm/gün) yapımı devam eden dentindir (Ritter 2018). Predentin ile sirkumpulpal dentin arasında yer alır. Primer dentin odontoblastları tarafından yapılır, yapısı primer dentine benzer ve ikisini birbirinden ayırmak zordur. Ancak bazı durumlarda tübüllerin sekonder kıvrımlarının çakışması ile oluşan Owen çizgileriyle birbirlerinden ayrılabilir. Sekonder dentin yapım hızı primerden daha yavaş olduğu için tübüller yapı

bir miktar daha düzensizdir ve inkremental çizgiler birbirine daha yakındır (Berkovitz ve ark. 2018).

2.1.2.6. Tersiyer Dentin

Çürük, travma, mikrosızıntı, atrizyon gibi etkenler pulpayı uyarak olayın meydana geldiği bölgenin altındaki pulpa kavitesinin duvarında, pulpanın korunması amaçlı bir dentin depozisyonunu başlatır (Chiego 2018; Berkovitz ve ark. 2018). Etkenin şiddetine göre farklı yapılarda iki tip tersiyer dentin oluşur. Hafif yaralanmalarda (sığ çürük lezyonu), primer odontoblastlar etkilenen alanın altında tübüler yapıdaki reaksiyoner tersiyer dentini oluşturur. Daha şiddetli yaralanmalarda (derin çürük lezyonu) primer odontoblastlar ölür. Pulpal mezenkim hücrelerinden odontoblast benzeri hücreler (ikincil odontoblastlar) farklılaşır ve az tübüllü veya atübüler düzensiz yapıdaki reperatif (tamir/osteodentin) dentini oluştururlar (Ritter 2018).

2.1.2.7. Predentin, Manto Dentin, Sirkumpulpal Dentin, Granüler Tabaka, Hiyalin Tabaka

Kuronda, mine ve sementin altındaki en periferik bölge, primer dentinin ilk oluşmuş kısmı olan manto dentindir. Kökteki dış tabakalar ise hiyalin tabaka ve granüler (Tomes) tabakadır (Berkovitz ve ark. 2018). Dentinogenezis esnasında odontoblastların farklılaşması sonrasında organik matriksin oluşumu başlar. Dentin oluşumunun ilk belirtisi fibronektinle ilişkili tip III kollajen içeren geniş çaplı Von Korff liflerinin ortaya çıkmasıdır. Odontoblastlar dentin-mine birleşimine doğru yönelerek tip I lifler ürettiğinde ise ilk predentin-manto tabakası ortaya çıkar (Nanci 2018).

En içte yer alan predentin, pulpaya ve odontoblast hücrelerinin gövdesine komşu olan mineralize olmamış yeni dentin üretim tabakasıdır. Predentinde dentin yapımı esnasında, odontoblastların ürettiği her bir yeni kollajen lif bandı 24 saat içinde kalsifiye olur. Predentinin periferindeki mineralizasyon bölgesi ara (intermediate) dentin olarak adlandırılır. Bu bölge ile manto dentin arasında kalan ve dentinin büyük çoğunluğunu oluşturan bölge sirkumpulpal dentindir (Ritter 2018; Berkovitz ve ark. 2018; Chiego 2018).

Sirkumpulpal dentinin manto dentin altındaki dış kısmı dentin yapımındaki duraksamalar nedeniyle tam mineralize olmamıştır ve globüller arası boşluklar

(interglobular spaces) içerdği için interglobüler dentin olarak adlandırılır. Kökteki sirkumpulpal dentinin periferinde ise hipomineralize granüler (Tomes) tabaka bulunur. (Chiego 2018; Berkovitz ve ark. 2018).

Dentin yapısı, diş sürdükten sonraki süreçte yaşla veya çürük, atrizyon gibi nedenlerle çeşitli değişimlere uğrar. Fizyolojik yaş değişiklikleri sekonder dentin ve transparan dentin (fizyolojik sklerotik dentin) ile alakalı iken uyaranlara tepkisel değişimler ise tersiyer, sklerotik dentin ve ölü alanlar (dead tracts) ile ilişkilidir (Berkovitz ve ark. 2018).

2.1.2.8. Sklerotik Dentin

Dentin tübüllerinin fizyolojik yaşlanmaya yanıt olarak peritübüler dentin ile dolması ile oluşan yapı, fizyolojik sklerotik dentin (transparan dentin) olarak adlandırılmaktadır. Benzer şekilde yavaş ilerleyen çürükler, kırık, atrizyon, abrazyon durumlarında da lezyonun tam altında hipermineralizasyon, mineral çökmesi (Whitlockite kristalleri), peritübüler dentin apozisyonunun tübüllerin tıkanması ile reaktif sklerotik dentin oluşumu söz konusudur. Transparan ve camsı görünümünde olan bu hipermineralize yapı, standart yapıdan yoksundur ve ışık mikroskobu altında transparan görünümündedir. Mineral konsantrasyonu genç dentinden önemli derecede yüksektir ve dentin geçirgenliği oldukça düşüktür (Summitt 2006; Berkovitz ve ark. 2018).

2.1.2.9. Ölü Alanlar (Dead Tracts)

Primer odontoblastlar, çürük ve travma gibi uyaranlar nedeniyle öldüğünde, odontoblastik uzantılar parçalanarak kaybolabilmekte veya peritübüler dentin tübülleri tıkamadan geri çekilebilmektedir. Bakteri, debris ve boşluklardan oluşan tübüller ise ışık mikroskobu altında karanlık alanlar olarak görünmektedir ve ölü alanlar olarak adlandırılır. Reperatif dentin, ölü alanların pulpaya bakan kısmını tıkayarak pulpayı enfeksiyondan korumaktadır (Nanci 2018; Chiego ve ark. 2018).

2.1.2.10. İnkremental Büyüme Çizgileri

Dentin, aşamalı olarak birikmekte ve bu birikim esnasında günlük belirli duraksama aralıkları söz konusu olmaktadır. Matriks birikimindeki bu duraksamalar inkremental/imbrikasyon veya von Ebner çizgileri olarak isimlendirilir. Prenatal oluşan dentin ile postnatal oluşan dentin ise birbirinden neonatal çizgi ile ayrılır. Bu çizgi

doğuma yakın zamanda veya doğum esnasında meydana gelen hormon ve beslenme ile ilgili koşulların değişimine bağlıdır (Linde 1992).

2.1.2.11. Dentinin Sensitif Yapısı

Odontoblast hücresinin gövdesi pulpa çeperinde bulunurken uzantısı ise tübüller içerisinde, predentin ve dentinden mineye doğru uzanır. Genellikle sitoplazmadaki organeller predentinde görülebilirken, mineralize dentinde pek fazla görülmezler. Veziküller, mikrotübüller ve ara filamentler uzantı boyunca devam ederken, predentin ve sirkumpulpal dentin seviyelerinde odontoblastik uzantıya aferent sinir aksonları da eşlik eder (Berkovitz ve ark. 2018). Dentin hassasiyeti bu nosiseptör aferent sinir uçlarının depolarize olmasıyla algılanır. Ancak dentin hassasiyetine sebep olan fiziksel, termal veya bakteriyel uyarılar sinir liflerinden uzakta oluşmaktadır. Uyarıların sinir lifleri tarafından nasıl algılandığını açıklayan en genel kabul görmüş teori hidrodinamik teoridir. Kesme, kurutma, basınç değişimleri, sıcaklık değişiklikleri gibi durumların tübül sıvısında hareketliliğe yol açtığı, bunun da sinir depolarizasyonunu uyardığı kabul edilmektedir (Brännström 1982). Dentin geçirgenliği dişin her bölgesinde aynı değildir. Kuronda bulunan dentin, kök dentininden daha geçirgendir. Bunun yanında bu geçirgenlik dentin kalınlığı, tübüllerin uzunluğu ve genişliği gibi etkenlere bağlı olarak değişmektedir (Ritter 2018).

2.1.2.12. Kliniği Etkileyen Durumlar

Genç dentin açık sarı-beyaz renkte, mineye göre opak ve mat görünümündedir. Yaşla birlikte hipermineralizasyon, sklerotik dentin oluşumu, aşınmalar, yavaş ilerleyen çürükler ve diyet alışkanlıkları, iç ve dış renkleşmeler nedeniyle rengi koyulaşır (Ritter 2018).

Tübüler yapı, çürük, atrizyon, abrazyon veya travma nedeniyle ağız ortamına açılabilir. Bu durum dentin yüzeyindeki bakterilerin ve toksik maddelerin pulpaya ulaşarak pulpanın etkilenmesine yol açabilir. Tübüller fizyolojik skleroz veya tersiyer dentinle tıkanabilir. Bu durumda dentin sıvısının dışarıya hareketi engellenebilir ve tübüller içerisindeki bakterilerin ve toksik moleküllerin dışarı atılması engellenebilir (Berkovitz ve ark. 2018). Dış etkenlerle veya fizyolojik yaşlanmayla oluşan hipermineralizasyon, sklerotik dentin oluşumu ve tübüllerin tıkanması gibi durumlar adeziv tedavilerdeki başarıyı etkileyebilmektedir.

2.1.3. Sement Dokusu

Sement anatomik kökün dış yüzeyini kaplayan, yapısal olarak kemiğe benzeyen ancak mineral içeriği ve sertliği kemik ile dentinden daha az olan ince bir sert dokudur, osteoblast hücrelerine benzeyen sementoblast hücreleri tarafından meydana getirilir (Avery ve ark. 2002). Sementin sınırı anatomik kuronun altındaki mine-sement birleşiminde başlar. Bireylerin %60'ında sement mineyi örter, %30'unda sement ile mine, mine-sement sınırında başa baş buluşur, %10'unda ise mine ile sement birleşmez arada çıplak bir alan vardır. Ancak bazı SEM çalışmaları, çevresel olarak incelendiğinde sement-mine sınırının, bu birleşim formlarının tüm varyasyonlarını sergileyebileceğini göstermiştir (Nanci 2018). Sement kalınlığı kök uzunluğu boyunca değişmektedir. Kök ucunda kalınlığı en fazla olan sement (150–200 µm), kuron yakınında en incedir (20–50 µm) (Avery ve ark. 2002). Ağırılıkça %45-50 inorganik materyal (hidroksiapatit), %50-55 organik materyal (kollajen ve nonkollajen matriks proteinleri) ve su içerir. Organik içeriği büyük oranda tip I kollajen ve protein polisakkaritlerinden oluşur. Sharpey lifleri sement ve alveol kemiğine gömülü olan, dişin alveol kemiğine tutunmasını sağlayan ana kollajen liflerindendir. Sement dentine göre daha açık sarı renklidir. Hayat boyu yapımı devam eder ve kök ucundaki kalınlığı çeşitli nedenlerle artabilir. Abrasyon, erozyon, çürük, küretaj, bitim ve polisaj işlemleri sementin aşınıp dentinin açığa çıkmasına ve dentin hassasiyeti oluşmasına neden olabilir (Ritter 2018).

Sement kendini tamir etme kapasitesine sahiptir ve normal şartlarda rezorbe olmaz. Ancak ortodontik kuvvetlerin anormal uygulandığı hızlı, hareketli tedavilerde rezorpsiyon olabilir (Ritter 2018).

Bulunduğu bölgeye ve içerdiği fibril tipine göre 4 tip sement mevcuttur. Mine-sement birleşiminde yamalar halince bulunan hücresiz (aselüler) fibrilsiz (afibriler) sement, servikalde dentin ve mineyi örter. Kökün koronal yarısında (servikal marjinden apikal 1/3'e kadar) dişin kemiğe tutunmasını sağlayan hücresiz (aselüler) ekstrinsik sement (primer sement) bulunur. Kökün ortası ile apikal üçlü arasında ve furkasyonlarda bulunan hücreli (selüler) intrinsik sement (sekonder sement) ve apikal 1/3 ile furkasyonda bulunan hücreli karışık fibrilli sement, diş aşınması gibi durumlara ve diş hareketlerine adaptasyon sağlayan, dokuların onarımı ile ilişkili yapılardır (Bosshardt 2000; Nanci 2018).

2.2. Çürüksüz Diş Sert Doku Kayıpları

Diş sert dokuları bakteri kaynaklı olmayan, kimyasal veya fiziksel etkenlerle kayba uğrayabilir. Diş aşınması olarak adlandırılan bu durum, oluşma nedeni ve oluşan lezyonun karakteristiğine göre; erozyon, abrazyon, atrizyon veya abfraksiyon olarak sınıflandırılır. (Wetselaar ve Lobbezoo 2016)

2.2.1. Atrizyon

Atrizyon, fonksiyonel veya parafonksiyonel mandibular hareketlerin insizal veya oklüzal kenarlarda mekanik aşınmaya neden olmasıdır. Yaşlanmaya bağlı olarak, fizyolojik veya patolojik çiğneme kuvvetleriyle meydana gelen doğal bir süreçtir. Bununla birlikte, anormal oklüzyona, diş sıkma (clenching)/diş gıcırdatma (bruksizm) alışkanlıklarına veya amelogenesis imperfekta dişlere sahip olan bireylerde de şiddetli atrizyon lezyonları meydana gelebilmektedir (Farah ve ark. 2018; Ritter 2018). Genellikle anterior dişlerin insizal kenarları ve azı dişlerinin oklüzal yüzeylerinde görülen bu lezyonlar, kenarlarında mine çerçevesi bulunan pürüzsüz yüzeyli bir kupa şeklindedir. Şiddetli vakalarda tüberküllerde kısalma ve oklüzal yüzeyde düzleşme meydana gelir (Bartlett ve Shah 2006). Açığa çıkan dentinde odontoblast uzantılarının yıkımı (dead tracts), tersiyer dentin oluşumu veya dentin tübüllerinin sklerozu gibi reaktif değişiklikler gözlemlenebilir (Farah ve ark. 2018).

2.2.2. Erozyon

Erozyon, düşük pH'lı dışsal veya içsel kimyasal etkenlere (asidik içeceklerin, turunçgillerin, gazlı içeceklerin aşırı tüketimi, iş yerinde kronik aside maruz kalma, endojen mide asitleri, alkolizm vb.) devamlı maruz kalan sert dokularda demineralizasyonla oluşan sert doku kaybıdır (Farah ve ark. 2018; Ritter 2018). Tek bir dişte olabileceği gibi pek çok dişte de ortaya çıkabilir. Anterior dişlerin labial yüzlerinde oluşan yarım ay veya çukurcuk şeklindeki pürüzsüz lezyonlar karakteristik bulgusudur. Kronik kusma problemi olan hamilelerde, bulimia hastalarında, kemoterapi hastalarında veya gastroözofageal reflü hastalarında endojen mide asitlerine bağlı olarak dişlerin lingual/palatinal, insizal ve oklüzal yüzeylerinde yaygın erozyon şeklinde görülür. Tükürük tamponlama kapasitesi ve tükürük akış hızının azalması ile abrazif etkenler lezyonların şiddetini artıran faktörlerdir. Tübüllerin açığa çıkması dentinde aşırı duyarlılığa neden olur (Farah ve ark. 2018; Ritter 2018). Tedavi öncesinde bu

duruma neden olan faktörü tespit etmek, dişte ve restorasyonda harabiyetin devam etmesinin önlenmesi açısından çok önemlidir.

2.2.3. Abrazyon

Abrazyon, sert cisimler ile diş dokuları arasındaki sürtünme kuvvetinden yani diş haricindeki mekanik etkenlerden kaynaklanan sert doku kaybıdır. En yaygın etken aşındırıcı diş macunu ve anormal kuvvetteki yatay fırçalama darbelerinin kombinasyonudur (Lussi ve Schaffner 2000). Bunun yanında kalem, ataç gibi sert cisimlerin çiğnenmesi, pipo, elektronik sigara gibi sert yapıdaki ürünlerin kronik kullanımı, iyi yıkanmamış bol abraziv içeren sebzelerin tüketilmesi, kuaför veya marangozların yabancı cisimleri dişlerinin arasında tutması gibi sebeplerle cisimlerin temas ettiği yüzeylerde abrazyon lezyonları meydana gelmektedir (Farah ve ark. 2018; Ritter 2018). Dişlerin oklüzal ve insizal yüzeylerinde sert gıdalarla meydana gelmiş aşınmalara çiğneme abrazyonu adı verilir. Diş fırçası abrazyonu ise çoğunlukla kanin ve küçük azı dişlerinde, labial yüzeylerin servikalinde sık ya da derin tabak veya kama şekilli lezyonlarla karakterizedir (Farah ve ark. 2018; Goldstein ve ark. 2018). Açığa çıkan dentinde sklerotik dentin ve tersiyer dentin yapımı söz konusudur (Farah ve ark. 2018). Abrazyon lezyonlarında ilerlemenin engellenmesi için ağız hijyeni alışkanlıklarının değiştirilmesi ve parafonksiyonel alışkanlıkların ortadan kaldırılması gerekmektedir. Şiddetli aşınmalarda pulpa açığa çıkabilir. Defektlerin tedavisinde kompozit reçine veya cam iyonomer materyaller kullanılmaktadır. Bu defektler ne kadar erken tedavi edilirse o kadar az doku kaybı olur ve daha fazla mine yapısıyla adeziv bağlantı sağlanır (Goldstein ve ark. 2018).

2.2.4. Abfraksiyon

Maloklüzyon ve brüksizm kaynaklı şiddetli eksantrik oklüzal kuvvetlerin, dişlerin bu kuvvetlerden uzak olan bukkal yüzeyindeki mine-sement birleşiminde meydana getirdiği mikrofraktürlerle oluşan patolojik sert doku kayıplarıdır (Ritter 2018). Diğer bir deyişle oklüzal kuvvetlerle meydana gelen abrazyondur (Senna ve ark. 2012). Çiğneme veya parafonksiyonel hareketler esnasında oluşan oklüzal ve lateral kuvvetler, dişin servikal fulkrumunda fleksiyon (eğilme) meydana getirir ve bu durum mine ile dentinin kristal yapısının kimyasal bağlarını parçalayan bir gerilme (tensile) stresi oluşturur. Mine ve dentinde oluşan mikroçatlaklara giren küçük moleküller yeni bağların oluşmasını engeller ve doku kaybı meydana gelir. Bu alanlar abrazyon ve

erozyon gibi mekanik veya kimyasal tahribatlara daha duyarlı hale gelir (Lee ve Eakle 1996; Goldstein ve ark. 2018). Küçük azı dişleri ve köpek dişleri en sık etkilenen dişlerdir. Sıklıkla subgingival olan bu lezyonlar abrazyon defektlerinden farklı olarak, keskin iç ve dış çizgi açlarına sahip olan derin kama defektleridir (Sarode ve Sarode 2013; Ritter 2018).

Abfraksiyonun tek başına V şekilli servikal lezyon oluşturma olasılığı düşüktür. Ancak sement ve dentin üzerindeki mikroçatlaklarla servikal lezyon oluşumunun başlangıç faktörü olabileceği belirtilmektedir (Goldstein ve ark. 2018). Abfraksiyon defektine neden olan oklüzyon problemleri giderilmediği veya oklüzal splintler kullanılmadığı takdirde bu lezyonlara uygulanan restorasyonlarda yüksek oranda başarısızlık meydana gelmektedir. Çünkü orijinal lezyona neden olan gerilme stresleri devam etmektedir (Goldstein ve ark. 2018).

2.2.5. Çürüksüz Servikal Lezyonlar

Erozyon, abrazyon, abfraksiyon kombinasyonu ile servikalde oluşan mine, sement, dentin kayıpları çürüksüz servikal lezyonlar olarak adlandırılmaktadır. Etiyolojisi multifaktöriyel olan çürüksüz servikal lezyonların prevalansı %0,8 ile %85,7 arasında değişmektedir (Senna ve ark. 2012). Risk faktörlerine maruz kalma potansiyeli ve diş eti çekilmesi potansiyelinin artırması bakımından yaş ile çürüksüz servikal lezyonlar arasında pozitif bir korelasyon mevcuttur (Schuurs 2012; Senna ve ark. 2012). İsviçre'de yapılan bir çalışmada 26-30 yaşındaki bireylerin %20'sinde, 46-50 yaşındaki bireylerin ise %50'sinde 1mm'den derin servikal defektler saptanmış ve çoğunluğun ağrı şikayetinin olduğu belirtilmiştir (Hovinga 1986). Günde 2-3 kere diş fırçalayan hastaların incelendiği bir çalışmada, hastaların %25'inde iyi ağız hijyeninin göstergesi olan düşük kanama indeksinin, normalden fazla dişeti çekilmesi ve servikal kök lezyonları ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Schuurs 2012).

Çürüksüz servikal lezyonlara sahip hastalar genellikle dentin hassasiyeti, kötü görünüm, fonksiyon yetersizliği gibi problemlerle kliniğe başvurmaktadırlar. Lezyonların erken teşhisi ve etiyojilerinin doğru tespiti, lezyonun ilerlemesinin önlenmesi ve doğru bir tedavi planlaması için çok önemlidir. Çürüksüz servikal lezyon muayenesinde; bölgede çürük gelişip gelişmediği, dentin hassasiyeti varlığı ve hassasiyet giderici uygulamalara olan cevabı, lezyonun gingival ve periodontal sağlık açısından risk yaratıp yaratmadığı (biofilm akümüasyonu), kavitasyonun pulpaya

ilerlemiş olup olmadığı, yapısal bütünlüğü tehlikeye atacak kadar büyük olup olmadığı, bölgenin herhangi bir protez tasarımına dahil edilip edilmeyeceği ve hastanın estetik beklentileri tedavi açısından değerlendirilmelidir (Ritter 2018). Tedavide öncelikli olarak risk faktörleri elimine edilmeli koruyucu uygulamalar ön plana alınmalıdır. Restorasyon gerektirmeyen küçük lezyonlarda, dentin hassasiyetinin giderilmesi için genellikle etiyolojik faktörün ortadan kaldırılması ve stronsiyum klorid, kalsiyum fosfat, oksalat gibi tübülleri tıkayıcı veya potasyum tuzları gibi sinir iletimini bloke edici ajanların kullanılması yeterli olmaktadır. Topikal florid uygulamaları özellikle erozyon ve abrazyon lezyonlarının ilerlemesinin önlenmesinde etkilidir (Ricketts ve Bartlett 2011). Bruksizm etiyolojili hastalarda okluzal koyurucu plak yapılmalıdır (Ritter 2018). Çürüksüz servikal lezyona sahip hastalar düşük miktarda abrazyon içeren diş macunlarını kullanmalıdır.

2.2.5.1. Çürüksüz Servikal Lezyonların Karakteristik Özelliklerine Göre Sınıflandırılması

Adeziv materyallerin klinik etkinliğinin test edilmesi amacıyla gerçekleştirilen klinik çalışmalarda en uygun test kavitesinin çürüksüz servikal lezyonlar olduğu bildirilmektedir (Van Meerbeek ve ark. 1998; Browning ve ark. 2000; ADA 2001; Tyas ve ark. 2002; Van Meerbeek ve ark. 2003; Peumans ve ark. 2005; Peumans ve ark. 2007). Çok çeşitli şekil, derinlik veya skleroz seviyelerine sahip olan çürüksüz servikal lezyon kavileri, çeşitli araştırmacılar tarafından sahip oldukları özelliklere göre sınıflamalara tabi tutulmuştur (Heymann ve Bayne 1993; Swift ve ark. 2001; Peumans ve ark. 2005; Costa ve ark. 2013) (Tablo 2-1).

Tablo 2-1: Çürüksüz Servikal Lezyonların Karakteristik Özelliklerine Göre Sınıflandırılması

Şekil (Açı)	45-90 °
	90-135 °
	>135 °
Serviko-insizal Yükseklik	<1.5mm
	1.5-2.5mm
	>2.5mm
Lezyon Derinliği	>1mm
	<1mm

Lezyondaki Mine Miktarı	<%25 %25-50 %50-75
Atrizyon Faseti	Var Yok
Pre-operatif Spontan Hassasiyet	Var Yok
Dentindeki Skleroz Derecesi	1 2 3 4

2.2.5.2. Çürüksüz Servikal (Sınıf V) Lezyonların Direkt Kompozit Restorasyonlar ile Tedavisi

Çürüksüz servikal lezyonlarda kavite derinliğinin 1mm'ye yaklaştığı vakalarda restorasyon seçeneği düşünülmelidir. Temel olarak çürüksüz servikal lezyon restorasyonunda cam iyonomer simanlar, reçine modifiye cam iyonomer simanlar, kompozitler ve reçine kompozit materyaller kullanılmaktadır (Schuurs 2012; Cieplik ve ark. 2017) Ancak en sık tercih edilen materyaller estetik ve mekanik avantajları nedeniyle reçine kompozitlerdir. Kullanılan reçine kompozit ve adeziv sistemler, lezyonun tipi, kaviteye uygulanan işlemler, preparasyon dizaynı gibi etkenler restorasyonların klinik ömrünü etkilemektedir (Lührs ve ark. 2020).

Çürüksüz servikal lezyonlarda;

- Bölgede nem kontrolünün sağlanmasının zorluğu,
- Dentinin hipermineralize sklerotik yapısı,
- Kavite derinliğinin retentif dizaynda olmaması,
- Bölgenin okluzal stresler ile sürekli fleksiyona maruz kalması gibi faktörler bağlantı kuvveti ile bağlanma dayanımını düşürür ve restorasyonun ömrünü kısaltır.

Lezyonun supragingival konumlandığı durumlarda, bölgeye ulaşmak ve restorasyon prosedürlerini uygulamak kolaydır. Ancak serbest dişeti kenarı ve altında konumlanan lezyonlarda retraksiyonun sağlanması için retraksiyon ipi, rubber-dam gibi materyaller kullanılmalıdır. Retraksiyon materyallerinin yeterli izolasyon sağlayamadığı derinlikteki lezyonlarda gingivoplasti, flap operasyonu gibi cerrahi yöntemlere başvurulmaktadır. Cerrahi kuron boyu uzatma işlemlerinde, kanama ve nem kontrolü sağlanabiliyorsa restorasyon prosedürünün aynı seansta gerçekleştirilmesi pratik bir yöntemdir. Ancak cerrahi-restoratif tedavinin aynı seans uygulanamadığı durumlarda, restorasyon yapılması için gerekli iyileşme süresi en az 6 haftadır (Summitt 2006). Bu lezyonlarda belirli bir retansiyon formu olmadığı için restorasyonun tutuculuğu, kompozit-adeziv-diş arasındaki bağlantının kalitesine yani kullanılan adeziv sisteme, adezyon stratejisine veya bağlantıyı artırmak için uygulanan ilave yöntemlere bağlıdır.

Restorasyonun mineye uzanan sınırlarında bizotaj yapmak retansiyonu artırır, semente bakan sınırda ise bizotaj önerilmez (Owens 1998). Bukkal veya lingual tüberküllere gelen lateral kuvvetler tüberküllerde defleksiyon yaratır. Sınıf V restorasyonların yetersiz retansiyon formu ve yetersiz diş dokusu bağlantısı nedeniyle bu bölgede oluşan eğilme kuvvetleri restorasyonları yerlerinden çıkabilir veya marjinal sızıntıya yol açabilir (Assif ve ark. 1990). Restorasyonların ömrünün uzaması için diş gelen eksentrik kuvvetler azaltılmalı, restorasyon öncesi okluzal uyumlamalar yapılmalıdır (Leinfelder 1994).

Dentinde frez ile pürüzlendirilme yapılması demineralizasyona dirençli olan sklerotik dentinin bir miktar uzaklaştırılmasını sağlayabilmektedir (van Dijken 2000). Koyu sarı, şeffaf ve camsı-parlak görünümde olan bu dentinde, tübüller mineral birikimi ve denatüre kollajen artıklarıyla tıkanmıştır. Peritübüler ve intertübüler dentin demineralizasyona daha dirençlidir, asit etch işleminde tübüller açığa çıkmaz. Hibrit tabaka normal dentinde oluşana göre daha incedir, reçine uzantıları (resin tag) daha sınırlıdır (Summitt 2006; Mitchel 2008). Bu dentine olan bağlanma kuvveti, in vitro ortamda yapay olarak oluşturulmuş servikal defektlere oranla %20-40 daha düşüktür (Kwong ve ark. 2002).

Orta veya büyük boyutlu lezyonlarda polimerizasyon büzülmelerinin kontrol altına alınabilmesi için ilk kompozit tabakası gingival tabanın ortası ile insizal/okluzal kavosurface marjini arasına yerleştirilmelidir (Jensen ve Chan 1985).

Bitim ve polisaj aşamasında, gingival marjinde dentin ve sementin zarar görmemesi için 12 nolu bistüri kullanılması önerilmektedir. Kontur verilirken, elmas frez, karbit bitim frezi, alüminyum oksit diskler kullanılır. Polisaj ise ince grenli disk veya lastiklerle yapılır (Summitt 2006).

Sığ kavite formuna sahip Sınıf V restorasyonlarda, teorik olarak dişin fleksiyonunda diğer kompozitlerden daha az rijid davranış sergilemesi nedeniyle restorasyonun kaviteden ayrılmasını önleyeceği düşünülen akışkan kompozitlerin kullanımı önerilmektedir (Rees 2002). Ancak klinik çalışmalar göstermiştir ki akışkan olmayan daha visköz yapıdaki kompozitler, yüksek polimerizasyon büzülmesi, yüksek termal ekspansiyon, düşük kırılma dayanımı gibi özelliklere sahip akışkan kompozit materyallerden uzun dönemde daha yüksek başarı sergilemektedir (Tyas ve Burrow 2002; Summitt 2006).

2.3. Kompozit Reçineler

Dental reçine kompozit, yüksek derecede çapraz bağlı bir polimerik matriksin yapısına, silan bağlayıcı ajan aracılığıyla amorf silika, cam, kristal, mineral veya organik reçine gibi doldurucu partiküllerin bağlanmasıyla oluşturulan kompleks bir materyaldir (Anusavice ve ark. 2014).

Güncel dişhekimliğinde kullanılan reçine kompozit materyaller geliştirilmeden önce piyasada bulunan diş rengi direkt restorasyon materyalleri, silikat simanlar ve polimetilmetakrilatlardı (Ritter 2018). Silikat simanların (Toz: alumino-silikat cam partikülleri, Likit: fosforik asit) ağız sıvılarında çözünmesi ve düşük fiziksel özelliklere sahip olması, metil metakrilat esaslı reçinelerin (Toz: prepolimerize metil metakrilat, Likit: monomerik metil metakrilat) ise yüksek polimerizasyon büzülmesi, yüksek termal genleşme, düşük sertlik ve basınç mukavemeti kaynaklı yetersiz boyutsal stabilitesi gibi sorunlar yeni materyal arayışına yol açtı (Skinner 1959; Ritter 2018). Bu arayışın sonunda Bowen'ın 1962 yılında patentini aldığı kompozit reçineler (silika ile güçlendirilmiş Bis-GMA reçinesi), vinil silanla işlenmiş silika tozunun, bisfenolA ile glisidil metakrilatın reaksiyon ürünü olan Bis-GMA (Bowen monomeri) monomerine eklenmesi ile oluşturulmuştur (Bowen 1962; Bowen 1963). Bowen tarafından ilk reçine kompozit materyaller geliştirilirken hemen hemen aynı yıllarda mineye asit-etching uygulanması konseptini ortaya çıkaran Buonocore ile birlikte adeziv dişhekimliğinin ilk temelleri atılmıştır (Buonocore 1955).

2.3.1. Reçine Kompozitlerin Yapısı

Reçine kompozitlerin yapısı organik matriks, inorganik doldurucu partikül ve bu iki bileşeni kimyasal olarak birbirleriyle birleştiren silan bağlayıcı ajan olmak üzere üç ana komponentten oluşur. Reçine kompozitler, bu ana bileşenlere ek olarak pigment, çapraz-bağlı ajan, seyreltici, aktivatör, başlatıcı (inisiyatör), inhibitör gibi farklı materyaller içerirler (Ferracane 2011; Mallineni ve ark. 2013).

2.3.1.1. Organik Reçine Matriks

Reçine matriks genellikle aromatik ve/ veya alifatik dimetakrilat monomerlerin karışımlarından oluşan Bis-GMA veya UDMA monomerlerinden oluşur. Bu monomerler yüksek derecede çapraz bağlı, rijid ve sağlam polimer yapıları meydana getirir. Bis-GMA ve UDMA gibi monomerlerin, monomerik metil metakrilata göre daha büyük hacimli moleküller olması, polimerizasyon büzülmesinin daha düşük oranda gerçekleşmesini, sağlamaktadır (Ritter 2018). UDMA ve Bis-GMA'nın manipülasyonu zorlaştıran viskoz kıvamı, yapıya daha düşük moleküler ağırlıklı monomerlerin (TEGDMA, PCDMA) eklenmesini gerektirmiştir. Çapraz bağ yoğunluğunu geliştiren bu seyreltici monomerlerin polimerizasyon büzülmesini artırması, marjinal bütünlüğün riske girmesini ve mikrosızıntı, renkleşme gibi problemleri beraberinde getirmiştir (Anusavice ve ark. 2014; Matinlinna 2014). Bis-EMA ve oksibismetakrilat gibi monomerler de modelaj özelliklerinin geliştirilmesi ve polimerizasyon büzülmesi oranının azaltılması için yapıya eklenmiştir (Stansbury 1992).

2.3.1.2. İnorganik Doldurucu Partiküller

Doldurucu komponent, değişik boyut ve şekillerde kuvars (kristalize silika), amorf silika, cam, metal oksit, mineral veya reçineyle güçlendirilmiş partiküller içermektedir. Reçineye doldurucuların dahil edilmesi materyalin dayanıklılığını, aşınma direncini, tanslusentliğini artırır, polimerizasyon büzülmesi ve termal ekspansiyon-kontraksiyon miktarı ile su emilimini azaltır. Monomer yapıya katılan doldurucunun oranı ve boyutu manipülasyon, optik, cilalanabilirlik ve radyoopasite gibi klinik özellikleri etkiler. İlk üretilen kompozitlerin yapısında bulunan kuvars çok sert, zor cilalanabilen ve karşıt diş/restorasyonlarda aşındırma özelliğine sahip bir materyaldir. Bu nedenle daha sonra üretilmiş kompozitlerde kuvars yerine onun kadar sert ve aşındırıcı olmayan ve cilalanabilirliği daha iyi olan amorf silika kullanılmıştır. Ağır

metal atomu içeren zirkonyum, stronsiyum, baryum, iterbiyum florid ve çinko içerikli camlar radyopak özellik vermektedir. Modern kompozit reçineler genellikle %75 civarı doldurucu içeriğine sahiptir ve hacimce ortalama %2,4-%2,8'lik değerlerde polimerizasyon büzülmesi sergilemektedir (Anusavice ve ark. 2014; Matinlinna 2014; Ritter 2018).

Doldurucu partiküllerin boyutlarının küçülmesi, cilalanabilirliği ve aşınma dayanımını artırmaktadır. Görünen ışığın dalga boyundan büyük boyuttaki partiküller, ışığın saçılmasına ve opaklığın artmasına neden olur. Cila sonrası reçinenin yüzeyden uzaklaşması ile çıkıntılar halinde kalan büyük partiküller pürüzlü bir yüzey oluşturur. Modern teknoloji sayesinde çok küçük partiküllerle yüksek doldurucu içeriğine sahip materyaller üretilmektedir (Anusavice ve ark. 2014; Ritter 2018).

2.3.1.3. Silan Bağlayıcı Ajan

Hidrofobik yapıdaki reçine matriks ile yüzeyindeki hidroksil grupları nedeniyle hidrofilik olan silika bazlı doldurucuların birbirine afinitesi yoktur. Bu iki farklı yapı birbirine silan bağlayıcı ajan tarafından bağlanır (Ferracane 2011). En yaygın kullanılan silan ajanı, bir organosilan olan γ -metakriloksipropil trimetoksisilandır (Lung ve ark. Matinlinna 2012). Doldurucu partiküllerin reçine matriks ile kimyasal olarak bağlanmasını sağlayan silan bağlayıcı ajanlar, iki farklı sonlanma grubu içeren bifonksiyonel moleküllerdir (Ritter 2018). Bir ucu reçinedeki metakrilat gruplarıyla diğer ucu doldurucu partiküllerin silikon-oksijen gruplarıyla kovalent bağlar oluşturur (Ferracane 1995). Silan ile doldurucu partikül yanyana geldiğinde, metoksi grupları, doldurucu üzerindeki su veya hidroksil gruplarıyla reaksiyona giren hidroksi gruplarına hidrolize olur. Silandaki karbon çift bağlar da reçine ile reaksiyona girer ve silan aracılığıyla, reçine ile doldurucu partiküller arasında devamlı bir bağ oluşur (Powers ve Sakaguchi 2006). Silan bağlayıcı ajan, materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerini artıran, suyun reçine-doldurucu arayüzüne nüfus etmesini önleyen bir unsurdur.

2.4. Dental Adezyon

Güncel restoratif dişhekimliğinin temeli olan adezyon, yüzeyleri temas halinde olan iki farklı materyali bir arada tutan atom veya moleküller arasındaki çekim kuvvetleridir (Packham 1992; Perdigão 2007). Materyallerin yüzeyine uygulanan, onları bir araya getiren, ayrılmaya direnen ve yükleri bu bağ boyunca iletebilen maddeye

adeziv, adezivin uygulandığı yüzeye aderent (substrat) denir (Kinloch 1987; Packham 1992).

2.4.1. Adezyon Teorileri

Adezyon kavramını açıklayan 7 teori mevcuttur (Allen 1992; Aydın ve ark. 2001; Landrock ve Ebnesajjad 2009; Packham 2011; Mittal ve Etzler 2017):

1. Mekanik teori: Adezivin aderentin yüzeyindeki pürüzlere ve düzensizliklere girip katılarak mikromekanik olarak kenetlenmesiyle adezyon oluşur.
2. Adsorpsiyon teorisi: Adezivin aderenti ıslattığı esnada iki yüzey arasında meydana gelen Van der Waals gibi sekonder kuvvetlerle (Van der Waals, Dipol-dipol, London dispersiyon kuvvetleri, hidrojen bağları) adezyon oluşmasıdır.
3. Difüzyon teorisi: Adezivle aderentin hareketli moleküllerinin birbirine difüzyon yapmasıyla adezyon oluşmasıdır. Bir arayüzün iki tarafındaki polimerlerin molekülleri diğer tarafa geçebilir ve birbirleriyle reaksiyona girebilir. Bu durumda arayüz kaybolur ve iki parça tek bir parça haline gelir.
4. Elektrostatik çekim teorisi: Bir metal ile polimer arasında elektron transferi ile oluşan elektiksel çift katmanın adezyonu sağlamasıdır.
5. Kimyasal adezyon teorisi: Adeziv ile aderent yüzey arasındaki primer (iyonik, kovalent, metalik bağlar) ve sekonder kimyasal bağların adezyon oluşturmasıdır.
6. Asit baz teorisi: Elektron alışverişi yapabilen asit ve baz maddeler arasında olan adezyondur.
7. Zayıf sınır tabaka teorisi: Adeziv ile aderent yüzeyi arasındaki yabancı madde, hava kabarcığı veya herhangi bir reaksiyon, bağlantının zayıf olmasına, arada zayıf bir sınır tabakası oluşmasına neden olur.

2.4.2. Adezyon Prensipleri

Adezyon teorilerinden herhangi birinin meydana gelmesi için temel gereklilik, birleştirilen her iki malzemenin birbirine çok yakın temasta (<0.7 nm) olmasıdır (Goldstein ve ark. 2018). Yüzeylerin yakın teması ve adezivin yeterli ıslatabilirliği, yüzey geriliminin aderentin yüzey enerjisinden düşük olduğu durumda meydana gelebilir. Yüzeyin bir sıvı tarafından ıslanabilirliği, sıvı damlacığının temas açısı ile belirlenir. Sıvı, katı yüzey üzerinde tamamen yayılıyorsa, yüzey tamamen ıslanıyordur ve 0 derecelik bir temas açısı mevcuttur (Eliades 1994; Erickson 1992; Ruyter 1992; Padday 1992). 180 derecelik kontakt açısında herhangi bir ıslanma meydana

gelemezken, 0 derecelik kontakt açısında tam ıslanma meydana gelir. İyi bir ıslatma ile aderent üzerinde adezyon kuvvetlerinin etki edebileceği en büyük temas alanı oluşur (Landrock ve Ebnesajjad 2009; Anusavice 2012; Garg 2015). Adeziv, yüzeyi yeteri kadar ıslatamazsa, gerekli penetrasyon sağlanamayacağından yeterli düzeyde mikromekanik kenetlenme veya kimyasal bağlantı kuvvetleri elde edilemez (Anusavice 2012).

2.4.3. Bağlanma Kuvveti ve Bağlanma Dayanımı

Adezivin yük taşıma kapasitesi bağlanma kuvveti, bağın etkin kaldığı süre ise bağlanma dayanımı olarak adlandırılır (Allen 1992). Aderent ile adeziv fizikokimyasal özellikleri, kavite preparasyonu esnasında oluşan kalıntılar, adeziv tabakanın homojenliği ve polimerizasyon derecesi, fonksiyonel yüklerin bağlantı boyunca dağılım mekanizması, ağız içi kaynaklı nem, pH-ısı değişimleri, diyet alışkanlıkları, çiğneme alışkanlıkları adeziv materyaller ile diş yapısı arasındaki adeziv etkileşimleri yani oluşan bağlanma kuvveti ve dayanımını etkileyen faktörlerdir (Summitt 2006). Polimerizasyon derecesinin düşük olması gibi durumlarda adeziv tabakanın higroskopik ve hidrolitik degradasyona maruz kalması ile yüzeyler arasındaki bağlantının bozulması söz konusu olacaktır (Roberson ve ark. 2006; Mittal ve Etzler 2017; Goldstein ve ark. 2018).

2.4.4. Diş Sert Dokularına Adezyon

Reçine bazlı materyallerin diş sert dokularına adezyonu primer olarak mekanik adezyon ile meydana gelmektedir. Güncel materyallerin içerdiği asidik fonksiyonel gruplar gibi dokularla kimyasal etkileşimler gerçekleştiren moleküller sayesinde ise bağlanma dayanımı desteklenmektedir (Mittal ve Lei 2018).

Mine, dentin ve sement dokuları birbirinden yapısal ve kompozisyonel olarak farklı olduğundan, adezyon karakteristikleri de farklıdır. Islanabilirliği ve yüzey enerjisinin yüksek olması sayesinde mine dokusunda adezyon sağlanması dentin dokusunda adezyon sağlanmasından daha kolaydır. Minedeki yüksek yüzey enerjisi içerdiği yüksek oranlı hidroksiapatitten kaynaklanır. Heterojen yapıdaki dentin ise hidroksiapatitin yanında büyük miktarda organik materyal ve su içerdiği için düşük yüzey enerjisine sahiptir (Summitt 2006).

Güncel adeziv sistemler ile diş dokuları arasındaki bağlantı 3 ana mekanizmayla gerçekleşmektedir (Anusavice 2012; Sezinando 2014; Mandri 2015; Goldstein ve ark. 2018) (Tablo 2-2).

Tablo 2-2: Dentin Adezivleri ile Diş Sert Dokuları Arasındaki Bağlantı Mekanizması

1. Pürüzlendirme, yüzey hazırlığı (Conditioning)

a. Fosforik asit ile pürüzlendirme: Diş dokularına uygulanan fosforik asit ile smear tabakası çözünüp yıkama ile ortamdan uzaklaşır. Mine prizmalarında merkezi veya çevresel olarak yaklaşık 10 mikronluk inorganik materyal (hidroksiapatit) çözünüp ortadan kalkar. Bal peteği veya balık sırtına benzer görünümde, yaklaşık 5-50 mikron derinliğinde makro ve mikroporözite oluşarak yüzey enerjisi ve ıslanabilirlik artar. İntertübüler ve peritübüler dentinden yaklaşık 10 mikronluk hidroksiapatit uzaklaşır, ortalama 7,5 mikron derinliğinde demineralizasyon gerçekleşir. Dentin kanallarının ağzı açılır, su ile kaplı mikroporöz kollajen ağı açığa çıkar, su inorganik materyal ile yer değiştirir.

b. Asidik primer ile pürüzlendirme: Mine ve dentine uygulanan asidik primer ile smear tabakası tamamen veya kısmi olarak çözünür. İnorganik materyalin (hidroksiapatit) bir kısmı çözünür ve mikromekanik kenetlenme için mine ve dentinde mikroporöz alanlar oluşur. Dentinde tübül ağzları açılır, kollajen fibriller açığa çıkar.

2. Bağlanmaya hazırlık, ıslatma (Priming)

Hidrofilik yapıdaki primerin uygulandığı mine ile dentinde mikroporözitelere, dentinde açığa çıkmış kollajen ağına ve dentin tübüllerine kapiller çekim kuvveti ile taşınan monomerler ortamdaki su ile yer değiştirir, hidrofobik adeziv reçinenin infiltre olabileceği ortam yaratılır.

3. Bağlanma, stabilizasyon (Bonding)

Primerin hazırladığı alanlara penetre olan adeziv monomerler, polimerizasyon sonrası mikromekanik kenetlenme ile stabilizasyonu sağlamış olur. Minedeki kenetlenme mikro-makroporözitelere infiltre olup polimerize edilen reçinenin prizma benzeri mikro ve makro reçine uzantıları (resin tags) oluşturmasıyla gerçekleşir. Dentindeki kenetlenme ise kollajenler arasına infiltre olan reçinenin polimerize edilip hibrit tabaka oluşturması ve tübüller içine uzanan monomerlerin reçine uzantısı (resin tags) oluşturmasıyla gerçekleşir.

