

T.C.  
İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI PİT VE FİSSÜR ÖRTÜCÜ MATERYALLERİNİN  
KENAR UYUMU, AŞINMA VE MİKROSIZINTI  
ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**HÜSEYİN HATIRLI  
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**

**Yrd. Doç. Dr. BİLAL YAŞA**

**İKİNCİ (Ortak danışman) DANIŞMAN**

**Yard. Doç. Dr. SERDAR BAĞLAR**

**2016-İZMİR**

**T.C.  
İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI PİT VE FİSSÜR ÖRTÜCÜ MATERYALLERİNİN  
KENAR UYUMU, AŞINMA VE MİKROSIZINTI  
ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**HÜSEYİN HATIRLI  
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**

**Yrd. Doç. Dr. BİLAL YAŞA**

**İKİNCİ (Ortak danışman) DANIŞMAN**

**Yard. Doç. Dr. SERDAR BAĞLAR**

**Bu tez projesi Tübitak 3001 – Başlangıç AR-GE projeleri destekleme programı tarafından  
213S103 Proje numarası ile desteklenmiştir.**

**2016-İZMİR**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürlüğüne;

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı** ve Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Ortak Doktora Programı** çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 21/12/2016

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Bilal YAŞA İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

İkinci Danışman: Yard. Doç. Dr. Serdar BAĞLAR Kırıkkale Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Esra Uzer ÇELİK İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Murat TÜRKÜN Ege Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Hüseyin TEZEL Ege Üniversitesi



ONAY: Bu Doktora tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.

(İMZA)



Prof. Dr. Ahmet KOYU

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ÖNSÖZ

Doktora eğitimim süresince hem mesleki hem de bilimsel alanlardaki tecrübeleri ile bana yol gösteren ve destek olan, tezimin her aşamasında sabır ve titizlikle katkı sağlayan saygıdeğer danışman hocam İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Restoratif Diş Tedavisi AD. Öğretim Üyesi **Yrd. Doç. Dr. Bilal YAŞA**'ya

Doktora eğitimim sırasında bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, kendilerinden çok şey öğrendiğim hocalarım **Doç. Dr. Esra Uzer ÇELİK** ve **Doç. Dr. Mehmet DALLI**'ya ve Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri'ne,

Akademik ve sosyal alanlardaki tecrübelerini bizlerle paylaşan bunun yanında tezimin istatistiksel analizlerinde ve bunların değerlendirilmesinde önemli katkılar sağlayan kıymetli hocam İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi AD. Öğretim Üyesi **Yrd. Doç. Dr. Bülent ÖZKAN**'a,

Tezimin mikrosızıntı, penetrasyon derinliği ve görsel değerlendirmelerindeki yardımlarından dolayı **Yard. Doç. Dr. Elif YAŞA**'ya,

Doktora eğitimim sırasında vaktimizin büyük bölümünü birlikte geçirdiğimiz, sevincimizi ve üzüntümüzü paylaştığımız çalışma arkadaşlarıma ve bölümümüz personeline,

Taramalı Elektron Mikroskobu ile görüntü almam sırasındaki yardımlarından dolayı **Muhammet AYDIN**'a,

Tüm yaşamım boyunca bana destek olan annem **Fatma HATIRLI**, babam **Mehmet HATIRLI** ve kardeşim **Hakan HATIRLI**'ya,

Ayrıca adlarımı buraya yazamadığım beni seven ve destek olan herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	i
Önsöz	ii
İçindekiler	iii
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	v
Şekiller Dizini	vi
Resimler Dizini	viii
Tablolar Dizini	x
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
1.1 Diş çürüğü	1
1.1.1 Düz yüzey çürüğü	2
1.1.2 Pit ve Fissür çürüğü	2
1.2 Pit ve Fissür Örtücüler	5
1.2.1 Pit ve Fissür Örtücülerin Tarihçesi	5
1.2.2 Pit ve Fissür Örtücü Endikasyonları	7
1.2.3 İdeal Bir Pit ve Fissür Örtücü Materyalinde Bulunması Gereken Özellikler	8
1.2.4 Fissür Örtücü Uygulaması Öncesinde Yapılan Yüzey Hazırlama İşlemleri	9
1.2.5 Pit ve Fissür Örtücü Olarak Kullanılan Materyaller	10
1.2.6 Pit ve Fissür Örtücülerde Başarısızlık Nedenleri	18
1.2.7 Fissür Örtücülerin <i>İn-vitro</i> Koşullarda Değerlendirilmesi	19
<b>2. GEREÇ VE YÖNTEM</b>	<b>30</b>
2.1 Örneklerin Hazırlanması	31
2.2 Dişlerin Çalışma Gruplarına Dağıtılması	32
2.3 Örneklere Fissür Örtücü Uygulanması	36
2.3.1 Akışkan Kompozit Gruplarındaki Örneklere Fissür Örtücü Uygulanması	36
2.3.2 Rezin İçerikli Fissür Örtücü Gruplarındaki örneklere fissür örtücü Uygulanması	37
2.3.3 Giomer Grubundaki Örneklere Fissür Örtücü Uygulanması	38
2.3.4 Cam İyonomer Fissür Örtücü Grubundaki Örneklere Fissür Örtücü Uygulanması	39

2.4	Başlangıç Kayıtlarının Alınması	40
2.5	Çiğneme ve Fırçalama Simülasyonu ile Yaşlandırma	42
2.6	Örneklerin Değerlendirilmesi	44
2.6.1	Görsel Değerlendirme	44
2.6.2	Aşınmanın Bilgisayar Ortamında Değerlendirilmesi	45
2.6.3	Kenar Uyumlarının Taramalı Elektron Mikroskobu ile Değerlendirilmesi	46
2.6.4	Mikrosızıntı ve Penetrasyon Derinliği Değerlendirmesi	47
2.7	İstatistiksel Değerlendirme	50
<b>3.</b>	<b>BULGULAR</b>	<b>52</b>
3.1	Aşınma Sonuçlarının Değerlendirilmesi	52
3.2	Kenar Uyumunun Taramalı Elektron Mikroskobu ile Değerlendirilmesi	57
3.3	Penetrasyon Derinliği Değerlendirmesi	71
3.4	Mikrosızıntı Değerlendirmesi Sonuçları	79
3.5	Görsel Değerlendirme Sonuçları	86
<b>4.</b>	<b>TARTIŞMA</b>	<b>105</b>
4.1	Gereç ve Yöntemin Değerlendirilmesi	106
4.1.1	Örneklerin Hazırlanması	106
4.2	Aşınma Değerlendirmesi	110
4.3	Kenar Uyumu Değerlendirmesi	117
4.4	Mikrosızıntı Değerlendirmesi	121
4.5	Penetrasyon Derinliği Değerlendirmesi	125
4.6	Kırıklar ve Retansiyon Değerlendirmesi	127
<b>5.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>131</b>
<b>6.</b>	<b>ÖZET</b>	<b>135</b>
<b>7.</b>	<b>ABSTRACT</b>	<b>136</b>
<b>8.</b>	<b>KAYNAKLAR</b>	<b>137</b>
<b>9.</b>	<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>160</b>

## Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

RMCİS: rezin modifiye cam iyonomer siman

PMKR: poliasit modifiye kompozit rezin

BİS-GMA: bis-phenol A glycidyl methacrylate

ADA: Amerikan diş hekimleri birliği

HEMA: hidroksi etil metakrilat

TEGDMA: tri etilen glikol dimetakrilat

UDMA: üretan dimetakrilat

QTH: quartz tungsten halojen

LED: light emitting diode

NaF: sodyum florür

nm: nanometre

Na<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>F: sodyum mono floro fosfat

S-PRG: önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer doldurucu

t-BAEMA:HF: t-butil-amino-etilmetakrilat-hidrojen florür

μ: mikrometre

TEM: taramalı elektron mikroskobu

## Şekiller Dizini

<b>Şekil 1:</b> Morfolojik yapılarına göre fissür tipleri .....	3
<b>Şekil 2:</b> Örneklerin gruplara ayrılması .....	32
<b>Şekil 3:</b> Uygulama yöntemlerine ait aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı ortalama ve standart sapma değerleri.....	53
<b>Şekil 4:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı ortalama değerleri ve standart sapma değerleri.....	55
<b>Şekil 5:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı ortalama ve standart sapma değerleri.....	57
<b>Şekil 6:</b> Uygulama yöntemlerine ait devamlı kenar yüzdesi ortalama ve standart sapma değerleri.....	58
<b>Şekil 7:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların devamlı kenar uyumu yüzdesi ortalama ve standart sapma değerleri.....	60
<b>Şekil 8:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların devamlı kenar uyumu yüzdesi ortalama ve standart sapma değerleri.....	71
<b>Şekil 9:</b> Uygulama yöntemlerine ait penetrasyon derinliği skor dağılımı yüzdeleri.....	72
<b>Şekil 10:</b> Uygulama yöntemlerine ait penetrasyon derinliği ortalama ve standart sapma değerleri.....	73
<b>Şekil 11:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların penetrasyon derinliği skor dağılımı ve yüzdeleri.....	74
<b>Şekil 12:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların ortalama ve standart sapma değerleri.....	75
<b>Şekil 13:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların penetrasyon derinliği skor dağılımı ve yüzdeleri .....	77
<b>Şekil 14:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların penetrasyon derinliği ortalama ve standart sapma değerleri.....	79
<b>Şekil 15:</b> Uygulama yöntemlerine ait mikrosızıntı skor dağılımı ve yüzdeleri.....	80
<b>Şekil 16:</b> Uygulama yöntemlerine ait mikrosızıntı ortalama ve standart sapma değerleri.....	81
<b>Şekil 17:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların mikrosızıntı ortalama ve standart sapma değerleri.....	82
<b>Şekil 18:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların mikrosızıntı ortalama ve standart sapma değerleri.....	85
<b>Şekil 19:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların mikrosızıntı skor dağılımı ve yüzdeleri.....	86



<b>Şekil 20:</b> Uygulama yöntemlerine ait görsel kırıklar ve retansiyon değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri. ....	87
<b>Şekil 21:</b> Uygulama yöntemlerine ait görsel kenar uyumu değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri.....	88
<b>Şekil 22:</b> Uygulama yöntemlerine ait görsel aşınma değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri. ....	88
<b>Şekil 23:</b> Uygulama yöntemlerine ait görsel değerlendirme ortalama ve standart sapma değerleri. ....	89
<b>Şekil 24:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel kenar uyumu değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri. ....	91
<b>Şekil 25:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların kenar uyumu görsel değerlendirme ortalama ve standart sapma değerleri. ....	92
<b>Şekil 26:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel kırıklar ve retansiyon değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri.....	93
<b>Şekil 27:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel kırıklar ve retansiyon değerlendirme ortalama ve standart sapma değerleri. ....	94
<b>Şekil 28:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel aşınma değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri.....	96
<b>Şekil 29:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel aşınma ortalama ve standart sapma değerleri. ....	97
<b>Şekil 30:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel kenar uyumu değerlendirme ortalama ve standart sapma değerleri. ....	98
<b>Şekil 31:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel kırıklar ve retansiyon değerlendirme ortalama ve standart sapma değerleri. ....	101
<b>Şekil 32:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel aşınma değerlendirme ortalama ve standart sapma değerleri. ....	104

## Resimler Dizini

<b>Resim 1:</b> Sert ve yumuşak doku artıkları temizlenmiş bir dişin teflon kalıba mumla sabitlenmesi ve soğuk akrile gömülmesi.....	31
<b>Resim 2:</b> Air polishing cihazı ve sodyum bikarbonat tozu ile fissürlerin temizlenmesi.....	32
<b>Resim 3:</b> Karbit fissürotomi frezleri ve invaziv grupta yapılan mine düzeltmesi işlemi.....	33
<b>Resim 4:</b> Çalışma kapsamında kullanılan restorasyon materyalleri .....	34
<b>Resim 5:</b> Akışkan kompozit grubundan bir örneğe fissür örtücü uygulama aşamaları .....	37
<b>Resim 6:</b> Rezin içerikli doldurucusuz fissür örtücü (Clinpro Sealant) grubundan bir örneğe fissür örtücü uygulama aşamaları.....	38
<b>Resim 7:</b> Rezin içerikli dolduruculu fissür örtücü (Fissürit FX) grubundan bir örneğe fissür örtücü uygulama aşamaları.....	38
<b>Resim 8:</b> Giomer içerikli fissür örtücü (BeautiSealant) grubundan bir örneğe fissür örtücü uygulama aşamaları.....	39
<b>Resim 9:</b> Cam İyonomer içerikli fissür örtücü materyali (Fuji Triage) grubundan bir örneğe fissür örtücü uygulama aşamaları. ....	40
<b>Resim 10:</b> Epoksi replika modelleri .....	41
<b>Resim 11:</b> Laser Abrasion Measurement System LAS-20 Aşınma ölçüm cihazı ..	42
<b>Resim 12:</b> Aşınma ölçüm cihazı ile elde edilen görüntülerin bilgisayar ortamına aktarılması .....	42
<b>Resim 13:</b> a) Çiğneme simülatörü, b) Çiğneme simülatöründe bir örnek için ayrılmış hazne ve çiğneme kuvvetini uygulayıcı kol, c) Çiğneyici kolun uç kısmına yerleştirilen karşıt tüberkül.....	43
<b>Resim 14:</b> Fırçalama simülatörü ve uygulanması .....	44
<b>Resim 15:</b> Fırçalama simülasyonunda kullanılan diş fırçası ve diş macunu .....	44
<b>Resim 16:</b> Lazer tarayıcı ile elde edilen taramaların bilgisayar programında Şekillendirilmesi (a), başlangıç ve aşınma sonrası taramalarının karşılaştırılması (b) ve hacim ölçümlerinin yapılması (c). ....	46
<b>Resim 17:</b> Taramalı Elektron Mikroskobu .....	47
<b>Resim 18:</b> Taramalı elektron mikroskobu görüntüleri üzerinde ölçüm yapılması ..	47
<b>Resim 19:</b> a) Boya penetrasyonu testi için hazırlanmış bir örnek, b) Bazik fuksin solüyonunda bekletilmiş bir örnek, c) Hassas kesme cihazı .....	48
<b>Resim 20:</b> Stereomikroskop.....	49
<b>Resim 21:</b> Penetrasyon derinliği skorlar a) skor 1, b) skor 2, c) skor 3 .....	49
<b>Resim 22:</b> Mikrosızıntı değerlendirilmesi a) skor 0, b) skor 1, c) skor 2, d) skor 3 ..	50

- Resim 23:** İnvaziv yöntemle uygulanmış akışkan kompozit grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm dış yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-dış kenar birleşimi..... 61
- Resim 24:** Non-ınvaziv yöntemle uygulanmış akışkan kompozit grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm dış yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-dış kenar birleşimi..... 62
- Resim 25:** İnvaziv yöntemle uygulanmış rezin içerikli fissür örtücü grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm dış yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-dış kenar birleşimi..... 63
- Resim 26:** Non-ınvaziv yöntemle uygulanmış rezin içerikli fissür örtücü grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm dış yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-dış kenar birleşimi..... 64
- Resim 27:** İnvaziv yöntemle uygulanmış giomer grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm dış yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-dış kenar birleşimi..... 65
- Resim 28:** Non-ınvaziv yöntemle uygulanmış giomer grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm dış yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-dış kenar birleşimi..... 66
- Resim 29:** İnvaziv yöntemle uygulanmış cam iyonomer grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm dış yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-dış kenar birleşimi..... 67
- Resim 30:** Non-ınvaziv yöntemle uygulanmış cam iyonomer grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm dış yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-dış kenar birleşimi..... 68

## Tablolar Dizini

<b>Tablo 1:</b> Çalışma kapsamında fissür örtücü olarak kullanılan materyallerin içerikleri ve üretim numaraları .....	35
<b>Tablo 2:</b> Görsel değerlendirme kriterleri.....	45
<b>Tablo 3:</b> Uygulama yöntemlerine ait aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. 52	
<b>Tablo 4:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	54
<b>Tablo 5:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	56
<b>Tablo 6:</b> Uygulama yöntemlerine ait devamlı kenar yüzdesi ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	58
<b>Tablo 7:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların devamlı kenar uyumu yüzdesi ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	59
<b>Tablo 8:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların devamlı kenar uyumu yüzdesi ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.....	70
<b>Tablo 9:</b> Uygulama yöntemlerine ait penetrasyon derinliği skor dağılımı ve yüzdeleri.....	72
<b>Tablo 10:</b> Uygulama yöntemlerine ait penetrasyon derinliği ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	72
<b>Tablo 11:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında oluşan grupların penetrasyon derinliği skor dağılımı ve yüzdeleri. ....	74
<b>Tablo 12:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların penetrasyon derinliği ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	75
<b>Tablo 13:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların penetrasyon derinliği skor dağılımı ve yüzdeleri. ....	77
<b>Tablo 14:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların penetrasyon derinliği ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	78
<b>Tablo 15:</b> Uygulama yöntemlerine ait mikrosızıntı skor dağılımı ve yüzdeleri. ....	80

<b>Tablo 16:</b> Uygulama yöntemlerine ait mikrosızıntı ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	80
<b>Tablo 17:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların mikrosızıntı ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	82
<b>Tablo 18:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların mikrosızıntı skor dağılımı ve yüzdeleri. ....	83
<b>Tablo 19:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların mikrosızıntı ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	84
<b>Tablo 20:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların mikrosızıntı skor dağılımı ve yüzdeleri. ....	85
<b>Tablo 21:</b> Uygulama yöntemlerine ait görsel değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri. ....	87
<b>Tablo 22:</b> Uygulama yöntemlerine ait görsel değerlendirme ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	89
<b>Tablo 23:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel kenar uyumu değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri. ....	90
<b>Tablo 24:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel kenar uyumu değerlendirme ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	91
<b>Tablo 25:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel kırıklar ve retansiyon değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri. ....	93
<b>Tablo 26:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel kırıklar ve retansiyon değerlendirmesi ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	94
<b>Tablo 27:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel aşınma değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri. ....	95
<b>Tablo 28:</b> İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel aşınma ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	96
<b>Tablo 29:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel kenar uyumu değerlendirmesi ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	98
<b>Tablo 30:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel kenar uyumu değerlendirmesi skor dağılımı. ....	99
<b>Tablo 31:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel kırıklar ve retansiyon değerlendirmesi ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	100
<b>Tablo 32:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel kenar uyumu değerlendirmesi skor dağılımı. ....	102

<b>Tablo 33:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel aşınma değerlendirme ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri. ....	103
<b>Tablo 34:</b> Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel aşınma değerlendirme skor dağılımı. ....	104



# 1. GİRİŞ

## 1.1 Diş çürüğü

Diş çürüğü, dental plak içerisinde bulunan mikroorganizmaların karbonhidratları fermente etmeleri ve organik asit oluşturmaları ile başlayıp dişin inorganik bileşenlerinin demineralizasyonu ve organik yapının enzimatik olarak bozulması ile ilerleyen (1, 2), diş dokularında yıkıma, çiğneme fonksiyonu kaybına ve etkilenen dişlerde estetik bozukluklara sebep olan enfeksiyöz bir hastalıktır (3).

Günümüzde bireylerin hastalıklardan uzak bir şekilde yaşamını devam ettirebilmeleri sağlık anlayışı açısından temel hedefdir. Bu da ancak koruyucu yöntemlerin etkili ve yaygın bir şekilde uygulanması ile mümkün olabilir. Hastalıklardan korunma bütün tıp dallarında olduğu gibi diş hekimliği açısından da oldukça önemli bir konudur. Buna rağmen milyonlarca çocukta ve erişkinde, uygun profilaksi programlarının uygulanmasıyla önüne geçilebilecek olan diş çürüğü ve buna bağlı diş kayıpları ne yazık ki halen devam etmektedir (4). Diş çürüğünün oluşturduğu madde kaybını yerine koymak amacıyla ne kadar gelişmiş yöntemler uygulanırsa uygulansın, hiçbir restorasyon maddesi kaybedilen sağlıklı diş dokusunun yerini tam olarak alamaz (2). Bu nedenle koruyucu tekniklerin geliştirilmesi, hastaların çürük riskinin azaltılması ve sağlıklı diş yapısının korunması son yıllarda diş hekimliğinin ana amaçlarını oluşturmaktadır (2).

