

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

**FARKLI ADEZİV SİSTEMLER KULLANILARAK UYGULANAN
PİT VE FİSSÜR ÖRTÜCÜLERDE MİKROSİZİNTİNİN İN VİTRO
KOŞULLARDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Elif ATAOL

**Pedodonti Programı
UZMANLIK TEZİ**

**ANKARA
2015**

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

**FARKLI ADEZİV SİSTEMLER KULLANILARAK UYGULANAN
PİT VE FİSSÜR ÖRTÜCÜLERDE MİKROSIZINTININ İN VİTRO
KOŞULLARDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Elif ATAOL

**Pedodonti Programı
UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Zafer C. ÇEHRELİ**

**ANKARA
2015**

Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına,

Dt. Elif Ataol 04.12.2015 tarihinde jürimiz önünde yaptığı savunmasında "Farklı Adeziv Sistemler Kullanılarak Uygulanan Pit ve Fissür Örtücülerde Mikrosızıntının in vitro Koşullarda Değerlendirilmesi" başlıklı çalışması jürimiz tarafından Çocuk Diş Hekimliği (Pedodonti) Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. S. Atilla ATAÇ

Hacettepe Üniversitesi

Tez Danışmanı : Prof Dr. Zafer C. ÇEHRELİ

Hacettepe Üniversitesi

Üye : Prof . Dr. Burçak ÇEHRELİ

Başkent Üniversitesi

ONAY Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıda jüri üyeleri tarafından görülmüş ve Hacettepe Üniversitesi Diş Fakültesi tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet SERPER
Dekan Vekili

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin her aşamasında büyük bir sabır ve titizlikle bana yardımcı olup değerli bilgi ve tecrübeleri ile yol gösteren; anlayış ve hoşgörüsüyle desteğini her zaman her konuda hissettiğim, öğrencisi olma fırsatını yakaladığım için çok büyük mutluluk ve onur duyduğum değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Zafer Çehreli'ye,

Her türlü yardım ve desteğiyle her zaman yanımda olan, benim için Anabilim Dalı Başkanı ünvanından çok daha fazla anlam ifade eden, her türlü bilimsel ve mesleki tecrübesini paylaşan Prof. Dr. Atilla Ataç'a,

Pedodonti eğitimim boyunca emek ve bilgilerini hiçbir zaman esirgemeyen ve pedodonti eğitimime katkıda bulunan çok değerli hocalarım Prof. Dr. Seval Ölmez, Prof. Dr. Meryem Tekçiçek, Prof. Dr. Melek Turgut, Prof. Dr. Cem Güngör, Doç. Dr. Tülin İleri Keçeli'ye,

Desteklerini ve dostluklarını her zaman hissettiğim Asistan Odası Ekibi; Dr. Sezgi Eryürük, Dr. Burak Aksoy, Dr. Beste Özgür, Dr. Gizem Erbaş Ünverdi, Uzm. Dt. Cansu Özler, Uzm. Dt. Gülsüm Atasever, Dt. Elif Ballıkaya, Dt. Özge Güneş, Dt. Cansu Uzun, Dt. Sara Köprülü, Dt. İrem Mergen, Dt. Nihal Taş, Dt. Ezgi Arslan, Dt. Münevver Şener, Dt. Neslihan Özdemir, Dt. Aybike Şahlanan, Dt. Ayler Yıldız, Dt. Gülce Esentürk'e,

Pedodonti ailesinin değerli üyeleri Aysun Usta, Mehtap Bilgin, Özlem Kale, Güzide Semerci, Aysel Delikaya, Ayten Mengüloğlu, Buğra Ulutaş, Emre Menteş ve Necat Kaya'ya,

Sonsuz emek, sevgi ve destekleri ile beni bugünlere getiren, her zaman yanımda olan, kızı olmaktan gurur duyduğum canım babam Mehmet Nihat Ataol'a, varlığından her zaman güç aldığım, ciğerparem, annem Neşe Ataol'a, hayattaki en büyük sırdaşım, destekçim, yardımcım, ablam Zeynep Ataol Özkaya, abim Kıvanç Özkaya ve ailemizin yeni üyesi Kumsal Özkaya'ya,

İkinci ailem, varlıklarıyla mutluluk veren, yaşam sevincim, canım dostlarım Uzm. Dt. Esin Efe Güney, Dt. Ufuk Şenol, Dt. Tuğçe Göktürk, Dt. Sıla Bilgin ve Uzm. Dt. Betül Aydoğdu Aka'ya,

Hayatımın her anında yanımda olan Bade Orhan'a,

Sonsuz teşekkürler.

ÖZET

ATAOL, E. Farklı adeziv sistemler kullanılarak uygulanan pit ve fissür örtücülerde mikrosızıntının in vitro koşullarda değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Pedodonti Uzmanlık Tezi, Ankara, 2015. Bu çalışmanın amacı, farklı adeziv sistemler ve uygulama yöntemleri kullanılarak yapılan fissür örtücülerde sızdırmazlık direncinin in vitro koşullarda incelenmesidir. Periodontal ya da ortodontik nedenlerle çekilmiş çürüksüz 216 adet insan 3. azı dişi, 9 deney grubuna randomize edilmiştir (n=24): 1. Minede ön asitleme + Clinpro Sealant; 2. Self-Etch modda Single Bond Universal + Clinpro Sealant; 3. Minede ön asitleme + Single Bond Universal + Clinpro Sealant; 4. Self Etch modda All Bond Universal + Clinpro Sealant; 5. Minede ön asitleme+ All Bond Universal + Clinpro Sealant; 6. Self etch modda Clearfil Universal Bond + Clinpro Sealant; 7. Minede ön asitleme+ Clearfil Universal Bond + Clinpro Sealant; 8. Self etch modda Beauti Sealant Primer + Beauti Sealant; 9. Minede ön asitleme+ Beauti Sealant Primer + Beauti Sealant. Restorasyonu tamamlanan dişler 37°C'deki distile suda 7 gün süre ile bekletildikten sonra 5-55°C aralığında 1000 devir termosiklus uygulaması yapılmıştır. Ardından örnekler %0,5'lik bazik fuksin solüsyonunda bekletilmiş, kesitler alınarak fotoğraflanmıştır. Mikrosızıntı düzeyleri ImageJ analiz yazılımı ile değerlendirilip, bulgular istatistiksel olarak tek yönlü varyans analizi, bağımsız gruplarda t-testi ve tukey testi ile değerlendirilmiştir. Tüm ön asitleme gruplarında anlamlı düzeyde düşük mikrosızıntı gözlenmiştir (p<0.05). Mikrosızıntı değerleri yönünden aşağıdaki sıralama elde edilmiştir (p=0.05): Ön asitleme+ Single Bond Universal + Clinpro Sealant= Ön asitleme+ All Bond Universal + Clinpro Sealant= Single Bond Universal- Self-Etch + Clinpro Sealant< Ön asitleme+ Clearfil Universal Bond= All Bond Universal-Self Etch + Clinpro Sealant= Clearfil Universal Bond- Self Etch + Clinpro Sealant< Ön asitleme+ Beauti Sealant Primer + Beauti Sealant= Ön asitleme + Clinpro Sealant= Beauti Sealant Primer- Self Etch + Beauti Sealant.

Anahtar kelimeler: mikrosızıntı, universal adezivler, fissür örtücü.

ABSTRACT

ATAOL, E. In vitro microleakage of bonded fissure sealants utilizing different adhesive systems. Hacettepe University Health Sciences Institute Specialty Thesis in Pediatric Dentistry, Ankara, 2015. The aim of this study was to evaluate the effects of different types of adhesive systems and application modes on the microleakage of fissure sealant restorations in vitro. Non-carious 216 human third molar teeth, extracted for periodontal and orthodontic reasons, were randomly assigned into 9 groups (n=24/each): 1. Phosphoric acid etching + Clinpro Sealant; 2. Single Bond Universal in Self-Etch mode+ Clinpro Sealant; 3. Phosphoric acid etching + Single Bond Universal + Clinpro Sealant; 4. All Bond Universal in Self-Etch mode + Clinpro Sealant; 5. Phosphoric acid etching + All Bond Universal + Clinpro Sealant; 6. Clearfil Universal Bond in Self-Etch mode + Clinpro Sealant; 7. Phosphoric acid etching + Clearfil Universal Bond + Clinpro Sealant; 8. Beauti Sealant Primer- Self Etch + Beauti Sealant; 9. Phosphoric acid etching + Beauti Sealant Primer + Beauti Sealant. The specimens were stored in deionized water at 37°C for seven days and then subjected to thermocycling. Following immersion in 0.5% basic fuchsin solution, the teeth were sectioned and digitally photographed. Microleakage was evaluated quantitatively using an open-source image analysis toolkit (ImageJ), and the data were analyzed statistically using one-way anova, independent samples t-test and Tukey tests at $p=0.05$. All pre-etched specimens showed significantly lower microleakage scores ($p<0.05$). The following statistical ranking was observed with regard to sealing performance ($p=0.05$): Phosphoric acid etching + Single Bond Universal + Clinpro Sealant= Phosphoric acid etching + All Bond Universal + Clinpro Sealant= Single Bond Universal- Self-Etch + Clinpro Sealant< Phosphoric acid etching + Clearfil Universal Bond= All Bond Universal- Self Etch + Clinpro Sealant= Clearfil Universal Bond- Self Etch + Clinpro Sealant< Phosphoric acid etching + Beauti Sealant Primer + Beauti Sealant= Phosphoric acid etching only + Clinpro Sealant= Beauti Sealant Primer- Self Etch + Beauti Sealant.

Keywords: microleakage, universal adhesives, fissure sealants.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER	x
TABLolar	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Mine	3
2.2. Adezyon	5
2.2.1. Adeziv Sistemlerin Nesillere Göre Sınıflandırılması	7
2.2.2. Adeziv Sistemlerin Smear Tabakası ile Etkileşimlerine Göre Sınıflandırılması	10
2.2.3. Adeziv Sistemlerin Klinik Uygulamalara Göre Sınıflandırılması	11
2.3. Pit ve Fissür Çürükleri	20
2.3.1. Pit ve Fissür Morfolojilerinin Çürük Üzerine Etkisi	21
2.4. Pit ve Fissür Çürüklerinin Teşhisi	22
2.4.1. Geleneksel Yöntemler	24
2.4.2. Floresans Teknikleri	30
2.4.3. Elektriksel İletkenlik Ölçümleri	31
2.4.4. Geliştirilmiş Görsel Teknikler	32
2.4.5. Kızılötesine Yakın Işık ile Görüntüleme	33
2.5. Pit ve Fissür Çürüklerinin Tedavisi	33
2.5.1. Kimyasal Ajanlar ile Remineralizasyon	34
2.5.2. Pit ve Fissür Örtücüler	38
2.6. Mikrosızıntı ve Tespit Yöntemleri	52
2.6.1. Klinik Tespit Yöntemleri	53
2.6.2. İn Vitro Tespit Yöntemleri	54

3. GEREÇ VE YÖNTEM	61
3.1. Örneklerin Hazırlanması	61
3.2. Mikrosızıntı Testi ve Görüntü Analizi	64
3.3. İstatistiksel Analiz	66
4. BULGULAR	67
5. TARTIŞMA	76
6. SONUÇLAR	84
KAYNAKLAR	85
EKLER	
EK 1: Etik Kurul Onayı	114

SİMGELER VE KISALTMALAR

ACP	Amorf kalsiyum fosfat
ART	Atravmatik restorative tedavi
Bis-GMA	Bisfenol A glisidilmetakrilat
CCD	Charge Couple Device
CIS	Cam iyonomer siman
CPP-ACP	Kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat
DELFI	Boya ile güçlendirilmiş lazer floresans
DIFOTI	Dijital fiber optic transilüminasyon
DSP	Dijital Subtraction Radyografi
EDMAB	Etil 4-dimetil aminobenzoat
EDTA	Etilen diamin tetra asetik asit
Fenil-P	2-metakriloksietil trimellitik asit
FOTI	Fiber optik transilüminasyon
HAP	Hidroksiapatit
HEMA	2-hidroksietil metakrilat
KTH	Kuartz Tungsten Halojen
MDP	Metakriloksidetil dihidrojen fosfat
MMP	Matriks metalloproteinaz
MPa	Megapascal
NIR	Kızılötesine yakın ışık ile görüntüleme
NPG-GMA	N-fenilglisin glisidil metakrilat
NTG-GMA	N-toliglisin glisidil metakrilat
PENTA	Dipentaeritritol penta-akrilatmonofosfat
PMDM	Piomellitik asit dimetakrilat
PMKR	Poliasit modifiye kompozit rezin
QLF	Kantitatif ışık etkili floresans
RMCİS	Rezin modifiye cam iyonomer siman
SDF	Gümüş diamin florür
S-PRG	Yüzeyi önceden reaksiyona girmiş cam
TiF ₄	Titanyum Tetraflorür
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	Üretan dimetakrilat
USPHS	Amerika Birleşik Devletleri Sağlık Servisi
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
µm	mikrometre
µTBS	Bağlanma dayanım testi
4-MET	4-metakriloksietil trimellitik asit

ŞEKİLLER

	Sayfa
3.1. Çalışmada kullanılan adeziv sistemler ve fissür örtücü materyalleri	63
3.2. Örneklerden kesit almada kullanılan düşük hızlı, su soğutmalı elmas separeli kesim cihazı	66
3.3. Örneklerde boya penetrasyonunu ölçmek ve dijital fotoğrafını çekmede kullanılan ışık mikroskobu	66
4.1. Çalışmada yer alan tüm grupların ortalama sızıntı değerleri	74
4.2. Gruplara göre mikrosızıntının ışık mikroskobu altındaki temsili örnekleri	75
A: Geleneksel yöntem	
B: Single Bond Universal- ön asitleme yapılmamış	
C: Single Bond Universal- ön asitleme yapılmış	
D: All Bond Universal-ön asitleme yapılmamı	
E: All Bond Universal- ön asitleme yapılmış	
F: Clearfil Universal Bond- ön asitleme yapılmamış	
G: Clearfil Universal Bond- ön asitleme yapılmış	
H: Beauti Sealant- ön asitleme yapılmamış	
I: Beauti Sealant- ön asitleme yapılmış	

TABLOLAR

	Sayfa
3.1. Çalışmada kullanılan adeziv sistemlerin ve fissür örtücü materyallerin kimyasal içerikleri.	65
4.1. Örneklere uygulanan fissür örtücü tiplerine göre mikrosızıntı değerleri	67
4.2. Uygulanan adeziv tipine göre mikrosızıntı değerleri	67
4.3. Mikrosızıntı değerlerinin kullanılan adeziv tiplerine göre karşılaştırılması	68
4.4. Ön asitleme işleminin etkisine göre mikrosızıntı değerleri	69
4.5. Çalışmada yer alan tüm alt grupların mikrosızıntı değerleri	70
4.6. Tüm alt grupların mikrosızıntı değerine göre ikili karşılaştırmaları	71
4.6 (Devam) Tüm alt grupların mikrosızıntı değerine göre ikili karşılaştırmaları	72

1. GİRİŞ

Diş çürüğü, diş sert dokularının yıkımı ile oluşan enfeksiyöz bir hastalıktır (1-3). Birçok etkenin rol aldığı diş çürüğünün engellenmesi, çürük riskinin azaltılması, diş yapılarının mümkün olduğunca korunduğu non-invaziv veya minimal invaziv tedavi tekniklerinin geliştirilmesi konusunda geçtiğimiz on yıl içerisinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bu ultrakonservatif klinik yaklaşımın bir sonucu olarak çürük prevalansı azalmış ve ilerleme hızı bakımından değişikliğe uğramıştır. Ancak çürük prevalansındaki düşüş diş yüzeylerinin tümünde eşit olarak gözlemlenmemektedir (4-6). Oklüzal yüzeyde bulunan pit ve fissürler karmaşık morfolojileri sebebiyle çürüğe en yatkın alanlar olup, çürükten etkilenen yüzeylerin %85'ini oluşturmaktadırlar (7-10).

Mikroorganizmalar için rezervuar görevi gören pit ve fissürlerin fiziksel bir bariyerle örtülmesi, çürüğün klinik olarak önlenmesinde önemli bir koruyucu uygulama olarak kabul görmektedir (12, 13). Pit ve fissür örtücülerin dişe adezyonunu sağlayan bağlayıcı sistemler, sızdırmazlık ve mekanik retansiyonun en kritik belirleyicileri olarak klinik performans üzerinde direkt etkiye sahiptirler (7). Bu nedenle kimyasal yapı, etki mekanizması ve uygulama modu yönünden farklılık gösteren adeziv sistemlerin pit ve fissür örtücülerin sızdırmazlık performansı üzerindeki etkilerinin bilmesi gerekmektedir.

Geleneksel rezin bazlı fissür örtücüler, mine yüzeyinde mikropöröziteler oluşturarak ıslanabilirliği, penetrasyonu ve tutuculuğunu arttıran ön asitleme işlemi takiben uygulanırlar. Uygulanan fissür örtücünün bu pöröziteler içerisine penetre olarak sertleşmesi beklenmektedir. İdeal izolasyon koşullarının çoğu zaman sağlanamadığı çocuk hastalarda, asitlenmiş mine yüzeyinin tükürükle teması, mine yüzeyinin çok ince bir kat tükürükle kontaminasyonuna neden olmaktadır (14). Fissür örtücülerin retansiyonunu olumsuz yönde etkileyen bu klinik sorunun önlenmesi amacıyla fissür örtücülerin altında hidrofilik adezivlerin kullanıldığı "Bağlanmış fissür örtücü" konsepti önerilmiş, yapılan klinik ve laboratuvar çalışmaları da bu tedavi yaklaşımını desteklemiştir (15, 16). Daha ileri

dönemlerde asitle pürüzlendirme prosedürünün yıkama ve kurutma aşamasında neden olabileceği kontaminasyon riskini ortadan kaldıracak amacıyla, minenin daha zayıf asit türevleri ile ayrı bir asitleme yıkama basamağı olmadan pürüzlendirilebildiği self-etch adeziv sistemler geliştirilmiştir. Bağlanmış fissür örtücü tekniğinde, self-etch adezivlerin de etkin bir şekilde mikrosızıntıyı önleyebileceği, laboratuvar koşullarında gösterilmiştir (7). Asitle pürüzlendirme ve Self-etch sistemine ek olarak hem self-etch tekniği ile hem de etch and rinse tekniği ile uygulanabilen multimode (universal) adeziv sistemler, mevcut bonding ajanları içerisinde en yeni grubu temsil etmektedir (17). Ancak bu yeni adeziv sistemlerin fissür örtücülerin altında farklı uygulama modlarında sızdırmazlık direnci üzerine etkileri bilinmemektedir.

Son yıllarda üreticiler, rezin matrix içeriğine önceden poliasit ile reaksiyona girmiş cam parçaları ilave edilmiş giomer fissür örtücülerini geliştirmişlerdir (18). Bu yeni fissür örtücülerde amaç; içeriğinde bulunan borat iyonları (BO_3) ile antibakteriyel etki yaratmak (19), flor (F) ve stronsiyum (Sr) iyonları ile de minede floroapatit ve stronsiyoumapatit kristalleri oluşturularak aside dirençli bir tabaka oluşturmak ve minenin remineralizasyonunu sağlamaktır (20, 21). Giomerlerin bağlanmış fissür örtücü senaryosundaki sızdırmazlık özellikleri hakkında da yayınlanmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bilgilerin ışığında, bu çalışma ile mineye farklı adeziv sistemleri uygulanarak yapılan farklı pit ve fissür örtücülerin sızdırmazlık düzeylerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada dört başlangıç hipotezi test edilmiştir:

1. Sızdırmazlık direnci, fissür örtücünün altında adeziv rezin kullanımından etkilenmemektedir.
2. Sızdırmazlık direnci, kullanılan adeziv rezinin uygulama modundan etkilenmemektedir.
3. Sızdırmazlık direnci, kullanılan adeziv rezinin cinsinden etkilenmemektedir.
4. Sızdırmazlık direnci, uygulanan fissür örtücü tipinden etkilenmemektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Mine

Diş minesi, ameloblast hücreleri tarafından oluşturulan, dişin anatomik kronunu örten, insan vücudundaki en sert yapıdır. Dişi çepeçevre sararak dentin ve pulpayı koruyan mine, renk ve estetik açısından da büyük bir öneme sahiptir. Dişin ektodermal kökenli tek yapısı olan mine, sertliğine göre beklenmeyecek kadar esnek; öte yandan da kırılğan bir yapıdadır. Mine sertliği mine-dentin birleşimine doğru giderek azalma eğilimindedir (26).

Bebeğin anne karnındaki gelişimi ile başlayan mine oluşumu, odontoblastların dentini sentezlemeye başlamasını takiben meydana gelmektedir. İlk evrede ameloblastlar, dentin tabakasının üzerine mine-dentin membranını salgırlar. Prizmasız yapıdaki bu membranın üzerine ameloblastlar her 24 saatte 4µm mine matriksi salgılayarak perifererilerler (33).

Minenin oluşumu sırasında öncelikle kor yapıyı oluşturan karbonat yerini alır. Hidroksiapatit (HAP) kristallerinde asit ataklarına karşı dayanıksız olan bu karbonat apatit kısmı sebebiyle de çürük, kristallerin merkezinden periferer doğru ilerler (33). Mine-dentin sınırından başlayarak kronun dış yüzeyine uzanan mine tabakasında, 4-6 µm kalınlığında birbirine kenetlenmiş prizmalar bulunmaktadır. Anahtar deliği şeklinde olan prizmalardaki bu kilitleme ve prizmalar arası bölgedeki HAP kristallerinin yerleşimi mine matriksinin oluşumu esnasında şekillenmektedir (35). Bu mine prizmaları, a aksı boyunca 25 µm ve b aksı boyunca 40 µm genişliğinde, c aksı boyunca 160 µm uzunluğunda hegzagonal konfigürasyonla birleşmiş çok sayıda HAP kristallerinden oluşmaktadır (27). HAP kristalleri, dentin ve kemikteki kristallerden yaklaşık 10kat daha büyük olduklarından elektron mikroskopi ile rahatlıkla incelenebilmektedirler (33).

Mine, ağırlık olarak yaklaşık %94-98 inorganik, %1-4 su ve %1-2 organik materyalden; hacimsel olarak ise %86 inorganik, %12 su ve %2 organik materyalden oluşur (25).

Minenin inorganik kısmının büyük çoğunluğunu HAP kristalleri oluşturmaktadır. HAP kristalleri $[Ca_{10}(PO_4)_6OH)_2]$; kalsiyum (Ca), fosfat (PO_4) ve hidroksil (OH^-) gruplarından oluşan kristalitlerinin, HAP kristalinin uzun aksı boyunca dizilmesiyle ve çok az miktarda karbonat, flor, klor, çinko, stronsiyum, magnezyum ve alüminyum elementlerinin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Diş yapısına katılan bu elementlerden flor, bor, baryum, lityum, magnezyum, molibden, stronsiyum ve vanadyum aynı zamanda dişleri çürüğe karşı koruyucu özellik de taşımaktadır (33).

Mine-dentin birleşiminden dişin dış yüzeyine doğru yerleşmiş olan HAP kristallerinin arasında interprizmatik matriks yer almaktadır (26). Prizmaların yerleşimi dişin asit ataklarındaki dayanıklılığını da etkilemektedir (27). Amelogenez esnasında florla karşılaşma ya da olgunlaşmamış mineye flor uygulanması durumunda flor ve hidroksil iyonları yer değiştirerek fluoroapatit kristalleri oluşabilmekte ve böylece kristalin büyüklüğü ve kalınlığı artarken, düzensiz olan c aksında da azalma görülmektedir. Bu durumda diş yapısı asit ataklarına daha dirençli bir hal almaktadır (35).

Diş minesinin inorganik yapısını oluşturan HAP kristallerinin arasındaki interprizmatik bölgede ise su ve organik materyal yer almaktadır. Bu mikroporlar minenin dentin ve pulpa ile aktif bir şekilde bağlantıda olmasını sağlamaktadır. Dişlerin hava ile kurutulması ile mikroporlardaki nemini kaybeden mine daha açık ve tebeşirimsi bir görünüm alır ve ağız ortamında tükürükle nemini tekrar kazanması ile görünüm eski haline döner. Bu durum minenin yarı-geçirgen özelliğinden ileri gelmektedir. Küçük molekül ağırlıklı maddeler mine içine diffüze olabilirken, yüksek molekül ağırlıklı maddeler mikroporlardan geçiş yapamazlar (36).

Minenin organik kısmı ise büyük protein kompleksleri, siathelin, serbest aminoasitler ve lipitten oluşmaktadır (33). Minenin gelişimi esnasında başlangıçta daha fazla olan organik yapı (%30) hidrolize olarak yerini minerallere bırakarak %1 oranına geriler. Embriyolojik gelişim sırasında olan bu mineralizasyon aşamasında mine proteinleri (amelogenin, ameloblastin, amelotin, enamelin) yıkılırken, artık ürünleri mine prizmalarının periferinde kalmakta ve bu nedenle olgunlaşmış minede HAP kristallerinin kilitlemesinde zayıflıklara ve asit ataklarına yatkın bölgeler oluşmasına sebep olmaktadır (33).

Mine, lokalizasyonu ya da derinliği ne olursa olsun, en dıştaki prizmatik tabaka haricinde homojen bir yapıdadır ve inorganik kısmın daha fazla olması nedeniyle de yüzey enerjisi yüksektir (39).

2.2. Adezyon

“Adezyon” (bağlanma); birbirleriyle temas halinde olan farklı moleküller arasındaki çekim kuvvetini tanımlayan, Latincedeki adhaere’den köken alan bir terimdir. “Kohezyon” ise aynı moleküller arasındaki çekim kuvvetini tanımlamaktadır. “Adeziv” adezyonu meydana getiren madde, adezivin uygulandığı yüzey/madde ise “aderent” olarak tanımlanmaktadır. Adezyonun tam anlamıyla sağlıklı bir şekilde oluşması için adeziv ile aderentin sıkı teması gerekmektedir. Diş hekimliğinde, adezivler bonding ajanları, diş yüzeyi ise aderente karşılık gelmektedir (142).

Adezyon türleri kimyasal, diffüzyon, elektrostatik ve mekanik olmak üzere 4 ayrı başlıkta incelenebilir:

Kimyasal (Adsorbsiyon) Adezyon: Primer ve sekonder kuvvetlerin etkisiyle aderent ile adeziv arasında meydana gelen bağlanma şeklidir. Primer kuvvetler; pozitif ve negatif atomlar arasında oluşan iyonik bağlar, elektron ortaklaşmasıyla meydana gelen kovalent bağlar ve elektron bulutu içerisinde yerleşen iyonların oluşturduğu metalik bağlardan oluşmaktadır. Sekonder kuvvetler; hidrojen bağları, Van der Walls kuvvetleri, Keesom dipol interaksiyon kuvvetleri, London dispersiyon kuvvetleri, Debye dipol induksiyon kuvvetlerinden oluşmaktadır. Zayıf bir bağlanmadır (134).

Difüzyon Adezyonu: Hareketli moleküller arasında meydana gelen, iki polimerin, arayüzdeki polimer zincir uçlarının difüzyonu ile oluşan bağlanma türüdür. Zayıf bir bağlanmadır (245).

Elektrostatik Adezyon: Farklı yüzeyler arasındaki elektrostatik etkileşimden kaynaklanan bağlanma türüdür. Zayıf bir bağlanmadır (39).

Mekanik Adezyon: Adezivin geometrik ve reolojik etkenler ile aderentin yüzeyinde bulunan girinti çıkıntılara bağlanmasıdır. Geometrik etkenler, düzensiz yüzeylerdeki mikropörözitelere olan mekanik kilitlemeyi; reolojik etkenler ise sıvıların akışkan katıların deformasyon gösterme özelliklerinden kaynaklanan, adezivin girinti çıkıntılarının arasına akıp büzülme ile aderente tutunmasını anlatmaktadır (39). Rezin esaslı dental materyallerde oluşan polimerizasyon büzülmesi de reolojik etkenlerden kaynaklanmaktadır (134).

Mikromekanik bağlanma diş hekimliğinde kullanılan adezyon teknolojilerinin esasını oluşturmaktadır. Asitle pürüzlendirme işlemi takiben oluşan mikropöröziteler içerisine adeziv materyal akarak mikromekanik kilitleme meydana getirir (238).

Diş Hekimliğinde Adezyon ve Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması: Diş hekimliğinde restorasyonların başarısı, diş yüzeyi ile restoratif maddeler arasındaki adezyon ile sağlanmaktadır. Adeziv diş hekimliği, ilk kez 1955 yılında Buonocore'un tanımladığı minenin asitle pürüzlendirilmesi fikrini takiben oluşmuştur (49). Minenin asitle pürüzlendirilmesiyle oluşan mikropörözitelere akrilik rezinin bağlantısı gösterilmiş ve böylelikle Black'in korumak için genişletmek prensibi

geçerliliğini yitirmiş, adeziv sistemin kullanıldığı minimal invaziv yaklaşımların önü açılmıştır (238).

Adeziv sistemlerin gelişim sürecinde Buonocore'dan sonra, Bowen (227) rezin esaslı dental materyallerin dış yüzeyine bağlanmasını yüzey aktif monomerlerin kolaylaştırdığını göstermiştir. Nakabayashi (127) ise hibrit tabaka oluşumunu tanımlamış ve adeziv sistemin gelişmesinde önemli aşamalar kaydedilmiştir. Adeziv sistemde kaydedilen gelişmeler ile retansiyon sağlamak için kavite dizaynının sağlıklı dokuya zarar verecek şekilde genişletilmesinin önüne geçilmiş, restorasyon tamiri mümkün hale gelmiş, preperasyon sonrası zayıflayan diş dokusu desteklenmiş, mikromekanik bağlanma ile mikrosızıntı, post-op hassasiyet, sekonder çürük oluşumunun önüne geçilmiş, fonksiyonel streslerin bağlantı ara yüzeyi boyunca dişe daha iyi iletilmesi sağlanmış ve estetik olarak da başarılı sonuçlar elde edilmiştir (11).

Adeziv sistemlerin gelişimine paralel olarak birçok sınıflama oluşturulmuştur. Genel olarak adeziv sistemler nesillere göre, smear tabakasını kaldırıp kaldırmamalarına göre ve klinik uygulama yöntemlerine göre sınıflandırılabilirler (11).

2.2.1. Adeziv Sistemlerin Nesillere Göre Sınıflandırılması

Adeziv sistemlerin sınıflandırılmasında sıklıkla kullanılan nesillere göre sınıflandırmada 7 adet kategori bulunmaktadır.

Birinci Nesil: Birinci nesil adezivler Bowen'ın kuramsal olarak ortaya koyduğu N-fenilglisin Glisidil Methakrilat'ın (NPG-GMA) dentin ile kimyasal bağ kurması esasına dayanmaktadır (227). Bu nesil adeziv ajanların temeli yüzey aktif komonomeri olan NPG-GMA'dır. Dış yüzeyindeki Ca ile rezin arasında suya dayanıklı bir bağlanma olması amaçlanmıştır ancak; hidrofobik olan bu ajanın bağlanma dayanıklılığı 2-3MPa ile sınırlı kalmıştır (269). Mine yüzeyindeki HAP kristallerine iyonik bağlarla, kollajene ise kovalent bağlarla bağlanmanın gerçekleştiği düşünülse de yapılan Carbon-13 NMR analizlerinde NPG-GMA ve HAP arasında bağlanma görülmemiştir (266).

İkinci Nesil: 1980'lerin başında geliştirilen bu nesilde bağlanma, adeziv rezinde bulunan negatif yüklü fosfat grupları (PO_4) ile smear tabakasında bulunan pozitif yüklü Ca^+ iyonları arasındaki iyonik bağlar ile olmaktadır (262). Bağlanma dayanıklılıkları 1-10MPa arasında değişen adezivler, kompozit rezinlerin polimerizasyon büzülmesine karşı koyamayarak, mikrosızıntıya izin veren mikroporlar oluştururlar (269).

Koheziv dayanıklılığı çok düşük olan ve dentine sıkıca bağlı olmayan smear tabaka, ikinci nesil adeziv ajanlarda ortadan kaldırılamaz ve adezyon bu tabaka aracılığıyla sağlanmaya çalışılmıştır. Ancak hidrofilik karakter taşımayan bu adezivler smear tabakasına tam olarak penetre olamadığı için rezin taglar oluşmamakta ve yeterli düzeyde adezyon sağlanamamaktadır (252). İn vitro testlerde ikinci nesil adeziv ajanlar ile yapılan restorasyonların ancak 6 ay kabul edilebilir adezyon sağladığı gösterilmiştir (253).

Üçüncü Nesil: 1980'lerin sonunda yeterli adezyonun sağlanabilmesi için smear tabakasının modifiye edilmesi ya da kaldırılması gerekliliğinin anlaşılması ile çok basamaklı uygulamalar ortaya çıkmıştır. Smear tabakasının modifiye edilmesi ya da kaldırılması, asidik olan Phenyl-P ya da PENTA (Dipentaeritrol penta-akrilatmonofosfat) gibi monomerlerin penetrasyonuna izin vererek, rezinin dentin tübüllerine geçişine olanak sağlamıştır. Ancak adeziv ajanın hidrofobik karakterde olması nedeniyle yine istenilen penetrasyon ve bağlanma dayanıklılığı elde edilememiştir (245).