2.4.4.1. Mine Dokusuna Adezyon

Mine dokusuna adezyon, adeziv reçinenin yüzeydeki girinti çıkıntılara penetre olup mikromekanik olarak kenetlenmesiyle oluşur. Mineye uygulanan %30-40'lık ortofosforik asit yüzeyden 10 mikron civarında doku uzaklaştırır. Prizmaların açılanmasındaki farklılığa göre prizmanın merkezinde (tip I asitlenme modeli), periferinde (tip II asitlenme modeli) veya dağınık olarak farklı bölgelerinde (tip III asitlenme modeli) çözünmeler olur. 5-50 mikron derinliğinde oluşan makroporlar sayesinde yüzey enerjisi, ıslanabilirlik ve minenin restoratif materyallerle temas edeceği yüzey alanı artmış olur. Açığa çıkan kristallerin iç çekirdekleri çözünür ve mikroporlar oluşur. Makro ve mikroporözitelere akan adezivin içeriğindeki hidrofobik reçinenin polimerizasyonu sonrası mine ve reçine arasında mikromekanik retansiyon meydana gelir. Yüzeyden 20 mikron derinliğe kadar reçine uzantıları oluşur. Adeziv reçinedeki metakrilat grupları, restoratif materyal ile de kopolimerizasyon gerçekleştirir (Summitt 2006; Mitchel 2008).

Prepare edilmiş bir mine yüzeyinde milimetre kare başına 30000-40000 mine prizması açığa çıkar. Buraya uygulanan asit, reçine ile bağlanacak olan yüzey alanını 10-20 kat artırır (Summitt 2006).

2.4.4.2. Dentin Dokusuna Adezyon

Dentin dokusundaki adezyon da minedeki gibi mikromekanik kenetlenme ile meydana gelir. Kavite preparasyonu sonrası mine, dentin veya sement yüzeyini örten, denatüre kollajen artıkları, bakteri ve mineral içeriğinden oluşan 0.5-5 mikron kalınlığındaki düşük yüzey enerjili tabakaya smear tabakası, tübüllere 1-10 mikron derinliğe kadar penetre olan tıkaçlara smear tıkaçları denir (Eick ve ark. 1970; Pashley 1992; Mitchel 2008). Bu yapı dentin geçirgenliğini yaklaşık %86 oranında azaltmaktadır (Pashley 1978). Alttaki dentine 5-10 MPa'lık zayıf bir kuvvetle yapışan bu kırılgan yapı, zayıf asitlerde kolayca çözünür. Diş dokuları ile restoratif materyal arasındaki adeziv bağlantı kuvveti üzerinde büyük etkisi vardır (Eick 1992). Smear tabakasının uzaklaştırılması dentin tübüllerindeki geçirgenliğini büyük oranda (%90'dan fazla) artırır (Summitt 2006). Asit etch işleminin dentine uygulanmadığı ilk nesil adeziv sistemlerde, materyal dentin ile yeterince bağlantı sağlayacak kadar penetre olamamaktaydı. Adeziv bağlantı bu zayıf ve kırılgan yapıya tutunarak sağlanmaktaydı. Bu nedenle elde edilen bağlantı değerleri çok düşüktü ve yapılan in-vitro çalışmalara

göre kopmalar genellikle smear tabakasında koheziv kırılma ile sonuçlanmaktaydı (Tao ve ark. Pashley 1988; Pashley 1992; Mitchel 2008).

%30-40'lık ortofosforik asit uygulanan dentinde smear tabakası ortadan kalkar, inorganik yapıda demineralizasyon olur, kollajen lifler açığa çıkar. Adeziv reçinenin demineralize olmuş intertübüler dentindeki kollajen liflere penetre olup polimerize olmasıyla 1-5 mikron kalınlığındaki hibrit tabaka, tübüllere penetre olup polimerize olmasıyla reçine uzantıları meydana gelir (Nakabayashi ve ark. 1982).

Yaş ve dış etkenlere göre değişen özelliklere sahip farklı dentin tabakaları mevcuttur. Fizyolojik sürecin parçası olan primer ve sekonder dentinden daha farklı yapılardaki sklerotik, tersiyer, transparan, çürük, demineralize, remineralize, hipermineralize dentin, yaş ve dış etkenlere göre değişen dentin tipleridir. Bu yapıların adeziv sistemlerle olan bağlantı kuvvetleri de yapılarındaki farklılıklardan etkilenmektedir (Marshall ve ark. 1997).

2.4.4.3. Sement Dokusuna Adezyon

Sınıf II ve Sınıf V kavitelerinin servikal marjinleri, genellikle mine-sement birleşiminin altında bulunmaktadır. Sement dokusunun mine ve dentine göre yüksek orandaki organik içeriği, adeziv restorasyonların bu alandaki bağlantı değerlerini etkilemekte ve klinik problemler yaratmaktadır. Adeziv sistemlerin sement dokusundaki bağlanma etkinliğinin araştırıldığı çalışmalarda, bağlantı kuvvetlerinin mine ve dentine oranla düşük olduğu, kenarları sementte yer alan restorasyonlarda da yine mine ve dentine oranla yüksek oranda mikrosızıntı değerlerinin gözlemlendiği belirtilmektedir. Bu durum asit etching sonrası ortamdan uzaklaşan hidroksiapatitlerden arda kalan Sharpey lifleri gibi büyük kollajen liflerin organik bir difüzyon bariyeri oluşturarak reçine monomerlerin penetrasyonunun engellenmesi ile açıklanmaktadır (Ferrari ve ark. 1997; Eliades ve ark. 2005; Yuan ve ark. 2008; Toledano ve ark. 2010). Başlangıç bağlantı kuvvetlerinin zayıf olması, termal ekspansiyon, polimerizasyon büzülmesi gibi etkilerle restorasyonun dokudan ayrılması, marjinal aralık, mikrosızıntı, marjinal renkleşme, sekonder çürük, hassasiyet, kronik pulpitis gibi sorunlarla restorasyonların daha kısa sürede değişmesi ihtiyacını doğurmaktadır (Summitt 2006).

2.5. Adeziv Sistemler

Diş dokuları ile adeziv sistemler arasındaki bağlantı adezyon, reçine kompozitin adeziv sistemdeki reçine ile kopolimerize olarak dişle bağlantı oluşturmaları adeziv bağlantı olarak adlandırılır.

Etch and rinse sistemler asit (conditioner), primer, adeziv reçine; self-etch sistemler asidik primer ve adeziv reçine basamaklarından oluşmaktadır. Bir adeziv sistem kimyasal olarak reçine monomer (mono/dimetakrilat, asidik monometakrilat), organik çözücü (su, etanol, aseton), başlatıcı, inhibitör, doldurucu gibi temel birimlerden meydana gelmektedir (Peumans ve ark. 2005; Tekçe ve ark. 2018).

2.5.1. Monomerler

Reçine kompozit materyallerde olduğu gibi adeziv sistemlerde de reçine monomerler yani matriks, sistemin fiziko-mekanik karakterini belirleyen ve yapısal devamlılığını sağlayan bir iskelet görevi görmektedir. Temel olarak, fonksiyonel monomerler ve çapraz bağlı monomerler olmak üzere iki tip monomer çeşidi vardır (Peumans ve ark. 2005; Tekçe ve ark. 2018). Fonksiyonel monomerlerden oluşan polimerler uç uca eklenmiş doğrusal (lineer) zincirler oluştururken, çapraz bağlı monomerlerden oluşan polimerler kovalent bağlarla birbirine bağlanan ana polimer zincirlerinden oluşan ağı yapılarıdır (Alger 1996; Peumans ve ark. 2005). Çapraz bağlı monomerler doğrusal polimerlere göre daha kuvvetli mekanik direnç sağlamaktadırlar. PENTA, BPDM, TCB, PMD gibi karmaşık yapıları monomerler hem fonksiyonel hem de çapraz bağlı monomer gruplarını içermektedir. Temel olarak, üç aşamalı etch and rinse ve iki aşamalı self-etch sistemlerde primer basamağı hidrofilik fonksiyonel monomer içerirken adeziv reçine basamağı hidrofobik çapraz bağlı monomerler içerir. Bu iki basamağın birleştirildiği basitleştirilmiş iki aşamalı etch and rinse ve tek aşamalı self-etch sistemlerde ise her iki monomer çeşidi bir arada bulunmaktadır (Peumans ve ark. 2005)

Adeziv sistemlerde kullanılan bir monomerin yapısı üç farklı parçadan oluşur. Fonksiyonel monomerler genellikle bir fonksiyonel grup ile tek polimerize edilebilir gruba sahipken çapraz bağlı monomerler iki veya daha fazla polimerize edilebilir gruba sahip olmaktadır (Tablo 2-3, Şekil 2-1) (Peumans ve ark. 2005; Tekçe ve ark. 2018).



Şekil 2-1: Adeziv Sistemlerde Kullanılan Monomerlerin Temel Yapısı

Tablo 2-3: Adeziv Sistemlerde Kullanılan Monomerlerin Temel Yapısı
(Peumans ve ark. 2005; Tekçe ve ark. 2018)

1. Polimerize olan grup
Polimerizasyonu sağlayan gruptur, çoğunlukla akrilat veya metakrilat bileşikleridir ve genellikle hidrofobik karaktere sahiptir. Ester grubu içermeleri nedeniyle hidrolize karşı duyarlıdırlar ancak yeni sistemlerdeki metakrilamidler ester yerine amid grubu içerdiğinden suya karşı daha dirençlidir.
2. Fonksiyonel (kimyasal) grup
Islatabilirliği sağlayan, demineralizasyon yapan, hidroksiapatit ile bağ yapan (spesifik fonksiyonel monomerler) ve monomerin kimyasal özelliklerini belirleyen gruptur. Bunun yanında florid salınımı sağlamak (PEM-F), monomere antibakteriyel özellikler (MDPB) kazandırmak, içeriğindeki tersiyer amin vasıtasıyla ko-inisiyator görevi görmek (NTG-GMA, NPG-GMA, DMAEMA), hassasiyeti azaltmak (5-NMSA) gibi ek görevleri olan gruplar da mevcuttur. Fonksiyonel monomerlerdeki fonksiyonel gruplar her zaman hidrofilik özellik göstermektedirler. En sık kullanılan gruplar olan sülfonik asit, fosfat, fosfonat ve karboksil grupları, suda ayrılarak asit-baz reaksiyonuna girebilmekte ve yüzeyde demineralizasyon gerçekleştirebilmektedir. Bu grupların asiditesi adeziv sistemin asiditesini belirlemektedir.
3. Ara (spacer) grup
Polimerize grup ile fonksiyonel grubu bir arada tutan ara grup genellikle bir alkil zinciridir ancak ester, amid veya aromatik gruplar da içerebilmektedir. Ara grubun boyutu monomerlerin viskozitesini yani ıslatabilirliğini ve penetrasyon kabiliyetini belirler. Ara gruplar hidrofilik karakterdedir. Grubun polaritesi monomerlerin suda çözünürlüğünü belirler ve hidrofilite arttıkça su emilimi, hidroliz, şişme, renkleşme gibi sorunların görülme riski artar.
Kısaltmalar: 5-NMSA: N-metakriloil 5-aminosalisilik asit, DMAEMA: 2- (dimetilamino) etil metakrilat, MDPB:

2.5.1.1. Fonksiyonel Monomerler

Genellikle monometakrilatlardır. MA (Metakrilat) ve MMA (Metil metakrilat) molekülleri adeziv sistemlerde kullanılan ilk ve en eski monomerlerdendir. MA yüksek asiditeye sahip olması nedeniyle iritan özelliktedir. Ayrıca ester gruplarının hidrolizi nedeniyle adeziv reçinelerin çoğunda değişik miktarlarda bulunabilmektedir. MMA monomerinin görevi diğer monomerlerin çözünmesini sağlamaktır. Moleküler boyutunun küçük olması nedeniyle yüksek oranda alerjik reaksiyon geliştirme riski söz konusudur. Hidrofilik mono-fonksiyonel HEMA (2-hidroksietilmetakrilat) molekülü, demineralize edici özellikte olmayan, yüksek ıslatma kabiliyeti sayesinde adezyonu destekleyici özellikte olan küçük moleküler boyutlu bir monomerdur. Bunun yanında çözücüye benzer bir karakteristiğe sahip olduğu için hidrofobik ve hidrofilik bileşenler arasında faz ayrımı olmasını engeller. Ancak su emilimine olan yatkınlığı büyük bir dezavantaj oluşturmaktadır. Adeziv içeriğindeki polimerize olmamış HEMA'nın absorbe ettiği su, monomerlerin seyrmesine ve polimerizasyonun inhibe olmasına neden olmaktadır. Polimerizasyon sonrası su absorbe eden HEMA ise yapıda şişme ve renkleşmeye neden olmaktadır. Bunun yanında su ve alkolün buhar basıncını düşürmesi yüksek miktarda HEMA içeren solüsyonlarda çözücünün tamamen buharlaşmasını engelleyebilmektedir. 4-META (4-metakriloksietiltrimellitik anhidrit) tozuna su ilave edilerek (hidroliz reaksiyonu) elde edilen 4-MET, adezyon destekleyici ve demineralize edici monomer olarak kullanılmaktadır. Amalgam ve altın gibi metal materyallerde iyi ıslatma ile bağlantı sağlaması ve kolay sentezlenmesi sayesinde sık kullanılan bir monomer haline gelmiştir. Demineralizasyonu sağlayan asidik özelliği aromatik gruba bağlanan iki karboksilik grup tarafından gelmektedir. Bununla birlikte aromatik grup hidrofobiktir ve karboksil gruplarının asitliğinin ve hidrofilikliğin kontrol altına alınmasını sağlamaktadır. Hidroksiapatit kalsiyumu ile iyonik bağ yaparak Ca-4-MET tuzunu oluşturmaktadır ancak bu yapı 10-MDP'nin oluşturduğu yapıdan daha kararsız ve daha çözünürdür. İlk olarak Kuraray (Osaka, Japonya) firması tarafından sentezlenmiş ve patenti alınmış olan 10-MDP (10-metakriloksidesildihidrojenfosfat) molekülü ise içerdiği dihidrojenfosfat grubunun suda ayrışıp proton oluşturma özelliği sayesinde demineralizasyon monomeri olarak kullanılır. Yapısındaki uzun karbon

zinciri sayesinde oldukça hidrofobiktir ve hidrolize karşı dirençlidir. Ayrıca Ca ile oluşturduğu güçlü iyonik bağlar sayesinde oluşan Ca-10-MDP tuzunun çözünme hızı düşüktür. Bu nedenle başlangıç bağlantı değerlerini artırmamakla birlikte Ca ile bağlantı oluşturabilen diğer monomerlere (4-MET; 4-metakriloyloksietil trimellitik asit, Phenyl-P; 2- (metakriloiloksietil) fenil hidrojenfosfat) kıyasla en stabil bağlantı değerlerini 10-MDP sağlamaktadır. Phenyl-P self-etch adezivler içerisinde kullanılan ilk asidik monomerlerdendir. İçeriğindeki monohidrojenfosfat nedeniyle asidik monomer olarak kullanılan bu molekül, reçinenin demineralize dentine penetrasyonunu artırmaktadır. Hidroksiapatit ile kimyasal bağ yapma kapasitesi çok düşük olan bu molekül yeni nesil adezivlerde sık kullanılmamaktadır. Tokuyama ürünlerinde bulunan MAC-10 monomeri, 10-MDP'de olduğu gibi 10 karbon atomundan oluşan bir ara gruba sahiptir. Bu sayede oldukça hidrofobik ve hidrolitik olarak stabil bir yapıdadır. Di- HEMA-fosfat ve HEMA-fosfat molekülleri, çözündüklerinde HEMA ve fosforik asite ayrılan ve hidrolitik olarak nonstabil olan monomerlerdir. Bu molekülleri içeren sistemlerin pH'nın oldukça düşük olması, demineralizasyon derinliği ile penetrasyon derinliğinin eş seviyede olmasını engeller ve adezyonun ömrünü kısaltır (Peumans ve ark. 2005; Tekçe ve ark. 2018).

2.5.1.2. Çapraz Bağlı Monomerler

Polimerizasyonu sağlayan bu monomerler genellikle dimetakrilatlardır. Bis-GMA, UDMA, TEGDMA dimetakrilatları en sık kullanılan çapraz bağ monomerleri olup yoğun çapraz bağlı polimerler oluşturarak mekanik dayanıklılık sağlamaktadırlar. Monometakrilatlara kıyasla dimetakrilatlar genellikle hidrofobik karakteristiğe sahip yapılardır ve bu nedenle suda çözünürlükleri azdır. Ancak yapılarındaki polar eter bağları ve / veya hidroksil grupları nedeniyle bir miktar su emilimi kaçınılmazdır. Bis-GMA, UDMA, TEGDMA monomerlerinden su emilimine en yatkın olan TEGDMA, en az emilim gösteren ise UDMA'dır. Yüksek moleküler ağırlıklı Bis-GMA molekülü düşük polimerizasyon büzülmesi ve hızlı sertleşme kapasitesiyle yüksek mekanik özellikli polimerler oluşturur. Ara grubunun içerdiği büyük hacimli iki aromatik halka monomere viskosite ve sertlik verir. Ancak bu özellik metakrilat gruplarının birbirleriyle eşleşmelerini zorlaştırdığından dönüşüm derecesi üzerinde negatif etki yapar. Bu nedenle bu monomer daha düşük moleküler ağırlıklı UDMA, EGDMA, TEGDMA monomerleri ile karıştırılıp seyreltilir. TEGDMA, genellikle Bis-GMA veya

UDMA ile birlikte kullanılmaktadır ve Bis-GMA'dan daha esnek karakterde olması sayesinde daha yüksek monomer dönüşüm oranları elde edilmektedir. Moleküler ağırlığı Bis-GMA'ya yakın olan UDMA daha düşük viskoziteye sahiptir ve adeziv sistemler içerisinde tek başına veya Bis-GMA/TEGDMA ile kombine edilmiş olarak yer alır. İçeriğindeki eter bağları Bis-GMA'daki büyük hacimli aromatik halkalara kıyasla rotasyona daha kolay izin verdiği için Bis-GMA'dan daha esnektir (Peumans ve ark. 2005; Tekçe ve ark. 2018). Adeziv sistemlerdeki monomer dönüşüm oranı genellikle ortalama %35-77 civarında olup kompozit reçinelerdeki dönüşüm derecesinden daha düşüktür (Tekçe ve ark. 2018).

2.5.2. Başlatıcılar (İnisiyatörler)

Başlatıcılar, belirli koşullar altında serbest radikaller oluşturan ve düşük ayrışma enerjisine sahip olan atomik bağlar içeren moleküllerdir. Reçine monomerlerin, polimerize olması için belli miktarlardaki başlatıcıların radikaller oluşturup, polimerizasyon reaksiyonunu aktive etmesi gerekmektedir. Bu radikaller foto-inisiyatörlerin elektromanyetik enerjiyi absorbe etmesi ile (ışık ile sertleşme/photo-curing) veya kimyasal inisiyatörlerin birbiriyle karıştırıldığı redoks reaksiyonu (kimyasal sertleşme/self-curing) ile meydana gelmektedir. Işık ile sertleşmedeki avantaj reaksiyon başlangıcının kontrol edilebilirliğidir. Ancak ışığın ulaşamayacağı bölgeler söz konusu olduğunda kimyasal sertleşen sistemler daha avantajlıdır. Hem foto-inisiyatörlerin hem de kimyasal inisiyatörlerin dahil edildiği sistemler ise hem kimyasal hem de ışıkla sertleşen (dual-curing) sistemlerdir. Bu sistemlerde amaç polimerizasyonu ve ışığın iyi ulaşmadığı bölgelerdeki monomer dönüşüm derecesini artırmaktır. Adeziv içeriğindeki başlatıcı miktarları reçinenin mekanik dayanıklılığını etkilemektedir (Peumans ve ark. 2005).

2.5.2.1. Foto-inisiyatörler

Genellikle bir keton içeren fotoinisiyatörler, iki tip mekanizmayla serbest radikalleri üretirler. Foto-fragmentasyon inisiyatörleri, radikal üretmek üzere direkt olarak parçalanmaya uğrar, elektron-transfer inisiyatörleri ise parçalanma için gerekli olan enerjiye sahip olmadığından ikinci bir molekülle (ko-inisiyatör) etkileşime girerek bu moleküllere enerji aktarımı veya bu moleküllerden hidrojen kopması ile radikalleri üretirler (Peumans ve ark. 2005, Tasdelen ve ark. 2012).

Tip II mekanizmasıyla radikal üreten Kamforokinon/ ko-inisiyator sisteminde, ko-inisiyator olarak etkili birer hidrojen verici olan alifatik ve aromatik amin bileşikleri kullanılmaktadır. Kamforokinon, 360-510 nm arasında geniş bir dalga boyu spektrumunu absorbe eden (soğurma, emilim), 468 nm (mavi ışık) civarında pik absorbans yapan mükemmel bir foto başlatıcıdır. Ancak sarımsı-kahve renklidir, bu nedenle genellikle çok küçük miktarlarda (%0,03–01) kullanılsa da adeziv rengini önemli ölçüde etkiler. Ayrıca sitotoksik özellikte olduğundan reçine kompozit ve adezivlerin içeriğinde sınırlı bir miktarda kullanılabilir. Diketon PPD (1-phenyl-1,2 propanedione), hem foto-parçalanma hem de bir amin ko-inisiyatoründen proton transferi yoluyla radikaller oluşturur. Kamforokinon ile karşılaştırıldığında, daha yüksek enerjili bir spektrumda absorpsiyon yapar ancak absorpsiyon profili görünür aralığa uzanır. Absorbans piki (tepe noktası) 400 nm civarındadır. Kamforokinondan daha açık sarı renklidir ve daha yüksek mekanik dayanıklılık sağlamaktadır. Açıl fosfin oksitler serbest radikal polimerizasyonu için geniş bir fotofragmentasyon inisiyatorleri grubunu temsil eder. Ultraviyole ışığa yakın güçlü bir absorpsiyona sahiptirler ve ayrıca görünür aralığa da uzanırlar. Kamforokinona göre nötrallere sahip olmaları avantajdır. TPO ve Irgacure içerdiği üç fenil grubu nedeniyle hidrofobik yapıdadır ve suda çözünürlüğü azdır. Bu nedenle tek aşamalı self-etch adezivler gibi su içerikli basitletirilmiş sistemlerde kullanımı uygun değildir. TPO içerikli sistemler LED ışık cihazları tarafından polimerize edilemezler bu nedenle bu molekülün kullanımı azalmıştır (Peumans ve ark. 2005).

2.5.2.2. Kimyasal İnisiyatorlar

Kimyasal polimerizasyonda inisiyator ve ko-inisiyatorün karıştırılması ile sertleşme reaksiyonu başlar. En sık kullanılan kimyasal inisiyator benzoilperoksittir (tersiyer amin ko-inisiyatorü ile birlikte kullanılır). Benzoil peroksit suda sınırlı bir çözünürlüğe sahiptir ancak etanol ve asetonla çözünebilmektedir. Işığa maruz kaldığında yavaş fotolize uğrar bu nedenle self-cure adezivler karanlık ortamda saklanmalıdırlar (Peumans ve ark. 2005).

2.5.3. İnhibitörler

İnhibitörler, inisiyatorların kötü saklama koşulları, yüksek ısıya maruz kalma, bozulma benzeri çeşitli nedenlerle erken reaksiyona girmesiyle oluşan serbest radikalleri ortadan kaldırarak polimerizasyon reaksiyonunun başlamasını önleyen

antioksidan moleküllerdir. Raf ömrünü uzatırlar. En sık kullanılan inhibitörler BHT (butilhidroksitolüen) ve MEHQ (monometil eter hidrokinon)'dur. BHT daha çok reçine kompozitler ve hidrofobik adezivlerde kullanılırken MEHQ daha çok hidrofilik reçinelerde kullanılır (Peumans ve ark. 2005).

2.5.4. Çözücüler

Çözücüler katı veya sıvı maddelerin moleküllerinin (veya iyonlarının) birbirinden ayrılıp çözülmesini sağlayan, aradaki boşlukları doldurup çözünen moleküller ile yeni bağlar oluşturan maddelerdir. Moleküllerin çözünürlükleri polariteleri tarafından belirlenir. Polar olmayan veya zayıf polar olan bileşikler, polar olmayan veya zayıf polar olan çözücüler içinde; yüksek polar olan bileşikler, yüksek polar olan çözücüler içinde çözünürler. Bir çözücünün en önemli özellikleri, dipol momenti, dielektrik sabiti, kaynama noktası, buhar basıncı ve Hidrojen bağlama kapasitesidir (Peumans ve ark. 2005).

Çözücülerin polaritesi dipol momenti ve dielektrik sabiti ile belirlenir, adezivin raf ömrü için de önem teşkil eder. Buhar basıncı, adeziv dış dokusuna uygulandıktan sonra çözücünün iyi bir şekilde buharlaşmasını sağlamak için önemlidir. Çünkü iyi buharlaşmayıp ortamda kalan çözücü monomerlerin seyrelmesine, polimerizasyonun engellenmesine ve boşluklu geçirgen bir adeziv tabakanın oluşmasına yol açar. Hidrojen bağlama kapasitesi dehidrasyon sonrası büzülmüş demineralize kollajen ağını yeniden genişletmek için önemlidir (Peumans ve ark. 2005).

En sık kullanılan organik çözücüler su, aseton ve etanoldür. MMA ve HEMA bileşikleri de monomer seyreltme özelliklerinden dolayı çözücü olarak nitelendirilmektedirler. Su, iyonik bağları ve polar bileşikleri çözebilen, yüksek dielektrik sabitine sahip güçlü bir polar çözücüdür. Ancak genellikle hidrofobik olan organik bileşikler (monomerler) için zayıf bir çözücüdür bu nedenle etanol veya aseton ile birlikte kullanılır. Self-etch sistemlerde asidik monomerlerin iyonize olabilmesi için su temel çözücüdür. Etch and rinse sistemlerde de, yüksek dielektrik sabiti sayesinde kollajen lifler arasındaki hidrojen bağlarını kırabilir, çökmüş ve küçülmüş kollajen ağını yeniden genişletebilir. Ancak yüksek kaynama sıcaklığı ve düşük buhar basıncı nedeniyle buharlaşıp ortamdan uzaklaşması zor olmaktadır. Bunun yanında HEMA gibi monomerler de suyun buhar basıncını daha da düşürdüğünden adeziv tabakada kalan

fazla suyun su kabarcıkları oluşmasına neden olduğu bildirilmektedir (Peumans ve ark. 2005).

Etanol de suya benzer şekilde çözünenleriyle hidrojen bağları oluşturan polar bir çözücüdür. Ancak çok daha düşük dielektrik sabitine sahip olduğu için daha az polar çözücüler için uygundur. Sudan daha yüksek buhar basıncına sahiptir ve daha kolay buharlaşır, genellikle su ile birlikte kullanılır. Su ile birlikte azeotropik (eşkaynar) bir karışım oluşturur yani su ve etanol molekülleri arasında hidrojen bağları oluşur, bu sayede su-etanol karışımları saf sudan daha iyi buharlaşır. Etanolün demineralize kollajen üzerinde sertleştirici bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Bu özellik etanolün buharlaşmasından sonra lifler arası boşlukların korunmasını sağlamaktadır. Etanol, karboksilik asit gruplarına sahip monomerler için uygun değildir çünkü karboksilik asitler alkolle esterleşir, bu durum monomerin asidik fonksiyonunun inaktivasyonuna yol açabilmektedir (Peumans ve ark. 2005).

Asetonun buhar basıncı etanolden yaklaşık dört kat daha yüksektir. Dielektrik sabiti daha düşüktür ancak yüksek dipol momenti polar ve apolar bileşiklerin karşılıklı olarak çözülmesine izin verir. Bu nedenle hidrofobik ve hidrofilik bileşenlerin bir arada olduğu adezivlerde kullanılmaktadır. Yüksek uçucu özellikte olması adezivin raf ömrünü kısaltabilmektedir. Sıklıkla çözücü olarak tek başına kullanılır, ancak self-etch sistemlerde su ile birlikte kullanılmaktadır ve su ile bir azeotrop oluşturur. Yüksek dipol momenti ve mükemmel buharlaşma kapasitesi sayesinde çok iyi bir su uzaklaştırma kapasitesine sahiptir. Ancak aseton düşük hidrojen bağlama kapasitesine sahip olduğundan küçülmüş demineralize kollajeni yeniden genişletememektedir, bu nedenle aseton içeren etch and rinse sistemler ıslak dentin üzerine uygulanmalıdır (ıslak bağlanma tekniği (Peumans ve ark. 2005).

2.5.4.1. Doldurucular

Adeziv tabakanın mekanik olarak güçlendirilmesi ve viskositenin modifiye edilmesi amacıyla adeziv sistemlere dahil edilebilen doldurucular sayesinde, hava ile kurutma esnasında adeziv tabakanın aşırı incilmesi ve eksik polimerizasyon olması ihtimali önlenir. Bu kalın adeziv tabakalar daha yüksek elastikiyete sahip olduğu için reçine kompozitlerin meydana getirdiği büzülme gerilimlerini kompanse edebilir. Doldurucu partiküller adeziv sistemlere, ıslatabilirliğin tehlikeye atılmaması için küçük miktarlarda, penetrasyonun engellenmemesi için de küçük boyutlarda

eklenebilmektedirler. Doldurucular genellikle silikon dioksit, pirojenik silika, radyoopasite sağlayan baryum ve stronsiyum gibi moleküller, flor içeren silika camları gibi maddelerdir. Genellikle doldurucular, reçine monomerler ile kimyasal bağlanabilmesi için silanize edilir. Silan, adeziv reçineyi degradasyona karşı korur ve monomerler ile doldurucu partiküller arasındaki stres dağılımını iyileştirir (Peumans ve ark. 2005).

Adeziv sistemler klinik uygulama prosedürlerine göre etch and rinse, self-etch ve universal adeziv sistemler olarak, tarihsel gelişimlerine göre 1., 2., 3., 4., 5., 6. ve 7. Jenerasyon adeziv sistemler olarak, smear tabakasına olan etkisine göre etch and rinse ve self-etch adeziv sistemler olarak sınıflandırılmaktadırlar (Tablo 2-4).

Tablo 2-4: Adeziv Stratejileri

Etch and Rinse		Self-etch	
1. Mine ve dentin fosforik asit ile pürüzlendirilir.		Mine ve dentine fosforik asit uygulanmaz.	
Üç Aşamalı (4. Jenerasyon)	İki Aşamalı (5. Jenerasyon)	İki Aşamalı (6. Jenerasyon)	Tek Aşamalı (7. Jenerasyon) (All in one)
2. Mine ve dentine primer uygulanır.	2. Mine ve dentine tek şişede birleştirilmiş	1. Mine ve dentine asidik primer uygulanır.	1. Mine ve dentine tek şişede birleştirilmiş
3. Mine ve dentine adeziv reçine uygulanır	primer ve adeziv reçine uygulanır.	2. Mine ve dentine adeziv reçine uygulanır.	asidik primer ve adeziv reçine uygulanır.

Multi-mode (Universal)

Etch and Rinse Mod		Self-etch Mod
Total-etch mod	Selective-etch Mod	1. Tek şişe adeziv uygulanır.
1. Mine ve dentin asitlenir.	1. Mine asitlenir.	
2. Adeziv uygulanır.	2. Adeziv uygulanır.	

2.5.5. Etch and Rinse Sistemler

Etch and rinse sistemler fosforik asit ile pürüzlendirme (conditioning), primer ile bağlanmaya hazırlık (ıslatma), adeziv reçine ile bağlanma (stabilizasyon) basamaklarından oluşmaktadır (Anusavice 2012; Sezinando 2014; Mandri 2015; Goldstein ve ark. 2018).

Etch and rinse sistemlerde ilk basamakta mine ve dentine, smear tabakasını tamamen ortamdaki uzaklaştıran fosforik asit ajanı uygulanır. Güçlü asidik yapıdaki fosforik asit, smear tabakasını ortadan kaldırdıktan sonra alttaki dentini demineralize edip, smear tıkaçlarını 1-5 mikron derinliğine kadar uzaklaştırarak dentin tübüllerinin ağızlarını açar (Summitt 2006). Asit minede en az 15 sn, dentinde en fazla 15 sn bekletilmeli ve ardından en az bekletildiği süre kadar yıkanmalıdır. Kurutma işlemi sonrası mine kuru ve mat, dentin ise nemli ve parlak görünümde olmalıdır. Dentinde açığa çıkmış kollajenlerin dehidrate olup çökmemesi için kurutma kısa hava akımlarıyla yapılmalıdır (Goldstein ve ark. 2018).

Etch and rinse sistemlerde en sık kullanılan asitleme ajanı, jel veya likid formlarda bulunan %30-40'luk konsantrasyondaki fosforik asittir. Jel form, asidin uygulanması ve kontrol edilmesi açısından daha avantajlıdır. Jel form, likid forma polimer kalınlaştırma ajanı ve silika partikülleri eklenmesiyle üretilir. Bu nedenle yıkanması esnasında ortamdaki tamamen uzaklaştırılamaması bağlantıyı tehlikeye atan bir etkidir (Mitchel 2008).

Dokuyu bağlanmaya hazırlamakta kullanılan primer, su, etanol veya alkol gibi çözücülerin içinde çözünebilen, hidrofilik kollajen fibriller ile hidrofobik adeziv reçine arasında bağ oluşmasını sağlayan ve bifonksiyonel monomerlerden oluşan bir materyaldir. Asit uygulanmış dentin, reçine monomerlerin efektif olarak ıslatmadığı, kollajen ağa yeterli oranda infiltre olamadığı düşük bir yüzey enerjisine sahiptir. Primerin rolü bir ıslatma ajanı gibi davranıp bu hidrofilik yüzeye ve kollajen ağa infiltre olup su ile yer değiştirmektir. Asitten sonra uygulanan primer ajan, içeriğindeki çözücünün buharlaşması ve ortamdaki suyun uzaklaşması için hafifçe hava ile kurutulur. Hava kurutması kuvvetli uygulandığında primer yüzeyden ayrılır ve dentini tamamen örtüleyemez. Dentinin tamamen primer ile örtülenip parlak bir görünüm alması, hidrofilik yapısının hidrofobik adezivin infiltrasyonuna uygun hale gelmesi için önemlidir (Nakabayashi ve Takarada 1992; Mitchel 2008). Primer içeriğinde en sık kullanılan monomer HEMA'dır.

Adezyonun gerçekleştiği basamakta kullanılan adeziv reçine, genellikle bis-GMA, UDMA, TEGDMA gibi hidrofobik monomerlerden oluşan bazen de HEMA içerebilen bir materyaldir (Mitchel 2008). Primer tarafından ıslatılmış alanlara infiltre olan reçine polimerize olduğunda mekanik kenetlenme meydana gelir. Minede adeziv reçine ve apatit kristalleri arasında olan bu kenetlenme, dentinde reçine ve açığa çıkmış kollajen fibrilleri arasında olup hibridizasyon olarak tanımlanmakta ve doku ile reçinenin birleşip ayrı bir yapı oluşturmasını temsil eden hibrit tabakayı (reçine-interdifüzyon/reçine-interpenetrasyon tabakası) oluşturmaktadır (Nakabayashi 1985; Miletic 2018). Dentin tübüllerine uzanıp polimerize olan adezivle ise reçine uzantıları oluşmaktadır (Mitchel 2008).

2.5.5.1. Üç Aşamalı Etch and Rinse Sistemler (4. Jenerasyon Adeziv Sistemler)

Üç aşamalı sistemlerde asit, primer, adeziv reçine ayrı basamaklarda, sırasıyla uygulanır. %30-40 konsantrasyonlu fosforik asit, mine ve dentine 15 saniye uygulanıp basınçlı suyla yıkanıp uzaklaştırılır. Hava ile hafifçe kurutulan mine ve dentine hidrofilik primer uygulanır, ortalama 15-20 sn beklenir. Primer içerisindeki organik çözücü kollajenler arasındaki su ile yer değiştirir ve hafif hava ile kurutulurarak buharlaştırılır. Bu aşamada primerin doku yüzeyinden tamamen uzaklaşmamasına dikkat edilmelidir. Primer tarafından ıslatılmış ve monomer infiltrasyonuna hazır olan dokulara adeziv reçine uygulaması yapılır. Ortalama 15-20 sn uygulanan adeziv reçine, 10-20 sn ışık cihazı ile polimerize edilir, hibrit tabaka oluşur (Mitchel 2008, Sezinando 2014).

2.5.5.2. İki Aşamalı Etch and Rinse Sistemler (5. Jenerasyon Adeziv Sistemler)

İki aşamalı sistemlerde mine ve dentine uygulanan fosforik asit basınçlı suyla yıkanıp uzaklaştırılır. İkinci basamakta tek şişede toplanmış olan primer ve adeziv reçine karışımı dokulara uygulanır, ortalama 15- 20 sn beklenir ve hava ile hafifçe kurutulduktan sonra ışık ile polimerize edilir (Mitchel 2008).

Üç aşamalı etch and rinse sistemler uzun dönemli klinik çalışmalarda mine ve dentinde en yüksek bağlantı değerlerini sağlayan, altın standart olarak kabul edilen sistemlerdir. Ancak retici talimatlarının belirttiği srelerden az uygulanmamak şartıyla etkinliklerini gösterirler. İki aşamalı etch and rinse sistemler, primer ve adeziv reçinenin tek şişede kombine edildiği, klinikte basamak atlanılan sistemlerdir. Ancak iki

solüsyonun tek şişede birleşmesi dentindeki bağlantı değerlerini düşürmekte ve daha zayıf marjinal adaptasyon ve bağlanma dayanımına neden olmaktadır (Mitchel 2008).

Etch and rinse sistemlerde asitlenip yıkanan dentin, uzun süreyle ve şiddetli havayla kurutulursa, açılan kollajen ağ dehidrate olup çöker. Adeziv reçine iyi penetre olamadığından hibrit tabaka oluşamaz. Su, su-etanol bazlı primerler fibrillerin kabul edilebilir oranda rehidrate edilerek yeniden genişlemesini sağlarlar ancak çözücüsü su bazlı olmayan ve özellikle aseton olan sistemlerde bu genişleme gerçekleşemez, çünkü asetonun rehidratasyon yeteneği yoktur (Mitchel 2008). Bu nedenle su bazlı olmayan sistemlerde, dentinin nemlendirilmesi için su veya etanolün kullanıldığı water veya etanol wet bonding tekniği olarak isimlendirilen uygulamalar önerilmektedir. Water wet bonding tekniğinde bir mikrofırça hava-su karışımı ile 25 cm uzaktan nemlendirilip pamuğa batırılır. Dentinde hafif parlak bir yüzey elde edilecek şekilde uygulanır. Bu esnada bu nemli fırçanın mineye değmesi önemli değildir çünkü primer içindeki çözücüler suyu eşit şekilde uzaklaştırmaktadır. Bu işlem su ve su/etanol bazlı sistemlerde zorunlu değildir (Goldstein ve ark. 2018). Wet bonding tekniğinde fazla su ortamdan uzaklaştırılmazsa primer seyrelir ve etkisini yitirir. Kollajen içindeki suyun yeterince yer değiştirememesi hidrofobik ve hidrofilik bileşenlerde faz ayrımına neden olur. Bu durum reçine-dentin arayüzünde kabarcıklar oluşmasına neden olur ve adeziv bağlantı bozulur (Mitchel 2008).

Asit ve primer uygulaması sonrası mikroporözitelerde kalan su tamamen uzaklaştırılmazsa dentinde var olan suya eklenerek su dolu kanallar (su ağacı, water tree) oluşturur. Hibrit tabaka içinde kalan su polimerizasyon dönüşüm derecesini azaltır ve düşük mekanik özelliklere sahip bir bağlantı arayüzü oluşmasına neden olur (Miletic 2018). Primer penetrasyonunun eksik olması derinlerde boş kalmış demineralize matriks alanlar kaldığı yani nanosızıntı var olduğu anlamına gelmektedir (Goldstein ve ark. 2018). Primerin aşırı kurutulup yüzeyden tamamen uzaklaştırılması ise dentinin yeterli bir şekilde ıslatılıp örtülenmesini engeller. Primer içindeki çözücü polimerizasyon öncesi maksimum oranda buharlaşabilmelidir. Çünkü bu sayede polimerizasyon tepkimesine katılan monomerler birbirine yaklaşır ve hibrit tabakada polimerize olmamış artık monomer kalma ihtimali azaltılarak polimerin plastikleşmesi önlenmiş olur. Üç aşamalı sistemlerde primerin kuvvetli ajitasyonla uygulanması monomerlerin süspansiyon veya emülsiyon polimerizasyonu kabiliyetini artırır. İki aşamalı sistemlerde solüsyonun uygulanma yani infiltrasyon zamanının uzatılması ve

çift tabaka halinde uygulanması özellikle aseton bazlılarda bağlantı performansını artırmaktadır (Miletic 2018). Yeterli ıslatılmış ve hidrofobik reçine infiltrasyonuna hazır olan dentin parlak görünümde olur (Mitchel 2008).

Adeziv reçinenin yetersiz penetrasyonu, hibrit tabakanın tabanında boşluklu alanlar oluşmasına yol açar. Bu alanlarda meydana gelen su geçişi nedeniyle hidrolitik yıkım gerçekleşir. Reçine dentin arayüzündeki hidrolitik yıkımın engellenmesi için etanol wet bonding tekniği water wet bonding tekniğine oranla daha etkilidir. Etanolün su ile yer değiştirmesi ile daha verimli bir reçine infiltrasyonu gerçekleşir, reçine ile örtülen kollajen matriksteki endojen kollajenazlardan korunur. Ancak bu yöntem klinik açıdan pratik ve kullanışlı bir yöntem değildir (Miletic 2018).

Asit etch ile smear tabakasının uzaklaştırılması, dentin geçirgenliğini %90'a kadar artırmaktadır. Tübüllerin açıldığı ve adeziv ile iyi örtülenmediği durumlar post operatif hassasiyete neden olabilmektedir (Mitchel 2008).

Bu sistemlerdeki diğer bir dezavantaj ise kapağı açık bırakılan primer şişesi içerisindeki çözücülerin buharlaşma riskidir. Çözücüler buharlaşırsa su ile yeterli yer değişimi olmaz, penetrasyon ve bağlantı yetersiz olur (Mitchel 2008).

2.5.6. Self-etch Sistemler

Self-etch sistemler asidik primer ile pürüzlendirme (conditioning) ve adeziv reçine ile bağlanma (stabilizasyon) basamaklarından oluşmaktadır (Anusavice 2012; Sezinando 2014; Mandri 2015; Goldstein ve ark. 2018).

Etch and rinse sistemlerdeki teknik hassasiyet ve uygulama basamağının azaltılması amacıyla geliştirilen bu sistemlerde, ayrı bir asitle pürüzlendirme prosedürü bulunmamaktadır. Asidik primerin içeriğindeki karboksilik asit veya fosforik asit esterleri (MDP, phenyl-P, MAC-10) smear tabakasını çözüp dentinde demineralizasyon sağlar. Bis-GMA, UDMA, TEGDMA gibi hidrofobik monomerlerden oluşan adeziv reçine, mikroporözitelere infiltre olduktan sonra polimerize olur ve hibrit tabaka oluşur.

Çözücüsü genellikle su olan bu sistemlerin iki aşamalı olanlarında primer ve adeziv reçine ayrı basamaklarda, tek aşamalı olanlarında primer ve reçine tek basamakta uygulanır (Mitchel 2008).

2.5.6.1. İki Aşamalı Self-etch Sistemler (6. Jenerasyon Adeziv Sistemler)

Mine ve dentin dokusuna uygulanan asidik primer hafifçe kurutulularak inceltir. Pürüzlenen ve ıslanan yüzeye hidrofobik adeziv reçine uygulanır, hafifçe hava ile inceltir, ışık ile polimerize edilir.

2.5.6.2. Tek Aşamalı Self-etch Sistemler (7. Jenerasyon Adeziv Sistemler)

Tek solüsyon içinde birleştirilmiş asidik primer ve hidrofobik adeziv reçine mine ve dentine uygulanır, hava ile inceltir ve ışık ile polimerize edilir.

Self-etch sistemler asiditelerine göre kuvvetli (strong; $\text{pH} \leq 1$), orta derece kuvvetli (moderate; $1 < \text{pH} < 2$), hafif (mild; $\text{pH} \geq 2$) ve ultra hafif (ultra mild; $\text{pH} > 2.5$) self-etch sistemler olarak sınıflandırılmaktadır (Goldstein ve ark. 2018; Miletic 2018).

Kuvvetli Self-etch sistemlerin dentindeki etkisi etch and rinse sistemlere benzer. Derin demineralizasyon ile kalın (4 mikron) bir hibrit tabaka oluşur. Dentin tübüllerine ve hatta tübül duvarlarındaki lateral kanallara kadar uzanan reçine uzantıları meydana gelir. Bunun yanında geride kalan hidroksiapatit kristalleriyle asidik gruplar arasında kimyasal bağ oluşur. Minde yeterli düzeyde bağlantı kuvvetleri oluşurken dentindeki bağlantı kuvvetleri, hibrit tabakada kalan suyun iyi uzaklaştırılamaması nedeniyle hafif self-etch sistemlerden daha düşüktür (Mitchel 2008).

Orta derece kuvvetli self-etch sistemler hibrit tabakasının yüzeyini tamamen, tabanını ise kısmen çözen sistemlerdir. Mine ve dentinde kuvvetli sistemlere göre daha sığ bir demineralizasyon derinliği elde edilir. Hafif sistemlere göre ise daha derin asitlenme modeli ve kısa reçine uzantıları oluşur. Demineralizasyon sonrasında ortamda yüksek miktarda hidroksiapatit kaldığından, hem mekanik hem de kimyasal bağlantı sayesinde mine ve dentinde daha yüksek bağlantı kuvvetleri elde edilir (Mitchel 2008).