Doğan ve ark. (5) ülkemizdeki çürük profilini değerlendirdikleri çalışma sonucunda genel olarak yüksek çürük prevalansını ve koruyucu uygulamaların yetersizliğini dramatik bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, ülkemizde çürük prevalansı 5 yaş grubunda %69,8, 12 yaş grubunda %61,1, 15 yaş grubunda ise %61,2'dir (5). Küçük yaşlardaki bu yüksek çürük prevalansı 35-44 yaş arasındaki yetişkinlere en az bir dişte çürük bulunma oranı %75,8 olarak yansımakta ve geriatric grup olarak kabul edilen 65-74 yaş arasındaki bireylerin yarısının dişsiz kalmasıyla sonuçlanmaktadır. Bu durum Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği ölçütlerden ve Avrupa ülkelerindeki örneklerinden bir hayli fazladır ve ülkemizdeki koruyucu diş hekimliği eksikliğini ortaya çıkarmaktadır.

Diş çürükleri özellikle, fizyolojik olarak yeterince temizlenemeyen, plak birikimi açısından elverişli olan oklüzal yüzeylerdeki pit ve fissürlerde, aproksimal yüzeylerde ve kole bölgelerinde görülmektedir (6). Diş çürüklerini çürüğün geliştiği alanları göz önüne alarak sınıflandırmak lezyonun etyolojisini tahmin etmede ve tedavi alternatiflerini belirlemede kolaylık sağlamaktadır (7). Diş çürüğü gelişim alanı göz önüne alınarak düz yüzey çürüğü ve pit-fissür çürüğü olarak sınıflandırılmaktadır (8).

### 1.1.1 Düz yüzey çürüğü

Aproksimal alanlarda bulunan düz mine yüzeyleri pürüzsüz bir yapıda olduklarından plak retansiyonuna karşı pit-fissürler ya da sement yüzeylerine göre daha korunaklıdır. Aproksimal yüzeylerde bakteri plağı diş etine yakın alanlarda ya da kontak alanının altında yerleşim gösterir. Arayüzlerde başlayan lezyonlar, mine dentin sınırına doğru alt kısmı dentin yüzeyine bakan “V” şeklinde bir yönelim sergilerler. Çürük mine dentin sınırına ulaştıktan sonra hızlı bir şekilde laterale ve pulpal yöne doğru yayılım gösterir (9).

Kök yüzeyleri ise ara yüzlerdeki mine yüzeyine göre daha pürüzlüdür. Kök yüzeylerindeki sement tabakası oldukça incedir ve çürük ataklarına karşı daha az dirençlidir. Ağızda daha çok diş bulunan yaşlı nüfusun artışı ile günümüzde kök yüzeyi çürüklerinde artış görülmektedir (9).

### 1.1.2 Pit ve Fissür çürüğü

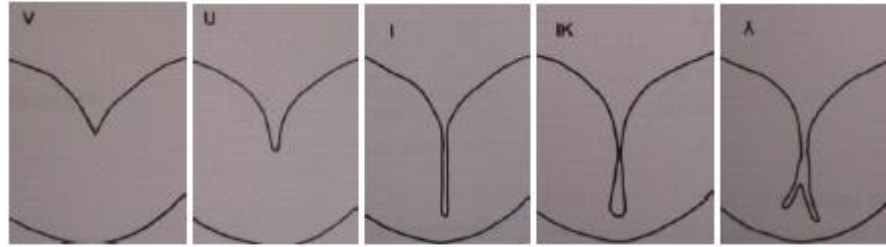
Molar ve premolar dişlerin oklüzal yüzündeki mine dokusunun dentine doğru oluşturduğu oluk şeklindeki girintilere “*fissür*” denilmektedir. Genetik faktörler ile birlikte, dişlerin gelişimi dönemindeki çevresel faktörler fissürlerin biçimini ve derinliğini belirler (4). Bu nedenle, dişlerin normal morfolojik yapıları içerisinde yer alan pit ve fissürlerin şekli ve derinliği kişiden kişiye değişkenlik göstermektedir. Birçok epidemiyolojik ve klinik çalışmada, azı dişlerin oklüzal yüzeylerinin çürük oluşumunun en yaygın izlendiği alanlar olduğu gösterilmiştir (10-14). Bu da fissürlerin derinliği ve morfolojisi ile doğrudan ilişkilidir (15). Geniş



fissürlere sahip olan dişlerin tüberkül eğimlerinde 70°-90°'lik bir açı mevcut olduğu, bu açının 70°'den daha küçük olduğu durumlarda ise fissürlerde ortaya çıkan daralma ve derinleşme sonucunda çürüğe yatkınlığın arttığı belirtilmiştir (15).

Nagano (16) morfolojik yapılarını göz önünde bulundurarak fissürleri aşağıdaki şekilde sınıflandırmıştır.

1. V tipi fissür (tepesi geniş, tabanı dar şekilde)
2. U tipi fissür (tepesi ve tabanı eşit genişlikte)
3. I tipi fissür (dar bir yarık şeklinde)
4. IK tipi fissür (kum saati şeklinde)
5. Y tipi fissür (dar bir yarık şeklinde başlayıp dentine doğru dallanmalar gösterir şekilde)



**Şekil 1:** Morfolojik yapılarına göre fissür tipleri

Bu sınıflandırmada belirtilen V ve U şeklindeki fissürlerde çürük oluşumu daha az izlenirken, I ve IK tipindeki derin ve dar fissürlerde çürük oluşumuna daha sık rastlanılmaktadır.

Başka bir sınıflandırmada ise sığ, orta ve derin olmak üzere 3 farklı fissür tipi tanımlanmıştır (17) :

1. Tüberkül eğimlerinin geniş bir açı ile birleştiği, geniş açılı *sığ fissür*. Işık altında incelendiğinde fissür tabanı gözlemlenebilir.

2. Transillüminasyon ile fissür tabanının görülebildiği, tüberkül eğimlerinin sıg fissürlere göre daha dar açıyla birleştiği, *orta derinlikte* fissür,

3. Tüberkül eğimleri dar açıyla birleşen *derin fissür*.

Derin ve dar açılı fissürlerde bakteri ve gıda retansiyonunun fazla olması, tükürüğün ve ağız hijyeni uygulamalarının temizleyici etkisinden yeterince yararlanılamaması bu tip fissürlerde çürüğe yatkınlığı arttırmaktadır (15, 18, 19).

Molar ve premolar dişlerin oklüzal yüzündeki mine kalınlığında fissür tiplerine bağlı farklılıklar olduğu bilinmektedir. Sıg fissürlerde 1,5-2 mm kalınlığında bir mine tabakası mevcut iken, derin pit ve fissürlerde 0,2 mm veya daha az kalınlıkta bir mine tabakası izlenebilmektedir. Fissür tabanının mine dentin birleşimine yakın olması ise çürük lezyonlarının hızlı bir şekilde dentinde yayılmasına neden olmaktadır (12-14, 20).

Tüm diş yüzeylerinin sadece %12,5'ini oklüzal yüzeyler oluşturmalarına karşın, bu yüzeylerde gelişen çürük oranı, tüm çürüklerin 2/3'ünden daha fazladır (21). Bu nedenle oklüzal yüzeylerin korunmasına yönelik çalışmaların önemi daha da artmıştır (22, 23). Beslenme alışkanlıklarının öğün sayısı ile diyet içeriği açısından düzenlenmesi ve ağız sağlığının önemi konusunda hastaların bilinçlendirilmesi koruyucu tedavilerin ilk basamağını oluşturmaktadır (24). Florürlü bileşiklerin uygulanması, dişleri çürük oluşumuna karşı dirençli hale getirmek ve başlangıç lezyonlarının remineralizasyonunu sağlamak amacıyla kullanılan en yaygın koruyucu uygulamalardır. Flor içeren ürünler farklı konsantrasyonlarda ve formlarda uygulanabilmektedir (25, 26). Bu ürünler, mine direncini ve maturasyon seviyesini arttırarak, başlangıç lezyonlarının remineralizasyonuna katkıda bulunur ve çürük oluşturuca mikroorganizmaları inhibe edici etki göstererek dişleri çürüğe karşı dirençli hale getirir (27-29).

Günümüzde koruyucu ağız diş sağlığı programlarının ve florürlü uygulamalarının yaygınlaşması ile çürük prevelansında azalma gözlenmiş, diş çürüğü biçim ve ilerleme hızı bakımından değişikliğe uğramıştır (30). Ancak yapılan epidemiyolojik çalışmalarda, düz yüzey çürüklerinin insidansında azalma izlenirken, oklüzal yüzey çürük insidansının halen yüksek değerlerde olduğu gösterilmiştir (22, 23). Daha önce de ifade edildiği gibi, bu pit ve fissürlerin

morfolojik yapısının mekanik temizliği güçleştiren, bakteri ve gıda artıklarının retansiyonunu arttıran biçimde olmasından kaynaklanmaktadır (24, 31). Ayrıca düz yüzeylerde çürük önleme etkisi oldukça yüksek olan florür içerikli koruyucu materyallerin pit ve fissürlerde çürüğü önlemede aynı başarıyı gösterememesi bu durumun temel sebepleri olarak görülmektedir (24).

## **1.2 Pit ve Fissür Örtücüler**

Fırçalama ya da besinlerin temizleyici etkisi ile temizlenemeyen pit ve fissürlerin akıcı kıvama sahip bir restorasyon materyali kullanılarak kapatılması işlemine pit veya fissür örtüleme, bu işlemde kullanılan restorasyon materyallerine ise pit veya fissür örtücü denilmektedir. Besin artıklarının ve bakterilerin retansiyon alanlarının ortadan kaldırılması fikri ile pit ve fissür örtücülerin kullanımı gündeme gelmiştir (32, 33).

### **1.2.1 Pit ve Fissür Örtücülerin Tarihçesi**

Azı dişlerindeki pit ve fissürlerin çürük oluşumu açısından riskli bölgeler olduğu uzun zamandır bilinmektedir. Çürüme riski yüksek olan bu bölgelerin korunması amacıyla günümüze kadar birçok farklı teknik öne sürülmüş ve kullanılmıştır.

Hunter isimli bir araştırmacı, 18.yüzyılda, azı dişlerindeki pit ve fissürlerin uygun materyalle kapatılması ile bu alanlardaki çürük gelişiminin önlenebileceğini ileri sürmüştür (34). Bin sekiz yüz doksan beş yılında Wilson'un fissürleri çinko fosfat siman ile örtülemesiyle fissür örtücü uygulaması konusunda ilk tedavi yaklaşımı başlamıştır (35). Bin dokuz yüz yirmi üç yılında ise Hyatt'ın tüm pit ve fissürleri içine alacak şekilde hazırlanmış sığ sınıf I kaviteilerin amalgam ile restore edilmesi esasına dayanan 'profilaktik odontomi' tekniği gündeme gelmiştir (21). Bodecker 1929'da 'fissür eradikasyon tekniği' olarak adlandırılan teknikte, oklüzal fissürlerin bir frez yardımıyla genişletilerek kolay temizlenebilen alanlar oluşturulmasını ve sürmekte olan dişlerin pit ve fissürlerine mekanik olarak temizlenebilen düzeye gelinceye kadar fosfat siman uygulanmasını önermiştir (21).

Klein ve Knutson (36) 1942 yılında fissürlerin amonyak ve gümüş nitrat ile kimyasal tedavisinden bahsetmişlerdir ancak bu uygulama da yeterince başarılı olmamıştır (33).

Buonocore (37) minenin asitlenmesi ile ilgili ilk çalışmalarını 1955 yılında ortaya koymuştur. Bu süreçten sonra mine yüzeyinin fosforik asit kullanılarak dağlanması sonrasında mikroboşluklar oluşturularak rezin esaslı materyallerin oluşan bu boşluklara sızması ve artan kenar uyumu ile rezinin tutuculuğunun artırılması hedeflenmiştir (4). Cueto ve Buonocore'un (38) siyanoakrilat kullanarak, asitlenmiş oklüzal yüzeyleri örtülmesi düşüncesi ile güncel olarak uygulanan fissür örtücülerin ilk klinik uygulamaları 1967 yılında başlamıştır. Ancak deri ve mukozada oluşturdukları toksik etkileri ve ağız sıvılarında çözünmeleri gibi dezavantajları nedeniyle siyanoakrilatlar fazla ilgi görmemiş ve kullanımından vazgeçilmiştir (39). Daha sonraları poliüretanlar ve polikarboksilat simanlar da fissür örtücü olarak kullanılmış ancak poliüretanların toksik olması ve retansiyonlarının yetersiz olması (40), polikarboksilat simanların da aşınma direncinin düşük olması ve yeterli akıcılığa sahip olmaması gibi nedenlerden dolayı kullanımlarından vazgeçilmiştir (41).

Fissür örtücü olarak kullanılması önerilen bir başka materyal de cam iyonomer simanlar olmuştur. Yapısında flor içerdiği için çürüğe karşı diş direncini arttıran bir materyal olan cam iyonomer simanı fissür örtücü olarak ilk kullanan McLean ve Wilson'dur (42). Düşük aşınma direnci, ilk uygulama sırasında neme ve kurutmaya çok hassas olması gibi olumsuz özelliklerini iyileştirmek amacıyla cam iyonomerlere rezin ilavesi yapılmış ve hibrit iyonomerler olarak sınıflandırılan rezin modifiye cam iyonomer siman (RMCİS) ve poliasit modifiye kompozit rezin (PMKR) materyaller geliştirilmiştir. Günümüzde halen hibrit iyonomerlerin fissür örtücü olarak üretilmiş örnekleri kullanılmaktadır (39).

Rezin içerikli materyaller üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda 1960'ların sonlarında restoratif işlemler için yeterince kullanışlı olan bis-phenol A glycidyl methacrylate (Bis-GMA) geliştirilmiştir. American Dental Association (ADA) 1983 yılında Bis-GMA rezinlerin fissür örtücü olarak kullanımına onay vermiştir. Bis-GMA rezinler, minenin asitlenmesi sonrasında fissür detaylarına akabilmekte ve oldukça güçlü bir şekilde minede oluşan pörözitelere tutunabilmektedir (43).

## 1.2.2 Pit ve Fissür Örtücü Endikasyonları

Pit ve fissür örtücü uygulamaları öncesinde, bireyin genel sağlık durumu, geçmiş çürük deneyimi ve ağız bakımı alışkanlıkları ile örtücü uygulanması düşünülen dişlerin pit ve fissür morfolojisi, plak birikimi ve çürük gelişimi açısından dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Özellikle;

1. Tıbbi, fiziksel ya da entelektüel açılardan yetersiz bireyler,
2. Çürük aktivitesi yüksek bireyler,
3. Derin pit ve fissürler,
4. Sürmesi tamamlanmamış dişler, fissür örtücü uygulaması açısından değerlendirilmelidir.

Birçok araştırmacı fissür örtücü uygulamasına karar vermeden önce çürük riski değerlendirilmesinin yapılması gerektiğini bildirmiştir (21, 44). Çürüğe yatkın bireylerde özellikle pit ve fissürler gibi plak birikimine müsait alanlar çürük gelişimi açısından büyük risk altındadır.

Tıbbi, fiziksel ya da entellektüel açılardan yetersizlikleri bulunan çocuklarda ve gençlerde süt ve daimi dişlerin çürüğe yatkın alanlarına fissür örtücü uygulanması düşünülmelidir (13, 45). Çürük aktivitesi yüksek düzeyde olan bireylerde ise çürük gelişimi için elverişli olan pit ve fissürler muhakkak kapatılmalıdır. Aproximal alanda çürük bulunduğu, yapılacak olan restorasyon pit ve fissürleri içermiyorsa bu pit ve fissürlere de örtücü uygulanabilir (45, 46).

Pit ve fissürlerin şekli ve derinliği dişin çürüğe yatkınlığının belirlenmesinde önemli bir göstergedir. Sondun takıldığı bölgeleri içeren ve plak tutulumunun yoğun olduğu görülen derin pit ve fissürlere sahip dişlere örtücü uygulaması gerekir. Buna karşın sığ ve geniş bir yapıya sahip olan ve kolaylıkla temizlenebilen pit ve fissürlere ise örtücü uygulanmasının gerekmediği bildirilmektedir (46).

Bunların yanı sıra, dişlerin sürme aşamaları da örtücü uygulaması amacıyla kullanılacak olan materyal seçiminde etkili olabilmektedir. Sürmesini tamamlamamış olan dişlere örtücü uygulanması planlandığında, yaşanabilecek izolasyon problemleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durumlarda nem duyarlılığı daha az olan cam iyonomer esaslı örtücülerin uygulanması ve dişte nem

kontrolü sağlanabilecek seviyeye gelir gelmez rezin esaslı fissür örtücülerin uygulanması önerilmektedir (47-50)

### 1.2.3 İdeal Bir Pit ve Fissür Örtücü Materyalinde Bulunması Gereken Özellikler

Günümüze kadar yapılan çok sayıda araştırma ile yeni materyal ve uygulama tekniklerinin geliştirilmesine ve fissür örtücülerin klinik başarılarının arttırılmasına çalışılmıştır.

*İdeal Bir Örtücü Materyali;*

- Biyouyumlu olmalı,
- Ağız ortamından etkilenmemeli ve ağız içerisinde çözünmeye karşı dirençli olmalı,
- Kolay uygulanabilmeli,
- Düşük viskoziteye ve yüksek akışkanlığa sahip olmalı, fissür derinliklerine akabilmeli,
- Sertleşme reaksiyonları sırasında boyutsal değişim göstermemeli,
- Uygulandığı yüzeyde çürük önleyici etki göstermeli,
- Ağız içerisindeki fonksiyonel kuvvetlere karşı dirençli olmalı ve aşınmaya uğramamalı,
- Termal genişleme katsayısı mineye benzer olmalı,
- Uygulandıktan sonra uzun süre ağızda kalabilmeli ve koruyucu etkisini devam ettirebilmeli,
- Plak ya da besin artıklarını absorbe etmemeli, çeşitli sıvı ve iyonlara karşı geçirgen olmamalıdır (33, 51).

## 1.2.4 Fissür Örtücü Uygulaması Öncesinde Yapılan Yüzey Hazırlama İşlemleri

### 1.2.4.1 Girişimsel Teknikler ve Girişimsel olmayan Teknikler

Pit ve fissür örtücülerin uygulanması öncesindeki diş yüzeyi hazırlığı ve uygulanan farklı teknikler pek çok araştırmaya konu olmuştur (33). Daha önceleri fissür örtücü uygulamasında yüzey hazırlama işlemini, döner aletlerle kullanılan ucu yuvarlatılmış veya düz bir fırçanın, pomza-su karışımı ile birlikte kullanılarak yüzeylerin temizlenmesi oluşturmaktaydı (33). Ancak pomza artıklarının basınçlı su ile yıkama sonrasında fissür derinliklerinden uzaklaştırılamadığının anlaşılmasıyla bu teknik tartışmalı hale gelmiştir (52). Daha sonraları ise alimünyum oksit ve bikarbonat tozu püskürten air-abrazyon cihazlarının kullanılması gündeme gelmiştir.

Fissürleri kaplayan mine yüzeyinde frezlerle düzeltme yapıp (invaziv teknik) yapılmamasına (non-invaziv teknik) bağlı olarak yüzey hazırlama işlemleri sınıflandırılmaktadır (13). Fissür derinliklerine restorasyon materyalinin ulaşabilirliğini arttırmak, prizmasız mine tabakasını elimine etmek ve fissür içerisinde bulunan organik materyal ile plağın uzaklaştırılması amacıyla fissürlerde frezlerle düzenleme yapılması "invaziv teknik" olarak isimlendirilmektedir (13).

İnvaziv teknikle fissür girişlerindeki mine düzeltmesi işleminde konik şekilli elmas ve tungsten karbit frezlerden faydalanılmaktadır. Sağlam diş dokularının korunması amacıyla, düzeltme işleminin genişlik ve derinlik olarak mine seviyesinde ve mümkün olan en az düzeyde yapılmasına özen gösterilmelidir.