Üçüncü nesil adezivlerin geliştirilmesi esnasında % 6.8' lik ferrik oksalat, Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA), %2,5'luk nitrik asit ve NPG, maleik asit ve hidroksi etil metakrilatın (HEMA) sudaki solüsyonu, HEMA'lı etanol solüsyonu içinde PENTA, %10'luk sitrik asit ve %20'lik kalsiyum klorit gibi birçok pürüzlendirici ajan; NPG-GMA ya da N-toliglisin Glisidil Metakrilatın (NTG-GMA) Piromellitik Asit Dimetilmetakrilatın (PMDM) aseton içindeki solüsyonu ile karıştırılması, PMDM, HEMA ve glutaraldehit kombinasyonu, Bisfenol glisidil metakrilat (Bis-GMA) ve HEMA kombinasyonu gibi birçok primer ve rezin kullanılmıştır (242, 238). Bu ajanlardan ferrik oksalat kullanımı ile, yüzeyde kalsiyum oksalat ve ferrik sülfattan oluşan çökelti tabakası oluşması ve böylelikle pulpanın korunması

amaçlanmıştır. Ancak takiplerde renklenme oluşması nedeniyle kullanımı terk edilmiştir (242).

Bu nesilde bağlanma dayanıklılığı 10-14MPa'a yükselmiş olsa da, günümüzde 1., 2. ve 3. nesil adezivler yeterli bağlanma dayanıklılığını gösteremedikleri için kullanılamamaktadır (254).

Dördüncü Nesil: Bu nesil adeziv uygulamalarında 3 basamak bulunmaktadır. Birinci basamakta uygulamadan sonra yıkanan asit ile smear tabaka uzaklaştırılır, dentin tübüleri açılır, dentin geçirgenliği artar. İntertübüler ve peritübüler dentinin dekalsifiye olmasıyla birlikte kollajen ağının ortaya çıkması sağlanır (239).

İkinci basamakta etanol, aseton ve/veya su içinde reaktif olan hidrofilik monomerlerden oluşan primer solüsyonunun uygulanması ile dentin yüzeyinin yüzey enerjisi ve ıslanabilirliği artırılır. Primerin hidrofilik kısmı dentine, hidrofobik kısmı rezine karşı bir afinite gösterdiği için dentin kollajenlerine penetrasyonu kolaylaşır (234).

Üçüncü basamakta doldurucu ya da doldurucusuz adeziv rezin uygulaması ile içeriğinde bulunan rezinin kollajen ağı içine girerek polimerize olması ve hibrit tabaka meydana gelmesi sağlanır (239). Böylelikle bağlanma dayanıklılığı 20MPa ve üzerinde olan bir adeziv grubu elde edilmiştir (205).

Beşinci Nesil: Bu nesil, dördüncü nesilin zaman alan ve dikkatli uygulama gerektiren üç aşamalı sistemini pratikleştirmeyi hedefleyen; primer ve bonding ajanlarının birleştirilerek aşama sayısının düşürüldüğü "tek şişe adezivler"le bilinir. Ancak bu uygulamadan tek şişe ya da tek basamak adıyla bahsetmek, öncesinde asit uygulanması ve primer+adeziv rezinin iki veya daha fazla uygulama gerektirmesi nedeniyle hatalıdır (234).

Beşinci nesil adezivlerin bağlanma dayanıklılığı birçok çalışmada 30MPa değerinde bulunsa da, yapılan bazı çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir (217). Bu durum, aseton ya da etanol içerikli adezivlerin, hava ile kurutulmuş olan dentine penetrasyonunun gerçekleşmemesi gibi teknik faktörler ile açıklanabilir (209). Hava ile kurutulan dentinde, kollajen ağı arasındaki boşluklar kaybolmakta ve kollajenler çökmekte ve üzerine uygulanan adeziv dentine penetre olamamaktadır (201).

Altıncı Nesil: Bu nesil, 2000'li yılların başında, dördüncü ve beşinci nesilde bulunan, asit uygulaması, yıkanması ve takiben kurutma işlemi esnasında yaşanan aksaklıkların önüne geçmek ve işlem süresini olabildiğince kısaltmak için geliştirilmiştir. Bunu sağlamak için asit, primer yapısına katılmış ve “*self-etch adezivler*” ortaya çıkmıştır (195).

Altıncı nesilde smear tabaka modifiye edilerek hibrit tabakanın oluşturulması esas alınmıştır. Daha sonraları asit, primer ve adeziv rezini birleştiren tek şişe uygulamaları ile uygulama aşaması ve harcanan süre daha da kısaltılmıştır (189). Yapılan araştırmalarda altıncı nesil adezivlerin dentinde yeterli bağlanma dayanıklılığı oluşturmalarına rağmen minede başarısız oldukları bildirilmiştir. Bu başarısızlığın nedeni, fosforik asit ile pürüzlendirilen minede elde edilen derinlikte demineralizasyonun self-etch sisteminde elde edilememesi ve adezyonun da negatif etkilenmesi ile açıklanmıştır (176).

Yedinci Nesil: Bu nesilde asit, primer ve adeziv rezin bir araya getirilerek tek şişede birleştirilmiştir. Bağlanma dayanıklılığı ile ilgili yapılan çalışmaların çoğunda altıncı ve yedinci nesil adezivler eşdeğer bulunmuştur; ancak ilk versiyonlarında izlenen faz seperasyonu nedeniyle beklenen popülariteye ulaşamamışlardır (177).

2.2.2. Adeziv Sistemlerin Smear Tabakası ile Etkileşimlerine Göre Sınıflandırılması

Adeziv sistemler, smear tabakasının kaldırılmaması ve kaldırılması/modifiye edilmesi kriterine göre sınıflandırılabilirler. Bu sınıflandırmada araştırmacılar farklı görüşler öne sürmüşlerdir. Adeziv sistemlerin henüz erken dönemlerinde bazı araştırmacılar; smear tabakasının bir bariyer görevi görerek dentinin geçirgenliğini %86 oranında azalttığını, pulpayı mikroorganizma ve ürünlerinden koruduğunu ileri sürmüşlerdir (245). Birinci ve ikinci nesil adezivlerde uygulanan bu prensip daha sonra yapılan çalışmalarda yeterli bağlanma dayanıklılığı sağlamamıştır. Günümüzde halen

kullanılan ve yeterli bağlanma dayanımı gösteren adeziv sistemler smear tabakasını kaldırmakta/modifiye etmektedir (39, 245, 238).

Smear tabakasını tamamen ortadan kaldıran sistemler (etch and rinse sistem), asitle pürüzlendirme aşamasında smear tabakayı tamamen kaldırarak hibrit tabakası oluşturma esasına dayanmaktadır. Ancak bu durum açılan dentin tübüllerinden pulpaya asitin, mikroorganizma ve toksik ürünlerinin geçişine neden olarak pulpada toksik etkilere sebep olabilmekte, geçiş olmasa da hidrodinamik hareketlilik nedeniyle post-operatif hassasiyet ile sonuçlanabilmektedir (39).

Smear tabakasını modifiye eden sistemler (self-etch sistem), zayıf asit+primer uygulaması ile smear tabakası kısmen uzaklaştırılarak hibrit tabakasına dahil edilmektedir (238).

2.2.3. Adeziv Sistemlerin Klinik Uygulamalara Göre Sınıflandırılması

Adeziv sistemler geliştirilirken bağlanma dayanıklılığını arttırmak için birçok asit türü ve uygulama yöntemi denenmiştir. Böylece adeziv sistemlerin klinik uygulamalarına göre “etch and rinse”, “self-etch” ve her iki sistemi birleştiren “multimod” versiyonları ortaya çıkmıştır.

“Etch and Rinse” Adeziv Sistemler

Etch and rinse sisteminin temeli, asitle pürüzlendirme ile dentinden uzaklaştırılan minerallerin ve smear tabakasının yerine rezin monomerlerin akarak hibrit tabakanın elde edilmesi ve mikropörözitelere mikromekanik bağlanmanın sağlanmasıdır (153).

Etch and rinse adeziv sistemler esas olarak asit, primer ve adeziv rezinin uygulandığı 3 basamaklı (dördüncü nesil) sistemlerdir (158). Asitle pürüzlendirilen ve mikropöröziteler oluşturularak ıslanabilirliği, penetrasyonu, tutuculuğu arttırılan, yüzey enerjisi düşürülen diş yüzeyi üzerine primer uygulanır. Hidrofilik yapıdaki primer uygulaması ile yüzey aktif hale getirilip

ıslanabilirlik artırılır ve diş yüzeyi adeziv rezin uygulamasına hazırlanır (149). Ancak dördüncü nesilde olan bu üç basamaklı uygulamanın zaman alması ve her basamakta kontaminasyon riskinin artması sebebiyle primer, bonding ajanının içerisine eklenerek iki basamaklı beşinci nesil adeziv sistemler oluşturulmuştur (152). Böylelikle hidrofilik ve hidrofobik rezinler, çözücü solvent (etanol, aseton, su) içeren tek şişe bağlayıcı ajanlar kullanılmaya başlanmıştır (238). Adeziv rezinin uygulanmasını takiben mine yüzeyinde; mine prizmalarının etrafını saran makrotağlar ve mine prizmalarının içerisine penetre olan mikrotağlar görülür. Minede retansiyonun sağlanmasında interprizmatik mikrotağlar çok daha etkili olmaktadır (189).

Dentin yüzeyinde ise asitle pürüzlendirme sonrası HAP kristalleri neredeyse tamamen kaybolmakta ve mikropöröz yapı gösteren kollajen ağı açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan bu kollajen ağı içerisine rezin diffüze olarak ve hibrit tabaka meydana gelmektedir. Böylelikle mikromekanik kilitleme sonucu adezyon oluşur. Ancak rezin monomerlerin fonksiyonel gruplarının HAP'den yoksun kollajen ağına karşı zayıf afinite göstermeleri nedeni ile kimyasal adezyon gerçekleşmemektedir (56).

Etch and rinse adeziv sistemde bağlayıcı ajanın içeriğinde olan solventler de adezyonda oldukça etkilidir. Solvent olarak asetonun kullanıldığı adezivlerde wet-bonding (nemli bağlanma) geçerli olurken, solventin su/etanol olduğu durumlarda dry-bonding (kuru bağlanma) esastır (42).

Üç aşamada uygulanan etch and rinse adeziv sistemlerin mine ve dentine bağlanma dayanıklılıklarının yüksek olması, polimerize olmuş rezinin düşük hidrofilitesi nedeniyle hidrolitik yıkıma dirençli olmaları ile günümüzde en geçerli sistem olarak kabul edilmektedir (23).

Minenin Asitle Pürüzlendirilmesi ve Mineye Adezyon: Restoratif materyallerin dişe bağlanmasındaki temel prensip, diş sert dokularından inorganik materyalin uzaklaştırılması ile oluşan mikropörözitelere restoratif materyalin mikromekanik olarak kenetlenmesidir (14). Minenin inorganik yapısının fazla olması ve tüm kalınlığı boyunca neredeyse homojen bir

dağılım göstermesi bu mikromekanik kilitleme için bir avantaj oluşturmaktadır (28).

Mine yüzeyinin asitle pürüzlendirilmesindeki amaç; minenin temizlenmesi, mine yüzeyinde mikropöröziteler oluşturarak ıslanabilirliği, penetrasyonu ve tutuculuğu arttırmaktır (29). Mine yüzeyindeki prizmatik ve interprizmatik kristallerin uzaklaştırılmasıyla minenin yüzey enerjisi artarken, yüzeyindeki mikroorganizma sayısı da %75-95 oranında azalmaktadır (30). Asitle pürüzlendirmeyi takiben mine dokusunda derinliği 25-75 µm olan mikropöröziteler oluşur ve üst yüzeydeki 10µm'lik alan da ortadan kalkar; böylelikle bağlanma yüzeyi de yaklaşık olarak 2000 kat artmaktadır (31).

Pürüzlendirilmiş mine yüzeyi; uygulanan asidin konsantrasyonuna, uygulama süresine, işlemin invaziv ya da non-invaziv yapılmasına, mine içeriğinde bulunan flor miktarına ve HAP kristallerinin açısına göre 3 ana başlık altında toplanabilmektedir (37):

- ❖ Tip I pürüzlendirmede mine prizmalarının kor kısmı çözünerek “bal peteği” görüntüsü,
- ❖ Tip II pürüzlendirmede mine prizmalarının periferleri çözünerek “kaldırım taşı” görüntüsü,
- ❖ Tip III pürüzlendirmede daha silik bir görünüm elde edilir.

Birçok parametreye göre değişebilen ve klinik olarak aynı dişin hangi yüzeyinde ne tip pürüzlendirmenin oluşacağını bilemememize rağmen en sık görülen pürüzlendirmen tip I'dir (238). Mineye adezyonun nasıl gerçekleştiğini anlamak açısından pürüzlendirme tipleri önemli olsa da, pürüzlendirme tipi ile mineye bağlanma kuvveti arasında bir ilişki saptanamamıştır (278).

Minenin pürüzlendirilmesinde %16'lık EDTA, %10'luk maleik asit, %10'luk sitrik asit , %1.6-3.5'lik oksalik asit, %2,5'luk nitrik asit ve %20-25'lik poliakrilik asit, %10'luk piruvik asit gibi çeşitli ajanlar alternatif olarak kullanılabilse de en sık kullanılan ajan %37'lik fosforik asittir ($H_3[PO]_4$) (31). Ancak fosforik asitin solüsyon formunda kullanımı, mine yüzeyinde kontrolü zorlaştırmaktadır. Bu nedenle jel formları geliştirilmiş ve içeriğine renk verici maddeler katılarak uygulama kolaylaştırılmıştır (38). Fosforik asit uygulamalarında asitin konsantrasyonu ile oluşan mikropörözitelerin derinliği

arasında bir ilişki olmasına rağmen kritik konsantrasyon değerinin %30-40 arasında olması gerektiği tespit edilmiştir. Önerilen konsantrasyon değerinin üstünde (%40'ın üzerinde) ise mine dokusundan daha az kalsiyum çözünmekte ve adezyon başarılı olmamaktadır (267).

Yapılan deneysel çalışmalarda diş minesine uygulanan restoratif materyalin yüzeye en az 17-20 MPa değerinde bağlanma dayanıklılığı sağlaması gerektiği bulunmuştur. Fosforik asidin %35-37 arasında değişen konsantrasyonlarda kullanılması restoratif materyalin istenen kuvvet ile bağlanabilmesine olanak sağlamakta ve diğer asitlerle karşılaştırıldığında daha derine penetrasyona izin vermektedir. Bu nedenle diğer alternatif asit ajanlarının kullanılması yaygınlaşmadan geçerliliğini yitirmiştir (238).

Minenin asitle pürüzlendirilmesini takiben kontaminasyon olmamasına dikkat edilmelidir. Mine yüzeyinde oluşan mikropöröziteler, tükürükte bulunan Ca ve P'dan negatif yönde etkilenmektedir. Bu nedenle kontaminasyon şüphesi olan durumlarda asitle pürüzlendirme işlemi tekrarlanmalıdır (39).

Etch and rinse sisteminde asitle pürüzlendirmeyi takiben minede mikrotag ve makrotag yapılarını oluşturacak primer ve bonding ajanı uygulamasıdır. Mikrotaglar mine prizmalarının iç yüzeyinde görülen, makrotaglar ise mine prizmalarının etrafında görülen rezin taglardır. Mikrotaglar çok geniş bağlanma yüzeyleri ve çok fazla sayıda olmaları ile adezyona daha fazla katkıda bulunmaktadır (238). Ancak, rezin tagların uzunluğu yani rezin penetrasyonunun derinliği ile rezin-mine bağlanma kuvveti arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır (52).

“Self Etch” Adeziv Sistemler

Self-etch adeziv sistemi; yıkama işlemi gerektirmemesi ile işlem basamaklarını azaltıp, çalışma zamanını kısaltmak amacıyla geliştirilmiştir (142). Temel olarak iki aşamayı içermektedir. İlk aşama mine ve dentinin aynı anda pürüzlendirilmesi ve primer ajanının (*self-etch primer*) uygulanmasını içermektedir. İkinci aşama ise adeziv rezinin (*self-etch adeziv*) uygulanmasını içermektedir. Adeziv sistemlerin devamlı olarak gelişmesiyle bu iki aşamayı

tek aşamaya düşüren self-etch adezivler ortaya çıkmıştır. Tek aşamalı self-etch sisteminde primer ve adeziv rezin tek bir şişede birleştirilmiştir (32).

Self-etch adeziv sistemler, etch and rinse adeziv sisteminde olan yıkama ve kurutma basamağını içermemekte böylece; hem uygulama aşaması azalarak zaman kazanılmakta, hem de teknik hassasiyet azalmaktadır (23, 189). Bu durum, özellikle kooperasyon kurmakta zorluk çekilen küçük yaştaki çocuklarda tükürük kontaminasyon riskini azaltarak büyük bir avantaj sağlamaktadır (207).

Self-etch adeziv sisteminde bulunan asidik monomer yapı mine ve dentinde demineralizasyon yaparken smear tabakasını da modifiye etmektedir. Modifiye olan bu smear tabakası da eş zamanlı olarak meydana gelen hibrit tabakaya katılmaktadır (24). Smear tabakasının dental sıvı hareketini önlemesi ve pulpayı koruması özellikleri, modifiye edilerek hibrit tabakaya dahil edilmesiyle hem bu özelliklerinden faydalanılmakta hem de dentinde yeterli demineralizasyon oluşmaktadır (369). Ayrıca smear tabakasının kaldırılmamasıyla rezin taglarının iyi bir sızdırmazlık sağladığı ve postoperatif hassasiyeti anlamlı derecede azalttığına yönünde görüşler de bulunmaktadır (41).

Self-etch primer uygulaması ile smear tabakasında mineraller çözünür ve alttaki sağlam dentinde 0,5-1,5µm derinliğinde pürüzlendirilmiş yüzey elde edilir. Oluşan hibrit tabakanın derinliği ise 1-2µm olmasına rağmen yeterli bağlanma dayanıklılığı elde edilir ve mikrosızıntı da minimal düzeyde sınırlı kalır (56). Ancak self-etch adeziv sisteminde primer, smear tabakası boyunca etkili olduğu için smear tabakasının kalınlığı, adezyonda etkili olmaktadır. Primer, smear tabakasının altındaki sağlam dentine ulaşamadığında bağlanma olumsuz etkilenmektedir. Ayrıca self-etch primerin pürüzlendirme etkisi ile aderentin tamponlama etkisinin ters orantılı etkileri nedeniyle minede düşük bağlanma kuvvetleri meydana gelebilmektedir (24).

Self-Etch Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması: Self-etch adeziv sistemler, self-etch primerde bulunan asidin pH'ına göre bazı araştırmacılar tarafından hafif, orta ve güçlü olmak üzere 3 ayrı sınıfa (41); bazı araştırmacılar tarafından da hafif ve güçlü olmak üzere 2 sınıfa ayrılmaktadır

(189). Bu sınıflandırmaya ek olarak bazı araştırmacılar pH değeri 2,5 üzerinde olan self-etch adezivleri ultra hafif olarak tanımlamaktadır (162).

Güçlü sınıflandırmasındaki self-etch adezivler pH değerleri 1'in altında olduğu için etch and rinse adeziv sistemindeki gibi smear tabakasını tamamen çözerler ve mine ile dentinde benzer pürüzlendirme sağlarlar (41). Ancak çözünen smear tabakası sebebiyle ortaya çıkan kalsiyum fosfat, etch and rinse sisteminde olduğu gibi yıkanarak uzaklaştırılmamakta ve düşük hidrolitik etkisi sebebiyle kollajenle olan kimyasal bağlanmanın stabil olmasına engel olarak mikrosızıntıya sebep olmaktadır (104).

Hafif sınıflandırmasındaki self-etch adezivler ise pH değeri 2'nin üzerinde olduğu için dentin yüzeyinde ancak 1µm derinliğinde demineralizasyon sağladıklarıdır. Bu nedenle hibrit tabaka içerisinde HAP kristalleri bulunmaktadır (23, 59) ve bu kristallerin kimyasal bağlanma için aderent yüzey oluşturduğu belirtilmektedir (189). Self-etch adeziv sistemin içeriğinde bulunan 4-metakriloksietil trimellitik asit (4-MET) gibi karboksilik asit bazlı monomerlerin, fenil-P (2-metakriloksietil fenil hidrojen fosfat) gibi fosfat bazlı monomerlerin ve 10-metakriloksidil dihidrojen fosfat'ın (10MDP) HAP kristalinde bulunan kalsiyuma kimyasal olarak bağlanmasıyla oluşan kalsiyum karboksilat ve kalsiyum fosfat bağları hidrofilik ortamda uzun süre daha stabil kalabilmektedir (189, 59).

Self-etch adeziv sisteminde meydana gelen hibrit tabakanın kalınlığı etch and rinse adeziv sistemindeki kadar kalın olmamakla birlikte yeterli bağlanma dayanıklılığı elde edilmektedir (189, 41). Hem mikromekanik hem de kimyasal olarak gerçekleşen adezyon sayesinde restorasyonun retansiyonu artmaktadır. Mikromekanik adezyon koparma streslerine karşı dayanıklılığı artırırken, kimyasal adezyon hidrolitik bozunmaya karşı dayanıklılığı arttırmaktadır (23). Ayrıca kollajenlerin HAP kristalleri ile çevrili olmaları adezyonun degradasyona uğramasını ve kollajenin yıkılmasını engellemektedir (109).

Orta derecede güçlü self-etch adezivlerin pH değeri 1-2 arasında değişmektedir. Orta derecede güçlü bu self-etchlerde primer uygulaması ile üst tabakası tamamen, alt tabakası ise kısmen demineralize olmuş bir hibrit

tabaka oluşmaktadır. Hibrit tabakanın altında bulunan HAP kristalleri kimyasal adezyon sağlamaktadır (189). Asidik primerin etkisi dentinde 1-2µm derinliğine ulaşmaktadır (104). Etch and rinse adeziv sisteminde ve güçlü self-etch adeziv sisteminde benzer şekilde, etkilenmemiş dentinden kollajen ağına ani bir geçiş söz konusu iken, orta derecede güçlü self-etchlerde kademeli bir geçiş izlenmektedir. Hafif sınıfındaki self etclere göre daha düşük pH içerdikleri için mine ve dentinde daha iyi mikromekanik adezyon sağlamaktadırlar (189).

“Multimode” Adeziv Sistemler

Her geçen gün gelişen adeziv diş hekimliği ile işlem basamakları azalmakta, yapılan işlemlerin süresi kısaltılmakta ve teknik hassasiyet gereksinimi minimuma düşürülmektedir (189).

Seçilen adeziv sistem etch and rinse sistem ise asitle pürüzlendirme aşaması ile smear tabakasının tamamen ortadan kaldırılması ile adeziv rezin penetrasyonu çok derine ilerleyebilmekte ve hibrit tabaka kalınlığı artarak güçlü bir mikromekanik kilitleme elde edilmektedir (153). Ayrıca hibrit tabakanın uzun dönem stabilitesini endojenöz matriks metalloproteinaz (özellikle MMP-2 ve MMP-9) aktivitesi, etch and rinse sistemde self-etch sisteme göre daha fazla izlenmektedir (60). Ancak asit uygulamasının hem ek bir basamak olarak zaman alması, hem kontaminasyon riskini (özellikle çocuklarda) arttırarak adezyon başarısını negatif yönde etkilemektedir (14). Yıkama ve kurutma aşamasında, nemli bağlanma gerekliliği (dentindeki kollajenlerin degradasyonunun önüne geçmek için) de ekstra bir teknik hassasiyet gerektirmektedir (61, 213). Ayrıca birçok araştırmacı etch and rinse adeziv sisteminde oluşan post-operatif hassasiyeti, adeziv rezinin kollajen ağı içerisine tam penetrasyonunun gerçekleşmemesi ile açıklamıştır (212-214). Birçok çalışmada 3 aşamalı etch and rinse sistemin oluşturduğu bağlanma dayanımı altın standart olarak kabul edilse de dezavantajları adeziv sistemin gelişimini teşvik etmektedir (184, 213).

Self-etch adeziv sistemler ise asitle pürüzlendirme-yıkama-kurutma uygulamasını ortadan kaldırarak işlem basamağını azaltmış, hızlı uygulamaya olanak sağlamış, oluşan demineralizasyonun daha yüzeysel olması ve smear tabakanın kollajen ve mineraller ile birleşmesi ile göreceli olarak post-operatif hassasiyeti azaltmıştır (34). Self-etch adeziv sistemin en büyük avantajı içeriğindeki fonksiyonel rezin monomerin (özellikle 10-MDP) fosfat ya da karboksil grubunun, kollajen ağda bulunan rezidüel HAP kristalleri ile kimyasal adezyon göstermesidir (59). Ancak smear tabakanın uzaklaştırılmadan/modifiye edilerek hidrofilik primerin penetrasyonu ile oluşan hibrit tabaka, etch and rinse sistemdeki gibi kalın olmamakta ve uzun vadede üç aşamalı etc and rinse sistemler ile sağlanan bağlanma dayanıklılığı elde edilememektedir (184, 213).

Self-etch sisteminde, etch and rinse sisteminde uygulanan fosforik asitle pürüzlendirme aşamasında olduğu gibi minede yeterli derinlikte demineralizasyonun sağlanmaması ile yeterli adezyonun gerçekleşmemesi de bir diğer dezavantajı olarak öne çıkmaktadır (60, 61). Bu dezavantajı ortadan kaldırabilmek için minenin selektif olarak asitlenmesi gündeme gelmiştir (209, 212). Klinik olarak selektif asitleme işleminin doğru yapılabilmesi için viskozitesi yüksek asit jellerin kullanılması ve hekimin asitle pürüzlendirme aşamasından emin olmak için yüzeyi tebeşirimsi görüntü elde edene kadar kurutmaması gerekmektedir. Aksi halde kollajen ağda görülen degradasyon uzun dönemde bağlanma dayanıklılığında azalma ve mikrosızıntıya yol açmaktadır (109). Asitle pürüzlendirilmiş mine yüzeyine uygulanan self-etch adezivle ile, asitle pürüzlendirilmemiş mineye uygulanan self-etch adezivler karşılaştırıldığında bağlanma dayanıklılığının daha az olduğu gözlemlenmiştir (217).

Son dönemde adeziv teknolojinin ilerlemesiyle geliştirilen uygulama ile, hem self-etch hem de etch and rinse sisteminde kullanılabilecek multimod (universal) adezivler üretilmiştir (176). Bu yeni sistem her iki klinik uygulama sistemine izin vermesinin yanında minenin selektif olarak asitle pürüzlendirilmesini takiben de uygulanabilmektedir. Böylelikle kavite preparasyonunun sonunda ultrakonservatif yaklaşım ile en uygun adeziv

sistem uygulanarak restorasyon sağlanabilmektedir. Ayrıca uygulama basamaklarını azaltmak adına, uygulanan bu tekniklerde yaşanan komplikasyonları ekarte etmek için multimod adeziv sistemin kullanılması akıllıca bir çözüm olacaktır (111, 201).

Multimod adezivler, adeziv sistemin yeni bir sınıfı olması nedeni ile yapılan in vitro ve klinik çalışmalar kısıtlı düzeydedir. In vitro çalışmalarda; zymografik inceleme, dentine penetrasyon düzeyi, bağlanma dayanım testi (μ TBS) ve mikrosızıntı düzeyleri incelenmiştir (176, 224, 225). Klinik çalışmalarda ise; retansiyon, post-operatif hassasiyet, marjinal adaptasyon, marjinal renklenme gibi klinik ölçütler baz alınmıştır (204, 205).

In vitro çalışmasında zymografik inceleme yapan Marchesi (176) adeziv sistem uygulamasını takiben artan MMP-2 ve MMP-9'un pro ve aktif formlarındaki artışı incelemiş ve multimod adeziv sistemde hangi uygulama yöntemi seçilirse seçilsin (self-etch ya da etch and rinse) MMP-2 ve MMP-9 oluşumunun arttığını göstermiştir.

Dentine penetrasyon düzeyinin incelendiği in vitro çalışmalarda multimod adeziv sistemin etch and rinse modunda uygulandığında hibrit tabakanın daha kalın, rezin tagların daha uzun olduğu gösterilmiştir (224).

Multimod adezivlerin dentine bağlanma dayanımlarının ölçüldüğü birçok çalışmada self-etch ya da etch and rinse modda uygulanan universal adezivler ile self-etch ya da etch and rinse sistemdeki kontrol grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (176, 224, 225). Ancak Marchesi yaptığı çalışmasında 6 ay boyunca yapay tükürükte beklettiği örneklerde etch and rinse sistemde μ TBS'de azalma kaydetmezken, universal adezivlerde her iki uygulama modunda da başlangıç düzeyine göre azalma tespit etmiştir. 1 yıllık takibin sonunda ise universal sistemde self-etch uygulama modu, etch and rinse'de oluşan cohesiv tabakadaki ayrılma nedeniyle, daha başarılı bulunmuştur. Kontrol grubu olan etch and rinse sistemine göre ise çok daha başarılı μ TBS düzeyi göstermiştir (176). Wagner (224) yine çalışmasında universal adezivleri daha üstün bulurken, Marchesi'nin (176) tersine self-etch moddaki uygulamada cohesiv ayrılmayı göstermiştir.

Universal adezivlerin farklı uygulama stratejilerinde, retansiyon, post-operatif hassasiyet, marjinal adaptasyon, marjinal renklenme USPHS kriterlerine göre klinik olarak incelendiği yine kısıtlı düzeyde çalışma bulunmaktadır. Ancak yapılan çalışmalarda 6 ve 18 aylık takip sonucunda uygulama modları arasında herhangi bir fark bulunmamış ve tüm klinik ölçütler alfa ve bravo değerini almıştır (204, 205).

Bu yeni sistemin mine ve dentin üzerindeki etkilerini incelemek için çok daha fazla sayıda in vitro ve klinik çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

2.3. Pit ve Fissür Çürükleri

Pit ve fissürler oklüzal yüzeyde oluşturdukları karmaşık morfoloji sebebiyle çürüğe en yatkın bölgelerdir. Pit ve fissürlerin içerdiği mine dışın diğer yüzeylerindeki minenin yalnızca %10'unu oluşturmasına rağmen, diş yüzeyleri arasında çürük görülme sıklığı %85'in üzerindedir (7-10). Oklüzal yüzeylerde çürük eğiliminin fazla olması; pit ve fissürlerin gıda birikimi için alan oluşturması, bakterilerin retansiyonuna olanak sağlaması ve mekanik temizliğin zor olması ile açıklanabilmektedir. Ayrıca fissür tabanındaki minenin diğer yüzeylerden farklı olması çürüğün başlamasını kolaylaştırırken, tabanın mine-dentin birleşimine olan yakınlığı da çürüğün hızla ilerlemesine neden olmaktadır (40).

Çocuklarda çürük deneyimi oldukça erken yaşlarda başlamaktadır. İki-dört yaş aralığındaki çocuklarda yapılan çalışmalarda çürük gözlenme oranı %20'nin üzerinde bulunmuştur. Bu yaş grubundaki çürük lezyonlarının %67'si oklüzal yüzeyde görülmesine rağmen; yine de süt dentisyonunda daimi dentisyonun tersine interproximal çürükler daha yaygın görülmektedir (43). Daimi dişlenme dönemindeki 5-17 yaş aralığındaki çocuklarda ise %56-70 oranında oklüzal çürüklere rastlanılmaktadır (10). 12 yaş grubu çocuklarda kızların %79,8'inde, erkeklerin %93,4'ünde oklüzal çürüklerin olduğu gösterilmiştir (44).

Son yıllarda özellikle Avrupa ülkelerinde, hem ailelerin koruyucu diş tedavileri konusunda bilinçlenmesi hem de çocukların sistemik ve topikal

olarak flordan daha fazla faydalanabilmesi ile çürük düzeyi anlamlı bir şekilde azalırken, oklüzal yüzeyde çürük görülme sıklığının arttığı bildirilmiştir (50). Florür ajanlarının düz yüzeylerde daha etkili olmasına karşın pit ve fissürlerin karmaşık morfolojilerinde yetersiz kalmaktadırlar (51). Koruyucu tedavilerin ciddiyetle uygulandığı Avrupa ülkelerinden biri olan Hollanda'da bile daimi dişlerde oklüzal yüzey çürüklerinin interproximal yüzey çürüklerinden 1,5 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir (45).

Ülkemizde yapılan epidemiyolojik çalışmalar incelendiğinde 1985 yılında yapılan çalışmada 6-8 yaş aralığındaki çocuklarda daimi molar dişlerin %20'sinde pit ve fissür çürüğü olduğu tespit edilmiştir (47). 2000 yılında İzmir'de yapılan bir çalışmada 6-7 yaş aralığında daimi molar dişlerde %11,8, 11-12 yaş aralığında %32,6 oranında pit ve fissür çürüğü tespit edilmiştir (48). 2007 yılında yapılan bir çalışmada ise 6 yaş grubunda daimi 1. molar dişlerin oklüzal yüzeylerinin %86,67'si sağlıklıyken, 12 yaş grubunda bu oranın %30,9'a gerilediği görülmektedir (46). Bu bilgilerin ışığında koruyucu tedavilerin yetersiz kaldığı ve dişlerin sürdükten hemen sonra yüksek çürük riski ile karşı karşıya kaldığı görülmektedir. Bu nedenle koruyucu yöntemlerin uygulanmasında çürük prevalansının diş yüzeylerine göre değerlendirilmesi çok daha faydalı olacaktır (9).