Hafif asidik self-etch sistemlerde pH 2 civarındadır. Smear tabakası tamamen kaldırılamaz, dentinde yüzeysel (1 mikron derinlik) bir demineralizasyon meydana gelir. Submikron düzeyinde ince bir hibrit tabaka oluşur, reçine uzantıları oluşmaz. Dentinde kalan hidroksiapatit kristalleri karboksilik asit veya fosfat bazlı monomerlerle kimyasal bağlantı yapar. Mineye olan bağlantı kuvvetleri düşük olan bu sistemde dentindeki bağlantı klinik olarak yeterli düzeydedir. Kalsiyum ile monomerler arasında oluşan kalsiyum-karbonat veya kalsiyum-fosfat bağlarının kollajen hidrolizini önlemesi bağlantı dayanımına katkı sağlar (Mitchel 2008).

Ultra hafif self-etch sistemlerde ancak yüzeydeki dentin kollajenleri açığa çıkarılabilir ve nanometre düzeyinde bir hibrit tabaka meydana gelebilir (Giannini ve ark. 2015).

Güncel self-etch sistemlerde mekanik bağlantıya ek olarak oluşan kimyasal bağlar, kollajenler arasında kalan hidroksiapatitlerin kalsiyumu ile asidik monomerler arasında oluşur. Hidroksiapatitin fosfat iyonları fosforik asit esterleri veya karboksilik asit esterlerindeki asitlerle yer değiştirir. Reaksiyon sonunda oluşan kalsiyum tuzları, bağlantıyı degradasyona karşı korur. Bu sistem adezyon-dekalsifikasyon konsepti olarak adlandırılır. Kalsiyum ile kimyasal bağ yapabilen monomerlerden en sık kullanılanları 10- MDP, 4-MET ve phenyl-P'dir. En dayanıklı ve stabil kalsiyum tuzları ise 10-MDP monomeri ile oluşur (nano-katmanlı etkileşim) (Mitchel 2008; Miletic 2018).

Hafif asidik self-etch sistemler prizmatik minede yeterli demineralizasyon sağlayamaz ve yüzey altında sınırlı demineralizasyon ile sınırlı derinlikte reçine uzantıları meydana gelir. Bu durum düşük bağlantı kuvvetlerine, marjinal bütünlükte bozulmalara ve kenar renklemelerine neden olur (Tay ve Pashley 2003). Dentine nüfus etmeyecek şekilde minenin selektif olarak asitlenmesi bu problemlerin giderilmesini sağlamaktadır.

Tek aşamalı self-etch sistemlerde hibrit tabaka, hidrofilik ve asidik reçine monomerler nedeniyle, yarı geçirgen bir membran gibi davranıp su geçişine izin verir. Bu su kanalları taramalı elektron mikroskopunda görülebilir ve su ağaçları (water trees) olarak adlandırılır (Tekçe ve ark. 2013). Bu durum hibrit ve adeziv tabakalar arasında su iletimine, adeziv-kompozit arayüzünde su kabarcıkları oluşmasına neden olur. Yapıda oluşan su kabarcıkları, dentindeki bağlantının zayıflamasına, degradasyonun hızlanmasına ve reçinede delaminasyona (tabakalara ayrılma) neden olur (Mitchel 2008).

Tek aşamalı self-etch adezivler kimyasal veya dual cure kompozitlerle kullanıma uygun değildir. Bu kompozitlerin içeriğindeki tersiyer amin (alkalin), adeziv yüzeyindeki oksijen inhibisyon tabakasındaki polimerize olmamış asidik monomerlerle asit baz tepkimesine girer. Bu problemin oluşmaması için bu kompozitlerle üç aşamalı etch and rinse veya iki aşamalı self-etch sistemler kullanılmalıdır. Üç aşamalı etch and rinse ve iki aşamalı self-etch sistemlerdeki adeziv reçine tabakası, asidik monomerler ile amin arasında bariyer görevi görür (Mitchel 2008).

2.5.7. Universal (Multi-mod) Adeziv Sistemler

Universal adeziv sistemler hem etch and rinse hem de self-etch modunda kullanılabilen yeni nesil tek aşamalı self-etch sistemlerdir. Hidrokiapatitlerdeki kalsiyumlar ile kimyasal bağlantı oluşturan 10-MDP, 4-MET, phenyl-P gibi monomerleri de içeren bu adezivler yüksek klinik başarı beklentisiyle üretilmiştir. Mine ve dentinin fosforik asit ile pürüzlendirildiği total-etch, yalnız minenin asit ile pürüzlendirildiği selective-etch ve fosforik asit ile pürüzlendirme basamağının olmadığı self-etch yaklaşımına olanak tanımaktadır (Perdigão ve ark 2014; Takamizawa ve ark 2016). Ancak yapılan çalışmalarda bu sistemlerin self-etch modda kullanıldığında oldukça düşük bağlantı değerleri sergilediği belirtilmektedir (Chen ve ark. 2015; Zhang ve ark. 2016; Takamizawa ve ark. 2016). Yapılan çalışmalar neticesinde araştırmacılar, bağlantı yüzeyinin büyük miktarda dentinden oluştuğu durumlarda, dentindeki kalsiyumun ortamdan uzaklaşmaması (nanolayering) ve degradasyon sürecinin yavaşlatılması için self-etch, minedeki bağlantının artırılması için selective-etch, minenin çok büyük alan kapladığı durumlarda ise total-etch konseptinin kullanılması gerektiğini önermektedirler (Perdigão ve ark 2014; Takamizawa ve ark. 2016).

2.6. Reçine-Dentin Arayüzey Degradasyon Mekanizması

Adeziv sistemlerde reçine-dentin arasındaki bağlar ilk başta polimerizasyon bütülmesi daha sonra reçine elüsyonu, kimyasal degradasyon, su difüzyonu, enzim ataklarının kollajen lifleri yıkması ve termal veya fonksiyonel streslere bağlı olarak yaşlanmaya ve degrade olmaya başlar. Reçine monomerler ile mine arasında dentine göre önemli ölçüde daha dayanıklı ve stabil bir bağ oluşur. Primer ile reçine adezivin tek şişede birleştirildiği basitleştirilmiş sistemlerde hibrit tabakanın hidrofilik karakteristiği nedeniyle su emilimi fazladır. Üç aşamalı etch and rinse sistemler ise uzun dönemde degradasyona en dirençli sistemlerdir. (Pashley 2004; Inoue ve ark. 2005; De Munck ve ark. 2005a)

2.6.1. Kollajen Matriks Degradasyonu

Hibrit tabakanın bileşenlerinden organik kollajen matriksin enzimale aktivite veya hidroliz ile yıkımı, reçine kompozit restorasyonların ömrünü kısaltan en önemli faktördür. Diş yapısının büyük bir kısmını oluşturan dentin, hacimce %30 oranında organik bileşenden oluşur. Bu organik bileşenin %90'ı kollajen fibrillerden (primer olarak tip I, az miktarda tip III ve V), %10'u ise sudan zengin nonkollajen proteinlerden

(proteoglikan, glikozaminoglikan, fosfolipid, enzim) meydana gelir. Mineralize dentin dokusunun içeriğindeki enzimlerin büyük bir kısmı inaktif formdaki proteazlar olan endojen matriks metalloproteinazlar ve sistein katepsinleridir (Miletic 2018).

Bu proteinazların aktivitesi asidik ortamda artmaktadır. MMP'lerin aktivitesi için optimum pH değeri ortalama 7.4 iken sistein katepsinlerinin optimum pH değeri ortalama 5'tir (Turk ve ark. 2000; Tezvergil-Mutluay ve ark. 2014). Dentin dokusuna uygulanan fosforik asit veya asidik primer gibi ajanlar, inaktif formdaki endopeptidazların açığa çıkıp aktive olmasına neden olmaktadır. Aktive olan MMP-2 ve MMP-9 jelatinazları hibrit tabakadaki demineralize haldeki kollajen matriksin üçlü sarmal ve telopeptid kısımlarını, Katepsin K de üçlü sarmal bölgesini parçalamaya başlamaktadır (Brömme ve ark. 1996; Amar ve ark. 2017; Miletic 2018).

Degradasyon aktivitesinin en şiddetli görüldüğü durumlar, hidrofilik ile hidrofobik monomerlerin ve organik çözücülerin tek şişede birleştirildiği iki aşamalı etch and rinse ve tek aşamalı self-etch sistemlerin kullanımıdır. Hidrofilik karakteristiğe sahip bu basitleştirilmiş sistemlerde, fosforik asit veya asidik monomerler ile kollajenlerin demineralize olması MMP enzim aktivasyonunu başlatır. Hidrofilik yapıdaki yarı geçirgen hibrit tabakanın su emilimine meyilli olması kollajenin degradasyon sürecini hızlandırır (Breschi ve ark. 2008; Mazzoni ve ark. 2012; Perdigão ve ark. 2013).

Etch and rinse sistemlerde, reçinenin demineralizasyon derinliği kadar penetre olamaması, bir kısım kollajen alanının reçine ile örtülenemeyip açıkta kalmasına ve nanosızıntı oluşmasına neden olur. Bu demineralize edilmiş çıplak kollajenler su ile hidrolize olur (Hashimoto ve ark. 2003; Perdigão ve ark. 2013). Self-etch sistemlerde reçine infiltrasyonunun kollajeni yeterli düzeyde örtülemediği ve 10-MDP gibi monomerlerin kalsiyum ile oluşturduğu tuzların kollajeni koruması, pulpa odasından gelen sıvıya karşı geçirgenliğin daha az olmasını ve degradasyona karşı daha dirençli bir yapı oluşmasını sağlar (Miletic 2018).

2.6.2. Reçine Matriks Degradasyonu

Adeziv sistemlerde reçine matriks su ile tamamen yer değiştiremediğinden, demineralize olan alanlara tamamen infiltre olamamaktadır. Bu durum hibrit tabakada nanosızıntı, mikrogeçirgenlik ve faz ayrımı gibi durumlara yol açmaktadır. Basitleştirilmiş tek şişe sistemlerin hidrofilik karakteri, monomer dönüşüm derecesini

etkilemekte, yarıgeçirgen bir hibrit tabaka oluşumu ile dentinden gelen nemin daha çok emilimine yol açmaktadır (Perdigão ve ark. 2013; Miletic 2018). Tüm bu durumlar nedeniyle meydana gelen su emilimi reçinede şişme, plastikleşme/yumuşama ve kimyasal degradasyon oluşmasına yol açar. Reçinenin kimyasal degradasyonu, pasif hidroliz veya enzimatik reaksiyon yoluyla gerçekleşerek mekanik dayanımın bozulmasına neden olur (Miletic 2018).

2.7. Bağlanma Dayanımını Artırmaya Yönelik Uygulamalar

2.7.1. Proteaz Enzim İnhibitörleri

Literatürde, proteaz enzim inhibitörleri, çapraz bağlayıcı ajanlar ve biomimetik remineralizasyon ile kollajen degradasyonunun engellenebileceğini belirten çalışmalar mevcuttur (Breschi ve ark. 2010; Perdiago ve ark. 2013; Mittal ve Etzler 2017; Ritter 2018; Miletic 2018).

2.7.1.1. Klorheksidin (CHX)

Klorheksidin, dişhekimliğinde profilaksi ve tedavi amacıyla sıklıkla kullanılan, geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajandır (Perdiago ve ark. 2013). Güçlü bir bisguanid olan klorheksidin çeşitli konsantrasyonlardaki solüsyonlarının, asitle pürüzlendirilmiş dentine uygulanması, MMP-2-8-9 ve sistein katepsinlerinin aktivitesini sınırlandırır, hibrit tabakanın stabilizasyonunu güçlendirir (Perdiago ve ark. 2013; Mittal ve Etzler 2017; Ritter 2018). Dentine direkt olarak ya da bir asit veya adeziv ajan aracılığıyla uygulanan klorheksidin, mineralize dentinde 12 hafta, demineralize dentinde ise daha uzun süre etkinliğini korumaktadır (Mittal ve Etzler 2017). Dentin adezivlerinin dentine bağlanma kuvvetleri ve bağlanma dayanımlarının test edildiği çalışmalarda, asitle demineralize edilip klorheksidin uygulanan dentinde, klorheksidin başlangıç bağlantı kuvvetlerine bir etkisi olmadığı, asitle demineralize edilip klorheksidin uygulanan dentinde, klorheksidin uygulanmayan kontrol gruplarına göre uzun dönemde bağlanma değerlerinde daha az kayıp ve degradasyon meydana geldiği gözlemlenmiştir (Perdigao ve ark. 1994; Hebling ve ark. 2005; Carrilho ve ark. 2007; Breschi ve ark. 2009; Campos ve ark. 2009; Yiu ve ark. 2012; Dionysopoulos 2016).

2.7.1.2. Kuaterner Amonyum Bileşikleri (QAC)

Klorheksidin gibi önemli bakteriyostatik etkilere sahip olan katyonik Kuaterner Amonyum bileşikleri, molekül ağırlıklarının klorheksidinden daha düşük olması

sayesinde, dokulara daha iyi penetre olarak hibrit tabakada daha iyi bir stabilizasyon sağlamaktadırlar (Perdiago ve ark. 2013; Miletic 2018).

Işıklı sertleşen Kuaterner Amonyum Metakrilatlardan olan MDPB bileşiğinin adeziv monomerlerle kopolimerize olması en önemli avantajlarından biridir. İlk olarak Clearfil Protect Bond (Kuraray Noritake Dental Inc., Osaka, Japan) içeriğinde kullanılmış olan MDPB'nin yüzeyindeki bakterilerin büyümesini inhibe ederek, sekonder çürük riskini azalttığı ve MMP'leri inhibe ettiği belirtilmektedir (Tezvergil-Mutluay ve ark. 2011; Mittal ve Etzler 2017; Miletic 2018).

Bir diğer Kuaterner Amonyum bileşiği olan benzalkolyum klorid (BAC) de antiproteolitik etkisi sayesinde fosforik asit içeriğine eklenmektedir (Mittal ve Etzler 2017; Miletic 2018). Bu molekülün mine ve dentinde, başlangıç bağlantı değerlerine etki etmemekle birlikte, MMP-2-8-9'a karşı inhibisyon etkisinin olduğu belirtilmektedir (Perdiago ve ark. 2013).

2.7.1.3. Etilendiamintetraasetik Asit (EDTA)

EDTA, kök kanal tedavisinde irrigasyon için en sık kullanılan şelat ajanlarından biridir. Dentin hidroksiapatitlerindeki kalsiyum ile reaksiyona girerek çözünebilir kalsiyum tuzları oluşturur. Etkili bir çinko ve kalsiyum şelatörü olarak MMP-2 ve -9 aktivitesini inhibe etmektedir (Perdiago ve ark. 2013).

EDTA'nın pürüzlendime ajanı olarak fosforik asit ile karşılaştırıldığı çalışmalarda daha stabil bir hibrit tabaka ile daha yüksek bağlantı değerlerinin elde edildiği belirtilmektedir (Torii ve ark. 2003; Jacques ve ark. 2005; Sauro ve ark. 2009). Ancak uzun uygulanma süresi ve suda çözünürlük gibi dezavantajları vardır.

2.7.1.4. Epigallokateşin Gallat (EGCG)

Polifenoller fenol grupları içeren, antioksidan özellikte olan flavonoid bileşikleridir (Mittal ve Etzler 2017). Bir yeşil çay polifenolü olan EGCG, tümör inhibisyon özelliği olduğu bilinen bir antioksidandır. EGCG, MMP-2 ve -9'u MMP molekülünü yıkarak inhibe etmektedir (Perdigão ve ark. 2013).

2.7.1.5. Galardin (GM6001/ Ilomastat)

Galardin geniş spektrumlu sentetik bir MMP-1, -2, -3, -8, -9 inhibitörüdür (Perdigão ve ark. 2013; Barboza de Freitas ve ark. 2019). Etki mekanizması MMP'lerin

katalitik alanında bulunan çinko iyonlarının şelasyonuna dayanmaktadır (Breschi ve ark. 2010; Barboza de Freitas ve ark. 2019).

2.7.1.6. Tetrasiklinler ve Analogları

Tetrasiklinler, ribozomal düzeydeki protein sentezini etkileyen geniş spektrumlu antibiyotiklerdir (Golub ve ark. 1998). Tetrasikler ve analoglarının kalsiyum ve çinkoya şelasyon yapma özelliği bulunmaktadır. Bu sayede MMP'lerin ekstraselüler aktivitesini inhibe edebilmektedir (Baltacıoğlu ve Akalın 2006; Perdigão ve ark. 2013).

2.7.2. Çapraz Bağlayıcı Ajanlar ile Kollajenin Güçlendirilmesi

Çapraz bağlayıcı ajanlar ile demineralize dentin içindeki kollajen matriksin stabilitesini ve degradasyona karşı direncini artırmak, adeziv bağlantının stabilitesini de artırmaktadır. (Perdigão ve ark. 2013; Miletic 2018)

2.7.2.1. Glutaraldehit

Kimyasal olarak aktive edilen çapraz bağlama ile ilgili ilk uygulamalar 1980'li yıllarda primer solüsyonuna glutaraldehit eklenmesi ile başlamıştır (Perdigão ve ark. 2013). Asitlenmiş dentine uygulanan %5'lik glutaraldehit/%35'lik HEMA karışımının, MMP ve katepsin aktivitesini inhibe edip, intertübüler kollajen proteinlerinin amino grupları ile glutaraldehitin iki aldehit grubu arasında kovalent bağlar oluşturduğu belirtilmiştir. Ancak glutaraldehitin sitotoksik etkileri nedeniyle klinikte uygulanması uygun değildir (Miletic 2018; Ritter 2018).

2.7.2.2. EDC (1-etil-3-karbodiamid)

Karbodiamidler daha az sitotoksik potansiyelde olmaları sayesinde glutaraldehite alternatif olarak kullanılan çapraz bağlama ajanlarıdır. Kollajen matriksin mekanik özelliklerini artırdıkları bilinen bu maddeler karboksilik asit gruplarını aktive ederek proteinleri çapraz bağlarlar. 1 dakikalık uygulama süresi sonunda MMP-9'ları inaktive ettikleri bilinmekle beraber yeterli düzeyde etkili olmaları için 1-4 saatlik bir uygulama süresi gerektirmeleri klinik olarak kullanımlarını kısıtlamaktadır (Perdiago ve ark. 2013; Barboza de Freitas ve ark. 2019).

2.7.2.3. Bitkisel Kaynaklı Çapraz Bağlama Ajanları

Proantosiyanidin (üzüm çekirdeği özütü), genipin, tanen, kurkumin, riboflavin gibi düşük sitotoksiteli ve yüksek etkili maddelerdir. Proantosiyanidin ile glutaraldehit karışımının demineralize dentine uygulanması daha homojen ve düzenli kollajen ağı oluşmasını sağlamaktadır. Ultraviyole A ışınları (2 dakikalık) ile riboflavinin (%0,1) kombine uygulanması da zayıf intrinsik bağların koparılıp riboflavin tarafından daha stabil bağlar oluşturulması açısından savunulmaktadır ancak UV kullanımı klinik açıdan uygun değildir (Mittal ve Etzler 2017; Miletic 2018).

2.7.3. Biomimetik Remineralizasyon

Dentindeki hidroksiapatitlerin asidik ajanlarla çözünmesi sonrası çözünen hidroksiapatitlerden kalan boşluklar su tarafından doldurulur. Reçine monomerler, bu intrafibriler ve ektrafibriler alandaki suyun tamamı ile yer değiştiremediğinden hibrit tabaka içinde nanosızıntı alanları oluşur.

Biomimetik remineralizasyon yaklaşımında, hibrit tabaka içerisindeki reçineden fakir alanlardaki suyun apatit kristalleriyle yer değiştirmesinin sağlanması buradaki kollajenin remineralizasyonunu ve MMP'lerin inaktivasyonunu sağlayabilmektedir (Perdiago ve ark. 2013; Mittal ve Etzler 2017).

Biyomimetik remineralizasyonun iki mekanizmayla gerçekleşebileceği belirtilmektedir; 1. Asit uygulaması sonrasında ortamda kalan mine kristallerinin şablon görevi görmesi sayesinde epitaksiyal büyüme ile apatit kristalitlerinin yeniden büyütülmesi, 2. Apatit kristallerinin hiç olmaması durumunda, poliakrilik asit veya poliaspartik asit gibi polianyonların kullanımı kollajen fibrillere bağlanmayı sağlayıp, kalsiyum bağlanması için şablonlar olarak işlev görebilir, böylece apatitin çekirdeklenmesi gerçekleşebilir. Biyomimetik remineralizasyonun gerçekleştirilebilmesi için doğal mineralizasyon sürecini taklit edebilecek, iyon salabilen ve klinik kullanıma uygun olan materyaller geliştirilmesi gerekmektedir (Mittal ve Etzler 2017).

2.7.4. Reçine Monomerlerin Degradasyonunun Engellenmesi

2.7.4.1. İlave Hidrofobik Reçine Tabaka Uygulaması

Basitleştirilmiş iki aşamalı etch and rinse ve tek aşamalı self-etch adeziv sistemlerde, dentin yüzeyine uygulanan solüsyonun artmış organik çözücü miktarı ve hidrofilik monomer oranı nedeniyle, oluşan hibrit tabaka yüksek oranda hidrofilik

karakterdedir. Adeziv tabakada biriken çözücü ve hidrofilik monomerler yüksek çapraz bağlı polimer oluşumunu engelleyebilir, monomer dönüşüm derecesini azaltabilir. Bu durum düşük kuvvette reçine-dentin bağlantı değerlerine ve polimerizasyon sonrası adeziv tabakanın geçirgenliğinin artmasına neden olabilmektedir (Muñoz ve ark. 2014).

Tek aşamalı self-etch adezivlerin hidrofobik tabakadan yoksun yarıgeçirgen yapısı, osmotik basıncın etkisiyle dentinden adezive doğru bir su akışına (su ağacı) neden olur. Taramalı elektron mikroskopunda, adeziv tabaka ile kompozit reçine arasında su damlacıkları ve kabarcıkları gözlemlenir. Bu su rezervi çapraz bağların oluşumunu engeller ve monomer dönüşüm derecesini azaltır (Sezinando ve ark. 2015; Van Landuyt ve ark. 2007). Adeziv tabakanın ince yapıda olması da polimerizasyonun oksijen ile inhibe edilmesine olanak tanır (Nunes ve ark. 2005). Tüm bu durumlar arayüzde degradasyonu hızlandırır.

Polimerizasyon sonrasında ilave bir hidrofobik reçine tabakasının uygulanması ile adeziv arayüzdeki hidrofobik monomer oranı artırılarak çözücü miktarı ve polimerize olmamış monomer konsantrasyonu azaltılır. Adeziv tabakanın kalınlığı artar. Daha yoğun katmanlı oluşan hibrit tabaka sayesinde daha güçlü bir mekanik dayanıma sahip adeziv arayüz oluşur. Adeziv arayüzün geçirgenliğinin azalması, daha hidrofobik ve stabil yapıda oluşturulması, su emiliminin, suda çözünürlüğün ve nanosızıntının azalmasını sağlar, reçinenin plastikleşmesinin ve kollajenin proteolitik enzimlerle yıkılmasına karşı direnç oluşturur (Muñoz ve ark. 2014; Miletic 2018).

2.7.4.2. Adeziv Reçinenin Birkaç Kat Uygulanması

Basitleştirilmiş tek şişe adeziv sistemlerde adeziv tabakanın ince (<25 mikron) olması polimerizasyonun oksijen tarafından inhibe edilmesine yol açar (Zheng ve ark. 2001). Bunun yanında osmotik basınç ile dentinden kaynaklanan su geçişlerinin oluşturduğu su kabarcıkları, reçine ile dentin arasında poröz ve zayıf bir bağlantının meydana gelmesine neden olur (Zecin-Deren ve ark. 2015).

Adezivin üreticinin belirttiğinden daha fazla tabaka halinde, her kat ayrı ayrı polimerize edilerek uygulanması, oksijen inhibisyon tabakasını örtüleyip polimerizasyon dönüşüm oranını artırır (Pashley ve ark. 2002). Kalınlaştıkça daha elastik bir hale gelen adeziv tabaka, polimerizasyon büzülmesi, mekanik yükleme veya termal değişimlerden kaynaklanan streslerin doku ile kompozit reçine arasında dengeli dağılmasını ve reçine deformasyonunun önlenmesini sağlar (Zecin-Deren ve ark. 2019).

Reçinenin penetrasyonunun artması, adezyon kalitesini artırarak nanosızıntıyı azaltmaktadır (Hashimoto ve ark. 2004; Ito ve ark. 2005). Adeziv tabakanın dört kat ve üzeri kalınlıkta uygulanmasının ise koheziv kırılmalara yol açarak dentin bağlantı kuvvetlerini azalttığı bildirilmiştir (Swathi ve ark. 2014).

2.7.4.3. Adeziv Reçinenin Devamlı ve Aktif Uygulanması

Adeziv reçinenin aktif uygulanması monomerlerin alttaki doku ile mikromekanik etkileşimini ve dolayısıyla dentine olan penetrasyonunu artırır. Özellikle self-etch sistemlerde asidik fonksiyonel monomerlerle hidroksiapatit arasındaki kimyasal reaksiyonu hızlandırır. Kalsiyum minerali ile etkileşime geçecek olan hidrojen iyonlarının mobilitesi artar (Moritake ve ark. 2018).

Basitleştirilmiş tek şişe sistemlerde, adezivin ajitasyonla uygulanması, moleküllerin kinetik enerjilerini artırarak içeri doğru monomer difüzyonunu, dışarı doğru ise çözücünün uzaklaşmasına katkı sağlar ve bağlantı değerlerini artırır (Reis ve ark. 2007; Muñoz ve ark. 2014).

Mine dokusuna self-etch modda uygulanan universal adezivlerin bağlanma dayanımlarının değerlendirildiği bir çalışmada, adezivin aktif olarak uygulanmasının monomer dönüşüm derecelerini artırdığı ve minenin selektif olarak asitlenmesi yöntemine bir alternatif olarak uygulanabileceği belirtilmiştir (Loguercio ve ark. 2015).

2.7.4.4. Polimerizasyon Süresinin Artırılması

Basitleştirilmiş adeziv sistemlerde su ve çözücü miktarının artmış olması, çözücünün yeterli düzeyde buharlaştırılamaması ile monomerlerin seyreltilmesi, monomer dönüşüm derecesinin azalmasına neden olur. Polimerize olmamış monomerler daha fazla su geçirgen özelliktedir ve özellikle self-etch sistemlerdeki en büyük nanosızıntı nedenlerindendir (Cadenaro ve ark. 2005; Cadenaro ve ark. 2009). Polimerizasyonu tamamlanmamış yüksek geçirgen özellikteki adeziv tabaka, düşük mekanik özelliklere sahiptir. Poröz bir yapıda oluşan hibrit tabaka örtücü özellikten yoksun, azalmış biyoyumluluğa ve degradasyona eğilimli bir karakterdedir (Hass ve ark. 2012).

Yapılan çalışmalarda polimerizasyon için ışık cihazının üretici talimatlarından uzun sürelerde uygulanmasının, monomer dönüşümünü artırarak, geçirgenliği azalttığı ve nanosızıntı değerlerini düşürdüğü belirtilmiştir. (Cadenaro ve ark. 2005; Breschi ve ark. 2008; Hass ve ark. 2012; Bedran-Russo ve ark. 2017).

2.7.4.5. Uygulama Süresinin Artırılması

Adezivin üretici talimatlarının önerisinden daha uzun süre uygulanmasının, monomer penetrasyonunu ve çözücü buharlaşmasını artırarak hibrit tabaka içerisinde daha stabil yapıda bir polimer oluşturduğu ve başlangıç ile uzun dönemli bağlanma değerlerini artırdığı belirtilmektedir (Cardoso ve ark. 2005; Goldstein ve ark. 2018).

2.7.4.6. Etanol Wet Bonding Uygulaması

Etch and rinse veya self-etch adeziv sistemlerde en kritik nokta, demineralize olmuş kollajen matrikse bağlı su ve kollajenler arasındaki serbest suyun reçine monomerler ile efektif olarak yer değiştirmesidir. Mineralden yoksun olan bu hidrojel yapı, Bis-GMA, UDMA gibi büyük moleküllü hidrofobik monomerlerin geçişine direnç gösterip, HEMA gibi suda çözünebilen küçük monomerlerin geçişine izin verdiğinden oluşan hibrit tabaka HEMA'dan zengin bir karakterdedir. Hibrit tabakanın hidrofilikliği yükseldikçe pulpa odasından ve marjinal aralıklardan su Emilimi eğilimi artar. Bu durum reçine-dentin arayüzündeki degradasyon sürecini hızlandırır (Miletic 2018).

Etanol wet bonding uygulamasında amaç, asitle pürüzlendirilmiş dentindeki suyun etanol ile yer değiştirmesi ve hidrofobik monomerlerin kollajen ağına penetrasyonunun sağlanmasıdır. Bu teknik yüksek monomer penetrasyonu ile kollajen matriksin iyi örtülenmesini ve bu sayede endojen kollajenazlardan korunmasını sağlayarak uzun dönemde yüksek bağlantı değerleri sağlamaktadır. Ancak dentinin etanol ile tamamen saturasyonu için gereken sürenin uzun olması bu uygulamanın klinik şartlarda gerçekleştirilebilirliğini sorgulatmaktadır (Sezinando 2014; Goldstein ve ark. 2018).

2.8. Restorasyonların Klinik Performansının Değerlendirmesi

Restoratif dişhekimliğinde kullanılan adeziv ve kompozit reçine materyallerin performanslarının değerlendirilmesinde en güvenilir yöntem randomize klinik çalışmalardır. Laboratuvar çalışmaları klinik çalışmalara göre daha kolay, daha az maliyetli olup daha hızlı sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Ancak farklı test alanlarında aynı malzeme için geniş sonuç yelpazesi elde edilmesi, substrat olarak kullanılan dişlerin yaşı, saklama koşulları, dentinin skleroz derecesi, pürüzlülüğü gibi değişkenlerin kontrol edilmesinin güçlüğü ve pulpa basıncı gibi in vivo koşulların taklit edilememesi gibi dezavantajları mevcuttur. Bu gibi nedenlerle restoratif materyallerin

klirik performanslarının değerlendirilebilmesi için mutlaka klinik olarak test edilmeleri gereklidir (Van Meerbeek ve ark. 2010; Carvalho ve ark. 2012; Ritter 2018).

Amerikan Dişhekimleri Birliği (ADA) 2001 yılında, adeziv materyallerin güvenirliği ve etkinliğinin değerlendirilebilmesi için yönergeler oluşturmuştur. Bu yönergelere göre materyaller, laboratuvar testlerine ek olarak 18 aylık bir klinik kullanım sresinden geçirilecek ve yapılan değerlendirmeler sonucu restorasyonlarda %10'dan fazla retansiyon kaybı ve %10'dan fazla mikrosızıntı gözlemlenmemesi halinde materyallerin altın standart olduğunu temsil eden ADA Kabul Damgası (The ADA Seal of Acceptance) kazanacaktır (ADA 2001). Ancak klinik çalışmalar ürünlerin pazarlanmasını önemli ölçüde geciktirdiği için bu uygulama 2008 yılında terk edilmiştir (Heintze ve ark. 2011).

Klinik alışmalar dikkatli ve iyi eğitilmiş değerlendiricilerce skorlanan değerlendirme leklerinin kullanımı ile gerçekleştirilmektedir. Değerlendirme leklerinin kullanımı diğer bilim dallarına nazaran dişhekimliğinde daha yeni ve daha nadir olan, ancak elde edilen verilerin çok değerli olduğu bir uygulamadır. (Schmalz ve Ryge 2005). Dişhekimliğinde restoratif materyallerin performansının tespit edilmesinde retansiyon, marjinal renkleşme, sekonder çürük gibi parametrelerin ölçülüp değerlendirildiği güncel kriterler Modifiye USPHS ve FDI Kriterleri'dir.

2.8.1. Modifiye USPHS Kriterleri (Modifiye Ryge Kriterleri)

Cvar ve Ryge 1971 yılında renk uyumu, anatomik form, marjinal adaptasyon, çürük ve marjinal renkleşme parametrelerinin değerlendirilebildiği Ryge Kriterlerini geliştirmiştir. Restorasyonların estetik niteliklerinin ve fonksiyonel performanslarının yansıtılması için tasarlanan değerlendirme leklerinin sunulduğu orijinal çalışma raporu 1972 yılında ABD Eğitim Bakanlığı tarafından teknik yayın olarak yayımlanmıştır. Ryge Kriterleri 1980 yılında revize edilerek, günümüzde kullanılan Modifiye USPHS Kriterleri (Modifiye Ryge Kriterleri) adını almış ve zamanla ihtiyaçlar dahilinde mevcut parametrelere ek olarak yeni parametreler dahil edilmiştir (Schmalz ve Ryge 2005; Bayne ve Schmalz 2005; Marquillier ve ark. 2018).

Modifiye UPHS Kriterleri (Tablo 2-5) (Barnes ve ark. 1995; Swift ve ark. 2011);

1. Retansiyon,
2. Renk Uyumu,

3. Marjinal Renkleşme,
4. Tekrarlayan Çürük,
5. Aşınma, anatomik form/kontur kaybı,
6. Marjinal adaptasyon/bütünlük,
7. Post-operatif hassasiyet parametrelerinden oluşmaktadır.

Gözlemciler tarafından incelenen restorasyonlar ayrı ayrı bu parametrelere göre skorlanır. Alfa (A)-klinik olarak ideal restorasyon, Bravo (B)-idealden ufak sapmalar gösteren ancak yine de kabul edilebilir restorasyon (retansiyon ve sekonder çürük hariç), Charlie (C)-gelecekteki hasar olasılığını önlemek için değiştirilmesi gereken restorasyon ve Delta (D)-derhal değiştirilmesi gereken restorasyon anlamını temsil eden ölçeklerdir (Bayne ve Schmalz 2005).

Tablo 2-5: Modifiye USPHS Kriterleri

Kriterler	Değerlendirme Ölçekleri
Retansiyon	A: Retansiyon kaybı yok. B: Parsiyel retansiyon kaybı var. C: Tamamen kaybedilmiş.
Renk Uyumu	A: Restorasyon ile diş dokusu arasında renk ve translusensi uyumsuzluğu yok. B: Restorasyon ile diş dokusu arasında renk ve translusensi uyumsuzluğu var ancak klinik olarak kabul edilebilir düzeyde. C: Restorasyon ile diş dokusu arasında renk ve translusensi uyumsuzluğu var ve klinik olarak kabul edilemez düzeyde.
Marjinal Renkleşme	A: Renkleşme yok. B: Yüzeysel, lokalize renkleşme var. Polisaj ile giderilebilir. C: Derin, generalize renkleşme var. Polisaj ile giderilemez.
Tekrarlayan Çürük	A: Yok. C: Var.
Aşınma (Anatomik)	A: Restorasyon devamlılığında bozulma yok. Algılanabilir düzeyde aşınma yok. B: Yüzeyde konkavite mevcut, ancak klinik olarak kabul edilebilir. C: Restoratif materyal kaybı var, dentin veya kaide materyali açığa çıkmış.

form/kontur kaybı)	Klinik olarak kabul edilemez.
	A: Tespit edilebilen bir aralanma yok.
Marjinal Adaptasyon	B: Tespit edilebilir, mineye kadar v şeklinde aralanma. C: Tespit edilebilir, dentine kadar v şeklinde aralanma.
	A: Sondla kontrol edildiğinde mineye benzer cilalılık. B: Sondla kontrol edildiğinde takılan, kumlanmış yapıya benzeyen yüzey.
Yüzey Yapısı	C: Sondla kontrol edildiğinde sondun hareketini kısıtlayacak pürüzlülükte yüzey.
Post-operatif	A: Yok
Hassasiyet	C: Var

2.8.2. FDI Kriterleri

2007 yılında, USPHS sisteminden farklı olarak estetik, fonksiyonel ve biyolojik olmak üzere üç ana kriteri ve onların alt kriterlerini kapsayan FDI Kriterleri, Hickel ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Aynı sene FDI Bilim Komitesi tarafından onaylanmış, ertesi yıl da ‘Standart Kriterler’ olarak kabul edilmiştir (Hickel ve ark. 2010; Marquillier ve ark. 2018).

FDI Kriterleri (Tablo 2-6, 2-7, 2-8) (Hickel ve ark. 2010);

1. Estetik Özellikler:

- Yüzey cilası,
- Yüzey renkleşmesi/marjinal renkleşme,
- Renk uyumu ve translusensi,
- Estetik anatomik form,

2. Fonksiyonel Özellikler:

- Materyalde kırık ve retansiyon,
- Marjinal adaptasyon,
- Okluzal kontur ve aşınma,
- Aproksimal anatomik form,
- Radyografik muayene,
- Hastanın görüşü,

3. Biyolojik Özellikler:

- a. Post-operatif hassasiyet ve diş vitalitesi,
- b. Tekrarlayan çürükler /erozyon/abfraksiyon,
- c. Diş bütünlüğü/kırık/çatlak,
- d. Periodontal cevap,
- e. Komşu mukoza,
- f. Oral ve genel sağlık parametrelerini içermektedir.

Değerlendirilen her parametre; klinik olarak çok iyi/kabul edilebilir ise 1, klinik olarak iyi/ kabul edilebilir ve küçük bir değişiklikten sonra çok iyi olacaksa 2, klinik olarak yeterli/ kabul edilebilir fakat yan etkisi olmayan küçük eksiklikler mevcutsa 3, klinik olarak yetersiz/kabul edilemez fakat tamir edilebilir ise 4, klinik olarak çok yetersiz/kabul edilemez ve yenilenmesi gerekiyor ise 5 değeri ile skorlanmaktadır. Ana kriterlerin skoru tüm alt gruplar arasındaki en kötü skora tarafından belirlenmektedir. Bunun yanında bu beş basamaklı derecelendirme 1, 2 ve 3 skorları “kabul edilebilir restorasyon” 4 ve 5 skorları da “kabul edilemez restorasyon” şeklinde kabul edilip, dört veya iki adıma indirilebilmektedir (Hickel ve ark. 2007; Hickel ve ark. 2010; Marquillier ve ark. 2018).

Tablo 2-6: FDI Kriterleri- Estetik Özellikler

Skorlar	1.Yüzey Parlaklığı	2. Renkleşme a. Yüzey b. Marjin	3. Renk Uyumu ve Translusensi	4. Anatomik Form
1. Klinik olarak mükemmel/ çok iyi	1.1 Mine ile benzer parlaklık	2.a.1 Yüzeyde renkleşme yok 2.b.1 Marjinal renkleşme yok	3.1 Renk uyumu iyi, renk tonu ve translusensi farkı yok	4.1 İdeal form
2. Klinik olarak iyi (polisaj sonrası muhtemelen çok iyi olacak)	1.2.1 Hafif mat, konuşma mesafesinden fark edilmiyor 1.2.2 İzole porlar	2.a.2 Minör yüzey renkleşmeleri var, polisaj ile kolayca giderilebilir 2.b.2 Minör marjinal renkleşmeler var, polisaj ile kolayca giderilebilir	3.2 Renk tonu ve/veya translusenside minör değişiklikler var	4.2 Normalden hafif bir farklılık var
3. Klinik olarak yeterli (fakat yan etkisi olmayan küçük eksiklikler mevcut)	1.3.1 Mat yüzey, ancak tükürük ile kaplıyken kabul edilebilir 1.3.2 Yüzeyin 3'te 1'inden fazlasında porlar	2.a.3 Orta derece yüzey renkleşmesi, estetik olarak kabul edilemez değil 2.b.3 Orta derece marjinal renkleşme, estetik olarak kabul edilemez değil	3.3 Belirgin farklılık var ancak kabul edilebilir. Estetiği etkilemeyecek derecede: 3.3.1 daha opak 3.3.2 daha translusent 3.3.3 daha koyu 3.3.4 daha açık	4.3 Normalden farklı ancak klinik olarak kabul edilebilir
4. Klinik olarak yetersiz (fakat tamir edilebilir)	1.4.1 Pürüzlü yüzey, tükürükle maskelenemiyor, basit polisaj yetersiz daha ileri müdahale gerekli 1.4.2 Çukurcuklar var	2.a.4 Belirgin yüzey renkleşmesi, ileri müdahale gerekli 2.b.4 Belirgin marjinal renkleşme, ileri müdahale gerekli	3.4 Tamirle düzeltilebilecek lokalize farklılıklar 3.4.1 çok opak 3.4.2 çok translusent 3.4.3 çok koyu 3.4.4 çok açık	4.4 Estetik olarak kabul edilemez, düzeltme gerekli
5. Klinik olarak çok yetersiz (yenilenmesi gerekiyor)	1.5 Çok pürüzlü, kabul edilemez, plak retansiyonu yaratan yüzey	2.a.5 Derin yüzey renkleşmesi, müdahale için erişilebilir değil 2.b.5 Derin marjinal renkleşme, müdahale için erişilebilir değil	3.5 Kabul edilemez, değişim gerekli	4.5 Form kaybedilmiş, kabul edilemez, tamirle düzelmez, değişim gerekli

Genel estetik puan: Estetik olarak kabul edilebilir veya kabul edilemez (n, % ve nedenleri)

Tablo 2-7: FDI Kriterleri- Fonksiyonel Özellikler

Skorlar	5. Kırık ve Retansiyon	6. Marjinal Adaptasyon	7. Okluzal Kontur ve Aşınma a. Niteliksel b. Niceliksel	8. Aproximal Anatomik Form a. Kontakt Noktası b. Kontur	9. Radyografik Muayene	10. Hastanın Görüşü
1. Klinik olarak mükemmel/çok iyi	5.1 Kırık veya çatlak yok.	6.1 Dış sınırlar uyumlu, marjinal açıklık yok, beyaz veya renkleşmiş çizgi yok	7.a.1 Mineyle eşit fizyolojik aşınma 7.b.1 Mineye %80-120 benzerlikte fizyolojik aşınma	8.a.1 Normal kontakt noktası. Diş ipi ya da 25 µm metal bant geçebilir. 8.b.1 Normal kontur	9.1 Restorasyon ile diş arasında geçiş uyumlu, patoloji yok.	10.1 Estetik ve fonksiyondan tamamen memnun.
2. Klinik olarak iyi	5.2 Küçük çizgisel çatlaklar var.	6.2.1 Marjinal açıklık (<150 µm) ve beyaz çizgiler 6.2.2 Polisaj ile giderilebilen ufak marjinal kırıklar 6.2.3 Hafif girinti, basamak, minör düzensizlikler	7.a.2 Mineden hafif farklı normal aşınma 7.b.2 Mineye %50-80 veya %120-150 benzerlikte aşınma	8.a.2 Kontakt dezavantaj yaratmacak düzeyde sıkı. Diş ipi ya da 25 µm metal bant ancak basınçla geçebilir. 8.b.2 Hafif eksik kontur	9.2.1 Kabul edilebilir düzeyde taşkın materyal mevcut. 9.2.2 Marjinde 150 µm'dan küçük pozitif/negatif basamak	10.2 Memnun. 10.2.1 Estetik açıdan memnun. 10.2.2 Fonksiyondan memnun. Ufak pürüzlülükler olabilir.
3. Klinik olarak yeterli/ kabul edilebilir fakat yan etkisi olmayan küçük eksiklikler mevcut	5.3 İki ya da daha fazla sayıda geniş çizgisel çatlaklar veya materyalde marjinal bütünlüğü/proksimal kontağı bozmayacak kırıklar var	6.3.1 Giderilemeyen açıklık (<250 µm) 6.3.2 Birkaç ufak marjinal kırık 6.3.3 Major düzensizlikler, girinti veya basamaklar	7.a.3 Mineden farklı oranda aşınma ancak biyolojik sınırlar dahilinde 7.b.3 %50'den küçük veya mineye %150-300 benzerlikte aşınma	8.a.3 Hafif zayıf kontakt, diş, dişeti ve periodontal yapılarda hasar belirtisi yok. 50 µm'luk metal bant geçebilir 8.b.3 Gözle görülebilir derecede eksik kontur	9.3.1 250 µm'dan küçük marjinal aralık. 9.3.2 Gözle görülebilir düzeyde 250 µm'dan küçük negatif basamak. Bir yan etki gözlenmedi. 9.3.3 Restorasyon materyalinin zayıf radyoopasitesi mevcut.	10.3 Küçük eleştiriler ancak klinik bir yan etki yok. 10.3.1 Estetik eksiklikler 10.3.2 Çiğnemede bazı konfor eksiklikleri 10.3.3 Tedavi prosedüründe n memnun olmama
4. Klinik olarak yetersiz (fakat tamir edilebilir)	5.4.1 Marjinal kaliteyi veya proksimal kontağı bozacak tarzda materyal	6.4.1 Dentin/liner ekspozu veya 250 µm'dan büyük açıklık 6.4.2 Şiddetli	7.a.4 Normal mine aşınmasını önemli ölçüde aşan aşınma. Okluzal temas noktalarının	8.a.4 Çok zayıf kontakt, besin sıkışmasına bağlı hasar meydana getirebilir. 100	9.4.1 250 µm'dan büyük marjinal aralık. 9.4.2 Uzaklaştırılmaya	10.4 Restorasyonu n iyileştirilmesi arzusu

	kırıkları 5.4.2 Restorasyonun yarısından az kütlesel kırıklar	girinti veya marjinal kırıklar 6.4.3 Tamir gerektilen büyük düzensizlikler ya da basamaklar	kayıp 7.b.4 Restorasyonda veya antagonistte mineden %300'den fazla oranda aşınma	µm'luk metal bant geçebilir 8.b.4 Yetersiz kontur. Tamir gerekli.	cak durumda olan materyal taşkınlığı 9.4.3 250 µm'dan büyük negatif basamak, tamir edilebilir düzeyde.	10.4.1 Estetik açıdan. 10.4.2 Fonksiyonel açıdan. Dilde irritasyon, anatomik formun yeniden düzenlenmesi veya cılalanması mümkün.
5. Klinik olarak çok yetersiz (yenilenmesi gerekliyor)	5.5 Restorasyonun parsiyel veya total kaybı ya da çoklu kırıklar	6.5.1 Restorasyonda (parsiyel veya total) kayıplar var ancak yerinde 6.5.2 Generalize majör açıklıklar ve düzensizlikler	7.a.5 Aşırı aşınma 7.b.5 Restorasyonda ya da antagonistinde mineye göre %500'den fazla aşınma	8.a.5 Çok zayıf kontakt. Besin sıkışmasına bağlı belirgin hasar, ağrı, gingivitis 8.b.5 Yetersiz kontakt, yenilenmesi gerekliyor.	9.5.1 Sekonder çürük, geniş aralık, büyük taşkınlık mevcut. 9.5.2 Apikalde patoloji mevcut. 9.5.3 Kırık/kayıp restorasyon veya diş	10.5 Tamamen memnuniyetsi z, ağrı vb şikayetler.