Fissürlerin invaziv teknikle şekillendirilmesinin mikrosızıntı riskini azalttığı, örtücü penetrasyonunu ve retansiyonunu artırdığı, organik materyalleri ve prizmasız mine tabakasını elimine ettiğini belirten çalışmalar olduğu gibi (53, 54), mine yüzeyinin yalnızca asitle pürüzlendirildiği fissürlere göre sealant retansiyonunu azalttığını öne süren çalışmalar da mevcuttur (55). İnvaziv ve non-invaziv teknikler arasında seçim yapılması tartışıla gelen bir konudur (53) ve Pitts'e göre (56) fissür derinliklerinde çürük olduğu düşünüldüğünde invaziv teknik kullanılmalıdır.

#### 1.2.4.2 Asit Uygulaması

Mine yüzeyine asit uygulanması ile yüzeydeki pelikül ve plak tabakaları temizlenir, adezyon sağlanması için pürüzlü bir yüzey elde edilir ve fissürleri çevreleyen mine yüzeyinin yüzey enerjisi artırılır (57). Mine yüzeyinin asitle pürüzlendirilmesi ile 10 µm'lik mine tabakası uzaklaştırılırken, 5-8 µm uzunluğunda düzensiz yapıda girinti ve çıkıntılar oluşturulur. Pürüzlendirilen mine yüzeyine uygulanan, düşük viskoziteye sahip akıcı kıvamdaki rezin bu porözitelerin içerisine doğru yayılır (57, 58).

Mine dokusunun pürüzlendirilmesi amacıyla çoğunlukla %10-37 oranlarında fosforik asit kullanılır. Fosforik asit dışında maleik asit, oksalik asit, nitrik asit, sitrik asit, poliakrilik asit gibi asitlerin de kullanılabilmesi belirtilmişse de, yapılan *in-vitro* çalışmalarda elde edilen değişken sonuçlar, bu asitlerin rutin klinik kullanıma girmesini engellemiştir (57, 59, 60).

Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde likit formdaki asitler uzun yıllar kullanılmıştır. Uygulamayı kolaylaştırmak ve asidin yüzeye yayılmasının daha rahat kontrol edebilmesi amacıyla günümüzde kalınlaştırıcılar eklenerek jel formuna getirilmiş ve renklendirilmiş asitler kullanılmaktadır. Üretici firmalar ve klinisyenler, 1960'lı yıllarda daimi dişlerde mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi işleminde %35'lik fosforik asidin 60 sn uygulanmasında fikir birliğine varmış olmalarına rağmen, 30 sn uygulama ile 60 sn uygulama arasında klinik açıdan farklılık olmadığı belirlenmiş ve günümüzde mine yüzeyinin en az 15 sn olacak şekilde 30 sn asitlenmesi önerilmektedir (60).

#### 1.2.5 Pit ve Fissür Örtücü Olarak Kullanılan Materyaller

Bugüne kadar pek çok farklı materyal pit ve fissürlerin örtülmesi amacıyla kullanılmıştır. Resin içerikli, cam iyonomer içerikli, hibrit içerikli örtücü materyalleri ve akışkan kompozitler günümüzde fissürlerin örtülmesinde kullanılan materyallerdir.



### **1.2.5.1 Rezin içerikli pit ve fissür örtücü materyaller**

Buonocore'un asit uygulaması ve mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi konusundaki çalışmaları sonucunda, rezinlerin asit uygulanmış mine yüzeyine sızarak dayanıklı bir mekanik kilitleme ile bağlantı oluşturduğu ortaya konulmuştur (33, 37). Bowen (61) 1970 yılında bisfenol-A ile glisidil metakrilat reaksiyonu sonucunda Bisfenol-A glisidil metakrilat (Bis-GMA)'yı bulmuştur. Geliştirilen bu yeni çapraz bağlı metilmetakrilat monomeri günümüzde kullanılan rezin esaslı materyallerin temelini oluşturmaktadır (40). Bis-GMA renksiz, yüksek molekül ağırlığına ve yüksek viskoziteye sahip olan bir monomerdur. Metil metakrilatın kısa sürede polimerize olma özelliği ile epoksi rezinin düşük polimerizasyon büzülmesi gösterme özelliği Bis-GMA'da birleştirilmiştir. Restorasyon materyallerinin büyük bir çoğunluğunun organik yapısında Bis-GMA bulunmakta ve materyallerin dayanıklılıklarını arttırmak amacıyla yapıya kuartz, cam ve porselen gibi doldurucular ilave edilmektedir (4).

Bis-GMA viskozitesi yüksek olan bir monomerdur. Viskozitenin azaltılarak akıcılığın ve penetrasyon yeteneğinin artırılabilmesi için rezin yapısına hidroksi etil metakrilat (HEMA) veya tri etilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) gibi daha düşük molekül ağırlığına sahip monomerler ilave edilmektedir (62). Bis-GMA'ya göre viskozitesi daha düşük olan üretan dimetakrilat (UDMA), esnek bir yapıya sahiptir ve rezin içerisinde tek başına veya Bis-GMA, TEGDMA gibi monomerlerle kombine olarak kullanılabilir (63).

Rezin içerikli pit ve fissür örtücüler renklerine, doldurucu oranlarına ve polimerizasyon şekillerine göre sınıflandırılmaktadır (33, 64, 65).

#### **1.2.5.1.1 Rezin İçerikli Fissür Örtücülerin Renklerine Göre Sınıflandırılması**

Rezin içerikli pit ve fissür örtücüler renklerine göre şeffaf, renkli ve opak olmak üzere 3 alt gruba ayrılabilirler. İlk renklendirilmiş fissür örtücü olan 3M Concise White Sealant 1977 yılında tanıtılmıştır (64). Kontrol seanslarında retansiyonların kolay değerlendirilebilmesi ve yapılan uygulamaların hastalara gösterilebilmesi gibi avantajları sebebiyle opak veya renkli fissür örtücüler estetik

açıdan kabul edilir oldukları sürece daha çok tercih edilmektedir (33). Ancak, çürük teşhisi amacıyla lazer floresanın kullanıldığı koşullarda, opak veya renkli fissür örtücüler çürük teşhisini engelleyebilmektedir (4). Bunun yanı sıra polimerizasyon ile renk değişimi gösteren fissür örtücü materyalleri de geliştirilmiştir (33). Fissür örtücü materyallere ışık uygulanması sırasında (Clinpro 3M ESPE, St Paul, ABD) ya da polimerizasyon sonrasında (Helioseal Clear Chroma, Ivoclar Vivadent, AG Schaan, Liechtenstein) renk değişimi özelliğinin eklenmiş olması pazarlamada güncel olarak kullanılan bir trend olarak görülmektedir (64). Bu tür materyaller uygulama sırasında hekime fissür örtücüyü görebilme imkanı vermekte ve sonrasında renklerinde meydana gelen değişim ile de estetik bir görünüm sağlamaktadır. Şeffaf ve renkli yapıdaki örtücü materyallerin karşılaştırıldığı çalışmada opak rezinlerin fissürlere uygulanması sırasındaki hata oranı %1,4 iken şeffaf rezinlerin uygulanması sırasındaki hata oranının ise %22,8 olduğu gözlenmiştir (66). Yaygın olarak yapılan hata ise örtücü uygulanmamış bir dişin şeffaf bir rezinle örtücü uygulanmış gibi değerlendirilmesidir ve bu da şeffaf örtücülerin değerlendirildiği çalışmaların doğruluğu konusunda soru işaretleri oluşturmaktadır (33).

#### ***1.2.5.1.2 Rezin İçerikli Fissür Örtücülerin Doldurucu Oranlarına Göre Sınıflanması***

Rezin içerikli pit ve fissür örtücüler doldurucu oranlarına göre; dolduruculu, yarı dolduruculu ve doldurucusuz olarak 3 alt sınıfa ayrılırlar (67).

Genel olarak doldurucu oranı arttıkça materyalin akışkanlığı ve penetrasyon yeteneği azalır. Doldurucusuz rezinlerin fissür derinliklerine doğru penetrasyon kabiliyeti daha yüksek olduğu için dolduruculu fissür örtücülere göre tutuculukları ve kenar uyumları daha iyi olmakla birlikte, mikrosızıntı oranları daha azdır (33, 68). Ancak doldurucusuz pit ve fissür örtücülerin aşınmaya karşı dirençleri ve makaslama bağlanma dayanımlarının doldurucu içeren örtücülere göre daha zayıf olduğu belirtilmektedir (69, 70). Günümüzde örtücülerin çiğneme basıncına karşı

dayanıklılığını arttırabilmek için yapısına ilave edilen doldurucu partikül oranı %50'yi aşabilmektedir.

Oklüzal seviyenin üzerinde bitirilmiş, doldurucusuz fissür örtücülerde rezinin aşınması ile restorasyon oklüzal seviyeye inmektedir. Bu aşınma, oklüzal kuvvetlerin etkisi ile 24-48 saat içerisinde hızlı bir şekilde gerçekleşebilmektedir (33). Diğer taraftan rezin içerikli ve dolduruculu fissür örtücülerin neredeyse her uygulama sonrası oklüzal kontrollerinin yapılması gerektiği belirtilmiştir (33, 71). Bu da tedavi maliyeti ile birlikte harcanan zamanı arttırmaktadır.

#### ***1.2.5.1.3 Rezin İçerikli Fissür Örtücülerin Polimerizasyon Tiplerine Göre Sınıflandırılması***

Rezinlerin polimerizasyonu konusundaki gelişmelerin sonucunda fissür örtücülerin polimerizasyonları da zamanla değişmiş ve geliştirilmiştir. Ripa (67) yaptığı sınıflandırmada rezin içerikli pit ve fissür örtücüleri polimerizasyon tiplerine göre 3 gruba ayırmıştır;

1. Ultraviyole ışık ile polimerize olan pit ve fissür örtücüler (1. jenerasyon),
2. Kimyasal olarak polimerize olan pit ve fissür örtücüler (2. jenerasyon),
3. Işık ile polimerize olan pit ve fissür örtücüler (3. jenerasyon)

##### ***1.2.5.1.3.1 Ultraviyole ışık ile polimerize olan pit ve fissür örtücüler (1. jenerasyon)***

Bu gruptaki pit ve fissür örtücülerin polimerizasyon reaksiyonunun başlatılmasında 356 nanometre dalga boyunda ultraviyole ışık kullanılmıştır. Ancak, UV ışığın retina için zararlı olması ve dalga boyundaki düzensizliklerin materyalin tutuculuğunu olumsuz etkilemesi nedeniyle kullanımından kısa sürede vazgeçilmiştir (72).

#### **1.2.5.1.3.2 Kimyasal olarak polimerize olan pit ve fissür örtücüler (2. jenerasyon)**

İki farklı likitin karıştırılması ile kimyasal olarak polimerizasyonu başlayan bu sistemler, genellikle karıştırma sonrasında 1-2 dk içerisinde ekzotermik reaksiyonla sertleşir. Karıştırma işlemi sırasında materyal içerisine hava kabarcığı karışmamasına dikkat edilmelidir. Materyal içerisine giren hava kabarcıkları, uygulanmış olan fissür örtücü yüzeyinde pürüzlü ve çukurcuklu alanlar oluşmasına neden olur. Birinci ve 2. jenerasyon fissür örtücülerin tutuculuk ve çürük önleme özelliklerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda, 2. jenerasyon fissür örtücülerin 1. jenerasyondan daha üstün olduğu ortaya konulmuştur (67). Kimyasal olarak polimerize olan ve ultraviyole ışık ile polimerize olan örtücülerin 2 yıl sonundaki retansiyon oranlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada, kimyasal olarak polimerize olan grupta %84 tam retansiyon görülürken, ultraviyole ışık ile polimerize olan grupta %74 başarı oranı bulunmuştur (73). Bir başka çalışmada ise, görünür ışıkla polimerize olan fissür örtücüler ile kimyasal olarak polimerize olan fissür örtücülerin performansları benzer olarak bulunurken, her iki grubun da ultraviyole ışık ile polimerize olan fissür örtücülerden daha başarılı olduğu belirtilmiştir (74).

#### **1.2.5.1.3.3 Işık ile polimerize olan pit ve fissür örtücüler (3. jenerasyon)**

Kamforokinon gibi diketon başlatıcılar kullanılarak görünür ışık ile polimerizasyonu başlatılan pit ve fissür örtücüler 3. jenerasyon olarak adlandırılmaktadır. Bu grubu oluşturan örtücüler 400-500 nm dalga boyundaki mavi ışığa duyarlıdır. Görünür ışıkla polimerizasyonun başlatılmasında günümüzde en yaygın kullanılan ışık kaynakları; quartz tungsten halojen (QTH) ve light emitting diode (LED) ışık kaynaklarıdır (75). Bunların dışında plazma ark ve lazer ışık kaynaklarından da polimerizasyon amacı ile yararlanılabilmektedir.

Üçüncü jenerasyon pit ve fissür örtücüler, kolay uygulanabilmeleri, karıştırma gerekmediğinden uygulama sırasında hava kabarcığı oluşma riskinin daha az olması gibi avantajları ile günümüzde önceki jenerasyonlara göre daha fazla tercih edilmektedir (33, 76).

#### 1.2.5.1.3.4 Flor İçeren Fissür Örtücüler (4. jenerasyon)

Florürin çürüğe karşı dış yapılarını koruyucu ve güçlendirici özelliği (77, 78) ve sekonder çürük oluşumunu azaltmadaki etkinliği kanıtlanmış bulunmaktadır (79). Rezin esaslı fissür örtücülerin yapısına ilave edilen florürün çürükten korumada faydalı olabileceği düşünülmüştür (33, 80). Bu nedenle, 4. jenerasyon olarak bilinen, flor içeren fissür örtücülerin geliştirilmesi bundan yaklaşık 40 yıl önce gündeme gelmiştir (81). Kadoma ve ark. (82) flor içeren fissür örtücülerin geleneksel fissür örtücüler yerine kullanılabilmesi için bazı gereksinimleri karşılayabilmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Buna göre;

\*Geleneksel fissür örtücülerden daha iyi ya da en azından onlarla karşılaştırılabilir derecede tutuculuk oranlarına sahip olmalı,

\*Uzun süreler boyunca sürekli florür iyonu salabilmeli,

\*Minede florapatit kristali oluşturabilmek için florür iyonu rezervuarı gibi hizmet edebilmelidir.

Fissür örtücü materyallerin yapısına iki şekilde florür ilave edilebilmektedir (67);

a. Çözünebilir formdaki flor tuzları polimerizasyon öncesinde rezinin yapısına ilave edilir. Fissür örtücü uygulaması sonrasında resin içerisinde bulunan flor tuzları çözünür ve florür iyonları dağılır. Lee ve ark. (83) poliüretan florür içeren ve mine yüzeyine 24-30 gün süreyle florür iyonu salan fissür örtücü materyalini formüle etmişlerdir. NaF, asidüle NaF, ve Na<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>F gibi flor tuzları üzerinde çeşitli araştırmalar yapılmıştır (81).

b. Organik yapıdaki bir flor bileşiği fissür örtücü resinin yapısına kimyasal olarak bağlanır. Bu yapı ortamdaki florür konsantrasyonu azaldığında florür iyonu salmakta ve ortamdaki florür iyonu konsantrasyonu arttığında flor depolamaktadır (80, 81). Bu şekildeki florür iyonu salınımı 'Anyon Değişim Sistemi' olarak da ifade edilmektedir (81). Örneğin giomer yapısındaki fissür

örtücü materyali olan Beautisealant da önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer (S-PRG) doldurucu içerir. Bu materyalin yapısındaki fluoro-alümina-silikat cam üretan rezinle birleştirilmeden önce su içerisinde poli-alkenoik asit ile reaksiyona girer. Giomerler florür salınımı ve geri alınımı özelliklerine sahip biyouyumlu materyallerdir (84). Rawls ve Zimmerman (81, 85) akrilik rezin ile florür iyonlarını birleştirerek diğer akrilik monomerlerle kopolimerize olarak bulunan t-butil-amino-etilmetakrilat-hidrojen florür (t-BAEMA:HF) monomerini geliştirmişlerdir. Bu yapıda flor tuzunun organik kısmı rezin içerisindeki çözünmeyen polimer ağına kovalent bağla bağlıdır. Ağız içerisinde tükürükten gelen iyonlarla flor iyonları yer değiştirir ve bunun sonucunda flor salınımı gerçekleşir.

Flor içeren rezin esaslı fissür örtücülerin çürük gelişimini azalttığı bildirilmesine rağmen (86), fissür örtücü uygulaması sonrasında tükürük florür iyonu konsantrasyonunda anlamlı bir artış görülmediği ve flor içeren fissür örtücülerin çürük oluşumunu önlemede ilave bir yarar sağlamadığını ortaya koyan araştırmalar da bulunmaktadır (87).

Simonsen (64) rezin içerikli fissür örtücülere florür eklenmesinin klinik faydasından ziyade, daha çok pazarlama açısından ürüne katkı sağladığını belirtmiştir.

#### ***1.2.5.1.4 Akışkan kompozitler***

Fissür örtücülerin uygulandığı alanda hizmet verebilme sürelerinin uzatılabilmesi amacıyla birçok yöntem denenmiştir. Akışkan kompozitlerin fissür örtücü olarak kullanılması da bu yöntemlerden birisidir (88-91). Akışkan kompozitler rezin içerikli fissür örtücülere göre fiziksel özellikleri daha gelişmiş monomer yapısına ve yüksek doldurucu oranına sahiptir. Bu yüksek doldurucu oranı göz önüne alındığında, aşınma değerlerinin geleneksel fissür örtücülere oranla daha düşük düzeyde olduğu düşünülmektedir (89). Ancak yüksek doldurucu oranı akıcılık ve fissür derinliklerine penetrasyon kabiliyeti konularında soru işaretleri uyandırmaktadır. Akışkan kompozitlerin fissür örtücü olarak kullanılmasındaki temel amaç, uzun süreli çürük önleyici etki için mekanik bir bariyer oluşturulması,

besinlerin ve çürük yapıcı bakterilerin fissür derinliklerine sızmasının engellenmesi oluşturmaktadır (45, 90, 92).

Yapılmış olan *in vivo* ve *in vitro* çalışmalarda fissür örtücü olarak kullanılan akışkan kompozitlerin, klinik ve laboratuvar koşullarındaki performansının rezin içerikli fissür örtücülerle kıyaslanabilir düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır (92).

#### **1.2.5.1.5 Cam iyonomer içerikli fissür örtücüler**

Cam iyonomer simanlar 1969 yılında Wilson ve Kent tarafından formüle edilmiş ve Mclean ve Wilson tarafından 1970'lerde geliştirilmiştir. Düşük viskoziteye sahip olması, film kalınlığının az olması, termal genişleme katsayısının mine ve dentinle benzer olması, biyouyumlu olması, florür iyonu salınımı ile demineralizasyonu önleyip remineralizasyona katkı sağlaması ve diş dokularına kimyasal olarak bağlanabilmesi gibi avantajları bulunan cam iyonomer simanlar, fissür örtücü olarak da kullanılmaktadır (93-95). Tüm bu avantajlarının yanısıra sertleşme reaksiyonun başlangıcında neme karşı aşırı hassasiyet göstermesi ve mekanik özelliklerinin yetersiz oluşu cam iyonomer simanların en önemli dezavantajları olarak gösterilmektedir (94, 96).

Cam iyonomer simanlar gibi florür salan bir materyalin fissürlerin retansiyon alanlarının blokajında ek bir katkı sağlayacağı görüşü mantıklı bir varsayımdır (33). Buna rağmen, CİS içerikli fissür örtücü materyallerinin retansiyon oranlarının (48, 97, 98) ve klinik başarılarının rezin içerikli fissür örtücülere göre daha düşük olduğu ve sık aralıklarla yenilenmesinin gerektiği için ideal bir fissür örtücü materyali olmadığı çeşitli çalışmalarda belirtilmektedir (33, 94, 99). Bunun yanısıra, geleneksel cam iyonomer simanların fissürlerde tam olarak retansiyon sağlasalar bile yüksek oranlarda sızıntı gösterdikleri bulunmuştur (100).