2.3.1. Pit ve Fissür Morfolojilerinin Çürük Üzerine Etkisi

Oklüzal çürüğe yatkınlığın pit ve fissürlerin morfoloji tiplerine göre farklılık gösterdiği bilinmektedir. Oklüzal yüzeylerdeki pit ve fissürlerin derinliği ve şekli, cusp eğimlerinin açısına göre değişmekte; gıda ve bakterilerin retansiyonu, tükürükle ve mekanik olarak temizlemedeki zorluk da yine bu faktörlerden etkilenmektedir (54).

Özellikle yeni sürmüş dişlerde pit ve fissürlerin tabanında bulunan otolize olmamış nasmyth zarının varlığı flor gibi koruyucu önlemlere bariyer olmaktadır (55). Ayrıca derin ve dar fissürlerde bakteri retansiyonu ile oluşan asidik pH sebebiyle de yine flor etkisiz kalmaktadır (77). Florun oklüzal yüzeylerdeki koruyuculuğu araştırıldığında, suların florlandığı ve

florlanmadığı bölgelerde yapılan çalışmalarda oklüzal çürük değerlerinin benzer olduğu gözlemlenmiştir (78). Bu nedenle pit ve fissür tipleri ve oluşturdukları risk etkenine göre fissürlerin örtülmesi daha büyük önem kazanmaktadır.

Oklüzal yüzeydeki fissürler morfolojik olarak sınıflandırıldığında (6, 53);

- ❖ U tipi: Fissür tepesinden tabanına kadar aynı genişlikte olan (%14),
- ❖ V tipi: Fissür tepesinde geniş, tabana doğru gittikçe daralan (%34),
- ❖ I tipi: Fissür tepesinden tabanına kadar dar bir yarık şeklinde olan (%19),
- ❖ I-K tipi: Kum saati şeklinde olan (%26),
- ❖ Y tipi: Fissür tepesinde dar, tabanında genişleyen (%7) fissürlerdir.

Fissürlerin morfolojik özelliklerinin çürüğe yatkınlığı karşılaştırıldığında (6, 53);

- ❖ Y ve I-K tipi fissürler benzer değerde ancak I tipinden daha yüksek çürük riskine sahip bulunmuştur.
- ❖ V tipi fissür U tipine göre daha az çürük riskine sahiptir ve her ikisi de I tipine göre daha az riske sahiptir.

Fissürlerin morfolojik özelliklerine göre fissür örtücülerin penetrasyon başarısı incelendiğinde (53):

- ❖ V ve U tipi fissürlerde, fissür örtücülerin penetrasyonu eşdeğer olarak iyi bulunmuştur.
- ❖ I ve I-K tipi fissürlerde örtücülerin penetrasyonu yine benzer ancak; U ve V tipine göre daha başarısız bulunmuştur.
- ❖ Y tipi fissürler için penetrasyon derinliği U ve V tipine göre daha az bulunurken; I ve I-K tipine göre daha başarılı bulunmuştur.

2.4. Pit ve Fissür Çürüklerinin Teşhisi

Geçmişte adeziv teknolojinin henüz gelişmediği dönemlerde diş çürüğünün yüksek prevalansı nedeniyle diş hekimleri şüpheli tüm alanlarda restorasyon yapılmasını planlarken, günümüzde modern diş hekimliğindeki gelişmeler ile ultrakonservatif ve koruyucu yaklaşımlar üzerine

yoğunlaşmıştır. Bu nedenle çürüklerin erken teşhisi büyük önem taşımaktadır (110). Böylelikle mineral kaybı zamanında teşhis edilerek, geri dönüştürülebilir veya stabilize edilip minimal invaziv yaklaşımlarla tedavi edilebilmektedir (2).

Çürük teşhis yöntemleri, erken dönemde teşhise izin verecek, non-invaziv, kolay, güvenilir, geçerli, hassas, ölçülebilir, sensitiv (hastalıklı olanı doğru teşhis edebilme) ve spesifik (sağlıklı olanı doğru teşhis edebilme) özelliklerine sahip olmalıdır. Çürük teşhis yöntemlerinin ve kullanılan aletlerin seçimi klinik şartlarda ve sahada farklı olabilmektedir. Sahada kavitasyonun olduğu durumlar esas alınırken, klinik şartlarda mineral kaybının tespiti ile erken müdahale daha büyük öneme sahiptir (230).

Pit ve fissür çürüklerinin tespitinde kullanılan yöntemler şu başlıklar altında sınıflandırılabilir (230):

I. Geleneksel yöntemler

- ❖ Görsel muayene
- ❖ Dokusal muayane (Sondla muayene)
 - Nyvad sistem
 - ICDAS I ve II
 - Univiss sistemi (Universal Visual Scoring System)
- ❖ Radyografiler
 - Direk dijital radyografi
 - Dijital subtraction radyografi (DSR)

II. Floresans teknikleri

- ❖ Lazer floresans (Diagnodent)
- ❖ Kantitatif ışık etkili floresans (QLF)
- ❖ Boya ile güçlendirilmiş lazer floresans (DELF)

III. Elektriksel iletkenlik ölçümleri

IV. Geliştirilmiş görsel teknikler

- ❖ Fiber Optik Transilüminasyon (FOTI)
- ❖ Dijital Fiber Optik Transilüminasyon (DIFOTI)

V. Kızılötesine yakın ışıkla görüntüleme (NIR)

2.4.1. Geleneksel Yöntemler

Geleneksel yöntemler ile renk değişikliği, lokalizasyon, yüzey pürüzlülüğü ve derinliği ölçülebilmektedir (231). Ancak geleneksel yöntemlerin düşük sensitivite ve yüksek spesifite göstermeleri nedeniyle birçok lezyon gözden kaçabilmektedir (256).

Görsel Muayene

Görsel muayene ile çürüğün erken teşhis edilebilmesi için yeterli bir aydınlatma, uygun boyutlarda ve temiz ayna, temizlenmiş ve kurutulmuş bir dişin varlığı büyük önem taşımaktadır (244). Görsel muayene renk ve doku gibi nitel özelliklerin değerlendirilmesine olanak sağlarken, çürüğün miktarı gibi nicel özelliklerde yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle çoğu zaman koruyucu ve minimal invaziv tedavi seçeneklerinin uygulanmasına izin vermemektedir (242).

Çürük teşhisinde önemli bir belirteç olan diskolarasyon, her zaman güvenilir olmamaktadır (255). Bu durum pit ve fissür çürüklerinin teşhisinde de geçerli olmaktadır. Lussi gizli çürüklerin tespit edilmesinde diskolarasyonun %55 oranında yanlış pozitif sonuç gösterdiğini belirtmiştir (268).

Dokunsal Muayene (Sondla Muayene)

Dokunsal muayene, görsel muayene bulgularını desteklemek için yapılmakta ancak; genellikle çürüğün erken teşhisinde yarar sağlamamaktadır (268). Bu durum sivri uçlu, ince sondların kullanımı ile; karyojenik mikroorganizmaların taşınması, kavite oluşmamış yüzeylerin travmatize edilerek remineralizasyon şansının yitilmesi gibi daha ciddi sonuçlara sebep olabilmektedir (67). Bu nedenle sond, sadece yüzey pürüzlülüğünü tanımlamak amacıyla kullanılmalı ve uygulama sırasında oluşan basınç tırnağı beyazlatacak düzeyin üzerine geçmemelidir (284).

Çürüğün erken teşhisinde başarıyı sağlamak amacıyla görsel ve dokunsal muayenelerden daha sensitiv ve spesifik özelliklere sahip bir yöntem arayışı, Nyvad, ICDAS, Univiss gibi sistemlerin oluşmasını sağlamıştır.

Nyvad Sistemi: Nyvad sistemi; çürük aktivitesini belirlemek amacıyla, dişlerdeki renk, opaklık, kavitasyon varlığını değerlendirerek, 0'dan 9'a kadar skorlar vermektedir. Gerekli koşullar sağlandığında tutarlı, geçerli ve güvenilir olan bu sistemde skorlar aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (286):

Skor 0 (sağlam): Normal mine transulsensi ve dokusu gözlemlenir. (Sağlam fissürlerde hafif renklenmeler önemsiz kabul edilir.).

Skor 1 (aktif çürük ve kavitasyon-): Parlaklığını yitirmiş beyaz/sarı opak mine gözlemlenmekte, sondla pürüzlülük hissi varken, yüzey kaybı bulunmamaktadır.

Skor 2 (aktif çürük ve mikrokavite+): Skor 1'deki kriterler ile aynı ancak; mine ile sınırlı kavitasyon izlenir. Sondla muayene sırasında tabanda yumuşaklık hissine rastlanmaz.

Skor 3 (aktif çürük ve kavitasyon+): Görsel muayene ile fark edilen, dentine ulaşan kavitasyon vardır. Sondla muayenede kavite tabanı yumuşaktır. Lezyon pulpaya ulaşmış/ulaşmamış olabilir.

Skor 4 (inaktif çürük ve kavitasyon-): Mine yüzeyi beyazımsı/kahverengi/ siyahtır. Sondla muayenede yüzey sert ve düzgün izlenir, madde kaybı yoktur. Fissür morfolojisi sağlam ancak; fissür duvarlarında renklenmeler vardır.

Skor 5 (inaktif çürük ve mikrokavite+): Skor 4 kriterleri ile aynı ancak; mineyle sınırlı kavitasyon vardır. Sondla muayenede tabanda yumuşaklık hissine rastlanmaz.

Skor 6 (inaktif çürük ve kavitasyon+): Görsel muayenede fark edilen dentine ulaşmış kavitasyon vardır. Kavite yüzeyi parlaktır ve sondla muayenede sert hissedilir. Lezyon pulpaya ulaşmamıştır.

Skor 7: Restorasyon varlığını gösterir.

Skor 8: Aktif çürük içeren restorasyon varlığını gösterir.

Skor 9: İnaktif çürük içeren restorasyon varlığını gösterir.

Nyvad sisteminde renk ve opaklık değerlendirilme kriterlerine katıldığı için dişin kurutulması incelenmesi önemlidir. Böylelikle sağlam mine ile demineralize minenin kuru ve nemliken gösterdiği ışığı kırma katsayısındaki farklılık ayırt edilebilmektedir (286).

ICDAS I ve II: Uluslararası çürük tespit ve değerlendirme sistemi (ICDAS), hata oranı en az, kanıta dayalı bir çürük teşhis yöntemidir. ICDAS I, 1997 yılında Ekstrand tarafından, temiz dişlerin kurutulması incelenmesini esas alarak oluşturulmuştur (283). Ancak lezyon aktivitesinin değerlendirmesinde yetersiz kalması nedeniyle 2005 yılında ICDAS II sistemi geliştirilmiştir. ICDAS çürüğü, koronal (pit ve fissür, buccal-lingual, mesial-distal), kök ve restorasyon/örtücü ile ilişkili olmak üzere 3 sınıf altında incelemektedir (281).

Bu sistem Nyvad sisteminin eksiklerini gideren birkaç farklı değerlendirme yapmaktadır. Öncelikle çürük şiddetini ve aktivitesini tek bir skorla değerlendiren Nyvad sistemi yerine, 2 ayrı skor ile değerlendirme yapmaktadır. Nyvad sisteminde dişlerin temizlenmesi vurgulanmazken, bu sistemde temizlenmiş dişler incelenmektedir. Nyvad sisteminde kullanılan sivri uçlu sond yerine ICDAS yuvarlak uçlu sond kullanımını önermektedir (281).

ICDAS kodlamaları aşağıdaki gibi yapılmaktadır (281):

Restorasyon veya örtücü varlığına göre kodlama;

0: Örtücü veya restorasyon yok.

1: Örtücü, fissürlerin bir kısmında bulunmaktadır.

2: Örtücü, fissürlerin tamamında bulunmaktadır.

3: Diş renginde restorasyon bulunmaktadır.

4: Amalgam restorasyon bulunmaktadır.

5: Pçk bulunmaktadır.

6: Porselen, altın, pfm kron/vener bulunmaktadır.

7: Kayıp veya kırık restorasyon bulunmaktadır.

8: Geçici restorasyon bulunmaktadır.

Çürük dişler için kodlama;

0: Sağlam diş yüzeyi

1: Minede ilk görsel değişimler bulunmaktadır.

2: Minede belirgin görsel değişim bulunmaktadır.

3: Mine kırığı vardır ancak; dentin ekspoz olmamıştır.

4: Dentinal gölge izlenmektedir ancak; dentinde kavite yoktur.

5: Dentinde gözle görülen belirgin kavite bulunmaktadır.

6: Dentinde gözle görülen geniş kavite bulunmaktadır.

Kayıp dişler için kodlama;

96: Yüzeğe ulaşım problemi nedeniyle değerlendirme yapılamıyor.

97: Çürük sebebiyle çekim yapılmış diş.

98: Başka sebeple kaybedilen diş.

99: Sürmemiş diş.

P: İmplant

ICDAS'da her bir diş için verilen ilk kod restorasyon veya örücünün varlığına göre, ikinci kod ise çürük varlığına göre verilmektedir. İlk kodlamada birden fazla yüzeyde restorasyon ya da örtücü bulunuyorsa en yüksek kod; ikinci kodlamada en geniş çürük yüzeyi baz alınarak yine en yüksek kod verilir. Böylelikle diş daha ayrıntılı olarak kodlanmış olur (281).

Univiss Sistemi: Univiss, çürük teşhisinde Nyvad, ICDAS ve Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) kabul edilen kriterlerini geliştirerek beyaz ve kahverengi renk değişikliklerinin de değerlendirilmesini sağlayan, 3 basamaklı bir teşhis sistemidir (275).

1. Basamak: Çürük tespiti ve şiddetinin belirlenmesi için kullanılan 6 adet skor içermektedir.

Skor F; çürük lezyonunun ilk görsel işareti olduğunda,

Skor E; yerleşik çürük lezyonu,

Skor M; minenin çöktüğü lokalize mikrokaviteler,

Skor D; dentin ekspozu,

Skor L; büyük kavite,

Skor P; pulpa ekspozu olduğunda kullanılmaktadır.

2. Basamak: Renklenmelerin değerlendirilmesinde kullanılan 4 adet skor içermektedir.

Skor 1; beyaz,

Skor 2; beyaz kahverengi,

Skor 3; koyu kahverengi,

Skor 4; gri translusent renk değişikliğinde kullanılmaktadır.

3. Basamak: Çürük aktivitesi 'Evet/Hayır' seçenekleri ile değerlendirilmektedir.

Pit ve fissürler için değerlendirme:

Aktif lezyon varlığında;

- Diş sürmesinden sonra birkaç yıl içinde tespit edilmiş lezyon varlığı,
- Plak bulunması,
- Minenin havayla kurutulmasını takiben mat/donuk/pürüzlü yüzey varlığı,
- Mikro kavite varlığı,
- Beyaz (veya beyaz - kahverengi) renklenme varlığı,
- Yumuşak, ıslak, renklenmiş dentin varlığı değerlendirilir.

İnaktif lezyon varlığında;

- Yıllardır kalıcı bir görüntü varlığı,
- Plak bulunmaması,
- Minenin havayla kurutulmasını takiben düzgün parlak bir yüzey varlığı,
- Patolojik bir gelişme bulunmaması,
- Minede kahverengi renk değişikliği olması,
- Sağlam kuru renklenmemiş dentin varlığı değerlendirilir.

Radyografik Muayene

Radyografik muayene tekrarlanabilir, radyolojik indeks kullanımı ile çürük derinliği hesaplanabilir olmasına rağmen; pit ve fissürlerde başlangıç

halinde olan çürük lezyonunun teşhisinde yeterli olmamaktadır. Öte yandan; diğer teşhis yöntemleri ile beraber kullanıldığında çürüğün geri dönüştürülebilir aşamada saptanmasına yardımcı olabilmektedir (265). Ancak yapılan in vitro çalışmalarda radyografik muayenede oklüzal lezyonların ancak dentin orta üçlüsüne ilerlediğinde görülebildiği rapor edilmiştir (264). Öznel bir şekilde değerlendirmeye izin veren radyografik muayenedeki bu eksiklikleri gidermek için dijital yöntemler geliştirilmiştir:

Direkt Dijital Radyografi: İki tipi bulunmaktadır.

CCD (Charge-Coupled-Device) sisteminde sensör bir kablo ile bilgisayara bağlanmakta ve görüntü sensörün ışınlanmasından hemen sonra bilgisayar ekranında izlenebilmektedir (251).

SP (Storage Phospor) sisteminde fosfor plak bilgisayara bağlı değildir ve X ışını uygulaması sonrası görüntü bu plak yüzeyinde oluşmaktadır. Plaktaki bilginin lazer yazıcı tarafından okunması ile görüntü bilgisayar ekranına aktarılır (249).

Direkt Dijital radyografi; görüntünün hızlı oluşması ile çalışma süresinin kısalması, radyasyon dozunun %60-90 oranında azaltılması, görüntünün manüple edilebilmesi, saklanması ve transfer edilebilmesi, kimyasal solüsyon kullanımı gerektirmemesiyle maliyetin düşüp çevresel atık oluşturmaması ve çapraz kontaminasyonun önüne geçmesi gibi avantajlara sahiptir. Ancak rezolüsyonun konvansiyonel radyograflara göre düşük olması, bazı sensörlerde dar bir alanın görüntülenebilmesi, yazıcıdan alınan baskı kalitesinin ekrandan düşük olması, sensör kalınlığının hastayı rahatsız edebilmesi, maliyetinin yüksek olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır (268).

Dijital Subtraction Radiografi (DSR): Çıkartma anlamına gelen “subtraction” ile tanımlanan teknik, iki dijital radyografi bir bilgisayar yazılımı yardımıyla üst üste koyarak birbirinden çıkarıp, sonuçta elde edilen son görüntüdeki farklılıkların tanımlanmasını kolaylaştırmaktadır (240). İki filmin birbirinden çıkarılması sonucu sıfır değeriye takip edilen dişte herhangi bir değişiklik yoktur. Sıfırdan farklı bir değer demineralizasyonu ya da

remineralizasyonu göstermektedir. Böylelikle; özellikle diş ve kemik gibi sert dokularda oluşan densite farklılıkları doğru ve güvenilir olarak saptanabilir. Ancak bu tekniğin doğru bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için standart radyografların alınması esastır (235).

2.4.2. Floresans Teknikleri

Diagnodent

Lazer floresans yöntemi, çürük ve sağlam mineye ışık uygulamasını takiben yansıyan floresans farkının ölçülmesine dayanmaktadır (63). Diagnodent, 655 nm dalga boyundaki harekete geçirici ışık kaynağı olan lazer diyot, bu ışığı dişe ileten bir optik fiber uç ve onun çevresinde 9 fiberden oluşan detektörden oluşmaktadır. Fiber optik uç olarak kullanılan konik uç okluzal yüzeylerdeki, düz uç ise düz yüzeylerdeki çürüğün tespit edilmesinde kullanılmaktadır (64).

Dişin yapısındaki organik ve inorganik maddeler, ışığın bir kısmını absorbe ederken, bir kısmı da kızılötesi ışık olarak yansımaktadır. Minede mineral içerik düştüğünde yani demineralizasyon gerçekleştiğinde veya çürük oluştuğunda, ışığın daha az absorbe edilmesi ile daha fazla floresans yayma (radyans, parlaklık) gösterirler. Böylelikle çürük mineye lazer ışığı uygulandığında, sağlam mineden daha koyu bir renk yansıması elde edilmektedir. Yayılan ışığın şiddeti diagnodent tarafından sayıya dönüştürülerek çürük yoğunluğu belirlenmektedir (65).

Lazer floresans tekniğinde diş yüzeyinin temiz olması gerekmektedir. Diştaşı, plak ve renklenmeler yanlış sonuçların elde edilmesine sebep olabilmektedir. Her bir bireyin her bir dişi farklı anatomik yapılar ve diş renkleri içermesi nedeniyle eşit değerler vermeyebilir. Bu nedenle şüpheli alanlardan elde edilen değerler kaydedilip, takiplerde bu değerdeki değişiklikler esas alınırsa daha sağlıklı sonuçlar elde edilmektedir (64).

Kantitatif Işık Etkili Floresans Yöntemi (QLF)

QLF, lazer floresans yöntemindeki lazerin yerine ışığı kullanan bir çürük tespit yöntemidir. Diş dokularına mavi ışık uygulandığında, diş yapısında bulunan floresans uyarılarak yeşil bir ışık yayması elde edilir. Minenin floresans ışığı yayma özelliğinden faydalanılan bu sistemde, demineralizasyon görülen mine yüzeyinin floresans düzeyi daha düşük olduğu için daha karanlık olarak görülmektedir (66). Ancak bu koyu ve kırmızı görülen alanlar; plak, diş taşı veya mikroorganizmalarca metabolize edilmiş porfirinden de kaynaklanabilmektedir. Bu nedenle temizlenmiş diş yüzeyinde inceleme yapılması önerilmektedir (68).

QLF ile 'white spot' lezyonlar için eşdeğer bir eşik değer saptanamamış olsa da 25 mikron derinliğindeki lezyonlar ölçülebilmektedir. Bilgisayar sisteminde kaydedilen değerler, takip edilen dişteki demineralizasyon ya da remineralizasyon yönündeki değişikliklerin incelenebilmesine olanak sağlamaktadır (68).

Boya ile Güçlendirilmiş Lazer Floresans Yöntemi (DELFL)

DELFL, floresans boyalar kullanılarak dişten floresans yansımalarının daha güçlü şekilde elde edilmesine dayalı bir çürük tespit yöntemidir (69). Yapılan çalışmalarda temizlenerek plaktan arındırılmış oklüzal yüzeylerde, DELFL ile fissürlerde başlangıç düzeyindeki demineralizasyonun tespitinde lazer floresansdan daha başarılı olduğu gösterilmiştir (65).

2.4.3. Elektriksel İletkenlik Ölçümleri

Elektriksel iletkenlik ölçüm yöntemi; sağlam mine yüzeyleri sınırlı düzeyde iletkenliğe sahipken, demineralizasyon gözlenen minede poröz bir yüzey oluşması ve bu mikropörözitelere sıvı dolarak elektrik akımına iletken bölgeler yaratması esasına dayanan bir çürük tespit yöntemidir. Sağlam

dentin ise; içeriğindeki dentin tübülleri ve dentin sıvısı nedeniyle elektrik akımını oldukça iyi iletmektedir (70).

Bu yöntem ile pit ve fissür çürüklerinin tespiti amacıyla öncelikle oklüzal yüzey iletkenle örtülür. Demineralize olan minedeki mikroskobik gözeneklere tükürük akışı ile sıvı dolması sonucu oluşan elektrik iletkenliği probe ile ölçülür. Demineralizasyon mine-dentin birleşimine ulaştığında elektrik iletkenliğindeki artış nedeniyle ölçüm çok daha başarılı bir şekilde tespit edilebilmektedir (63).

2.4.4. Geliştirilmiş Görsel Teknikler

Fiber Optik Transilüminasyon (FOTI)

FOTİ yönteminde, fiber optik ışık kaynağından gelen yüksek yoğunluklu beyaz ışık dişin bukkal veya lingual yüzeyinden uygulanmaktadır. Oklüzal yüzeyden izlenen demineralizasyona bağlı koyu alanlar ile mine ve dentindeki lezyonlar saptanmaktadır. Bu yöntem özellikle arayüz çürüklerinin tespitinde çok daha başarılı olmaktadır (72).

FOTİ kolay uygulanabilen bir yöntem olmasına rağmen; subjektif sonuçlar vermesi, elde edilen görüntünün kaydedilememesi, verilerin çıktısının alınamaması, tecrübe ve dikkatli inceleme gerektirmesi gibi dezavantajlara sahiptir. Bu nedenle FOTİ ile dijital görüntüleme teknikleri birleştirilerek DİFOTİ yöntemi geliştirilmiştir(73).

Dijital Fiber Optik Transilüminasyon (DIFOTI)

FOTİ ile dijital görüntüleme tekniklerini birleştiren DİFOTİ yönteminde, görüntülerin kaydedilememesi problemi ekarte edilmiştir. Elde edilen görüntü dijital bir CCD kamera yardımıyla bilgisayara aktarılmakta ve takip seansları boyunca mineralizasyondaki değişimler kaydedilerek rahatlıkla karşılaştırılabilmektedir. Ancak elde edilen görüntüleri karşılaştıran bir yazılım

olmaması sebebiyle, inceleme diş hekimi tarafından subjektif olarak yapılmaktadır (73).

DİFOTİ yönteminde, FOTİ'de olduğu gibi, demineralize alanlar sağlıklı yüzeylere kıyasla beyaz ışığı daha fazla absorbe eder ve yansır. Demineralize ya da çürük yüzeyler koyu gölgeler halinde izlenir ve kaydedilir (74).

2.4.5. Kızılötesine Yakın Işık ile Görüntüleme (NIR)

NIR, farklı dalga boylarındaki görülebilir ışık ve kızılötesi ışığın, farklı derinliklere penetre olabilmesi esasına dayalı bir çürük tespit yöntemidir. 400-700nm dalga boyundaki görülebilir ışık ile ancak 1-2mm derinlik gözlemlenebilirken; 780-1550nm dalga boyundaki kızılötesi ışık için çok daha derinliklerine penetre olarak yansması izlenebilmektedir (62).

NIR sisteminde ışık için servikalinden diş etinin hemen üzerinden girerek dentinde dağılır ve kron içinde oklüzal yüzeye doğru yönelir. 1-3mm kalınlığındaki kron minesini 1310nm dalga boyundaki ışıkta transparan izlenmekte ve herhangi bir demineralizasyonda güçlü saçılma nedeni ile transparanlığı azalarak koyu görülmektedir. Böylece etrafındaki sağlıklı dokudan keskin bir hatla ayrılan demineralize bölgenin teşhisi kolaylaşmaktadır. Bu nedenle tüm oklüzal yüzeyin demineralize alanları, renklenmeler ve florozisten ayrılarak teşhis çok daha basit ve güvenilir bir şekilde yapılabilmektedir (74).

2.5. Pit ve Fissür Çürüklerinin Tedavisi

Son yıllarda modern diş hekimliğinin ilgi alanının koruyucu uygulamalara ve ultrakonservatif yaklaşımlara kayması ile diş yapıları korunarak tedavi edilebilmektedir. Özellikle son çeyrek yüzyılda beslenmenin öneminin ön plana çıkması, floridan faydalanabilme olanaklarının artması, dental malzeme standartlarındaki yükseliş, ağız bakım malzemelerine kolay ulaşılması ve oral kaviteyi de etkileyen bulaşıcı hastalıklara duyarlılığın

azalması ile çocukların ağız sağlığında önemli gelişmeler kaydedilmiştir (51, 55). Ancak buna rağmen yapılan epidemiyolojik çalışmalar sorunun halen çözülemediğini açıkça göstermektedir. Bu nedenle çürüğün erken teşhisi çok önemli hale gelmiştir (57). Pit ve fissür çürüklerinin erken teşhisi ile doğru orantılı olarak tedavi seçenekleri de artmaktadır (55).

Pit ve fissür çürüklerindeki erken çürük teşhis yöntemlerinin de gelişmesi ile geçmişteki 'aç ve doldur' tedavi felsefesi yerini 'kapat ve koru' felsefesine bırakmıştır. Diş hekiminin erken çürük lezyonlarında olası karşılaşılabileceği durumlar; sağlam yüzey varlığı, demineralize alanlar, şüpheli lezyonlar ve kavitasyonun izlendiği çürük lezyonlarıdır. Bu durumların ilk üç aşaması teşhis edildiğinde tedavi seçenekleri çok daha fazla ve çok daha konservatif olmaktadır (58). Tedavi seçenekleri arasında;

- ❖ Tedavi uygulanmadan izleme
- ❖ Kimyasal ajanlar ile remineralizasyon
- ❖ Fissür örtücü uygulaması
- ❖ Koruyucu rezin restorasyon uygulamaları
- ❖ Restorasyon yapılması yer almaktadır (58).

2.5.1. Kimyasal Ajanlar ile Remineralizasyon

Tedavi seçenekleri arasında gelişmekte olan kimyasal ajanlar ile non-invaziv olarak remineralizasyon sağlanması da yer almaktadır. Her gün gelişen bu tedavi seçeneğinde uygulanan ajanlar arasında; titanyum tetraflorür (TiF_4), gümüş diamin florür (SDF), amorf kalsiyum fosfat (ACP) günümüzde en sık kullanılanlarıdır (82, 85, 96).

Titanyum Tetraflorür (TiF_4)

Florun diş sert dokuları üzerine demineralizasyonu geri çevirici ve remineralizasyonu tetikleyici etkileri bilinmektedir. Topikal olarak uygulanan birçok flor ajanından (NaF , SnF_2 , APF) farklı olarak TiF_4 çürük gelişimine ve erozyona karşı çok daha yüksek bir koruma sağlamaktadır. TiF_4 , diş yüzeyi

ile arasındaki etkileşim sonucu dış ortama karşı bir kalkan görevi görür ve mine-dentin-kök yüzeyinde konvansiyonel flor yöntemlerinden daha hızlı iyon alımı gerçekleştirir. Bileşik içinde bulunan titanyum, florun etkisini sinerjize etmektedir (85, 86).

McCann mineye bağlanan flor miktarını tespit etmek için, florun güçlü bir bağ kurduğu metal iyonu ile uygulanmasını önermiştir. Al, Ti, Zr, La, Fe, Be, Sn, Mg, Zn gibi birçok metal iyonunun, flor alımı ve diş yüzeyinde florun tutunmasını incelemiştir. Böylelikle hem dışteki HAP kristallerine hem de flora çok güçlü bağlanan metaller ile remineralizasyonun gerçekleştirilebileceği keşfedilmiştir. Ti ile ön muameleyi takiben Al ile işlenme maksimum etkiyi sağlamıştır. Andrew J Reed hayvanlarda yaptığı testlerde TiF_4 (%1) ile NaF karşılaştırmış ve çürük önlemede TiF_4 yüksek başarı göstermiştir. Bununla birlikte yüksek asidite bir şüphe oluşturmuştur (87).

Skartviet bu yüksek asiditeyi değerlendirmiş, nötral ve asidik SnF_2 ile karşılaştırmıştır. Asidik SnF_2 (pH=1) kök yüzeyine 1dak uygulamadan sonra 4-7 μ m demineralize alan yaratırken, TiF_4 (pH=1) 8-10 μ m'lik alanda kısmi demineralizasyon göstermiştir ve ilk anda meydana gelen bu demineralizasyonun birkaç gün içinde geriye döndüğü görülmüştür (88).

TiF_4 , NaF ile karşılaştırıldığında yine SnF_2 'de olduğu gibi daha derine penetre olduğu, daha yüksek konsantrasyonda ve daha uzun süre flor iyonu salınımı yaptığı görülmüştür. TiF_4 aynı zamanda diş yüzeyi üzerinde glaze benzeri koruyucu bir tabaka oluşturmaktadır. Çıplak gözle ilk olarak tespit edilen bu tabaka, daha sonra SEM ile incelendiğinde asit-etch sonrası ya da 24 saat inorganik çözelti ile muamele edildikten sonra bile çözünmemiştir (89).

Oogard yaptığı çalışmada 1dak süreyle TiF_4 (%4) uyguladığı 7 çocuğun süt molar dişlerinin pit ve fissürlerini incelemiştir. Ağız içinde abraziv ve çigneme kuvvetlerine karşı dayanımını ölçmek için 1., 3., 6. ya da 12. ayda dişleri çekerek SEM'da incelemiştir. 12.ayda bile pit ve fissürlerde tam retansiyon izlenmiştir (91).

Splith mouth dizaynda bir çalışmada daimi molar dişlerinde white spot lezyonlar görülen çocuklarda %4'lük TiF_4 +florlu diş macunu ile sadece florlu

diş macunu uygulaması karşılaştırılmıştır. TiF_4 'ün dişte renklenmelere yol açtığı ve polisaj gereksinimi ortaya çıkardığı bildirilmiştir (90).

TiF_4 hem uygulama kolaylığı hem çalışma zamanını oldukça kısaltması hem de dişte herhangi bir renk değişikliği ya da kayba yol açmaması ile fissür örtücülere iyi bir alternatif olarak görülmektedir. Ancak daha çok in vivo çalışmaya ihtiyaç vardır (92).

Gümüş Diamin Florür (SDF)

SDF Dünya Sağlık Örgütü tarafından çürük önlemede güvenli, etkili ve maliyet-etki oranında oldukça başarılı bulunmuştur. Yapılan birçok çalışma da bunu destekler niteliktedir (82).

Milgrom ve Chi SDF'nin çürük önleme stratejilerinde önemli bir yeri olduğunu savunmuşlardır (80). Chu 3-5 yaş aralığındaki, üst süt anterior dişlerinde white spot lezyon olan 308 çocukta SDF (44,800 ppm F) ile NaF (22,600 ppm F) etkisini karşılaştırmıştır. 30 aylık takip sonucunda çürük önlemede SDF çok daha yüksek etkili bulunmuştur (81).