Genel fonksiyonel puan: fonksiyonel olarak kabul edilebilir veya kabul edilemez (n, % ve nedenler)

Tablo 2-8: FDI Kriterleri- Biyolojik Özellikler

Skorlar	11. Post-operatif Hassasiyet ve Vitalite	12. Sekonder Çürük, Erozyon, Abfraksiyon	13. Diş Bütünlüğü (Mine Çatlakları, Diş Kırıkları)	14. Periodontal Cevap (Her Zaman Referans Diş İle Karşılaştırılır)	15. Komşu Mukoza	16. Oral ve Genel Sağlık
1. Klinik olarak mükemmel/çok iyi	11.1 Hassasiyet yok, vitalite normal	12.1 Primer veya sekonder çürük yok	13.1 Tamamen sağlam	14.1 Plak, enflamasyon, cep yok	15. 1 Restorasyona komşu sağlıklı mukoza	16.1 Oral veya genel sağlıkla ilgili semptom yok
2. Klinik olarak iyi (düzeltme sonrası çok iyi olabilir, tedavi gerekli değil)	11.2 Kısa süreli hafif hassasiyet, vitalite normal	12.2 Küçük ve lokalize 1. Demineralizasyon 2. Erozyon veya 3. Abfraksiyon	13.2.1 Küçük marjinal mine kırıkları (<150 µm) 13.2.2 Minede çizgisel kırıklar (<150 µm)	14.2 Çok az plak var, enflamasyon ve cep yok 14.2.1 Taşkınlıklar, a açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu yok 14.2.2 Taşkınlıklar,	15.2 Mekanik irritanların (plak, diştaşı, keskin kenarlar) giderilmesi sonrası sağlıklı mukoza	16.2 Hafif, kısa süreli, geçici semptomlar, lokal veya generalize

				açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu var		
3. Klinik olarak yeterli (yan etkisi olmayan küçük eksiklikler mevcut)	11.3.1 Orta derece hassasiyet 11.3.2 Gecikmeli/hafif hassasiyet, şikayet yok, tedavi gerektirmeyen	12.3 Geniş alanda 1. Demineralizasyon 2. Erozyon veya 3. Abrazyon/Abfraksiyon, dentin açığa çıkmamış Önlem alınması yeterli	13.3.1 Marjinal minede defekt (<250 µm) 13.3.2 Kırık (<250 µm) 13.3.3 Minede ufalanma. 13.3.4 Çoklu çatlaklar	14.3 Başlangıca ve kontrol dişe göre kanama indeksinde (PBI) 1 derece artış var. 14.3.1 Taşkınlıklar açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu yok 14.3.2 Taşkınlıklar, açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu var	15.3 Mukozada restorasyona bağlı olmayan değişimler	16.3 Geçici semptomlar, lokal veya generalize
4. Klinik olarak yetersiz (profilaktik nedenlerle tamir edilmeli)	11.4.1 Yoğun hassasiyet 11.4.2 Gecikmeli, ufak semptomlar 11.4.3 Klinik olarak ayırt edilebilen hassasiyet yok Müdahale gerekli	12.4.1 Kavitasyonlu çürükler 12.4.2 Dentinde erozyon 12.4.3 Dentinde abrazyon/abfraksiyonlar Lokelize ve tamir edilebilirler	13.4.1 Marjinal minede büyük defektler, 250 µm'dan büyük aralanma, dentin veya kaide materyalinin açığa çıkması. 13.4.2 250 µm'dan büyük çatlaklar, sond girebilir. 13.4.3 Geniş mine ufalanmaları veya duvar kırığı	14.4.1 Kontrol dişe göre kanama indeksinde (PBI) 1 dereceden fazla artış, periodontal cep derinliğinde müdahale gerektiren 1 mm'den fazla artış. 14.4.1 Taşkınlıklar açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu yok 14.4.2 Taşkınlıklar, açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu var	15.4 Orta düzeyde alerjik, likenoid veya toksik reaksiyon	16.4 Kalıcı, lokal veya generalize oral kontakt stomatit veya liken planus semptomları ya da alerjik reaksiyonlar. Müdahale gerekli ancak restorasyon değişimine gerek yok. 16.5 Akut/şiddetli lokal veya generalize semptomlar
5. Klinik olarak çok yetersiz (yenilenmesi gerekiyor)	11.5 Yoğun hassasiyet, akut pulpitis veya devital. Endodontik tedavi gerekli, restorasyon değiştirilmeli	12.5 Derin çürükler, açığa çıkmış dentin Ulaşılabılır ve tamir edilebilir durumda değil	13.5 Tüberkül veya dişte kırık	14.5 Şiddetli/akut gingivitis veya periodontitis 14.5.1 Taşkınlıklar açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu yok 14.5.2 Taşkınlıklar,	15.5 Şiddetli düzeyde alerjik, likenoid veya toksik reaksiyon	6.5.1 Restorasyonda (parsiyel veya total) kayıplar var ancak yerinde 6.5.2 Generalize majör açıklıklar ve

				açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu var		düzensizlikler
Genel biyolojik puan: biyolojik olarak kabul edilebilir veya kabul edilemez (n, % ve nedenler)						

2.9. Çürüksüz Servikal (Sınıf V) Lezyonlara Uygulanan Kompozit Restorasyonların Klinik Performansının Değerlendirildiği Çalışmalar

Çürüksüz servikal lezyonlara uygulanan kompozit restorasyonların klinik performansı, diş dokuları ile materyaller arasındaki bağlantının kalitesi, materyallerin özellikleri, uygulanma prosedürleri, sistemin kimyasal bileşenleri, lezyon kavitesinin karakteristiği, hekimin el becerisi, hastanın ağız hijyeni, oklüzyon ve parafonksiyonel alışkanlıkları gibi pek çok faktör tarafından etkilenmektedir. Diş dokuları ile adeziv sistemler arasındaki bağlantının devamlılığının bozulması, kenar sızıntısı, marjinal renkleşme, retansiyon kaybı, sekonder çürük gibi sonuçlara ve dolayısıyla restorasyonun ömrünün sonlanmasına yol açmaktadır. Restorasyon materyallerinin klinik performansının ölçüldüğü çalışmalarda, bu bağlantının niteliğinin en önemli göstergeleri olan retansiyon, marjinal renkleşme, marjinal adaptasyon, sekonder çürük gibi parametreler ölçülüp değerlendirilmektedir.

Moretto ve ark.nın (2013) çürüksüz servikal lezyonlara uyguladıkları tek aşamalı adezivlerden, HEMA'lı Clearfil Tri-S Bond ve HEMA'sız G-Bond'un 36 aylık klinik performansını değerlendirdikleri bir çalışmada, retansiyon oranları sırasıyla %93,8 ve % 98,8 olarak tespit edilmiştir. Her iki adezivde de klinik olarak kabul edilebilir düzeyde marjinal renkleşme ve marjinal defektler meydana gelmiş olup, Clearfil Tri-S Bond'lu restorasyonlardan 1 tanesinde sekonder çürük, G-Bond'lu restorasyonların 1 tanesinde de şiddetli marjinal defekt tespit edilmiştir. 36 ay sonunda adezivlerin klinik başarı oranları sırasıyla %92,6 ve %97,6 olarak tespit edilmiş, adezivler arasında değerlendirilen parametreler açısından istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmemiştir.

Perdigão ve ark.nın (2019) yaptıkları 36 aylık randomize klinik çalışmada, çürüksüz servikal lezyonlar dört çalışma grubuna ayrılmış ve Scotchbond Universal Adhesive, üç aşamalı etch and rinse, iki aşamalı etch and rinse, iki aşamalı self-etch ve tek aşamalı self-etch stratejileriyle uygulanmıştır. Bu çalışma gruplarından üç aşamalı etch and rinse ile iki aşamalı self-etch stratejisi uygulanan kavitelere, ilave olarak

hidrofobik reçine tabakası (Adper Scotchbond Multi-Purpose Adhesive) uygulanmış, restorasyonların klinik performansları Modifiye USPHS Kriterleri'ne göre değerlendirilmiştir. 36 aylık klinik kullanım sonrası üç aşamalı ve iki aşamalı etch and rinse gruplarında retansiyon oranları %100 olarak, iki aşamalı self-etch grubunda %76, tek aşamalı self-etch grubunda %86,2 olarak tespit edilmiştir. İki aşamalı self-etch grubunda, üç ve iki aşamalı etch and rinse grubuna göre düşük, tek aşamalı self-etch grubuyla benzer retansiyon oranı elde edilmiştir. İki aşamalı self-etch grubunun retansiyon değerlerinin başlangıça göre 36 ayda ciddi oranda düştüğü, üç aşamalı etch and rinse ile iki ve tek aşamalı self-etch gruplarında 18. ayda önemli derecede marjinal renkleşme gözlemlendiği belirtilmiştir.

Oz ve ark. (2018) bir çalışmalarında, akışkan kompozit ile restore edilen çürüksüz servikal lezyonlara selective-etch modunda uyguladıkları üç farklı universal adezivin (Clearfil Universal Bond, iBOND Universal, G-Premio Bond) 18 aylık klinik performansını Modifiye USPHS Kriterlerine göre değerlendirmiş ve karşılaştırmışlardır. 18 ay sonunda Clearfil Universal Bond, iBOND Universal, G-Premio Bond'un retansiyon oranlarının sırasıyla, %100, %96,8 ve %100, marjinal renkleşmede elde edilen alfa skoru oranlarının sırasıyla %100, %90, %87,9 ve marjinal adaptasyonda elde edilen alfa skoru oranlarının sırasıyla %93,1, %90, % 81,8 olduğu tespit edilmiştir. Hiçbir restorasyonda sekonder çürük ve post-operatif hassasiyet meydana gelmemiş, test edilen adezivler arasında değerlendirilen kriterler açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir.

Ruschel ve ark. (2018) bir çalışmada çürüksüz servikal lezyonların restorasyonu için kullandıkları iki farklı universal adezivin (Scotchbond Universal, Prime & Bond Elect) 18 aylık klinik performansını, Modifiye USPHS Kriterleri'ne göre değerlendirmişlerdir. Lezyon kavitelerinde retansiyon artırıcı herhangi bir mekanik işlem gerçekleştirilmemiştir ve adeziv ajanlar kavitelere self-etch veya etch-and rinse modda uygulanmışlardır. 18 aylık klinik kullanım sonunda, her iki adeziv ve kullanım modu da, retansiyon, marjinal renkleşme, marjinal adaptasyon ve sekonder çürük açısından benzer ve klinik olarak kabul edilebilir düzeyde performans sergilemiştir. Ancak self-etch modda uygulanan Scotchbond Universal ve etch and rinse modda kullanılan Prime & Bond Elect arasında marjinal renkleşme açısından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık mevcut olduğu ve self-etch modda uygulanan

Scotchbond Universal'de diğer gruplara göre daha yüksek oranda marjinal renkleşme meydana geldiği tespit edilmiştir.

Kemaloğlu ve ark. (2020) bir çalışmalarında, iki farklı akışkan kompozitle restore edilen çürüksüz servikal lezyonlara, self-etch veya etch and rinse modda uyguladıkları bir universal adezivin (Single Bond Universal) 2 yıllık klinik performansını Modifiye USPHS Kriterleri'ne göre değerlendirmişlerdir. 24 ay sonra tüm çalışma grupları, retansiyon oranı, yüzey yapısı ve sekonder çürük parametreleri açısından %100 oranında alfa skoruna sahip olmuştur. Marjinal adaptasyon, marjinal renkleşme ve anatomik form açısından ise klinik olarak kabul edilebilir değişiklikler meydana gelmiştir. 24 aylık sürede tüm gruplar benzer klinik performans sergilemiş olup, self-etch mod uygulanan gruplarda daha fazla marjinal renkleşme meydana geldiği tespit edilmiştir.

Ranjitha ve ark.nın (2020) akışkan kompozit ile restore edilen çürüksüz servikal lezyonlara, self-etch veya selective-etch modunda uygulanan G-Premio Bond universal adezivinin 12 aylık klinik performansını değerlendirdikleri bir çalışmada, bu iki farklı adeziv stratejisi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı ancak selective-etch modun daha başarılı sonuçlar sergilediği tespit edilmiştir.

Vural ve ark. ın (2020) çürüksüz servikal lezyonlara uyguladıkları bir cam hibrit (Equia Forte Fil) ve nano-seramik (Ceram.X One Universal) materyalin, 24 aylık klinik performansını Modifiye USPHS Kriterleri'ne göre değerlendirdikleri çalışmalarında, materyaller arasında retansiyon oranları açısından önemli farklılık bulunmadığı belirtilmiştir. Materyallerin marjinal adaptasyonları arasında önemli farklılık olduğu ve nano-seramik kompozitin daha iyi marjinal adaptasyon sergilediği, her iki materyalde de önemli derecede marjinal renkleşme meydana geldiği tespit edilmiştir. Hiç bir restorasyonda sekonder çürük veya hassasiyet meydana gelmemiş olup her iki materyalin de klinik olarak kabul edilebilir düzeyde performans sergilediği belirtilmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda yürütülmüş olan bu randomize çift kör klinik araştırmada, tek başına veya ilave hidrofobik reçine (Heliobond) uygulaması eşliğinde, çürüksüz servikal lezyonlu dişlere uygulanan, iki farklı tek aşamalı adeziv ajanın (HEMA içeren Clearfil S3 Bond Plus ve HEMA içermeyen G-Premio Bond), başlangıç (1 hafta), 6 ay, 12 ay ve 18 aylık klinik performanslarının FDI kriterlerine göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

3.1. Çalışma Dizaynı

3.1.1. Araştırmaya Dahil Edilen Gönüllülerin Seçimi

Araştırmanın etik kurul onayı, 18/07/2018 tarih ve 2018/76 protokol numarası ile İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Çalışmalar Etik Kurulu'ndan alınmıştır.

Bu çalışmada örneklem büyüklüğü G*Power 1.2.9.2 yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır. Daha önce yapılmış olan çalışmalara dayanarak %78'lik başarı oranı dikkate alındığında %80 güç ve %5 tip I hata oranı ile örneklem boyutu her grup için 32'dir. Çalışma sonrasında takip sırasında kayıplar olabileceği göz önünde bulundurulduğunda dört restorasyon gereksinimi olan 22, sekiz restorasyon gereksinimi bulunan 9 olmak üzere toplam 31 birey çalışmaya dahil edilmiştir.

Ocak 2019-Ağustos 2019 tarihleri arasında, İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Klinikleri'ne, tedavi olmak amacıyla başvuran hastalar, dahil edilme ve edilmeme kriterleri açısından kalibre edilmiş iki Restoratif Diş Tedavisi Uzmanı tarafından klinik ve radyografik olarak değerlendirilmiştir. 18 yaşından büyük, iyi ağız hijyenine sahip, herhangi bir sistemik hastalığı bulunmayan hastalardan, ağızlarında en az 4 adet tedavi gereksinimi bulunan çürüksüz servikal bölge lezyonuna sahip olanlar tespit edilmiştir. Çalışmada gönüllü olmayı kabul eden ve Tablo 3-1'de belirtilen kriterlere uygun olan, toplam 31 hasta (18 Kadın, 13 Erkek) etik kurulun talebine uygun olarak hazırlanan, yapılacak çalışmanın amacını, içeriğini, araştırmada kullanılacak yöntemi ve araştırmacının çalışma süresi boyunca devam edecek sorumluluğunu da belirten 'Asgari Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu' okutularak imzalı onayları alınmıştır (Şekil 3-1).

Tablo 3-1: Gönüllülerin Çalışmaya Dahil Edilme ve Dahil Edilmeme Kriterleri

Dahil Edilme Kriterleri	Dahil Edilmeme Kriterleri
18 yaş üzeri olması	18 yaş altı olması
Kabul edilebilir ağız hijyenine sahip olması	Kötü ağız hijyenine sahip olması
Genel sağlık durumunun iyi olması	Genel sağlık durumunun iyi olmaması
Oklüzyonda en az 20 diş olması	Hamilelik ve emzirme durumu
Ağızda en az 4 adet tedavi gereksinimi olan çürüksüz servikal lezyon bulunması	Son üç ay içerisinde ortodontik uygulama yapılmış olması
Lezyonların çürüksüz olması	Lezyonun bulunduğu dişin pulpitisli, devital veya mobil olması
Hastanın kontrol randevularına gelmeyi kabul etmesi	İleri derece bruksizm varlığı
Lezyonun bulunduğu dişin vital ve mobilitesiz olması	Lezyonun bulunduğu dişin protez dayanağı olması
Oklüzyon esnasında lezyonun bulunduğu dişin antagonisti ile temasta olması	İleri derece periodontitis varlığı veya üç ay içerisinde peridodotal cerrahi geçirmiş olması

3.1.2. Sınıf V Lezyonların Karakteristik Özelliklerine Göre Sınıflandırılması

3.1.2.1. Şekil/Kavite Açısı

Lezyonlar şekil/kavite açısına göre; (1) $<45^0$, (2) $45-90^0$, (3) $90-135^0$, (4) $>135^0$ olarak dört gruba ayrılmıştır (Tablo 3-2).

Tablo 3-1: Sınıf V Lezyonların Şekil/Kavite Açısına Göre Sınıflandırılması

	$<45^0$
	$45-90^0$
Şekil/Kavite açısı	$90-135^0$
	$>135^0$

3.1.2.2. Lezyon Derinliği

Lezyon derinliği (1) 1mm'den küçük ve (2) 1 mm'den büyük olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 3-3).

Tablo 3-2: Sınıf V Lezyonların Lezyon Derinliğine Göre Sınıflandırılması

Lezyon Derinliği	<1mm
	>1mm

3.1.2.3. Serviko-insizal Yükseklik

Serviko-insizal yükseklik (1) <1.5 mm, (2) 1.5-2.5 mm ve (3) > 2.5 mm olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 3-4).

Tablo 3-3: Sınıf V Lezyonların Serviko-İnsizal Yüksekliğe Göre Sınıflandırılması

Serviko-insizal yükseklik	<1.5 mm
	1.5-2.5 mm
	>2.5 mm

3.1.2.4. Mine Miktarı

Lezyonlar, içerdikleri mine miktarına göre (1) <25%, (2) 25-50% ve (3) 50-75% üç gruba ayrılmıştır (Tablo 3-5).

Tablo 3-4: Sınıf V Lezyonların Lezyondaki Mine Miktarına Göre Sınıflandırılması

Lezyondaki mine miktarı	<25%
	25-50%
	50-75%

3.1.2.5. Dentin Skleroz Derecesi

Dentin skleroz derecesi; (1) skleroz yok, (2) hafif sklerotik dentin (opak), (3) orta sklerotik dentin (sarı) ve (4) şiddetli sklerotik dentin (transludent) olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 3-6).

Tablo 3-5: Sınıf V Lezyonların Dentin Skleroz Derecesine Göre Sınıflandırılması

Dentin skleroz derecesi	1- Skleroz yok
	2- Hafif sklerotik dentin (opak)
	3- Orta sklerotik dentin (sarı)
	4- Şiddetli sklerotik dentin (transludent)

3.1.2.6. Atrizyon Faseti

Lezyonlar atrizyon faseti varlığına göre var ya da yok şeklinde sınıflandırılmıştır (Tablo 3-7).

Tablo 3-6: Sınıf V Lezyonların Atrizyon Fasetine Göre Sınıflandırılması

Atrizyon faseti	Var/Yok
-----------------	---------

3.1.2.7. Pre-operatif Hassasiyet

Lezyonlar pre-operatif hassasiyet varlığına göre var ya da yok şeklinde sınıflandırılmıştır (Tablo 3-8).

Tablo 3-7: Sınıf V Lezyonların Pre-operatif Hassasiyete Göre Sınıflandırılması

Pre-operatif hasasiyet	Var/Yok
------------------------	---------

Çalışmaya başlanmadan önce literatüre göre oluşturulan bu sınıflamalar bir araya getirilerek bir hasta formu oluşturulmuştur (Peumans ve ark. 2005). Hasta formu aynı zamanda hastanın adı-soyadı, yaşı ve cinsiyeti ile ilgili bilgileri de içermektedir. Restorasyonlara başlanmadan önce her hastanın ağız içi muayenesi yapılarak hastaya ait bilgiler ‘Klinik Araştırma Hasta Takip Formu’na kaydedilmiştir.

Dentin skleroz derecesinin belirlenmesinde Modifiye Skleroz Skalası kullanılmıştır (Heymann ve Bayne 1993).

Tablo 3-8: Modifiye Skleroz Skalası

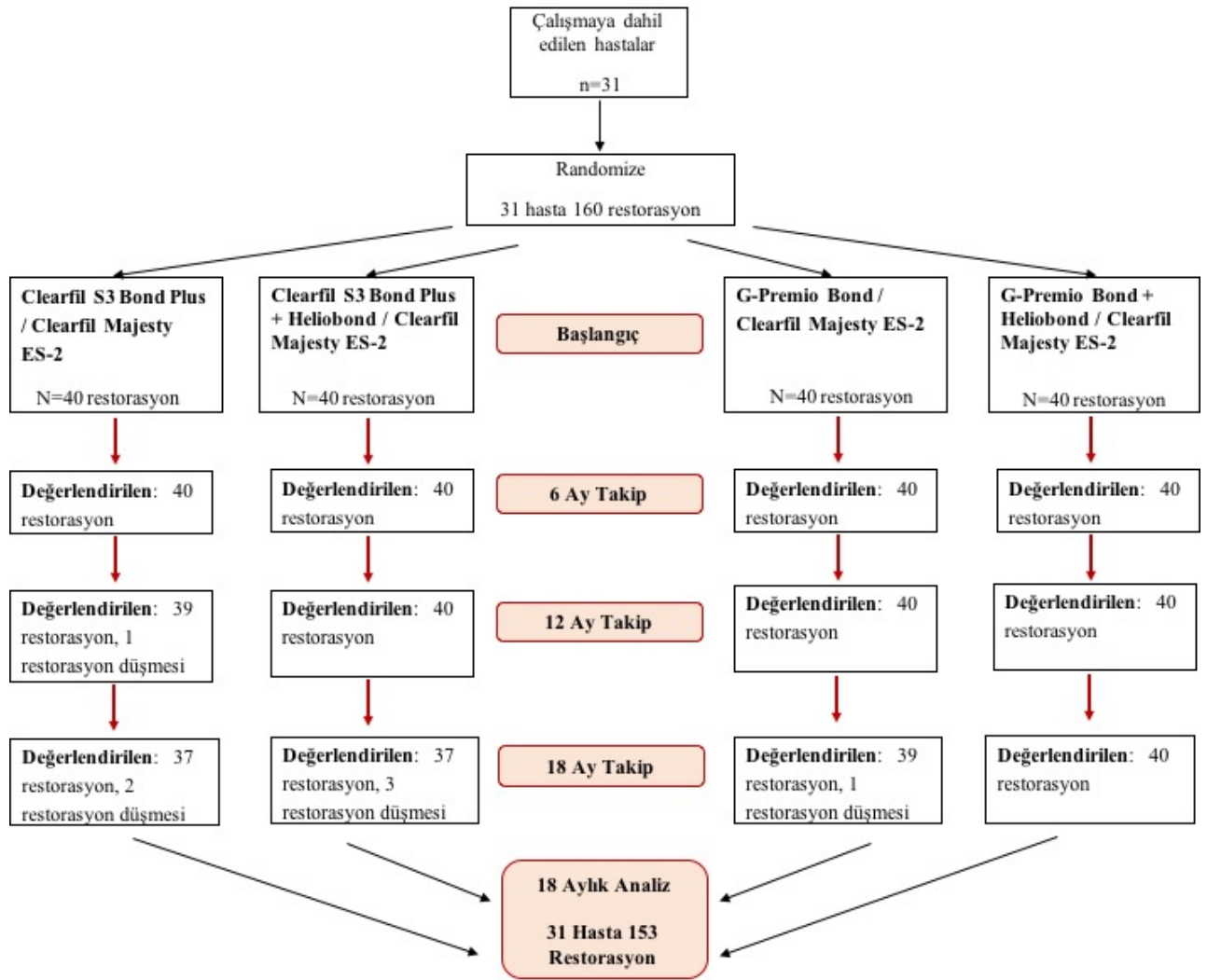
Kategori	Tanımı
1	Skleroz mevcut değil. Dentin açık sarı veya beyazımsı renkte. Dentin opaktır ve çok az translusentlik gösterir. (Bu lezyonlar daha çok genç bireyler için tipiktir.)
2	Kategori 1’ den daha fazla, ancak Kategori 1 ve 4 arasındaki farkın %50’ sinden az
3	Kategori 4’ ten daha az, ancak Kategori 1 ve 4 arasındaki farkın %50’sinden fazla
4	Belirgin skleroz mevcut. Dentin koyu sarı veya kahverengimsi. Dentin belirgin translusensi ile camsı görünür. (Bu lezyonlar daha çok yaşlı bireyler için tipiktir.)

3.1.3. Çalışma Gruplarının Belirlenmesi

Bu klinik çalışma kapsamında, ortalama yaşı 52,8 olan 31 hastaya (18 kadın /13 erkek) toplam 160 adet sınıf V restorasyon uygulanmıştır (Şekil 3-1). Hastalarda bulunan 4 adet çürüksüz servikal lezyon, Tablo 3-10’ da belirtilen 4 gruba ayrılarak, Tablo 3-13’te belirtilen materyaller ve prosedürler ile restore edilmiştir. Restorasyon uygulanacak olan dişler randomize yöntem ile belirlenmiş, randomizasyon iki aşamalı kura prosedürü ile gerçekleştirilmiştir. Birinci kurada madeni para atılarak diş numarası seçilmiş, ikinci kurada madeni para atılarak, seçilen dişe uygulanacak olan çalışma grubu belirlenmiştir.

Tablo 3-10: Çalışma Grupları

Grup 1	10-MDP ve HEMA içeren tek aşamalı self-etch adeziv ajan (Clearfil S3 Bond Plus, Kuraray) üretici talimatlarına göre uygulandı.	Tüm gruplar Clearfil Majesty ES-2 (Kuraray) kompoziti ile restore edildi
Grup 2	10-MDP ve HEMA içeren tek aşamalı self-etch adeziv ajan (Clearfil S3 Bond Plus, Kuraray) üretici talimatlarına göre uygulandı. Üzerine ilave hidroforbik reçine (Heliobond, Ivoclar Vivadent) uygulaması yapıldı.	
Grup 3	HEMA içermeyen, 10-MDP ve 4-MET içeren universal adeziv ajan (G-Premio Bond, GC) üretici talimatlarına göre uygulandı.	
Grup 4	HEMA içermeyen, 10-MDP ve 4-MET içeren universal adeziv ajan (G-Premio Bond, GC) üretici talimatlarına göre uygulandı. Üzerine ilave hidroforbik reçine (Heliobond, Ivoclar Vivadent) uygulaması yapıldı.	



Şekil 3-1: Restorasyon Akış Şeması

Tablo 3-11: Uygulanan Restorasyonların Çenelere ve Diş Gruplarına Göre Dağılımları

Üst Çene	Santral	10
	Lateral	8
	Kanin	21
	Premolar	41
Toplam		80
Alt Çene	Santral	10
	Lateral	14
	Kanin	17
	Premolar	39
Toplam		80

Tablo 3-12: Uygulanan Restorasyonların Dişlere Göre Dağılımları

Gruplar	n	Diş Numaraları																			
		15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35
Grup 1 (Clearfil S3 Bond Plus)	40	-	4	-	2	3	1	-	2	5	-	3	5	1	1	1	-	6	2	3	1
Grup 2 (Clearfil S3 Bond Plus + Heliobond)	40	1	-	3	-	-	3	1	1	4	3	-	7	3	-	-	4	1	2	5	2
Grup 3 (G-Premio Bond)	40	4	3	6	-	1	1	1	4	3	1	1	2	1	2	2	1	1	3	2	3
Grup 4 (G-Premio Bond + Heliobond)	40	4	5	1	2	-	1	2	4	3	1	1	-	1	1	2	-	2	4	5	1
Toplam	160	9	12	10	4	4	6	4	11	15	5	5	14	6	4	5	5	10	11	15	5

3.1.4. Çalışmada Kullanılan Restoratif Materyaller ve Tedavi Protokolü

Çalışmada kullanılan adeziv ajanlar ve restoratif materyalin özellikleri Tablo 3-13'te belirtilmiştir.

Tablo 3-13: Çalışmada Kullanılan Materyaller

Ticari İsim	Üretici Firma	Materyal Tipi	Kimyasal Kompozisyon	Lot/ Seri No	Üretici Talimatları
Clearfil S3 Bond Plus (CBP)	Kuraray Noritake, Tokyo, Japonya	Tek aşamalı self-etch adeziv ajan pH=2.3	10-MDP, bis-GMA, 2-HEMA (%10-35), hidrofilik alifatik dimetakrilat, hidrofobik alifatik metakrilat, koloidal silika, sodyum florid, etanol (<%20), su, dl-kamforokinon, başlatıcı, hızlandırıcı.	1S0078	Aplikatör fırça ile 10 sn uygulanır, orta kuvvetli hava ile en az 5 sn kurutulur, ışık cihazı ile 10 sn polimerize edilir.
G-Premio Bond	GC Europe, Leuven,	Işıkla sertleşen	MDP (%5-10), 4-MET, MDTP, metakrilat	1009012	Aplikatör fırça ile 10 sn uygulanır, çok

(GPB)	Belçika	universal adeziv ajan pH=1.5	monomeri, aseton (%25-50), su, silika, başlatıcı.		kuvvetli hava ile 5 sn kurutulur, ışık cihazı ile 10 sn polimerize edilir.
Heliobond (H)	Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn	Işıkla sertleşen hidrofobik adeziv reçine	Bis-GMA, TEGDMA, başlatıcı, stabilizatör.	W43749	Aplikatör fırça ile ince bir tabaka olarak uygulanır, fazlalık hava ile inceltir, ışık cihazı ile 10 sn polimerize edilir.
Clearfil Majesty ES-2 (A2/A3)	Kuraray Noritake, Tokyo, Japonya	Işıkla sertleşen nanohibrit kompozit	Bis-GMA, hidrofobik aromatik dimetakrilat, silanlanmış baryum cam doldurucu, prepolimerize organik doldurucu Doldurucu oranı; ağırlıkça % 78, hacimce % 40	2Q0126	Tabakalama teknikleriyle kaviteye uygulanır. LED ışık cihazı ile 20 sn polimerize edilir.
Scotchbond Universal Etchant	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	Asit ajan pH ~ 1	%35 Fosforik asit	448800	Mineye 15 sn uygulanır, 10 sn basınçlı su ile yıkanıp uzaklaştırılır. 5 sn hava ile kurutulur.
Elipar Deep Cure S	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	LED ışık kaynağı	1750 mW/cm2		
Super-Snap Rainbow Technique Kit	Shofu, Kyoto, Japonya	Silikon karbit veya alüminyum oksit emdirilmiş bitim cila sistemi	Kaba grit (siyah/coarse/ silikon karbit) Orta grit (mor/medium/ silikon oksit) İnce grit (yeşil/fine/alüminyum oksit), Süper ince grit (kırmızı/süper fine/alüminyum oksit) esnek diskler		Büyük gritliden başlanarak inceye doğru sırasıyla kullanılır.

Çalışmada, restorasyon öncesi tüm işlemler ve tüm restoratif protokoller tek hekim tarafından gerçekleştirildi. Restorasyonların uygulanacağı seanstan iki hafta önce her hastaya detertraj ve polisaj işlemi uygulandı.

Restorasyon protokolleri uygulanmadan önce;

- Diş yüzeyi, pelikül, mikrobiyal dental plak, besin ve yumuşak doku artıklarının uzaklaştırılması amacıyla, flor içermeyen polisaj patı ile gingival dokuları tahriş etmeyecek ve kanamaya neden olmayacak şekilde bir ön temizliğe tabi tutuldu.
- Renk skalası ile dişlerin renk tespiti yapıldı. Ardından ufak kompozit parçaları, dişin servikal 1/3 (dişin dentin rengi) ve orta 1/3 bölgesine (dişin mine rengi) yerleştirilip polimerize edilerek, dişe en uygun kompozit reçine rengi (A3 veya A2) tespit edildi (Düğme/button tekniği).
- Tüm lezyonların, şekil (kavite duvarı ile dişin dış yüzeyi arasındaki açı), serviko-insizal yükseklik, lezyon derinliği, lezyondaki mine miktarı özellikleri periodontal Williams sondu ile ölçüldü (Şekil 3-2, Tablo 3-2, 3-3, 3-4, 3-5).
- Dentindeki skleroz karakteristikleri, modifiye skleroz skalası referans alınarak kaydedildi (Tablo 3-6). Açık sarı renkli olup sklerotik alan içermeyen lezyonlar 1 ile opak veya sarı renkli olup yüzeyin %50'sinden az sklerotik alan içeren lezyonlar 2 ile, opak veya sarı renkli olup yüzeyin %50'sinden fazla sklerotik alan içeren lezyonlar 3 ile koyu sarı ya da kahverengi renkli ve transparan olup yoğun miktarda sklerotik alan içeren lezyonlar 4 ile skorlandı (Şekil 3-3).
- Lezyonların başlangıç durumlarının kaydı için hastaların ağız içi fotoğrafları alındı.

Restorasyon protokolleri uygulanırken (Şekil 3-4, 3-5, 3-6);

- Müdahale sırasında gönüllülerin rahatsızlığını önlemek için lokal anestezi (Lidokain HCL + adrenalin, Jetokain, ADEKA) kullanıldı.
- Operasyon alanının izolasyonu için retraksiyon ipi, dudak ekartörü, rulo pamuk tampon ve dental aspiratör kullanıldı. #000 veya #00 kalınlıkta retraksiyon ipi (Ultrapak Cord, Ultradent, South Jordan, UT, USA) dişetini uzaklaştırıp dentin sınırlarını ortaya çıkarmak ve lezyona gingival sıvı akışını önlemek amacıyla dişeti sulkusuna, periodonsiyuma kuvvetli basınç oluşturmayacak şekilde künt

uçlu bir ağız spatülü ile yerleştirildi. Rulo pamuk tamponlar, üst çene labial sulkus, alt çene labial sulkus ve dilaltı bölgelerine yerleştirildi. Dental aspiratör ile sıvı birikimi önleildi.

- Mine ve dentin yüzeylerine retansiyonu artırmak için bizotaj veya mekanik pürüzlendirme işlemi uygulanmadı, mine yüzeylerinde Scotchbond Universal Etchant (3M ESPE) ile selektif asitleme gerçekleştirildi.

Lezyon alanında;

1. Grupta (n=40): Mine yüzeyine 15 sn asit uygulandı, basınçlı hava-su spreyi ile 5 cm uzaklıktan 15 sn boyunca yıkandı, hava ile kurutuldu. Clearfil S3 Bond Plus dentin ve mine yüzeylerine aplikatör fırça ile 10 sn uygulandı, orta kuvvetli hava ile en az 5 sn kurutulup ışık cihazı ile 10 sn polimerize edildi.

2. Grupta (n=40): Mine yüzeyine 15 sn asit uygulandı, basınçlı hava-su spreyi ile 5 cm uzaklıktan 15 sn boyunca yıkandı, hava ile kurutuldu. Clearfil S3 Bond Plus dentin ve mine yüzeylerine aplikatör fırça ile 10 sn uygulandı, orta kuvvetli hava ile en az 5 sn kurutulup ışık cihazı ile 10 sn polimerize edildi. Heliobond aplikatör fırça ile 10 sn uygulanıp hava ile inceltirilip, ışık cihazı ile 10 sn polimerize edildi.

3. Grupta (n=40): Mine yüzeyine 15 sn asit uygulandı, basınçlı hava-su spreyi ile 5 cm uzaklıktan 15 sn boyunca yıkandı, hava ile kurutuldu. G-Premio Bond aplikatör fırça ile dentin ve mine yüzeylerine 10 sn uygulandı, çok kuvvetli hava ile 5 sn kurutulup, ışık cihazı ile 10 sn polimerize edildi.

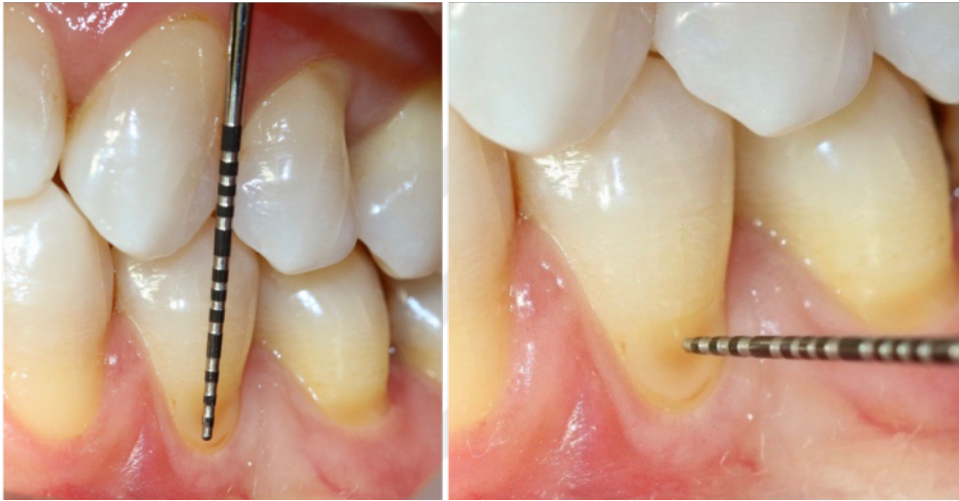
4. Grupta (n=40): Mine yüzeyine 15 sn asit uygulandı, basınçlı hava-su spreyi ile 5 cm uzaklıktan 15 sn boyunca yıkandı, hava ile kurutuldu. G-Premio Bond aplikatör fırça ile dentin ve mine yüzeylerine 10 sn uygulandı, çok kuvvetli hava ile 5 sn kurutulup, ışık cihazı ile 10 sn polimerize edildi. Heliobond aplikatör fırça ile 10 sn uygulanıp hava ile inceltirilip, ışık cihazı ile 10 sn polimerize edildi.

Kompozit restorasyonlar uygulanırken, rengine önceden karar verilmiş nano-hibrit Clearfil Majesty ES-2 kompoziti, çürüksüz servikal lezyonun boyutuna göre iki veya üç tabakada, farklı boyutlarda ağız spatülleri yardımı ile yerleştirildi. Her bir tabaka 20 sn boyunca Elipar Deep Cure S ışık kaynağı ile polimerize edildi (Şekil 3-7).

- Restorasyonlar tamamlandıktan sonra bitim ve cila işlemleri sırasıyla tungsten karbit bitim frezi, ince grenli sarı bantlı alev uçlu frez, arkansas taşı, orta grit

(mor/medium/ 40 μ m silikon oksit), ince grit (yeşil/fine/20 μ m alüminyum oksit), süper ince grit (pembe/süper fine/7 μ m alüminyum oksit) esnek diskler (Super-Snap Rainbow Technique Kit) ile gerçekleştirildi (Tablo 3-13) (Şekil 3-8).

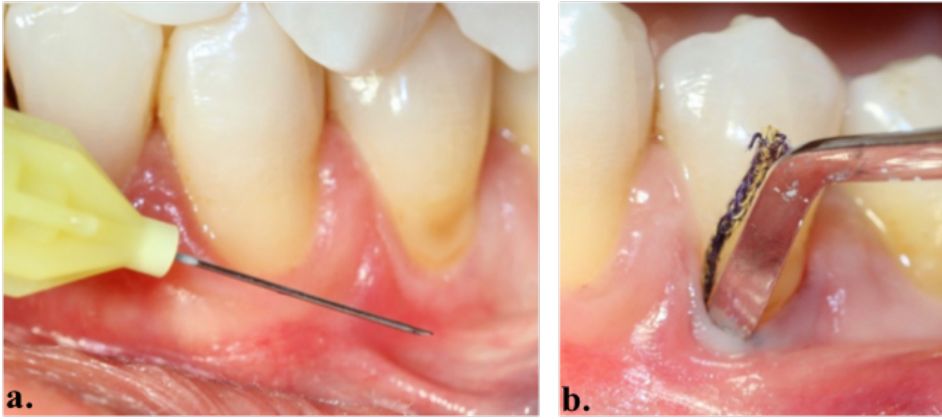
- Çalışmada toplam 160 restorasyon yapıldı. Restorasyonların başlangıç ve kontrol seanslarındaki durumları 100 mm'lik bir makro lens ve DSLR kamera kullanılarak elde edilen dijital görüntülerle kayıt altına alındı.



Şekil 3-2: Çürüksüz servikal lezyonların derinlik, kenar açısı, serviko-insizal yükseklik özelliklerinin periodontal Williams sondu ile ölçülmesi



Şekil 3-3: Çürüksüz servikal lezyonlarda, dentindeki skleroz karakteristiklerinin, Modifiye Skleroz Skalasına göre değerlendirilmesi



Şekil 3-4: Restorasyon Prosedürleri; a. Lokal anestezi uygulanması, b. Retraksiyon ipi uygulanması



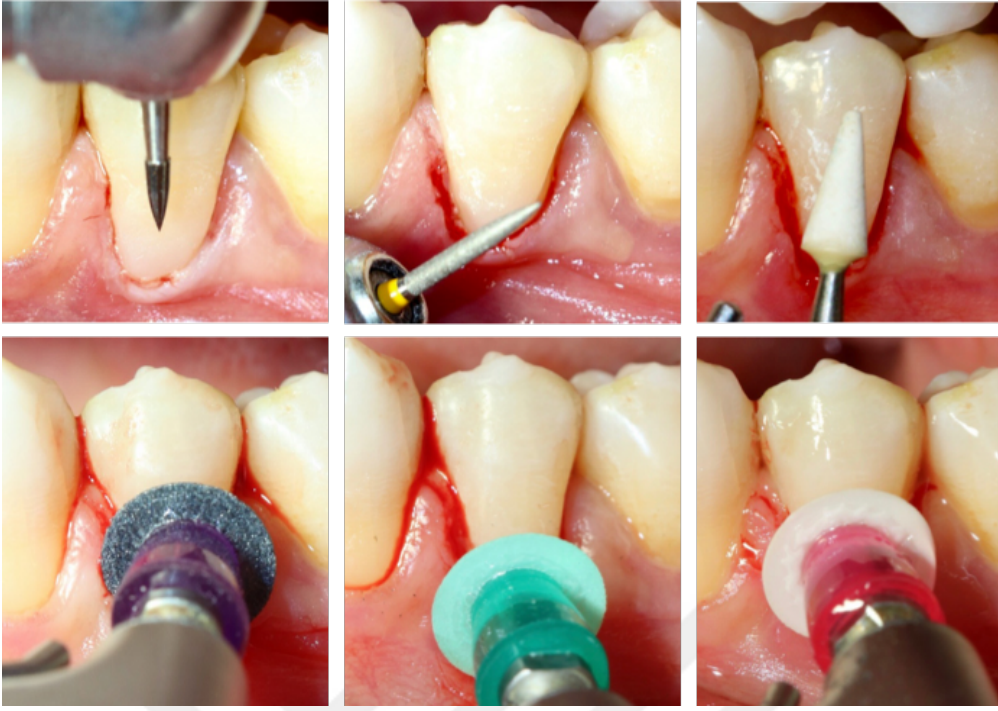
Şekil 3-5: Restorasyon Prosedürleri; Mine kenarlarına selektif asitleme uygulanması



Şekil 3-6: Restorasyon Prosedürleri; Adezivin uygulanması



Şekil 3-7: Restorasyon Prosedürleri; Kompozitin uygulanması



Şekil 3-8: Restorasyon Prosedürleri; Bitim ve cila prosedürlerinin uygulanması



Şekil 3-9: Restorasyonun bitimden 1 hafta sonraki görünümü

3.2. Klinik Takip ve Restorasyonların FDI Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi

Çalışmamızda uygulanmış olan restorasyonlar, FDI kriterlerine göre kalibre edilmiş, en az 15 yıllık klinik uygulama tecrübesine sahip olan, restorasyonların uygulanmasında yer almayan ve deney gruplarına kör edilen iki Restoratif Diş Tedavisi Uzmanı tarafından değerlendirilmiştir. Hastalar klinik kontrollere çağırılarak, restorasyonların başlangıç (yapıldıktan 1 hafta sonra) ve 6, 12, 18 aylık kullanımlar sonraki durumu, bu iki tecrübeli değerlendirici tarafından reflektör ışığı altında ayna, sond ve periodontal sond kullanılarak, FDI Kriterlerinden yüzey parlaklığı, marjinal renkleşme, renk uyumu ve translusensi, estetik anatomik form, kırık ve retansiyon, marjinal adaptasyon, post-operatif hassasiyet, periodontal cevap ve sekonder çürük parametrelerine göre değerlendirilmiştir (Tablo 3-14). Restorasyonlar her bir parametre için klinik olarak çok iyi/kabul edilebilir ise 1, klinik olarak iyi/ kabul edilebilir ve küçük bir değişiklikten sonra çok iyi olacaksa 2, klinik olarak yeterli/ kabul edilebilir fakat yan etkisi olmayan küçük eksiklikler mevcutsa 3, klinik olarak yetersiz/kabul edilemez fakat tamir edilebilir ise 4, klinik olarak çok yetersiz/kabul edilemez ve yenilenmesi gerekiyor ise 5 puan ile skorlanmıştır. Retansiyon kaybına uğrayan restorasyonlarda retansiyon kaybı 5 ile skorlanmış, diğer parametreler değerlendirme dışı bırakılmış, restorasyon sonraki kontrollerde çalışma dışı bırakılmıştır.