Mjör (101), cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin 6-12 ay sonunda %61'inin ve 24-36 ay sonunda ise %84'ünün restorasyon kaybı nedeni ile başarısız olduğunu belirtmişlerdir. Ancak klinik olarak restorasyonların çoğunun tüm restorasyonun kaybı olarak değerlendirilmesine rağmen, diş replikalarında yapılan

değerlendirmede restorasyonların %93'ünde bir miktar örtücü materyalinin bulunduğu görülmüştür (101).

Seppa ve ark. (102), cam iyonomer içerikli fissür örtücü materyali ile örtülenen fissürlerin makroskopik olarak örtücü kaybı görülse bile, kontrol grubundaki fissürlere göre demineralizasyona daha dirençli olduğunu belirtmişlerdir.

Cam iyonomer içerikli fissür örtücüler yapılarında su bulundurdıkları için uygulama sırasında ortamdaki nem ve tükürükten rezin içerikli fissür örtücü materyaller kadar etkilenmemektedir. Bu sebeple tükürükle kontamine olan yüzeylerde klinik başarıları, rezin içerikli fissür örtücülere göre daha yüksek bulunmuştur (103, 104). Klinik olarak sağladığı bu avantaj sayesinde cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin, yeterli izolasyonun sağlanamadığı ve sürmesini tamamlamamış dişlerde 'geçici bir fissür örtücü materyali olarak' uygulanması tavsiye edilmektedir (11, 49, 50, 105). Cam iyonomer içerikli örtücü materyal ile geçici olarak fissür örtülmesi yapılan dişler sürmesini tamamlayıp izolasyon sağlanabilir hale geldiğinde ise geçici cam iyonomer fissür örtücününün rezin içerikli fissür örtücülerle değiştirilmesi önerilmektedir (49, 106).

### **1.2.6 Pit ve Fissür Örtücülerde Başarısızlık Nedenleri**

Klinik ve laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen birçok çalışma ile fissür örtücülerde başarısızlığa yol açan faktörler belirlenmiştir;

1. Fissür örtücü uygulanacak olan dişteki fissürlerin morfolojisi: Fissürlerin karmaşık morfolojiye sahip olması fissür örtücülerin başarısını etkilemektedir. Bunun yanında derin pit ve fissürlere fissür örtücülerin sızması daha zordur. En iyi penetrasyonun U ve V şeklindeki fissürlerde görüldüğü belirtilmiştir (107-110).

2. Fissür örtücü uygulanacak olan dişin konumu ve izolasyonunun sağlanabilmesi (67, 111).

3. Küçük yaşlardaki hastalarda uyum sorunları ve sürmesini tamamlamamış dişlerde mevcut olan operkulum nedeniyle tükürük izolasyonunun zor olması başarıyı olumsuz yönde etkilemektedir (67, 112).



4. Asit uygulaması öncesinde yüzey hazırlama işlemlerinin uygun şekilde yapılmamış olması (107, 113).
5. Diş yüzeyinin asit uygulanmasından sonra tükürük veya nem ile kontamine olması (46, 112).
6. Uygulama sırasında yardımcı personelden yardım alınması. Yardımcı personel ile uygun koşullar altında uygulanan fissür örtücülerin daha başarılı olacağı belirtilmektedir (67, 114).
7. Kullanılan fissür örtücü materyalinin aşınma direncinin düşük olması (115).
8. Kullanılan örtücü materyalinin, viskozitesi, yüzey gerilimi, polimerizasyon büzülmesi, termal genişmesi gibi özelliklerinin gereksinimleri karşılamaması (109).

### **1.2.7 Fissür Örtücülerin *In-vitro* Koşullarda Değerlendirilmesi**

Sıcaklık değişimleri, yiyeceklerin çiğnenmesi, diş fırçalama ve pH değişiklikleri gibi ağız içerisinde ortaya çıkan fiziksel ve kimyasal etkiler uzun bir süre sonrasında, fissür örtücü materyallerinin fiziksel özelliklerine bağlı olarak, kenar uyumunun bozulması, restorasyon ve diş birleşimi boyunca sızıntı gelişmesi ve aşınma gibi istenmeyen durumların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.

#### **1.2.7.1 Aşınma**

Uygulanan kuvvet ile kayma hareketi yapan, temas halindeki iki yüzeyin hareketi sonucunda aşınma meydana gelir (116). Sürtme, çarpma, kazıma ve erozyon gibi yüzeyden kademeli şekilde madde ayrılmasına neden olan durumlar aşınmaya sebebiyet verir. Bunun yanında mekanik, kimyasal, termal ve elektriksel stresler de aşınmayı hızlandıran faktörlerdir (117).

Aşınma direnci restorasyon materyallerinin klinik ömrünü, estetik özelliklerini ve bakteri plağına karşı direncini etkilediği için önemlidir (118).

Bunun yanı sıra restorasyon materyallerinden salınan ve kopan partiküllerin yutulması veya solunmasına bağlı olarak, kısa sürede olmasa bile ileriye dönük sistemik etkiler oluşabileceği konusunda tartışmalar mevcuttur (119). Yapılan çalışmalarda, rezin içerikli materyallerden salınan artık monomerlerin östrojenik etkilerinin olabileceği (33), yutulan veya solunum ile vücuda alınan ve dokularda biriken partiküllerin karaciğer, böbrek ve bağırsak hastalıkları ile bağlantılı olabileceği bildirilmiştir (120, 121). Diş hekimliği alanında gelişen teknolojisi sayesinde restorasyon materyallerinin aşınma oranları indirgenmiş olsa da, monomer, mikro ve nano doldurucu gibi içerikler nedeniyle aşınma ve klinik performansa etki yapan diğer parametrelerin değerlendirilmesi gerekmektedir (119).

#### ***1.2.7.1.1 Aşınma Tipleri***

Ağız boşluğu içerisinde, çiğneme sırasında ortaya çıkan kuvvetler, yiyeceklerin aşındırıcı etkisi gibi aşınmayı direkt etkileyen faktörlerin yanı sıra sıcaklık ve pH değişimleri gibi aşınmayı hızlandıran durumlar da gün içerisinde defalarca meydana gelmektedir. Adeziv ve koroziv aşınma ile yorgunluk aşınması diş hekimliği alanında en sık görülen aşınma türleridir. Adeziv aşınma, bir sert materyalin daha yumuşak olan başka bir materyale sürtülmesi sonucunda oluşur. Bu tip aşınma abrazyon ve atrizyon olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Atrizyon direkt olarak temas halindeki diş veya restorasyon materyalleri arasında izlenirken abrazyon, antagonist yüzeyler arasında abrazyon özellikteki üçüncü bir maddenin varlığında ortaya çıkar (122, 123). Restorasyonun yapıldığı alana bağlı olarak ağız içerisinde uygulanan restorasyonlarda abrazyon farklı şekillerde görülür. Örneğin; sınıf III ve sınıf V restorasyonlarda daha çok fırçalamanın etkisiyle oluşan abrazyon izlenirken, oklüzal yüzeydeki restorasyonlarda abrazyon çoğunlukla besinlerin öğütülmesi veya çiğnenmesi sırasında ortaya çıkmaktadır (117). Fırçalama abrazyonu kullanılan fırçanın sertliğine, macun içerisindeki aşındırıcı partiküllerin yapısına ve yoğunluğuna, bireyin fırçalama sırasında uyguladığı

kuvvete ve fırçalama sıklığına bağlı olarak değişen büyüklüklerde ortaya çıkan bir durumdur (117). Çiğneme sırasında yiyecekler içerisindeki sert parçacıkların diş ve restorasyon yüzeyindeki hareketi ile de abrazyon meydana gelir. Bunların yanı sıra restorasyonların parlatılmasında da abraziv aşınmadan yararlanılmaktadır.

Tekrarlanan döngülerle kuvvet uygulaması sonucunda oluşan yüzey altı çatlakları yorgunluk aşınmasına neden olur. Koroziv aşınmada ise kimyasal reaksiyonun bir sonucu olarak, antagonistle kontak halinde iken aşınan bir yüzey oluşur (116). Ağız içerisinde izlenen koroziv aşınma tükürük, bakteriler, yiyecek ve içeceklerden ortama katılan kimyasal aşındırıcılar ile olur. Kimyasallara maruz kalan rezin içerikli materyallerin yüzeyinde yumuşama ve pürüzlenme izlenir (11) ve bu da yüzeyleri fiziksel kuvvetlere karşı daha dirençsiz hale getirir (116). Diyet, ağız içerisinde koroziv aşınmaya neden olan asitlerin temel kaynağıdır.

Uygulanan kuvvetin büyüklüğü, yaşlandırma, polimerizasyon derecesi, organik matris tipi, doldurucuların tipi ile yoğunluğu ve pH değişimleri gibi çeşitli faktörler rezin içerikli materyallerin aşınma derecesini etkiler (116).

Fissür örtücülerin oklüzal kuvvetler altında hızlı bir şekilde aşınmaya uğrayacağı ya da materyal içerisinde kırıklar oluşacağı düşünülerek karşıt dişlerle direkt kontakt halinde uygulanmaması önerilir (33, 124). Ancak klinik uygulamalar sırasında bu durum her zaman mümkün olmamaktadır (125). Bunun yanında direkt olarak karşıt dişlerle oklüzyonda olmasa bile fissür örtücüler yiyeceklerin çiğnenmesi ve diş fırçalama sırasında çeşitli kuvvetlere maruz kalırlar ve bu durum fissür örtücülerde aşınmaya ve yapısal bütünlüğün bozulmasına neden olabilmektedir.

#### ***1.2.7.1.2 Restorasyon Materyallerinde Aşınmanın Değerlendirilmesi***

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, restoratif materyallerdeki aşınmanın belirlenmesinde *in vivo*, *in vitro* ve *in situ* olmak üzere 3 farklı şekilde incelendiği görülmektedir(118).

#### 1.2.7.1.2.1 *İn vivo gözlem ve değerlendirme*

Ağız içerisinde restorasyon materyallerinin veya diş dokularının aşınması daha önce de anlatıldığı gibi fiziksel ve kimyasal olaylarla gelişen karmaşık bir süreci kapsamaktadır. Bu nedenle, *in vivo* yapılan çalışmaların en önemli avantajını gerçek ağız içi koşullarının materyaller üzerindeki direkt etkisinin incelenebilmesi oluşturmaktadır. Ancak restorasyon uygulanan bireylerin çiğneme kuvvetleri ile diyet alışkanlığındaki farklılıklar ve replika modellerinin elde edilmesinde yaşanan veri kayıpları nedeniyle *in vivo* şartlardaki çalışmalarda aşınma değerlerinde yüksek standart sapmalar oluşmaktadır (118, 119). Ek olarak *in vivo* koşullarda aşınma mekanizması uzun bir süreç gerektirir ve çalışmanın ilerleyişi çalışmaya katılanların kontrollere düzenli olarak gelmeleri ile mümkün olmaktadır. Sonuç olarak *in vivo* çalışmalar hem zaman alıcı hem de maliyeti yüksek olan çalışmalardır.

*In vivo* koşullarda aşınmanın değerlendirilmesi direkt görsel değerlendirme veya indirekt olarak replikalar üzerinden aşınmanın nicel olarak ölçülmesiyle yapılabilmektedir (126). Direkt görsel değerlendirmede, genellikle klinik skorlama sistemleri kullanılmaktadır. İndirekt replikalar ile referans noktalarına göre karşılaştırma yapılması ise çalışmalarda yaygın olarak kullanılan metodlardan biridir. Ancak aşınmanın karşılaştırması için en uygun yöntemin üç boyutlu görüntülerin karşılaştırılması olduğu belirtilmektedir (127). Üç boyutlu görüntülerle bilgisayar ortamında saklanılabilen, güvenilirliği yüksek sayısal veriler elde edilebilir. Otuz yılı aşkın bir süredir aşınma ölçümünde kullanılabilen üç boyutlu tarama sistemleri mevcut olmasına rağmen, bu uygulama için gereken cihazların yüksek maliyette olması nedeniyle az sayıda klinik çalışmada bu yöntem kullanılmıştır.

#### 1.2.7.1.2.2 *İn situ yöntemler*

Aşınmanın *in situ* testinde, ağız içerisine yerleştirilen apaceylere örnekler sabitlenir ve ağız ortamında aşınmaya maruz bırakılır. Test bitiminde apaceyler çıkarılır ve örnekler üzerinde değerlendirmeler yapılır. Bu sayede örnekler tam anlamıyla ağız koşullarına maruz bırakılmış olur ve değerlendirmeler ağız dışında hassas cihazlar kullanılarak yapılabilmektedir (118).

#### 1.2.7.1.2.3 *İn vitro yöntemler*

Aşınma konusunda yapılan klinik çalışmalarda ağız ortamında gelişen şartların tüm çalışmaya katılan gönüllülerde standardize edilememesi *in vivo* çalışmalar için bir sınırlama oluşturmaktadır. Bu nedenle yaklaşık yetmiş beş yıl önce, ağız içerisindeki aşınmayı taklit edebilmek amacıyla, *in vitro* test yöntemleri geliştirilmeye başlamıştır. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, tek yönlü basma hareketi yapanlar ve ileri geri kayma hareketi yapanlar olmak üzere temel anlamda iki farklı çiğneme simülasyonu cihazı kullanıldığı görülmektedir (128, 129). Basma hareketi gerçek hayattaki çiğneme hareketi ile oldukça farklı olmasına rağmen, bu cihazlar aşınmayı basit şekilde test edebildikleri için günümüze kadar kullanılmıştır. Kayma hareketi yapan (130), üç boyutlu olarak çiğnemeyi taklit edebilen (131) cihazlar da geliştirilmiştir. Ancak bu cihazların maliyetinin öncekilere göre daha yüksek olması dezavantaj oluşturmaktadır.

Restorasyon materyallerinde fırçalama ile meydana gelen aşınma da birçok çalışmada değerlendirilmiştir. Fırçalama simülasyonu elde örneklerin fırçalanması ile yapılabildiği gibi, standardizasyonun sağlanması amacıyla geliştirilmiş olan horizontal yönde ileri geri ve iki yana hareketlerle fırçalama yapan simülasyon cihazları da mevcuttur. Bu cihazlarla fırçalar ve diş macunları ile üç bileşenli fırçalama aşınması *in vitro* olarak gerçekleştirilebilmektedir.

*İn vitro* testler sonucunda meydana gelen aşınmanın değerlendirilmesinde günümüze dek farklı yöntemle kullanılmıştır. Aşınma öncesinde ve sonrasında

örneklerin hassas terazide ölçülmesi ile madde kaybı hesaplanabilmektedir. Ancak bu yöntemin güvenilir olmadığı düşünülmektedir (132). Taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirme, aşınma sonrası yüzey özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan en eski yöntemlerden biridir (133). Aşınma sonrası yüzey değerlendirmesinde profilometrelerden de yararlanılabilir ancak taramalı elektron mikroskobu ve profilometreler ile yapılan değerlendirmelerde yalnızca yüzey özellikleri hakkında bilgi alınabilir, hacim kaybı belirlenemez (133). *In vivo* olarak aşınma değerlendirmesinde olduğu gibi *in vitro* yöntemlerde de üç boyutlu tarama cihazları ile kalitatif olarak aşınmanın değerlendirilebilmesi mümkündür. Üç boyutlu tarama ile hacim kaybı sayısal olarak belirlenebilir ve objektif değerlendirmeler yapılabilir.

Aşınma bir çok faktörden etkilenen çok bileşenli bir durumdur. *In vitro* testler araştırmacılara sonuçları etkileyebilecek olan değişkenleri kontrol edebilme ve değişkenlerin direkt etkilerini görebilme imkanı vermektedir (134).

#### **1.2.7.2 Kenar Uyumu ve Mikrosızıntı**

Kavite duvarları ile uygulanan restorasyon materyali arasındaki uyum restorasyonun performansını ve ömrünü etkileyen önemli bir faktördür (135). Aralık bulunmayacak şekilde tam bir birleşme ile oluşturulan iyi bir kenar uyumunun mikrosızıntı oluşumunu önleyerek restorasyon ömrünü uzatacağı belirtilmiştir (136).

Mikrosızıntı, kavite duvarları ile restorasyon materyali ara yüzündeki bağlantının bozulması sonucunda bakteri, sıvı, molekül ve iyonların sızması anlamına gelmektedir. Fissür örtücülerin klinik başarıları, diş yüzeyine tutunmaları ve fissür örtücü ile mine yüzeyi arasında mikrosızıntıyı önleyebilmeleri ile bağlantılıdır (33, 51, 137). Fissür örtücülerin, örtülenmiş yüzeyler ile ağız sıvıları ve bakteriler arasında uzun süreli bir bariyer oluşturması arzu edilmektedir (138, 139).

Diş yüzeyleri ile restorasyonun kenar uyumunun bozulması ve mikrosızıntı oluşması farklı sebeplerle ya da bu sebeplerin kombinasyonu sonucunda ortaya

çıkılmaktadır. Restorasyon materyali ile diş dokularının termal genişleme katsayılarındaki farklılık, bağlanmanın yetersiz olması, polimerizasyon büzülmesi, fissür örtücülerin penetrasyonunun yetersizliği, restorasyon materyallerinin uygulanması sırasında dikkatsiz davranılması, oklüzal kuvvetler sonucunda gelişen elastik deformasyon gibi farklı sebepler ya da bunların kombinasyonu mikrosızıntıya neden olmaktadır (140-143).

Fissür örtücü uygulamasının birincil amacı fissürlerin tam olarak ve iyi bir şekilde örtülenmesidir. Bu sebeple kenar uyumu fissür örtücülerin klinik performansının belirlenmesinde en önemli parametrelerden biridir (125). Kenar uyumundaki bozulma ve ortaya çıkan mikrosızıntı sonucunda restorasyon kenarı renklenmesi, sekonder çürük oluşumu ve fissür örtücü kaybı meydana gelebilmektedir (144, 145).

#### ***1.2.7.2.1 Mikrosızıntının belirlenmesinde kullanılan yöntemler***

Restorasyon ile diş dokuları arayüzünde oluşan mikrosızıntının *in vitro* olarak belirlenmesinde kullanılmak amacıyla günümüze kadar birçok farklı yöntem geliştirilmiştir. Boya penetrasyon testleri, hava basıncı, bakteriyel sızıntı, radyoaktif izotop, nötron aktivasyon analizi ve kimyasal izleyiciler bu amaçla kullanılan yöntemlerdir (146-148).

##### ***1.2.7.2.1.1 Boya Penetrasyonu Testi***

Boya penetrasyonu testi mikrosızıntı değerlendirilmesi amacıyla kullanılan en eski yöntemlerden biridir. Uygulamanın kolay ve basit olması nedeniyle halen yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemde; restorasyon materyallerinin uygulandığı çekilmiş dişlerin kök uçları rezin içerikli bir materyal ile kapatılıp restorasyon sınırları dışındaki alanlar cila ile kaplanır. Örnekler boya solüsyonunda belli bir süre bekletilir ve solüsyondan ayrılarak fazla boyanın uzaklaştırılması amacıyla yıkanır. Örneklerden kesitler alınarak mikroskop altında inceleme yapılır (149, 150).

Bazik fuksin (%0.5-2), toluidin mavisi (%0.25), eritrosin (%2), metilen mavisi (% 0.2-2), akridin turuncusu (% 0.01), kristal viole (%0.05), gümüş nitrat (%50), anilin mavisi (%2) ve Rodamin B (%0,2) gibi farklı boyalar bu yöntemde kullanılmaktadır (144, 151).

Maliyetin düşük olması, uygulamanın hızlı, basit, kolay ve güvenilir olması bu yöntemin avantajlarıdır (144, 151). Kesit alma işleminde örneklerin zarar görmesi ve tekrar inceleme yapılamaz duruma gelmesi, tüm restorasyon boyunca kısmi bir analizin gerçekleştirilebilmesi, üç boyutlu olarak gerçekleşen sızıntının iki boyutlu olarak incelenmesi ve sızıntı yoğunluğundaki farklılıkların değerlendirilememesi de yöntemin dezavantajlarını oluşturmaktadır (144, 148).