Llodra 6yaşındaki 375 çocuğu hem süt molar hem de daimi molarlar üzerine SDF'ün çürük önleyici etkisini araştırmak için 30 ay takip etmiştir ve kontrol grubu ile karşılaştırıldığında SDF çok başarılı bulunmuştur (79). Knight in vitro çalışmasında hem demineralize olmamış hem de demineralize dentin üzerinde SDF'nin s.mutans sayısını azalttığını göstermiştir (78).

Monse prospektif randomize klinik çalışmasında SDF ve cam iyonomer siman (CİS) ile atravmatik restoratif tedavi (ART) uygulamalarının fissür çürüğünü önlemedeki etkisini karşılaştırmıştır. 8 ilkokulda 6-8 yaşlarındaki 704 çocuğun daimi 1.molar dişine SDF ya da CİS ile ART uygulanmış ve 18 ay takip edilmiştir. ART'nin daha etkili bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır (84).

Liu randomize klinik çalışmasında ortalama 9,1 yaşındaki 501 çocuğun derin fissürlü/erken çürük lezyonu olan daimi 1.molar dişinde rezin esaslı fissür örtücü, %5 NaF, %38 SDF ve kontrol grubunu çürük önlemedeki

başarısını karşılaştırmıştır. Her üç grupta da çürük gelişimi anlamlı derecede düşük bulunmuştur (83).

Braga yeni sürmekte olan daimi molar dişlerde SDF ve CİS esaslı fissür örtücülerin çürük önleyici etkilerini karşılaştırmıştır. 3. ve 6.ayların sonunda SDF daha üstün başarı gösterirken, 30.ayın sonunda iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (95).

SDF birçok fissür örtücü işlemine göre hem kolay hem de kısa zamanda yapılmasıyla öne çıksa da fissür çürüklerini önlemede diğer yöntemlerle eşit başarı göstermektedir. SDF ile ilgili daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmasına rağmen; okullardaki çürük önleme programlarında pratik uygulamalar için tavsiye edilebilir (84).

Amorf Kalsiyum Fosfat (ACP)

ACP; siman, kompozit, ortodontik adezivler ve son dönemlerde fissür örtücüler olmak üzere hem restoratif ve hem de koruyucu materyallerin içeriğinde kullanılmaktadır (96). Restoratif materyal olarak kullanımı özellikle plak birikimine müsait küçük kavitelerde ve derin-dar pit ve fissürlerde, çürüğü önlemek için çok etkili olmaktadır. Ayrıca remineralizasyon özelliğinden faydalanmak için, özellikle çürük riski yüksek hastalarda restorasyonların altında kullanılabilir (99).

Son yıllarda, süt proteini olan kazeinden türetilen, kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) kompleksi (Recaldent Tooth Mouse; GC Europe, Leuven, Belgium) diş hekimliğinde ilk kez şekersiz sakızların ve diş pastalarının içeriğine eklenerek kullanılmıştır. CPP-ACP'nin diş minesinde demineralizasyonu önlemek amacıyla, kalsiyum ve fosfat iyonlarının diş minesine çökmesiyle remineralizasyonu sağlayan, koruyucu bir işlevi bulunmaktadır. (97).

Sudjalim ve ark.'nın (98), sodyum florur (NaF) ve %10'luk CPP-ACP'nin ortodontik braketler etrafındaki demineralize mine üzerine etkinliğini değerlendirdiği bir araştırmada CPP-ACP, NaF veya CPP-ACP/NaF önemli derecede minedeki demineralizasyonu önlediği saptanmıştır.

Tandon, ACP ile flor salabilen rezin bazlı fissür örtücüleri, çekilmiş daimi premolar dişlerdeki demineralize alanlara uygulamış ve remineralizasyona etkilerini SEM’da incelemiştir. Remineralizasyon etkileri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (93).

Kishor 6-9 yaşlarındaki 110 çocuğun daimi 1.molar dişlerinde yaptıkları splith mouth randomize çalışmalarında ACP ile flor içerikli rezin bazlı fissür örtücüleri karşılaştırmıştır. 1yıllık takip sonucunda benzer etkiler gösterdiği bulunmuştur (94).

ACP, tüm bu özellikleri ile diş hekimliğinde kullanılan uygun bir mineralize edici ajandır (99).

2.5.2. Pit ve Fissür Örtücüler

Fissür Örtücülerin Tarihçesi

Fissür örtücülerin tarihçesi 18.yy’ın başlarına kadar uzanmaktadır. Lee H’nin pit ve fissürlerin uygun bir materyal ile örtülmesini takiben çürükten koruma sağlanabileceğini ileri sürmesinden sonra (100); Wilson 1895’de pit ve fissürleri simanla örtmüştür (101).

1923’de Hyatt, çürük şüphesi olan daimi molar dişlerde “*profilaktik odontomi*” olarak adlandırdığı, tüm pit ve fissürleri kapsayan sınıf I kaviteLER açılması ve amalgamla doldurulmasını gündeme getirmiştir (102). Ancak hiç de konservatif olmayan bu yaklaşım karşısında 1929’da Bodecker dar ve derin fissürlerin aşındırılarak mekanik olarak genişletilmesini ve temizlenebilirliğin sağlanmasını amaçladığı “*fissür eradikasyon yöntemi*” ortaya koymuştur. Bu teknik sürmekte olan dişlerde kullanıldığında ise sürme tamamlanana kadar dişlerin fosfat siman uygulaması ile korunmasını önermiştir (103).

Tarihte fissür örtücü olarak birçok materyal kullanılmıştır. Günümüzde kullanılan fissür örtücülerin ortaya çıkması ise 1955’de Buonocore’un minenin asitle pürüzlendirilmesine ilişkin çalışmaları ile olmuştur (49). Minenin asitle pürüzlendirilerek oluşan mikropörözitelere rezin materyalin tutunması ve

böylelikle mikrosızıntının önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla kullanılan fissür örtücü materyallerden biri de siyanoakrilatlardır (49). Ancak siyanoakrilatların ağız sıvılarında çözündüğü, deri ve mukozaya toksik olduğu ortaya çıkmıştır. Daha sonra poliüretan türevleri denenmiş ancak; yine toksik olmaları ve kimyasal stabilizasyonlarının olmaması nedeniyle uzun süre popüler kalamamışlardır. Polikarboksilat siman ise aşınma dirençleri düşük ve akışkanlıklarının az olması ile fissürlere penetrasyonun sağlanamaması sonucu fazla ilgi görmemiştir (106).

Cam iyonomer simanların fissür örtücü olarak kullanılması ise ilk kez Mclean ve Wilson tarafından ortaya konmuştur (144). Daha sonra cam iyonomer simanın içeriğine rezin ilave edilerek rezin modifiye cam iyonomer (RMCİS) ve poliasit modifiye rezin (PMKR) materyaller geliştirilmiştir. Hibrit iyonomerler olarak adlandırılan bu materyallerin geliştirilmesindeki amaç CİS'in olumsuz özelliklerini ortadan kaldırıp, biyoyumlu bir materyal elde etmektir (107). Bu iki materyalin geliştirilen fissür örtücü tipleri halen günümüzde kullanılmaktadır.

1960'ların sonlarında birçok rezin materyalin denenmesi sonucunda minenin asitle pürüzlendirilmesini takiben mineye sıkıca bağlandığı gözlemlenen Bis-GMA geliştirilmiş ve American Dental Association tarafından fissür örtücü materyali olarak kabul görmüştür (108).

Fissür Örtücü Türleri

Rezin Esaslı Fissür Örtücüler

Günümüzde de en çok tercih edilen fissür örtücü materyali olan rezin esaslı fissür örtücülerin gelişimi 1955'de Buonocore tarafından geliştirilen minenin asitle pürüzlendirilmesi ve bunu takiben oluşan mikropörözlere rezin esaslı materyalin mikromekanik kilitlemesi sistemine dayanmaktadır (49).

1960'larda Hicks ve Flaitz'in rezin esaslı materyalin asitle pürüzlendirilmiş mineye bağlanmasını göstermesiyle önemli gelişme

katedilmiştir (77). 1970'de ise Bowen, iki reaktif H atomu içeren Bisfenol-A ile glisidil metakrilatın reaksiyonu ile oluşan Bis-GMA'yı sentezlemiştir (108).

Rezin esaslı restoratif materyallerin yapısında bulunan Bis-GMA'nın yanı sıra metilmetakrilat hem hızla polimerizasyonu sağlar hem de polimerizasyon büzülmesini minimize eder. Fissür örtücülerde metilmetakrilat, içeriğe 1/3 oranında eklenerek akışkanlığın artması ve derin dar fissürlere penetrasyonun kolaylaşması hedeflenir (112). Ayrıca Bis-GMA'nın aşırı viskozitesini azaltıp yine penetrasyonu arttırmak amacıyla HEMA ve tri etilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) monomerleri de ilave edilmektedir (113). HEMA hem hidrofobik hem de hidrofilik özellikte olması sebebiyle rezin esaslı materyalin nemli yüzeylere de penetre olabildiğini sağlamaktadır (114). TEGDMA ise viskoziteyi azaltmanın yanında polimerizasyon büzülmesine de sebebiyet verebilmektedir (115).

Rezin materyallerin yapısında bulunabilen bir diğer molekül olan üretan dimetakrilat (UDMA), Bis-GMA veya TEGDMA ile birlikte yer alabilmektedir. Bis-GMA'dan daha az viskoz, esnek ve alifatik yapıda olan UDMA, Bis-GMA ve TEGDMA gibi su emme özelliğine sahiptir (116).

1990'larda fissür örtücülerin yapısında bulunan bisfenol-A ve bisfenol-A dimetakrilatın östrojenik etkileri olabileceği kaygısı gündeme gelmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalarda Soderholm ve Mariotti (117) bu etkilerin anlamlı düzeyde olmadığını, Fung (118) ise tükürük ile ağız ortamına salınan bisfenol-A düzeyinin dikkate alınamayacak kadar az olduğunu ve sistemik olarak bir etki yaratamayacağını göstermiştir.

Rezin Esaslı Fissür Örtücülerin Polimerizasyon Tiplerine Göre Sınıflandırılması: Rezin esaslı fissür örtücüler polimerizasyon tiplerine göre 3 jenerasyonda sınıflandırılabilirler.

1. Nesil/ Ultraviyole Işıyla Polimerize Olan Fissür Örtücüler

365nm dalga boyundaki ultraviyole ışıkla polimerize olan ve ilk fissür örtücü materyali olan bu jenerasyon, ışığın göz retinasına verdiği zarar nedeniyle günümüzde artık kullanılmamaktadır (77, 119).

2. Nesil/ Otopolimerizan Fissür Örtücüler

Kimyasal olarak polimerize olan bu jenerasyon iki ayrı komponentten oluşur. Birinci komponent Bis-GMA ve başlatıcı benzoil peroksit, ikinci komponent Bis-GMA ve %5'lik organik aminden oluşmaktadır. İki komponentin karıştırılmasını takiben egzotermik reaksiyon başlar; ancak materyal dişe küçük miktarlarda uygulandığı için ısı zarar vermez (120). Birinci jenerasyon ile karşılaştırıldığında tutuculuklarının çok daha iyi olduğu gözlemlenirken, arada kalabilecek hava kabarcıkları nedeni ile tutuculuk riskli olabilmektedir (119).

3. Nesil/ Görünür Işıklı Polimerize Olan Fissür Örtücüler

Günümüzde en çok kullanılan fissür örtücü tipi olan bu jenerasyonda, rezin monomerin içerisine eklenen 480nm dalga boyundaki görünür ışıkla polimerize olan aromatik ketonlar ve diketonlar materyalin esasını oluşturmaktadır (120).

Polimerizasyonlarının sağlanabilmesi için halojen, LED, lazer gibi ışık kaynakları kullanılmaktadır. Kamforokinon gibi diketon başlatıcılar, ışık kaynaklarından etkilenebildikleri için reflektör kapatılarak işlem yapılmalıdır (122).

İkinci ve üçüncü jenerasyon fissür örtücülerin tutuculukları benzer düzeylerde olmasına rağmen, üçüncü jenerasyon uygulama kolaylığı, hava kabarcığı riskini azaltarak daha homojen bir yapı oluşturması sebebiyle daha kullanışlıdır (43, 77, 119).

Flor İçerikli Rezin Esaslı Fissür Örtücüler (4. Jenerasyon Fissür Örtücüler)

Florun diş çürüğüne karşı diş yapısını güçlendirerek etkili olması, fissür örtücülere flor ilave edilmesini yıllar önce gündeme getirmiştir (123). Flor içerikli restoratif materyallerin depo görevi görerek mine yüzeyini çürüğe karşı dirençli hale getirdiği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Flor içeren fissür örtücülerin hem tutuculuğunun iyi olması hem de F deposu olarak görev yapması istenmektedir. Bu amaçla iki yöntem tanımlanmıştır (123).

1. Polimerize olmamış rezin materyal içeriğine çözünebilir formda olan F tuzları (NaF, Na₂PO₃F) eklenir. Fissür örtücünün uygulanmasını takiben çözünen flor tuzları ağız ortamına salınır. Ancak bu yöntemde fissür örtücü yapısında bozulmalar oluşmaktadır.

2. Polimerize olmamış rezin materyal içeriğine bu kez tükürükten gelen iyonlar ile yer değiştirebilme özelliği taşıyan hareketli organik flor bileşikleri eklenir. Böylelikle fissür örtücü yapısında bozulma olmadan F deposu görevi gören bir materyal elde edilmektedir.

Tükürükte bulunan F ve Cl gibi iyonlar, önce fissür örtücü matixine yavaşça diffüze olurlar, daha sonra buradan da komşu sert dokulara yavaşça salınırlar. Florun fissür örtücüden hızla salınmasına karşın çevre dokular tarafından yavaşça alınması ile mine-fissür örtücü birleşiminde sürekli ve etkili bir konsantrasyonda flor bulunması sağlanmış olur. Resarj özelliği, yavaş ancak uzun süren bu salınım ile aktif çürük lezyonlarının gelişimi önlenirken, white-spot lezyonlarda da remineralizasyon sağlanmasına yardımcı olur. Ancak rezin materyallerin çürükten koruyucu düzeyde, flor deposu gibi görev yapmaları için uzun süreli salınım gerekmektedir; bu nedenle zaman içerisinde değişen flor salınımları birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (126).

İn vitro koşullarda mine üzerindeki çürük lezyonlarına flor içeren ve içermeyen fissür örtüclerin etkileri araştırıldığında, flor içeren fissür örtücülerin çevresindeki çürük lezyonlarında anlamlı derecede azalma, yapay tükürükte de F düzeyinde yine anlamlı derecede artış gözlemlenmiştir (126, 129).

Fissür örtücülerin flor salabilme süreleri ile ilgili yapılan çalışmalarda Garcia-Godoy flor içeren fissür örtücülerden flor salınımının ilk 24 saat en fazla olduğunu, sonrasında azalarak ama ölçülebilir düzeyde 30 gün boyunca devam ettiğini gözlemlemiştir. Bu çalışmada ikinci yöntemle flor eklenmiş fissür örtücülerden daha yüksek flor salınımı olduğu da bildirilmiştir (130). Locker yaptığı çalışmasında flor içeren fissür örtücülerden 112 gün boyunca flor salınımı olduğunu göstermiştir (131).

Flor içeren fissür örtücülerin flor salınımı sonrasında fiziksel özelliklerinde zayıflama ile materyalin yapısal bütünlüğünde bozulma oluşabileceğine ilişkin yapılan in vivo çalışmalarda; flor içeren ve içermeyen fissür örtücü materyallerin retansiyon değerlerinde, tutuculuklarında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (123, 133).

Rezin Esaslı Fissür Örtücülerin Doldurucu Oranlarına Göre Sınıflandırılması: Fissür örtücüler doldurucu oranlarına göre 3 grupta sınıflandırılmaktadırlar (135):

1. Doldurucusuz fissür örtücüler
2. Yarı dolduruculu fissür örtücüler
3. Dolduruculu fissür örtücüler

Fissür örtücülerin akışkanlık derecesi, fissür ayrıntılarına penetre olarak mineye tutuculuğunun artması ve dolayısı ile mikrosızıntının azalması ile yakından ilişkilidir. Materyalin akışkanlığı da doldurucu oranından direkt olarak etkilenmektedir (136). Penetrasyonun sağlanabilmesi için; uygulanan materyalin yüzey geriliminin minenin yüzey enerjisinden daha az olması gerekmektedir ve bu nedenle uygulanan fissür örtücünün viskozitesi düşük, mine yüzeyini iyi ıslatabilir özellikte olması gerekmektedir (137). Doldurucusuz fissür örtücülerin fissür derinliklerine daha iyi penetre olup tutuculuğu arttırarak mikrosızıntıyı azalttığı düşünülse de kırılma dayanımı ve aşınma direncinin yeterli olabilmesi için doldurucu partiküller ilave edilmiştir (77, 136).

Doldurucu partikül miktarı arttıkça organik matriks oranı azalacağı için polimerizasyon büzülmesi azalıp dayanıklılık artar; ancak partikül büyüklükleri mine mikropözrozitelerinin çapından büyük olduğunda penetrasyon olumsuz etkilenmektedir (138).

Doldurucusuz ve dolduruculu fissür örtücülerin başarısı karşılaştırıldığında farklı sonuçlar gösteren in vitro ve in vivo çalışmalar bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar doldurucusuz fissür örtücülerin iyi penetrasyon ile mikrosızıntıyı azaltarak daha başarılı olduğunu bildirirken (43, 140); bazı araştırmacılar tutuculuk ve penetrasyon açısından herhangi bir fark olmadığını rapor etmiştir (136, 141). Barnes ve ark (143) ise yaptıkları

çalışmada doldurucusuz ve farklı oranlarda doldurucu içeren fissür örtücüleri karşılaştırdığında doldurucu oranlarının tutuculuk ile ilişkili olmadığını göstermiştir.

Cam İyonomer Esaslı Fissür Örtücüler

Wilson ve Kent tarafından 1972'de geliştirilen CİS'lar, fluoroluminasilikat cam tozu ve polikarboksilik asitin asit-baz reaksiyonuna girmesi ile oluşur (144). Asidik yapı, uygulanacak yüzeyde nem varlığında bile herhangi bir ön işleme gerek kalmadan bağlanabilmeyi sağlarken, fluorosilikat cam da flor kaynağını oluşturmaktadır (145). CİS'lar viskoziteleri düşük, genleşme katsayısı dişle uyumlu, gerilme dirençleri yüksek, asitlere karşı dayanıklı, biyouyumlu, mine ve dentine kimyasal bağlanma, F iyonu salabilme gibi olumlu özellikleri ile diş hekimliğinde birçok alanda kullanılmaktadır. CİS, bu olumlu özelliklerinden koruyucu diş hekimliğinde de faydalanabilmek için fissür örtücü olarak da kullanılmıştır (147). CİS esaslı fissür örtücüler ile rezin esaslı fissür örtücülerin retansiyon oranlarının karşılaştırıldığı birçok klinik çalışmada, CİS esaslı fissür örtücülerin daha başarısız olduğu görülmüştür (150, 155). Ancak uzun süreli klinik çalışmalar da çürük önleyici etkilerinin benzer olduğu gösterilmiş ve bu durum da, CİS esaslı fissür örtücülerin parsiyel ya da total kayıplarında fissür derinliklerinde kalan siman artıklarının F salınımına devam etmesi ile açıklanabilmektedir (154). Bu çalışmaların sonuçlarından yola çıkarak Subramaniam, CİS esaslı fissür örtücülerin topikal F uygulaması gibi değerlendirilmesini önermiştir (155).

CİS'lar ağızda çözünürlüğünün fazla olması, renk stabilitesi göstermemeleri, tutuculuklarının yetersizliği, aşınma dirençlerinin az olması gibi birçok dezavantaj barındırmasına karşın; asidik özellikleri ile ön işleme gerek duymaksızın diş kimyasal bağlanabildiği için özellikle küçük yaştaki çocuklarda tercih edilebilir (43, 154, 156). Ayrıca nemden rezin esaslı materyaller kadar fazla etkilenmediği için yeni sürmekte olan dişlerin distalindeki operkulum sebebiyle ya da hastanın küçük yaşta ve non-koopere

olması gibi izolasyonun sağlanamadığı durumlarda CİS esaslı fissür örtücülerin uygulanması tercih edilebilir (120, 155-157) . Bu durumda CİS esaslı fissür örtücünün geçici bir koruma sağladığı ve izolasyonun sağlanabildiği koşullar elde edilince fissür örtücünün değiştirilmesi gerekliliği unutulmamalıdır (43, 157).

Rezin Modifiye Cam İyonomer Esaslı Fissür Örtücüler

Geleneksel cam iyonomer simanın dental materyal olarak kullanılmasıyla ortaya çıkan olumsuz özellikler, araştırmacıları CİS'i geliştirmeye yönlendirmiştir. Bu amaçla fiziksel olarak daha dayanıklı bir materyal elde edilmesi için materyale küçük miktarda rezin ilave edilmiş ve RMCİS geliştirilmiştir (77, 160). Eklenen rezin, materyalin polimerizasyonu sırasında oluşan çapraz bağların arasına girerek asit-baz reaksiyonunu yavaşlatır. Böylelikle polimerizasyon, poliasit zincirine bağlanan metakrilat grubunun foto-aktivasyonu ile başlar ve asit-baz reaksiyonu ile devam eder (160, 163).

RMCİS'lar eklenen rezin içeriğine karşın yapısal olarak cam iyonomer simanlara daha yakındır. CİS'da olduğu gibi yapısında bulunan florealüminasilikat cam tozu sayesinde flor salınımı yapabilmektedir (145). Yapısına eklenen rezin nedeniyle polimerizasyon büzülmesi olabileceği düşünülmüşse de yapılan çalışmalar mikrosızıntının daha az olduğunu göstermiştir. Suda çözünürlükleri ve neme hassasiyetleri de CİS'lardan daha üstündür (163, 164). Böylelikle CİS'a göre fiziksel olarak daha güçlü olan bu materyalin fissür örtücü olarak kullanımı da koruyucu uygulamalar kapsamında gündeme gelmiştir.

Aranda ve Garcia-Godoy'un (164) 4-7 yaş grubu çocuklarda RMCİS'in tutuculuğunu incelediği çalışmasında 1 yılın sonunda %10 total kayıp, %70 parsiyel kayıp gözlemlendiğini rapor etseler de; SEM görüntülerinde fissür derinliklerinde kalan örtücünün koruyuculuğu devam ettirdiği bildirmişlerdir.

Pereira (165) CİS ve RMCİS esaslı fissür örtücülerin tutuculuğunu ve çürük önlemedeki başarısını karşılaştırdığı çalışmasında, 2. yılın sonunda

tutuculukta RMCİS esaslı fissür örtücüleri, çürük önlemede ise CİS esaslı fissür örtücüleri üstün bulmuştur. Pardi (166) ise RMCİS'lar ile CİS esaslı fissür örtücüleri karşılaştırmış ve 5 yıllık takip sonucunda RMCİS esaslı fissür örtüclerin retansiyonda daha başarılı olduğunu göstermiştir. Pardi (167) başka bir çalışmasında RMCİS, akışkan kompozit ve poliasit modifiye kompozit rezinlerin (kompomer) fissür örtücü olarak kullanıldığında çürük önleme başarısını ve retansiyonlarını karşılaştırmış, 1 yıllık takip sonucunda akışkan kompozitleri retansiyonda en üstün bulurken, çürük önlemede eşit düzeyde başarılı olduklarını belirtmiştir.

Bassegio (168) 12-16 yaş grubundaki çocuklarda RMCİS esaslı fissür örtücüleri ile rezin esaslı fissür örtücüleri retansiyon ve çürük önlemedeki başarısını kıyaslamıştır. 3 yıl süren splith-mouth randomize bu çalışmada RMCİS'ların yeni sürmekte olan molar dişlere rubber dam uygulanana kadar geçici olarak koruma sağladığını ve 6 ayda bir kontrol edilmelerini rapor etmiştir. Oliveira (169) da RMCİS esaslı fissür örtücüleri ile rezin esaslı fissür örtücüleri karşılaştırmış ve 1 yıllık takip sonucunda retansiyon, aşınma derecesi ve çürük önleme başarısında anlamlı bir farklılık görülmediğini belirtmiştir. Bu nedenle RMCİS esaslı fissür örtücüleri, rezin esaslı fissür örtüclere alternatif olarak göstermiştir.

Poliasit Modifiye Kompozit Reziner (Kompomerler)

Kompomer olarak da adlandırılan PMKR, 1990'larda geliştirilmiştir (175). PMKR anhidrik asit monomer içinde yer alan fluroaluminasilikat camdan oluşur ve yine flor salma özelliğini bu cam doldurucudan alır. PMKR'in uygulanmasından sonra 470nm dalga boyundaki görünür ışıkla başlatıcı amin kamforokinon aktive edilir ve takiben ağız ortamında su emen cam doldurucularda asit-baz reaksiyonu gerçekleşir. Cam doldurucuların su emmesiyle F salınımı da başlar ve gerçekleşen asit-baz reaksiyonu ile PMKR daha güçlü, stabil bir hale gelerek polimerizasyon tamamlanır (173, 175).

PMKR yapısal olarak geleneksel CİS ya da RMCİS'dan çok kompozit rezin materyallere daha yakındır. Flor salabilme özelliği ise RMCİS'da da

olduğu gibi geleneksel CİS'dan dūşüktür. Ancak daha az da olsa flor salınımı yapabilmesi ve geliştirilen fiziksel özellikleri sebebiyle fissür örtücü olarak kullanılabilecek formları (Dyract Seal, Dyract Flow Dentsply/Caulk, Compoglass F Filtek, F 2000 3M Espe) da üretilmiş ve kullanıma sunulmuştur (175).

PMKR esaslı fissür örtücülerin retansiyonları ile ilgili 2 ve 6 yıl takipli klinik çalışmalarda, retansiyon 4 yılın sonunda %5, 6 yılın sonunda %3,4 olarak tespit edilmiştir (170,171).

Güngör ve ark. (172) PMKR esaslı fissür örtücüler ile rezin esaslı fissür örtücüleri kıyaslandığı 2 yıl takipli klinik çalışma sonucunda; PMKR esaslı fissür örtücüler rezin esaslılar kadar başarılı bulunmuştur.

Ram (173) yaptığı retrospektif çalışmasında süt ve daimi molar dişlere uyguladığı PMKR ve rezin esaslı fissür örtücüleri karşılaştırmıştır. Çürük önlemede PMKR ve rezin esaslı fissür örtücüleri eşdeğer bulurken, retansiyonda PMKR esaslı fissür örtücülerin düşük başarı gösterdiğini vurgulamıştır.

Yakut ve Sönmez'in (174) yaptığı çalışmada ise sürmesini tamamlamamış daimi molarlara uygulanan PMKR ve rezin esaslı fissür örtücüler 2 yıl takip edilmiş ve retansiyonda PMKR esaslı fissür örtücüleri daha az başarılı bulmuştur .

Ormoserler

Restoratif diş hekimliğinde 1990'lı yılların sonunda, kompozit rezinlerde gelişen polimerizasyon büzülmesinin önüne geçmek için ormoser adında yeni bir materyal geliştirilmiştir. "Organically-Modified Ceramics" kelimelerinin ilk hecelerinden adını alan ormoser, organik ve inorganik komponentlerin 3 boyutlu kopolimerlerinden oluşur (178).

Temel olarak yapısında bulundurduğu organik, inorganik yapılar ve polisiloksanlar ormoserlerin termal, optik ve mekanik özelliklerini de etkilemektedir. Organik yapı optik davranışı ve sertliği etkilerken; inorganik yapı (cam ve seramik partikülleri) termal genişleme ve kimyasal

stabilizasyondan sorumludur. Polisiloksanlar ise; esnekliği ve işlenebilirliği etkilemektedir. İnorganik komponent mutifonksiyonel siloksan ile organik yapıya bağlanır ve polimerizasyon sonrası 3 boyutlu bir aç oluştururlar (179).

Daha başarılı bir restoratif materyal elde etmek için geliştirilen ormoser, klinik çalışmalarda hibrit kompozit materyallerden daha üstün bulunmamıştır (180,181). Ormoserlerin kabul görmüş bu modifikasyonu ile; dişe çok yakın termal genleşme katsayısında, uygulama sonrası kenar sızıntısı ve polimerizasyon sonrası artık monomer miktarı çok düşük, aşınma oranları düşük ve biyouyumlu bir materyal elde edilmiştir. Mine ve dentine kabul edilebilir düzeyde adezyon sağlayan bu materyal; aynı zamanda kondanse olabilmekte, manüplasyon rahatlığı ile kullanımı kolaylaştırmakta ve estetik açıdan da oldukça tatminkar sonuçlar sağlanmaktadır (179). Bu nedenle bu restoratif materyalin fissür örtücü türevleri (Admira Seal VOCO, Definite Degussa) de üretilmiş ve kullanıma sunulmuştur.

CİS esaslı fissür örtücüler ile ormoser fissür örtücülerin karşılaştırıldığı 2 yıl takipli bir klinik çalışmada daimi molar dişlere uygulanan fissür örtücüler karşılaştırılmış ve retansiyon açısından her ikisi de eşit bulunurken, çürük önleme açısından CİS esaslı fissür örtücüler daha üstün bulunmuştur (182).

Rezin bazlı fissür örtücü, kompomer ve ormoserlerin fissür örtücü olarak kullanıldığı bir çalışmada retansiyon oranı en düşük materyal kompomer olarak bulunurken çürük önleyici etki açısından herhangi bir fark gözlemlenmemiştir (183).

Giomerler

Florun mine ve dentinde remineralizasyonu sağlayarak diş çürüğünü önleyebildiği birçok araştırmada kanıtlanmıştır (263). Restorasyonların altında gelişen sekonder çürüğün önlenmesi için flor salınımına ek olarak, mine ve dentine güçlü bağlanma gösteren adezivlere olan ihtiyaç ve araştırma gereksinimi de halen devam etmektedir (261).

Roberts (259), rezin bazlı restorasyon malzemelerine flor iyonu serbestleştirme özelliğini kazandırabilmek amacıyla; cam iyonomer

simanların flor serbestleştirme özelliğini sağlayan asit-baz reaksiyonunu baz alarak, önceden reaksiyona uğratılmış cam iyonomer (pre-reacted glass-ionomer-PRG) doldurucu teknolojisini geliştirmiştir. PRG doldurucular, su varlığında fluoroakuminasilikat cam ile polialkenoik asit arasında gerçekleşen asit-baz reaksiyonunun oluşturduğu ıslak silikalı bir hidrojel ile elde edilirler (259). Oluşan ıslak siliköz hidrojel, daha sonra kurutma ve dondurma işlemlerinden geçerek nemden arındırılır ve belli büyüklüklerde öğütülüp silanize edilerek, PRG doldurucular elde edilir ve rezin içerisine eklenirler (261). PRG teknolojisine dayanarak üretilen ilk ve tek rezin esaslı dental materyal, Shofu firmasının “Giomer” isimli ticari ürünüdür.

Giomerin flor serbestleştirme özelliği: PRG dolduruculu dental materyallerde hızlı flor salınımı, önceden reaksiyona uğratılmış hidrojelde gerçekleşmektedir. PRG dolduruculardaki sürekli flor serbestleştirme ve reşarj olabilme özelliği, önceden reaksiyona uğratılmış hidrojelde bulunan katyon ve flor iyonunun yer değiştirmesi ile gerçekleşebilmektedir. Flor serbestleştirebilen kompozit rezinlerde ise flor salınımı ancak su varlığında mümkün olabilmektedir. Polimerize olan rezin esaslı materyal su absorbe eder ve polimerize olmuş rezin matriksteki polimer zincirler yer değiştirir. Flor salınımı, rezinin su absorbe etme miktarına ve polimerize rezin matriksteki polimer zincirlerin hareketliliğine bağlıdır. Ancak benzer şekilde dış kaynaklı bir flor ile geçici olarak reşarj olabilirler. Bu özellik, flor salınımı yapan kompozit rezinler ile giomerleri ayırmaktadır (259, 261,270-274). Diğer bir ifadeyle, giomerleri diğer hibrit kompozit materyallerden ayıran en önemli özellik; asit-baz reaksiyonunu dışarda tamamlayan bir doldurucu içermesidir. Gerçekleşen asit-baz reaksiyonunun poliasitle modifiye kompozit rezinlerden çok daha uzun sürmesi nedeniyle hidrojel tabakası çok daha kalın olmaktadır (270, 271). Matrikste yer alan cam doldurucuların miktarının da flor serbestleştirilmesinde önemli rol oynadığı düşünülürse, giomerler bu konuda büyük bir klinik avantaj sağlamaktadırlar (271).

Giomerlerde ve diğer cam iyonomer içerikli restoratif materyallerde flor serbestleştirme mekanizması aynı şekilde hidrojel matrikste

gerçekleşmektedir. Bu nedenle flor salabilen rezin esaslı materyallerden daha fazla flor salınımı yapabilecekleri düşünülmüştür (270). Kompomer ve kompozit rezinlerde flor salınımı ve reşarj özelliği, rezin matriksin su absorpsiyonuyla ilişkiliyken, giomerde cam iyonomer hidrojel komponentin varlığıyla ilişkilidir. Buna bağlı olarak total flor iyonu salma ve reşarj kapasitesi yönünden giomer daha iyi verilere sahip olabilir (271).