Restorasyonların retansiyon oranları ADA yönergelerine göre hesaplanmıştır (ADA 2001). Kümülatif başarısızlık yüzdesi, $KBY = [(EK + YK) / (EK + DR)] \times \%100$ formülü ile elde edilmiştir. EK: geri çağırma kontrolleri öncesindeki kayıpların sayısı, YK: geri çağırma kontrolleri sırasındaki yeni kayıpların sayısı, DR: geri çağırma kontrolleri esnasında değerlendirilen restorasyonların sayısını ifade etmektedir (Perdigão ve ark. 2014).

Tablo 3-14: Çalışmada Değerlendirilen FDI Kriterleri

Skorlar	Estetik Özellikler				Fonksiyonel Özellikler		Biyolojik Özellikler		
	1. Yüzey Parlaklığı	2. Marjinal Renkleşme	3. Renk Uyumu ve Translusion	4. Estetik Anatomik Form	5. Kırık ve Retansiyon	6. Marjinal Adaptasyon	7. Post-operatif Hassasiyet	8. Periodontal Cevap	9. Sekonder Çürük
1. Klinik olarak çok	1.1 Mine ile benzer	2.1 Marjinal	3.1 Renk uyumu iyi,	4.1 İdeal form	5.1 Kırık veya çatlak	6.1 Dış sınırlar	7.1 Hassasiyet	8.1 Plak, enflamasyon	9.1 Primer veya

iyi	parlaklık	renkleşme yok	renk tonu ve translusensi farkı yok		yok	uyumlu, marjinal açıklık yok, beyaz veya renklemiş çizgi yok	yok, vitalite normal	n, cep yok	sekonder çürük yok
2. Klinik olarak iyi/ kabul edilebilir ve küçük bir değişiklik en sonra çok iyi olacak	1.2.1 Hafif mat, konuşma mesafesinde fark edilmiyor 1.2.2 İzole porlar	2.2 Minör marjinal renkleşme var, polisaj ile kolayca giderilebilir	3.2 Renk tonu ve/veya translusensi de minör değişiklikle r	4.2 Normalden hafif bir farklılık var	5.2 Küçük çizgisel çatlaklar	6.2.1 Marjinal açıklık ($<150\text{ }\mu\text{m}$) ve beyaz çizgiler 6.2.2 Polisaj ile giderilebile n ufak marjinal kırıklar 6.2.3 Hafif girinti, basamak, minör düzensizlik ler	7.2 Kısa süreli hafif hassasiyet, vitalite normal	8.2 Çok az plak var, enflemasyo n ve cep yok 8.2.1 Taşkınlıkla r, açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu yok 8.2.2 Taşkınlıkla r, açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu var	9.2 Küçük ve lokalize 1. Deminerali zasyon 2. Erozyon veya 3. Abfraksiyo n
3. Klinik olarak yeterli/ kabul edilebilir fakat yan etkisi olmayan küçük eksiklikler mevcut	1.3.1 Mat yüzey, ancak tükürük ile kaplıyken kabul edilebilir 1.3.2 Yüzeyin 3'tel'inden fazlasında porlar	2.3 Orta derece marjinal renkleşme, estetik olarak kabul edilemez değil	3.3 Belirgin farklılık, ancak kabul edilebilir. Estetiği etkilemeye cek derecede: 3.3.1 daha opak 3.3.2 daha translusent 3.3.3 daha koyu 3.3.4 daha açık	4.3 normalden farklı ancak klinik olarak kabul edilebilir	5.3 İki ya da daha fazla sayıda geniş çizgisel çatlaklar veya materyalde marjinal bütünlüğü/pr oksimal kontağı bozmayacak kırıklar	6.3.1 Giderileme yen açıklık ($<250\text{ }\mu\text{m}$) 6.3.2 Birkaç ufak marjinal kırık 6.3.3 Major düzensizlik ler, girinti veya basamaklar	7.3.1 Orta derece hassasiyet 7.3.2 Gecikmeli/h afif hassasiyet, şikayet yok, tedavi gerektirmey en	8.3 Başlangıça ve kontrol dişe göre kanama indeksinde (PBI) 1 derece artış var. 8.3.1 Taşkınlıkla r açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu yok 8.3.2 Taşkınlıkla	9.3 Geniş alandan 1. Deminerali zasyon 2. Erozyon veya 3. Abrasyon/ Abfraksiyo n, dentin açığa çıkamış Önlem alınması yeterli

								r, açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu var	
4. Klinik olarak yetersiz/kabul edilemez fakat tamir edilebilir	1.4.1 Pürüzlü yüzey, tükürükle maskelenemiyor, basit polisaj yetersiz daha ileri müdahale gerekli 1.4.2 Çukurcuklar	2.4 Belirgin marjinal renkleşme, ileri müdahale gerekli	3.4 Tamirle düzeltilebilecek lokalize farklılıklar 3.4.1 çok opak 3.4.2 çok translusent 3.4.3 çok koyu 3.4.4 çok açık	4.4 Estetik olarak kabul edilemez, düzeltme gerekli	5.4.1 marjinal kalite veya proksimal kontağı bozacak tarzda materyal kırıkları 5.4.2 Restorasyonun yarısından az kütleli kırıklar.	6.4.1 Dentin/lineer ekspozu veya 250 µm'dan büyük açıklık 6.4.2 Şiddetli girinti veya marjinal kırıklar 6.4.3 Tamir gerektiren büyük düzensizlikler ya da basamaklar	7.4.1 Yoğun hassasiyet 7.4.2 Gecikmeli, ufak semptomlar 7.4.3 klinik olarak ayırt edilebilen hassasiyet yok Müdahale gerekli	8.4.1 Kontrol dişe göre kanama indeksinde (PBI) 1 dereceden fazla artış, periodontal cep derinliğinde müdahale gerektiren 1 mm'den fazla artış. 8.4.1 Taşkınlıkla açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu yok 8.4.2 Taşkınlıkla, açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu var	9.4.1 Kavitasyonlu çürükler 9.4.2 Dentinde erozyon 9.4.3 Dentinde abrazyon/abfraksiyonlar Lokale ve tamir edilebilirler
5. Klinik olarak çok yetersiz/kabul edilemez ve yenilenmesi	1.5 Çok pürüzlü, kabul edilemez, plak retansiyonu yaratan yüzey	2.5 Derin marjinal renkleşme, müdahale için erişilebilir değil	3.5 Kabul edilemez, değişim gerekli	4.5 Form kaybedilmiş, kabul edilemez, tamirle düzelmez, değişim gerekli.	5.5 Restorasyonun parsiyel veya total kaybı ya da çoklu kırıklar	6.5.1 Restorasyonda (parsiyel veya total) kayıplar var ancak yerinde	7.5 Yoğun hassasiyet, akut pulpitis veya devital. Endodontik tedavi gerekli,	8.5 Şiddetli/akut gingivitis veya periodontitis 8.5.1	9.5 Derin çürükler, açığa çıkmış dentin Ulaşılabılır ve tamir

gerekiyor						6.5.2 Generalize majör açıklıklar ve düzensizlik ler	restorasyon değiştirilmel i	Taşkınlıkla r açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu yok 8.5.2 Taşkınlıkla r, açıklıklar, yetersiz anatomik form durumu var	edilebilir durumda değil
Genel estetik puan: Estetik olarak kabul edilebilir veya kabul edilemez (n, % ve nedenleri)				Genel fonksiyonel puan: fonksiyonel olarak kabul edilebilir veya kabul edilemez (n, % ve nedenler)			Genel biyolojik puan: Biyolojik olarak kabul edilebilir veya kabul edilemez (n, % ve nedenler)		

3.3. İstatistiksel Analiz

Çalışmadaki tüm istatistiksel analizler IBM SPSS 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) paket programı kullanılarak gerçekleştirildi. Nümerik değişkenler ortalama $\pm$ standart sapma olarak, kategorik değişkenler frekans (yüzdelikler) olarak verildi.

Farklı grupların belirli bir süre boyunca sağkalım oranları Kaplan Meier testi ile hesaplanıp, sağkalım dağılımları Log-rank testi kullanılarak karşılaştırıldı (Şekil 4-1).

FDI kriterleri için (yüzey parlaklığı, marjinal renkleşme, renk uyumu ve translusensi, estetik anatomik form, kırık ve retansiyon, marjinal adaptasyon, post-operatif hassasiyet, periodontal cevap ve sekonder çürük) her çalışma grubunun (1., 2., 3., 4. grup) farklı zaman dilimlerinde sahip olduğu skorlamalar arasındaki farklar Friedman's ANOVA testi ile analiz edildi.

Farklı zaman dilimlerindeki (başlangıç, 6 ay, 12 ay, 18 ay) her kriter için çalışma grupları arasındaki skorlamalar arasındaki farklar Kruskal-Wallis testi ile analiz edildi.

Lezyon karakteristiklerinin frekans dağılımı yapılırken tanımlayıcı istatistikler kullanıldı. Lezyon karakteristikleri ile restorasyonların başarı durumu arasındaki ilişkinin analizi, her grup için ayrı ayrı, Mann-Whitney U testi kullanılarak yapıldı. Atrizyon faseti mevcudiyeti ile restorasyonların başarı durumu arasındaki ilişkinin analizi, her grup için ayrı ayrı, Fisher's exact testi kullanılarak yapıldı.

Değerlendiriciler arasındaki uyumun ölçülmesinde, Cohen'in Kappa testi kullanıldı.

Tüm testlerin istatistiksel anlamlılık değeri için $p < 0,05$ olarak kabul edildi.



4. BULGULAR

Bu klinik çalışmaya yaşları 37 ile 70 arasında değişen (ortalama $52,8 \pm 9,63$), 18'i kadın (%58,06), 13'ü erkek (%41,93) toplam 31 hasta katılmıştır. Üst çene anterior 39, premolar 41, alt çene anterior 41 , premolar 39 olmak üzere toplam 160 diş dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen çürüksüz servikal lezyonların karakteristik özellikleri Tablo 4-1'de gösterilmiştir.

Restorasyon uygulanan lezyonların gruplara dağılımı ele alındığında, Kruskal Wallis testine göre şekil/kavite açısı ($p=0,634$), serviko-insizal yükseklik ($p=0,301$), lezyondaki mine miktarı ($p=0,451$), dentindeki skleroz derecesi ($p=0,506$) özellikleri açısından, Pearson ki-kare testine göre derinlik ($p=0,933$), atrizyon faseti varlığı ($p=0,904$) ve preoperatif hassasiyet varlığı ($p=1,000$) özellikleri açısından gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Tablo 4-1: Çürüksüz Servikal Lezyonların Karakteristik Özelliklerinin Çalışma Gruplarına Göre Dağılımı

Şekil/Kavite Açısı	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	TOPLAM
<45 °	0	0	0	0	0
45-90 °	2	5	5	7	19
90-135 °	29	23	19	22	93
>135 °	9	12	16	11	48
Serviko-insizal Yükseklik					
<1.5 mm	5	5	2	4	16
1.5-2.5 mm	12	11	9	15	47
>2.5 mm	23	24	29	21	97
Lezyon Derinliği					
>1 mm	29	28	27	30	114
<1 mm	11	12	13	10	46

Lezyondaki Mine Miktarı					
<%25	10	12	12	15	49
%25-50	26	26	23	24	99
%50-75	4	2	5	1	12
Dentindeki Skleroz Derecesi					
1	1	3	2	4	10
2	24	26	29	23	102
3	15	11	9	12	47
4	0	0	0	1	1
Atrizyon Faseti					
Var	23	23	26	25	97
Yok	17	17	14	15	63
Pre-operatif Spontan Hassasiyet					
Var	15	15	16	15	61
Yok	25	25	24	25	99

Çalışma için seçilen 160 dişin 40'ına Clearfil S3 Bond Plus (Grup 1), 40'ına Clearfil S3 Bond Plus ve Heliobond (Grup 2), 40'ına G-Premio Bond (Grup 3), 40'ına G-Premio Bond ve Heliobond (Grup 4) uygulanmış, tüm dişler Clearfil Majesty ES-2 ile restore edilmiştir.

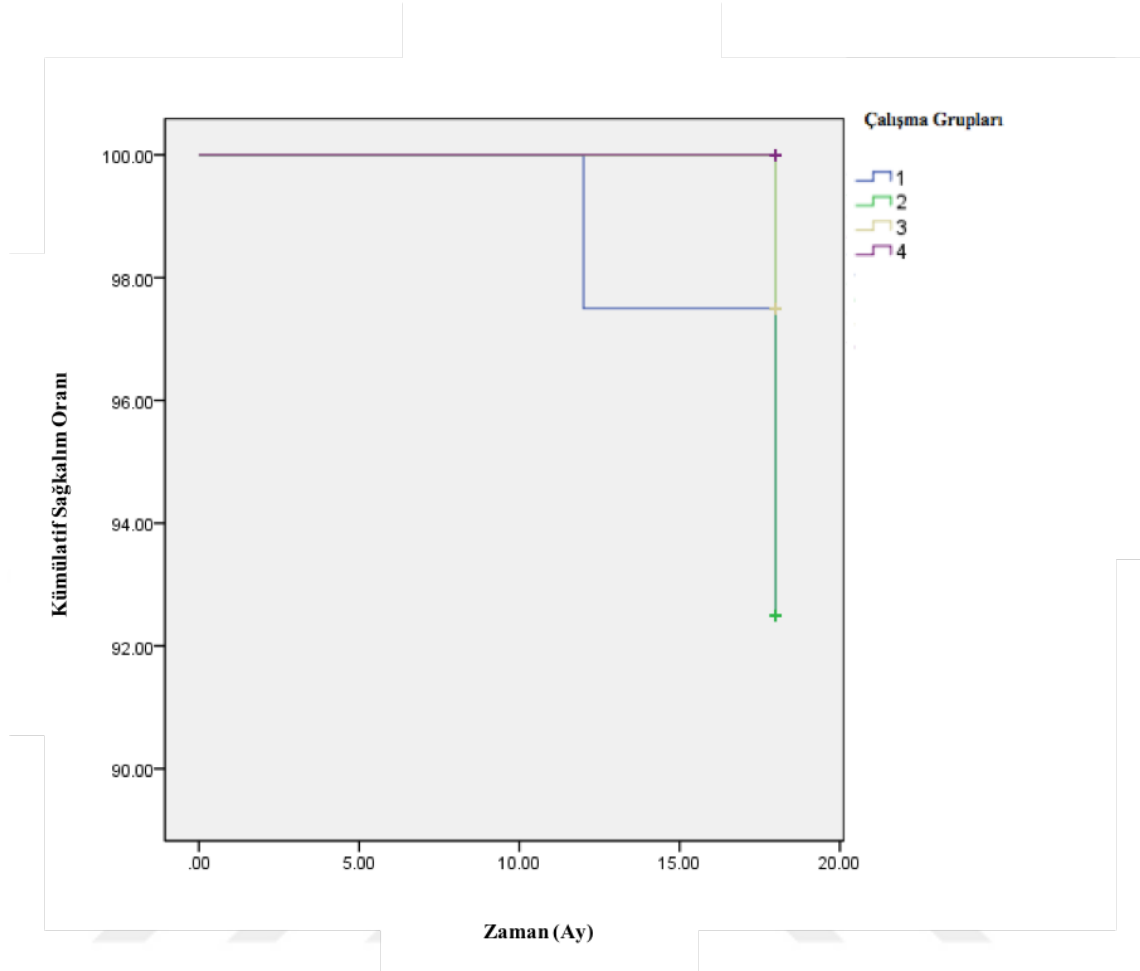
Değerlendiricilerin gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumu, Cohen'in Kappa testine göre %90 (Çok iyi düzeyde uyum) olarak tespit edilmiştir. Restorasyonların başlangıç değerlendirmeleri, uygulandıktan 1 hafta sonra gerçekleştirilmiş, çalışmaya katılan 31 hastada başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık katılım oranı %100 olmuştur (Tablo 4-2).

Tablo 4-2: Gönüllülerin Başlangıç, 6, 12, 18 Aylık Geri Çağırma Kontrollerine Katılım Oranları ve Restorasyonların Kümülatif Başarı Yüzdeleri

Gruplar*	Kontrol Dönemleri															
	Başlangıç				6 Ay				12 Ay				18 Ay			
	G1	G2	G3	G4	G1	G2	G3	G4	G1	G2	G3	G4	G1	G2	G3	G4
Katılım Oranı (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kümülatif Retansiyon Oranı (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	97,5	100	100	100	92,5	92,5	97,5	100

* **G1: Grup 1:** Clearfil S3 Bond Plus
G2: Grup 2: Clearfil S3 Bond Plus + Heliobond + Clearfil Majesty ES-2
G3: Grup 3: G-Premio Bond
G4: Grup 4: G-Premio Bond + Heliobond

ADA yönergelerine göre hesaplanmış olan kümülatif başarı oranı, Tablo 4-2'de retansiyon oranına göre gösterilmektedir. Formülasyona göre başarı oranı 6 ay sonunda dört grup materyal için %100 olarak bulunmuştur. 12 ay sonunda Grup 1'de 1 restorasyon kaybı tespit edilmiştir ve bu grubun başarı oranı % 97,5 olarak diğer grupların ise %100 olarak bulunmuştur. 18. ayda Grup 1'de 2, Grup 2'de 3, Grup 3'te 1 restorasyon kaybı tespit edilmiştir ve kümülatif başarı oranı bu materyal grupları için sırasıyla %92,5, %92,5 ve %97,5'olarak hesaplanmış; Grup 4 için %100 olarak bulunmuştur. Kaplan-Meier analizine göre her bir çalışma grubuna ait kümülatif sağkalım olasılıklarının zamana göre değişimi Şekil 4-1' de gösterilmiştir.



Şekil 4-1: Çalışma Grupları ve Zamana Göre Kümülatif Sağkalım Analizi

4.1. FDI Kriterlerine Göre Yüzey Parlaklığı Bulguları

Restorasyonlar yüzey parlaklığı kriteri açısından değerlendirildiğinde elde edilen skorlar ve skorlara göre restorasyon yüzdeleri ile restorasyon sayıları Tablo 4-3'te gösterilmektedir.

Başlangıç döneminde değerlendirilen 160 restorasyonun tamamı (%100) 1 skoruna sahip olmuştur.

6. ayda 160 restorasyon değerlendirilmiş, 2. Gruptaki restorasyonların %2,5'i 3 skoruna sahip olmuştur (1 restorasyon). Kruskal-Wallis testine göre çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,392$).

12. ayda 159 restorasyon değerlendirilmiş, 2. Gruptaki restorasyonların %2,5'i 3 skoruna sahip olmuştur (1 restorasyon). Kruskal-Wallis testine göre çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,395$).

18. ayda 153 restorasyon değerlendirilmiş, tüm restorasyonlar (%100) 1 skoruna sahip olmuştur.

Friedman's ANOVA testine göre 1. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık yüzey parlaklığı ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=1,000$).

Friedman's ANOVA testine göre 2. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık yüzey parlaklığı ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=1,000$).

Friedman's ANOVA testine göre 3. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık yüzey parlaklığı ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=1,000$).

Friedman's ANOVA testine göre 4. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık yüzey parlaklığı ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=1,000$).

Tablo 4-3: Yüzey Parlaklığı Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları						
	Restorasyon Sayısı (n)	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5
Başlangıç	160					
1. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
6 Ay	160					
1. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
2. Grup	40	%97,5 (39)	-	%2,5 (1)	-	-

3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
12 Ay	159					
1. Grup	39	%100 (39)	-	-	-	-
2. Grup	40	%97,5 (39)	-	%2,5 (1)	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
18 Ay	153					
1. Grup	37	%100 (37)	-	-	-	-
2. Grup	37	%100 (37)	-	-	-	-
3. Grup	39	%100 (39)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-



Şekil 4-2: 12. Ayda Yüzey Parlaklığı Kriteri Açısından 3 Skoru ile Değerlendirilen 24 Numaralı Diş

4.2. FDI Kriterlerine Göre Marjinal Renkleşme Bulguları

Restorasyonlar marjinal renkleşme kriteri açısından değerlendirildiğinde elde edilen skorlar ve skora göre restorasyon yüzdeleri ile restorasyon sayıları Tablo 4-4'de gösterilmektedir.

Başlangıç döneminde değerlendirilen 160 restorasyonun tamamı (%100) 1 skoruna sahip olmuştur.

6. ayda değerlendirilen 160 restorasyonun tamamı (%100) 1 skoruna sahip olmuştur.

12. ayda 159 restorasyon değerlendirilmiş, 1. Gruptaki restorasyonların % 2,56'sı 2 skoruna (1 restorasyon), 2. Gruptaki restorasyonların %2,5'i 2 skoruna (1 restorasyon), %5'i 3 skoruna (2 restorasyon), 3. Gruptaki restorasyonların %5'i 3 skoruna (2 restorasyon), 4. Gruptaki restorasyonların %5'i 3 skoruna (2 restorasyon) sahip olmuştur. Kruskal-Wallis testine göre çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,795$).

18. ayda 153 restorasyon değerlendirilmiş, 1. Gruptaki restorasyonların % 2,7'si 2 skoruna (1 restorasyon), 2. Gruptaki restorasyonların %10,81'i 2 skoruna (4 restorasyon), %5,4'ü 3 skoruna (2 restorasyon), 3. Gruptaki restorasyonların %2,56'sı 2 skoruna (1 restorasyon), %5,12'si 3 skoruna (2 restorasyon), 4. Gruptaki restorasyonların %2,5'i 2 skoruna (1 restorasyon), %5'i 3 skoruna (2 restorasyon) sahip olmuştur. Kruskal-Wallis testine göre çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,223$).

Friedman's ANOVA testine göre 1. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık marjinal renkleşme ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,392$).

Friedman's ANOVA testine göre 2. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık marjinal renkleşme ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,05$).

Friedman's ANOVA testine göre 3. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık marjinal renkleşme ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,061$).

Friedman's ANOVA testine göre 4. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık marjinal renkleşme ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,061$).

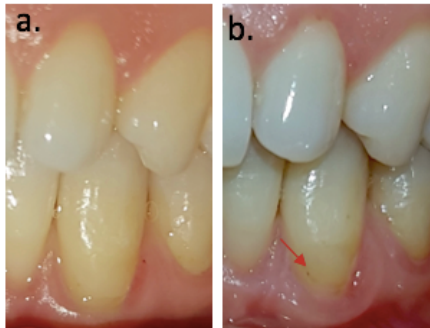
Tablo 4-4: Marjinal Renkleşme Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları

	Restorasyon Sayısı (n)	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5
Başlangıç	160					
1. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
6 Ay	160					
1. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
12 Ay	159					
1. Grup	39	%97,44 (38)	%2,56 (1)	-	-	-
2. Grup	40	%92,5 (38)	%2,5 (1)	%5 (2)	-	-
3. Grup	40	%95 (38)	-	%5 (2)	-	-
4. Grup	40	%95 (38)	-	%5 (2)	-	-

18 Ay	153					
1. Grup	37	%97,3 (36)	%2,7 (1)	-	-	-
2. Grup	37	%83,79 (31)	%10,81 (4)	%5,4 (2)	-	-
3. Grup	39	%92,32 (36)	%2,56 (1)	%5,12 (2)	-	-
4. Grup	40	%92,5 (37)	%2,5 (1)	%5 (2)	-	-



Şekil 4-3: 18. Ayda Marjinal Renkleşme Kriteri Açısından 3 Skoru ile Değerlendirilen 34 Numaralı Diş



Şekil 4-4: 18. Ayda Marjinal Renkleşme Kriteri Açısından 2 Skoru ile Değerlendirilen 33 Numaralı Diş, a. Restorasyonun Başlangıç Görünümü, b. Restorasyonun 18. Aydaki Görünümü

4.3. FDI Kriterlerine Göre Renk Uyumu ve Translusensi Bulguları

Restorasyonlar renk uyumu ve translusensi kriteri açısından değerlendirildiğinde elde edilen skorlar ve skora göre restorasyon yüzdeleri ile restorasyon sayıları Tablo 4-5'te gösterilmektedir.

Başlangıç döneminde değerlendirilen 160 restorasyonun tamamı (%100) 1 skoruna sahip olmuştur.

6. ayda 160 restorasyon değerlendirilmiş, 4. Gruptaki restorasyonların %2,5'i 3 skoruna (1 restorasyon) sahip olmuştur. Kruskal-Wallis testine göre çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,392$).

12. ayda 159 restorasyon değerlendirilmiş, 1. Gruptaki restorasyonların % 5,12'si 2 skoruna (2 restorasyon), 2. Gruptaki restorasyonların %2,5'i 2 skoruna (1 restorasyon), 3. Gruptaki restorasyonların %2,5'i 2 skoruna (1 restorasyon), %2,5'i 3 skoruna (1 restorasyon), 4. Gruptaki restorasyonların %7,5'i 2 skoruna (3 restorasyon), %2,5'i 3 skoruna (1 restorasyon) sahip olmuştur. Kruskal-Wallis testine göre çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,528$).

18. ayda 153 restorasyon değerlendirilmiş, 1. Gruptaki restorasyonların %8,1'i 2 skoruna (3 restorasyon), 2. Gruptaki restorasyonların %8,1'i 2 skoruna (3 restorasyon), 3. Gruptaki restorasyonların %5,12'si 2 skoruna (2 restorasyon), %2,56'sı 3 skoruna (1 restorasyon), 4. Gruptaki restorasyonların %10'u 2 skoruna (4 restorasyon), %2,5'i 3 skoruna (1 restorasyon) sahip olmuştur. Kruskal-Wallis testine göre çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,878$).

Friedman's ANOVA testine göre 1. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık renk uyumu ve translusensi ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,061$).

Friedman's ANOVA testine göre 2. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık renk uyumu ve translusensi ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,05$).

Friedman's ANOVA testine göre 3. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık renk uyumu ve translusensi ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,061$).

Friedman's ANOVA testine göre 4. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık renk uyumu ve translusensi ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,05$).

Tablo 4-5: Renk Uyumu ve Translusensi Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları

	Restorasyon Sayısı (n)	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5
Başlangıç	160					
1. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
6 Ay	160					
1. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%97,5 (39)	-	%2,5 (1)	-	-
12 Ay	159					
1. Grup	39	%94,88 (37)	%5,12 (2)	-	-	-
2. Grup	40	%97,5 (39)	%2,5 (1)	-	-	-
3. Grup	40	%95 (38)	%2,5 (1)	%2,5 (1)	-	-
4. Grup	40	%90 (36)	%7,5 (3)	%2,5 (1)	-	-

18 Ay	153					
1. Grup	37	%91,9 (34)	%8,1 (3)	-	-	-
2. Grup	37	%91,9 (34)	%8,1 (3)	-	-	-
3. Grup	39	%92,32 (36)	%5,12 (2)	%2,56 (1)	-	-
4. Grup	40	%87,5 (35)	%10 (4)	%2,5 (1)	-	-



Şekil 4-5: 18. Ayda Renk Uyumu ve Translusensi Kriteri Açısından 2 Skoru ile Değerlendirilen 43 Numaralı Diş

4.4. FDI Kriterlerine Göre Estetik Anatomik Form Bulguları

Restorasyonlar estetik anatomik form kriteri açısından değerlendirildiğinde elde edilen skorlar ve skorlara göre restorasyon yüzdeleri ile restorasyon sayıları Tablo 4-6'da gösterilmektedir.

Başlangıç, 6. ay, 12. ay ve 18. ayda değerlendirilen tüm restorasyonlar (%100) 1 skoruna sahip olmuştur. Kruskal-Wallis testine göre çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=1,000$).

Friedman's ANOVA testine göre hiçbir grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık estetik anatomik form ölçüm değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=1,000$).

Tablo 4-6: Estetik Anatamik Form Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları

	Restorasyon Sayısı (n)	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5
Başlangıç	160					
1. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
6 Ay	160					
1. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
12 Ay	159					
1. Grup	39	%100 (39)	-	-	-	-
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-

18 Ay	153					
1. Grup	37	%100 (37)	-	-	-	-
2. Grup	37	%100 (37)	-	-	-	-
3. Grup	39	%100 (39)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-

4.5. FDI Kriterlerine Göre Kırık ve Retansiyon Bulguları

Restorasyonlar kırık ve retansiyon kriteri açısından değerlendirildiğinde elde edilen skorlar ve skorlara göre restorasyon yüzdeleri ile restorasyon sayıları Tablo 4-7'de gösterilmektedir.

Başlangıç döneminde değerlendirilen 160 restorasyonun hiçbirinde kırık ve retansiyon kaybı tespit edilmemiştir (%100 retansiyon oranı).

6. ayda değerlendirilen 160 restorasyonun hiçbirinde kırık ve retansiyon kaybı tespit edilmemiştir (%100 retansiyon oranı).

12. ayda 160 restorasyon değerlendirilmiş, 1. Grupta 1 restorasyon kaybı olduğu tespit edilmiştir (%97,5 retansiyon oranı). Diğer grupların hiçbirinde retansiyon kaybı tespit edilmemiştir (%100 retansiyon oranı). Kruskal-Wallis testine göre çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,392$).

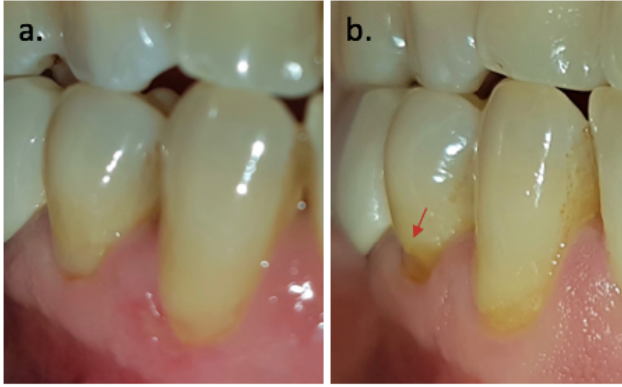
18. ayda 159 restorasyon değerlendirilmiş, 1. Grupta 2 restorasyon kaybı olduğu (%94,88 retansiyon oranı), 2. Grupta 3 restorasyon kaybı olduğu (%92,5 retansiyon oranı), 3. Grupta 1 restorasyon kaybı olduğu (%97,5 retansiyon oranı) tespit edilmiştir. 4. Grupta retansiyon kaybı tespit edilmemiştir (%100 retansiyon oranı). Kruskal-Wallis testine göre çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,327$).

18 aylık klinik kullanım sonunda kümülatif retansiyon oranları sırasıyla Grup1'de % 92,5, Grup 2'de %92,5, Grup 3'te % 97,5, Grup 4'te %100 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4-2).

12 Ay	160					
1. Grup	40	%97,5 (39)	-	-	-	%2,5 (1)
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
18 Ay	159					
1. Grup	39	%94,88 (37)	-	-	-	%5,12 (2)
2. Grup	40	%92,5 (37)	-	-	-	%7,5 (3)
3. Grup	40	%97,5 (39)	-	-	-	%2,5 (1)
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-



Şekil 4-6: 12. Ayda Restorasyon Kaybı Nedeni ile Retansiyon Açısından 5 Skoru ile Değerlendirilen 24 Numaralı Diş



Şekil 4-7: 18. Ayda Restorasyon Kaybı Nedeni ile Retansiyon Açısından 5 Skoru ile Değerlendirilen 44 Numaralı Diş. a. Restorasyonun Başlangıç Görünümü, b. 18. Aydaki Görünüm

4.6. FDI Kriterlerine Göre Marjinal Adaptasyon Bulguları

Restorasyonlar marjinal adaptasyon kriteri açısından değerlendirildiğinde elde edilen skorlar ve skorlara göre restorasyon yüzdeleri ile restorasyon sayıları Tablo 4-8’de gösterilmektedir.

Başlangıç dönemi ve 6. ayda değerlendirilen restorasyonların tamamı (%100) 1 skoruna sahip olmuştur.

12. ayda 159 restorasyon değerlendirilmiş, 1. Gruptaki restorasyonların %2,56’sı 2 skoruna (1 restorasyon), diğer gruplardaki restorasyonların hepsi 1 skoruna sahip olmuştur. Kruskal-Wallis testine göre çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,380$).

18. ayda 153 restorasyon değerlendirilmiş, 1. Gruptaki restorasyonların %8,1’i 2 skoruna (3 restorasyon), 2. Gruptaki restorasyonların %100’ü 1 skoruna, 3. Gruptaki restorasyonların %2,56’sı 2 skoruna (1 restorasyon), %2,56’sı 3 skoruna (1 restorasyon), 4. Gruptaki restorasyonların %100’ü 1 skoruna sahip olmuştur. Kruskal-Wallis testine göre çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,516$).

Friedman’s ANOVA testine göre 1. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık marjinal adaptasyon ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,194$).

Friedman’s ANOVA testine göre 2. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık marjinal adaptasyon ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=1,000$).

Friedman's ANOVA testine göre 3. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık marjinal adaptasyon ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,112$).

Friedman's ANOVA testine göre 4. Grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık marjinal adaptasyon ölçüm değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,392$).

Tablo 4-8: Marjinal Adaptasyon Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları						
	Restorasyon Sayısı (n)	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5
Başlangıç	160					
1. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
6 Ay	160					
1. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
12 Ay	159					
1. Grup	39	%97,44	%2,56	-	-	-

		(38)	(1)			
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
18 Ay	153					
1. Grup	37	%91,9 (34)	%8,1 (3)	-	-	-
2. Grup	37	%100 (37)	-	-	-	-
3. Grup	39	%94,88 (37)	%2,56 (1)	%2,56 (1)	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-



Şekil 4-8: 18. Ayda Marjinal Adaptasyon Açısından 2 Skoru ile Değerlendirilen 32 Numaralı Diş

4.7. FDI Kriterlerine Göre Post-operatif Hassasiyet Bulguları

Restorasyonlar post-operatif hassasiyet kriteri açısından değerlendirildiğinde elde edilen skorlar ve skorlara göre restorasyon yüzdeleri ile restorasyon sayıları Tablo 4-9'da gösterilmektedir.

Başlangıç, 6. ay, 12. ay ve 18. ayda değerlendirilen tüm restorasyonlar (%100) 1 skoruna sahip olmuştur. Kruskal-Wallis testine göre çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=1,000$).

Friedman's ANOVA testine göre hiçbir grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık post-operatif hassasiyet ölçüm değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=1,000$).

Tablo 4-9: Post-operatif Hassasiyet Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları						
	Restorasyon Sayısı (n)	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5
Başlangıç	160					
1. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
6 Ay	160					
1. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-

12 Ay	159					
1. Grup	39	%100 (39)	-	-	-	-
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
18 Ay	153					
1. Grup	37	%100 (37)	-	-	-	-
2. Grup	37	%100 (37)	-	-	-	-
3. Grup	39	%100 (39)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-

4.8. FDI Kriterlerine Göre Periodontal Cevap Bulguları

Restorasyonlar periodontal cevap kriteri açısından değerlendirildiğinde elde edilen skorlar ve skorlara göre restorasyon yüzdeleri ile restorasyon sayıları Tablo 4-10'da gösterilmektedir.

Başlangıç, 6. ay, 12. ay ve 18. ayda değerlendirilen tüm restorasyonlar (%100) 1 skoruna sahip olmuştur. Kruskal-Wallis testine göre çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=1,000$).

Friedman's ANOVA testine göre hiçbir grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık periodontal cevap ölçüm değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=1,000$).

18 Ay	153					
1. Grup	37	%100 (37)	-	-	-	-
2. Grup	37	%100 (37)	-	-	-	-
3. Grup	39	%100 (39)	-	-	-	-
4. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-

4.9. FDI Kriterlerine Göre Sekonder Çürük Bulguları

Restorasyonlar sekonder çürük kriteri açısından değerlendirildiğinde elde edilen skorlar ve skorlara göre restorasyon yüzdeleri ile restorasyon sayıları Tablo 4-11’de gösterilmektedir.

Başlangıç, 6. ay, 12. ay ve 18. ayda değerlendirilen tüm restorasyonlar (%100) 1 skoruna sahip olmuştur. Kruskal-Wallis testine göre çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=1,000$).

Friedman’s ANOVA testine göre hiçbir grubun başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 aylık sekonder çürük ölçüm değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=1,000$).

Tablo 4-11: Sekonder Çürük Kriterinin Başlangıç, 6 Ay, 12 Ay, 18 Aylık Değerlendirme Sonuçları

	Restorasyon Sayısı (n)	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5
Başlangıç	160					
1. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
2. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-
3. Grup	40	%100 (40)	-	-	-	-

4.10. Lezyon Karakteristiklerine Göre Restorasyon Başarısı Bulguları

Çalışmada, FDI kriterleri açısından değerlendirilen restorasyonlarda, klinik olarak başarısızlık mevcut olan durumlar yalnızca retansiyon kaybı nedeniyle gerçekleşmiş olup, 4. Grupta herhangi bir restorasyon başarısız olarak değerlendirilmemiştir.

Mann-Whitney U testine göre, restorasyonların klinik başarısı açısından lezyon şekilleri/kavite açıları arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,708$).

Mann-Whitney U testine göre, restorasyonların klinik başarısı açısından lezyonların serviko-insizal yükseklikleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,665$).

Mann-Whitney U testine göre, restorasyonların klinik başarısı açısından lezyonlardaki mine miktarları arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,857$).

Mann-Whitney U testine göre, restorasyonların klinik başarısı açısından lezyonlardaki skleroz dereceleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,372$).

Fisher's Exact testine göre, restorasyonların klinik başarısı açısından lezyon derinlikleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,411$).

Fisher's Exact testine göre, restorasyonların klinik başarısı açısından restore edilen dişlerdeki atrizyon faseti mevcudiyeti arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,705$).

5. TARTIŞMA

Bu araştırmanın amacı çürüksüz servikal lezyonlu dişlere, HEMA içeren (Clearfil S3 Bond Plus) veya HEMA içermeyen (G-Premio Bond) iki farklı tek aşamalı adeziv ajanın, tek başlarına veya ilave hidrofobik reçine tabakası (Heliobond) eşliğinde uygulanıp, bir nano-hibrit kompozit reçine (Clearfil Majesty ES-2) ile yapılan restorasyonların başlangıç (1 hafta), 6, 12 ve 18 aylık klinik performanslarının FDI kriterlerine göre değerlendirilerek, ilave hidrofobik reçine tabakası uygulaması ve kimyasal içerik farklılığının adezivlerin klinik davranışına olan etkisinin araştırılmasıdır.

Günümüzde dişhekimliğinde kullanılan reçine esaslı restoratif materyallerin çoğu diş dokularına ya da seramik, metal alaşımları gibi materyallere adeziv sistemler aracılığı ile bağlanabilmektedir. Güncel adeziv materyaller, klinikteki uygulanma prosedürlerine ve smear tabakasına olan etkilerine göre etch and rinse sistemler (üç veya iki aşamalı) ve self-etch sistemler (iki veya tek aşamalı) olarak sınıflandırılmaktadırlar (Van Meerbeek ve ark. 2003; Hashimoto ve ark. 2004; Loguercio ve ark. 2007; Miletic 2018).

90'lı yılların başında smear tabakasını tamamen uzaklaştırmak amacıyla geliştirilmiş olan etch and rinse sistemlerde, ilk aşamada mine ve dentine %30-40'luk fosforik asit uygulanır. Yüzeyindeki organik pelikül ve smear tabakası temizlenen bu sert dokulardan minede, çözünen mine prizmaları sonrası mikroporöz bir yüzey oluşur ve yüzey enerjisi artar. Dentinde ise kollajen fibriller açığa çıkarılır, çözünen mineraller su ile yer değiştirir ve doku yaklaşık %70'lik bir su içeriğine sahip olur. İkinci aşamada uygulanan hidrofilik monomerin mikroporözitelere infiltre olup su ile yer değiştirmesiyle, hidrofobik reçinenin infiltre olabileceği alanlar hazırlanmış olur. Üç aşamalı sistemlerde son fazda, iki aşamalı sistemlerde (One Bottle) ise primer ile tek şişede birleştirilmiş olan hidrofobik monomerler bu alanlara uygulanıp polimerize edildiğinde bağlanma fazı tamamlanır (Van Meerbeek ve ark. 2003; Peumans ve ark. 2005; Pashley ve ark. 2011; Tezvergil-Mutluay ve ark. 2015).

Self-etch sistemlerde, dentin yüzeyindeki ve yüzey altındaki mineral bileşenler asidik primer ile parsiyel olarak uzaklaşır. Açığa çıkan kollajenler, infiltre olan reçine monomerler tarafından çevrelenir. İki aşamalı sistemlerde ikinci basamakta, tek aşamalı

sistemlerde ise asidik primer ile birleştirilmiş vaziyette tek basamakta dentine uygulanıp polimerize edilen hidrofobik monomerler sayesinde hibridizasyon tamamlanır. Bu sistemlerde adezyon, mikromekanik bağlantıya ek olarak fonksiyonel monomerlerin spesifik karboksil veya fosfat gruplarının hidroksiapatitler ile yaptığı kimyasal etkileşimlerle desteklenir (Van Meerbeek ve ark. 2003; Yoshida ve ark. 2004; Peumans ve ark. 2005). Bu sistemlerin avantajı, asitleme aşamasının olmaması sayesinde bir klinik basamağın eksilmesi, teknik hassasiyetin azalması ve demineralizasyon ile infiltrasyonun eş zamanlı gerçekleşmesidir (Peumans ve ark. 2005; Tjäderhane ve ark. 2013).

Son yıllarda klinisyenlerin en çok tercih ettiği yeni nesil sistemler olan universal adezivler ise tek aşamalı self-etch sistemlerin bir modifikasyonu olarak, mine ve dentin dokularının adeziv sistemlerle bağlanma kabiliyetlerinin farklı olmasının yarattığı problemleri gidermek amacıyla üretilmiş olan, hem etch and rinse (nemli veya kuru bağlanma) hem de self-etch (mine-dentinin asitlenmemesi veya minenin selektif asitlenmesi) modunda kullanılabilen materyallerdir (Loguercio ve ark. 2015; Hanabusa ve ark. 2019). Çalışmamızda yer alan adezivlerden Clearfil S3 Bond Plus tek aşamalı bir self-etch, G-Premio Bond universal bir adezivdir.

Restoratif dişhekimliğinde adeziv restorasyonların klinik performansını belirleyen en önemli etkenlerden biri, adeziv sistemler ile diş dokuları arasındaki hibrit tabakanın kalitesi ve uzun dönemdeki dayanıklılığıdır. Nakabayashi ve ark. (1982) dentine infiltre olan monomerlerin, demineralize kollajen matriks ve hidroksiapatitle birleşmesi ile oluşan, bir kısmı reçine bir kısmı diş dokusundan meydana gelen yeni materyali hibrit tabaka olarak tanımlamıştır. Kollajenlerin adeziv reçine ile optimal oranda örtüldüğü bir hibridizasyon sağlandığında, hibrit tabaka aside ve degradasyona karşı dirençli, dayanıklı ve sekonder çürüğü engelleyici özellikte olan benzersiz bir yapıdır (Nakabayashi ve ark. 1991; Pashley ve ark. 2003; Tjäderhane ve ark. 2013; Tezvergil-Mutluay ve ark. 2015). Kullanılan adeziv sistemin tipi (Heintze ve ark. 2010), uygulanma prosedürleri, adezivlerin kimyasal içeriği, fonksiyonel monomerler ile dokuların etkileşimi (Wang ve ark. 2017), oluşan hibrit tabakanın kalitesini ve dentine olan bağlanma dayanımını etkilemektedir.

Kullanılan adeziv sistem ve kullanım yöntemlerinden bağımsız olarak artık hidroksiapatit kristalleri, kollajen lifler, artık çözücü/su ve reçine monomerlerin bir karışımı olan hibrit tabakadaki degradasyon süreci, adeziv restorasyonların ömrünü

sınırlayan en büyük problemlerden biri olmaya devam etmektedir (Armstrong ve ark. 2004; Scotti ve ark. 2017). Bağlantı arayüzünün stabilitesi için, hibrit tabaka en kompakt ve en homojen yapıda oluşturulmalıdır (Breschi ve ark. 2008). Hibrit tabaka degradasyonu, kollajen matriksin ve adeziv reçinenin hidrolitik degradasyonu ile gerçekleşir (Hashimoto ve ark. 2003). Ağız içindeki oklüzal kuvvetler ve termal ekspansiyon/kontraksiyon stresleri, adeziv arayüzde mekanik yıkıma (arayüzde çatlaklar) neden olurken, asidik kimyasal ajanlar, tükürük/bakteri enzimleri veya su Emilimi kimyasal yıkıma (hidroliz) neden olur (Breschi ve ark. 2008; Fukuoka ve ark. 2011; Scotti ve ark. 2017).