#### ***1.2.7.2.1.2 Radyoizotop Yöntemi***

Radyoaktif izotopların kullanımı boya penetrasyonu testinden sonra en çok kullanılan mikrosızıntı ölçüm yöntemidir (144). Boya penetrasyon testinde kullanılan partiküllerin ortalama büyüklüğü 120 nm iken, izotop molekülünün büyüklüğünün 40 nm olması bu yöntemle oldukça hassas ölçümler yapılabilmesine olanak vermektedir. Bu yöntemde kullanılan izotoplar Ca45, I131,S35, Na22, Rb86, C14 ve P32'dir (144, 151-153).

Tekniğin karmaşık olması, hassasiyet gerektirmesi, radyoaktif madde kullanılması nedeniyle güvenlik önlemlerinin alınması gerekliliği ve izotopların pahalı olması bu teknikteki dezavantajlardır (144, 151, 153).

#### ***1.2.7.2.1.3 Basınçlı Hava Yöntemi***

Bu yöntem, mikrosızıntı değerlendirilmesinde çok eski yıllarda yapılan çalışmalarda kullanılmıştır (144). Kök kanalı boyunca dış örneği içerisine basınçlı hava uygulanması ve basınçtaki azalmanın ölçülmesi esasına dayanan ölçüm yöntemidir. Hava basıncı yöntemi 1912 yılında Harper tarafından geliştirilmiştir. Uygulanan basınç sonucunda, su içerisine yerleştirilen örneğin restorasyon kenarlarından hava kabarcığı çıkışının mikroskobik olarak incelenmesi yolu ile ölçüm yapılmaktadır.



Örneklere zarar verilmemesi bu yöntemin önemli bir avantajıdır ancak klinik durumu yansıtmaması da önemli bir dezavantajdır (144, 152, 153).

#### ***1.2.7.2.1.4 Bakteriyel Sızıntı Yöntemi***

Restorasyon kenarlarından sızan bakteri toksinleri ile diğer bakteri ürünlerinin incelenmesi esasına dayanan bir yöntemdir (144, 152). Bakteri sızıntısının gerçekleşebilmesi için kavite duvarları ile restorasyon materyali arasındaki açıklığın 0.5-1 µm'den daha büyük olması gerekmektedir. Elde edilen sonuçların kalitatif olması bu yöntemin dezavantajı olarak görülmektedir (144, 151, 152).

#### ***1.2.7.2.1.5 Kimyasal Ajanların Kullanımı***

Bu yöntem, kullanılan iki farklı kimyasal ajanın penetrasyonu ve bu bileşenlerin reaksiyona girmesi ile opak bir görüntü elde edilmesine dayanmaktadır. Fotoğraflama tekniklerinde gümüş tuzları en çok tercih edilen işaretleyicilerdir (144).

Kantitatif veri elde edilmesi ve kullanılan ajanların radyoaktif olmaması bu yöntemin avantajları, sonuçların subjektif olarak yorumlanması ise dezavantajdır (144, 151, 153).

#### ***1.2.7.2.1.6 Taramalı elektron mikroskopu ile analiz***

Boya penetrasyonu testinde kullanılan boyalardan birisiyle mikrosızıntının belirlenmesi sonrasında, örneklerin taramalı elektron mikroskopu ile analizi yapılarak, restorasyon materyaliyle kavite duvarları arasındaki kenar uyumu incelenir.

Pahalı oluşu, kesit alma işleminde örneklerin zarar görmesi ve tekrar inceleme yapılamaz duruma gelmesi, tüm restorasyon boyunca kısmi bir analizin gerçekleştirilebilmesi, örneklerden kesit alınması esnasında oluşabilecek

boşlukların analiz aşamasında yanlışlığa neden olabilmesi bu yöntemin dezavantajlarını oluşturmaktadır (144).

### ***1.2.7.2.2 Kenar Uyumu Değerlendirme Yöntemleri***

#### ***1.2.7.2.2.1 Taramalı Elektron Mikroskobu ile Analiz***

Hickel ve ark. (154) 250 µm altındaki kenar uyumundaki bozulmaları kabul edilebilir olarak değerlendirmiş ve daha büyük bozulmaların ise tamir ya da restorasyon yenilemesi gerektireceğini belirtmişlerdir. Taramalı elektron mikroskobu ile yüksek büyütme altında yapılan analizler sonucunda restorasyon kenarlarının durumu detaylı olarak incelenebilmektedir (150, 155). Bu yöntemde kavite duvarları ile restorasyon materyali arasındaki uyumun iyi olduğu veya bozuk olduğu bölgelerin uzunlukları ölçülüp elde edilen sayısal verilerle karşılaştırmalar yapılabilmektedir.

Taramalı elektron mikroskobu ile direkt olarak örnekler üzerinden ya da örneklerin replikaları üzerinden analizler yapılabilmektedir. Direkt olarak dış örneklerden elde edilen kesitlerin analizinde yaşanan problemler nedeniyle, örneklerden ölçü alınarak elde edilen replikaların taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirilmesi yöntemi geliştirilmiştir (152, 153). Örnekler üzerinden ölçü alınmasında boyutsal stabilitesi yüksek olduğundan polivinil siloksan ölçü maddeleri, replika elde edilmesinde ise sağlamlığı ve boyutsal stabilitesi iyi olması nedeniyle epoksi rezinler kullanılmaktadır. Bu teknik kullanılarak restorasyonun dış yüzeydeki kenar uyumları değerlendirilebilmekte ve marjinal kalite veya açıklık yüzdesi hesaplanabilmektedir (152, 156). Tüm kavite kenarlarının yüksek büyütme altında incelenmesinin uzun zaman alması, tekniğin pahalı ve karmaşık olması (149, 152) ve ölçümler için özel bilgisayar programı gerektirmesi ise dezavantaj olarak görülmektedir.

#### 1.2.7.2.2.2 Mikrotomografi ile Analiz

Mikrotomografi, X ışını kullanılarak bilgisayarlı bir sistem yardımıyla yüksek çözünürlükte üç boyutlu görüntülemeye imkan vermektedir. Bu sistem ile kompozit rezinlerin kavite ile uyumları ve iç bölgelerdeki boşluklar görüntülenebilmekte, örneklerde bozulma olmadan bütün kavite kantitatif olarak değerlendirilebilmektedir (157, 158). Doldurucusuz veya düşük oranda doldurucu içeren adeziv sistemlerde olduğu gibi minimum düzeyde X ışını emilimi olan materyallerin oluşturduğu boşlukları ayırt etmekte başarısızlığa uğrayabilmektedir. Yüksek oranda X ışını emilimi gösteren, dentin ile benzer emilim gösteren veya hiç emilim göstermeyen restorasyon materyalleri kullanıldığında ise bu yöntemin uygulanamaması mikrotomografi kullanımındaki sınırlamaları oluşturmaktadır (157, 158).

Dört ayrı *in vitro* çalışmadan oluşan bu tezin amacı; iki farklı yöntemle uygulanmış olan pit ve fissür örtücü materyallerinin,

- a. Termal döngülü çiğneme ve fırçalama simülasyonu sonrasında retansiyon, aşınma ve kenar uyumunun klinik kriterlere göre gözlemsel olarak değerlendirilmesi,
- b. Çiğneme ve fırçalama simülasyonu sonucunda meydana gelen aşınmalarının üç boyutlu tarama ve yazılımlar yardımıyla bilgisayar ortamında hacimsel ve vertikal olarak değerlendirilmesi,
- c. Yaşlandırma işlemi öncesi ve sonrasındaki kenar uyumunun taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirilmesi,
- d. Yaşlandırma sonrası oluşan mikrosızıntı ve penetrasyon derinliği verilerinin değerlendirilmesidir.

Buna göre, non-invaziv ve invaziv fissür örtücü uygulama yöntemleri arasında değerlendirmeler açısından farklılık yoktur ve kullanılan materyaller arasında yapılan değerlendirmeler açısından farklılık yoktur sıfır hipotezleri tüm değerlendirme kriterlerine göre test edilecektir.

## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

Farklı içeriklere sahip pit ve fissür örtücü materyallerinin kenar uyumlarının ve aşınma özelliklerinin in vitro koşullarda değerlendirilmesinin planlandığı bu çalışmada, örnek sayısını belirlemek için G\*Power (G\*Power Ver. 3.1.5, Germany) paket programı kullanıldı. Çalışmamızla benzer aşamalara sahip olan bir çalışmanın (125)  $f=0,4$  etki farkı referans alınarak örnek sayısını % 95 güç ile belirleyebilmek için  $\alpha=0.05$  tip I hata,  $\beta=0.05$  tip II hata oranları ile her bir grupta en az 10 örneğe ihtiyaç olduğu belirlendi.

Çalışmanın başlamasından önceki iki aylık süre içerisinde, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim Dalı Kliniğinde çalışma dışı nedenlerle çekilen 253 adet çürüksüz alt üçüncü molar diş toplandı. Oklüzal yüzeylerinde restorasyon bulunan, stereomikroskopla (Stemi 2000 C, Zeiss, Almanya) 10x büyütmede yapılan değerlendirmede herhangi bir defekt ya da hipoplazisi olan, tüberkülleri geniş açı ile birleşen, ışık altında fissür taban izlenebilen sığ ya da tüberkül eğimleri dar açı ile birleşen derin fissürlere (17) sahip olan dişler çalışmaya dahil edilmedi. Çalışma kriterlerine uygun toplam 170 adet diş çalışmaya dahil edildi.

Dişler üzerindeki sert ve yumuşak doku artıkları periyodontal küret ile uzaklaştırıldı, dişler polisaj fırçası ve pomza temizlendi. Çalışmada kullanılabilir hale getirilen dişler, dezenfeksiyon amacıyla 48 saat % 0,5 kloramin T solüsyonunda bekletildi ve çalışma süresine kadar distile suda saklandı.

## 2.1 Örneklerin Hazırlanması

Dişler, çalışma kapsamında kullanılacak olan cihazların örnek yuvaları ile uyumlu olan 3 cm çapındaki ve 1,5 cm yüksekliğindeki silindirik teflon kalıpların merkezlerine pembe mum ile oklüzal yüzleri yer düzlemine paralel olacak şekilde sabitlendi. Mine-sement sınırının 2 mm altından itibaren kökleri akrilik rezin içinde kalacak şekilde soğuk akrile (Leaddent, Hamle Tic. Ltd. Şti. İzmir, Türkiye) gömüldü (Resim 1). Fissür örtücü uygulaması öncesinde, fissürler içerisindeki organik ve inorganik artıkları uzaklaştırmak ve standart mine yüzeyleri elde etmek için dişlerin oklüzal yüzeyleri air polishing cihazı (Gnatus Prophy Jet, Riberão Preto-SP, Brezilya) ile sodyum bikarbonat tozu (Clinpro Prophy Powder, 3M Espe, Almanya) püskürtülerek temizlendi (Resim 2). Fissürlerin tamamen temizlendiğini onaylamak için dişler stereomikroskop altında 10x büyütmede kontrol edildi.



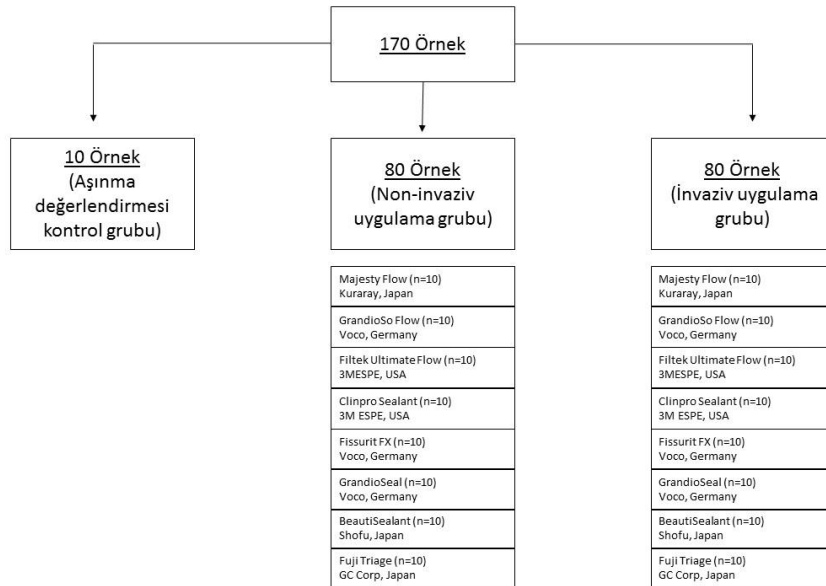
**Resim 1:** Sert ve yumuşak doku artıkları temizlenmiş bir dişin teflon kalıba mumla sabitlenmesi ve soğuk akrile gömülmesi.



**Resim 2:** Air polishing cihazı ve sodyum bikarbonat tozu ile fissürlerin temizlenmesi

## 2.2 Dişlerin Çalışma Gruplarına Dağıtılması

Dişlerin oklüzal tablaları mesio-distal ve bukko-lingual olarak dijital kumpas (Mitutoyo, Suzano, SP, Brazil) ile ölçüldü ve oklüzal yüzey genişliklerine göre 17 eşit gruba ayrıldı (n=10). Daha sonra gruplar rastgele non-invaziv ve invaziv grup olmak üzere önce 2 ana gruba, daha sonra 8 alt gruba dağıtıldı. Bir grup ise test düzeneklerinin standardizasyonu için kontrol grubu olarak kullanıldı (Şekil 2).



**Şekil 2:** Örneklerin gruplara ayrılması

İnvaziv ana gruptaki dişlerin fissürlerinde konik şekilli tungsten karbit fissürotomi frezinin (Fissurotomy® Micro NTF, SS White, Lakewood, NJ, ABD) yarı boyu derinliğinde ve o boydaki genişliğinde mine düzeltmesi yapılırken (Resim 3) non-invaziv ana gruptaki dişlerde frezle düzeltme işlemi yapılmadı.



**Resim 3:** Karbit fissürotomi frezleri ve invaziv grupta yapılan mine düzeltmesi işlemi

Daha sonra alt gruptaki dişler, nanofil içerikli akışkan kompozit (Filtek Ultimate Flow, 3M Espe, ABD), nanohibrit içerikli akışkan kompozit (GrandioSo Flow, Voco, Almanya), mikrohibrit içerikli akışkan kompozit (Majesty Flow, Kuraray, Japonya), doldurucusuz rezin içerikli fissür örtücü materyali (Clinpro Sealant, 3M Espe, ABD), dolduruculu rezin içerikli fissür örtücü materyali (Fissurit FX, Voco, Almanya), yüksek dolduruculu rezin içerikli fissür örtücü materyali (GrandioSeal, Voco, Almanya), giomer içerikli fissür örtücü materyali (BeautiSealant, Shofu, Japonya) ve cam iyonomer içerikli fissür örtücü materyali (Fuji Triage, GC Corp., Japonya) ile restore edilmek üzere hazırlandı. (n=10) (Tablo 1, Resim 4).



**Resim 4:** Çalışma kapsamında kullanılan restorasyon materyalleri

Tripoda yerleştirilmiş yüksek çözünürlüklü fotoğraf makinesi (Nikon D7100, Tokyo, Japonya) ile 105 mm makro lens kullanılarak 5 cm uzaklıktan ve sabitlenmiş ışık şiddeti altında dişlerin oklüzal yüzeylerinin başlangıç fotoğrafları çekildi. Bu aşamadan sonra dişlere içerikleri Tablo 1’de detaylı olarak belirtilen nanofil, nanohibrit ve mikrohibrit olmak üzere farklı dolduruculara sahip üç akışkan kompozit, farklı oranlarda doldurucu içeren üç rezin içerikli fissür örtücü materyali, giomer içerikli fissür örtücü materyali ve cam iyonomer içerikli fissür örtücü materyali üretici önerileri doğrultusunda aşağıda belirtilen şekillerde uygulandı.



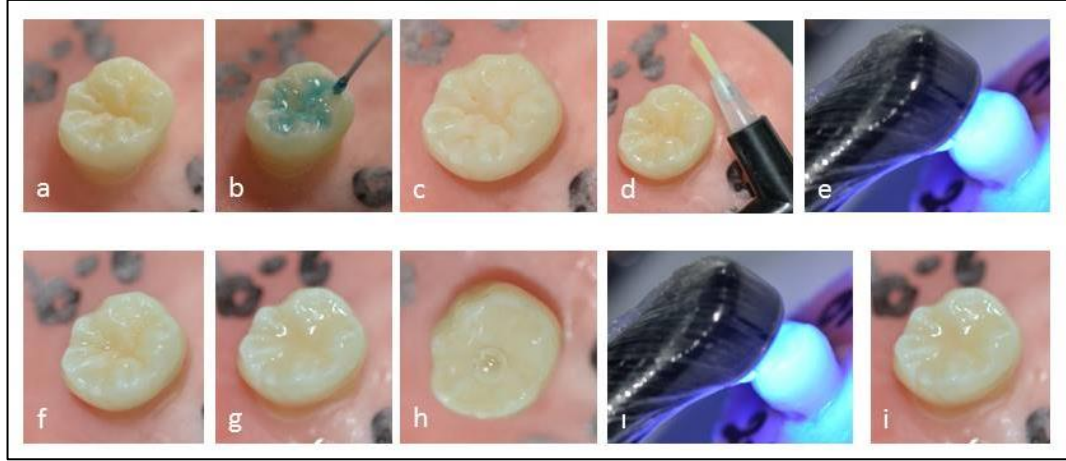
**Tablo 1:** Çalışma kapsamında fissür örtücü olarak kullanılan materyallerin içerikleri ve üretim numaraları

Materyal	Grup Kodu	Genel Özelliği	İçeriği	Üretici	Üretim numarası
<b>Filtek Ultimate Flow</b>	<b>FUF</b>	Nanofil doldurucu akışkan kompozit	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Prokriyat rezin, Ytterbiyum triflorür . 75 nm Silika nano doldurucu, 15 - 20 nm Zirkonya nano doldurucu (ağırlıkça %78,5 - hacimce %63,3)	3M ESPE St Paul, MN, ABD	<b>N577695</b>
<b>GrandioSO Flow</b>	<b>GSF</b>	Nanohibrit doldurucu akışkan kompozit	HEDMA, Bis-GMA, TEGDMA Cam seramik, Silikon dioksit 1 µm 20–40 nm (ağırlıkça %80,2 hacimce %65,7)	Voco Cuxhaven, Almanya	<b>1339440</b>
<b>Majesty Flow</b>	<b>MJF</b>	Mikrohibrit doldurucu akışkan kompozit	TEGDMA, Hidrofobik aromatik dimetakrilat. Silanlanmış baryum cam ve Kolloidal silika (ağırlıkça %81, hacimce %62)	Kuraray, Tokyo, Japonya	<b>6D0003</b>
<b>Clinpro Sealant</b>	<b>CPS</b>	Rezin içerikli doldurucusuz fissür örtücü materyali	Bis-GMA, TEGDMA, EDMAB Difenilyodonium hekzaflorofosfat, BHT, TBATFB	3M ESPE St Paul, MN, ABD	<b>N581514</b>
<b>Fissurit FX</b>	<b>FXS</b>	Doldurucu rezin içerikli fissür örtücü materyali	Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, BHT, Benzotriazolderivat %55 oranında inorganik ve cam iyonomer doldurucu, %2 NaF	Voco Cuxhaven, Almanya	<b>1341127</b>
<b>Grandio Seal</b>	<b>GDS</b>	Yüksek oldurucu rezin içerikli fissür örtücü materyali	Bis-GMA, TEGDMA Nano-doldurucu, Ağırlıkça %70	Voco Cuxhaven, Almanya	<b>1340270</b>
<b>Beauti Sealant</b>	<b>BST</b>	Giomer içerikli fissür örtücü materyali	TEGDMA, UDMA, S-PRG Doldurucu partikülleri	Shofu, Tokyo Japonya	<b>031309</b>
<b>Fuji Triage</b>	<b>FJT</b>	Cam iyonomer içerikli fissür örtücü materyali	Toz: Alümina-floro-silikat cam (amorfor yapıda) Likit: Poliakrilik asit (30-40%) özel bileşen (10-15%)	GC Corp, Tokyo, Japonya	<b>1311121</b>
<p><b>Bis-GMA:</b> Bisfenol A-Glisidil Metakrilat, <b>UDMA:</b> Üretan Dimetakrilat, <b>TEGDMA:</b> Trietilen glikol dimetakrilat, <b>EDMAB:</b> Etil 4-dimetilamino benzoat, <b>BHT:</b> Bütil hidroksitoluen, <b>TBATFB:</b> Tetrabutylamonyum Tetrafloroborat, <b>HEDMA:</b> Hidroksietil dimetakrilat, <b>S-PRG:</b> önceden reaksiyona girmiş cam</p>					