Okuyama (270) cam iyonomer siman, rezin modifiye cam iyonomer siman, iki farklı giomer ve flor salınım kapasitesi olan ve olmayan kompozitlerde, topikal flor uygulaması öncesi ve sonrasında flor salınımını karşılaştırmıştır. Topikal flor uygulaması sonrası ilk gün cam iyonomer siman ve giomerin flor salınımı yüksek olmasına rağmen takip eden günlerde en fazla cam iyonomer siman flor salınımı göstermiştir. Mousavinasab'ın (279) cam iyonomer siman, kompomer ve giomeri karşılaştırdığı çalışmasında ise 1-7gün içinde cam iyonomer simanların materyalleri en fazla flor salınımı yaptığını göstererek cam iyonomer matriksin flor salınımındaki etkisini vurgulamıştır. Dhull, topikal florür uygulamasını takiben florür salınımı için kompomer ve giomeri karşılaştırdığı iki çalışmasında giomerin daha yüksek oranda flor serbestleştirdiğini rapor etmiştir (272, 273). Ayrıca flor salınımının topikal flor uygulama sıklığı ile doğru orantılı olarak arttığı da gösterilmiştir (272, 273).

Cam iyonomer siman, giomer ve flor salabilen kompozitlerin deiyonize suda (pH=6,5) ve laktik asit (pH=4,0) ortamda flor salınım ve reşarj özelliklerinin incelendiği bir çalışmada; hem bu iki ortamda hem de 5000ppm NaF'ye maruz kaldıktan sonra materyaller arasında giomerin anlamlı düzeyde daha fazla flor salınımı gerçekleştirdiği rapor edilmiştir (280). Yap ise 28 gün boyunca flor salınımını takip ettiği CİS, RMCİS ve giomerlerden ilk gün CİS'in, 7.gün giomerin en fazla flor salıdığı; ancak 28.günde giomerin flor salınım kapasitesinde büyük bir düşüş olduğunu göstermiştir (274).

Giomerle ilgili Çalışmalar: Literatürde birçok klinik çalışmaya konu olan giomer, özellikle sınıf I ve II restorasyonlarda retansiyon, renk uyumu, anatomik form, marjinal bütünlük, postoperatif hassasiyet yönünden kompozit

rezin ve rezin-modifiye cam iyonmer simanlardan daha başarılı bulunmuştur (228, 282, 285). Sınıf V restorasyonlarda ise rezin-modifiye cam iyonmer siman ile benzer klinik görüntü verdiği, anlamlı bir fark bulunmadığı takiplerde rapor edilmiştir (228, 285).

pH değişikliğinin restoratif materyaller üzerine olan etkisi incelendiğinde, kompomer ve giomerin, pH'ın düşük olduğu ortamlarda kompozitten çok daha fazla etkilendiği gösterilmiştir (22). Bir diğer çalışmada ise rezin içerikli restoratif materyallerde yüzey sertliğinin materyal yapısına bağlı olduğu, kompomer ve giomerin düşük pH'dan daha çok etkilendiği gösterilmiştir (276). Giomerlerin antibakteriyel etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada ise S-PRG doldurucu/ silikat doldurucu oranı arttıkça bakteriyel çoğalma inhibisyonunun arttığı gözlemlenmiştir. Giomerden salınan florun yanı sıra, Al^{+3} , Na^{+} , SiO_4 , Sr ve BO_3^{+3} iyonunun bakteri inhibisyonunda etkili olduğu vurgulanmıştır (232).

Giomerin Fissür Örtücü Olarak Kullanılması: Giomerlerin tüm bu olumlu özellikleri nedeniyle, fissür örtücü formu da kullanıma sunulmuştur. Self-etch tekniğiyle piyasaya sürülen BeautiSealant, basit bir uygulama imkanı tanımaktadır. Üretici firma, ürününün ön asitle pürüzlendirme işlemi yapılmadan yüksek bağlanma kuvveti sağladığı ve hava kabarcığı yapmayan kıvamda olduğunu ileri sürmektedir. 0,92mm'lik alüminyum, dentin düzeyinde bir opasite oluşturmaktadır (277). BeautiSealant ürününde S-PRG teknolojisi modifiye edilerek yüzey-modifiye floro-boro-alümina-silikat cam ile altı farklı iyon (F , BO_3 , Na , Sr , Al , SO_4) salınımı elde edilmiştir. F ve Sr aside dirençli bir floroapatit ve stronsiyumapatit tabakası oluştururlar. Böylelikle fissür örtücü ile mine yüzeyi arasında kendini tamir edebilen, remineralizasyon yapabilen bir tabaka meydana gelir (277).

Henüz yeni sayılabilecekbu ürünle ilgili mevcut ilk çalışmada BeautiSealant ile flor salabilen iki farklı fissür örtücü (Teethmate F-1, Experimental sealant) karşılaştırılmıştır(277). Laktik asit solüsyonu (pH=4,0) içerisinde 6 gün bekletilen test materyallerinin başlangıçta ve her bir güne ait iyon salınımları ölçülmüştür. BeautiSealant grubunda silisyum, stransiyum,

alüminyum, bor, sodyum ve flor salınımı daha fazla bulunmuş olup, bu iyonların tamponlama etkisi ile hızla nötral pH'ya ulaşılmıştır. Diğer iki grupta flor iyonu salınımı düşük miktarda gerçekleşmiştir (277).

BeautiSealant'ın iyon salma özelliği sadece tamponlama etkisi ile sınırlı kalmamaktadır. Stronsiyum iyonunu, flor iyonu ile sinerjistik etki yaratır ve remineralizasyonu artırır; yüksek konsantrasyonlara ulaştığında ise antibakteriyel etki gösterir. Alüminyum iyonu, alümino-floro kompleksler oluşturarak flor iyonu salınımını artırır. Bor iyonu, hem antibakteriyel, hem de antienflamatuar etki gösterir. Bor, stronsiyum ve flor iyonları, oral bakteri inhibisyonunu sağlayarak antibakteriyel etki oluştururlar (277).

2.6. Mikrosızıntı ve Tespit Yöntemleri

Dişlere uygulanan her türlü restoratif materyalin başarısını direkt etkileyen faktörlerden biri de mikrosızıntıdır. Mikrosızıntı diş ile restoratif materyal arasında klinik olarak tespit edilemeyen mikroorganizma, sıvı, molekül ve iyonların geçişi olarak tanımlanmaktadır. Mikrosızıntının meydana gelmesi diş ve restoratif materyal arasında renklenmelerin görülmesine, postrestoratif hassasiyete, sekonder çürüklere, restorasyonun kaybına ve hatta pulpada hasara neden olabilmektedir (185).

Kullanılan restoratif materyal ile diş dokusu arasındaki genleşme düzeylerinin farklı olması, restoratif materyalin diş dokularına adezyonunun gerçekleşmemesi, restoratif materyalin penetrasyonundaki yetersizlik, restoratif materyalin polimerizasyon sırasında büzülmesi, zamanla restorasyon yüzeyinin aşınması, restorasyonun okluzal kuvvetler altında deformasyona uğraması, restorasyonun ideal koşullarda yerleştirilmemesi ve hekimin dikkatsizliği gibi birçok faktör, mikrosızıntıya yol açabilmektedir (188). Mikrosızıntının oluşmasında restoratif materyallerin özellikleri de birebir etkili olmaktadır. Mikrosızıntının tamamen engellenmesi restoratif materyal ile diş dokusu arasında termal genleşme katsayısında herhangi bir fark olmaması, polimerizasyon sırasında büzülmenin olmaması ve restoratif materyalin su absorbe etmemesi gerekmektedir (194). Rezin esaslı fissür örtücüler

monomerin polimer zincirinde düzenleniş biçimlerinden kaynaklanan ve %1,5-3 arasında değişebilen hacimsel bir büzülme gösterirler. Termal genişleme katsayılarının yüksek olması ile ağız içerisindeki ısı değişimlerinden etkilenmektedirler (196). Bu nedenle tüm restorasyonlarda olduğu gibi fissür örtücülerin klinik başarıları da örtücünün retansiyonu ve mikrosızıntıya karşı direnciyle endeksli dir. Fissür örtücünün mine üzerinde tam bir örtücü yüzey oluşturmasıyla, ağız sıvıları ve mikroorganizmalar ile diş arasında bariyer oluşur. Bu nedenle fissür örtücünün mikrosızıntı direnci, dişin sağlıklı kaldığı süreyle birebir ilişkilidir (7).

Mikrosızıntının değerlendirilmesinde birçok yöntem bulunmaktadır. Klinik değerlendirme bir materyali incelemede çok daha değerli kabul edilse de; zaman alması ve standardizasyonun güçlükleri sebebiyle hızla gelişen restoratif materyallerin ve adeziv sistemlerin değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle in vitro testler günümüz diş hekimliğinde materyallerin değerlendirilmesinde, mikrosızıntı araştırmalarında; diş-restorasyon ara yüzündeki boşlukların tespiti ve restoratif materyallerin erken dönemde değerlendirilmeleri için sıklıkla kullanılmaktadır (198).

Mikrosızıntının tespitinde kabaca görsel yöntemler ve penetrasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Görsel yöntemle incelemelerde, elektron mikroskopu ile diş-restorasyon birleşimindeki uyum değerlendirilirken; penetrasyon yönteminde ise boyayıcılar, kimyasal işaretleyiciler, radyoizotoplar, bakteriler veya basınçlı havanın diş-restorasyon birleşiminde yarattığı sızıntı miktarı stereo mikroskopu yardımıyla değerlendirilmektedir (199).

2.6.1. Klinik Tespit Yöntemleri

Bir restorasyonun klinik şartlarda performansını ve estetiğini değerlendirmek amacıyla Dr. Gunnar Ryge tarafından geliştirilen Amerika Birleşik Devletleri Halk Sağlığı Servisi (United States Public Health Service-USPHS) kriterleri; renk uyumu, kenar renklenmesi, anatomik form, kenar uyumu ve ikincil çürüğün değerlendirilmesine yönelik parametreler

içermektedir (211). Bu parametreler arasında kenar renklenmesi, kenar uyumu ve ikinci çürük (kenar çürüğü ve rekürent çürük şeklide de tanımlanmıştır), mikrosızıntının indirekt klinik belirteçleri olarak yorumlanır (210).

Hickel ve ark. tarafından 2007 yılında yayınlanan FDI Kriterleri, estetik, fonksiyonel ve biyolojik özellikler olmak üzere 3 kategori altında toplanmıştır (202). Estetik özellikler arasında yer alan yüzey ve kenar renklenmesi ve fonksiyonel özellikler arasında yer alan kenar uyumu; mikrosızıntının indirekt olarak değerlendirilmesinde kullanılan klinik belirteçlerdir.

Nötron Aktivasyon Analizi:

Bu yöntem, mikrosızıntının belirlenmesinde, hem in vivo hem de in vitro koşullarda değerlendirmeye imkan verir. Klinik koşullarda uygulanacağı zaman; yapılan restorasyonun kenarına manganez (Mn) yerleştirilmesini takiben diş çekilir ve nükleer reaktörde Mn25 bombardımanı yapılarak mikrosızıntı tespit edilir(215). Dişin içinde manganez bulunması sebebiyle sonuçlar değişkenlik gösterebileceği gibi, dişin hangi bölgesinde Mn absorpsiyonu olduğu tespit edilemez. Nötron aktivasyon analizipahalı olması, hassas bir çalışma gerektirmesi, radyasyon tehlikesi ve mikrosızıntının lokalizasyonunun belirlenememesi gibi dezavantajları nedeniyle klinik kullanıma elverişli bir yöntem değildir (215, 216).

2.6.2. İn Vitro Tespit Yöntemleri

Boya Penetrasyon Yöntemi:

Mikrosızıntının tespitinde kullanılan en eski yöntemlerden olan boya penetrasyonu, pratik olması nedeniyle günümüzde hala en yaygın kullanılan yöntemdir (220). Mikrosızıntının tespiti için önceleri organik boyalar kullanılırken, geliştirilen tekniklerle beraber floresan boyaların kullanımı da artmıştır. Bu teknikte kullanılan boyalar, farklı partikül miktarları içeren süspansiyonlar ya da hazır solüsyonlar şeklindedir (218). Mikrosızıntı

tespitinde en çok tercih edilen boyalar; metilen mavisi (% 0.2-2), bazik fuksin (%0.5- 2), floresan (%2-20), kristal viyole (%0.05), anilin mavisi (%2), gümüş nitrat (%50), toluidin mavisi (%0.25), eritrosin (%2), Rodamin B (%0.2), fosforikasit (%37) ve akridin turuncusu (%0.1)'dur. Mikrosızıntının tespitinde kullanılan boya maddelerinin özelliklerine çok dikkat edilmelidir. Örneğin metilen mavisi fosfat ile tamponlanmadığında asidik özelliktedir ve dişte bulunan kalsiyumu çözebileceği için yanıltıcı sonuçlara neden olabilir (220).

Boya penetyrasyon yönteminde çekilmiş ve temizlenmiş diş restorasyon yapılmasını takiben kök uçları rezin materyal ile kapatılır. Mikrosızıntının değerlendirileceği diş yüzeyleri dışındaki tüm yüzeyler bir izolan madde (tırnak cilası gibi) ile örtülür ve örnekler hazırlanan solüsyonun içine bırakılır. Örneklerin solüsyon içinde kalış süresi, seçilen boya maddesine ve solüsyonun yoğunluğuna göre belirlenir. Belirlenen sürede ve oda sıcaklığında bekletilen örnekler çıkarıldıktan sonra akan suyun altında yıkanır ve izolan madde uzaklaştırılır (23, 200, 216, 189). Örnekler aşağıdaki yöntemlerden biri kullanılarak değerlendirilir:

a) Kesit Alma: Hazırlanan örneklerden kesit alınır ya da aşındırma işlemi yapılır ve mikrosızıntının araştırılması istenen bölge binoküler mikroskop altında değerlendirilir. Boyanın ne kadar penetre olduğu tespit edilerek ölçüm işlemi tamamlanır (200). Örneklerde üçer kesit alınması mikrosızıntının tespitinde daha güvenilir bir değerlendirme olmasını sağlamaktadır (229).

b) Şeffaflaştırma: Restorasyonları tamamlanan dişler öncelikle dekalsifiye olmaları için 48 saat boyunca nitrik asitte, ardından da dehidrate olmaları için 24 saat kadar %80'lik etil alkolde, takiben 2 saat süreyle %90'lık etil alkolde ve en son 3 saat %100'lük etil alkolde bekletilirler. Bu işlemlerden sonra demineralizasyonun sağlanıp örneklerin şeffaflaştırılması için 24 saat metil salisilat içinde tutulurlar. Tamamen şeffaflaşan ve boya penetrasyonları görünür hale gelen dişler mikrosızıntının değerlendirilmesi için fotoğraflanır ve kaydedilir (220).

c) Volümetrik Ölçüm: Boya solüsyonunda yeterli süre bekletilen dişler çözdürme işlemi için nitrik asit solüsyonuna bırakılır. Nitrik asit

içerisindeki boya konsantrasyonunu hesaplamak için spektrofotometre kullanılır ve böylelikle mikrosızıntının miktarı tespit edilir. Ancak bu yöntemde mikrosızıntının lokalizasyonu tespit edilememektedir (233).

Boya penetrasyon yönteminin avantajları (220):

- Maliyetinin düşük olması,
- Kolay uygulanabilir olması,
- Güvenilir olması (Kimyasal reaksiyona gerek duyulmaz),
- Toksik olmaması,
- Görülebilen ışık altında kesin olarak saptanabilmesi,
- Hızlı, direkt ve hatasız ölçümlere olanak tanınması,
- Suda çözünebilmesi,
- Sert dokularla reaksiyona girmemesi ve
- Dentin matriksi veya apatit kristalleri tarafından yüzeyde tutulmasıdır.

Boya penetrasyon yönteminin en önemli dezavantajı; kesit alma işleminden dolayı örneklerin zarar görmesi nedeniyle tekrar inceleme yapılamaz duruma gelmesi, gerçekte üç boyutlu olan sızıntının sadece iki boyutta izlenebilmesi ve sızıntının yoğunluğunun lokalizasyona göre farklılaşmalarının belirlenememesidir. Ancak aynı örnekten birkaç kesitin alınması ile bu sorun büyük oranda çözülebilmektedir (216, 220).

Boya penetrasyon yöntemi ile yapılan çalışmalarda kök kanalında sıkışan havanın boyanın sızıntı bölgelerine ilerlemesine engel olduğu görülmüştür. Bu nedenle araştırmacılar boyama yönteminin kullanılacağı çalışmalarda dişlerin boyanın içerisinde bekletilmesi yerine, penetrasyonun istenildiği bölgeden boyayı iterek kapiller basıncın etkisini en aza indirmek amacıyla vakum yönteminin uygulanmasını önermişlerdir (236).

Radyoaktif İzotop Yöntemi:

1951 yılında geliştirilen bu yöntem, boya penetrasyon tekniğinden sonra en sık kullanılan yöntemdir. Mikrosızıntısı değerlendirilecek olan diş Ca45, I131, S35, Na22, Rb86, C14 ve P32 izotopları ile hazırlanmış olan solüsyona birkaç saat süreyle bırakılır (200). Ardından incelenmesi istenen

bölgeden kesit alınarak fotoğraf filmine aktarılır (216). Çekilen radyograflarda, radyoizotop yöntemi uygulanan örneklerde, radyoizotopların restorasyon ile diş dokusu arasından geçişi izlenir. Bu radyograflardan doğru sonuçların elde edilmesinde izotop seçimi, ışın kaynağı ve emülsiyon maddesi arasındaki mesafe, ışınlama süresinin uzunluğu, filmin ekspoz olma süresinin uzunluğu, ışınlamadan sonra çalkalama ve yıkama büyük önem taşımaktadır (237).

120µm büyüklüğündeki boya maddesi partiküllerine göre çok daha küçük olan (40µm) izotoplar, en ufak mikrosızıntıların tespitine dahi izin vermektedir. Ayrıca örneklerden alınan radyografların kalıcı olması ve saklanabilmesi ile radyoaktif izotop yöntemi çok daha avantajlı görülmektedir. Ancak radyoaktif madde kullanımı nedeniyle çok hassas ve pahalı bir yöntemdir (200). Sonuçların subjektif olarak değerlendirilmesi yöntemin bir diğer dezavantajıdır. Ayrıca diş ve restoratif materyallerin izotopları yapılarına çekme eğilimi, sızıntıda izotop dağılımlarının yanlış değerlendirilmesine sebep olabilir (237).

Kimyasal Ajanların Kullanılması:

Mikrosızıntının tespit yöntemlerinde radyoaktif olmayan kimyasal ajanların kullanılabileceği ilk kez 1953 yılında Komfield (241) tarafından akrilik restorasyon yapılan örneklerin baryum sülfat içine konmasıyla ortaya çıkmıştır. Böylelikle marjinal renklenme ile mikrosızıntı bölgeleri gösterilmiştir. İki renksiz penetrasyon ajanı reaksiyona girerek opak bir görüntü oluşturulmaktadır. Kullanılan iki penetrasyon ajanı da küçük molekülü olmalı ve penetrasyona izin verecek özellik taşımalıdır. Fotoğraflama tekniğiyle gösterilen mikrosızıntıda genellikle mikroorganizmadan da küçük ve daha iyi penetrasyon özelliği olan gümüş iyonlarını barındıran gümüş tuzları kullanılır. Bu amaçla en çok %50'lik gümüş nitrat tuzundan faydalanılır (200). Leinfelder ve ark. da çözünebilir kalsiyum hidroksit kullanmış ve pH'sını değiştirerek mikrosızıntıyı tespit etmişlerdir (243).

Kimyasal ajanlarla mikrosızıntının tespit edilmesinde en önemli avantaj radyasyona maruz kalma tehlikesinin olmamasıdır ve sonuçlar kantitatif olarak elde edilir. Ancak her iki kimyasal ajanın da penetrasyon özelliği

olması gerekliliği ve sonuçların subjektif olarak değerlendirilmesi yöntemin olumsuz yanlarını oluşturmaktadır; ayrıca gümüş nitratin cam iyonomer siman ve amalgam restorasyonlarında kullanılması da mikrosızıntı tespitinde başarılı sonuçlar sağlamaz. Gümüş iyonu cam iyonomer siman restorasyonun yapısına dahil olmaktadır. Amalgam restorasyonlarda ise gümüş diğer metallerle reaksiyona girerek mikrosızıntının tespitine izin vermemektedir (246).

Elektrokimyasal Analiz:

Bu analiz, elektrolit içine batırılmış eksternal güç kaynağına bağlı iki ayrı elektrot arasında meydana gelen elektrik akımının ölçülmesine dayanır (247). Hazırlanan örnek dişin kökünden, restorasyona temas edecek şekilde ve elektrik kaçağı oluşmayacak şekilde izole edilerek, bir elektrot yerleştirilir. Hazırlanan düzenek elektrolitik ortam sağlamak için fizyolojik solüsyona batırılır ve elektrik akımı uygulanır. Elektrik akımının hazırlanan örnek içinden geçerken elektrokimyasal ortamda oluşturduğu alternatif akım ölçülerek mikrosızıntı hesaplanır. Böylelikle örnekler zarar görmediği için belli periyotlarda tekrarlanabilen ve nicel ölçümler elde edilir. Ancak bu yöntem metal restorasyonların mikrosızıntılarının incelenmesinde kullanılamaz. Sıklıkla kök kanal sızıntılarının tespitinde kullanılan bir yöntem olsa da apikal sızıntıya temas etmemesi sonucu hatalı veriler de elde edilebilmektedir (248).

Bakteriyel Mikrosızıntı Yöntemi:

Bu yöntem, bakteri penetrasyonu ile mikrosızıntı arasındaki ilişkiye dayanarak; restorasyonların kenarından sızan bakteri toksinleri ve diğer bakteri ürünlerinin incelenmesi düşüncesiyle geliştirilmiştir (200, 220). Hazırlanan örnekler gram pozitif ve gram negatif besiyerlerine konulur. İnkübasyon süresince besi yerindeki işaretleyici solüsyondaki renk değişikliği incelenerek mikrosızıntı tespit edilir (220, 250). Bu amaçla; çalışılması kolay ve ağız içinden izole edilebilecek bir bakteri kullanılmalıdır. Bu nedenle F.nukleatum, S.sanguis, S.epidermidis ve kromopeptit floresan pigmenti içeriği ile izlenmesi kolay olan P.floresans kullanılabilir (200, 250). Bu

yöntemin dezavantajı, kalitatif sonuçlar elde edilmesi ve bakterilerin geçebileceği 0.5-1 µm genişliğinden daha dar dış-restorasyon birleşimi alanlarındaki mikrosızıntıyı tespit edememesidir (200, 250).

SEM Analizi (Taramalı Elektron Mikroskop Analiz Yöntemi):

Boya penetrasyon yöntemini takiben örneklerden alınan kesitlerin SEM altında incelenmesiyle mikrosızıntı düzeyleri ve lokalizasyonları tespit edilir (200). SEM analizi görüntüyü büyütebilme özelliği ile yüzey özelliklerinin ayrıntılı incelenmesine olanak vermektedir. Böylelikle yüzey mikro yapısı görüntülenerek tanecik boyutu ve farklı kristalik fazları incelenebilmektedir (200). Diğer mikrosızıntı yöntemlerini doğrulamak amacıyla da kullanılabilen SEM analizi; örneklerden alınan kesitler sırasında boşlukların oluşması, örneklerden tekrar kesit almaya olanak vermeyecek derecede zarar verilebilmesi ve pahalı olması gibi dezavantajlara sahiptir. Bu sorunları gidermek için araştırmacılar dışardan alınan ölçüler ile replikaların elde edilmesini geliştirmişlerdir (200,216). Bu amaçla ölçü materyali olarak, boyutsal stabilitesinin yüksek olmasından dolayı polivinil siloksan ölçü maddeleri, replika elde etmek için ise epoksi rezin materyali kullanılmaktadır (216).

Mikrotomografi ile Analiz:

Kompozit restorasyonların dış yüzeyine adaptasyonu ve ara yüzeydeki mikro boşluklar, X ışını kullanarak 3 boyutlu görüntüleme yapan yüksek çözünürlüklü bilgisayar sistemlerinde saptanabilmektedir (257, 258). Buna ek olarak kompozit restorasyonlarda oluşan polimerizasyon büzülmesi açısal, alansal ve hacimsel olarak incelenerek; kavite şekli, konfigürasyon faktörü ve kullanılan restoratif materyallerin etkisi karşılaştırılabilmektedir (257). Mikrotomografi analizinde minimum düzeyde X ışını emilimi olan doymamış veya yarı doymuş adezivlerden kaynaklanan mikroboşluklar tespit edilemeyebilir (258). Bu yöntem ancak dış yüzeyi ile restorasyon arasında yetersiz veya uygun olmayan radyografik kontrastın var olduğu; çok yüksek X ışını absorpsiyonu gösteren, dentin ile benzer emilimi olan veya emilim

göstermeyen materyaller ile restorasyon yapıldığında kullanılabilir (257).

Sıvı Filtrasyon Tekniği:

İlk olarak Derkson tarafından tanımlanan bu teknikte; araştırılan materyalin tıkama kapasitesini ölçmek için kapiller tüp içerisindeki hava kabarcığının hareketinden faydalanılır (124). Koronal bölüme ve apekse bağlanan tüpler sayesinde, koronal parçaya uygulanan basınç sonucu tüplerde bulunan su, kanal boyunca apekse doğru hava boşluklarına filtre olur. Dakikada filtre olan sıvı ölçümü (ml/dak) ile boya penetrasyonuna kıyasla örneklere zarar vermeme avantajının yanı sıra, tekrarlanabilen ölçümler ile hata payı minimum indirilir (260).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 09.07.2014 tarih ve 16969557-814 kayıt numaralı onayı ile yürütülmüştür.

Bu çalışmada çekilmiş insan 3. azı dişlerinin pit ve fissürlerine rezin ve giomer bazlı fissür örtücü (Clinpro Fissür Sealant, 3M ESPE, St.Paul, MN, A.B.D. ve Beauti Sealant, Shofu, Kyoto, Japonya) uygulanarak, farklı adeziv sistemlerin ve uygulama yöntemlerinin fissür örtücüler altında gelişen mikrosızıntıyı önlemedeki etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

3.1. Örneklerin Hazırlanması

Bu çalışmada çekilmiş insan 3. azı dişleri kullanılmıştır. Dişlerin üzerindeki sert ve yumuşak doku artıkları uzaklaştırıldıktan sonra dişler lastik/fırça ve ponza patı kullanılarak temizlenmiş ve ardından ışık mikroskopunda (Olympus SZ61, Tokyo, Japonya) (Şekil 3.3) 24X büyütme altında incelenerek, kron ve kök yüzeylerinde çekim travması, çürük, gelişimsel defektler ve çatlak tespit edilen dişler çalışma dışında bırakılmıştır. Seçilen dişler (n=216) serum fizyolojik solüsyonu içerisinde (+4°C), her hafta solüsyon yenilenerek çalışma zamanına kadar en fazla 3 ay süre ile saklanmıştır. Bu çalışmada All Bond Universal (Bisco Inc., Schaumburg, IL, A.B.D.), Scotch Bond (Single Bond) Universal (3M ESPE, St.Paul, MN, A.B.D.), Clearfil Universal Bond (Kuraray, Tokyo, Japonya), Beauti Sealant Primer (Shofu, Kyoto, Japonya) adeziv sistemleri hem self-etch hem de total-etch tekniği ile uygulanmış, fissür örtücü olarak da Clinpro Sealant (3M ESPE, St.Paul, MN, A.B.D.) ve Beauti Sealant (Shofu, Kyoto, Japonya) kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan adeziv sistemler ve fissür örtücü materyaller Şekil 3.1'de, kimyasal içerikleri ise Tablo 3.1'de yer almaktadır.

Dişler fırça/lastik ve ponza yardımı ile temizlendikten sonra fissürlerde kalmış olabilecek debrisin uzaklaştırılması için okluzal yüzeyler basınçlı hava-su spreyi ile yıkanmış ve kullanılacak adeziv sistem/adeziv uygulama moduna göre 9 alt gruba (n=24) rastgele ayrılmıştır:

Grup 1 (Negatif Kontrol): Temizlenmiş dişlerin okluzal yüzeyi üzerine %37'lik fosforik asit jel uygulanmış, 30 sn süreyle sond ucu ile irrite edildikten sonra 20 sn boyunca hava-su spreyi ile yıkanmıştır. Dişler 5 sn boyunca hava ile kurutulmuştur. Tüm pit ve fissürlere fissür örtücü (Clinpro Sealant) uygulanmış ve üretici firmanın önerileri doğrultusunda bir kuartz-tungsten-halojen (KTH) ışık kaynağı ile 20 sn süreyle polimerize edilmiştir.

Grup 2 (Single Bond Universal- Self-Etch): Üniversal adeziv (Single Bond Universal), temizlenmiş dişlerin tüm pit ve fissürlerine tek kullanımlık fırça ile diş yüzeyleri ovalanarak 15 sn süreyle uygulanmış, ardından içeriğindeki solvent 10sn hava spreyi uygulamasıyla uzaklaştırılmıştır. Üretici firmanın önerileri doğrultusunda adezivin uygulanması ve solvent uzaklaştırma işlemi ikinci kez yapıldıktan sonra adeziv, KTH ışık kaynağı ile 10 sn polimerize edilmiştir. Fissür örtücü materyali (Clinpro Sealant) tüm pit ve fissürlere uygulandıktan sonra KTH ışık kaynağı ile 20 sn polimerize edilmiştir.

Grup 3 (Single Bond Universal- Ön Asitleme): Temizlenmiş dişlerin okluzal yüzeyi üzerine grup 1'de olduğu gibi asitle pürüzlendirme yapılmış, ardından üniversal adeziv (Single Bond Universal), tüm pit ve fissürlere 10-15 sn süreyle tek kullanımlık fırça ile diş yüzeyleri ovalanarak uygulanmıştır. Adezivin içeriğindeki solventin uzaklaştırılması için 10 sn süreyle basınçlı hava uygulanmış, ardından adeziv uygulaması ve solvent uzaklaştırma işlemleri üretici firmanın önerileriyle tekrarlanmıştır. Adezivin KTH ışık kaynağı ile 10 sn polimerize edilmesini takiben fissür örtücü materyali (Clinpro Sealant), tüm pit ve fissürlere uygulanmış ve KTH ışık kaynağı ile 20 sn polimerize edilmiştir.

Grup 4 (All Bond Universal-Self-Etch): Üniversal adeziv (All Bond Universal) ve Fissür örtücü (Clinpro Sealant), grup 2 'deki aşama, süre ve işlem sırasına uygun olarak; temizlenmiş dişlerin okluzal yüzeylerine uygulanmıştır.

Grup 5 (All Bond Universal- Ön Asitleme): Fosforik asit jeli, Üniversal adeziv (All Bond Universal) ve Fissür örtücü (Clinpro Sealant), grup

3'teki aşama, süre ve işlem sırasına uygun olarak; temizlenmiş dişlerin okluzal yüzeylerine uygulanmıştır.

Grup 6 (Clearfil Universal Bond-Self-Etch): Üniversal adeziv (Clearfil Universal Bond) ve Fissür örtücü (Clinpro Sealant), grup 2 ve 4'teki aşama, süre ve işlem sırasına uygun olarak; temizlenmiş dişlerin okluzal yüzeylerine uygulanmıştır.

Grup 7 (Clearfil Universal Bond- Ön Asitleme): Fosforik asit jeli, Üniversal adeziv (Clearfil Universal Bond) ve Fissür örtücü (Clinpro Sealant), grup 2 ve 4'teki aşama, süre ve işlem sırasına uygun olarak; temizlenmiş dişlerin okluzal yüzeylerine uygulanmıştır.

Grup 8 (Beuti Sealant Primer-Self-Etch): Primer solüsyonu (Beuti Sealant Primer), tek kullanımlık fırça yardımı ile 5sn boyunca tüm pit ve fissürlere ovalanarak uygulanmış, ardından primerin içeriğindeki solvent 10 sn süreyle basınçlı hava ile uzaklaştırılmıştır. BeutiSealant fissür örtücü materyali, üretici firmanın önerileri doğrultusunda tüm pit ve fissürlere uygulanmış, ve grup 1'de olduğu gibi ışıkla polimerize edilmiştir.

Grup 9 (Beuti Sealant Primer-Ön Asitleme): Temizlenmiş dişlerin okluzal yüzeyleri üzerine grup 1'de olduğu gibi asitle pürüzlendirme yapılmış, ardından Beuti Sealant primer ve Beuti Sealant, grup 8'deki aşama, süre ve işlem sırası uyarınca fissürlere uygulanmıştır.