Hibrit tabaka içindeki reçinenin degradasyonunun ana nedenlerinden biri olan hidroliz, ester bağlarına katılan suyun polimerler arasındaki kovalent bağları yıkması ile gerçekleşir (Breschi ve ark. 2008). Plastikleşen (yumuşama) reçine hibrit tabakadan uzaklaşır. Reçinenin uzaklaşması, MMP'lerin açığa çıkıp kollajen fibrilleri hidroliz etmesine, kollajenlerin parçalanıp yok olması ise hibrit tabakanın örtücülüğünün azalmasına ve sonuçta retansiyonun kaybolmasına neden olur (Tekçe ve ark. 2013; Scotti ve ark. 2017). Dentin-reçine bağları uzun dönemde mine-reçine bağlarına göre daha az dayanıklıdır. Bu bağların bozulmasına bağlı olarak kenarları minede sonlanmayan restorasyonlarda oluşan marjinal sızıntı ve sekonder çürükler de klinik ömrü kısaltan en önemli problemlerdir (Van Meerbeek ve ark. 2003; Tezvergil-Mutluay ve ark. 2015). Hidrofilik monomerler, asidik monomerler, su ve çözücü karışımından oluşan basitleştirilmiş sistemlerde meydana gelen hibrit tabaka, hidrofobik reçine örtülemesinden yoksun olduğu için hidrofilik yapıda ve polimerizasyon sonrası su geçişlerine izin veren yarıgeçirgen bir membran karakterindedir (Tay ve ark. 2002; Breschi ve ark. 2008). Hidrofilik yapıdaki bu sistemlerdeki su Emilimi ve arayüzler arasındaki su geçişleri, reçinede hidrolize ve bağlantı kuvvetlerinin düşmesine neden olur (Tekçe ve ark. 2013). Arayüzler arasındaki su geçişleri ile oluşan, elektron mikroskobu altında görülebilen ve su ağaçları olarak isimlendirilen su dolu difüzyon kanalları, hibrit tabakanın yüzeyinden adeziv tabakaya doğru uzanır. Benzer su geçişleri, arayüzde yüksek konsantrasyonda bulunan çözünmüş inorganik iyonlar ve hidrofilik reçine monomerlerin yarattığı ozmotik basınç ile adeziv tabakada su kabarcıkları oluşmasına neden olur. Hibrit tabakadaki gümüş boyama ile tespit edilebilen bu su kabarcıkları, su ağaçları ve poröz alanlar nanosızıntı olarak adlandırılmaktadır (Tay ve Pashley 2003; Chersoni ve ark. 2004; Breschi ve ark. 2008).

Tek aşamalı sistemlerde tek tabaka halinde uygulanan ince adeziv oksijen inhibisyonuna daha çok maruz kaldığı ve bunun da polimerizasyonun yetersiz olmasına neden olduğu belirtilmektedir (Miyazaki ve ark. 2003). Bunun yanında bağlantı arayüzünde artık çözücü ve su kalması da yetersiz polimerizasyona neden olur. Yetersiz polimerizasyon ise hibrit tabakanın su ile hidroliz sürecini hızlandırır (Nunes ve ark. 2005). Van Landuyt ve ark. (2008) tek aşamalı sistemlerde SEM-TEM altında adeziv tabaka boyunca gözlemlenen su damlacıklarının iki farklı kaynaktan meydana geldiğini, bir kaynağın faz ayrımı, diğer kaynağın ise su emilimi ve ozmozis olduğunu belirtmiştir. Faz ayrımından kaynaklanan damlacıklar ozmoz damlacıklarından büyüktür. Ozmoz kaynaklı olanlar ise daha küçüktür ve adeziv tabaka haricinde, adeziv tabaka ile kompozit arasındaki polimerize olmamış monomerlerin bulunduğu oksijen inhibisyon tabakasında da bulunur. Çünkü oksijen inhibisyon tabakası dentinden su emilimine neden olur. Bu nedenle adeziv tabakaya yerleştirilen kompozit ne kadar geç polimerize edilirse bu alandaki su damlacıklarının sayısı artmaktadır.

Abdalla ve arkadaşlarının (2008) suda yaşlandırma yönteminin iki aşamalı bir etch and rinse ile iki aşamalı ve tek aşamalı iki self-etch adeziv bağlanma dayanımına olan etkisini incelediği bir çalışmada, kompozit ile restore edilip çubuklara ayrılmadan indirekt olarak 4 yıl suda bekletilen örneklerde, tek aşamalı etch and rinse adeziv bağlanma değerlerinde ciddi oranda düşüş olmadığı gözlenmiş bu durumun asitlenmiş mine-reçine arasında oluşan bağlantının koruyucu etkisinin nanosızıntıyı önleyerek, hibrit tabakayı degradasyona karşı önlemesine bağlı olabileceği belirtilmiştir. Dentin çubuklarına ayrılan örneklerin suda 4 yıl boyunca direkt olarak yaşlandırılması ise aynı sistemdeki değerlerin önemli ölçüde düşmesine neden olmuştur. Bu durum etch and rinse sistemlerde reçinenin penetrasyon derinliğinin demineralizasyon derinliği kadar olmaması ile çıplak kalan demineralize kollajen fibrillerin degradasyona savunmasız kalmasıyla ilişkilendirilmiştir. Çalışmada test edilen self-etch sistemlerde de yine indirekt olarak 4 yıl suda bekletilen örneklerde, bağlanma değerlerinde ciddi oranda düşüş olmadığı gözlenmiş, dentin çubuklarına ayrılan örneklerin suda 4 yıl boyunca direkt yaşlandırılması ile değerlerin önemli ölçüde düşmesine neden olduğu belirtilmiştir. Suda direkt 4 yıl bekletme sonrasında iki aşamalı self-etch sistem, iki aşamalı etch and rinse sisteme benzer bağlantı değerleri sergilemişken tek aşamalı self-etch sistemdeki düşüş diğer sistemlerden dramatik olmuştur. Bu durum tek aşamalı sistemde ayrı bir hidrofobik tabaka basamağı olmaması sonucunda elde edilen arayüzün

hidrofilik, yarıgeçirgen bir membran karakterinde olması ile ilişkilendirilmektedir (Erhardt ve ark. 2008; Toledano ve ark. 2007; Abdalla ve ark. 2008).

Basitleştirilmiş sistemlerdeki bağlanma değerlerinin yükselmesi ve hibrit tabakadaki degradasyon sürecinin yavaşlaması için çeşitli stratejiler önerilmektedir. Bunlar su absorpsiyonunu önlemek için ilave bir hidrofobik reçine tabakası kullanılması, konversiyon derecesinin artması ve geçirgenliğin azalması için polimerizasyon süresinin uzatılması, kollajen fibrillerin endojen enzimler tarafından yıkılmasını engellemek için MMP inhibitörü ajanlar kullanılması, adeziv devamlı hafif basınçla uygulanması veya uygulama süresinin uzatılması ile dentine olan monomer infiltrasyonunun artırılması, nanosızıntının azalması için çözücünün etkin uzaklaştırılması gibi yöntemlerdir. Bu stratejiler ile monomer infiltrasyonunun ve polimerizasyon miktarının artırılması, su emilimi ve kollajen degradasyonunun azaltılıp restorasyonun ömrünün uzatılması amaçlanmaktadır. (Hashimoto ve ark. 2004; Van Landuyt ve ark. 2005; Cadenaro ve ark. 2005; King ve ark. 2005; Breschi ve ark. 2008; Muñoz ve ark. 2014; Sezinando ve ark. 2015).

Bracket ve ark. (2005) polimerize olmuş adeziv üzerine uygulanan ilave hidrofobik reçine tabakasının, tek aşamalı bir sistemi iki aşamalı sisteme dönüştürdüğünü belirtmiştir. Van Landuyt ve ark. (2005) ilave hidrofobik reçine uygulanan tek aşamalı sistemlerde daha kalın, daha uniform ve daha az artık su/çözücü içeren bir adeziv tabaka oluştuğunu belirtmiştir. Cadenaro ve ark. (2005) ayrı bir basamakta hidrofobik ajan kullanımının yüksek oranda polimerizasyon sağladığını ve bunun daha düşük oranda su emilimine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Reis ve ark.nın (2009) ilave hidrofobik reçine tabakasının tek aşamalı self-etch adezivlerin klinik performansına olan etkisini araştırdıkları 18 aylık bir klinik çalışmada, ilave hidrofobik reçine tabakası uygulanmış gruplarda retansiyon oranlarının daha yüksek bulunduğunu, bu durumun özellikle 10-MDP içermeyip, 4-MET içeren ve tek başına kullanıldığında oldukça düşük retansiyon değerleri sergileyen IBOND Gluma inside adezivi için istatistiksel olarak anlam ifade ettiğini belirtmişlerdir.

Perdigão ve ark.nın (2019) ilave hidrofobik reçine uygulamasının klinik performansa olan etkisini araştırdıkları bir çalışmada, bir universal adeziv (Scotchbond Universal Adhesive, 3M Oral Care) üç aşamalı etch and rinse, iki aşamalı etch and rinse, iki aşamalı self-etch ve tek aşamalı self-etch modlarda çürüksüz servikal lezyonlara uygulanmıştır. İlave hidrofobik tabaka (Adper Scotchbond Multi-Purpose

Adhesive) üç aşamalı etch and rinse ve iki aşamalı self-etch modlara uygulanmış, Filtek Supreme XTE (3M Oral Care) ile tamamlanan restorasyonlar 18 ve 36 aylık klinik takip sonrası Modifiye USPHS Kriterlerine göre değerlendirilmiştir. İlave hidrofobik tabaka uygulamasının klinik performansa bir etkisinin olmadığı, self-etch prosedürlerinin etch and rinse prosedürlerine göre önemli derecede düşük retansiyon değerleri sergilediği tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan hidrofobik reçine tabakası Adper Scotchbond Multi-Purpose Adhesive, içeriğinde hidrofilik HEMA monomerini barındırmaktadır ve bu monomer polimerizasyon sonrası su emilimine neden olmaktadır bu nedenle ilave hidrofobik reçine tabakasının klinik etkisini test eden klinik çalışmalarda HEMA içermeyen bir materyal tercih edilmesi gerektiği vurgulanmış, daha önce yapılmış olan in vitro ve in vivo çalışmalarda (Muñoz ve ark. 2014; Perdigão ve ark. 2014; Sezinando ve ark. 2015) da HEMA içermeyen materyaller tercih edilmiştir. Bu bilgiler ışığında çalışmamızda ilave hidrofobik reçine tabaka uygulamasının, basitleştirilmiş adeziv ajanların hibrit tabaka degradasyonuna ve dolayısıyla klinik performansına olan etkisinin değerlendirilmesi amacıyla içeriğinde hidrofilik monomer bulunmayan Heliobond adezivi tercih edilmiştir.

Geçmişten günümüze adeziv sistemlerin performansının test edilmesini amaçlayan pek çok in vitro ve in vivo araştırma yapılmaktadır. Reçine-dentin/reçine-mine bağlanma dayanımını ölçen laboratuvar testleri, klinik çalışmalara göre daha az maliyetli olup daha hızlı sonuç vermesi nedeniyle en sık tercih edilen ve adeziv teknolojilerinin hızlı gelişiminde büyük rol oynayan yöntemlerdir (Peumans ve ark. 2005; Van Meerbeek ve ark. 2010; Carvalho ve ark. 2012; Tekçe 2013). Adeziv materyallerin bağlanma performansları mikro gerilim bağlanma dayanımı (mikrotensil) makaslama bağlanma dayanımı (shear veya mikroshear) gibi testlerle değerlendirilmekte, ağız içi koşullar hazırlanan numuneler suda, termalsiklusta, enzimde veya kimyasal solüsyonda bekletilerek, pH siklusu veya okluzal yüklemeye maruz bırakılarak simule edilmektedir (Tekçe ve ark. 2013; Eren ve ark. 2013). Ancak bu yapay yaşlandırma yöntemlerinin in vivo koşulları tam olarak yansıtamaması, marjinal renkleşme, sekonder çürük gibi parametrelerin değerlendirilememesi (Heintze 2009), farklı yapılara sahip diş dokularında standardizasyonun zorluğu (Tekçe 2013), aynı materyallerin farklı laboratuvar çalışmalarında farklı sonuçlar sergilemesi gibi nedenlerle, laboratuvar testlerinin materyalin klinik performansını kesin olarak yansıtmayacağı tartışmalıdır. Sonuç olarak adezivin klinik performansı hakkında

bilimsel kanıt toplamanın en nihai yolu klinik çalışmalardır. (Van Meerbeek ve ark. 2010; Carvalho ve ark. 2012).

Klinik çalışmaların düzenli takip gerektirmesi, birkaç yıllık zaman alması, maliyetinin fazla olması, çalışmanın sonuçları elde edilene kadar yeni materyallerin piyasaya sürülmesi, dolayısıyla adeziv gelişmelerin hızından daha yavaş ilerleyen bir yöntem olması gibi dezavantajları mevcut olsa da materyallerin klinik ömrünün ve davranışının tespit edilebilmesi için mutlaka klinik olarak test edilmeleri gereklidir (Van Meerbeek ve ark. 1998). Van Meerbeek ve ark. (2010) bağlanma kuvveti testleri ile sınıf V restorasyonların klinik performansları arasındaki ilişkiyi değerlendirdikleri bir çalışmada bağlanma dayanımı değerleri ile klinik retansiyon değerleri arasında korelasyon olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak bağlanma dayanım testleri ile mikroskobik marjinal aralık/mikrosızıntı analizleri arasındaki korelasyonun değerlendirildiği bir sistematik derlemede (Heintze 2007), restoratif materyallerin bağlanma kuvvetleri ile marjinal adaptasyon performansları arasında bir korelasyon olmadığı saptanmıştır. Diğer bir sistematik derlemede de (Heintze ve ark. 2009) marjinal adaptasyon parametresinin test edildiği laboratuvar çalışmaları ile sınıf V restorasyonların klinik sonuçları arasındaki korelasyon karşılaştırılmış, aynı adeziv sistemler arasında büyük değişkenlikler olduğu ve laboratuvar testleri ile klinik sonuçlar arasında zayıf bir korelasyon olduğu belirtilmiştir.

Amerikan Dişhekimleri Birliği tarafından 2001 yılında uygulamaya koyulup, firmaların yeterli katılımının sağlanamaması nedeniyle 2008 yılında uygulamadan kaldırılan ‘‘Dentin ve Mine Adeziv Materyalleri Kabul Programı Yönergeleri’’ne göre bir adeziv materyalin klinik kullanım için yeterli ve kabul edilir şeklinde tanımlanabilmesi için retatif özelliğe sahip olmayan, çürüksüz servikal lezyonlara uygulanması ve 1 buçuk yıllık klinik kullanımı sonrası retansiyon oranının %90’dan yüksek olması gerekmektedir (ADA 2001; Heintze ve ark. 2010). Daha önce yapılmış çalışmalar neticesinde pek çok araştırmacı tarafından, çürüksüz servikal lezyonların makromekanik tutunma sağlamaması ve ortalama ağız hijyenine sahip popülasyonlarda yaygın olması, en az %50’lik bir bağlanma alanının dentinden oluşması, restorasyon marjinlerinin hem mine hem de dentinde sonlanması, genellikle operatörün erişimi açısından avantajlı olan anterior ve premolar dişlerin vestibül yüzünde bulunması, minimal preparasyon ve işlem gerektirdiğinden hekime bağlı değişkenlerin etkisinin az olması, kavitelerin genellikle küçük konfigürasyon faktörlerine sahip olması sayesinde

restorasyon materyalinin mekanik özelliklerinin, adeziv performansı önemli ölçüde etkilememesi gibi nedenlerle, adeziv sistemlerin klinik performansının değerlendirilmesinde en uygun test substratının çürüksüz servikal lezyonlar olduğu belirtilmektedir (Van Meerbeek ve ark. 1998; Browning ve ark. 2000; Tyas ve ark. 2002; Van Meerbeek ve ark. 2003; Peumans ve ark. 2005; Peumans ve ark. 2007). Bu lezyonlarda makro-mekanik retansiyon sağlanmaması nedeniyle başarısız bir bağlantının en objektif değerlendirme parametresinin ‘retansiyon kaybı’ olduğu kabul edilmektedir (Peumans ve ark. 2005; Van Meerbeek ve ark. 2010). Farklı adeziv materyallerin ve yöntemlerin klinik etkinliğinin karşılaştırıldığı bu tez çalışmasında, ADA’nın yönergeleri doğrultusunda, test kavitesi olarak çürüksüz servikal lezyonlar tercih edilmiştir.

Klinik çalışmalarda, yapılan restorasyonların kullanım ömrünün ve klinik performansının değerlendirilmesinde retansiyon, yüzey renklenmesi, marjinal adaptasyon, sekonder çürük gibi parametrelerin ölçüldüğü USPHS ve/veya FDI kriterleri kullanılmaktadır. Cvar ve Ryge (1971) tarafından geliştirilen ve renk uyumu, anatomik form, marjinal adaptasyon, çürük ve marjinal renkleşme parametrelerinin değerlendirildiği Ryge Kriterleri, son 50 yılda, tespit edilen gereksinimlere göre modifiye edilmiş ve günümüzde klinik çalışmalarda sıklıkla kullanılan Modifiye USPHS Kriterleri (Modifiye Ryge Kriterleri) halini almıştır (Ryge 1980; Bayne ve Schmalz 2005). Modifiye USPHS Kriterleri retansiyon, renk uyumu, marjinal renkleşme, marjinal adaptasyon, sekonder çürük, anatomik form (kontur) kaybı/aşınma, post-operatif hassasiyet parametrelerini içerir (Swift ve ark. 2001). Bu parametreler değerlendirme sonucunda Alfa (A), Bravo (B), Charlie (C) veya Delta (D) ifadeleri ile skorlanır. Alfa klinik olarak ideal restorasyon, Bravo idealden ufak sapmalar gösteren ancak yine de kabul edilebilir restorasyon (retansiyon ve sekonder çürük hariç), Charlie gelecekteki hasar olasılığını önlemek için değiştirilmesi gereken restorasyon ve Delta derhal değiştirilmesi gereken restorasyon anlamını temsil etmektedir (Marquillier ve ark. 2018).

2007 yılında, Modifiye USPHS Kriterlerinden daha hassas ve ayırıcı özellikte olan, estetik, fonksiyonel ve biyolojik olmak üzere üç ana kategoriye ve bunların alt grubu olan 16 parametreyi değerlendirme imkânı sağlayan FDI Kriterleri, FDI Bilim Komitesi tarafından kabul edilmiştir (Hickel ve ark. 2010; Marquillier ve ark. 2018). Değerlendirilen her parametre; klinik olarak çok iyi/kabul edilebilir ise 1, klinik olarak

iyi/ kabul edilebilir ve küçük bir değişiklikten sonra çok iyi olarsa 2, klinik olarak yeterli/ kabul edilebilir fakat yan etkisi olmayan küçük eksiklikler mevcutsa 3, klinik olarak yetersiz/kabul edilemez fakat tamir edilebilir ise 4, klinik olarak çok yetersiz/kabul edilemez ve yenilenmesi gerekiyor ise 5 değeri ile skorlanmaktadır. Sonuçta her kategorinin nihai skorunu tüm alt gruplar arasındaki en kötü skorlama belirlemektedir (Hickel ve ark. 2007; Hickel ve ark. 2010). Pek çok araştırmacı (Piva ve ark. 2009; Hickel ve ark. 2010; Marquillier ve ark. 2018; Perdigão ve ark. 2019) çürüksüz servikal lezyonlara uygulanan restorasyonların klinik performansının değerlendirilmesinde FDI kriterlerinin, Modifiye USPHS kriterlerine göre daha pratik, ufak değişkenlere daha hassas ve özellikle marjinal renkleşme ve marjinal adaptasyon parametreleri (Loguercio ve ark. 2015) açısından daha açıklayıcı olduğunu belirtmektedir.

Çalışmamızda restorasyonların değerlendirilmesi için modifiye edilebilirliği ve daha hassas değerlendirme şansı sağlamasının yanında, 2008 FDI Genel Kurulunda restoratif materyallerin test edildiği klinik çalışmalarda uygulanması gereken ‘Standart Kriterler’ olarak kabul edilen (Hickel ve ark. 2010) FDI Kriterleri tercih edilmiştir. FDI kriterlerinde yüzey cilası, yüzey renkleşmesi/marjinal renkleşme, renk uyumu ve translusensi, estetik anatomik form, materyalde kırık ve retansiyon, marjinal adaptasyon, okluzal kontur ve aşınma, aproksimal anatomik form, radyografik muayene, hastanın görüşü, post-operatif hassasiyet ve diş vitalitesi, tekrarlayan çürükler /erozyon/abfraksiyon, diş bütünlüğü/kırık/çatlak, periodontal cevap, komşu mukoza, oral ve genel sağlık parametreleri değerlendirilmektedir (Hickel ve ark. 2010). Ancak araştırmacılar, çalışmalarda bu parametrelerin 16’sının da kullanılmasından ziyade amaca en uygun olanların kullanımının en doğru yaklaşım olacağını vurgulamaktadırlar (Marquillier ve ark. 2018). Bu nedenle çalışmamızda yüzey cilası, marjinal renkleşme, renk uyumu ve translusensi, estetik anatomik form, kırık ve retansiyon, marjinal adaptasyon, periodontal cevap, post-operatif hassasiyet ve sekonder çürük parametreleri kullanılmıştır. Çalışmamızda Hickel ve ark.nın (2010) önerileri doğrultusunda, ana kriterlerin skorları, her alt kriterlerin en kötü skoruna göre belirlenmiştir. Klinik olarak başarısız olarak kabul edilen bir kriterin başarısızlığının nedeni sorgulanıp restorasyonun tamir edilip edilemeyeceğine karar verilmelidir. Yani tüm başarısız skorlar restorasyonun değiştirilmesine yol açmamaktadır.

Çalışmamızın başlangıç (1 hafta), 6 ay, 12 ay ve 18 aylık klinik değerlendirmeleri, FDI kriterlerine göre kalibre edilmiş ve en az 15 yıllık klinik uygulama tecrübesine sahip olan iki Restoratif Diş Tedavisi Uzmanı tarafından gerçekleştirilmiştir. Klinik çalışmaların değerlendirme sonuçları arasındaki değişkenliklerin ve değerlendiriciler arasındaki tutarsızlıkların azaltılması için değerlendiricilerin, kullanılacak değerlendirme kriterine göre uluslararası kalibrasyon sempozyumları ve kurslarıyla çok iyi eğitilmiş, vaka fotoğrafları, slaytlar veya web-tabanlı kalibrasyon programları ile kalibre edilmiş olması gereklidir (Hickel ve ark. 2010).

Çalışmamızda operasyon alanının izolasyonu dudak ekartörü, rulo pamuk tampon, tükürük emici ve retraksiyon ipi kullanılarak ideal bir şekilde sağlanmıştır. Gingival bölgede kanamaya ve dişeti çekilmesine (Ericsson ve Lindhe 1984; Greenbaum ve Strassler 1994; Daudt ve ark 2013) yol açma ihtimali olması ve pratik olmayıp zaman alıcı (Lougercio ve ark. 2015) bir yöntem olması nedeniyle rubber-dam izolasyonu tercih edilmemiştir. Çürüksüz servikal lezyonları içeren klinik çalışmaların bir kısmında (Baratieri ve ark. 2003; Matis ve ark. 2004; Peumans ve ark. 2005; Reis ve Loguercio 2009; Loguercio ve ark. 2015) izolasyon rubber-dam ile sağlanmış ve rubber-dam kullanımının pamuk tampon ve retraksiyon ipine göre daha düşük kontaminasyon riski taşıdığı belirtilmiştir. Diğer pek çok çalışmada (Swift ve ark. 2001; Moretto ve ark. 2013; Van Dijken 2013; Van Landuyt ve ark. 2013; Ruschel ve ark. 2018; Perdigão ve ark. 2019) ise izolasyon için pamuk tampon ve retraksiyon ipi yeterli görülmüş ve rubber dam kullanılmamıştır. Heintze ve ark. (2010) servikal restorasyonların en az 18 aylık klinik performansının araştırıldığı çalışmalardan oluşan bir meta-analizde, izolasyon tipinin klinik sonuçlar açısından istatistiksel olarak bir etkisi olmadığını tespit etmişlerdir. Lougercio ve ark.nın (2015) çürüksüz servikal lezyon restorasyonlarında uygulanan izolasyon metodunun retansiyon oranı ve gingival hasara olan etkisini araştırdıkları 18 aylık bir klinik çalışmada, toplam restorasyonun 30'unda rubber-dam diğer yarısında da pamuk tampon/retraksiyon ipi kullanılmış ve restorasyonlar FDI kriterlerine göre değerlendirilmiştir. İzolasyon metodları arasında hasta tercihi, retansiyon değerleri, gingival hasar, kanama ve gingival hassasiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ancak istatistiksel olarak anlamlı olmasa da rubber-dam'li gruplarda daha fazla gingival hasar ve kanama meydana gelmiştir.

ADA yönergeleri (ADA 2001) gereğince ve daha önceki klinik çalışmalara (Matis ve ark. 2004; Sartori ve ark. 2013; Öz ve ark. 2018; Perdigão ve ark. 2019; Ranjitha ve ark. 2020) benzer şekilde bu klinik çalışmada sklerotik dentinde herhangi bir işlem, herhangi bir kavite preparasyonu veya mine bizotajı uygulanmamıştır. Dentin dokusunun mineral içeriği adeziv bağlanmayı etkileyen unsurlardandır (Suzuki ve ark. 1988; Perinka ve ark. 1992). Çürük lezyon altındaki dentinde, fizyolojik olarak yaşlanan dentinde veya çürüksüz servikal lezyon nedeniyle ağız ortamına açılan dentinde tübüller, trikalsiyum fosfat kristalleriyle tıkanmaktadır (Harnirattisai ve ark. 1993; Ritter 2017). Normal dentine göre daha az geçirgen ve demineralizasyona karşı daha dirençli olan bu sklerotik yapının, monomer penetrasyonunu engellediğini ve daha düşük bağlanma değerleri sergilediğini belirten çalışmalar (Heymann ve ark. 1988; Duke ve Lindemuth 1991; Duke ve ark. 1991; Wilder ve ark. 1991) bulunsada sklerotik dentinin optimal bağlantı değerleri sergilediğini ve bağlantıyı artırmak için ilave prosedürlere (sklerotik dentinin mekanik olarak uzaklaştırılması, asitleme süresinin uzatılması, mine dokusuna bizotaj uygulanması) gerek olmadığını ortaya koyan çalışmalar (Van Meerbeek ve ark. 1996; Van Dijken 2000; Kusunoki ve ark. 2002; Tay ve ark. 2004; van Dijken 2004) da mevcuttur. Van Meerbeek ve ark. (1998) adezivlerin klinik olarak test edilmesi için en ideal test modelinin prepare edilmemiş çürüksüz servikal lezyonlar olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda kullandığımız Clearfil S3 Bond Plus tek aşamalı self-etch bir adezivdir ancak kullanım talimatlarında prepare edilmemiş minede uygulanacağında minenin asitle pürüzlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Çalışmamızda kullandığımız diğer adeziv olan G-Premio Bond, universal bir adeziv olduğundan etch and rinse, self-etch veya selektif asitleme modunda kullanım seçeneklerine sahiptir. Çalışmamızda test kavitelerinin standardizasyonunun sağlanması amacıyla adeziv uygulaması öncesinde daha önceki klinik çalışmalara (Öz ve ark. 2018; Ranjitha ve ark. 2020) benzer şekilde dört grupta da mine marjinlerine %37'lik Scotchbond Universal Etchant ile 15 saniye selektif asitleme yapılmıştır. Loguercio ve ark.nın (2007) çürüksüz servikal lezyonlara uyguladıkları etch and rinse ve self-etch adezivlerin 36 aylık klinik performansını karşılaştırdıkları bir çalışmada self-etch adezivlerde marjinal minede daha hızlı yıkım ve daha fazla marjinal renkleşme olduğu saptanmıştır. Bu durum self-etch sistemlerin minede yeterli demineralizasyon yaratamamasıyla ilişkilendirilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda hafif asidik self-etch sistemlerin minedeki performanslarının artırılabilmesi

için minenin adeziv uygulanmadan önce fosforik asit ile pürüzlendirilebileceği, artan mikromekanik retansiyon sayesinde daha iyi marjinal örtüleme sağlanarak, marjinal aralanma ve marjinal renkleşme riskinin azalacağı savunulmuştur (Ferrari ve ark. 1997; Torii ve ark. 2002; Miguez ve ark. 2003; Perdigão ve ark. 2003; Peumans ve ark. 2005; Perdigão ve ark. 2006; Ermis ve ark. 2010). Ranjitha ve ark.nın (2020) selektif asitleme ve self-etch modlarda çürüksüz servikal lezyonlara uyguladıkları G-Premio Bond'un 12 aylık klinik performansını USPHS kriterlerine göre değerlendirdikleri bir çalışmada, selektif asitleme ve self-etch modlar arasında istatistiksel açıdan bir fark elde etmemişlerdir. Ancak selektif asitleme yöntemi uygulanan restorasyonların marjinal renkleşme ve retansiyon açısından daha iyi klinik performans gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda, çok şiddetli hassasiyet, gingival ödem ve kanama, kronik veya akut periodontal hastalık mevcut olan dişler, sonuçların etkilenmemesi için çürüksüz servikal lezyon restorasyonlarının değerlendirildiği daha önceki klinik takip çalışmalarına (Sartori ve ark. 2013; Öz ve ark. 2018; Ruschel ve ark. 2018; Ranjitha ve ark. 2020) benzer olarak çalışmamıza dahil edilmemiştir.

Araştırmamızda toplam dört ayrı çalışma grubu vardır. İki ayrı çalışma grubunda Clearfil S3 Bond Plus ve G-Premio Bond adezivleri çürüksüz servikal lezyonlara, kullanıcı talimatlarına göre standart prosedürde uygulanmıştır. Diğer iki çalışma grubunda ise bu basitleştirilmiş adezivler çürüksüz servikal lezyonlara uygulanıp polimerize edilmiş ve ilave olarak hidrofobik reçine tabakası (Heliobond) uygulanmıştır.

De Munck ve ark. (2005) adeziv materyallerin diş dokularına olan bağlanma dayanımlarını araştıran in vitro ve in vivo çalışmaları incelemişler, tüm adeziv tiplerinde in vivo koşulların etkisi ile ortalama 3 ayda mekanik ve morfolojik olarak degradasyon belirtileri görülmeye başlandığını belirtmişlerdir. Tezvergil-Mutluay ve ark. (2015) dentine olan bağlantı kuvvetleri başlangıçta yüksek değerlere sahip olsa da 1-2 yıllık klinik kullanım sonrası bu değerlerin %50-60'ının kaybedildiğini, bu durumun dentin dokusunun yüksek oranda organik materyal ile su içermesi ve adezivlerin içeriğindeki su emilimini artıran hidrofilik materyallerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda 18 ay sonunda kümülatif restorasyon kaybı sayısı Grup 1'de 3 (% 7,5), Grup 2'de 3 (%7,5) ve Grup 3'te 1 (%2,5) olmuş, Grup 4'te ise 18 ay boyunca herhangi bir restorasyon kaybı gerçekleşmemiştir. 18 ay sonunda tüm

gruplarda klinik olarak kabul edilebilir düzeyde, marjinal renkleşme, renk uyumu ve translusenside değişiklik, Grup 2 hariç diğer tüm gruplarda klinik olarak kabul edilebilir düzeyde marjinal adaptasyonda bozulma meydana gelmiştir. Çalışmamızda hiçbir çalışma grubunda başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 ay sonunda post-operatif hassasiyet, sekonder çürük gelişimi ve peridodontal cevap (kanama, plak birikimi, cep oluşumu, inflamasyon) gözlenmemiştir. ADA Yönergeleri'ne göre mine-dentin adeziv materyallerinin klinik kullanıma uygunluk açısından geçici olarak ADA Kabul Onayı alması için restorasyonların 6 aylık klinik kullanımı sonrası %5'ten fazla retansiyon kaybı gözlemlenmemesi gereklidir. Tam kabul için ise 18 aylık klinik kullanım sonrası değerlendirilen restorasyonlarda %10'dan fazla retansiyon kaybı gözlemlenmemesi gerektiği belirtilmiştir (ADA 2001). Çalışmamızda 18 aylık kullanım sonunda çalışma grupları sırasıyla %92,5, %92,5, %97,5 ve %100'lük kümülatif sağkalım oranlarına sahip olmuştur. Bu nedenle tüm grupların ADA Yönergeleri'ne göre klinik olarak başarılı kabul edilebileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda restorasyon kayıpları yalnızca retansiyon kaybı nedeniyle gerçekleşmiş olup, gruplar arasında retansiyon değerleri açısından istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. 12. ayda 160 restorasyonun 1'inde, 18. ayda 159 restorasyonun 6'sında kayıp meydana gelmiştir. Restorasyon kayıpları çoğunlukla atrizyon faseti içeren alt çene premolar dişlerde meydana gelmiştir. Ancak restorasyon kaybı olan dişlerdeki atrizyon faseti mevcudiyetleri arasında istatistiksel olarak bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Oginni ve ark. (2014) bir çalışmada atrizyon faseti içeren ve atrizyon faseti içermeyen çürüksüz servikal lezyonlara uygulanan kompozit restorasyonların iki yıllık klinik performansını USPHS kriterlerine göre karşılaştırmışlardır. Çalışmanın bulguları neticesinde dahil edilen tüm dişler arasında alt çenedeki dişlerde (%44,7) üst çenedeki dişlere (%24,5) oranla daha fazla atrizyon faseti gözlemlenmiştir. Atrizyonlu ve atrizyonsuz dişlere uygulanan restorasyonların klinik performansı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmese de çalışmamıza benzer şekilde, atrizyon fasetli dişlerde retansiyon ve marjinal renkleşme açısından daha düşük başarı oranı ortaya çıkmıştır. Sartori ve ark. nın (2013), ilave hidrofobik tabaka uygulamasının, çürüksüz servikal lezyonlara uygulanan tek aşamalı self-etch adezivin klinik performansına olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında da, çalışmamıza benzer şekilde retansiyon kayıpları en çok alt çenedeki dişlerde gerçekleşmiştir. Bu durum oklüzal kuvvetlerin servikalde yarattığı streslerin bu bölgedeki restorasyonların klinik

performansına negatif etkisinin olabileceğini destekler niteliktedir. Çalışmamızdaki restorasyonların klinik başarısı değerlendirildiğinde daha önceki çalışmaların (Van Dijken 2013; Loguercio ve ark. 2015; Zanatta 2019) bulgularına benzer olarak, lezyonlardaki mine miktarları, lezyon derinlikleri, dentin skleroz dereceleri, aç, yükseklik gibi özellikler arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

18 ay sonrasında, ilave hidroforbik reçine tabakası uygulanmış ve ilave hidroforbik reçine tabakası uygulanmamış gruplar arasında (Grup 1 ve Grup 2 arasında; Grup 3 ve Grup 4 arasında), değerlendirilen kriterler açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Tüm gruplarda retansiyon kaybı (Grup 4 hariç) veya marjinal renkleşme, marjinal adaptasyon, renk uyumu ve translusensi kriterleri açısından klinik olarak kabul edilebilir düzeyde değişimler meydana gelmiştir. Sartori ve ark. da (2013) tek aşamalı self-etch adeziv (Adper Easy Bond) uygulanan çürüksüz servikal lezyonlara, ilave hidroforbik tabaka (Adper Scotchbond MultiPurpose Bonding Agent) uyguladıkları çalışmalarında, çalışmamıza benzer olarak tüm restorasyonların benzer klinik performans sergilediğini ve değerlendirme parametrelerinde, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmasa da, zamana bağlı değişimin yaşandığını belirtmişlerdir. Bir diğer klinik çalışmada da (Perdigão ve ark. 2019) ilave hidroforbik reçine uygulamasının universal bir adezivin klinik performansına olan etkisi test edilmiş, uygulamanın herhangi bir farklılık yaratmadığı belirtilmiştir. Ancak bu iki klinik çalışmada kullanılan ilave hidroforbik reçine materyalleri (Adper Scotchbond Multi-Purpose Adhesive) hidrofilik HEMA monomerini içermektedir ve ilk çalışmada ilave hidroforbik reçinenin uygulanış şekli çalışmamızdan farklıdır. Çalışmamızda elde edilen sonuçların aksine daha önce yapılan diğer bir klinik çalışmada (Reis ve ark. 2009) ilave hidroforbik reçine tabakasının klinik performansı artırdığı belirtilmektedir. Ancak klinik performansı artan adeziv materyal (iBond Gluma inside) incelendiğinde içeriğinde 4-MET fonksiyonel monomeri olduğu ve genel olarak düşük performansa sahip bir materyal olduğu görülmektedir. Klinik performansı iBond Gluma inside'dan yüksek olan ve ilave hidroforbik reçine uygulamasından etkilenmeyen adeziv olan Clearfil S3 Bond ise

çalışmamızdaki adezivlere benzer olarak 10-MDP monomerini içermektedir. Çalışmamızda yer alan ve klinik olarak başarılı retansiyon değerleri sergilemiş olan adezivlerden Clearfil S3 Bond Plus 10-MDP fonksiyonel monomerini, G-Premio Bond 10-MDP ve 4-MET fonksiyonel monomerlerini içermektedir. Self-etch sistemlerdeki

asidik fonksiyonel monomerler, metakrilik asit, fosforik asit veya karboksilik asit türevlerinin iki değerlikli bir alkol ile reaksiyonundan meydana gelen esterlerdir (Yoshida ve ark. 2004). Gelişmiş iki/tek aşamalı self-etch ve universal sistemlerde bulunan 4-MET, Phenyl-P, 10-MDP gibi asidik fonksiyonel monomerler, demineralizasyon fonksiyonuna sahip olup açığa çıkardıkları hidroksiapatitteki kalsiyum ile de kimyasal bağ oluşturarak kalsiyum monomer kompleksleri oluşurlar (Adezyon-Dekalsifikasyon Konsepti) (Yoshida ve ark 2001; Van Meerbeek ve ark. 2003; Yoshida ve ark. 2004; Van Landuyt ve ark. 2007). 10-MDP demineralize mine ve dentindeki artık hidroksiapatit kalsiyumları ile güçlü iyonik bağlar oluşturup hidrolize karşı dayanıklı kalsiyum-MDP tuzları oluştururken, 4-MET aromatik gruplarla bağ yapan karboksilik grupları sayesinde adezyonu artırıcı bir monomer olarak işlev görmektedir (Inoue ve ark. 2006). Yoshida ve ark.nın (2004), 4-MET, Phenyl-P, 10-MDP fonksiyonel monomerlerinin adeziv performansını karşılaştırdıkları bir çalışmada, kalsiyum ile en yüksek kimyasal bağlanma potansiyeli 10-MDP monomerinde tespit edilmiş, en düşük bağ kapasitesi Phenyl-P’de gözlenmiştir. 10-MDP-Ca tuzlarının suda çözünmeye karşı oldukça dirençli olduğu, 4-MET’in daha kolay çözünebildiği ve Phenyl-P’nin en yüksek çözünürlüğe sahip olduğu belirtilmiştir. Yoshida’nın Adezyon-Dekalsifikasyon Konsepti’ne göre kalsiyum tuzlarının çözünürlüğü ne kadar azsa bağlantı o kadar yoğun ve kararlı olmaktadır (Yoshida ve ark 2001). 10-MDP’nin fosfat gruplarının Ca ile iyonik bağ yapıp bağlantı ara yüzüne tabaka halinde çökmesi (nanolayering/nanokatman), yüksek ve stabil bir bağlanma dayanımı sağlamaktadır (Sano ve ark. 1999; Inoue ve ark. 2001; Wang ve ark. 2017; Sofan ve ark. 2017). 4-MET, Phenyl-P ve 10-MDP monomerlerinin hidrolitik stabilitesinin karşılaştırıldığı bir çalışmada (Inoue ve ark. 2005), termalsikülsta yaşlandırma sonrası 10-MDP uygulanan örneklerde düşen bağlanma dayanım değerinin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. 4-MET ve Phenyl-P uygulanan örneklerin bağlanma değerlerindeki düşmenin ise istatistiksel olarak önemli fark yarattığı belirtilmiştir.

İstatistiksel olarak önemli olmasa da, marjinal adaptasyon ve kümülatif retansiyon değerleri açısından ilave hidrofobik reçine uygulanmış G-Premio Bond grubu (Grup 4), ilave hidrofobik reçine uygulanmamış G-Premio Bond grubuna (Grup 3) göre daha yüksek başarı yüzdeleri sergilemiştir. Bu durumun G-Premio Bond uygulanan alanda buharlaştırılma sonrası kalan adeziv tabakasının oldukça ince olmasıyla ilişkili olduğu düşünülebilir. Adezivlerde HEMA’nın kullanılmasına gerek kalmaması için çok yüksek

miktarlarda çözücü kullanılması gereklidir (Van Dijken 2013). Çalışmamızda yer alan G-Premio Bond da %25-50 oranında aseton içermektedir ve çözücünün etkin şekilde uzaklaştırılabilmesi için kullanıcı talimatları doğrultusunda, çok güçlü kuvvette basınçlı hava ile buharlaştırılması gerekmektedir. Reis ve Loguercio'nun (2009) etanol/su veya aseton bazlı etch and rinse adezivleri çürüksüz servikal lezyonlara uyguladığı 36 aylık takip süreli randomize klinik çalışmada, etanol/su bazlı iki basamaklı etch and rinse (Adper Single Bond) adezivin, aseton bazlı tek basamaklı etch and rinse (One Step) adezive göre daha yüksek retansiyon oranları sergilemesinin, aseton içerikli adezivlerin etanol içerikli adezivlerden daha fazla miktarda çözücü içermesine bağlı olabileceği belirtilmiştir. Kurutma sonrası ortamda kalan çözücü miktarının fazla olması monomer miktarını seyrelterek oluşacak çapraz bağ miktarının düşmesi ile mekanik kuvvetin düşmesine neden olmaktadır. Ayrıca çözücü miktarı yüksek olduğu için iyice buharlaştırılana kadar hava kurutması uygulanırken dış yüzeyinde kalan adeziv tabaka oldukça ince kalmaktadır, bu durum oksijen inhibisyon tabakasının polimerizasyonu engellemesine neden olabilmektedir.

Çalışmamızda 18 ay sonunda, HEMA içeren Clearfil S3 Bond Plus uygulanmış olan 80 restorasyonda toplam 6 restorasyon kaybı olurken, HEMA içermeyen G-Premio Bond uygulanmış olan 80 restorasyonda toplam 1 restorasyon kaybı olmuş ancak adezivler arasında retansiyon kaybı açısından anlamlı farklılık tespit edilmemiş, her iki adeziv de klinik açıdan başarılı performans sergilemiştir. Daha önce yapılan bir diğer çalışmada (Moretto ve ark. 2013), HEMA içeren Clearfil Tri-S Bond ile HEMA içermeyen G-Bond'un 36 aylık klinik performansı değerlendirilmiş, çalışmamıza benzer şekilde, G-Bond'da 1, Clearfil Tri-S Bond'da 5 restorasyon kaybı olmuş, adezivlerin retansiyon oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilememiş ve iki adeziv de klinik olarak başarılı retansiyon oranları (sırasıyla %98,8 ve % 93,8) sergilemiştir. İstatistiksel olarak anlamlı farklılık yaratmamış olsa da çalışmamızda ve Moretto ve ark.nın (2013) çalışmasında en fazla restorasyon kaybı HEMA içeren adezivlerde meydana gelmiştir. Dental adezivlerde sıklıkla kullanılan bir monomer olan HEMA, küçük moleküler boyutu ve polaritesi sayesinde, adeziv solüsyonun dış dokusuna olan afinitesini (ıslanabilirliği) artırarak monomerlerin demineralize kollajen fibrillere daha iyi penetre olmasını sağlamakta ve dentine olan bağlanma değerlerini önemli derecede artırmaktadır. Diğer bir yandan çözücü benzeri bir özelliğe sahip olan HEMA, hidrofilik ve hidrofobik bileşenlerin karışabilirliğini artırır. Bu sayede tek

aşamalı adezivlerde organik çözücülerin buharlaşması sonrası meydana gelen faz ayrılmasını engelleyerek adeziv tabakada su damlacıkları oluşmasını önlemiş olur. Ancak HEMA'nın yüksek higroskopik yani su sever özelliğe olması polimerizasyon sonrasında su emiliminin devam etmesine neden olarak degradasyonu hızlandırmaktadır. Düşük moleküler ağırlığa sahip olan HEMA, adezivin viskozitesini düşürerek daha ince adeziv tabakaların uygulanmasına ve bu nedenle oksijen inhibisyonundan daha çok etkilenen monomerlerden, daha az polimerizasyon dönüşüm oranı elde edilmesine neden olmaktadır. Ayrıca polimerize olmamış artık HEMA monomerinin sitotoksik ve mutajenik potansiyele sahip olması da olasıdır (Peumans ve ark. 2005; Nunes ve ark. 2005; Van Landuyt ve ark. 2007; Moretto ve ark. 2013; Van Dijken 2013; Hanabusa ve ark. 2019). Collares ve ark. (2010) farklı HEMA konsantrasyonları (%0, 15, 30, 50) içeren deneysel adezivlerin dönüşüm derecesi, su emilimi, çözünürlük ve bağlanma kuvveti değerlerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, en yüksek bağlanma değerlerini HEMA içermeyen kontrol grubu ve %15'lik HEMA içeren grupta, en yüksek su emilimini ve en düşük dönüşüm değerlerini %30'luk ve %50'lik HEMA içeren gruplarda tespit etmişler ve yüksek HEMA içeriğinin degradasyonu artırdığını belirtmişlerdir. Van Landuyt ve ark. (2008) da yine farklı HEMA konsantrasyonları (%0, 10, 19, 36) içeren deneysel adezivlerin dentine olan bağlanma kuvvetlerini karşılaştırmışlar ve SEM-TEM altında incelemişlerdir. Gruplar arasında en yüksek bağlanma kuvveti %10'luk HEMA içeren adezivde tespit edilmiştir. En düşük bağlanma kuvvetine sahip olan %36'lık grupta en düşük faz ayrımı gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan düşük konsantrasyonlarda kullanılan HEMA'nın ıslanabilirliği artırarak mine ve dentine olan bağlanmayı artırabileceği ancak faz ayrımını önleyemediği, konsantrasyon arttıkça özellikle dentindeki bağlanma değerlerinin ve stabilitenin düştüğü ileri sürülmüştür. Van Landuyt ve ark. (2008) bu duruma neden olabilecek faktörleri şu şekilde açıklamıştır; 1. Artmış HEMA konsantrasyonu, dentinde ozmotik basıncın artması ile yüzeyinde su damlacıkları oluşmasına, buna bağlı olarak adeziv tabakaya su geçişinin artmasına, 2. Artmış hidrofilikliğin neden olduğu su emiliminin monomerleri seyreltmesi ile azalmış polimerizasyona, 3. Azalmış viskozite ile azalmış adeziv tabaka kalınlığının daha fazla oksijen inhibisyonuna maruz kalmasıyla polimerizasyonun inhibisyonuna, 4. Yalnız bir adet polimerize olabilen grup içeren HEMA, mevcut çapraz bağ yoğunluğunun azalmasına neden olmaktadır. Diğer bir yandan, 10-MDP ve HEMA içerikli farklı

adeziv materyallerin reçine-dentin arayüzünde oluşturdukları nanokatmanlı yapıların (10-MDP-Ca tuzları) özelliklerinin incelendiği çalışmalarda HEMA'nın 10-MDP-Ca nanokatmanlarının oluşumuna müdahale ettiği ve daha seyrek yapıda nanokatmanlaşma olduğu tespit edilmiştir (Yoshihara ve ark. 2011; Yoshida ve ark. 2012; Yoshihara ve ark. 2013).