## 2.3 Örneklere Fissür Örtücü Uygulanması

### 2.3.1 Akışkan Kompozit Gruplarındaki Örneklere Fissür Örtücü Uygulanması

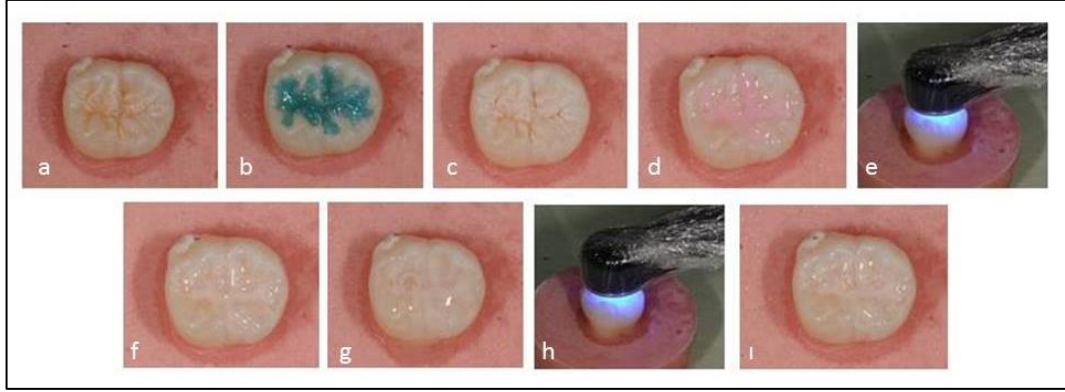
Akışkan kompozitlerin (Filtek Ultimate Flow, GrandioSo Flow, Majesty Flow) fissür örtücü olarak uygulandığı dişlerin fissürleri % 35'lik ortofosforik asitle (Singlebond Universal Etchant Gel, 3M Espe, ABD) 30 sn asitlendi (Resim 5b). Asitleme sırasında jelin penetrasyonu arttırmak amacıyla dişlerin vestibül yüzlerinden ultrasonik titreşim uygulandı. Fissürler üzerindeki asit artıkları bol su ile yıkanıp uzaklaştırıldı, yağsız hava ile kurutuldu. Optimum kurutma için %60'lık etanol solüsyonu fissürlere 5 sn uygulanıp hava ile uzaklaştırıldı (Resim 5c). Bağlayıcı ajan (Scotchbond Universal Adhesive, 3M Espe, ABD) fissürlere 20 sn boyunca fırça aplikatör ile ovalanarak uygulandı (Resim 5d). Ardından hafif şiddette hava ile inceltildi ve LED ışık cihazı (Valo, Ultradent, ABD) ile standart ayarda 10 sn polimerize edildi (Resim 5e). Akışkan kompozitler, dişlerin distalinden mezyaline doğru sond yardımıyla düzeltilerek uygulandı (Resim 5g). Materyallerin fissür derinliklerine daha iyi penetrasyonu için dişlerin vestibül yüzeylerinden 30 sn ultrasonik titreşim verildi ve ışık cihazı ile 20 sn süre ile polimerize edildi. Restorasyon yüzeyleri gliserin jel ile kaplandı ve 60 sn tekrar ışık uygulandı (Resim 5h, ı).



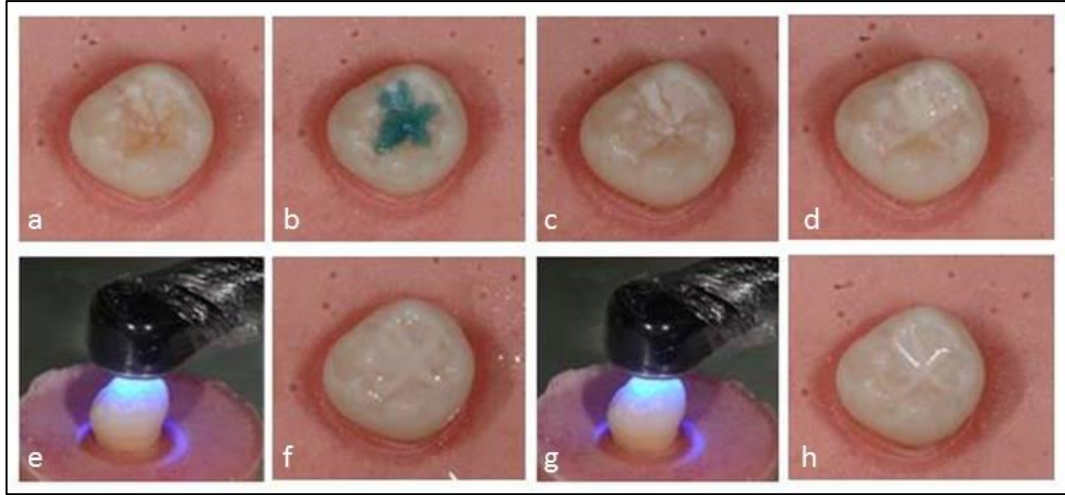
**Resim 5:** Akışkan kompozit grubundan bir örneğe fissür örtücü uygulama aşamaları

### 2.3.2 Rezin İçerikli Fissür Örtücü Gruplarındaki örneklere fissür örtücü Uygulanması

Rezin içerikli fissür örtücü gruplarındaki (Clinpro Sealant, Fissurit FX ve GrandioSeal) dişlerin fissürleri % 35'lik ortofosforik asitle 30 sn asitlendi (Resim 6b,7b). Asitleme sırasında jelin penetrasyonu arttırmak amacıyla vestibül yüzeyden ultrasonik titreşim uygulandı. Fissürler üzerindeki asit bol su ile yıkanıp uzaklaştırıldı, yağsız hava ile kurutuldu. % 60'lık etanol solüsyonu optimum kurutma için 5 sn fissürlere uygulanıp hava ile uzaklaştırıldı (Resim 6c,7c). Fissür örtücü materyal dişlerin fissürlerine uygulanarak sond yardımıyla düzeltildi (Resim 6d, 7d). Otuz saniye ultrasonik titreşim verilerek fissür derinliklerine penetrasyon sağlandı ve 20 sn LED ışık cihazı ile polimerize edildi (Resim 6e, 7e). Restorasyon yüzeyi gliserin jel ile kaplanarak 60 sn tekrar ışık uygulandı (Resim 6g-h, 7 f-g).



**Resim 6:** Resin içerikli doldurucusuz fissür örtücü (Clinpro Sealant) grubundan bir örneğe fissür örtücü uygulama aşamaları.

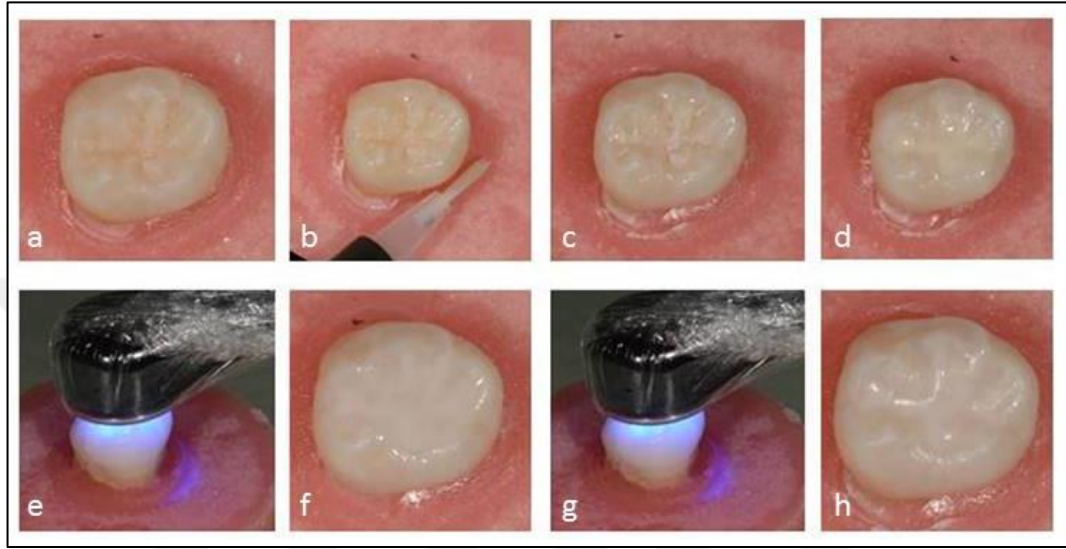


**Resim 7:** Resin içerikli dolduruculu fissür örtücü (Fissurit FX) grubundan bir örneğe fissür örtücü uygulama aşamaları.

### 2.3.3 Giomer Grubundaki Örneklere Fissür Örtücü Uygulanması

Giomer içerikli fissür örtücü materyali (BeautiSealant) uygulanacak dişlerin fissürleri, üretici önerileri doğrultusunda, kendinden asitli BeautiPrimer (BeautiSealant, Shofu, Japonya) 5 sn fırça aplikatör yardımıyla uygulanarak pürüzlendirildi ve hafif hava ile kurutuldu (Resim 8b, c). Fissür örtücü materyal, sond yardımıyla doğrudan uygulandıktan sonra dişlere 30 sn ultrasonik titreşim

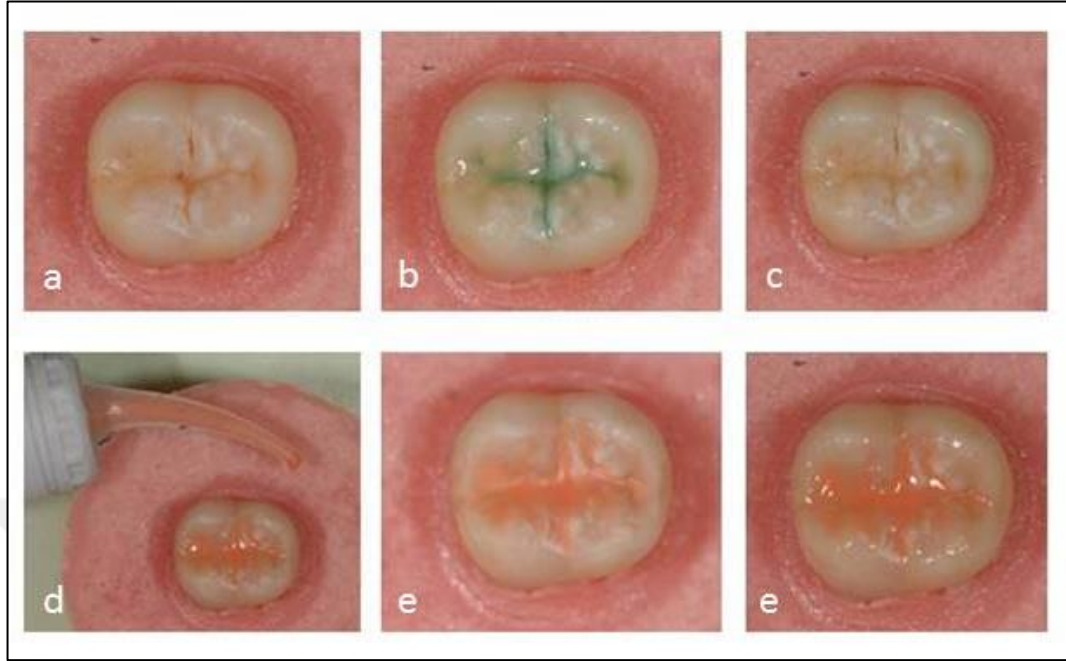
verilerek fissür derinliklerine penetrasyon sağlandı ve 20 sn LED ışık cihazı ile polimerize edildi (Resim 8e). Restorasyon yüzeyi gliserin jel ile kaplanarak 60 sn tekrar ışık uygulandı (Resim 8f, g).



**Resim 8:** Giomer içerikli fissür örtücü (BeautiSealant) grubundan bir örneğe fissür örtücü uygulama aşamaları.

#### 2.3.4 Cam İyonomer Fissür Örtücü Grubundaki Örneklerle Fissür Örtücü Uygulanması

Cam İyonomer içerikli fissür örtücü materyali olan Fuji Triage ile fissürleri örtülenecek dişlere, üretici önerileri doğrultusunda, GC Cavity Conditioner (GC Corp.,Tokyo, Japonya) 10 sn uygulandı ve hafif hava ile kurutuldu (Resim 9 b,c). Fuji Triage kapsülü, kapsül karıştırıcısına yerleştirilip 10 sn karıştırıldı, uygulama aparatına yerleştirildi ve fissürlere uygulandı (Resim 9d). Fuji Coat LC (GC Corp., Tokyo, Japonya) üretici önerileri doğrultusunda uygulanan materyal parlaklığını kaybetmeye başlayınca, fırça ile restorasyonun üzerine sürüldü ve 10 sn polimerize edildi (Resim 9e).

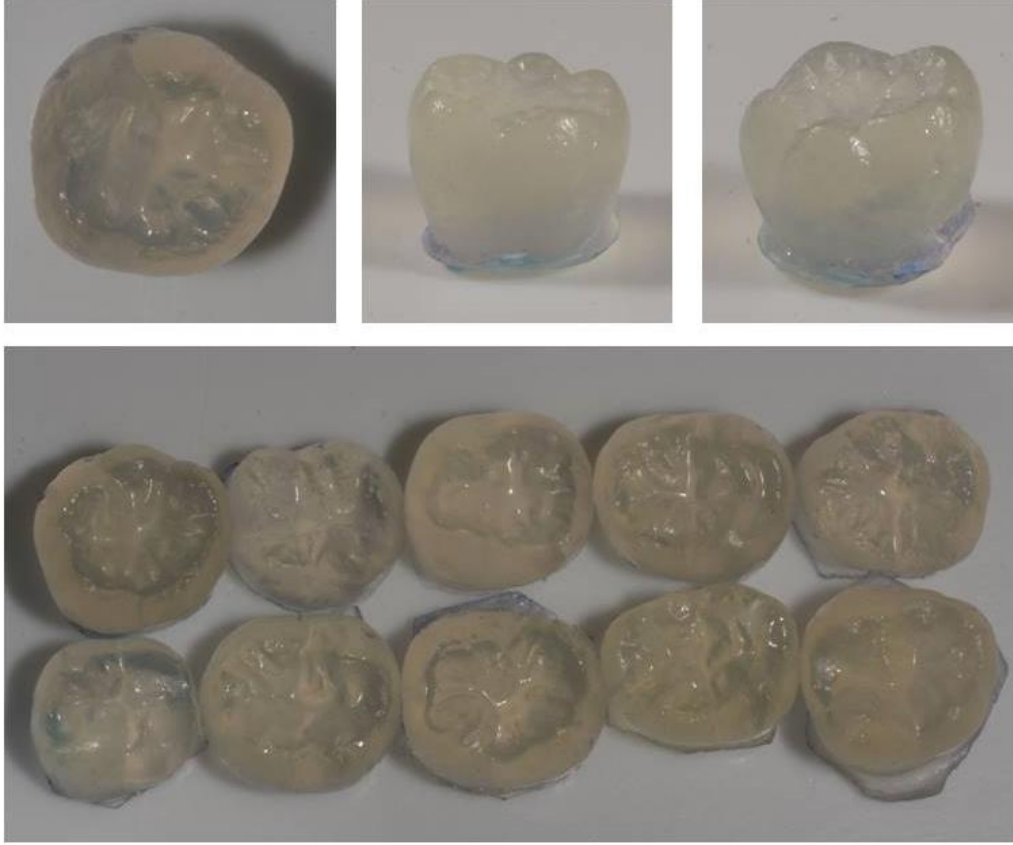


**Resim 9:** Cam İyonomer içerikli fissür örtücü materyali (Fuji Triage) grubundan bir örneğe fissür örtücü uygulama aşamaları.

#### 2.4 Başlangıç Kayıtlarının Alınması

Işıklı sertleştirilen fissür örtücü materyaller üzerindeki gliserin jel basınçlı su ile yıkanarak uzaklaştırıldı ve örnekler polimerizasyonun tamamlanması için 24 saat distile su içerisinde 37 °C’de karanlık ortamda saklandı. Cam iyonomer içerikli gruptaki örnekler sertleşme işleminin tamamlanması için bir hafta salin solüsyonda bekletildi. Su içerisinde çıkarılıp hava ile kurutulan örneklerin restorasyon sonrası fotoğrafları önceki kriterler baz alınarak kaydedildi. Polieter ölçü malzemesi (Impregum Penta H Duosoft ve Garant L Duosoft, 3M Espe, Seefeld, Almanya) ile dişlerden alınan ölçülere üretici önerileri doğrultusunda hazırlanan epoksi rezin (Duratek San. Ve Tic. Aş. Gebze, Türkiye) dökülerek kenar uyumu

değerlendirmesinde kullanılacak başlangıç replika modelleri elde edildi (Resim 10).

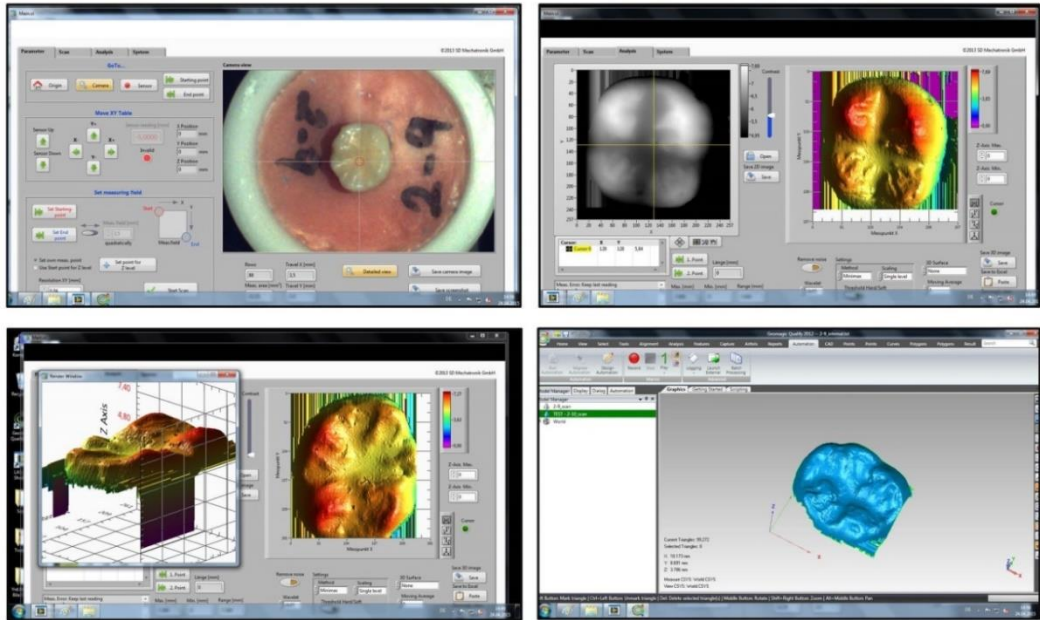


**Resim 10:** Epoksi replika modelleri

Aşınma özelliklerinin üç boyutlu olarak bilgisayar ortamında değerlendirilmesinde kullanılacak başlangıç kayıtları, lazer ölçüm cihazı ve paket programı (Laser Abrasion Measurement System LAS-20, SD Mechatronik, Münih, Almanya) kullanılarak alındı (Resim 11). Bu amaçla; örnekler üzerinden 0,04 mm aralıklarla ve fissürlerin merkezi dikey boyut referans noktası belirlenerek taramalar yapıldı (Resim 12).