Şekil 3.1: Çalışmada kullanılan adeziv sistemler ve fissür örtücü materyalleri

3.2. Mikrosızıntı Testi ve Görüntü Analizi

Fissür örtücü uygulanan örnekler 37°C distile suda 7 gün bekletildikten sonra 5-55°C arasında (Bekleme süresi= 15 sn, Transfer süresi=10 sn) 1000 kez termal siklus uygulaması yapılmıştır. Termal siklus uygulaması, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Eğitim ve Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan cihazda gerçekleştirilmiştir (Nüve Sanayi Malzemeleri, Ankara, Türkiye). Restorasyon dışındaki bölgelerden boya penetrasyonunun engellenmesi amacıyla, tüm örneklerin apeksleri 2 kat mum ile örtülmüş, restorasyon marjinlerinin 1 mm etrafından 2 kat tırnak cilası (Flormar, İstanbul, Türkiye) ile boyanmıştır. Ardından örnekler %0,5'lik bazik fuksin solüsyonunda (Wako Pure Chemical Industry, Osaka, Japonya) 24 saat süreyle bekletilmiştir. Örnekler bazik fuksin solüsyonundan çıkarıldıktan sonra akan musluk suyu altında yıkanmış ve tırnak cilası uzaklaştırılmıştır. Şeffaf soğuk akril bloklara gömülen örneklerden düşük hızlı, su soğutmalı kesit alma cihazında (Isomet 4000, Buehler, Lake Bluff, IL, A.B.D.) (Şekil 3.2) elmas disk ile bukkolingual yönde 3 dikey kesit alınmıştır. Kesit yüzeylerinin görüntüleri ışık mikroskobuna (Olympus SZ61, Tokyo, Japonya) bağlı bir dijital kamera (Şekil 3.3) kullanılarak 24X büyütme altında 1280x1024 çözünürlük ve TIFF formatında kaydedilmiştir.

Mine-fissür örtücü birleşim yüzeyinin bukkal ve lingual yüzlerinde oluşan boya penetrasyonu, ImageJ görüntü analiz yazılımı (v.1.49, National Institutes of Health; Bethesda, Maryland, A.B.D.) ile ölçülmüştür. Her bir kesit için mikrosızıntı değeri, fissür örtücünün toplam yüzey uzunluğunun bukkal-lingual boya penetrasyon değerleri toplamına bölünmesi ile yüzdesel oran olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.1: Çalışmada kullanılan adeziv sistemlerin ve fissür örtücü materyallerin kimyasal içerikleri. (MDP= 10-Metakrilolyoksidil dihidrojen Fosfat, Bis-GMA= bisfenol A diglisidil eter metakrilat, HEMA=2-Hidroksietil Metakrilat, S-PRG=Yüzeyi önceden reaksiyona girmiş cam, UDMA=Üretan dimetakrilat, TEGDMA=Trietilen glikol dimetakrilat, EDMAB= Etil 4-Dimetil Aminobenzoat)

Ürün Adı	Üretici Firma	Kimyasal İçerik
Single Bond Universal	3M ESPE, St. Paul, MN, A.B. D.	MDP monomer, Dimetakrilat rezinler, HEMA, Metakrilat ile modifiye edilmiş polialkenoik asit kopolimeri, Doldurucular, Etanol, Su, Başlatıcılar, Silan
All Bond Universal	BISCO Inc, Shaumburg. IL, A.B.D.	MDP monomer, Bis-GMA, HEMA, Etanol, Su, Başlatıcılar
Clearfil Universal Bond	Kuraray, Tokyo, Japonya	MDP monomer, Bisfenol A diglisidil metakrilat, HEMA, Hidrofilik alifatik dimetakrilat, Kolloidal silika, Silan, dl-Kamforokinon, Etanol, Su
Beauti Sealant Primer	Shofu, Kyoto, Japonya	Aseton, Distile su, Karboksilik asit monomeri, Fosforik asit monomeri
Beauti Sealant	Shofu, Kyoto, Japonya	S-PRG doldurucu içerikli Floroaluminasilikat cam, UDMA, TEGDMA, mikro füme silika
Clinpro Sealant	3M ESPE, St. Paul, MN, A.B.D.	Bis-GMA, TEGDMA, Silan, Tetrabutylamonyum tetrafloroborat, Difenil Hekzaflorofosfat, EDMAB, Titanyum Hidroksit, Hidrokinon



Şekil 3.2: Örneklerden kesit almada kullanılan düşük hızlı, su soğutmalı elmas separeli kesim cihazı (Isomet 4000, Buehler, Lake Bluff, IL, A.B.D.)



Şekil 3.3: Örneklerde boya penetrasyonunu ölçmek ve dijital fotoğrafını çekmede kullanılan ışık mikroskobu (Olympus SZ61, Tokyo, Japonya)

3.3. İstatistiksel Analiz

Çalışma verilerinin analizi için SPSS for Windows 11.5 paket programı (SPSS Inc. Chicago, A.B.D.) kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Uygulanan fissür örtücü tipine göre ortalama mikrosızıntı değerleri tablo 4.1'de yer almaktadır. Beauti Sealant uygulanan örneklerdeki ortalama mikrosızıntı değeri, Clinpro fissür örtücü uygulanan örneklerin mikrosızıntı değerlerinden anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (Bağımsız gruplarda t testi, $p=0,00$).

Tablo 4.1: Örneklere uygulanan fissür örtücü tiplerine göre mikrosızıntı değerleri (ortalama±standart sapma). *= $p<0,05$

	N	Mikrosızıntı	p
Clinpro Fissür Örtücü	168	0.17±0.11	
Beauti Sealant Fissür Örtücü	48	0.30±0.09	0.000*

Uygulanan adeziv tipine göre ortalama mikrosızıntı değerleri Tablo 4.2'de yer almaktadır. Fissür örtücü öncesi adeziv rezin uygulaması, sızdırmazlık düzeyini anlamlı şekilde etkilemiştir (tek yönlü varyans analizi, $p=0,00$).

Tablo 4.2: Uygulanan adeziv tipine göre mikrosızıntı değerleri (ortalama±standart sapma). *= $p<0,05$

	N	Mikrosızıntı	p
Kontrol (Adeziv -)	24	0.311±0.115	
Single Bond Universal	48	0.088±0.069	
All Bond Universal	48	0.163±0.075	0.000*
Clearfil Universal Bond	48	0.198±0.081	
Beauti Sealant Primer	48	0.297±0.094	
Toplam	216	0.200±0.117	

Ön asitleme işlemi ya da fissür örtücü tipi göz önünde bulundurulmaksızın, kullanılan adeziv tipine göre mikrosızıntı düzeylerinin belirlenebilmesi amacıyla yapılan ikili istatistiksel karşılaştırma sonuçları Tablo 4.3'de yer almaktadır.

Tablo 4.3: Mikrosızıntı değerlerinin (ortalama farkı±standart sapma) kullanılan adeziv tiplerine göre karşılaştırılması (Tukey testi, p=0,00). **Kalın** işaretli değerler, istatistiksel olarak anlamlı değildir.

(I) Adeziv Tipi		Ortalama Farkı	p
Kontrol Grubu (Adeziv -)	Single Bond Universal	0.223±0.02	.000
	All Bond Universal	0.149±0.02	.000
	Clearfil Universal Bond	0.113±0.02	.000
	Beauti Sealant Primer	0.014±0.02	.961
Single Bond Universal	Kontrol	-0.223±0.02	.000
	All Bond Universal	-0.0744±0.02	.000
	Clearfil Universal Bond	-0.110±0.02	.000
	Beauti Sealant Primer	-0.209±0.02	.000
All Bond Universal	Kontrol	-0.149±0.02	.000
	Single Bond Universal	0.0744±0.02	.000
	Clearfil Universal Bond	-0.035±0.02	.248
	Beauti Sealant Primer	-0.134±0.02	.000
Clearfil Universal Bond	Kontrol	-0.113±0.02	.000
	Single Bond Universal	0.110±0.02	.000
	All Bond Universal	0.035±0.02	.248
	Beauti Sealant Primer	-0.099±0.02	.000
Beauti Sealant Primer	Kontrol	-0.014±0.02	.961
	Single Bond Universal	0.209±0.02	.000
	All Bond Universal	0.134±0.02	.000
	Clearfil Universal Bond	0.099±0.02	.000

En yüksek mikrosızıntı düzeyi adeziv rezin uygulanmayan kontrol grubu örneklerinde izlenirken, bu değeri Beauti Sealant Primer grubu takip etmiş, ancak bu iki grup arasında anlamlı bir farklılığa rastlanılmamıştır (Tukey testi, $p>0,05$). Benzer şekilde, Clearfil Universal Bond gruplarındaki mikrosızıntı düzeyleri sayısal olarak All Bond Universal uygulanan gruplara kıyasla daha yüksek bulunmasına rağmen, bu iki ana grup arasında da anlamlı bir farklılığa rastlanılmamıştır (Tukey testi, $p>0,05$).

Single Bond Universal, tüm gruplar arasında en az düzeyde kenar sızıntısına neden olmuştur (Tukey testi, $p<0,05$). Bu adezivi sırasıyla All Bond Universal, Clearfil Universal, Beauti Sealant Primer ve adeziv uygulanmayan geleneksel yöntem (Kontrol grubu) takip etmektedir.

Adeziv uygulamasından önce yapılan ön asitleme işleminin sızdırmazlık direnci üzerine etkisini istatistiksel olarak tespit edebilmek amacıyla bağımsız gruplarda t testi uygulanmıştır. Yalnızca ön asitlemenin etkisine göre mikrosızıntı düzeyleri Tablo 4.4'de yer almaktadır.

Tablo 4.4: Ön asitleme işleminin etkisine göre mikrosızıntı değerleri (ortalama±standart sapma). *= $p<0,05$

	N	Mikrosızıntı	p
Ön asitleme yapılmamış	96	0.222±0.108	0.01*
Ön asitleme yapılmış	120	0.183±0.121	

Ön asitleme yapılmamış ve yapılmış örneklerdeki mikrosızıntı düzeyleri arasındaki fark anlamlı olup ($p=0,01$), ön asitleme yapılmamış dişlerdeki sızıntı düzeyi, ön asitleme yapılmış dişlerdeki sızıntı düzeyine kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,01$).

Çalışmada yer alan tüm alt grupların mikrosızıntı değerleri bağımsız gruplarda t testi ile karşılaştırılmıştır (Tablo 4.5). Buna göre mikrosızıntı değerleri arasında anlamlı düzeyde farklılık bulunmaktadır ($p=0,00$).

Tablo 4.5: Çalışmada yer alan tüm alt grupların mikrosızıntı değerleri (ortalama±standart sapma). *= $p<0,05$.

Gruplar	N	Ortalama	p
Grup 1 Geleneksel Yöntem	24	0.311±0.115	0.000*
Grup 2 Single Bond Universal Self Etch	24	0.120±0.076	
Grup 3 Single Bond Universal Ön asitleme	24	0.057±0.042	
Grup 4 All Bond Universal Self Etch	24	0.212±0.060	
Grup 5 All Bond Universal Ön asitleme	24	0.113±0.051	
Grup 6 Clearfil Universal Bond Self Etch	24	0.245±0.079	
Grup 7 Clearfil Universal Bond Ön asitleme	24	0.151±0.051	
Grup 8 Beauti Sealant Self Etch	24	0.312±0.111	
Grup 9 Beauti Sealant Ön asitleme	24	0.281±0.072	
Toplam	216	0.200±0.117	

Çalışmada yer alan tüm alt grupların Tukey testi kullanılarak yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 4.6'da yer almaktadır. Buna göre fissür örtücü altında adeziv rezinin kullanılmadığı Grup 1 ile Beauti Sealant uygulanan Grup 8 (Self etch) ve Grup 9 (Ön Asitleme) arasında mikrosızıntı düzeyleri yönünden anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Öte yandan, Grup 1'e ait mikrosızıntı düzeyi, fissür örtücü altında adeziv uygulanan diğer tüm gruplardan (Grup 2, Grup 3, Grup 4, Grup 5, Grup 6 ve Grup 7) anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (Tukey testi, $p<0,05$).

Tablo 4.6: Tüm alt grupların mikrosızıntı değerine göre ikili karşılaştırmaları (Tukey testi, $p=0,00$) **Kalın** işaretli değerler, istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Gruplar		Ortalama farkı	Standart Hata	p
Grup 1	Grup 2	0,1915405	.02226	0.00
	Grup 3	0,2544154	.02226	0.00
	Grup 4	0,0989054	.02226	0.00
	Grup 5	0,1981998	.02226	0.00
	Grup 6	0.0661229	.02226	0.08
	Grup 7	0,1602124	.02226	0.00
	Grup 8	-0.0013003	.02226	1.00
	Grup 9	0.0300128	.02226	0.92
	Grup 2	Grup 1	-0,1915405	.02226
Grup 3		0.0628749	.02226	0.11
Grup 4		-0,0926351	.02226	0.00
Grup 5		0.0066593	.02226	1.00
Grup 6		-0,1254176	.02226	0.00
Grup 7		-0.0313281	.02226	0.00
Grup 8		-0,1928408	.02226	0.00
Grup 9		-0,1615277	.02226	0.00
Grup 3		Grup 1	-0,2544154	.02226
	Grup 2	-0.0628749	.02226	0.11
	Grup 4	-0,1555100	.02226	0.00
	Grup 5	-0.0562156	.02226	0.23
	Grup 6	-0,1882925	.02226	0.00
	Grup 7	-0,0942030	.02226	0.00
	Grup 8	-0,2557157	.02226	0.00
	Grup 9	-0,2244026	.02226	0.00
	Grup 4	Grup 1	-0,0989054	.02226
Grup 2		0,0926351	.02226	0.00
Grup 3		0,1555100	.02226	0.00
Grup 5		0,0992944	.02226	0.00
Grup 6		-0.0327825	.02226	0.87
Grup 7		0.0613071	.02226	0.14
Grup 8		-0,1002057	.02226	0.00
Grup 9		-0.0688926	.02226	0.06
Grup 5		Grup 1	-0,1981998	.02226
	Grup 2	-0.0066593	.02226	1.00
	Grup 3	0.0562156	.02226	0.23
	Grup 4	-0,0992944	.02226	0.00
	Grup 6	-0,1320769	.02226	0.00
	Grup 7	-0.0379873	.02226	0.74
	Grup 8	-0,1995001	.02226	0.00
	Grup 9	-0,1681870	.02226	0.00

Tablo 4.6 (Devam): Tüm alt grupların mikrosızıntı değerine göre ikili karşılaştırmaları (Tukey testi, $p=0,00$) **Kalın** işaretli değerler, istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Grup 6	Grup 1	-0.0661229	.02226	0.08
	Grup 2	0,1254176	.02226	0.00
	Grup 3	0,1882925	.02226	0.00
	Grup 4	0.0327825	.02226	0.007
	Grup 5	0,1320769	.02226	0.00
	Grup 7	0,0940895	.02226	0.00
	Grup 8	-0.0674232	.02226	0.07
	Grup 9	-0.0361101	.02226	0.79
	Grup 7	Grup 1	-0,1602124	.02226
Grup 2		0.0313281	.02226	0.89
Grup 3		0,0942030	.02226	0.00
Grup 4		-0.0613071	.02226	0.14
Grup 5		0.0379873	.02226	0.74
Grup 6		-0,0940895	.02226	0.00
Grup 8		-0,1615128	.02226	0.00
Grup 9		-0,1301996	.02226	0.00
Grup 8		Grup 1	0.0013003	.02226
	Grup 2	0,1928408	.02226	0.00
	Grup 3	0,2557157	.02226	0.00
	Grup 4	0,1002057	.02226	0.00
	Grup 5	0,1995001	.02226	0.00
	Grup 6	0.0674232	.02226	0.07
	Grup 7	0,1615128	.02226	0.00
	Grup 9	0.0313131	.02226	0.89
	Grup 9	Grup 1	-0.0300128	.02226
Grup 2		0,1615277	.02226	0.00
Grup 3		0,2244026	.02226	0.00
Grup 4		0.0688926	.02226	0.04
Grup 5		0,1681870	.02226	0.00
Grup 6		0.0361101	.02226	0.79
Grup 7		0,1301996	.02226	0.00
Grup 8		-0.0313131	.02226	0.89

Single Bond Universal'in ön asitlemeyi takiben uygulandığı Grup 3, sayısal olarak diğer tüm gruplardan daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiş; ancak Single Bond Universal'in self etch modda uygulandığı Grup 2 ve All Bond Universal'in ön asitlemeyi takiben uygulandığı Grup 5 ile

arasında sızdırmazlık düzeyi yönünden anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (Tukey testi, $p>0,05$).

All Bond Universal'in self-etch modda (Grup 4) uygulanması sonucunda geleneksel yöntem (Grup 1) ve Beauti Sealant'ın self-etch modda uygulandığı (Grup 8) gruplardan anlamlı derecede az sızıntı değerleri gözlenmiştir (her iki grup için $p=0,00$). Öte yandan, All Bond Universal'in self-etch modda uygulandığı Grup 4, Clearfil Universal Bond'un self-etch modda uygulandığı Grup 6, yine Clearfil Universal Bond'un ön asitlemeyi takiben uygulandığı Grup 7 ve ön asitleme ile Beauti Sealant'ın uygulandığı Grup 9 arasında mikrosızıntı düzeyleri yönünden anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tukey testi, $p>0,05$). Son olarak, All Bond Universal'in self-etch modda uygulandığı Grup 4, Single Bond Universal'in her iki yöntemle uygulandığı Grup 2 ve 3, All Bond Universal'in ve Clearfil Universal Bond'un ön asitlemeyi takiben uygulandığı Grup 5 ve 7'den anlamlı derecede fazla sızıntı göstermiştir (tüm gruplar için $p=0,00$).

All Bond Universal'in ön asitlemeyi takiben uygulanması sonucunda (Grup 5) Single Bond Universal'in her iki modda uygulanması (Grup 2 ve 3) ve Clearfil Universal Bond'un ön asitlemeyi takiben uygulanması (Grup 7) ile benzer sızdırmazlık düzeyleri elde edilmiştir (Tukey testi, tüm gruplar için $p>0,05$). Mikrosızıntı değerleri sayısal olarak kıyaslandığında, Grup 5'e ait sızdırmazlık düzeyinin Grup 3'ten sonra en iyi değer olduğu izlenmektedir ($p=0,00$).

Self-etch modda uygulanan Clearfil Universal Bond (Grup 6), geleneksel yöntem (Grup 1) ve her iki modda uygulanan Beauti Sealant grupları (8 ve 9) ile benzer sızdırmazlık değerleri göstermiştir (Tukey testi, tüm gruplar için $p>0,05$). Mikrosızıntı değerleri sayısal olarak kıyaslandığında, Grup 6'nın Grup 1, 8 ve 9'dan daha az sızıntı gösterdiği görülmektedir.

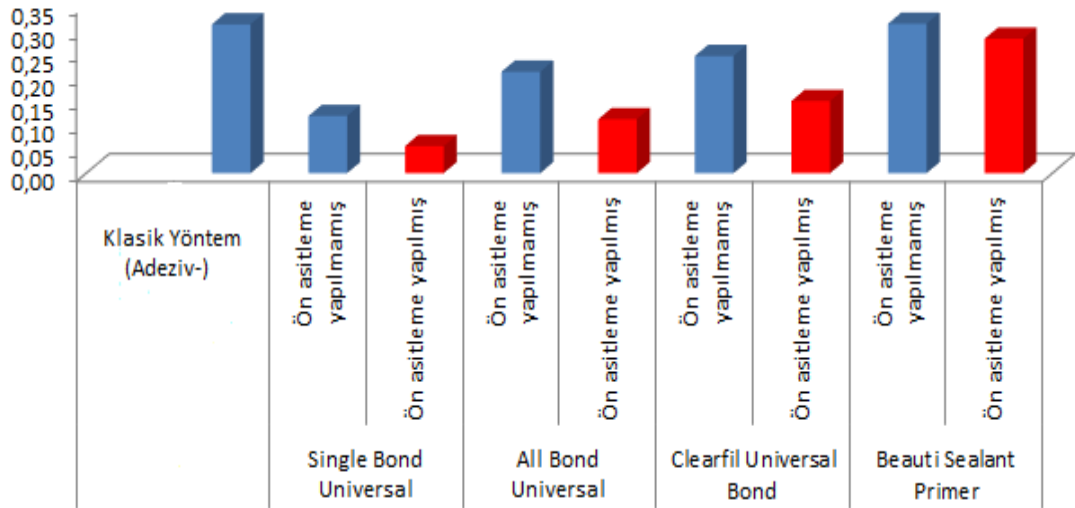
Ön asitlemeyi takiben uygulanan Clearfil Universal Bond (Grup 7) ile self etch modda uygulanan Single Bond Universal (Grup 2) ve her iki modda uygulanan All Bond grupları (4 ve 5) arasında mikrosızıntı düzeyleri yönünden anlamlı bir fark saptanmamıştır (Tukey testi, tüm gruplar için

$p>0,05$). Diğer gruplar ile karşılaştırıldığında Grup 7'nin sızdırmazlık yönünden en iyi 3. değeri verdiği görülmektedir ($p=0,00$).

Giomer bazlı Beauti Sealant fissür örtücünün kendi adezivi, üretici firmanın talimatları doğrultusunda uygun olarak self-etch modda uygulandığında, geleneksel yöntem (Grup 1), self-etch modda uygulanan Clearfil Universal (Grup 6) ve deneysel olarak ön asitlemeyi takiben uygulanan Beauti Sealant (Grup 9) arasında anlamlı bir fark görülmemesine rağmen (Tukey testi, tüm gruplar için $p>0,05$); sayısal kıyaslama sonucunda tüm gruplar içinde en fazla sızıntı düzeyinin self etch modda uygulanan Beauti Sealant olduğu görülmektedir.

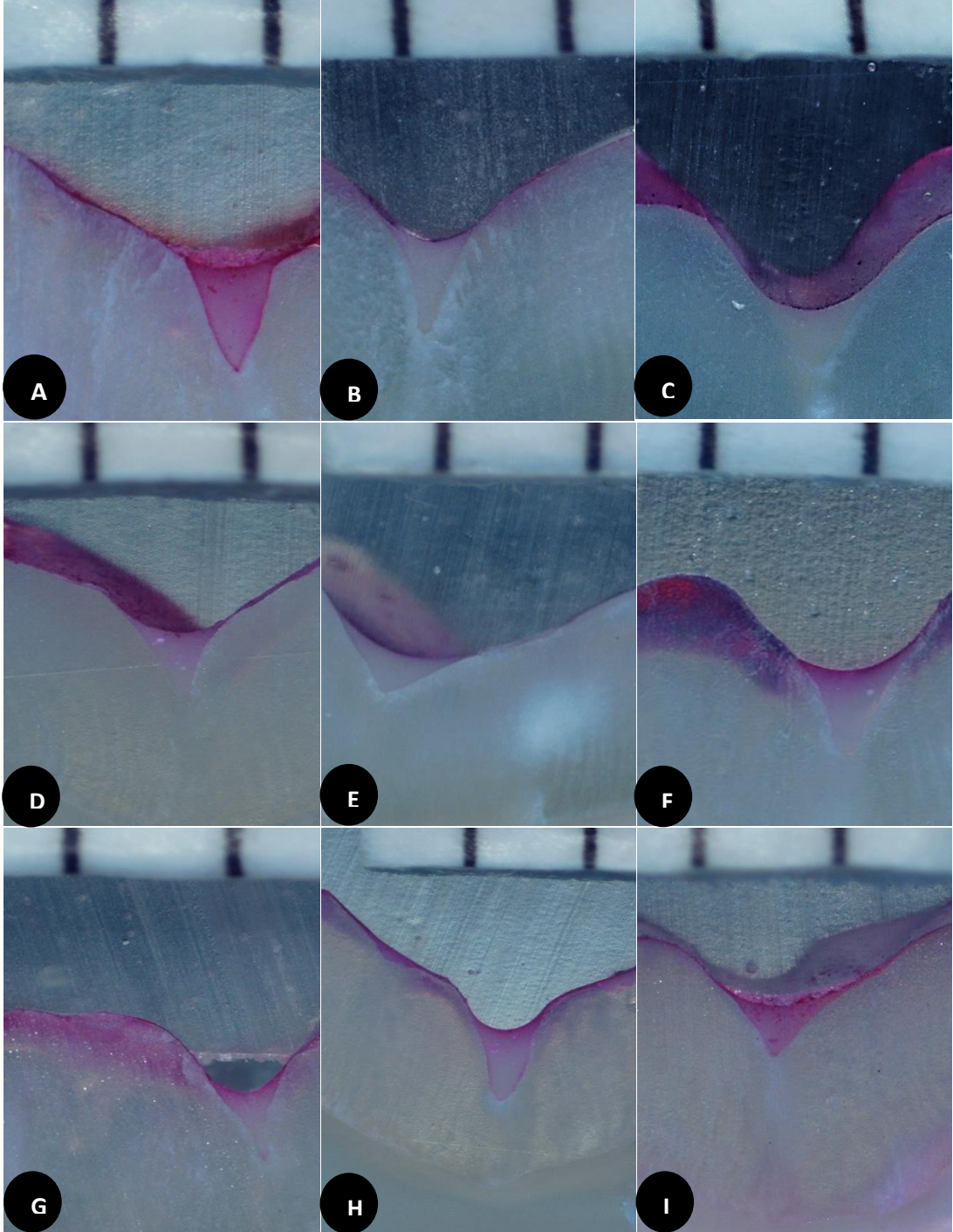
Ön asitlemeyi takiben uygulanan Beauti Sealant (Grup 9), geleneksel yöntem ile benzer mikrosızıntı değerlerine sahip olmakla birlikte (Tukey testi, $p>0,05$), sayısal olarak geleneksel yöntemle kıyaslandığında sızıntıya daha dirençli olduğu izlenmektedir.

İstatistiksel analiz sonuçları uyarınca; sızıntı direnci sıralamasının Grup3=Grup5=Grup2>Grup7=Grup4=Grup6>Grup9=Grup1=Grup8 şeklinde olduğu saptanmıştır. Bu bulgulara ilişkin grafik Şekil 4.1'de yer almaktadır:



Şekil 4.1: Çalışmada yer alan tüm grupların ortalama sızıntı değerleri

Örneklere farklı yöntemlerle fissür örtücü uygulaması sonrası oluşan mikrosızıntının ışık mikroskobu altındaki örnek görüntüleri Şekil 4.2'de yer almaktadır:



Şekil 4.2: Gruplara göre mikrosızıntının ışık mikroskobu altındaki temsili örnekleri (A: Geleneksel yöntem; B: Single Bond Universal- ön asitleme yapılmamış; C: Single Bond Universal- ön asitleme yapılmış; D: All Bond Universal-ön asitleme yapılmamış; E: All Bond Universal- ön asitleme yapılmış; F: Clearfil Universal Bond- ön asitleme yapılmamış; G: Clearfil Universal Bond- ön asitleme yapılmış; H: Beauti Sealant- ön asitleme yapılmamış I: Beauti Sealant-ön asitleme yapılmış).

5. TARTIŞMA

Diş çürüğünün en sık görüldüğü diş yüzeyi olan okluzal bölgede, rezin esaslı pit ve fissür örtücü uygulamasının en başarılı koruyucu yöntem olduğu; birçok çalışma ile ortaya konulmuştur (60, 61, 193). Pit ve fissür örtücülerin diş adezyonunu sağlayan bağlayıcı sistemler de, sızdırmazlık ve mekanik retansiyonun en kritik belirleyicileri olarak klinik performans üzerinde direkt etkiye sahiptirler (7). Bu nedenle; çalışmamızda mineye farklı adeziv sistemleri uygulanarak yapılan farklı yapıdaki pit ve fissür örtücülerin sızdırmazlık düzeylerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Diş ve restorasyon arasındaki bağlantının niteliği, mikrosızıntıyı etkileyen önemli bir faktördür. Günümüz kimya teknolojisi ile bir dental materyalin tam sızdırmazlığı sağlanamamakta, ancak mikrosızıntının minimuma indirgenmesi hedeflenebilmektedir (216). Bir dental materyalin sızdırmazlık özelliğinin değerlendirilmesinde birçok yöntem bulunmaktadır. İn vitro mikrosızıntı testleri, ağız ortamındaki değişkenleri tam olarak sağlayamamakla birlikte, klinik ortamda kontrolü güç olan birçok değişkenin (Diş tipi, ısı ve nem koşulları, v.b.) laboratuvar ortamında kontrolünü sağlayabildiği için tercih edilen bir çalışma modelidir (198, 236). Klinik değerlendirme modeli bir materyali incelemede en değerli yöntem olarak kabul edilmekle birlikte; zaman alması ve standardizasyon güçlükleri sebebiyle, sürekli gelişim halindeki restoratif materyallerin ve adeziv sistemlerin zamanında değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Bu hızlı gelişme sırasında uzun dönem etkileri araştırılan bir materyal yerini yenisine bırakmakta, hatta bazen kullanımdan kalkmaktadır (198). Ayrıca klinik incelemeler, mikrosızıntının yalnızca restorasyon kenarının renklenmesi veya bozulması ve uzun dönemde restorasyonun kaybı ile ilişkilendirilerek değerlendirilebilmesi; hangi etkenin başarısızlığa sebep olduğunu ayırt etmedeki güçlük gibi sebepler nedeniyle daha az tercih edilmektedir. Bu sebeple in vitro testler günümüz diş hekimliğinde materyallerin değerlendirilmesinde, mikrosızıntı araştırmalarında; diş-restorasyon arayüzündeki boşlukların tespitinde ve restoratif materyallerin

erken dönemde değerlendirilmeleri için sıklıkla kullanılmaktadır (198). Pashley ve ark. ve Grey ve ark.; in vivo ve in vitro değerlendirmelerin sonuçları arasında anlamlı farklılıklar olmadığını (206, 207), Barnes ve ark. ise in vivo yönteme kıyasla in vitro boya penetrasyon testinin mikrosızıntının tespitinde çok daha net sonuçlar verdiğini rapor etmiştir (197).

Ağız boşluğu içindeki sıcaklık değişim değerleri 4-60°C arasındadır (203). Bu koşulları taklit edebilmek amacıyla deney örneklerini ıslak ortamda bekletme, mekanik ajitasyona uğratma (okluzal yükleme, kırılma dayanıklılığı, yorulma direnci) ve termosiklus gibi yöntemler kullanılmaktadır (198, 203). Türkün ve ark., in vitro koşullarda mikrosızıntının değerlendirdiği çalışmalar arasında termosiklus yönteminin %79,3 oranında, boya penetrasyon tekniğinin %86,8 oranında kullanıldığını; boya penetrasyon testlerinde ise bazik fuksin'in %40,8 oranında tercih edildiğini rapor etmiştir (198). Literatürde kabul edilen 5-55°C ($\pm 5^\circ\text{C}$) sıcaklık değişimi ile gerçekleştirilen termosiklus yöntemi, diş hekimliği araştırmalarında en sık kullanılan yöntemdir (198, 203). Termosiklus uygulaması, diş-restorasyon arayüzünde sıcaklık değişimi sonucu oluşabilecek termal stres ile (genleşme-büzülme periyodlarıyla) marjinal boşluklar oluşturulur. Böylelikle kullanılan dental materyallerin bu bozulmaya ne kadar direnç gösterebileceği veya ne kadar mikrosızıntı oluşabileceği ölçülebilmektedir (187). Literatürde termosiklus uygulamasında transfer ve bekletme süreleri, devir sayıları konusunda bir fikir birliği olmamakla birlikte; kısa bekletme süresi uygulamasının ağız içi ortamı taklit etmede daha başarılı olduğu düşünülmektedir (208). Bu nedenle bu çalışmada örnekler 7 gün süre ile distile suda bekletildikten sonra 5-55°C ($\pm 5^\circ\text{C}$) arasında, bekleme süresi 15sn, transfer süresi 10sn olacak şekilde 1000 devir termosiklus uygulanmıştır.

Diş ile restoratif materyal arasında oluşan mikrosızıntının in vitro koşullarda değerlendirilmesinde boya veya radyoaktif izotop penetrasyonu, elektrokimyasal analiz, bakteriyel penetrasyon, hava veya sıvı filtrasyonu, serum sızıntı yöntemi, SEM ile ultramorfolojik analiz ve

mikrotomografi gibi çok sayıda yöntem mevcuttur (221). Boya penetrasyon yöntemi, kolay uygulanması, düşük maliyeti, toksik ürün oluşturmaması ve radyasyona gereksinim duymaması sebebiyle sıklıkla tercih edilen bir yöntem olmakla birlikte (216, 219, 236); ara yüzeyde meydana gelen ve uniform olmayan 3 boyutlu mikrosızıntıyı tespit edemez (222). Öte yandan 3 boyutlu değerlendirmeler de pahalı donanım gereksinimi nedeniyle tercih edilememektedir (223).

Boya penetrasyon yöntemi ile mikrosızıntının değerlendirildiği çalışmalarda her bir örnekten alınan kesit sayısı, çalışmanın güvenilirliği açısından önem taşımaktadır. Raskin ve ark. mikrosızıntı çalışmalarını derleyerek 144 makale incelenmiş ve çalışmaların %47,1'inde tek kesit, %20,2'sinde iki kesit, %12,7'sinde üç kesit alındığını bildirilmiştir (236). Türkün ve ark. ise 84 adet mikrosızıntı araştırmasını değerlendirilmiş ve çalışmaların %50,9'unda tek kesit alındığı, üç kesitin ancak %8 çalışmada alındığını kaydetmiştir (198). Raskin ve ark. örneklerden beş kesit alındığında elde edilen en yüksek değer ile üç veya dört kesitten alınan en yüksek değer arasında anlamlı bir fark oluşmadığı gözlemlerken; tek kesit alınan çalışmalarda sonuçların %33 oranında hatalı elde edildiği ortaya konmuştur (219). Bu nedenle bu çalışmada %0,5'lik bazik fuksin ile boya penetrasyon yöntemiyle mikrosızıntı değerlendirilmiş ve çalışmanın güvenilirliğini sağlamak amacıyla da her bir örnekten 3 kesit alınarak 6 yüzeyde incelemeler gerçekleştirilmiştir.