Literatürde, HEMA monomeri ile ilgili belirtilen tüm dezavantajlara rağmen çalışmamızdaki restorasyonlarda meydana gelen marjinal renkleşme ve marjinal adaptasyon değişikliklerinin klinik olarak kabul edilebilir düzeyde olduğu, HEMA içeren Clearfil S3 Bond Plus uygulanan gruplar ile HEMA içermeyen G-Premio Bond uygulanan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığa yol açmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Diğer bir yandan, laboratuvar testleri ile klinik çalışmalar arasında zayıf bir korelasyon mevcut olduğu bilinmektedir (Heintze 2007; Heintze 2009) ve HEMA monomerinin klinik etkinliğinin test edildiği yeterli sayıda klinik çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızdaki 18 aylık süre, HEMA'nın klinik etkinliğinin tespit edilmesi için yeterli olmamıştır, daha uzun süreli takip süresine ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda yer alan adezivlerden Clearfil S3 Bond Plus hafif ($\text{pH}=2.3$), G-Premio Bond orta derece kuvvetli ($\text{pH}=1.5$) asiditeye sahip adezivlerdir. Self-etch sistemler hidroksiapatiti çözme kabiliyetlerine göre kuvvetli (strong; $\text{pH}\leq 1$), orta derece kuvvetli (moderate; $1<\text{pH}<2$), hafif (mild; $\text{pH}\geq 2$) ve ultra hafif (ultra mild; $\text{pH}>2.5$) self-etch sistemler olarak sınıflandırılmaktadır (De Munck ve ark. 2005b; Van Meerbeek ve ark. 2010; Goldstein ve ark. 2018; Miletic 2018). Çalışmamıza benzer şekilde farklı asiditelere sahip adezivlerin (hafif derecede asitli ($\text{pH}=2.3$) Clearfil Universal Bond, orta derece kuvvetli ($\text{pH}=1.8$) iBOND Universal, ve orta derece kuvvetli ($\text{pH}=1.5$) G-Premio Bond) klinik performanslarının karşılaştırıldığı bir klinik çalışmada, pH değerlerindeki bu farklılığın klinik performanslar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı belirtilmiştir (Öz ve ark. 2018). Bulgularımızın aksine yapılan çalışmalarda (Yoshida ve ark. 2004; Sadek ve ark. 2008; Sarr ve arkadaşları 2010) asiditesi düşük olan tek aşamalı self-etch sistemlerin kuvvetli asidik sistemlerden daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri sergilediği tespit edilmiş, asidite arttıkça demineralizasyon miktarının arttığı, spesifik fonksiyonel monomerlerle kimyasal etkileşim için ortamda kalması gereken hidroksiapatit miktarının azaldığı ve çıplak kalan kollajen liflerinin hidrolitik yıkıma daha eğilimli olduğu belirtilmiştir. Ancak çalışmamızda, adezivlerin asiditelerindeki farklılıkların adezivlerin klinik

performanslarını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkileyecek bir hidrolitik yıkım meydana getirmediği ve her iki adezivin de 18 ay sonunda yüksek retansiyon değerleri sergilediği tespit edilmiştir.

Adeziv arayüzde degradasyona neden olan en önemli faktör su emilimidir. Monomerlerin ve diğer kimyasalların neden olduğu su emilimi ile şişen polimer zincirlerinin mekanik kuvveti azalmakta, dentin ile reçine arasındaki bağlar zayıflamaktadır. Bu durum marjinal kenarda aralanmaya, marjinal renkleşmeye ve renk uyumsuzluğuna neden olmaktadır (Türkün ve Celik 2008; Öz ve ark. 2018). Çalışmamızda 18 ay sonunda, degradasyonun klinik belirtileri olarak, tüm gruplarda klinik olarak kabul edilebilir (skor 2, 3) ve polisaj ile giderilebilir düzeyde marjinal renkleşme (Grup1: 1, Grup 2: 6, Grup 3: 3, Grup 4: 3 restorasyon) olduğu gözlemlenmiştir. Kubo ve ark. (2009) marjinal renkleşme ve marjinal adaptasyon arasında ilişki olduğunu, renkleşmelerin genellikle küçük marjinal defektlerle kombine olarak geliştiğini belirtmektedir. Ancak çalışmamızda tüm gruplarda marjinal renkleşme meydana gelmişken, marjinal adaptasyonda bozulmalar yalnızca ilave hidrofobik reçine uygulanmamış gruplarda, klinik olarak kabul edilebilir düzeyde (skor 2, 3) (Grup1: 3, Grup 3: 2 restorasyon) meydana gelmiştir. Reis ve ark. (2009) ile Sartori ve ark. nın (2013) çalışmalarına benzer olarak, restorasyonlarda meydana gelen marjinal renkleşme ve marjinal adaptasyon değişikliklerinin, ilave hidrofobik tabaka uygulanmış ve ilave hidrofobik reçine tabakası uygulanmamış gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığa yol açmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). İlave hidrofobik reçine tabakasının klinik performansını test eden diğer klinik çalışmalarda da (Reis ve ark. 2009; Sartori ve ark. 2013; Perdigão ve ark. 2020) çalışmamıza benzer şekilde marjinal adaptasyonda değişim daha az sayıdaki restorasyonda meydana gelmişken, marjinal renkleşmeye uğrayan daha çok sayıda restorasyon gözlemlenmiştir. Ancak çalışmamızda ilave hidrofobik reçine tabakası uygulanmış olan restorasyonlarda marjinal adaptasyonda bozulma gözlemlenmemişken Reis ve ark. (2009) ile Sartori ve ark.nın (2013) çalışmalarında ilave hidrofobik reçine tabakası uygulanan restorasyonlarda marjinal defektler gözlemlenmiştir. Bu durumun çalışmamızdan farklı olarak lezyondaki mine kenarlarına selektif asitleme uygulanmaması ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Manuja ve ark. (2012) mineye asit uygulanması ve ilave hidrofobik reçine uygulamasının, çekilmiş insan dişlerinde sınıf V kavitelere uygulanan tek aşamalı self-etch adezivlerin (Clearfil S3 Bond ve Xeno III) mikrosızıntı ve bağlanmaya etkisini

araştırdıkları bir çalışmada, ilave hidroforik reçine uygulamasının ve minenin asitle pürüzlendirilmesinin sızıntıyı önemli derecede azalttığını ve bağlantı kuvvetini artırdığını tespit etmişlerdir. Diğer bir yandan tüm bu çalışmalarda kullanılan materyaller ile çalışmamızdaki materyaller birbirlerinden farklıdır. Çalışmamızın sonuçlarını ilave hidroforik reçine uygulamasının klinik performansa olan etkisini ölçen diğer çalışmalarla karşılaştırmak, materyal ile yöntem farklılıkları ve bu konuda yapılmış klinik çalışma sayısının oldukça az olması nedeniyle oldukça zor olmuştur.

Çalışmamızda lezyon değişkenleri (skleroz dereceleri arasında, derinlikler arasında, yükseklikler arasında, lezyon açısı değerleri arasında) arasında restorasyonların başarı oranları açısından, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). İstatistiksel olarak önemli olmasa da marjinal renkleşme en fazla 3. derecedeki dentin sklerozlu lezyonlarda meydana gelmiştir. Ritter ve ark. (2008) çeşitli skleroz derecelerine (1-2, 3-4) sahip çürüksüz servikal lezyonlara uyguladıkları tek aşamalı self-etch (IBOND) ve üç aşamalı etch and rinse (GLUMA) adezivlerin klinik performanslarını karşılaştırdıkları bir çalışmada, farklı skleroz derecelerine uygulanmış restorasyonların marjinal renkleşme ve marjinal adaptasyon haricindeki değerlendirme kriterleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığı ancak 1-2, 3-4 skleroz dereceli kavitelere self-etch modda uygulanan IBOND'lu restorasyonlarda istatistiksel olarak önemli derecede marjinal aralanma meydana geldiği, 1-2, 3-4 skleroz dereceli kavitelere self-etch modda uygulanan IBOND ve 3-4 skleroz dereceli kavitelere etch and rinse modda uygulanan IBOND'lu restorasyonlarda istatistiksel olarak anlamlı derecede marjinal renkleşme meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu durum çürüksüz servikal lezyonlarda dentinin skleroz derecesinin kullanılan adezivin klinik performansını etkileyebileceğini göstermektedir. Ruschel ve ark.nın (2018) Scotchbond Universal ve Prime & Bond Elect universal adezivlerini self-etch ve etch and rinse modlarda çürüksüz servikal lezyonlara uyguladığı 18 aylık bir klinik çalışmada, adezivlerin klinik performansları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamış, çalışmamıza benzer şekilde marjinal renkleşme en fazla skleroz derecesinin yüksek olduğu dişlerde meydana gelmiştir.

Çalışmamızda yer alan adezivlerden Clearfil S3 Bond Plus çözücü olarak etanol ($\leq 20\%$) ile su, G-Premio Bond ise aseton ($25-50\%$) ile su içermektedir. Self-etch sistemlerde, asidik monomerlerin iyonize olabilmesi için içerikte bulunması gereken temel çözücü sudur. Ancak buhar basıncı düşük, kaynama sıcaklığı yüksek olan suyun

ortamdan uzaklaşması zordur. Tek aşamalı self-etch sistemlerde hidrofilik ve hidrofobik monomerlerin tek fazda çözünebilmesi ve demineralizasyon sonrası ortamdaki suyun buharlaşabilmesi için zayıf bir çözücü olan su, etanol veya aseton ile birlikte kullanılmaktadır (Ikeda ve ark 2008). Etanol sudan daha yüksek buhar basıncına sahiptir ve daha kolay buharlaşır. Buhar basıncı etanolden de yüksek, kaynama sıcaklığı düşük olan aseton ise daha da kolay buharlaşır ve suyu çok daha kolay ve etkili uzaklaştırır (Howannaphakorn ve ark. 2013). Peumans ve ark. (2005) etanolün hidrojen bağlama kapasitesinin asetondan daha yüksek olduğunu bu nedenle büzülmüş kollajen liflerin arasını asetondan daha çok genişlettiği belirtmektedirler ancak çalışmamızda çözücü türleri arasındaki farklılığın klinik performansla herhangi bir etkisi olmamıştır. Öz ve ark. (2018) Clearfil Universal Bond (etanol), iBOND Universal (aseton) ve G-Premio Bond (aseton) adezivlerinin 18 aylık klinik performanslarını değerlendirdikleri çalışmalarında, çalışmamıza benzer şekilde içeriğinde farklı çözücü mevcut adezivlerin klinik performansları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit etmemişlerdir. Lins ve ark. (2020) adeziv içeriğindeki çözücü tipinin çürüksüz servikal lezyonlara uygulanan restorasyonların klinik performansı üzerine etkisini araştırdıkları bir meta-analiz çalışmasında, aseton veya alkol bazlı adezivlerin benzer klinik performans ve retansiyon oranları sergilediğini tespit etmişlerdir. Demirci ve ark. (2017) bir klinik çalışmada nanofil ve nano-hibrit kompozitlerle restore ettikleri sınıf III kavitelere farklı çözücü içeren adezivler uygulamışlar ve 5 yıllık performansları değerlendirmişlerdir. Çalışmada kullanılan su (Scotchbond Multipurpose, ER), aseton (Prime&Bond NT, ER), etanol (XP Bond, ER) ve etanol-su (Xeno V, SE) bazlı adezivlerden 5 yıl sonunda en yüksek sağkalım oranları etch and rinse sınıfındaki Scotchbond Multipurpose (%100), Prime&Bond NT (%100), XP Bond (%100) adezivlerinde tespit edilmiştir. En az sağkalım oranına ise bir self-etch adeziv olan Xeno V (%81,2) sahip olsa da bu oranlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Yazarlar dentin adeziv sistemlerin başarısında çözücünden ziyade adezyon stratejisinin daha önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Çalışmamızda 18 ay sonunda, yüzey parlaklığı, renk uyumu ve translusensi, estetik anatomik form ve periodontal cevap parametreleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$). 18 ay sonunda Grup 1’de 3, Grup 2’de 3, Grup 3’te 3, Grup 4’te 5 restorasyonda renk uyumu ve translusenside, klinik olarak kabul edilebilir düzeyde (skor 2 veya 3) uyumsuzluk tespit edilmiş, tüm

gruplar başarılı performans sergilemiştir. Çalışmamızda tüm gruplarda kullanılan kompozit reçine, nanohibrit sınıfına dahil olan Clearfil Majesty ES-2 kompozitidir. Yapılan çalışmalarda nanohibrit kompozitlerin renk uyumu, renk stabilitesi ve cilalanabilirlik açısından başarılı performanslar gösterdiği tespit edilmiştir (Çelik ve ark. 2011; Genç ve Toz 2014; Vance ve ark. 2015; Tekce ve ark. 2016; Korkut ve Türkmen 2020). Çelik ve ark. (2011) kompozit reçinelerin içeriğindeki monomerlerin saflığı, aktivatör, inhibitör, başlatıcıların türü ve konsantrasyonu, reaksiyona girmemiş karbon çift bağların oksidasyonu ve doldurucuların renk stabilitesini etkileyen faktörlerden olduğunu, polimerizasyon veya yaşlanma sonrası kompozitlerde renk değişimi gözlenebildiğini bildirmişlerdir. Yıldırım ve Özyurt (2020) anterior diastemalara, Clearfil Majesty ES-2 kompoziti ile direkt restorasyon uyguladıkları bir çalışmada, restorasyonların 3, 6 ve 12 aylık kontrollerinde herhangi bir kırık veya renk değişimi meydana gelmediğini belirtmişlerdir. Karaman ve ark. (2012) 24 aylık bir klinik çalışmada çürüksüz servikal lezyonlara uygulanan bir akışkan kompozit (Grandio Flow) ile nanohibrit kompozitin (Grandio) performansını değerlendirmişler, her iki kompozitin de benzer ve başarılı performans sergilediğini tespit etmişlerdir. Çelik ve ark. (2018) çürüksüz servikal lezyonlara uyguladıkları bir yüksek viskoziteli cam iyonomer (Equia) ile bir nano-hibrit kompozitin (G-aenial) klinik performansını değerlendirdikleri 2 yıllık bir randomize çalışmada, retansiyon, yüzey parlaklığı, renk uyumu ve translusensi, periodontal cevap parametreleri açısından nano-hibrit kompozitin daha başarılı sonuçlar sergilediği tespit edilmiştir. Ancak bu çalışmalarda kullanılan kompozitler çalışmamızdakinden farklıdır ve literatürde çürüksüz servikal lezyonlara uygulanmış Clearfil Majesty ES-2 kompozitinin klinik performansının değerlendirildiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle Clearfil Majesty ES-2 kompozitinin klinik etkinliğinin test edilebilmesi için daha çok klinik takip çalışması yapılması gerekmektedir.

Çalışmamızda kullanılan adeziv sistemlerin klinik performansları arasında istatistiksel olarak önemli fark tespit edilmemiştir. Her iki adeziv de kalsiyum ile kimyasal etkileşim sağlayan 10-MDP monomerine sahiptir. Yukarıda özetlediğimiz in vitro ve in vivo çalışmaların sonuçları neticesinde, Clearfil S3 Bond Plus'ın G-Premio Bond'a göre daha hafif asiditeye sahip olması nedeniyle demineralizasyon sonrası ortamda daha fazla miktarda hidroksiapatit kalması ve daha yüksek kimyasal bağlanma potansiyeline sahip olması beklenmektedir. Bunun yanında içeriğindeki etanolün

kollajen liflerde daha fazla genişleme ve sertleşme sağlaması da yine Clearfil S3 Bond Plus'ın G-Premio Bond'a kıyasla daha başarılı sonuçlar sergileyeceği beklentisini doğrulamaktadır. Ancak Clearfil S3 Bond Plus'lı restorasyonların retansiyon oranları, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da G-Premio Bond'lu restorasyonlara göre bir miktar daha düşük çıkmıştır. Bu durumun Clearfil S3 Bond Plus'ın içerdiği HEMA'nın hidrofilik bir adeziv arayüz yaratması ve 10-MDP ile yarışarak daha düşük yoğunlukta 10-MDP-Ca kompleksleri meydana gelmesine yol açmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

SONUÇLAR

1. Çalışmamızda başlangıç, 6 ay, 12 ay ve 18 ay sonunda yapılan değerlendirmelerde yüzey cilası, marjinal renkleşme, renk uyumu ve translusensi, estetik anatomik form, kırık ve retansiyon, marjinal adaptasyon, periodontal cevap, post-operatif hassasiyet ve sekonder çürük parametreleri açısından, çalışma grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ve klinik olarak başarılı sonuçlar sergilenmiştir.
2. Restorasyon uygulanan dişlerin hiçbirinde post-operatif hassasiyet, sekonder çürük, periodontal cevap ve estetik anatomik formda bozulma oluşmamıştır.
3. Tüm çalışma gruplarında, klinik olarak kabul edilebilir düzeyde (skor 2 ve 3), ufak marjinal renkleşmeler ve renk uyumsuzlukları tespit edilmiştir.
4. 18 ay sonunda tüm grupların retansiyon oranlarının %90'ın üzerinde olduğu tespit edilmiş olup, Grup 4'te hiçbir zaman aralığında restorasyon kaybı yaşanmamıştır.
5. İlave hidrofobik reçine tabakası retansiyon ve marjinal adaptasyon parametreleri açısından daha iyi sonuç sergilemiş olsa da bu fark istatistiksel olarak anlamsızdır.
6. İlave hidrofobik reçine tabakası uygulanan restorasyonların hiçbirinde marjinal adaptasyonda bozulma gözlemlenmemiştir.
7. 18 ay boyunca herhangi bir retansiyon kaybının yaşanmadığı tek çalışma grubu, ilave hidrofobik reçine tabakası (Heliobond) eşliğinde uygulanmış olan G-Premio Bond'lu restorasyonların olduğu gruptur.
8. Lezyon değişkenlerinin (skleroz derecesi, derinlik, yükseklik, kavite açısı) ve atrizyon mevcudiyetinin restorasyonların başarı oranlarına herhangi bir etkisi olmamıştır.

9. Çalışmamızın sonuçları çürüksüz servikal lezyonlarda başarı elde etmek için dentinde preparasyona veya mine bizotajına gerek olmadığını göstermiştir.

10. Her iki tek aşamalı adeziv de 18 ay sonunda benzer ve başarılı klinik performanslar sergilemiştir. Ancak bu adezivlerin ve ilave hidrofobik reçine uygulamasının klinik davranışının en doğru şekilde tespit edilebilmesi için daha uzun süreli klinik takip çalışmalarının yapılması gereklidir.



KAYNAKLAR

- Abdalla, A. I. ve Feilzer, A. J. (2008). Four-year water degradation of a total-etch and two self-etching adhesives bonded to dentin. *Journal of Dentistry*, 36(8), 611–617.
- ADA (2001). American Dental Association, Council on Scientific Affairs. Revised American Dental Association Acceptance Program guidelines for dentin and enamel adhesive materials. Chicago.
- Alger, M. (1996). *Polymer science dictionary*. Springer Science & Business Media.
- Allen, K.W. (1992). Adsorption theory of adhesion. Theories of adhesion. In: Packham DE (ed). *Handbook of Adhesion*, ed 1. Essex, England: Longman, 39, 473.
- Amar, S., Smith, L. ve Fields, G. B. (2017). Matrix metalloproteinase collagenolysis in health and disease. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research*, 1864(11), 1940-1951.
- Anusavice, K. J., Shen, C. ve Rawls, H. R. (2014). *Phillips' science of dental materials - E-book*. Elsevier Health Sciences.
- Arda, O., Göksügür, N. ve Tüzün, Y. (2014). Basic histological structure and functions of facial skin. *Clinics in dermatology*, 32(1), 3-13.
- Armstrong, S. R., Vargas, M. A., Chung, I., Pashley, D. H., Campbell, J. A., Laffoon, J. E., ve Qian, F. (2004). Resin-dentin interfacial ultrastructure and microtensile dentin bond strength after five-year water storage. *Operative dentistry*, 29(6), 705-712.
- Armstrong, S. R., Vargas, M. A., Fang, Q. ve Laffoon, J. E. (2003). Microtensile bond strength of a total-etch 3-step, total-etch 2-step, self-etch 2-step, and a self-etch 1-step dentin bonding system through 15-month water storage. *Journal of Adhesive Dentistry*, 5(1).
- Assif, D., Marshak, B. L. ve Pilo, R. (1990). Cuspal flexure associated with amalgam restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*, 63(3), 258-262.
- Avery J., Steele P. ve Avery N. (2002). *Oral bevelopment and histology* (Avery JK (ed); Steele PF; Avery N (asso ed)). Stuttgart/New York: Thieme.
- Aydın, İ., Çolakoğlu, G. ve Akbulut, T. (2001). Ağaç malzemenin yapıştırılmasında adhezyon teorisi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 51(2), 91-100.

- Baltacıoğlu E. ve Akalın F. A. (2006). Tetrasiklinler ve anti-kollagenaz özellikleri, periodontal tedavide kullanımlarına yeni bir yaklaşım. Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Derg. (Clinical Dentistry And Research), 30(1), 97 - 107.
- Baratieri L.N., Canabarro S., Lopes G.C. ve Ritter A.V. (2003). Effect of resin viscosity and enamel beveling on the clinical performance of Class V composite restorations: Three-year results Operative Dentistry 28(5) 482-427.
- Barboza de Freitas, B. D., Parente da Ponte, A. M., Sampaio Farias, F. R., Pinheiro Feitosa, V. ve Martins de Paula, D. (2019). Dentin Biomodification agents in Dentistry—A critical review. Oral Health and Dental Management, 18(3).
- Barnes, D. M., Blank, L. W., Gingell, J. C. ve Gilner, P. P. (1995). A Clinical Evaluation Of A Resin-Modified. The Journal Of The American Dental Association, 126(9), 1245–1253.
- Bartlett, D.W. ve Shah, P. (2006). A critical review of non-carious cervical (wear) lesions and the role of abfraction, erosion, and abrasion. J Dent Res., 85(4):306–12.
- Bayne, S. C. ve Schmalz, G. (2005). Reprinting the classic article on USPHS evaluation methods for measuring the clinical research performance of restorative materials. Clinical Oral Investigations, 9(4), 209–214.
- Bedran-Russo, A., Leme-Kraus, A. A., Vidal, C. M. ve Teixeira, E. C. (2017). An overview of dental adhesive systems and the dynamic tooth–adhesive interface. Dental Clinics of North America, 61(4), 713-731.
- Berkovitz, B.K., Holland G.R. ve Moxham BJ. Oral anatomy, histology and embryology. Elsevier; 2018.
- Bosshardt, D.D. ve Selvig, K.A. (2000). Dental cementum: the dynamic tissue covering of the root. Periodontology, 1997. 13(1): p. 41-75.
- Bowen 1956: Bowen RL: Use of epoxy resins in restorative materials. J Dent Res 35(3):360–369, 1956
- Bowen, R. L. (1963). Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. The Journal of the American Dental Association, 66(1), 57–64.
- Bowen, R.L. (1962). Dental filling material comprising vinyl silane treated silica and a binder consisting of reaction product of bisphenol and glycidyl acrylate, US Patent (US3066).

- Brackett W.W., Ito S., Tay F.R., Haisch L.D. ve Pashley D.H. (2005). Microtensile dentin bond strength of self-etching resins: effect of a hydrophobic layer. *Oper Dent.*, 30:733–8.
- Brännström, M. (1982). *Dentin and pulp in restorative dentistry*, London, Wolfe Medical.
- Breschi, L., Cammelli, F., Visintini, E., Mazzoni, A., Vita, F., Carrilho, M., ... ve Di Lenarda, R. (2009). Influence of chlorhexidine concentration on the durability of etch-and-rinse dentin bonds: a 12-month in vitro study. *The journal of adhesive dentistry*, 11(3), 191.
- Breschi, L., Gobbi, P., Falconi, M., Mazzotti, G., Prati, C., ve Perdigão, J. (2003). Ultramorphology of self-etching adhesives on ground enamel: a high resolution SEM study. *American Journal of Dentistry*, 16, 57A-62A.
- Breschi, L., Martin, P., Mazzoni, A., Nato, F., Carrilho, M., Tjäderhane, L., ... Pashley, D. H. (2010). Use of a specific MMP-inhibitor (galardin) for preservation of hybrid layer. *Dental Materials*, 26(6), 571–578.
- Breschi, L., Mazzoni, A., Ruggeri, A., Cadenaro, M., Di Lenarda, R. ve De Stefano Dorigo, E. (2008). Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. *Dental Materials*, 24(1), 90–101.
- Breschi, L., Mazzoni, A., Ruggeri, A., Cadenaro, M., Di Lenarda, R. ve Dorigo, E. D. S. (2008). Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dental materials*, 24(1), 90-101.
- Browning, W. D., Brackett, W. W. ve Gilpatrick, R. O. (2000). Two-Year Clinical Comparison of a Micro filled and a Hybrid Resin-Based Composite in Non-Carious Class V Lesions. *Operative Dentistry*, 25, 46-50.
- Brömme, D., Okamoto, K., Wang, B. B. ve Biroc, S. (1996). Human cathepsin O2, a matrix protein-degrading cysteine protease expressed in osteoclasts: functional expression of human cathepsin O2 in *Spodoptera frugiperda* and characterization of the enzyme. *Journal of Biological Chemistry*, 271(4), 2126-2132.
- Buonocore, M.G. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 34(6):849–853.
- Cadenaro M., Antonioli F., Sauro S., Tay F.R., Di Lenarda R., Prati C. ve ark. (2005). Degree of conversion and permeability of dental adhesives. *Eur J Oral Sci.*, 113:525–30

- Cadenaro, M., Breschi, L., Rueggeberg, F., Agee, K., Dilenarda, R., Carrilho, M., ... Pashley, D. (2009). Effect of adhesive hydrophilicity and curing time on the permeability of resins bonded to water vs. ethanol-saturated acid-etched dentin. *Dental Materials*, 25(1), 39–47.
- Campos, E. A., Correr, G. M., Leonardi, D. P., Barato-Filho, F., Gonzaga, C. C., ve Zielak, J. C. (2009). Chlorhexidine diminishes the loss of bond strength over time under simulated pulpal pressure and thermo-mechanical stressing. *Journal of dentistry*, 37(2), 108-114.
- Cardoso, P. D. C., Loguercio, A. D., Vieira, L. C. C., Baratieri, L. N. ve Reis, A. (2005). Effect of prolonged application times on resin-dentin bond strengths. *Journal of Adhesive Dentistry*, 7(2).
- Carrilho, M. R. O., Geraldeli, S., Tay, F., De Goes, M. F., Carvalho, R. M., Tjäderhane, L., ... ve Pashley, D. (2007). In vivo preservation of the hybrid layer by chlorhexidine. *Journal of dental research*, 86(6), 529-533.
- Carvalho, R. M., Chersoni, S., Frankenberger, R., Pashley, D. H., Prati, C. ve Tay, F. R. (2005). A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives. *Biomaterials*, 26(9), 1035-1042.
- Carvalho, R. M., Manso, A. P., Geraldeli, S., Tay, F. R. ve Pashley, D. H. (2012). Durability of bonds and clinical success of adhesive restorations. *Dental Materials*, 28(1), 72–86.
- Carvalho, R. M., Pegoraro, T. A., Tay, F. R., Pegoraro, L. F., Silva, N. R. F. A. ve Pashley, D. H. (2004). Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilise self-etching primers to dentine. *Journal of dentistry*, 32(1), 55-65.
- cervical dentin lesions. *Am J Dent*, 17(1):27-32.
- Chaudhary S. ve Bali R., Tayal A. (2016). Influence of different types of co-solvents on the bonding abilities of one step self-etching adhesives: An Ex vivo Study. *Indian J Dent Sci*, 8:221-5.
- Chen, C., Niu, L. N., Xie, H., Zhang, Z. Y., Zhou, L. Q., Jiao, K., ... ve Tay, F. R. (2015). Bonding of universal adhesives to dentine—Old wine in new bottles?. *Journal of dentistry*, 43(5), 525-536.
- Chen, M.-H. (2010). Update on Dental Nanocomposites. *Journal of Dental Research*, 89(6), 549–560.

- Chersoni, S., Suppa, P., Breschi, L., Ferrari, M., Tay, F. R., Pashley, D. H. ve Prati, C. (2004). Water movement in the hybrid layer after different dentin treatments. *Dental Materials*, 20(9), 796-803.
- Chiego, D.J. (2018). *Essentials of oral histology and embryology: a clinical approach*. 5th Ed., Elsevier Inc., St. Louis, Missouri.
- Cieplik, F., Scholz, K. J., Tabenski, I., May, S., Hiller, K. A., Schmalz, G., ... Federlin, M. (2017). Flowable composites for restoration of non-carious cervical lesions: Results after five years. *Dental Materials*, 33, e428– e437.
- Collares, F. M., Ogliari, F. A., Zanchi, C. H., Petzhhold, C. L., Piva, E. ve Samuel, S. M. (2011). Influence of 2-hydroxyethyl methacrylate concentration on polymer network of adhesive resin. *J Adhes Dent*, 13(2), 125-9.
- Costa, T. R. F. D., Loguercio, A. D. ve Reis, A. (2013). Effect of Enamel Bevel on the Clinical Performance of Resin Composite Restorations Placed in Non-carious Cervical Lesions. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 25(5), 346–356.
- Craig, R.G. ve Powers, J.M. (2006). *Restorative dental materials*, ed 12, St Louis, Mosby.
- Curtis, R. V. ve Watson, T. F. (2014). *Imaging, testing and modelling*. Elsevier.
- Cvar J. ve Ryge G. (1971). Criteria for the clinical evaluation of dental restorative materials. US DHEW Document, US PHS 790244, Printing Office, San Francisco, pp 1–42.
- Czasch, P. ve Ilie, N. (2013). In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clinical oral investigations*, 17(1), 227-235.
- Çelik, E. U., Aladağ, A., Türkün, L. Ş. ve Yılmaz, G. (2011). Color changes of dental resin composites before and after polymerization and storage in water. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 23(3), 179–188.
- Çelik, E. U., Tunac, A. T. ve Yılmaz, F. (2018). A randomized, controlled, split-mouth trial evaluating the clinical performance of high-viscosity glass-ionomer restorations in noncarious cervical lesions: two-year results. *J Adhes Dent*, 20(4), 299-305.
- Daudt, E., Lopes, G. C. ve Vieira, L. C. (2013). Does operatory field isolation influence the performance of direct adhesive restorations. *J Adhes Dent*, 15(1), 27-32.
- De Munck, J. D., Van Landuyt, K., Peumans, M., Poitevin, A., Lambrechts, P., Braem, M., ve Van Meerbeek, B. (2005a). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal of dental research*, 84(2), 118-132.

- De Munck, J., Vargas, M., Iracki, J., Van Landuyt, K., Poitevin, A., Lambrechts, P. ve Van Meerbeek, B. (2005b). One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Operative dentistry*, 30(1), 39-49.
- Dionysopoulos D. (2016). Effect of digluconate chlorhexidine on bond strength between dental adhesive systems and dentin: A systematic review. *J Conserv Dent.*, 19(1):11-16.
- Duke, E. S., Robbins, J. W. ve Snyder, D. S. (1991). Clinical evaluation of a dentinal adhesive system: three-year results. *Quintessence International*, 22(11).
- Duke, E.S. ve Lindemuth, J.S. (1991). Variability of clinical dentin substrates. *Am J Dent* 1991; 4: 241–6.
- Ebnesajjad, S. ve Landrock, A. H. (2014). *Adhesives technology handbook*. William Andrew.
- Eick, J. D., Wilko, R. A., Anderson, C. H. ve Sorensen, S. E. (1970). Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *Journal of Dental Research*, 49(6), 1359-1368.
- Eick, J.D. (1992). Smear layer–materials surface. *Proc Finn Dent Soc.*, 88(suppl 1):225–242.
- Eliades, G., Eliades, T. ve Watts, D. C. (2005). *Dental hard tissues and bonding*. Springer-Verlag Berlin " Heidelberg.
- Eliades, G. (1994). Clinical relevance of the formulation and testing of dentine bonding systems. *J Dent.*, 22:73–81.
- Eren D., Bektaş Ö.Ö. ve Siso S.H. (2013). Three diferent adhesive systems; three diferent bond strength test methods. *Acta Odontol Scand* 71:978–983, 2013.
- Erhardt, M. C. G., Toledano, M., Osorio, R. ve Pimenta, L. A. (2008). Histomorphologic characterization and bond strength evaluation of caries-affected dentin/resin interfaces: Effects of long-term water exposure. *Dental Materials*, 24(6), 786–798.
- Erickson, R.L. (1992). Surface interactions of dentin adhesive materials. *Oper Dent.*, suppl 5:81–94.
- Ericsson I. ve Lindhe J. (1984). Recession in sites with inadequate width of the keratinized gingiva. An experimental study in the dog *Journal of Clinical Periodontology* 11(2) 95-103.

- Ermis, R. B., Temel, U. B., Celik, E. U. ve Kam, O. (2010). Clinical performance of a two-step self-etch adhesive with additional enamel etching in Class III cavities. *Operative Dentistry*, 35(2), 147-155.
- Farah, C. S., Balasubramaniam, R. ve McCullough, M. J. (2018). *Contemporary oral medicine: A comprehensive approach to clinical practice*. Springer.
- Feitosa, V. P., Ogliari, F. A., Van Meerbeek, B., Watson, T. F., Yoshihara, K., Ogliari, A. O., ... ve Sauro, S. (2014). Can the hydrophilicity of functional monomers affect chemical interaction?. *Journal of dental research*, 93(2), 201-206.
- Ferracane, J. (2011). Resin composite: state of art, *Dent. Mater.*, 27, 29–38.
- Ferracane, J.L.(1995). Current trends in dental composites. *Crit Rev Oral Biol Med.*, 6(4):302–318.
- Ferrari, M., Cagidiaco, M. C. ve Davidson, C. L. (1997). Resistance of cementum in Class II and V cavities to penetration by an adhesive system. *Dental Materials*, 13(3), 157-162.
- Ferrari, M., Mannocci, F., Vichi, A. ve Davidson, C. L. (1997). Effect of two etching times on the sealing ability of Clearfil Liner Bond 2 in Class V restorations. *American Journal of Dentistry*, 10(2), 66-70.
- Fukuoka, A., Koshiro, K., Inoue, S., Yoshida, Y., Tanaka, T., Ikeda, T., ... ve Van Meerbeek, B. (2011). Hydrolytic stability of one-step self-etching adhesives bonded to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 13(3), 243.
- Garg, N. (2015). *Textbook of operative dentistry*. JP Medical, 16: 275-297.
- Genç, G. ve Toz, T. (2014). Ön dişlerin direkt restorasyonlarında uygulanan kompozit rezinlerin renk stabiliteleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 15(2).
- Giannini, M., Makishi, P., Ayres, A. P. A., Vermelho, P. M., Fronza, B. M., Nikaido, T., ve Tagami, J. (2015). Self-etch adhesive systems: a literature review. *Brazilian dental journal*, 26(1), 3-10.
- Goldberg, M., Kulkarni, A. B., Young, M. ve Boskey, A. (2011). Dentin: structure, composition and mineralization. *Frontiers in bioscience (Elite edition)*, 3, 711–735.
- Goldstein, R. E., Chu, S. J., Lee, E. A. ve Stappert, C. F. (2018). *Ronald E. Goldstein's Esthetics in dentistry*. John Wiley & Sons.

- Golub, L. M., Lee, H. M., Ryan, M. E., Giannobile, W. V., Payne, J. ve Sorsa, T. (1998). Tetracyclines inhibit connective tissue breakdown by multiple non-antimicrobial mechanisms. *Advances in dental research*, 12(1), 12-26.
- Greenbaum, J. ve Strassler, E. H. (1994). Periodontal complications following use of the rubber dam: A case report. *Oper Dent*, 19(5), 162-64.
- Hanabusa, M., Kimura, S., Hori, A. ve Yamamoto, T. (2019). Effect of irradiation source on the dentin bond strength of a one-bottle universal adhesive containing an amide monomer. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 33(20), 2265-2280.
- Harnirattisai, C., Inokoshi, S., Shimada, Y. ve Hosoda, H. (1993). Adhesive interface between resin and etched dentin of cervical erosion/abrasion lesions. *Operative dentistry*, 18(4), 138-143.
- Hashimoto M., Ohno H., Sano H., Kaga M. ve Oguchi H. (2003). In vitro degradation of resin–dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. *Biomaterials*, 24:3795–803.
- Hashimoto M., Sano H., Yoshida E., Hori M., Kaga M., Oguchi H. ve ark. (2004). Effects of multiple adhesive coatings on dentin bonding. *Oper Dent.*, 29:416–23.
- Hashimoto, M., Ito, S., Tay, F. R., Svizero, N. R., Sano, H., Kaga, M. ve Pashley, D. H. (2004). Fluid Movement across the Resin-Dentin Interface during and after Bonding.
- Hashimoto, M., Ohno, H., Endo, K., Kaga, M., Sano, H. ve Oguchi, H. (2000). The effect of hybrid layer thickness on bond strength: demineralized dentin zone of the hybrid layer. *Dental Materials*, 16(6), 406–411.
- Hashimoto, M., Ohno, H., Yoshida, E., Hori, M., Sano, H., Kaga, M. ve Oguchi, H. (2003). Resin–enamel bonds made with self-etching primers on ground enamel. *European journal of oral sciences*, 111(5), 447-453.
- Hashimoto, M., Sano, H., Yoshida, E., Hori, M., Kaga, M., Oguchi, H. ve Pashley, D. H. (2004). Effects of multiple adhesive coatings on dentin bonding. *Operative dentistry*, 29(4), 416-423.
- Hashimoto, M., Tay, F. R., Ohno, H., Sano, H., Kaga, M., Yiu, C., ... Oguchi, H. (2003). SEM and TEM analysis of water degradation of human dentinal collagen. *Journal of Biomedical Materials Research*, 66B(1), 287–298.
- Hass, V., Luque-Martinez, I., Sabino, N. B., Loguercio, A. D. ve Reis, A. (2012). Prolonged exposure times of one-step self-etch adhesives on adhesive properties and durability of dentine bonds. *Journal of Dentistry*, 40(12), 1090–1102.

- Heintze, S. D. (2007). Systematic reviews: I. The correlation between laboratory tests on marginal quality and bond strength. II. The correlation between marginal quality and clinical outcome. *Journal of Adhesive Dentistry*, 9(1).
- Heintze, S. D., Blunck, U., Göhring, T. N. ve Rousson, V. (2009). Marginal adaptation in vitro and clinical outcome of Class V restorations. *Dental Materials*, 25(5), 605–620.
- Heintze, S. D., Rousson, V. ve Mahn, E. (2015). Bond strength tests of dental adhesive systems and their correlation with clinical results—A meta-analysis. *Dental Materials*, 31(4), 423-434.
- Heintze, S. D., Ruffieux, C. ve Rousson, V. (2010). Clinical performance of cervical restorations—A meta-analysis. *Dental Materials*, 26(10), 993–1000.
- Heintze, S., Liechtenstein, F. ve Zahnmed, S. M. (2011). Relevance of in vitro tests of adhesive and composite dental materials. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 121(11), 1024-1032.
- Heymann, H. O. ve Bayne, S. C. (1993). Current Concepts in Dentin Bonding: Focusing on Dentinal Adhesion Factors. *The Journal of the American Dental Association*, 124(5), 26–36.
- Heymann, H. O., Sturdevant, J. R., Bayne, S., Wilder, A. D., Sluder, T. B. ve Brunson, W. D. (1991). Examining tooth flexure effects on cervical restorations: a two-year clinical study. *The Journal of the American Dental Association*, 122(5), 41-47.
- Heymann, H. O., Sturdevant, J. R., Brunson, W. D., Wilder, A. D., Sluder, T. B. ve Bayne, S. C. (1988). Twelve-month clinical study of dentinal adhesives in class V cervical lesions. *The Journal of the American Dental Association*, 116(2), 179-183.
- Hickel, R., Peschke, A., Tyas, M., Mjör, I., Bayne, S., Peters, M., ... Heintze, S. D. (2010). FDI World Dental Federation: clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations—update and clinical examples. *Clinical Oral Investigations*, 14(4), 349–366.
- Hickel, R., Roulet, J.-F., Bayne, S., Heintze, S. D., Mjör, I. A., Peters, M., ... Vanherle, G. (2007). Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. *Clinical Oral Investigations*, 11(1), 5–33.
- Hovinga, J. (1986). Autotransplantatie van kiemen van derde molaren. Resultaten van voortgezette observatie. *Ned Tijdschr Tandheelkd*, 93: 235–7.

- Howannaphakorn, T., Duangmanee, Y., Siwapatt, N. ve Wangtal, K. (2013). effects of acetone evaporation duration of dentin bonding agent on microleakage. *Naresuan University Journal: Science And Technology (NUJST)*, 14(2), 23-26.
- Igarashi, Y., Yoshida, S. ve Kanazawa, E. (2017). The prevalence and morphological types of non-carious cervical lesions (NCCL) in a contemporary sample of people. *Odontology*, 105(4), 443-452.
- Ikeda, T., De Munck, J., Shirai, K., Hikita, K., Inoue, S., Sano, H., ... Van Meerbeek, B. (2008). Effect of air-drying and solvent evaporation on the strength of HEMA-rich versus HEMA-free one-step adhesives. *Dental Materials*, 24(10), 1316–1323.
- Inoue, G., Tsuchiya, S., Nikaido, T., Foxton, R. M. ve Tagami, J. (2006). Morphological and mechanical characterization of the acid-base resistant zone at the adhesive-dentin interface of intact and caries-affected dentin. *Operative Dentistry*, 31(4), 466-472.
- Inoue, S. (2002). Micro-tensile bond strength of eleven modern adhesives to enamel. *Am J Dent*, 15.
- Inoue, S., Koshiro, K., Yoshida, Y., De Munck, J., Nagakane, K., Suzuki, K., ... Van Meerbeek, B. (2005). Hydrolytic Stability of Self-etch Adhesives Bonded to Dentin. *Journal of Dental Research*, 84(12), 1160–1164.
- Ito, S., Tay, F. R., Hashimoto, M., Yoshiyama, M., Saito, T., Brackett, W. W., ... ve Pashley, D. H. (2005). Effects of multiple coatings of two all-in-one adhesives on dentin bonding. *Journal of Adhesive Dentistry*, 7(2).
- Jacobsen T. ve Soderholm K.J. (1995). Some effects of water on dentin bonding. *Dent Mater* 1995;11(2):132–6.
- Jacques, P. ve Hebling, J. (2005). Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. *Dental Materials*, 21(2), 103-109.
- Jensen, M. E. (1985). Polymerization shrinkage and microleakage. *Posterior composite resin restorative materials*, 243-262.
- Karaman, E., Yazici, A. R., Ozgunaltay, G. ve Dayangac, B. (2012). Clinical evaluation of a nanohybrid and a flowable resin composite in non-carious cervical lesions: 24-month results. *J Adhes Dent*, 14(5), 485-92.
- Kemaloğlu, H., Atalayin, C., Ergucu, Z. ve Onal, B. (2020). Follow-up of flowable resin composites performed with a universal adhesive system in non-carious cervical

lesions: A randomized, controlled 24-month clinical trial. *American journal of dentistry*, 33(1), 39-42.