**Resim 11:** Laser Abrasion Measurement System LAS-20 Aşınma ölçüm cihazı



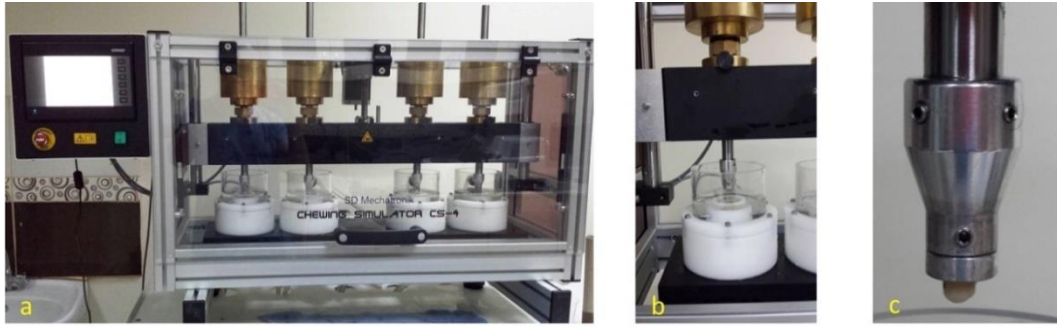
**Resim 12:** Aşınma ölçüm cihazı ile elde edilen görüntülerin bilgisayar ortamına aktarılması

## 2.5 Çiğneme ve Fırçalama Simülasyonu ile Yaşlandırma

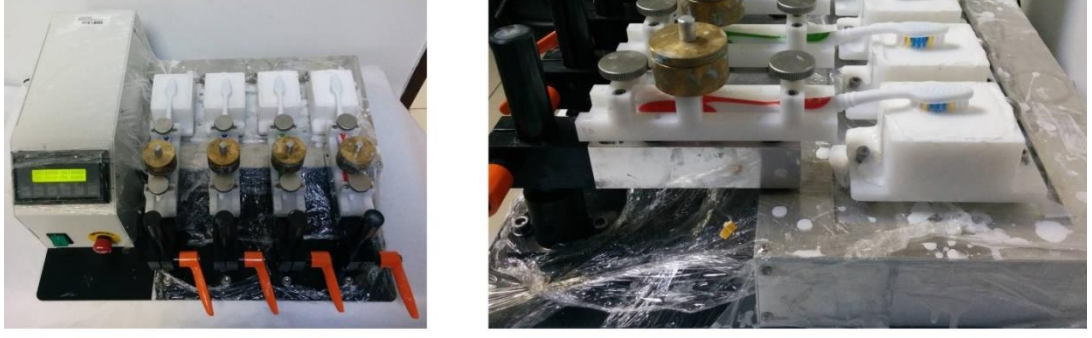
Başlangıç kayıtları tamamlanan örnekler 2 yıllık çiğneme ve fırçalama simülasyonu için, 2'şer döngü ile önce çiğneme simülatörü (Chewing Simulator CS-4, SD Mechatronik, Almanya), sonra fırçalama simülatörüne (Toothbrush Simulation ZM-3.4, SD Mechatronik, Almanya) tabi tutuldu (1 döngü = çiğneme +



fırçalama simülasyonu) (Resim13 ve 14). Bir yıllık çiğneme simülasyonu 240.000 defa, 49 N kuvvet altında, 1,7 Hz frekansta ve termal döngü eşliğinde, 3 mm dikey ve 1,5 mm lateral hareket yapılarak gerçekleştirildi (159). Termal döngü 5°C ve 55°C sıcaklıklarındaki su içinde 30 sn bekleme süresi ile uygulandı. Çiğneme simülatöründe örneklere karşıt aşındırıcı olarak, çekilmiş üst premolar dişlerden elde edilen vestibül tüberküller kullanıldı (Resim 13c). Fırçalama simülasyonu ise, orta sertlikte kılları olan diş fırçası ile 200 gr ağırlık altında, 1 Hz frekans ile bir yıllık döngü için 10.000 vuruş (diş üzerinden 2 geçiş = 1 vuruş) yapılarak tamamlandı. Hacimce 2:1 oranında distile su ile günlük kullanıma uygun bir diş macunu (Colgate Total, Colgate-Palmolive, İngiltere) (Resim 15) karışımı, her 1000 vuruşta karışımın yenilenmesi suretiyle fırçalama simülasyonunda kullanıldı (160, 161). Her döngü başında ise fırçalar yenileri ile değiştirildi.



**Resim 13:** a) Çiğneme simülatörü, b) Çiğneme simülatöründe bir örnek için ayrılmış hazne ve çiğneme kuvvetini uygulayıcı kol, c) Çiğneyici kolun uç kısmına yerleştirilen karşıt tüberkül



**Resim 14:** Fırçalama simülatörü ve uygulanması



**Resim 15:** Fırçalama simülasyonunda kullanılan diş fırçası ve diş macunu

## 2.6 Örneklerin Değerlendirilmesi

### 2.6.1 Görsel Değerlendirme

Çiğneme ve fırçalama simülasyonları tamamlandıktan sonra örneklerin aşınma sonrası fotoğrafları daha önceden anlatıldığı şekilde tekrarlandı. Fissür örtücüler bağımsız iki gözlemci tarafından 150 $\mu$  genişliğinde uca sahip bir sondla kenar uyumu açısından ve hem fotoğraf kayıtları üzerinden hem de dişlerin direkt incelenmesi ile aşınma, kırıklar ve retansiyon açısından Tablo 2’de belirtilen kriterlere göre değerlendirildi ve skorlandı. Araştırmacılar arasında değerlendirme açısından farklılıklar bulunduğu durumlarda ise tekrar değerlendirme yapılarak ortak karar verildi.

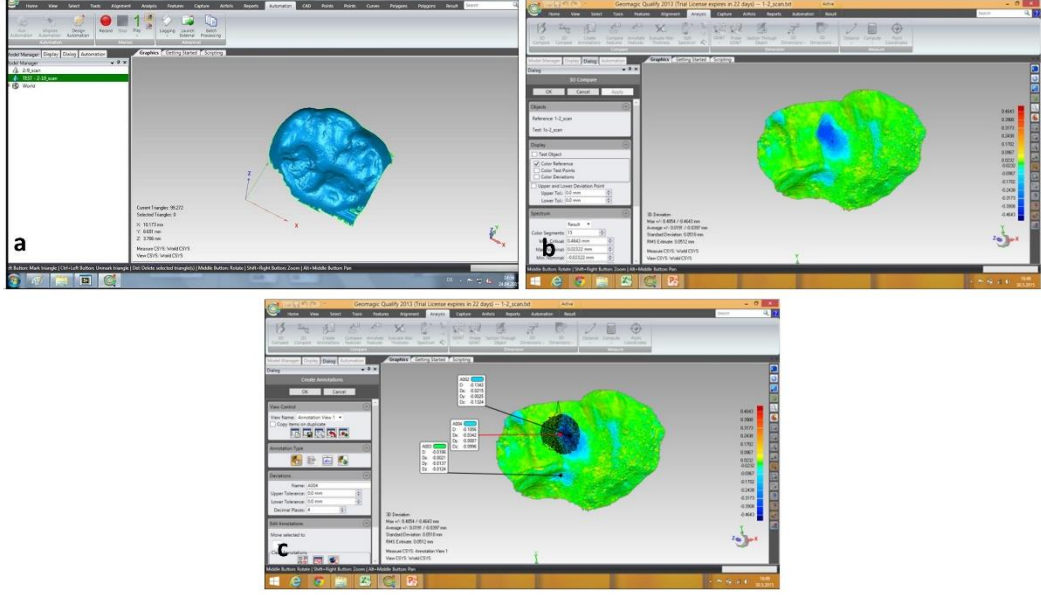
**Tablo 2:** Görsel değerlendirme kriterleri

	<b>Kırıklar ve Retansiyon</b>	<b>Kenar Uyumu</b>	<b>Aşınma</b>
1.Mükemmel / çok iyi	1.1Restorasyon kaybedilmemiş, kırık ya da çatlak mevcut değil	2.1 Uyumlu anahatlar, boşluk yok	3.1 Mineye eşit fizyolojik aşınma (minenin %80-%120 sine denk)
2. İyi (Polisaj sonrası çok iyi)	1.2Küçük kılcal çatlaklar mevcut	2.2 Kenar uyumunda bozulma (50µm). Polisajla kaldırılabilen küçük marjinal kırık	3.2 Mineden çok az farklı normal aşınma (%50-80 ya da %120-150 mineye göre)
3. Yeterli / tatmin edici. (küçük bozulmalar, kabul edilemez değil)	1.3 İki veya daha fazla geniş kılcal çatlaklar veya kırıntı (marjinal bütünlüğü etkilemeyecek şekilde)	2.3 150 µm'den küçük, polisajla kaldırılamayan aralık. Ciddi küçük mine çatlakları	3.3 Mineden farklı aşınma oranı fakat biyolojik değişiklik içerisinde (mineye göre %50 den az ya da %150-300 den fazlaya)
4.Tatmin edici değil (Tamir edilebilir)	1.4 marjinal kaliteyi etkileyen kırıklar; kütleli kırık ,parsiyel kayıpla birlikte ya da değil (restorasyonun yarısından küçük)	2.4 Aralık 250'µm den büyük taban ekspozite, Marjinlere zarar veren kırık Dikkate değer mine duvarında kırık	3.4 Normal mine aşınmasından oldukça fazla aşınma; oklüzal kontakt noktaları kaybedilmiş.
5.Yetersiz (Yenilenmesi gerekli)	1.5 Restorasyonun kaybı Parsiyel ya da total	2.5 Restorasyon bağlantısız ancak yerinde	3.5 Aşırı aşınma (restorasyonda mineye kıyasla %500 den fazla aşınma)

### 2.6.2 Aşınmanın Bilgisayar Ortamında Değerlendirilmesi

Aşınma simülasyonu tamamlanan örneklerin lazer tarayıcı sistemi ile aşınma sonrası görüntüleri başlangıç kriterlerine göre tekrarlandı. Elde edilen üç boyutlu modelde .stl uzantılı başlangıç ve aşınma sonrası verileri Geomagic Qualify 2012 (Geomagic, Morrisville, ABD) (Resim 16) yazılımı ile üst üste karşılaştırıldı. Oklüzal yüzde fissürleri tamamen içine alacak şekilde alan seçimi yapıldı. Seçilen alan üzerinde üç boyutlu karşılaştırma yapıp hacim farklılıkları görsel olarak izlendi. Çakıştırılan başlangıç ve aşınma sonrası görüntüleri arasında kalan

boşluğun hacmi aşınma hacmi olarak mm<sup>3</sup> cinsinden kaydedildi. Aynı zamanda aşınma gerçekleşen boşluğun derinliği vertikal kayıp mm cinsinden kaydedildi.

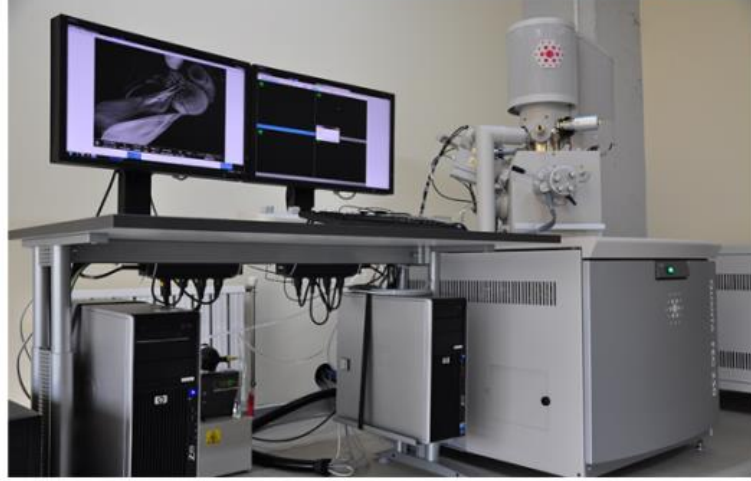


**Resim 16:** Lazer tarayıcı ile elde edilen taramaların bilgisayar programında şekillendirilmesi (a), başlangıç ve aşınma sonrası taramalarının karşılaştırılması (b) ve hacim ölçümlerinin yapılması (c).

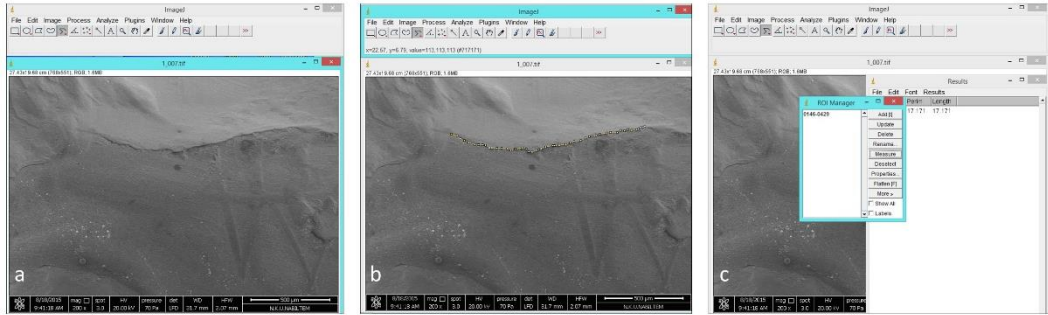
### 2.6.3 Kenar Uyumlarının Taramalı Elektron Mikroskobu ile Değerlendirilmesi

Polieter ölçü maddesi ile örneklerin aşınma sonrası ölçüleri alındı ve epoksi rezin dökülerek aşınma sonrası replika modelleri oluşturuldu. Örneklerden başlangıçta ve yaşlandırma sonrasında elde edilen replika modellerinden taramalı elektron mikroskobu (SEM LS-10, Zeiss, Almanya) ile 100x ve gerekli görüldüğünde 200x veya 400x büyütmelemede görüntüler alındı. İki araştırmacı tarafından fotoğraflar incelenerek kantitatif kenar uyumu analizi yapıldı (Resim 17, 18). Restorasyon kenarı mikromorfolojisi ‘devamlı restorasyon kenarı’ ya da 250 µ’den daha geniş aralanmalar için ‘restorasyon kenarında aralanma’ olarak

değerlendirilip (154), restorasyon kenarlarının toplam uzunluğuna göre yüzdesel olarak ifade edildi.



**Resim 17:** Taramalı Elektron Mikroskobu

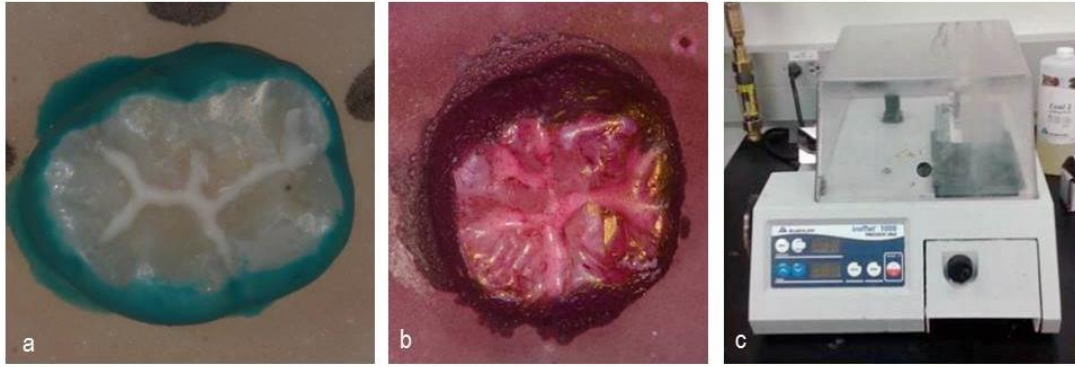


**Resim 18:** Taramalı elektron mikroskobu görüntüleri üzerinde ölçüm yapılması

#### 2.6.4 Mikrosızıntı ve Penetrasyon Derinliği Değerlendirmesi

Örnekler sadece oklüzal yüzeyleri açıkta kalacak şekilde 2 kat tırnak cilası sürülerek, % 0,5'lik bazik fuksin solüsyonuna bırakıldı ve 24 saat süreyle 37°C'de etüvde (Memmert 800, Almanya) bekletildi (Resim 19). Sonrasında distile su ile

yıkayıp kurutulan dişler hassas kesme cihazı (İsomet 1001, Buehler, Evanston IL, ABD) ile bukkal-lingual yönde üç parçaya ayrıldı. Her dişten elde edilen üç kesit ve oluşan dört yüzey stereomikroskop (Stemi 2000 C, Zeiss, Almanya) (Resim 20) ile 40x büyütme altında birbirinden bağımsız 2 araştırmacı tarafından hem mikrosızıntı hem de materyallerin penetrasyon derinliği açısından aşağıdaki kriterlere göre değerlendirildi. Araştırmacılar arasında değerlendirme açısından farklılıklar bulunduğu durumlarda tekrar değerlendirme yapılarak ortak karar verildi.



**Resim 19:** a) Boya penetrasyonu testi için hazırlanmış bir örnek, b) Bazik fuksin solüyonunda bekletilmiş bir örnek, c) Hassas kesme cihazı



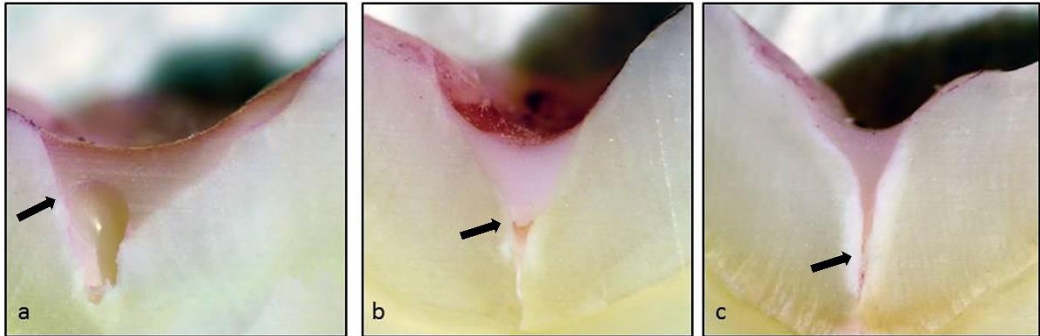
**Resim 20:** Stereomikroskop

***Penetrasyon derinliği skorları;***

1= materyal toplam fissür uzunluğunun 1/3'üne kadar penetre olmuş.

2= materyal toplam fissür uzunluğunun 1/2'sine kadar penetre olmuş.

3= materyal fissür uzunluğunun tamamı boyunca penetre olmuş.



**Resim 21:** Penetrasyon derinliği skorlar a) skor 1, b) skor 2, c) skor 3

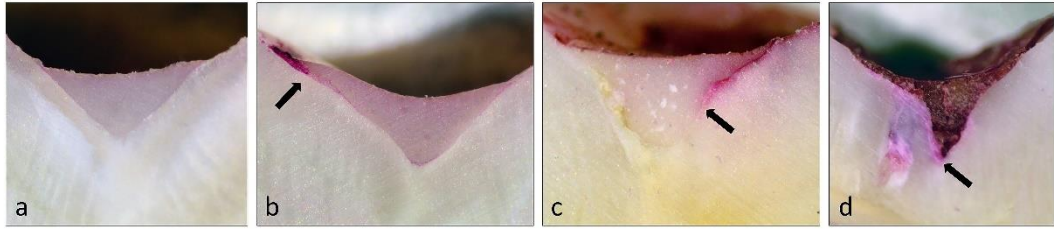
### ***Mikrosızıntı skorları;***

0= sızıntı yok.

1= fissür örtücünün dış yarısıyla sınırlı sızıntı var.

2= fissür örtücünün iç yarısıyla sınırlı sızıntı var.

3= fissür örtücünün tabanı boyunca sızıntı var.



**Resim 22:** Mikrosızıntı değerlendirme a) skor 0, b) skor 1, c) skor 2, d) skor 3

## **2.7 İstatistiksel Değerlendirme**

Bu çalışmanın istatistiksel analizi SPSS for Windows Ver.20.0 (SPSS Inc., IL.USA) paket programı ile yapıldı.

Araştırma kapsamındaki sürekli değişkenlere sahip tüm veriler için tanımlayıcı istatistikler elde edildi. Kolmogorov-Smirnov ve Levene's testleri ile gruplardaki dağılımların normalliği ve varyanslarının homojenliği incelendi. Normal dağılım ve homojen varyansların izlendiği durumlarda grup karşılaştırmaları Kovaryans Analizi (ANCOVA) ve İki Yönlü Varyans Analizi (Two Way ANOVA) ile yapıldı. Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar ise Post Hoc Tukey HSD testi ile değerlendirildi. Normal dağılımın izlenmediği ve varyansların homojen olmadığı durumlarda ise Kruskal Wallis ve Mann-Whitney U testleri ile analizler yapıldı.