Boya penetrasyonunu takiben mikrosızıntının ölçülmesinde dehidratasyon-demineralizasyon, volümetrik ölçüm yöntemi ve kesitlerde yüzdesel ölçüm yöntemleri ile değerlendirme yapılabilmektedir. Dehidratasyon-demineralizasyon analizinde kimyasal solüsyonların gerekliliği teknik bir dezavantaj oluştururken (216, 226); volümetrik ölçüm yöntemi, mikrosızıntı değerlendirmesi için özel ekipman (spektrofotometre) ve eğitimli personel gereksinimi nedeniyle sıklıkla tercih edilmemektedir (226). Yüzdesel ölçüm yönteminde ise alınan kesitler mikroskop altında incelenerek fotoğraflanmakta, boya penetrasyon düzeyleri bilgisayar ortamında dijital olarak değerlendirilmekte ve objektif veriler ile güvenilir

sonuçlar elde edilmektedir (226). Bu çalışmada örneklerden alınan kesitler mikroskopta incelenirken aralıkları 1mm olan cerrahi cetvel kesitlerin üzerine konularak fotoğraflanmış, Image-J analiz programı ile ölçümler yapılmıştır.

Klasik fissür örtücü uygulaması koruyucu diş hekimliğinde yaygın olarak kabul görmüş bir yöntem olup, işlem basamaklarında bir adeziv resin uygulamasını içermemektedir (60). Ancak birçok in vitro ve klinik çalışma adeziv uygulamasının altın standart olan klasik uygulamaya kıyasla, fissür örtücünün retansiyonunu ve sızıntı direncini arttırarak restorasyonun ömrünü uzattığını göstermiştir (7). Fissür rtclerin altında oluşan mikrosızıntının değerlendirilmesinde klasik yöntem (kontrol grubu) ve adeziv uygulamasının etkisi kıyaslandığında; adeziv uygulanmayan klasik yöntemin en fazla mikrosızıntı değerine ulaştığı görülmektedir (Bkz.Tablo 4.2). Bu durum, sadece fosforik asit ile pürüzlendirmede diş ile fissür örtücü arasında yalnızca mikromekanik bağlanma oluşmasıyla açıklanabilir. Bu bağlantı su absorpsiyonuna dirençsiz bir yapı oluşturmaktadır. Bu bağlantıyı güçlendirmek için hidrofilik adeziv kullanımının retansiyonu arttırarak mikrosızıntıyı azalttığını gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (7, 15, 16, 125). Çalışmamızda elde edilen sonuç da bu bulgular ile aynı doğrultudur.

Self-etch adezivler asitleme-yıkama-kurutma basamaklarını içermemesi ile kooperasyonun sağlanmasında zorlanılan hastalarda kolaylık sağlamakla birlikte aprizmatik mine tabakasını zemedikleri için mineye zayıf düzeyde bağlanabilmektedirler (151). Birçok alışma, self-etch adezivlerin mineye zayıf bağlandığını, asitle pürüzlendirmeli sistemlere kıyasla mikrosızıntının arttığını; n asitleme sonrasında ise resin penetrasyonunun anlamlı düzeyde iyileştiğini göstermektedir (23, 50, 146, 148). Çalışmamızda da n asitleme işleminin mikrosızıntıya etkisi incelendiğinde (Bkz. Tablo 4.4), bu basamağın sızıntıya direnci anlamlı olarak arttırdığı görülmektedir.

Literatürde self-etch adezivlerin przlendirici etkisi, n asitleme ile karşılaştırıldığında mine prizmalarının core bölümünde yetersiz

dekalsifikasyon yarattığı, ince bağlantı tabakası oluşturarak mine bağlantısını olumsuz etkilediği anlaşılmaktadır (139). Self-etch adezivlerin bu yetersiz asitleme potansiyeli, mineyle temasta olan asidin inaktivasyonu sonucu limitli derinlikte dekalsifikasyon oluşturmasıyla açıklanabilir. Bununla beraber çözünmüş olan kalsiyum fosfatın yıkama işlemi ile uzaklaştırılmaması sonucu termomekanik streslere dirençsiz bir bağlantı oluşmakta ve uzun vadede restorasyon-diş birleşiminde açıklıklara yol açmaktadır (128, 132). Özellikle okluzal fissürlerde, self-etch adezivlerde bulunan metakril ile modifiye edilmiş fosforik asit esterlerinin asitleme yeteneği, fosforik asit ile asitlemede gözlenenden çok daha sığ kalmaktadır (206).

Çalışmamızda rezin esaslı Clinpro fissür örtücü, giomer esaslı Beauti Sealant materyalinden anlamlı düzeyde yüksek sızıntı direnci göstermiştir (Bkz.Tablo 4.1). Giomer esaslı dental materyaller flor serbestleştirme özelliği ile her ne kadar ön plana çıkıyor olsa da, kısmen yeni geliştirilen fissür örtücü formları ile ilgili literatürde yeterince çalışma bulunmamaktadır. S-PRG içerikli bu yeni fissür örtücü materyalle ilgili yapılan 2 çalışmada da materyalin flor serbestleştirme ve demineralizasyonu inhibe etme özelliği üzerine odaklanılmıştır (186, 277). Bu nedenle bu materyalin sızdırma direnci üzerine daha çok araştırma yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Giomer esaslı fissür örtücü olan Beauti Sealant ile klasik yöntem uygulanan gruplarda, mikrosızıntı arasında herhangi bir fark bulunmamıştır. Bu durum flor salınımı ve reşarj özelliği olan Beauti Sealant'ın çürük riski yüksek hastalarda kullanımını düşündürebilir. Bu çalışmada üretici Shofu firmasınının direktifleri dışında, Beauti Sealant'ın kendi primeri uygulanmadan önce ön asitlemenin etkisi de incelenmiştir. Beauti Sealant ön asitleme (Grup 9) ya da self etch modunda (Grup 8) anlamlı bir fark bulunmaması, üretici firmanın talimatlarını doğrulamakta ve desteklemektedir. Bu nedenle fissür sealant uygulaması planlayacak kadar çürük riskinin yüksek olduğunu bilinen, ancak rezin bazlı adezivlerin tercih edilmek istenilmediği durumlarda giomer bir tercih sebebi olabilir.

Giomerlerin üzerinde mikrobiyal dental plak birikmediğinden (191) bu yöntem klasik yöntemle kıyasla ön plana çıkabilir. Benzer şekilde yüksek çürük riski olan ancak kooperasyonun sağlanamadığı ya da rubber dam takılarak izolasyonun tam olarak gerçekleştirilemeyeceği durumlarda self-etch modda Beauti Sealant fissür örtücü uygulanabilir. Elbette, bütün bu varsayımların klinik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Multimod adezivlerin mine üzerindeki etkileri incelendiğinde, herbirinin farklı davranış özellikleri gösterdiği anlaşılmaktadır. Universal adezivlerin ön asitlemeyi takiben uygulanması sonucunda sızdırma direnci olarak Single Bond Universal'in en başarılı olduğu, onu sırasıyla All Bond Universal'in ve Clearfil Universal Bond'un takip ettiği görülmektedir. Single Bond Universal ön asitleme ile uygulandığında sayısal olarak tüm gruplar içinde sızıntıya en fazla direnç gösteren grup olmakla birlikte; Single Bond Universal -self etch ve All Bond Universal -ön asitleme grubu ile arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Single Bond Universal her iki uygulama yönteminde de başarılı sonuç vermesi, içeriğinde bulunan metakrilat ile modifiye edilmiş polialkenoik asit kopolimerinin (Vitrebond Copolymer) hidroksiapatit içerisindeki kalsiyuma kimyasal olarak bağlanması ile açıklanabilir (204, 205, 224, 225). Polialkenoik asit kopolimerinin yapısında bulunan karboksil grubu, dişte bulunan fosfat iyonu ile yer değiştirerek kalsiyum ile iyonik bağ kurar (205). Ayrıca bu kopolimerin nemden MDP monomerine göre daha az etkilenmesi de bir avantaj oluşturmaktadır (75). Çalışmamızda kullanılan tüm multimod adezivlerin içeriğinde MDP monomeri bulunmaktadır. MDP monomeri hidroksiapatitin içeriğindeki kalsiyuma bağlanarak Ca-MDP tuzları oluşturmakta ve mikromekanik bağlantıya katkı sağlamaktadır (205). Ayrıca her üç universal adeziv içeriğinde bulunan HEMA, suda yüksek çözünürlük göstermesi düşük molekül ağırlığı sayesinde demineralize kollagen ağlarının içine infiltrasyonu kolaylaştırır, hidrofiliteyi sağlar (224). Bununla birlikte HEMA ve polialkenoik asit kopolimeri, hidroksiapatit kristallerindeki kalsiyuma bağlanmak için MDP monomeri ile yarışır (121).

Bu çalışmada kullanılan multimod adezivlerin tümü self-etch modda ön asitleme gruplarına göre daha fazla sızıntı göstermiştir. Multimod adezivlerin self-etch modda uygulanması ile minede yeterli derinlikte pürüzlendirme sağlanamadığı ve böylelikle yeterli adezyonun gerçekleşmediğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (204, 205, 224, 225). Bu nedenle multimode adezivlerin mine üzerine uygulanmasında ön asitleme yapılması tavsiye edilmektedir. Çalışmamızda tüm adezivler uygulama modlarından bağımsız olarak 15sn aktif uygulamaya tabi tutulmuştur. Adezivin aktif uygulanması solventin, suyun ve etanolün daha düşük bir basınçla evaporasyonunu sağlamaktadır. Bu solvent evaporasyonu; nanoporların içsel fraksiyonunu azaltarak ve polimer çapraz bağları ile minedeki hibrit tabakada bulunan diğer polimerlerin mekanik özelliklerini güçlendirerek, polimer topolojisinin değişmesine izin vermektedir (17, 71). Aktif uygulama, self-etch mod adezivlerin zamandan kazanç avantajını ortadan kaldırırsa da uygulama kolaylığı ile ön plana çıkmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar halen ön asitlemenin retansiyona ve sızıntı direncine katkısını gösterir niteliktedir (17, 76, 105).

Çalışmamızda kullanılan multimod adezivlerin self etch modda uygulandığı gruplar kıyaslandığında, sızdırma direnci başarısının sırasıyla Single Bond Universal, All Bond Universal ve Clearfil Universal Bond olduğu görülmektedir. Clearfil Universal Bond multimod adezivler arasında self-etch modda en başarısız olarak görülse de adeziv uygulanmayan geleneksel yönteme göre sızıntıya çok daha dirençli olduğu izlenmektedir. Bu durum kooperasyonun sağlanamadığı hastalarda, asit-yıkama-kurutma aşamasının gerektirdiği zaman yerine Clearfil Universal Bond 'un self-etch modda rahatlıkla ve daha yüksek başarıyla kullanılabileceğini düşündürmektedir.

All Bond Universal'in self etch olarak uygulanması Clearfil Universal Bond 'un ya da Beauti Sealant'ın ön asitlemeyi takiben uygulanması ile anlamlı bir fark oluşturmaması, All Bond Universal -self etch uygulamasını klinikte kullanım kolaylığı ile ön plana çıkartabilir. All Bond Universal'in ön asitlemeyi takiben uygulanması ise istatistiksel olarak anlamlı olmamakla

birlikte Single Bond Universal'in self etch modundan daha başarılı bulunmuştur.

Klinikte karşılaşılabilecek farklı durumlar, farklı malzemelerin farklı yöntemler ile birlikte kullanımını gereksinimini beraberinde getirmektedir. Çalışmamızın metodolojik sınırlamaları dahilinde elde edilen sonuçlar, değerlendirilen adeziv sistemlerin hiçbirinin mikrosızıntıyı tamamen engelleyemediğini göstermekle beraber, birçok durumda geleneksel fissür örtücüden daha yüksek sızdırmazlık düzeyleri sağlayabildiğini ortaya koymaktadır.

6. SONUÇ

Fissür örtücü uygulamalarında farklı adeziv sistemlerin ve uygulama yöntemlerinin mikrosızıntıya etkilerinin değerlendirildiği bu tez çalışmasında deneysel koşullar ve metodolojik sınırlamalar içerisinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Fissür örtücü uygulamasından önce klasik yöntemin aksine, adeziv kullanımı sızıntı direncini arttırmaktadır. Buna göre birinci başlangıç hipotezi reddedilmiştir.
2. Universal adezivler mine üzerine uygulanırken ön asitleme basamağı sızıntı direncini anlamlı derecede arttırmaktadır. Buna göre ikinci başlangıç hipotezi reddedilmiştir.
3. Test edilen adeziv sistemler arasında ön asitlemeyi takiben uygulanan Single Bond Universal en yüksek sızıntı direncini gösterirken en fazla mikrosızıntı self-etch modda uygulanan Beauti Sealant grubunda gözlenmiştir. Tüm yöntemler arasında klasik fissür örtücü uygulaması en düşük sızdırmazlık direncini göstermiştir. Buna göre üçüncü ve dördüncü başlangıç hipotezi reddedilmiştir.
4. Giomer esaslı fissür örtücüler, adezivle bağlanmış rezin esaslı fissür örtücülere kıyasla daha fazla sızıntıya yol açmıştır. Buna göre dördüncü başlangıç hipotezi reddedilmiştir.

7. KAYNAKLAR

1. Axelsson P. Etiologic Factors Involved In Dental Caries. In: Axelsson P, editor. *Diagnosis And Risk Prediction Of Dental Caries*. London: Quintessence Publishing; 2000.
2. Fejerskov ON, Kidd EAM. *Clinical And Histologic Manifestations of Dental Caries*. Copenhagen: Blackwell Munksgaard; 2003.
3. Clarkson BH. Introduction to cariology. *Dent Clin North Am* 1999; 43: 569-78.
4. Newbrun E. Preventing Dental Caries: Current and prospective strategies. *J Am Dent Assoc*. 1992;123: 68-73.
5. Pardi V, Sinhoreti MA, Pereira AC, Ambrosano GM, Meneghim Mde C. In vitro evaluation of microleakage of different materials used as pit-and-fissure sealants. *Braz Dent J*. 2006;17: 49-52.
6. Nagano T. Relation between the form of pit and fissure and the primary lesion of caries. *Dent Astr*. 1961;6: 426.
7. Cehreli ZC, Gungor HC. Quantitative microleakage evaluation of fissure sealants applied with or without a bonding agent: results after four-year water storage in vitro. *Journal Of Adhesive Dentistry*. 2008; 10: 379-84
8. Cehreli SB, Gungor HC, Karabulut E. Er, Cr: YSGG laser pretreatment of primary teeth for bonded fissure sealant application: a quantitative microleakage study. *J Adhes Dent*. 2006; 8: 381-86.
9. Hicks MJ, Flaitz CM. Epidemiology of dental caries in the pediatric and adolescent population: a review of past and current trends. *J Clin Pediatr Dent*. 1993; 18: 43-49.
10. Kaste LM, Selwitz RH, Oldakowski RJ, Brunelle JA, Winn DM, Brown LJ. Coronal caries in the primary and permanent dentition of children and adolescents 1-17 years of age: United States, 1988-1991. *J Dent Res*. 1996; 75: 631-41.

11. Ibsen R, Ouellet D, Strassler H. Clinically successful dentin and enamel bonding. *Am J Dent.* 1989; 2: 125-31.
12. Baca P, Castillo AM, Bravo M, Junco P, Baca AP, Llodra JC. Mutans streptococci and lactobacilli in saliva after the application of fissure sealants. *Oper Dent.* 2002; 27: 107-11.
13. Mass E, Eli I, Lev-Dor-Samovici B, Weiss EI. Continuous effect of pit and fissure sealing on *s. mutans* presence in situ. *Pediatr Dent.* 1999; 21: 164-68.
14. Silverstone LM, Hicks MJ, Featherstone MJ. Oral fluid contamination of etched enamel surfaces: a SEM study. *J Am Dent Assoc.* 1985;110: 329-32.
15. Hitt JC, Feigal RJ. Use of a bonding agent to reduce sealant sensitivity to moisture contamination: an in vitro study. *Pediatr Dent.* 1992; 14: 41-46.
16. Feigal RJ, Musherure P, Gillespie B, Levy-Polack M, Quelhas I, Hebling J. Improved sealant retention with bonding agents: a clinical study of two-bottle and single-bottle systems. *J Dent Res.* 2000; 79: 1850-56.
17. Loguercio AD, Muñoz MA, Luque-Martinez I, Hass V, Reis A, Perdigão J. Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance? *J Dent.* 2015; 43: 1060-70.
18. Ito S, Iijima M, Hashimoto M, Tsukamoto N, Mizoguchi I, Saito T. Effects of surface pre-reacted glass-ionomer fillers on mineral induction by phosphoprotein. *J Dent.* 2011; 39: 72–79.
19. Luan Q, Desta T, Chehab L, Sanders Vj, Plattner J, Graves Dt. Inhibition of experimental periodontitis by a topical boron-based antimicrobial. *J Dent Res.* 2008; 87: 148–52.
20. Iijima Y, Koulourides T. Fluoride incorporation into and retention in remineralized enamel. *J Dent Res.* 1989; 68: 1289–92.

21. Dedhiya MG, Young F, Higuchi WI. Mechanism for the retardation of the acid dissolution rate of hydroxyapatite by strontium. *J Dent Res.* 1973; 52: 1097–1109.
22. Mohamed-Tahir MA, Yap AU. Effects of pH on the surface texture of glass ionomer based/containing restorative materials. *Oper Dent.* 2004; 29: 586-91.
23. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res.* 2005; 84: 118-32.
24. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent.* 1997; 25: 355-72.
25. Simmer JP, Fincham AG. Molecular mechanisms of dental enamel formation. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1995; 6: 84-108
26. Roberson TM. Cariology: the lesion, etiology, prevention and control. In: Roberson TM, editor. *Sturdevant's Art And Science Of Operative Dentistry.* Missouri: Mosby Elsevier; 2006.
27. Margolis HC, Zhang YP, Lee CY, Kent RL Jr, Moreno EC. Kinetics of enamel demineralization in vitro. *J Dent Res.* 1999; 78: 1326-35.
28. White SN, Luo W, Paine MI, Fong H, Sarikaya M, Snead MI. Biological organization of hydroxyapatite crystallites into a fibrous continuum toughens and controls anisotropy in human enamel. *J Dent Res.* 2001; 80: 321-6.
29. Retief DH, Busscher HJ, de Boer P, Jongebloed WL, Arends J. A laboratory evaluation of three etching solutions. *Dent Mater.* 1986; 2: 202-6.
30. Kramer PF, Zelante F, Simionato MR. The immediate and long-term effects of invasive and noninvasive pit and fissure sealing techniques on the microflora in occlusal fissures of human teeth. *Pediatr Dent.* 1993; 15: 108-12.

31. Lambrechts P, Van Meerbeek B, Perdigao J, Vanherle G. Adhesives: Do and Don'ts. In: Roulet JF, Degrange M, editor. Adesion: The Silent Revolution in Dentistry. London: Quintessence Publishing; 2000. p.45-60.
32. Strydom C. Self-etching adhesives: review of adhesion to tooth structure part I. SADJ. 2004; 59: 413, 415-7, 419.
33. Manisalı Y, Koray F. Ağız-Diş Embriyolojisi Ve Histolojisi, İstanbul: Yenilik; 1982.
34. Perdigao J, Geraldeli S, Hodges JS. Total-etch versus self-etchadhesive: effect on postoperative sensitivity. J Am Dent Assoc. 2003; 134: 1621-29.
35. Hicks J, Garcia-Godoy F, Flaitz C. Biological factors in dental caries enamel structure and the caries process of demineralization and remineralization (part 2). J Clin Pediatr Dent. 2004; 28: 119-24.
36. Habelitz S, Marshall SJ, Marshall GW jr, Balooch M. Mechanical properties of human dental enamel on the nanometre scale. Arch Oral Biol. 2001; 46: 173-183.
37. Gwinnett AJ. Histologic changes in human enamel following treatment with acidic adhesive conditioning agents. Arch Oral Biol. 1971; 16: 731-8.
38. Mccabe JF, Walls AWG. Adhesive Restorative Materials: Bonding Of Resin-Based Materials. In: Mccabe JF, Walls AWG, editor. Applied Dental Materials. Cambridge: Blackwell Science; 1998. p. 189-201.
39. Dayangaç GB. Kompozit Rezin Restorasyonlar. Kompozit Rezinler. Ankara: Güneş Kitabevi; 2000.
40. Garcia-Godoy F, Gwinnett AJ. Penetration of acid solution and gel in occlusal fissures. J Am Dent Assoc.1987; 114: 809-10.

41. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater.* 2001; 17: 430-44.
42. Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Duke ES, Eick JD, Robinson SJ. A TEM study of two water based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. *J Dent Res.* 1998; 77: 50-59.
43. Simonsen RJ. Pit and fissure sealants: review of the literature. *Pediatr Dent.* 2002; 24: 393-414.
44. Solama FS, Al-Hommad NS. Marginal seal of sealant and compomer materials with and without enameloplasty. *Int J Paediatr Dent.* 2002; 12: 39-46.
45. Kalsbeek H, Kwant GW, Groeneveld A, Dirks OB, van Eck AA, Theuns HM. Caries experience of 15 year old children in The Netherlands after discontinuation of water fluoridation. *Caries Res.* 1993; 27: 201-205.
46. Çekmenoğlu B. Ankara İlinde Daimi Birinci Büyük Azı Dişlerinin Oklüzal Yüzeylerinin Sağlık Durumunu Yansıtan Bulguların Sürme, Plak Miktarı Ve Fissür Morfolojisi İle İlişkisinin Değerlendirilmesi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara; 2007.
47. Gulhan A, Sandalli N, Akinci T, Uçok Z. İstanbul Çevresindeki Korunmaya Muhtaç Çocuklarda Ağız Ve Diş Sağlığı. *MÜ Dişhek. Fak. Derg.* 1985; 1: 68-78.
48. Eronat N, Uğur Z, Ertuğrul F, Koparal E. Dental status in 6-7 and 11-12 year old Turkish school children in İzmir. *MÜ Dişhek Fak Derg.* 2000; 4: 102-6.
49. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955; 34: 849-53.
50. Thomas MF, Ricketts DN, Wilson RF. Occlusal caries diagnosis in molar teeth from bitewing and panoramic radiographs. *Prim Dent Care.* 2001; 8: 63-9.

51. Stookey GK, Jackson RD, Zandona AG, Analoui M. Dental caries diagnosis. *Dent Clin North Am.* 1999; 43: 665-77.
52. Legler LR, Retief DH, Bradley EL. Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on enamel depth of etch: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990; 98: 154-60.
53. Newburn E. *Cariology.* 3rd ed. London: Quintessence Pub; 1989.
54. König KG. Dental morphology in relation to caries resistance with special reference to fissures as susceptible areas. *J Dent Res.* 1963; 42: 461-76.
55. Lingström P, van Ruyven FO, van Houte J, Kent R. The pH of dental plaque in its relation to early enamel caries and dental plaque flora in humans. *J Dent Res.* 2000; 79: 770-77.
56. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent.* 1995; 20: 18-25.
57. Bader JD, Shugars DA. The evidence supporting alternative management strategies for early occlusal caries and suspected occlusal dentinal caries. *J Evid Based Dent Pract.* 2006; 6: 91-100.
58. Sano H. Microtensile testing, nanoleakage, and biodegradation of resin-dentin bonds. *J Dent Res.* 2006; 85: 11-4.
59. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Van Meerbeek B. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res.* 2004; 83: 454-8.
60. Tay FR, Gwinnett JA, Wei SH. Relation between water content in acetone/alcohol-based primer and interfacial ultrastructure. *J Dent.* 1998; 26: 147-56.
61. Simonsen RJ, Neal RC. A review of the clinical application and performance of pit and fissure sealants. *Aust Dent.* 2011; 56: 45-58.

62. Weerheijm KL, Van Amerongen WE, Eggink CO. The clinical diagnosis of occlusal caries: a problem. *ASDC J Dent Child*. 1989; 56: 196-200.
63. Tam LE, McComb D. Diagnosis Of occlusal caries: part II. Recent diagnostic technologies. *J Can Dent Assoc*. 2001; 67: 459-63.
64. Lussi A, Imwinkelried S, Pitts N, Longbottom C, Reich E. Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res*. 1999; 33: 261-6.
65. Ferreira Zandona AG, Analoui M, Beiswanger BB, Isaacs RL, Kafrawy AH, Eckert GJ, Stookey GK. An in vitro comparison between laser fluorescence and visual examination for detection of demineralization in occlusal pits and fissures. *Caries Res*. 1998; 32: 210-8.
66. Korkut B, Tağtekin DA, Yanıkoğlu FC. Early diagnosis of dental caries and new diagnostic methods: QLF, diagnodent electrical conductance and ultrasonic system. *EÜ Dişhek Fak Derg*. 2011; 32: 55-67.
67. Ekstrand KR, Ricketts DN, Kidd EA. Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth of the occlusal surface: an in vitro examination. *Caries Res*. 1997; 31: 224-31.
68. Ten Bosch JJ, Van Der Mei HC, Borsboom PC. Optical monitor of in vitro caries. A comparison with chemical and microradiographic determination of mineral loss in early lesions. *Caries Res*. 1984; 18: 540-7.
69. Bader JD, Shugars DA. A systematic review of the performance of a laser fluorescence device for detecting caries. *J Am Dent Assoc*. 2004; 135: 1413-26.
70. Angmar-Mansson BE, al-Khateeb S, Tranaeus S. Caries diagnosis. *J Dent Educ*. 1998; 62: 771-80.
71. Ikeda T, De Munck J, Shirai K, Hikita K, Inoue S, Sano H, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Effect of evaporation of primer components on

- ultimate tensile strengths of primer-adhesive mixture. *Dent Mater.* 2005; 21: 1051–8.
72. Bin-Shuwaish M, Yaman P, Dennison J, Neiva G. The correlation of DIFOTI to clinical and radiographic images in class II carious lesions. *J Am Dent Assoc.* 2008; 139: 1374-81.
73. Schneiderman A, Elbaum M, Shultz T, Keem S, Greenebaum M, Driller J. Assessment of dental caries with Digital Imaging Fiber-Optic Transillumination (DIFOTI): in vitro study. *Caries Res.* 1997; 31: 103-10.
74. Bühler C, Ngaotheppitak P, Fried D. Imaging of occlusal dental caries (decay) with near-IR light at 1310-nm. *Opt Express.* 2005; 13: 573-82.
75. Perdigao J, Sezinando A, Monteiro PC. Effect of substrate age and adhesive composition on dentin bonding. *Oper Dent.* 2013 ;38: 267-74.
76. Perdigao J, Loguercio AD. Universal or multi-mode adhesives: Why and how? *J Adhes Dent.* 2014; 16: 193-4.
77. Hicks J, Flaitz CM. Pit Ve Fissür Örtücüler Ve Konservatif Adeziv Restorasyonlar: Bilimsel Ve Klinik Temeller. In: Pinkham JR, Casamassimo PS, Mctigue DJ, Nowak AJ, editor. Çocuk Diş Hekimliği: Bebeklikten Ergenliğe. Ankara: Atlas Kitapçılık; 2009. p. 520-26.
78. Knight GM, McIntyre JM, Craig GG, Mulyani-Zilm PS, Gully NJ. Differences between normal and demineralized dentine pretreated with silver fluoride and potassium iodide after an in vitro challenge by streptococcus mutans. *Aust Dent J.* 2007; 52: 16–21.
79. Llodra JC, Rodriguez A, Ferrer B, Menardia V, Ramos T, Morato M. Efficacy of silver diamine fluoride for caries reduction in primary teeth and first permanent molars of schoolchildren: 36-month clinical trial. *J Dent Res.* 2005; 84: 721–4.

80. Milgrom P, Chi DI. Prevention-centered caries management strategies during critical periods in early childhood. *J Calif Dent Assoc.* 2011; 39: 735–41.
81. Chu CH, Lo EC, Lin HC. Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children. *J Dent Res.* 2002; 81: 767–70.
82. Mei ML, Chu CH, Low KH, Che CM, Lo EC. Caries arresting effect of silver diamine fluoride on dentine carious lesion with *S. mutans* and *L. acidophilus* dual-species cariogenic biofilm. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2013; 18: 824-31.
83. Liu BY, Lo EC, Chu CH, Lin HC. Randomized trial on fluorides and sealants for fissure caries prevention. *J Dent Res.* 2012; 91: 753-8.
84. Monse B, Heinrich-Weltzien R, Mulder J, Holmgren C, Van Palenstein Helderma Wh. Caries preventive efficacy of silver diammine fluoride (SDF) and ART sealants in a school-based daily fluoride toothbrushing program in the Philippines. *BMC Oral Health.* 2012; 12: 52.
85. Wei SH, Soboroff DM, Wefel JS. Effects of titanium tetrafluoride on human enamel. *J Dent Res.* 1976; 55: 426–31.
86. Hals E, Tveit Ab, Tötdal B, Isrenn R. Effect of NaF, TiF₄ and APF solutions on root surfaces in vitro, with special reference to uptake of F. *Caries Res.* 1981; 15: 468–76.
87. Mccann HG, Brudevold F. The Mechanism Of The Caries Inhibiting Effect Of Fluoride. In: Kreshover SJ, McClure FJ, editor. *Environmental Variables in Oral Disease.* Washington: Am Assoc Science; 1966. p. 103.
88. Skartveit L, Selvig KA, Tveit AB. Root surface reactions to TiF₄ and SnF₂ solutions in vitro. An ultrastructural study. *Acta Odontol Scand.* 1991; 49: 183–90.
89. Tveit AB, Selvig KA. In vivo recalcification of dentin demineralized by citric acid. *Scand J Dent Res.* 1981; 89: 38–42.

90. Pedro Rde L, Pomarico L, Villardi M, Maia LC. Adverse effects associated with the clinical use of 4% TiF₄ on teeth enamel: case report. *Compend Contin Educ Dent*. 2011; 32: 66-8.
91. Büyükyılmaz T, Sen BH, Ogaard B. Retention of titanium tetrafluoride (TiF₄), used as fissure sealant on human deciduous molars. *Acta Odontol Scand*. 1997; 55: 73-8.
92. Wahengbam P, Tikku AP, Lee WB. Role of titanium tetrafluoride (TiF₄) in conservative dentistry: A systematic review. *J Conserv Dent*. 2011; 14: 98-102.
93. Choudhary P, Tandon S, Ganesh M, Mehra A. Evaluation of the remineralization potential of amorphous calcium phosphate and fluoride containing pit and fissure sealants using scanning electron microscopy. *Indian J Dent Res*. 2012; 23: 157-63.
94. Kishor A, Goswami M, Chaudhary S, Manuja N, Arora R, Rallan M. Comparative evaluation of retention ability of amorphous calcium phosphate containing and illuminating pit & fissure sealants in 6-9 year old age group. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2013; 31: 159-64.
95. Braga MM, Mendes FM, De Benedetto MS, Imperato JC. Effect of silver diammine fluoride on incipient caries lesions in erupting permanent first molars: A pilot study. *J Dent Child*. 2009; 76: 28-33.
96. Skrtic D, Hailer AW, Antonucci JM, Takagi S, Eanes ED. Quantitative assessment of the efficacy of amorphous calciumphosphate/methacrylate composites in remineralizing caries-like lesions artificially produced in bovine enamel. *Jdent Res*. 1996; 75: 1679-86.
97. Abu-Naba'a L, Al Shorman H, Holmes J, Peterson L, Tagami J, Lynch E. Evidence-Based Research Into Ozone Treatment In Dentistry: An Overview. In: Lynch E, editor. *Ozone: The Revolution In Dentistry*. London: Quintessence Publishing; 2004. p. 73-115.

98. Sudjalim TR, Woods MG, Manton DJ, Reynolds EC. Prevention of demineralization around orthodontic brackets in vitro. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 131: 705.
99. Mount GJ. *An Atlas Of Glass-Ionomer Cements; A Clinician's Guide.* 3rd ed. London: Martin Dunitz Ltd; 2002.
100. Lee H, Ocumpaugh DE, Swartz M. Sealing of developmental pits and fissures. II. Fluoride release from flexible fissure sealers. *J Dent Res.* 1972; 51: 183-90.
101. Gökalp A. Fissür örtücüler. *SÜ Dişhek Fak Derg.* 1991; 1: 33- 39.
102. Hyatt TP. Prophylactic odontotomy. *The Dental Cosmos.* 1923; 65: 234-241.
103. Bodecker CF. The eradication of enamel fissures. *Dent Items Int.* 1929; 51: 859-86.
104. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2011; 27: 17-28.
105. Cehreli SB, Eminkahyagil N. Effect of active pretreatment of self-etching primers on the ultramorphology of intact primary and permanent tooth enamel. *J Dent Child.* 2006; 73: 86–90.
106. Craig RG. *Restorative dental materials.* St. Louis: Mosby Elseiver; 2002.
107. McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int.* 1994; 25: 587-9.
108. Bowen RI. Composite and sealant resins-past, present and future. *Pediatr Dent Mar.* 1989; 4: 10-15.
109. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Tay FR, Kaga M, Kudou Y, Oguchi H, Kubota M. Micromorphological changes in resin-dentin bonds after 1 year of water storage. *J Biomed Mater Res.* 2002; 63: 306-11.