Kenshima, S., Francci, C., Reis, A., Loguercio, A. D. ve Rodrigues Filho, L. E. (2006). Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives applied to thick and thin smear layer. *Journal of dentistry*, 34(10), 775-783.

King N.M., Tay F.R., Pashley D.H., Hashimoto M., Ito S., Brackett W.W., ve ark. (2005). Conversion of one-step to two-step self-etch adhesives for improved efficacy and extended application. *Am J Dent.*, 18:126–34.

Kinloch, A.J.(1987). *Adhesion and Adhesives. Science and Technology*, ed 1. London: Chapman and Hall.

Korkut, B. ve Türkmen, C. (2020). Longevity of direct diastema closure and recontouring restorations with resin composites in maxillary anterior teeth: A 4-year clinical evaluation. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*.

Kubo, S., Yokota, H., Yokota, H. ve Hayashi, Y. (2009). Two-year clinical evaluation of one-step self-etch systems in non-carious cervical lesions. *Journal of Dentistry*, 37(2), 149-155.

Kusunoki, M., Itoh, K., Hisamitsu, H., ve Wakumoto, S. (2002). The efficacy of dentine adhesive to sclerotic dentine. *Journal of dentistry*, 30(2-3), 91-97.

Kwong, S. M., Cheung, G. S. P., Kei, L. H., Itthagarun, A., Smales, R. J., Tay, F. R. ve Pashley, D. H. (2002). Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique. *Dental Materials*, 18(5), 359-369.

Lee, W.C. ve Eakle, W.S. (1996). Stress-induced cervical lesions: review of advances in the past 10 years. *J Prosthet Dent.*, 75:487–494

Leinfelder K.F. (1994). Restoration of abfracted lesions. *Compend Contin Educ Dent.*, 15:1396–1400.

Linde, A. (1992). Structure and calcification of dentin. Bonucci E. Calcification in biological systems. CRC Press: Boca Raton, FL.

Lins, R. B. E., Sebold, M., Magno, M. B., Maia, L. C., Martins, L. R. M. ve Giannini, M. (2020). Does the type of solvent in dental adhesives influence the clinical performance of composite restorations placed in noncarious cervical lesions? a systematic review and meta-analysis. *Operative Dentistry*, 45(5), E237-E254.

- Loguercio, A. D., Bittencourt, D. D., Baratieri, L. N. ve Reis, A. (2007). A 36-month evaluation of self-etch and etch-and-rinse adhesives in noncarious cervical lesions. *The Journal of the American Dental Association*, 138(4), 507–514.
- Loguercio, A. D., de Paula, E. A., Hass, V., Luque-Martinez, I., Reis, A. ve Perdigão, J. (2015). A new universal simplified adhesive: 36-Month randomized double-blind clinical trial. *Journal of Dentistry*, 43(9), 1083–1092.
- Loguercio, A. D., Muñoz, M. A., Luque-Martinez, I., Hass, V., Reis, A. ve Perdigão, J. (2015). Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance? *Journal of Dentistry*, 43(9), 1060–1070.
- Lung, C. Y. K. ve Matinlinna, J. P. (2012) Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: an overview, *Dent. Mater.*, 28, 467–477.
- Lussi, A. ve Schaffner, M. (2000). Progression of and risk factors for dental erosion and wedge-shaped defects over a 6-year period. *Caries Res.*, 34(2):182–7.
- Lührs, A. K., Jacker-Guhr, S., Günay, H. ve Herrmann, P. (2020). Composite restorations placed in non-carious cervical lesions—Which cavity preparation is clinically reliable?. *Clinical and Experimental Dental Research*, 6(5), 558-567.
- Mallineni, S. K., Nuvvula, S., Matinlinna, J. P., Yiu, C. K. Y. ve King, N. M. (2013). Biocompatibility of various dental materials of contemporary dentistry: a narrative insight, *J. Invest. Clin. Dent.*, 4, 9–19.
- Mandri, M. N., Aguirre Grabre de Prieto, A. ve Zamudio, M. E. (2015). Adhesive systems in restorative dentistry. *Odontoestomatología*, 17(26), 50-56.
- Mannerberg, F. (1960). Appearance of tooth surface as observed in shadowed replicas in various age groups, in long-term studies, after tooth-brushing, in cases of erosion and after exposure to citrus fruit juice. *Odontol Revy*, 11, 70-86.
- Manuja, N., Nagpal, R. ve Chaudhary, S. (2012). Bonding efficacy of 1-step self-etch adhesives: effect of additional enamel etching and hydrophobic layer application. *Journal of Dentistry for Children*, 79(1), 3-8.
- Marquillier, T., Doméjean, S., Le Clerc, J., Chemla, F., Gritsch, K., Maurin, J. C., ... ve Dursun, E. (2018). The use of FDI criteria in clinical trials on direct dental restorations: A scoping review. *Journal of dentistry*, 68, 1-9.
- Marshall Jr, G. W., Marshall, S. J., Kinney, J. H. ve Balooch, M. (1997). The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *Journal of dentistry*, 25(6), 441-458.

- Martins, G. C., Calixto, A. L., Gomes, O. M. M., Loguercio, A. D., D'Alpino, P. H. P. ve Reis, A. (2009). Effect of water storage on resin-dentin bond strengths formed by different bonding approaches. *Indian Journal of Dental Research*, 20(4), 431.
- Matinlinna, J. P. (2014). *Handbook of oral biomaterials*. CRC Press.
- Matis, B. A., Cochran, M. J., Carlson, T. J., Guba, C. ve Eckert, G. J. (2004). A three-year clinical evaluation of two dentin bonding agents. *The Journal of the American Dental Association*, 135(4), 451-457.
- Mazzoni, A., Nascimento, F. D., Carrilho, M., Tersariol, I., Papa, V., Tjäderhane, L., ... ve Breschi, L. (2012). MMP activity in the hybrid layer detected with in situ zymography. *Journal of dental research*, 91(5), 467-472.
- Michelich, V., Pashley, D. H. ve Whitford, G. M. (1978). Dentin permeability: a comparison of functional versus anatomical tubular radii. *Journal of dental research*, 57(11-12), 1019-1024.
- Miguez, P. A., Castro, P. S., Nunes, M. F., Walter, R. ve Pereira, P. N. (2003). Effect of acid-etching on the enamel bond of two self-etching systems. *Journal of adhesive dentistry*, 5(2).
- Miletic, V. (2018). *Dental composite materials for direct restorations*. Springer. 13: 199-218.
- Miletich, I. ve Sharpe, P. T. (2003). Normal and abnormal dental development. *Human molecular genetics*, 12(suppl_1), R69-R73.
- Mitchell, C. A. (2008). *Dental materials in operative dentistry*. Quintessence Publishing Company.
- Mitra, S. B., Wu, D. ve Holmes, B. N. (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *The Journal of the American Dental Association*, 134(10), 1382-1390.
- Mittal K.L. ve Etzler F.M. (2017). *Adhesion in pharmaceutical, biomedical, and dental fields*. NY 12533, USA. Scrivener Publishing. 1: 3-18.
- Miyazaki, M., Onose, H., Iida, N. ve Kazama, H. (2003). Determination of residual double bonds in resin–dentin interface by Raman spectroscopy. *Dental Materials*, 19(3), 245–251.
- Moore, K.L. ve Persaud, T.V.N. (1993). *Before We Are Born, Essentials of Embryology and Birth Defects*, 4th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company.

- Moretto S.G., Russo E.M., Carvalho R.C., De Munck J., Van Landuyt K., Peumans M., Van Meerbeek B. ve Cardoso M.V. (2013). 3-year clinical effectiveness of one-step adhesives in non-carious cervical lesions. *J Dent.*, Aug;41(8):675-82.
- Moritake, N., Takamizawa, T., Ishii, R., Tsujimoto, A., Barkmeier, W., Latta, M. ve Miyazaki, M. (2018). Effect of Active Application on Bond Durability of Universal Adhesives. *Operative Dentistry*.
- Moura, S. K., Pelizzaro, A., Dal Bianco, K., De Goes, M. F., Loguercio, A. D., Reis, A. ve Grande, R. H. M. (2006). Does the acidity of self-etching primers affect bond strength and surface morphology of enamel?. *Journal of Adhesive Dentistry*.
- Moura, S. K., Reis, A., Pelizzaro, A., Dal-Bianco, K., Loguercio, A. D., Arana-Chavez, V. E. ve Grande, R. H. M. (2009). Bond strength and morphology of enamel using self-etching adhesive systems with different acidities. *Journal of Applied Oral Science*, 17(4), 315-325.
- Muñoz, M. A., Luque-Martinez, I., Malaquias, P., Hass, V., Reis, A., Campanha, N. H., ve Loguercio, A. D. (2015). In vitro longevity of bonding properties of universal adhesives to dentin. *Operative Dentistry*, 40(3), 282-292.
- Muñoz, M. A., Sezinando, A., Luque-Martinez, I., Szesz, A. L., Reis, A., Loguercio, A. D., ... ve Perdigão, J. (2014). Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives. *Journal of dentistry*, 42(5), 595-602.
- Nakabayashi, N. (1985). Bonding of restorative materials to dentine: the present status in Japan. *International dental journal*, 35(2), 145-154.
- Nakabayashi, N. ve Takarada, K. (1992). Effect of HEMA on bonding to dentin. *Dental Materials*, 8(2), 125-130.
- Nakabayashi, N., Kojima, K. ve Masuhara, E. (1982). The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *Journal of biomedical materials research*, 16(3), 265-273.
- Nakabayashi, N., Nakamura, M. ve Yasuda, N. (1991). Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 3(4), 133-138.
- Nanci 2018: A. (2018). Ten Cate's oral histology. 9th Ed., Elsevier Health Sciences, St. Louis, Missouri.

- Nunes, T. G., Ceballos, L., Osorio, R. ve Toledano, M. (2005). Spatially resolved photopolymerization kinetics and oxygen inhibition in dental adhesives. *Biomaterials*, 26(14), 1809–1817.
- Oginni, A. O. ve Adeleke, A. A. (2014). Comparison of pattern of failure of resin composite restorations in non-carious cervical lesions with and without occlusal wear facets. *Journal of dentistry*, 42(7), 824-830.
- Owens, B. M., Halter, T. K. ve Brown, D. M. (1998). Microleakage of tooth-colored restorations with a beveled gingival margin. *Quintessence international*, 29(6).
- Oz, F. D., Kutuk, Z. B., Ozturk, C., Soleimani, R. ve Gurgan, S. (2018). An 18-month clinical evaluation of three different universal adhesives used with a universal flowable composite resin in the restoration of non-carious cervical lesions. *Clinical Oral Investigations*, 23(3), 1443-1452.
- Packham, D.E. (1992). Adhesion. In: Packham DE (ed). *Handbook of Adhesion*, ed 1. Essex, England: Longman, 18.
- Packham, D.E. (2011). Theories of Fundamental Adhesion. *Handbook of Adhesion Technology*, 9–38.
- Padday, J.F. (1992). Contact angle measurement. In: Packham DE, ed. *Handbook of Adhesion*, ed 1. Essex, England: Longman, 88.
- Pashley D.H., Tay F.R., Breschi L. ve ark. (2011). State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater.*, 27:1–16.
- Pashley, D. H. (1992). Smear layer: Overview of structure and function. *Proceedings of the Finnish Dental Society. Suomen Hammaslaakariseuran toimituksia*, 88, 215-224.
- Pashley, D. H., Agee, K. A., Wataha, J. C., Rueggeberg, F., Ceballos, L., Itou, K., ... ve Tay, F. R. (2003). Viscoelastic properties of demineralized dentin matrix. *Dental materials*, 19(8), 700-706.
- Pashley, D. H., Livingston, M. J. ve Greenhill, J. D. (1978). Regional resistances to fluid flow in human dentine in vitro. *Archives of Oral Biology*, 23(9), 807-810.
- Pashley, D. H., Tay, F. R., Yiu, C. K. Y., Hashimoto, M., Breschi, L., Carvalho, R. ve Ito, S. (2004). Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *Journal of dental research*, 83(3), 216-221.
- Pashley, E. L., Agee, K. A., Pashley, D. H. ve Tay, F. R. (2002). Effects of one versus two applications of an unfilled, all-in-one adhesive on dentine bonding. *Journal of Dentistry*, 30(2-3), 83–90.

- Perdigão J., Muñoz M.A., Sezinando A, Luque-Martinez IV, Staichak R, Reis A, Loguercio A.D. (2014). Immediate adhesive properties to dentin and enamel of a universal adhesive associated with a hydrophobic resin coat. *Oper Dent*, 39:489–499.
- Perdigão, J. (2007) New developments in dental adhesion. *Dental Clin North Am.*, 51(2):333-357.
- Perdigão, J. ve Geraldeli, S. (2003). Bonding characteristics of self-etching adhesives to intact versus prepared enamel. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 15(1), 32-42.
- Perdigão, J. ve Loguercio, A.D. (2014). Universal or Multi-mode Adhesives: Why and How? *J Adhes Dent.*, Apr;16(2):193-4.
- Perdigão, J., Ceballos, L., Giráldez, I., Baracco, B. ve Fuentes, M. V. (2020). Effect of a hydrophobic bonding resin on the 36-month performance of a universal adhesive—a randomized clinical trial. *Clinical oral investigations*, 24(2), 765-776.
- Perdigao, J., Denehy, G. E. ve Swift Jr, E. J. (1994). Effects of chlorhexidine on dentin surfaces and shear bond strengths. *American journal of dentistry*, 7(2), 81-84.
- Perdigao, J., Gomes, G. ve Lopes, M. M. (2006). Influence of conditioning time on enamel adhesion. *Quintessence International*, 37(1).
- Perdigao, J., May Jr, K. N., Wilder Jr, A. D. ve Lopes, M. (2000). The effect of depth of dentin demineralization on bond strengths and morphology of the hybrid layer. *Operative Dentistry*, 25(3), 186-194.
- Perdigão, J., Reis, A. ve Loguercio, A. D. (2013). Dentin Adhesion and MMPs: A Comprehensive Review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 25(4), 219–241.
- Perinka, L., Sano, H. ve Hosoda, H. (1992). Dentin thickness, hardness, and Ca-concentration vs bond strength of dentin adhesives. *Dental Materials*, 8(4), 229–233.
- Peumans, M., De Munck, J., Van Landuyt, K., Lambrechts, P. ve Van Meerbeek, B. (2005). Three-year clinical effectiveness of a two-step self-etch adhesive in cervical lesions. *European journal of oral sciences*, 113(6), 512-518.
- Peumans, M., De Munck, J., Van Landuyt, K., Lambrechts, P. ve Van Meerbeek, B. (2007). Five-year clinical effectiveness of a two-step self-etching adhesive. *Journal of Adhesive Dentistry*, 9(1).
- Peumans, M., Kanumilli, P., Demunck, J., Vanlanduyt, K., Lambrechts, P. ve Vanmeerbeek, B. (2005). Clinical Effectiveness Of Contemporary Adhesives: A Systematic Review Of Current clinical trials. *Dental Materials*, 21(9), 864–881.

- Pioch, T., Stotz, S., Buff, E., Duschner, H. ve Staehle, H. J. (1998). Influence of different etching times on hybrid layer formation and tensile bond strength. *American Journal of Dentistry*, 11(5), 202-206.
- Piva F. ve Coelho-Souza F.H. (2009) A deciduous teeth composite restoration clinical trial using two methods. *J Dent Res*, Abstract No. 3241.
- Powers, J.M. ve Sakaguchi, R.L. (2006). *Craig's Restorative Dental Materials*. St Louis, Missouri: Mosby Elsevier.
- Provenza, D.V. (1988). *Fundamentals of oral histology and embryology*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Ranjitha, G. R., Vikram, R., Meena, N., Vijayalakshmi, L. ve Murthy, C. S. (2020). Clinical efficacy of universal adhesives for the restoration of noncarious cervical lesions: A randomized clinical trial. *Journal of Conservative Dentistry*, 23(3), 227.
- Rees, J. S. (2002). The effect of variation in occlusal loading on the development of abfraction lesions: a finite element study. *Journal of oral rehabilitation*, 29(2), 188-193.
- Reis A. ve Loguercio A.D. (2009). A 36-month clinical evaluation of ethanol/water and acetone-based etch-and-rinse adhesives in non-carious cervical lesions. *Oper Dent*, Jul-Aug;34(4):384-91.
- Reis, A., Grandi, V., Carlotto, L., Bortoli, G., Patzlaff, R., Accorinte, M. D. L. R. ve Loguercio, A. D. (2005). Effect of smear layer thickness and acidity of self-etching solutions on early and long-term bond strength to dentin. *Journal of dentistry*, 33(7), 549-559.
- Reis, A., Leite, T. M., Matte, K., Michels, R., Amaral, R. C., Geraldeli, S., & Loguercio, A. D. (2009). Improving Clinical Retention of One-Step Self-Etching Adhesive Systems With an Additional Hydrophobic Adhesive Layer. *The Journal of the American Dental Association*, 140(7), 877–885.
- Reis, A., Pellizzaro, A., Dal-Bianco, K., Gomes, O. M., Patzlaff, R. ve Loguercio, A. D. (2007). Impact of adhesive application to wet and dry dentin on long-term resin-dentin bond strengths. *Operative Dentistry*, 32(4), 380-387.
- Ricketts, D. ve Bartlett, D. W. (2011). *Advanced operative dentistry E-book: A practical approach*. Elsevier Health Sciences.
- Ritter, A. V. (2018). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. Mosby.
- Roberson, T., Heymann, H. O. ve Swift Jr, E. J. (2006). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. Elsevier Health Sciences.

- Ruschel, V., Shibata, S., Stolf, S., Chung, Y., Baratieri, L., Heymann, H. ve Walter, R. (2018). Eighteen-month clinical study of universal adhesives in noncarious cervical lesions. *Operative Dentistry*, 43(3), 241–249.
- Ruyter, I.E. (1992). The chemistry of adhesive agents. *Oper Dent.*, suppl 5:32–43.
- Ryge, G. (1980). Clinical criteria. *International dental journal*, 30(4), 347-358.
- Sadek, F. T., Calheiros, F. C., Cardoso, P. E. C., Kawano, Y., Tay, F. ve Ferrari, M. (2008). Early and 24-hour bond strength and degree of conversion of etch-and-rinse and self-etch adhesives. *American journal of dentistry*, 21(1), 30.
- Sano, H., Yoshikawa, T., Pereira, P. N. R., Kanemura, N., Morigamui, M., Tagami, J. ve Pashley, D. H. (1999). Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. *Journal of dental research*, 78(4), 906-911.
- Sarode, G.S. ve Sarode, S.C. (2013). Abfraction: a review. *J Oral Maxillofac Pathol.*, 17(2):222–7.
- Sarr, M., Kane, A. W., Vreven, J., Mine, A., Van Landuyt, K. L., Peumans, M., ... De Munck, J. (2010). Microtensile Bond Strength and Interfacial Characterization of 11 Contemporary Adhesives Bonded to Bur-cut Dentin. *Operative Dentistry*, 35(1), 94–104.
- Sartori, N., Peruchi, L., Guimarães, J., Silva, S., Monteiro, S., Baratieri, L. ve Belli, R. (2013). Clinical effectiveness of a hydrophobic coating used in conjunction with a one-step self-etch adhesive: an 18-month evaluation. *Operative Dentistry*, 38(3), 249–257.
- Sauro, S., Mannocci, F., Toledano, M., Osorio, R., Pashley, D. H. ve Watson, T. F. (2009). EDTA or H3PO4/NaOCl dentine treatments may increase hybrid layers' resistance to degradation: a microtensile bond strength and confocal-micropermeability study. *journal of dentistry*, 37(4), 279-288.
- Sauro, S., Pashley, D. H., Montanari, M., Chersoni, S., Carvalho, R. M., Toledano, M., ... ve Prati, C. (2007). Effect of simulated pulpal pressure on dentin permeability and adhesion of self-etch adhesives. *Dental Materials*, 23(6), 705-713.
- Schuurs, A. (2012). *Pathology of the hard dental tissues*. John Wiley & Sons.
- Scotti, N., Cavalli, G., Gagliani, M. ve Breschi, L. (2017). New adhesives and bonding techniques. Why and when? *The international journal of esthetic dentistry*.
- Senawongse, P. ve Pongprueksa, P. (2007). Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 19(5), 265-273.

- Senna, P., Del Bel Cury, A. ve Rösing, C. (2012). Non-carious cervical lesions and occlusion: a systematic review of clinical studies. *Journal of Oral Rehabilitation*, 39(6), 450–462.
- Sezinando, A. (2014). Looking for the ideal adhesive – A review. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 55(4): 194-206.
- Sezinando, A., Luque-Martinez, I., Muñoz, M. A., Reis, A., Loguercio, A. D. ve Perdigão, J. (2015). Influence of a hydrophobic resin coating on the immediate and 6-month dentin bonding of three universal adhesives. *Dental Materials*, 31(10), e236-e246.
- Shinoda ve ark. 2011: Shinoda, Y., Nakajima, M., Hosaka, K., Otsuki, M., Foxton, R. M. ve Tagami, J. (2011). Effect of smear layer characteristics on dentin bonding durability of HEMA-free and HEMA-containing one-step self-etch adhesives. *Dental materials journal*, 1107180159-1107180159.
- Skinner, E. W. (1959). A comparison of the properties and uses of silicate cement and acrylic resin in operative dentistry. *The Journal of the American Dental Association*, 58(1), 27-35.
- Sofan, E., Sofan, A., Palaia, G., Tenore, G., Romeo, U. ve Migliau, G. (2017). Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Annali di stomatologia*, 8(1), 1.
- Stansbury, J.W. (1992). Synthesis and evaluation of novel multifunctional oligomers for dentistry. *J Dent Res.*, ;71:434–437.”
- Summitt, J. B. (2006). *Fundamentals of operative dentistry: A contemporary approach*. Quintessence Publishing Company.
- Suzuki, T. ve Finger, W. J. (1988). Dentin adhesives: site of dentin vs. bonding of composite resins. *Dental Materials*, 4(6), 379-383.
- Swathi, A., Jayaprakash, T. ve Chandrasekhar, V. (2014). Effect of single and multiple consecutive applications of all-in-one adhesive on tensile bond strength to dentin. *Journal of Interdisciplinary Dentistry*, 4(2), 81.
- Swift, E. ., Perdigão, J., Heymann, H. ., Wilder, A. ., Bayne, S. ., May, K. ., ... Roberson, T. . (2001). Eighteen-month clinical evaluation of a filled and unfilled dentin adhesive. *Journal of Dentistry*, 29(1), 1–6.
- Swift, E. J. ve Swift, E. J. (2005). Nanocomposites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 17(1), 3–4.

- Takamizawa, T., Barkmeier, W. W., Tsujimoto, A., Berry, T. P., Watanabe, H., Erickson, R. L., ... ve Miyazaki, M. (2016). Influence of different etching modes on bond strength and fatigue strength to dentin using universal adhesive systems. *Dental Materials*, 32(2), e9-e21.
- Tao, L. ve Pashley, D. H. (1988). Shear bond strengths to dentin: effects of surface treatments, depth and position. *Dental Materials*, 4(6), 371-378.
- Tasdelen, M.A., Ciftci, M. ve Yagci, Y. (2012), Visible Light-Induced Atom Transfer Radical Polymerization. *Macromol. Chem. Phys.*, 213: 1391-1396.
- Tay F.R. ve Pashley D.H. (2003). Water treeing—a potential mechanism for degradation of dentin adhesives. *Am J Dent.*, 16:6–12.
- Tay, F. R. ve Pashley, D. H. (2003). Have dentin adhesives become too hydrophilic?. *Journal-Canadian Dental Association*, 69(11), 726-732.
- Tay, F. R., Pashley, D. H. ve Peters, M. C. (2003). Adhesive permeability affects composite coupling to dentin treated with a self-etch adhesive. *Operative dentistry*, 28(5), 610-621.
- Tay, F. R., Pashley, D. H., Suh, B. I., Carvalho, R. M. ve Itthagarun, A. (2002). Single-step adhesives are permeable membranes. *Journal of dentistry*, 30(7-8), 371-382.
- Tay, F. R., Pashley, D. H., Suh, B. I., Carvalho, R. M. ve Itthagarun, A. (2002). Single-step adhesives are permeable membranes. *Journal of dentistry*, 30(7-8), 371-382.
- Tay, F. R., ve Pashley, D. H. (2004). Resin bonding to cervical sclerotic dentin: A review. *Journal of Dentistry*, 32(3), 173–196.
- Tekce, N., Guder, G., Demirci, M., Tuncer, S., Sinanoglu, A. ve Ozel, E. (2016). Esthetic and functional rehabilitation of amelogenesis imperfecta: report of four cases with a one-year follow-up. *Open Journal of Stomatology*, 6(4), 103-113.
- Tekçe N. (2013). İn vitro bağlanma dayanım testleri ile klinik çalışmalar arasındaki ilişki. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* , vol.34, 57-65.
- Tekçe N., Demirci M. ve Tuncer S. (2013). Dentin bağlayıcı sistemlerin bağlanma dayanıklılığını değerlendirme yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 47(1), 73 - 91.
- Tekçe, N., Demirci, M., Tuncer, S. ve Kara, D. (2018). Self-Etch Adeziv Sistemlerin Genel Monomer Yapısı. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 28(3), 443-449.

- Tezvergil-Mutluay, A., Agee, K. A., Uchiyama, T., Imazato, S., Mutluay, M. M., Cadenaro, M., ... ve Pashley, D. H. (2011). The inhibitory effects of quaternary ammonium methacrylates on soluble and matrix-bound MMPs. *Journal of dental research*, 90(4), 535-540.
- Tezvergil-Mutluay, A., Pashley, D. ve Mutluay, M. M. (2015). Long-Term Durability of Dental Adhesives. *Current Oral Health Reports*, 2(4), 174–181.
- Tezvergil-Mutluay, A., Seseogullari-Dirihan, R., Feitosa, V. P., Tay, F. R., Watson, T. F., Pashley, D. H. ve Sauro, S. (2014). Zoledronate and Ion-releasing Resins Impair Dentin Collagen Degradation. *Journal of Dental Research*, 93(10), 999–1004.
- Tian, F., Zhou, L., Zhang, Z., Niu, L., Zhang, L., Chen, C., ... Tay, F. R. (2015). Paucity of nanolayering in resin-dentin interfaces of MDP-based adhesives. *Journal of Dental Research*, 95(4), 380–387.
- Tjäderhane, L., Nascimento, F. D., Breschi, L., Mazzoni, A., Tersariol, I. L. S., Geraldini, S., ... Pashley, D. H. (2013). Strategies to prevent hydrolytic degradation of the hybrid layer—A review. *Dental Materials*, 29(10), 999–1011.
- Toledano, M., Osorio, E., Aguilera, F. S., Gomes, G., Perdigão, J. ve Osorio, R. (2010). Bond strength and nanoroughness assessment on human pretreated cementum surfaces. *Journal of dentistry*, 38(8), 678-685.
- Toledano, M., Osorio, R., Osorio, E., Aguilera, F. S., Yamauti, M., Pashley, D. H. ve Tay, F. (2007). Durability of resin–dentin bonds: Effects of direct/indirect exposure and storage media. *Dental Materials*, 23(7), 885–892.
- Torii, Y., Hikasa, R., Iwate, S., Oyama, F., Itou, K. ve Yoshiyama, M. (2003). Effect of EDTA conditioning on bond strength to bovine dentin promoted by four current adhesives. *American journal of dentistry*, 16(6), 395-400.
- Torii, Y., Itou, K., Nishitani, Y., Ishikawa, K. ve Suzuki, K. (2002). Effect of phosphoric acid etching prior to self-etching primer application on adhesion of resin composite to enamel and dentin. *American Journal of Dentistry*, 15(5), 305-308.
- Türk, B., Türk, D. ve Türk, V. (2000). Lysosomal cysteine proteases: more than scavengers. *Biochim Biophys Acta* 1477:98-111.
- Türkün, L. S., ve Celik, E. U. (2008). Noncarious class V lesions restored with a polyacid modified resin composite and a nanocomposite: a two-year clinical trial. *J Adhes Dent*, 10(5), 399-405.

- Tyas, M. J. ve Burrow, M. F. (2002). Three-year clinical evaluation of One-Step in non-carious cervical lesions. *American Journal of Dentistry*, 15(5), 309-311.
- van Dijken J.W. (2004). Durability of three simplified adhesive systems in Class V noncarious
- Van Dijken, J. W. V. (2000). Clinical evaluation of three adhesive systems in class V non-carious lesions. *Dental Materials*, 16(4), 285–291.
- Van Dijken, J. W. V. (2013). A randomized controlled 5-year prospective study of two HEMA-free adhesives, a 1-step self etching and a 3-step etch-and-rinse, in non-carious cervical lesions. *Dental Materials*, 29(11), e271–e280.
- Van Landuyt K.L., De Munck J., Snauwaert J., Coutinho E., Poitevin A., Yoshida Y., ve ark. (2005). Monomer-solvent phase separation in one-step self-etch adhesives. *J Dent Res.*, 84:183–8
- Van Landuyt, K. L., De Munck, J., Mine, A., Cardoso, M. V., Peumans, M. ve Van Meerbeek, B. (2010). Filler debonding & subhybrid-layer failures in self-etch adhesives. *Journal of dental research*, 89(10), 1045-1050.
- Van Landuyt, K. L., Snauwaert, J., De Munck, J., Coutinho, E., Poitevin, A., Yoshida, Y., ... Van Meerbeek, B. (2007). Origin of Interfacial Droplets with One-step Adhesives. *Journal of Dental Research*, 86(8), 739–744.
- Van Landuyt, K. L., Snauwaert, J., De Munck, J., Peumans, M., Yoshida, Y., Poitevin, A., ... Van Meerbeek, B. (2007). Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*, 28(26), 3757–3785.
- Van Landuyt, K. L., Snauwaert, J., Peumans, M., De Munck, J., Lambrechts, P. ve Van Meerbeek, B. (2008). The role of HEMA in one-step self-etch adhesives. *Dental Materials*, 24(10), 1412-1419.
- Van Landuyt, K. L., Yoshida, Y., Hirata, I., Snauwaert, J., De Munck, J., Okazaki, M., ... ve Van Meerbeek, B. (2008). Influence of the chemical structure of functional monomers on their adhesive performance. *Journal of dental research*, 87(8), 757-761.
- Van Meerbeek, B., De Munck, J., Yoshida, Y., Inoue, S., Vargas, M., Vijay, P., ... ve Vanherle, G. (2003). Buonocore Memorial Lecture. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *Operative dentistry*, 28(3), 215-235.
- Van Meerbeek, B., Perdigao, J., Lambrechts, P. ve Vanherle, G. (1998). The clinical performance of adhesives. *Journal of dentistry*, 26(1), 1-20.

- Van Meerbeek, B., Peumans, M., Gladys, S., Braem, M., Lambrechts, P. ve Vanherle, G. (1996). Three-year clinical effectiveness of four total-etch dentinal adhesive systems in cervical lesions. *Quintessence International*, 27(11).
- Van Meerbeek, B., Peumans, M., Poitevin, A., Mine, A., Van Ende, A., Neves, A. ve De Munck, J. (2010). Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental materials*, 26(2), e100-e121.
- Van Meerbeek, B., Van Landuyt, K., De Munck, J., Hashimoto, M., Peumans, M., Lambrechts, P., ... ve Suzuki, K. (2005). Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dental materials journal*, 24(1), 1-13.
- Vance, M., Lawson, N. C., Rupal, M., Beck, P. ve Burgess, J. O. (2015). Color and gloss of Nano-filled resin-modified glass Ionomers and resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27(5), 293-299.
- Vural, U. K., Meral, E., Ergin, E. ve Gürkan, S. (2020). Twenty-four-month clinical performance of a glass hybrid restorative in non-carious cervical lesions of patients with bruxism: a split-mouth, randomized clinical trial. *Clinical oral investigations*, 24(3), 1229-1238.
- Wang Y. ve Spencer P. (2003) Hybridization efficiency of the adhesive/dentin interface with wet bonding. *J Dent Res.*, 82:141–5.
- Wang, R., Shi, Y., Li, T., Pan, Y., Cui, Y. ve Xia, W. (2017). Adhesive interfacial characteristics and the related bonding performance of four self-etching adhesives with different functional monomers applied to dentin. *Journal of dentistry*, 62, 72-80.
- Wetselaar, P. ve Lobbezoo, F. (2016). The tooth wear evaluation system: a modular clinical guideline for the diagnosis and management planning of worn dentitions. *J Oral Rehabil.*, 43(1):69–80.
- Wieczkowski Jr, G., Joynt, R. B., Klockowski, R. ve Davis, E. L. (1988). Effects of incremental versus bulk fill technique on resistance to cuspal fracture of teeth restored with posterior composites. *The Journal of prosthetic dentistry*, 60(3), 283-287.
- Yıldırım, H. ve Özyurt, E. 2020. Anterior Diastemaların Direkt Kompozit Rezin Restorasyonlarla Estetik Rehabilitasyonu: 5 Olgu Sunumu. *Selcuk Dental Journal*, 7(2), 334-337.
- Yiu, C. K., Hiraishi, N., Tay, F. R. ve King, N. M. (2012). Effect of chlorhexidine incorporation into dental adhesive resin on durability of resin-dentin bond. *Journal of Adhesive Dentistry*, 14(4), 355.

- Yoshida Y. ve Inoue S. (2012). Chemical analyses in dental adhesive technology. *Japanese Dental Science Review*, 48: 141-152.
- Yoshida Y., Yoshihara K., Hayakawa S., Nagaoka N., Okihara T., Matsumoto T., Minagi S., Osaka A., Van Landuyt K. ve Van Meerbeek B. (2012). HEMA inhibits interfacial nano-layering of the functional monomer MDP. *J Dent Res.* 91(11):1060–1065.
- Yoshida, Y., Nagakane, K., Fukuda, R., Nakayama, Y., Okazaki, M., Shintani, H., ... ve Van Meerbeek, B. (2004). Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *Journal of dental research*, 83(6), 454-458.
- Yoshida, Y., Van Meerbeek, B., Nakayama, Y., Yoshioka, M., Snauwaert, J., Abe, Y., ... ve Okazaki, M. (2001). Adhesion to and decalcification of hydroxyapatite by carboxylic acids. *Journal of dental research*, 80(6), 1565-1569.
- Yoshihara, K., Yoshida, Y., Hayakawa, S., Nagaoka, N., Irie, M., Ogawa, T., ... ve Van Meerbeek, B. (2011). Nanolayering of phosphoric acid ester monomer on enamel and dentin. *Acta Biomaterialia*, 7(8), 3187-3195.
- Yoshihara, K., Yoshida, Y., Nagaoka, N., Hayakawa, S., Okihara, T., De Munck, J., ... ve Van Meerbeek, B. (2013). Adhesive interfacial interaction affected by different carbon-chain monomers. *Dental Materials*, 29(8), 888-897.
- Yoshiyama, M., Carvalho, R., Sano, H., Horner, J., Brewer, P. D. ve Pashley, D. H. (1995). Interfacial morphology and strength of bonds made to superficial versus deep dentin. *American Journal of Dentistry*, 8(6), 297-302.
- Yuan, Y., Shimada, Y., Ichinose, S. ve Tagami, J. (2008). Hybridization quality in cervical cementum and superficial dentin using current adhesives. *Dental Materials*, 24(5), 584-593.
- Zanatta, R. F., Silva, T. M., Esper, M. A. L. R., Bresciani, E., Goncalves, S. E. D. P., & Caneppele, T. M. F. (2019). Bonding performance of simplified adhesive systems in noncarious cervical lesions at 2-year follow-up: a double-blind randomized clinical trial. *Operative dentistry*, 44(5), 476-487.
- Zecin-Deren, A., Sokolowski, J. ve Lapinska, B. (2015). Contemporary views on multiple application of self-etch adhesives—review of literature. *J. Stomatol.*, 68, 736–751.

- Zecin-Deren, A., Sokolowski, J., Szczesio-Wlodarczyk, A., Piwonski, I., Lukomska-Szymanska, M. ve Lapinska, B. (2019). Multi-Layer Application of Self-Etch and Universal Adhesives and the Effect on Dentin Bond Strength. *Molecules*, 24(2), 345.
- Zhang, Y. ve Wang, Y. (2013). Effect of application mode on interfacial morphology and chemistry between dentine and self-etch adhesives. *Journal of Dentistry*, 41(3), 231–240.
- Zhang, Z. Y., Tian, F. C., Niu, L. N., Ochala, K., Chen, C., Fu, B. P., ... ve Tay, F. R. (2016). Defying ageing: An expectation for dentine bonding with universal adhesives? *Journal of dentistry*, 45, 43-52.
- Zhang, Z., Wang, X., Zhang, L., Liang, B., Tang, T., Fu, B. ve Hannig, M. (2013). The contribution of chemical bonding to the short-and long-term enamel bond strengths. *Dental Materials*, 29(7), e103-e112.
- Zheng, L., Pereira, P. N., Nakajima, M., Sano, H. ve Tagami, J. (2001). Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. *Operative Dentistry*, 26(1), 97-104.

FORMLAR

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ ASGARİ BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

I-Araştırmayla İlgili Bilgi Verilmesi;

“Hema’lı ve Hema’sız Self-Etch Adezivlerde İlave Hidrofobik Reçine Uygulamasının Sınıf V Kompozit Restorasyonların Klinik Performansına Etkisi” konulu gözlemsel, tek bir operatör tarafından hastaların seçilip tedavilerinin tamamlandığı ve tedavide kullanılan yöntem ve materyallerden habersiz bir şekilde iki farklı araştırmacı uzman diş hekiminin (çift kör) başlangıç, 6, 12, 18 aylık olmak üzere (prospektif), belirli zaman aralıklarıyla yapılan diş dolgularını değerlendirdiği çalışmaya dahil edilmek istediğinizi belirtir onam belgesidir.

Yaşlı nüfusun giderek artmasıyla birlikte, çürüksüz servikal lezyon adı verilen çürüksüz diş aşınmalarının popülasyonda görülme sıklığı ve şiddeti artmıştır. Çoğu vakada bu lezyonlar, neden olan faktörlerin kontrol altına alınmasıyla tedavi edilir, fakat ileri durumlarda bu çürüksüz madde kaybının dolgu maddesi ile restore edilmesi gerekmektedir. Çürüksüz servikal lezyonların restore edilmesini gerektiren durumlar; diş yapısının daha fazla madde kaybına karşı korunması, diş hassasiyetinin giderilmesi, estetik kazanım ve etkilenen diştten destek alan bölümlü hareketli protez varlığı gibi durumlardır.

Çalışma için ağzınızda mevcut bulunan hasarlı diş dokusu rutin olarak kullanılmakta olan yöntemlerle tek bir araştırmacı uzman diş hekimi tarafından tespit edilip değerlendirildikten sonra tedavi edilecektir. Uygulama sırasında kompozit esaslı (beyaz dolgu) dolgu maddesi uygulanacaktır. Uygulanacak materyal rutin olarak kullanılmakta olan ve herhangi bir deneysel özellik barındırmayan, gerekli kamu kuruluşlarınca onaylanmış bir materyaldir.

İşlemi takiben herhangi bir olumsuz etki gerçekleşmesi beklenmemektedir. Yeni dolgu yapımını takiben gerçekleşebilecek basit hassasiyet durumları dışında herhangi bir durum söz konusu olmayacaktır. Karşılabilecek en kötü senaryo, yapılacak olan dolgunun düşmesi durumudur. Bu her türlü dolgu yapımı sonrasında karşılaşılabilecek şanssız bir durumdur. Böyle bir durumla karşılaşılması halinde yapılmış olan dolgu derhal yenilenecek ve sıkıntınız telafi edilecektir.

Bu araştırma sonucunda diş hekimlerinin klinik olarak gerçekleştirmekte en çok zorlandıkları dolgu tiplerinden birisinin klinik başarısının ve ömrünün uzatılması konusunda bilimsel katkı sağlamamıza yardımcı olacaksınız. Bu katkının gösterilebilmesi amacıyla dolgu işlemini takip eden 18 ay boyunca 6 ayda bir defa periyodik olarak yapılan dolgunun uzman diş hekimleri tarafından değerlendirilmesine sunmanız gerekmektedir. Aksi takdirde çalışma içerisinde çıkarılmanız gerekecektir. Çalışma sizinle birlikte 31 katılımcı ile yürütülecektir.

II-Gönüllünün Haklarıyla İlgili Bilgi Verilmesi

Araştırma yönteminde kullanılan yöntem rutin olarak kullanılan bir yöntemdir. Tedavi gereksiniminiz bulunduğu için hali hazırda gerçekleştirilecek bir tedavi yönteminin uzman diş hekimlerince periyodik olarak incelenip kayıt altına alınması neticesinde bilimsel olarak klinik diş hekimliğine katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

Çalışmaya katılım tamamen hür iradeniz doğrultusunda gerçekleştirilecektir. Bu çalışmaya katılmamanız size yapılacak olan tedavinin olumsuz olarak seyretmesine yol açmayacaktır. Çalışmaya katılma kararı verdikten itibaren istediğiniz zaman gerekçe belirtmeksizin çalışma sürecinden kendi rızanız doğrultusunda çekilebilirsiniz. Bu durum da yine tedavinizi olumsuz olarak etkilemeyecektir.

Çalışma süresince gerçekleştirilecek olan işlemlerden doğacak olan maliyet hiçbir şekilde size veya sosyal güvenlik kurumunuza yansıtılmayacaktır. Bu masraflar çalışma bütçesi tarafından size aksettirilmeden karşılanacaktır.

Çalışma kapsamında elde edilecek tüm veriler yine aynı çalışma içerisinde kullanılacak, başka kişiler veya farklı çalışmalar için kullanılmayacaktır. Kayıt altına alınan kimlik bilgileriniz tamamen gizli bir şekilde dökümanite edilip saklanacaktır. Üçüncü şahıslarla paylaşılmayacaktır.

Katılımcının/Hastanın Beyanı

Sayın Doktora Öğr. Dt. Meriç BERKMAN tarafından İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği

Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” (gönüllü) olarak davet edildim. Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Doktora Öğr. Dt. Meriç BERKMAN, +90 505 758 84 94 numaralı telefonda ve İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Yılmaz Manisalı Öğretim Üyesi Kliniği (4. Kat) adresinden arayabileceğimi ve ulaşabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” (gönüllü) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün

Adı-soyadı

İmzası

Tarih

Adresi

Araştırma ekibinde yer alan ve yetkin bir araştırmacının

Adı-soyadı

İmzası

Tarih

Olur işlemine tanık olan kişinin

Adı-soyadı

İmzası

Tarih

Adresi

Yasal temsilcisinin

Adı-soyadı

İmzası

Tarih

Adresi

KLİNİK ARAŞTIRMA HASTA TAKİP FORMU

Protokol No:

Adı Soyadı:

Yaş:

Cinsiyet:

Adres:

Telefon:

Restorasyonu Yapan Diş Hekimi:

Restorasyon Yapılan Diş No:

Kavitenin Türü:

Hastanın Şikâyeti:

Özel Açıklamalar:

	Adı	Kod (Batch) No	Renk
Dolgu maddesi			
Kaide maddesi			
Ön uygulama			
Dentin bonding ajan			
Cila			

	Yapılma tarihi	Başlangıç (1 hafta) kontrol tarihi	6.ay kontrol tarihi	12.ay kontrol tarihi	18.ay kontrol tarihi
Restorasyonun					

Klinik değerlendirme kriterleri	Başlangıç	6. ay	12. ay	18. ay
---------------------------------	-----------	-------	--------	--------

Retansiyon				
Yüzey Parlaklığı				
Marjinal Renkleşme				
Renk Uyumu ve Transluserisi				
Estetik Anatomik Form				
Marjinal Adaptasyon				
Post-operatif Hassasiyet				
Periodontal Cevap				
Sekonder Çürük				

Restorasyon kaybının nedeni	Başlangıç	6. ay	12. ay	18. ay
Dişin çekilmiş olması				
Dolgunun düşmüş olması				
Dolgunun yenilenmiş olması				
Hastanın gelmemesi				
Diğer (açıklayınız)				

Lezyon Karakteristikleri	Diş Numaraları					
Şekil/Kavite Açısı	<45°					
	45-90°					
	90-135°					

	>135°					
Lezyon Derinliği	<1mm					
	>1mm					
Serviko-insizal Yükseklik	<1.5 mm					
	1.5-2.5 mm					
	>2.5 mm					
Lezyondaki Mine Miktarı	<%25					
	%25-50					
	%50-75					
Dentin Skleroz Dercesi	1-Skleroz yok					
	2-Hafif sklerotik dentin (opak)					
	3-Orta sklerotik dentin (sarı)					
	4-Şiddetli sklerotik dentin (transludent)					
Atrizyon Faseti	Var					
	Yok					
Pre-operatif Hasasiyet	Var					
	Yok					

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

HEMA'LI VE HEMA'SIZ SELF-ETCH ADEZİVLERDE İLAVE
HİDROFOBİK REÇİNE UYGULAMASININ SINIF V KOMPOZİT
RESTORASYONLARIN KLİNİK PERFORMANSINA ETKİSİ

ORJİNALLİK RAPORU

% 7	% 5	% 3	% 3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	Submitted to Marmara University Öğrenci Ödevi	% 1
2	acikarsiv.ankara.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
3	dfd.atauni.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
4	Submitted to Erciyes Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
5	bektiindahpalupi.wordpress.com İnternet Kaynağı	<% 1
6	turkendodontidernegi.org İnternet Kaynağı	<% 1
7	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	<% 1
8	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1

acikerisim.baskent.edu.tr:8080