110. Amaechi BT, Higham SM. In vitro remineralisation of eroded enamel lesions by saliva. *J Dent.* 2001; 29: 371-6.
111. Perdigao J, Sezinando A, Monteiro PC. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *Am J Dent.* 2012; 25: 153-8.
112. Avinash J, Marya CM, Dhingra S, Gupta P, Kataria S, Meenu HPB. Pit and fissure sealants: an unused caries prevention tool. *J Oral Health Comm Dent.* 2010; 4: 1-6.
113. Amussen E, Peultzfeldt A. Influence Of UDMA, Bis-GMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. *Dent Mater.* 1998; 14: 51-56.
114. Schwengberg S, Bohlen H, Kleinsasser N, Kehec K, Seiss M, Walther UI. In vitro embryotoxicity assessment with dental restorative materials. *J Dent.* 2005; 33: 49–55.
115. Atkinson JC, Diamond F, Eichmiller F, Selwitz R, Jones G. Stability of bisphenol A, triethylene-glycol dimethacrylate, and bisphenol A dimethacrylate in whole saliva. *Dent Mater.* 2002; 18: 128-35.
116. Barszczewska-Rybarek IM. Structure-property relationships in dimethacrylate networks based on Bis-GMA, UDMA and TEGDMA. *Dent Mater.* 2009; 25: 1082-89.
117. Soderholm KJ, Mariotti A. Bis-GMA based resins in dentistry: are they safe? *J Am Dent Assoc.* 1999; 130: 201-9.
118. Fung EY, Ewoldsen NO, St Germain HA, Marx DB, Miaw CL, Siew C. Pharmacokinetics of bisphenol A released from a dental sealant. *J Am Dent Assoc.* 2000; 131: 51-8.
119. Kuhnisch J, Mansmann U, Heinrich-Weltzien R, Hickel R. Longevity of materials for pit and fissure sealing-results from a meta-analysis. *Dent Mater.* 2012; 28: 298-303.
120. Welbury R, Raadal M, Lygidakis NA. EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. *Eur J Paediatr Dent.* 2004; 5: 179-84.

121. Yoshida Y, Yoshihara K, Hayakawa S, Nagaoka N, Okihara T, Matsumoto T. HEMA inhibits interfacial nano-layering of the functional monomer MDP. *J Dent Res.* 2012; 91: 1060–5.
122. Dunn WJ, Bush AC. A Comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen based light curing units. *J Am Dent Assoc.* 2002; 133: 335-41.
123. Morphis TL, Toumba KJ, Lygidakis NA. Fluoride pit and fissure sealants: a review. *Int J Paediatr Dent.* 200; 10: 90-8.
124. Derkson GD, Pashley DH, Derkson ME. Microleakage measurement of selected restorative materials: a new in vitro method. *J Prosthet Dent.* 1986; 56: 435-40.
125. Das UM. Bonding agents in pit and fissure sealants: a review. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2009; 2: 1-6.
126. Hicks MJ, Flaitz CM, Garcia-Godoy F. Fluoride-releasing sealant and caries-like enamel lesion formation in-vitro. *J Clin Pediatr Dent.* 2000; 24: 215-19.
127. Nakabayashi N, Pashley DH. Acid conditioning and hybridization of substrates. *Hybridization of dental hard tissues.* Osaka: Quintessence Publishing; 1998. p. 37-56.
128. Seemann R, Klück I, Bizhang M, Roulet JF. Secondary caries-like lesions at fissure sealings with Xeno III and Delton: an in vitro study. *J Dent.* 2005; 33: 443-49.
129. Salar DV, Garcia-Godoy F, Flaitz CM, Hicks MJ. Potential inhibition of demineralization in vitro by fluoride-releasing sealants. *J Am Dent Assoc.* 2007; 138: 502-6.
130. Garcia-Godoy F, Abarzua I, De Goes MF, Chan DC. Fluoride release from fissure sealants. *J Clin Pediatr Dent.* 1997; 22: 45-9.

131. Locker D, Jokovic A. Prevention. Part 8: The use of pit and fissure sealants in preventing caries in the permanent dentition of children. *Br Dent J.* 2003; 195: 375–8.
132. Hannig M, Grafe A, Atalay S, Bott B. Microleakage and SEM evaluation of fissure sealants placed by use of self-etching priming agents. *J Dent.* 2004; 32: 75-81.
133. Jensen OE, Billings RJ, Featherstone JD. Clinical evaluation of fluroshield pit and fissure sealant. *Clin Prev Dent.* 1990; 12: 24-27.
134. Kiremitçi A, Gökalp S. Dentinin ıslanma kritik yüzey gerilimi üzerine dört adeziv sisteminin etkisi. *H Ü Dis Hek Fak Derg.* 1998; 22: 47-52.
135. Ripa LW. Sealants revisited: an update of the effectiveness of pit-and-fissure sealants. *Caries Res.* 1993; 27: 77-82.
136. Feldens EG, Feldens CA, De Araujo FB, Souza MA. Invasive technique of pit and fissure sealants in primary molars: a SEM study. *J Clin Pediatr Dent.* 1994; 18: 187-90.
137. Subramaniam P, Babu KL, Naveen HK. Effect of tooth preparation on sealant success: an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent.* 2009; 33: 325-31.
138. Osorio E, Osorio R, Davıdenko N, Sastre R, Agular JA, Toledano M. Polymerization kinetics and mechanical characterization of new formulations of light-cured dental sealants. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2007; 80: 18-24.
139. Torii Y, Itou K, Hikasa R, Iwata S, Nishitani Y. Enamel tensile bond strength and morphology of resin–enamel interface created by acid etching system with or without moisture and self-etching priming system. *J Oral Rehabil.* 2002; 29: 528-33.
140. Duangthip D, Lussi A. Variables contributing to the quality of fissure sealants used by general dental practitioners. *Oper Dent.* 2003; 28: 756-64.

141. Boksman L, Mcconnell RJ, Carson B, Mccutcheon-Jones EF. A 2-year clinical evaluation of two pit and fissure sealants placed with and without the use of a bonding agent. *Quintessence Int.* 1993; 24: 131-133.
142. Perdigao J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am.* 2007; 51: 333-57.
143. Barnes DM, Kihn P, Von Fraunhofer JA, Elsbach A. Flow characteristics and sealing ability of fissure sealants. *Oper Dent.* 2000; 25: 306-10.
144. Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J.* 1972; 132: 133-5.
145. Mount GJ. *An Atlas Of Glass-Ionomer Cements; A Clinician's Guide* 3rd ed. London: Martin Dunitz Ltd; 2002.
146. Celiberti P, Lussi A. Use of a self-etching adhesive on previously etched intact enamel and its effect on sealant microleakage and tag formation. *J Dent* 2005; 33: 163-71.
147. McLean JW. Clinical applications of glass-ionomer cements. *Oper Dent.* 1992; 5: 184-90.
148. Perry AO, Rueggeberg FA. The effect of acid primer or conventional acid etching on microleakage in a photoactivated sealant. *Pediatr Dent* 2003; 25: 127-31.
149. Aw TC, Lepe X, Johnson GH, Mancini L. One year clinical evaluation of an ethanol-based and a solvent-free dentin adhesive. *Am J Dent.* 2004; 17: 451-6.
150. Williams B, Laxton L, Holt DR, Winter GB. A 4-year clinical trial comparing an experimental glass polyalkenoate cement with a bis glycidyl metacrylate resin used as fissure sealants. *Br Dent J.* 1996; 180: 104-8.

151. Cehreli ZC, Kecik D, Kocadereli I. Effect of self-etching primer and adhesive formulations on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 127: 573-9.
152. Leinfelder KF. Current developments in dentin bonding systems: major progress found in today's product. *J Am Dent Assoc.* 1993; 124: 40-2.
153. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater.* 2005; 21: 864–81.
154. Komatsu H, Shimokobe H, Kawakami S, Yoshimura M. Caries preventive effect of glass ionomer sealant reapplication: study presents three-year results. *J Am Dent Assoc.* 1994; 125: 543-9.
155. Subramaniam P, Konde S, Mandanna DK. Retention of a resin-based sealant and a glass ionomer used as a fissure sealant: a comparative clinical study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2008; 26: 114-20.
156. Yip HK, Smales RJ. Glass ionomer cements used as fissure sealants with the atraumatic restorative treatment (ART) approach: review of literature. *Int Dent J.* 2002; 52: 67-70.
157. Taifour D, Frencken JE, van't Hof MA, Beiruti N, Truin GJ. Effects of glass ionomer sealants in newly erupted first molars after 5 years: a pilot study. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2003; 31: 314-9.
158. Van Meerbeek B, Peumans M, Verschueren M, Gladys S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Clinical status of ten dentin adhesive systems. *J Dent Res.* 1994; 73: 1690-702.
159. Gwinnett AJ. Human prismless enamel and its influence on sealant penetration. *Arch Oral Biol.* 1973; 18: 441-4.
160. Nalbant AD. Rezin modifiye cam iyonomer simanlar. *G Ü Dişhek. Fak. Derg.* 2002; 19: 47-51.

161. Burrow MF, Burrow JF, Makinson OF. Pits and fissures: etch resistance in prismless enamel walls. *Aust Dent J.* 2001; 46: 258-62.
162. Koshiro K, Sidhu SK, Inoue S, Ikeda T, Sano H. New concept of resin-dentin interfacial adhesion: the nanointeraction zone. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2006; 77: 401-8.
163. Hallett KB, Garcia-Godoy F. Microleakage of resin-modified glass ionomer cement restorations: an in vitro study. *Dent Mater.* 1993; 9: 306-11.
164. Aranda M, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of the retention and wear of a light-cured pit and fissure glass ionomer sealant. *J Clin Pediatr Dent.* 1995; 19: 273-7.
165. Pereira AC, Pardi V, Basting RT, Meneghim MC, Pinelli C, Ambrosano GMB. Clinical evaluation of glass ionomers used as fissure sealants: twenty four month results. *J Den. Child.* 2001; 68: 168-73.
166. Pardi V, Pereira AC, Mialhe FL, Meneghim MC, Ambrosano GM. A 5-year evaluation of two glass ionomer cements used as fissure sealants. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2003; 31: 386-91.
167. Pardi V, Pereira AC, Ambrosano GM, Meneghim Mde C. Clinical Evaluation Of Three Different Materials Used As Pit And Fissure Sealant: 24-Months Results. *J Clin Pediatr Dent.* 2005; 29: 133-7.
168. Baseggio W, Naufel FS, Davidoff DC, Nahsan FP, Flury S, Rodrigues JA. Caries-preventive efficacy and retention of a resin-modified glass ionomer cement and a resin based fissure sealant: a 3-year split-mouth randomised clinical trial. *Oral Health Prev Dent.* 2010; 8: 261-8.
169. Oliveira FS, Da Silva SM, Machado MA, Bijella MF, Lima JE, Abdo RC. Resin-modified glass ionomer cement and a resin-based material as occlusal sealants: a longitudinal clinical performance. *J Dent Child.* 2008; 75: 134-43.

170. Pereira AC, Pardi V, Mialhe FL, Meneghim MC, Basting RT, Werner CW. Clinical evaluation of a polyacid-modified resin used as a fissure sealant: 48-month results. *Am J Dent.* 2000; 13: 294-6.
171. Pardi V, Pereira AC, Mialhe FL, Meneghim MC, Ambrosano GM. Six-year clinical evaluation of polyacid-modified composite resin used as a fissure sealant. *J Clin Pediatr Dent.* 2004; 28: 257-60.
172. Güngör HC, Altay N, Alpar R. Clinical evaluation of a polyacid-modified resin composite-based fissure sealant: two-year results. *Oper Dent.* 2004; 29: 254-60.
173. Ram D, Mamber E, Fuks AB. Clinical performance of a non-rinse conditioning sealant in three paediatric dental practices: a retrospective study. *Int J Paediatr Dent.* 2005; 15: 61-6.
174. Yakut N, Sönmez H. Resin composite sealant vs. polyacid-modified resin composite applied to post eruptive mature and immature molars: two year clinical study. *J Clin Pediatr Dent.* 2006; 30: 215-8.
175. Nicholson JW. Polyacid-modified composite resins ("compomers") and their use in clinical dentistry. *Dent Mater.* 2007; 23: 615-22.
176. Marchesi G, Frassetto A, Mazzoni A, Apolonio F, Diolosà M, Cadenaro M, Di Lenarda R, Pashley DH, Tay F, Breschi L. Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study. *J Dent.* 2014; 42: 603-12.
177. Dunn JR. IBond: the seventh-generation, one-bottle dental bonding agent. *Compend Contin Educ Dent.* 2003; 24: 14-8.
178. Wolter H, Storch W, Ott H. New inorganic / organic copolymers (ormocers) for dental applications. *Mat Res Soc Symp Proc.* 1994;143-9.
179. Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O, Lussi A. Composite materials: composition, properties and clinical applications. a literature review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2010;120(11):972-86.

180. Kournetas N, Chakmakchi M, Kakaboura A, Rahiotis C, Geis-Gerstorfer J. Marginal and internal adaptation of class II ormocer and hybrid resin composite restorations before and after load cycling. *Clin Oral Investig.* 2004; 8: 123-9.
181. Bottenberg P, Jacquet W, Alaerts, Keulemans F. A prospective randomized clinical trial of one bis-gma-based and two ormocer-based composite restorative systems in class II cavities: five-year results. *J Dent.* 2009; 37: 198–203.
182. Güler C, Yılmaz Y. A two-year clinical evaluation of glass ionomer and ormocer based fissure sealants. *J Clin Pediatr Dent.* 2013; 37: 263-7.
183. Yılmaz Y, Beldüz N, Eyüboğlu O. A two-year evaluation of four different fissure sealants. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2010; 11: 88-92.
184. De Munck J, Mine A, Poitevin A, Van Ende A, Cardoso MV, Van Landuyt KL. Meta-analytic review of parameters involved in dentin bonding. *J Dent Res.* 2012; 91: 351–7.
185. Mali P, Deshpande S, Singh A. Microleakage of restorative materials: an in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2006; 24: 15-8.
186. Dionysopoulos D, Sfeikos T, Tolidis K. Fluoride release and recharging ability of new dental sealants. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2015; 12: 1-7.
187. Mohan N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: A systematic review. *Dent Mater.* 2005; 21: 895-910.
188. Morais PMR, Rodrigues JR, Pimenta LAF. Quantitative microleakage evaluation around amalgam restorations with different treatments on cavity walls. *Oper Dent.* 1999; 24: 217-22.
189. Van Meerbeek B, De Munch J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore Memorial Lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent.* 2003; 28: 215-35.

190. Erbaş Ünverdi G. Daimi dişlerde farklı adeziv sistemler kullanılarak uygulanan pit ve fissür örtücülerin klinik başarılarının değerlendirilmesi. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara; 2015.
191. Kimyai S, Lottipour F, Pourabbas R, Sadr A, Nikazar S, Milani M. Effect of two prophylaxis methods on adherence of *Streptococcus mutans* to microfilled composite resin and giomer surfaces. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011; 16: 561-7.
192. Yoshida Y, Van Meebeek B, Nakayama Y, Yoshioka M, Snauwaert J, Abe Y, Lambrechts P, Vanherle G, Okazaki M. Adhesion and decalcification of hydroxyapatite by carboxylic acids. *J Dent Res* 2001; 80: 1565-9.
193. Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donly K, Feigal R, Gooch B, İsmail A, Kohn W, Siegal M, Simonsen R. Evidence-based clinical recommendations for the use of pit and fissure sealants: a report of American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc*. 2008; 139: 257-68.
194. Retief DH. Do adhesives prevent microleakage? *Int Dent J* 1994; 44: 19-26.
195. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Davidson CL. Effect of two etching times on the sealing ability of clearfil liner bond 2 in class V restorations. *Am J Dent*. 1997; 10: 66-70.
196. Yap AU, Ng SC, Siow KS. Soft-start polymerization: influence on effectiveness of cure and post-gel shrinkage. *Oper Dent* 2001; 26: 260-6.
197. Barnes DM, Thompson VP, Blank LW, McDonald NJ. Microleakage of class 5 composite resin restorations: a comparison between in vivo and in vitro. *Oper Dent*. 1993; 18: 237-45.

198. Türkün LŞ, Ergücü, Z. Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerin karşılaştırılması. GÜ Dişhek Fak Derg. 2004; 21: 143-51.
199. Bauer JG, Henson JL. Microleakage: a measure of the performance of direct filling materials. Oper Dent. 1984; 9: 2-9.
200. Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. J Dent 1992; 20: 3-10.
201. Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, De Munck J. Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. J Dent. 2012; 40: 475-84.
202. Hickel R, Roulet JF, Bayne S, Heintze SD, Mjor IA, Peters M. Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. Clin Oral Investig 2007; 11: 5-33.
203. Wendt SL, McInnes PM, Dickinson GL. The effect of thermocycling in microleakage analysis. Dent Mater. 1992; 8: 181-4.
204. Mena-Serrano AP, Kose C, De Paula EA, Tay LY, Reis A, Loguercio AD, Perdigão J. A new universal simplified adhesive: 6-month clinical evaluation. J Esthet Restor Dent. 2013; 25: 55-69.
205. Perdigao J, Kose C, Mena-Serrano AP, De Paula EA, Tay LY, Reis A, Loguercio AD. A new universal simplified adhesive: 18-month clinical evaluation. Oper Dent. 2014; 39: 113-27.
206. Pashley EL, Tao L, Mackert JR, Pashley DH. Comparison of in vitro and in vivo bonding of composite resin to the dentin of canine teeth. J Dent Res. 1998; 67: 467-70.
207. Croll TP. Simplified resin-based composite sealant. ASDC J Dent Child. 2000; 67: 182-5.
208. Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. Am J Dent. 1991; 4: 231-236.

209. Frankenberger R, Lohbauer U, Roggendorf MJ. Selective enamel etching reconsidered: better than etch-and-rinse and self-etch? *J Adhes Dent.* 2008; 10: 339-44.
210. Bayne SC, Schmalz G. Reprinting the classic article on USPHS evaluation methods for measuring the clinical research performance of restorative materials. *Clin Oral Investig.* 2005; 9: 209-14.
211. Ryge G. Clinical criteria. *Int Dent J.* 1980; 30: 347-58.
212. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Eight-year clinical evaluation of a two-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dent Mater.* 2010; 26: 1176–84.
213. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater.* 2008; 24: 90–101.
214. Hashimoto M. A review: micromorphological evidence of degradation in resin-dentin bonds and potential preventional solutions. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2010; 92: 268–80.
215. Douglas WH, Chen CJ, Craig RG. Neutron activation analysis of microleakage around a hydrophobic composite restorative. *J Dent Res.* 1980; 59: 1507-10.
216. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent.* 1997; 22: 173-85.
217. Torii Y, Itou K, Nishitani Y, Ishikawa K, Suzuki K. Effect of phosphoric acid etching prior to self-etching primer application on adhesion of resin composite to enamel and dentin. *American Journal Of Dentistry.* 2002; 15: 305-8.
218. Johnson WT, Zakariasen KL. Spectrophotometric analysis of microleakage in the fine curved canals found in the mesial roots of mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1983; 56: 305-9.

219. Raskin A, Tassery H, D'Hoore W, Gonthier S, Vreven J, Degrange M, et al. Influence of the number of sections on reliability of in vitro microleakage evaluations. *Am J Dent*. 2003; 16: 207-10.
220. Ayyıldız S, Yüzügüllü B. Dişhekimliğinde mikrosızıntı ve inceleme yöntemleri. *Atatürk Üniv DişHek Fak Derg*. 2009; 19: 219-26.
221. Shortall AC. Microleakage, marginal adaptation and composite resin restorations. *Br Dent J*. 1982; 153: 223-7.
222. Gwinnett JA, Tay FR, Pang KM, Wei SH. Comparison of three methods of critical evaluation of microleakage along restorative interfaces. *J Prosthet Dent*. 1995; 74: 575-85.
223. Gale MS, Darvell BW, Cheung GS. Three-dimensional reconstruction of microleakage pattern using a sequential grinding technique. *J Dent*. 1994; 22: 370-5.
224. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent*. 2014; 42: 800-7.
225. Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NH. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent*. 2013; 41: 404–11.
226. Amarante de Camargo DA, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L, de Sousa Neto MD, Consani S. Influence of the methodology and evaluation criteria on determining microleakage in dentin-restorative interfaces. *Clin Oral Investig*. 2006; 10: 317-23.
227. Bowen RL. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. II. Bonding to dentin promoted by a surface-active comonomer. *J Dent Res*. 1965; 44: 895-902.
228. KN Jyothi, S Annapurna, CM Jayashankara. Clinical evaluation of giomer- and resin-modified glass ionomer cement in class v noncarious cervical lesions: an in vivo study. *J Conserv Dent*. 2011; 14: 409–13.

229. Dietrich T, Kraemer M, Losche GM, Roulet J. Marginal integrity of large compomer class II restorations with cervical margins in dentine. *J Dent.* 2000; 28: 399-405.
230. Pitts NB. Diagnostic tools and measurements--impact on appropriate care. *Community Dentistry And Oral Epidemiology.* 1997; 25: 24-35.
231. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *Lancet.* 2007; 369: 51-9.
232. Imazato S. Antibacterial Activity Of Composite Resins Containing S-PRG Filler. Giomer MICD International Advasior Meeting, Kyoto, Japan. 2012. Available from:
http://shofu.de/uploads/tx_shofuproducts/downloads/Giomer-MiCD_English_2014-02-13_03.pdf
233. De Magalhaes CS, Serra MC, Rodrigues Junior AL. Volumetric microleakage assessment of glass-ionomer-resin composite hybrid materials. *Quintessence Int.* 1999; 30: 117-21.
234. Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res.* 1992; 71: 1530-40.
235. Wenzel A. A review of dentists' use of digital radiography and caries diagnosis with digital systems. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006; 35: 307-14.
236. Raskin A, D'Hoore W, Gonthier S, Degrange M, Dejoux J. Reliability of in vitro microleakage tests: a literature review. *J Adhes Dent.* 2001; 3: 295-308.
237. Rhome BH, Solomon EA, Rabinowitz JL. Isotopic evaluation of the sealing properties of lateral condensation, vertical condensation, and hydron. *J Endod.* 1981; 7: 458-61.
238. Burke FJ, Mccaughey AD. The four generations of dentin bonding. *Am J Dent.* 1995; 8: 88-92.
239. Van Meerbeek B, Inoue S, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. Enamel and dentin adhesion. In: Summitt JB, Robbins JW, Schwartz

- RS, editor. *Fundamentals of Operative Dentistry*. Chicago: Quintessence Pub; 2001. p. 178-235.
240. Reddy MS, Jeffcoat MK. Digital subtraction radiography. *Dent Clin North Am*. 1993; 37: 553-65.
241. Komfield B. Study of clinical behaviour of resins in operative dentistry. *J Dent Res*. 1953; 32: 714-15.
242. Maupome G, Pretty IA. A closer look at diagnosis in clinical dental practice: part 4. effectiveness of nonradiographic diagnostic procedures and devices in dental practice. *J Can Dent Assoc*. 2004; 70: 470-4.
243. Leinfelder KF, O'Neal SJ, Mueninghoff LA. Use of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ for measuring microleakage. *Dent Mater*. 1986; 2: 121-4.
244. McComb D, Tam LE. Diagnosis of occlusal caries: part I. Conventional methods. *J Can Dent Assoc*. 2001; 67: 454-7.
245. Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ Jr. *Sturdevant's Art And Science Of Operative Dentistry*. St. Louis: Elsevier Mosby; 2005.
246. Cox CF. Evaluation And Treatment Of Bacterial Microleakage. *Am J Dent*. 1994; 7: 293-5.
247. Delivanis PD, Chapman KA. Comparison and reliability of techniques for measuring leakage and marginal penetration. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1982; 53: 410-6.
248. Pradelle-Plasse N, Wenger F, Picard B, Colon P. Evaluation of microleakage of composite resin restorations by an electrochemical technique: the impedance methodology. *Dent Mater*. 2004; 20: 425-34.
249. Wenzel A. Digital radiography and caries diagnosis. *Dentomaxillofac Radiol*. 1998; 27: 3-11.
250. Zivkovic S BS, Pavlica D. Bacterail penetration of restored cavities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2001; 34: 547-53.

251. Piva E, Meinhardt L, Demarco FF, Powers JM. Dyes For Caries Detection: Influence On Composite And Compomer Microleakage. *Clin Oral Investig*. 2002; 6: 244-8.
252. Eick JD, Cobb CM, Chappell RP, Spencer P, Robinson SJ. The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. Part I. *Quintessence Int*. 1991; 22: 967-77.
253. Huang GT, Söderholm KJ. In vitro investigation of shear bond strength of a phosphate based dentinal bonding agent. *Scand J Dent Res*. 1989; 97: 84-92.
254. Swift EJ Jr. Swift. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatric Dentistry*. 2002; 24: 456-61.
255. Ferreira Zandona AG, Analoui M, Beiswanger BB. An in vitro comparison between laser fluorescence and visual examination for detection of demineralization in occlusal pits and fissures. *Caries Res* 1998; 32: 210-8.
256. Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ. A systematic review of the performance of methods for identifying carious lesions. *J Public Health Dent* 2002; 62: 201-13.
257. Kakaboura A, Rahiotis C, Watts D, Silikas N, Eliades G. 3D-marginal adaptation versus setting shrinkage in light-cured microhybrid resin composites. *Dent Mater*. 2007; 23: 272-8.
258. Papadogiannis D, Kakaboura A, Palaghias G, Eliades G. Setting characteristics and cavity adaptation of low-shrinking resin composites. *Dent Mater*. 2009; 25: 1509-16.
259. Tyas MJ. Cariostatic effect of glass ionomer cement: a five-year clinical study. *Aust Dent J*. 1991; 36: 236-9.
260. Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR. Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. *Int Endod J*. 1994; 27: 233-8.

261. Ikemura K, Tay FR, Endo T, Pashley DH. A review of chemical-approach and ultramorphological studies on the development of fluoride-releasing dental adhesives comprising new pre-reacted glass ionomer (PRG) fillers. *Dent Mater J.* 2008; 27: 315-39.
262. Asmussen E, Munksgaard EC. Bonding of restorative materials to dentin: status of dentin adhesives and impact on cavity design and filling techniques. *Int Dent J.* 1988; 38: 97-104.
263. Itota T, Torii Y, Nakabo S, Tashiro Y, Konishi N, Nagamine M, Yoshiyama M. Effect of fluoridereleasing adhesive system on decalcified dentin. *J Oral Rehabil.* 2003; 30: 178-83.
264. Ricketts DN, Kidd EA, Smith BG, Wilson RF. Clinical and radiographic diagnosis of occlusal caries: a study in vitro. *J Oral Rehab.* 1995; 22: 15-20.
265. Kidd EA, Ricketts DN, Pitts NB. Occlusal caries diagnosis: a changing challenge for clinicians and epidemiologists. *J Dent.* 1993; 21: 323-31.
266. Alexieva C. Character of the hard tooth tissue-polymer bond. II. Study of the interaction of human tooth enamel and dentin with N-phenylglycine-glycidyl methacrylate adduct. *J Dent Res.* 1979; 58: 1884-6.
267. Månson-Rahemtulla B, Retief DH, Jamison HC. Effect of concentrations of phosphoric acid on enamel dissolution. *J Prosthet Dent.* 1984; 51: 495-8.
268. Lussi A. Comparison of different methods for the diagnosis of fissure caries without cavitation. *Caries Re.* 1993; 27: 409-16.
269. Berkmeier WW, Cooley RL. Laboratory evaluation of adhesive systems. *Oper Dent.* 1992; 5: 50-6.
270. Okuyama K, Murata Y, Pereira PN, Miguez PA, Komatsu H, Sano H. Fluoride release and uptake by various dental materials after fluoride application. *Am J Dent.* 2006; 19: 123-7.

271. Itota T, Carrick TE, Yoshiyama M, McCabe JF. Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dent Mater.* 2004; 20: 789-95.
272. Dhull KS, Nandlal B. Effect of low-concentration daily topical fluoride application on fluoride release of giomer and compomer: an in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2011; 29: 39-45.
273. Dhull KS, Nandlal B. Comparative evaluation of fluoride release from PRG-composites and compomer on application of topical fluoride: an in-vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2009; 27: 27-32.
274. Yap AU, Tham SY, Zhu LY, Lee HK. Short-term fluoride release from various aesthetic restorative materials. *Oper Dent.* 2002; 27: 259-65.
275. Angnes V, Angnes G, Batisttella M, Grande RH, Loguercio AD, Reis A. Clinical effectiveness of laser fluorescence, visual inspection and radiography in the detection of occlusal caries. *Caries Res.* 2005; 39: 490-5.
276. Mohamed-Tahir MA, Tan HY, Woo AA, Yap AU. Effects of pH on the microhardness of resin-based restorative materials. *Oper Dent.* 2005; 30: 661-6.
277. Kaga M, Kakuda S, Ida Y, Toshima H, Hashimoto M, Endo K, Sano H. Inhibition of enamel demineralization by buffering effect of S-PRG filler-containing dental sealant. *Eur J Oral Sci* 2014; 122: 78–83.
278. Lopes GC, Thys DG, Klaus P, Oliveira GM, Widmer N. Enamel acid etching: a review. *Compend Contin Educ Dent.* 2007; 28: 18-24.
279. Mousavinasab SM, Meyers I. Fluoride release by glass ionomer cements, compomer and giomer. *Dent Res J (Isfahan).* 2009; 6: 75-81.
280. Naoum S, Ellakwa A, Martin F, Swain M. Fluoride release, recharge and mechanical property stability of various fluoride-containing resin composites. *Oper Dent.* 2011; 36: 422-32.

281. Featherstone JD. Dental Caries: A Dynamic Disease Process. Aust Dent J. 2008; 53: 286-91.
282. Gordan VV, Blaser PK, Watson RE, Mjör IA, McEdward DL, Sensi LG, Riley JL 3rd. A clinical evaluation of a giomer restorative system containing surface prereacted glass ionomer filler: results from a 13-year recall examination. J Am Dent Assoc. 2014; 145:1036-43.
283. Ekstrand KR, Kuzmina I, Bjorndal L, Thylstrup A. Relationship between external and histologic features of progressive stages of caries in the occlusal fossa. Caries Res. 1995; 29: 243-50.
284. Choo-Smith LP, Dong CC, Cleghorn B, Hewko M. Shedding New Light On Early Caries Detection. J Can Dent Assoc. 2008; 74: 913-8.
285. Guangtai S. A 6 Month Clinical Trials Using Giomer Restorative System. Giomer MICD International Advasior Meeting, Kyoto, Japan; 2012. . Available from:
http://shofu.de/uploads/tx_shofuproducts/downloads/Giomer-MiCD_English_2014-02-13_03.pdf
286. Nyvad B, Machiulskiene V, Baelum V. Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. Caries Res. 1999; 33: 252-60.

EK 1: Etik Kurul Onayı

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557

-814

14 07 2014

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 09.07.2014 ÇARŞAMBA
Toplantı No : 2014/11
Proje No : GO 14/ 377 (Değerlendirme Tarihi 09.07.2014)
Karar No : GO 14/ 377 - 15

Üniversitemiz Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof.Dr. Zafer C. ÇEHRELİ'nin sorumlu araştırmacısı olduğu Dt. Elif ATAOL'un tezi olan GO 14/377 kayıt numaralı ve "Farklı Adeziv Sistemler Kullanılarak Uygulanan Pit ve Fissür Örtücülerde Mikrosızıntının İn Vitro Koşullarda Değerlendirilmesi" başlıklı proje önerisi araştırmannın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- | | | | |
|-----------------------------------|----------|--------------------------------------|-------|
| 1. Prof. Dr. Nurten Akarsu | (Başkan) | 9 Prof. Dr. Melahat Görduysus | (Üye) |
| İZİNLİ | | GÖREVLİ | |
| 2. Prof. Dr. Nüket Örnek Buken | (Üye) | 10. Prof. Dr. Cansın Saçkesen | (Üye) |
| İZİNLİ | | İZİNLİ | |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım Sara | (Üye) | 11. Prof. Dr. R. Köksal Özgül | (Üye) |
| İZİNLİ | | 12. Prof. Dr. Ayşe Lale Doğan | (Üye) |
| 4. Prof. Dr. Sevda F. Müftüoğlu | (Üye) | 13 Doç. Dr. S. Kutay Demirkan | (Üye) |
| İZİNLİ | | 14. Prof. Dr Leyla Dinç | (Üye) |
| 5. Prof. Dr. Cenk Sokmenşier | (Üye) | 15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl | (Üye) |
| İZİNLİ | | İZİNLİ | |
| 6. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay | (Üye) | 16. Av. Meltem Onurlu | (Üye) |
| İZİNLİ | | | |
| 7. Prof. Dr. Songül Vaizoğlu | (Üye) | | |
| İZİNLİ | | | |
| 8. Prof. Dr. Yılmaz Selim Erdal | (Üye) | | |

ASLI GİBİDİR

Bilgisayar İşletmeni
Tulay ATAC
Hacettepe Üniversitesi
Etik Kurullar Sekreteri