Araştırma kapsamındaki mikrosızıntı, penetrasyon derinliği ve görsel değerlendirme sonucunda elde edilen ordinal değerışkenlerden oluşan verilerin analizinde ve non-parametrik Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testleri kullanıldı. Tüm testler için anlamlılık değereri  $\alpha= 0.05$  olarak kabul edildi.



### 3. BULGULAR

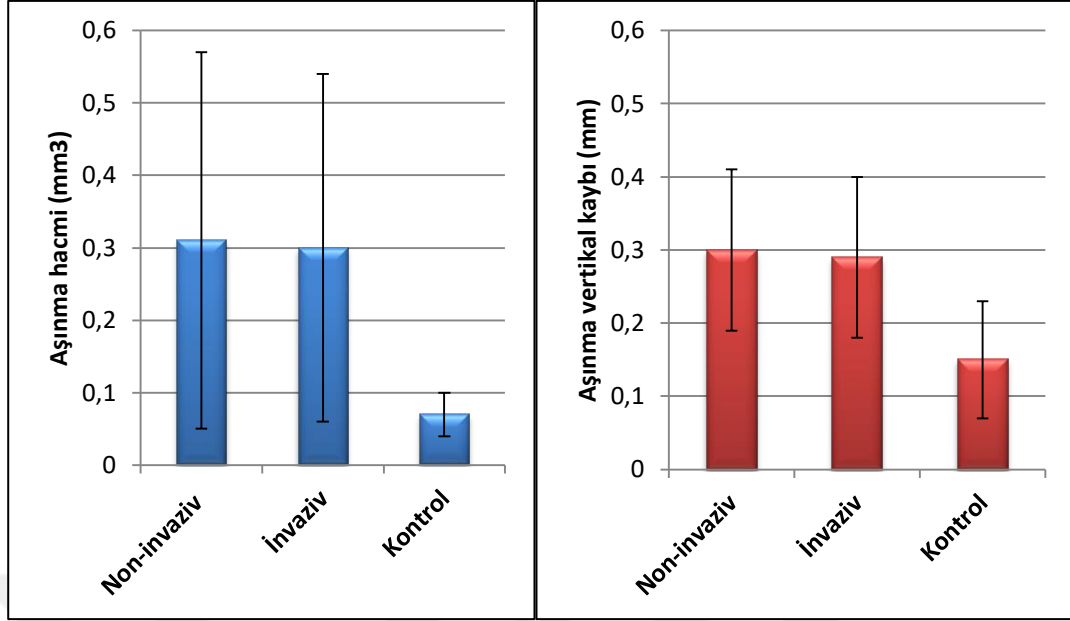
#### 3.1 Aşınma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yaşlandırma sonrası aşınmanın kantitatif olarak değerlendirilmesi sonucunda, tüm örneklerde değişen oranlarda aşınma meydana geldiği belirlendi. Oluşan aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı açısından uygulama yöntemlerine ait veriler Tablo 3’de ve Şekil 2’de gösterilmiştir.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda uygulama yönteminin (invaziv veya non-invaziv) materyallerin aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı üzerinde etkisi anlamlı değildi . Ancak toplam aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı açısından kontrol grubunun invaziv ve non-invaziv gruplardan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde düşük olduğu belirlendi ( $p<0,05$ ).

**Tablo 3:** Uygulama yöntemlerine ait aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

Uygulama Yöntemi	n	Aşınma hacmi (mm <sup>3</sup> )			Aşınma vertikal kaybı (mm)		
		Ortalama( $\pm$ SS)	Min.	Maks.	Ortalama( $\pm$ SS)	Min.	Maks.
Non-invaziv	80	0,31 ( $\pm$ 0,26)	0,01	1,30	0,30 ( $\pm$ 0,11)	0,08	0,55
İnvaziv	80	0,30 ( $\pm$ 0,24)	0,00	1,25	0,29 ( $\pm$ 0,11)	0,11	0,52
Kontrol	10	0,07 ( $\pm$ 0,03)	0,03	0,13	0,15 ( $\pm$ 0,03)	0,08	0,19



**Şekil 3:** Uygulama yöntemlerine ait aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı ortalama ve standart sapma değerleri.

İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında, grupların aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı verileri Tablo 4’de ve Şekil 3’de gösterilmektedir. Buna göre hacimsel olarak en yüksek aşınma cam iyonomer içerikli fissür örtücü grubunda izlendi. Daha sonra sırasıyla giomer içerikli fissür örtücü, rezin içerikli fissür örtücü ve akışkan kompozit gruplarında daha az hacimsel aşınma olduğu görüldü. Kontrol grubunda ise en az aşınma olduğu belirlendi.

Homojen olmayan grup varyansları nedeniyle yapılan nonparametrik istatistiksel analiz sonucunda, aşınma hacmi açısından kontrol grubu ile akışkan kompozit grubu arasında fark bulunmazken, kontrol grubu ve akışkan kompozit grubu ile diğer gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu bulundu ( $p<0,05$ ). Aşınmanın en fazla görüldüğü cam iyonomer grubu ile rezin içerikli fissür örtücü grubu arasındaki fark anlamlı iken ( $p<0,05$ ), giomer grubu arasındaki fark anlamsızdı.

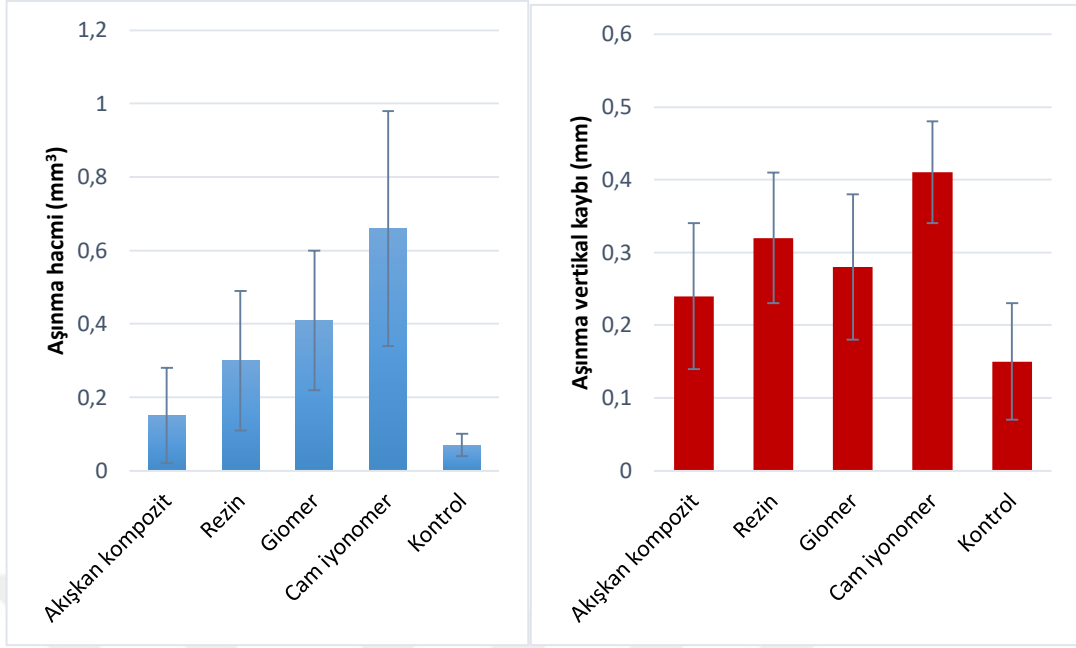
En düşük aşınma vertikal kaybı kontrol grubunda izlendi. Bu grubu sırasıyla akışkan kompozit, giomer ve rezin içerikli fissür örtücü grupları izlerken en yüksek aşınma vertikal kaybı cam iyonomer içerikli fissür örtücü grubunda görüldü.

Homojen olmayan grup varyansları nedeniyle yapılan nonparametrik istatistiksel analiz sonucunda, kontrol grubunun akışkan kompozit grubuyla arasında anlamlı fark yokken, diğer gruplarla arasında anlamlı fark vardı ( $p<0,05$ ). Cam iyonmer içerikli fissür örtücü grubu ile diğer tüm gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu görüldü ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı ortalama, standart sapma ( $\pm SS$ ), minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

Materyal İçeriği	n	Aşınma hacmi ( $mm^3$ )				Aşınma vertikal kaybı (mm)			
		Ortalama ( $\pm SS$ )	Min.	Maks.	önem ( $p<0,05$ )	Ortalama ( $\pm SS$ )	Min.	Maks.	önem ( $p<0,05$ )
Akışkan kompozit	60	0,15( $\pm 0,13$ )	0,01	0,70	a	0,24( $\pm 0,1$ )	0,08	0,44	a,c
Rezin	60	0,30( $\pm 0,19$ )	0,02	0,90	b	0,32( $\pm 0,09$ )	0,14	0,48	b
Giomer	20	0,41( $\pm 0,19$ )	0,16	0,91	b,c	0,28( $\pm 0,1$ )	0,15	0,52	b,c
Cam iyonmer	20	0,66( $\pm 0,32$ )	0,24	1,30	c	0,41( $\pm 0,07$ )	0,27	0,55	d
Kontrol	10	0,07( $\pm 0,03$ )	0,03	0,13	a	0,15( $\pm 0,03$ )	0,08	0,19	a

\*Önem sütunundaki farklı küçük harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.  
Tek-yönlü ANOVA, \* $p<0,05$ : istatistiksel anlamlı fark var.



**Şekil 4:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı ortalama değerleri ve standart sapma değerleri

Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı verileri Tablo 5’de ve Şekil 4’de gösterilmektedir.

En düşük aşınma hacmi kontrol grubunda izlenirken, FJT grubundaki aşınma hacminin en yüksek olduğu gözlemlendi. Aşınma hacmi açısından yapılan ikili karşılaştırmalarda kontrol grubu ile akışkan kompozitler MJF, FUF, GSF ve doldurucu rezin içerikli fissür örtücü FXS arasında anlamlı farklılık olmadığı görüldü. Fuji triage grubu ile diğer tüm gruplar arasında anlamlı farklılık bulundu ( $p<0,05$ ). Akışkan kompozitler içerisinde en az aşınma MJF grubunda izlenirken, rezin içerikli fissür örtücülerde en az aşınma FFX grubunda görüldü. Akışkan kompozitlerde en yüksek aşınma GSF’da izlenirken, rezin içerikli fissür örtücülerde en yüksek aşınma ise GDS grubunda görüldü.

En düşük aşınma vertikal kaybı kontrol grubunda izlenirken, FJT grubundaki aşınma vertikal kaybının en yüksek olduğu gözlemlendi. Aşınma vertikal kaybı açısından yapılan ikili karşılaştırmalarda, kontrol grubu ile MJF ve FUF arasında ve FJT ile GDS arasında anlamlı farklılık bulunmazken, diğer tüm karşılaştırmalarda fark anlamlı idi ( $p<0,05$ ). Akışkan kompozitler içerisinde en düşük aşınma vertikal kaybı FUF grubunda izlenirken, rezin içerikli fissür

örtücülerde en düşük aşınma vertikal kaybı FFX grubunda görüldü. Akışkan kompozitlerde en yüksek aşınma vertikal kaybı GSF’da izlenirken, rezin içerikli fissür örtücülerde en yüksek aşınma vertikal kaybı ise GDS grubunda görüldü.

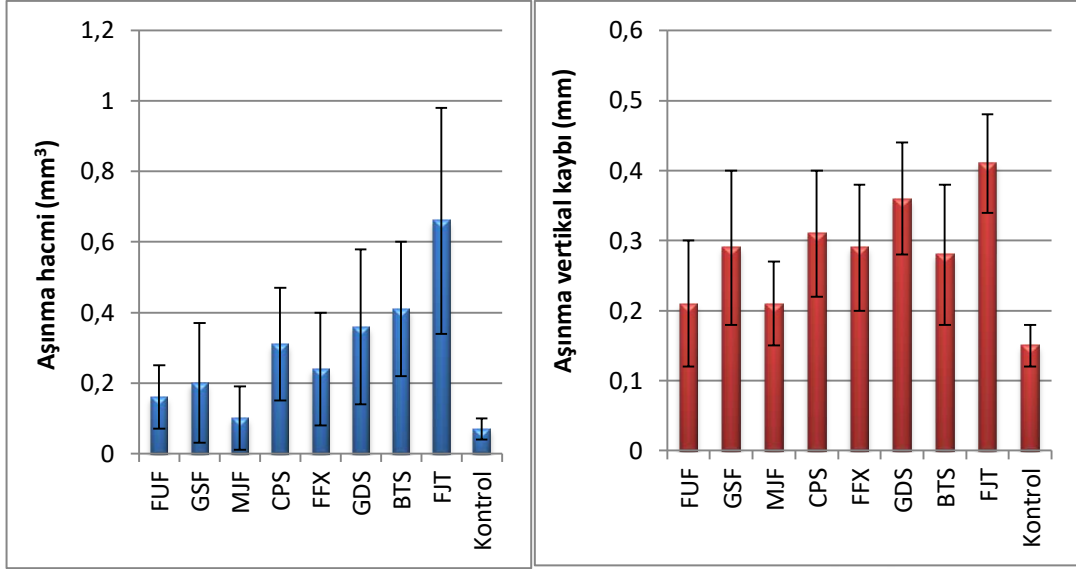
**Tablo 5:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

Materyal	Aşınma hacmi (mm <sup>3</sup> )				Aşınma vertikal kaybı (mm)			
	Ortalama ( $\pm$ SS)	Min.	Maks.	önem (p<0,05)	Ortalama ( $\pm$ SS)	Min.	Maks.	önem (p<0,05)
FUF	0,16 ( $\pm$ 0,09)	0,04	0,35	a,b	0,21 ( $\pm$ 0,09)	0,08	0,43	a,b
GSF	0,20 ( $\pm$ 0,17)	0,01	0,70	a,b,c	0,29 ( $\pm$ 0,11)	0,13	0,44	b,c,
MJF	0,1 ( $\pm$ 0,09)	0,00	0,41	a	0,21 ( $\pm$ 0,06)	0,12	0,31	a,b
CPS	0,31 ( $\pm$ 0,16)	0,05	0,67	b,c,d	0,31 ( $\pm$ 0,09)	0,18	0,48	c
FFX	0,24 ( $\pm$ 0,16)	0,02	0,58	a,b,c,d	0,29 ( $\pm$ 0,09)	0,14	0,44	b,c
GDS	0,36 ( $\pm$ 0,22)	0,11	0,90	c,d	0,36 ( $\pm$ 0,08)	0,22	0,47	c,d
BTS	0,41 ( $\pm$ 0,19)	0,16	0,91	d	0,28 ( $\pm$ 0,1)	0,15	0,52	b,c
FJT	0,66 ( $\pm$ 0,32)	0,24	1,30	e	0,41 ( $\pm$ 0,07)	0,27	0,55	d
Kontrol	0,07 ( $\pm$ 0,03)	0,03	0,13	a	0,15 ( $\pm$ 0,08)	0,08	0,19	a

\*Önem sütunundaki farklı küçük harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

\*\* FUF: Filtek Ultimate Flow, GSF: GrandioSo Flow, MJF: Majesty Flow, CPS: Clinpro Sealant, FFX: Fissürit FX, GDS: Grandio Seal, BST: Beauti Sealant, FJT: Fuji Triage.

Çift-yönlü ANOVA, \*p<0,05: istatistiksel anlamlı fark var.



**Şekil 5:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı ortalama ve standart sapma değerleri.

### 3.2 Kenar Uyumunun Taramalı Elektron Mikroskobu ile Değerlendirilmesi

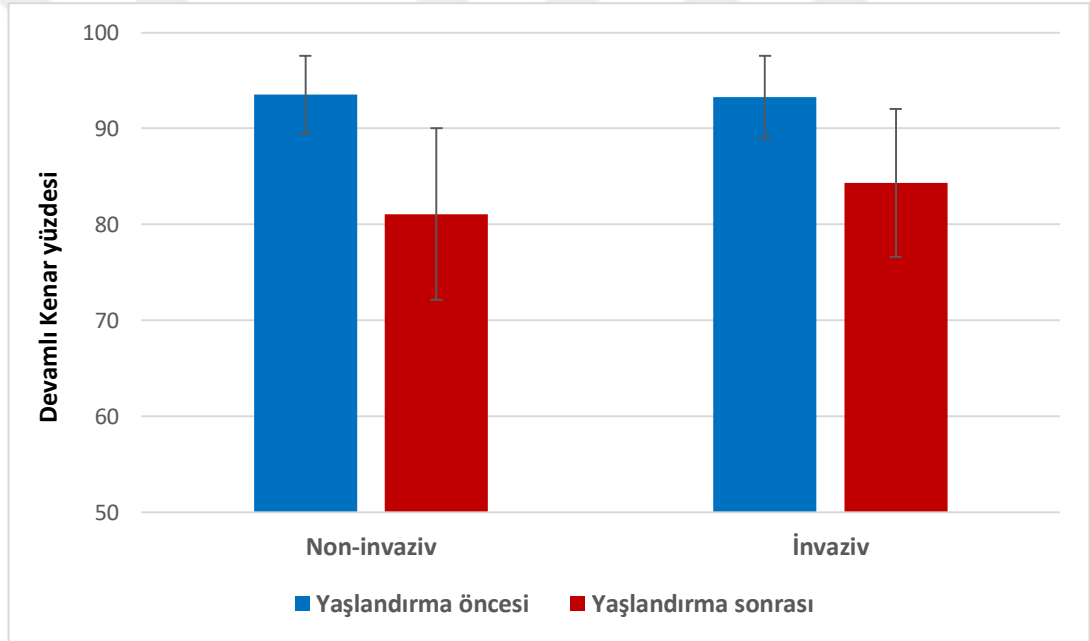
Yapılan değerlendirme sonucunda tüm örneklerde yaşlandırma öncesi ve sonrası hem devamlı kenar uyumuna sahip hem de kenar uyumunda bozulmaların bulunduğu alanlar görüldü. Tüm örneklerde yaşlandırma sonrası devamlı kenar yüzlerinde değişen oranlarda azalma meydana geldiği izlendi.

İnvaziv ve non-invaziv uygulama yöntemlerinin başlangıç ve yaşlandırma sonrası devamlı kenar yüzdesi verileri Tablo 6'da ve Şekil 5'de gösterilmektedir.

İstatistiksel değerlendirmede, yaşlandırma öncesi kenar uyumunun yaşlandırma sonrası kenar uyumu üzerinde etkisinin olmadığı görüldü. Uygulama yöntemlerinin ve materyal gruplarının ise yaşlandırma sonrası kenar uyumu üzerinde etkisi anlamlı idi ( $p < 0,05$ ). Yaşlandırma sonrası invaziv grubun non-invaziv gruba göre anlamlı olarak daha yüksek devamlı kenar uyumuna sahip olduğu izlendi. ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 6:** Uygulama yöntemlerine ait devamlı kenar yüzdesi ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

	Uygulama Yöntemi	N	Ortalama (%) ( $\pm$ SS)	Minimum (%)	Maksimum (%)
Yaşlandırma öncesi	Non-invaziv	80	93,55 ( $\pm$ 4,04)	82,31	99,26
	İnvaziv	80	93,27 ( $\pm$ 4,33)	79,66	100,00
Yaşlandırma sonrası	Non-invaziv	80	81,09 ( $\pm$ 8,93)	54,97	94,71
	İnvaziv	80	84,34 ( $\pm$ 7,69)	57,15	98,71



**Şekil 6:** Uygulama yöntemlerine ait devamlı kenar yüzdesi ortalama ve standart sapma değerleri.

İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında, grupların TEM görüntüleri Şekil 23-30'da ve başlangıç ve yaşlandırma sonrası elde edilen kenar uyumu verileri Tablo 7'de ve Şekil 6'da gösterilmektedir. Başlangıç kenar uyumu eş değişken alınarak yapılan kovaryans analizi sonucunda, uygulama yöntemi ile materyal gruplarının etkileşimi de anlamlı bulundu ( $p < 0,05$ ).



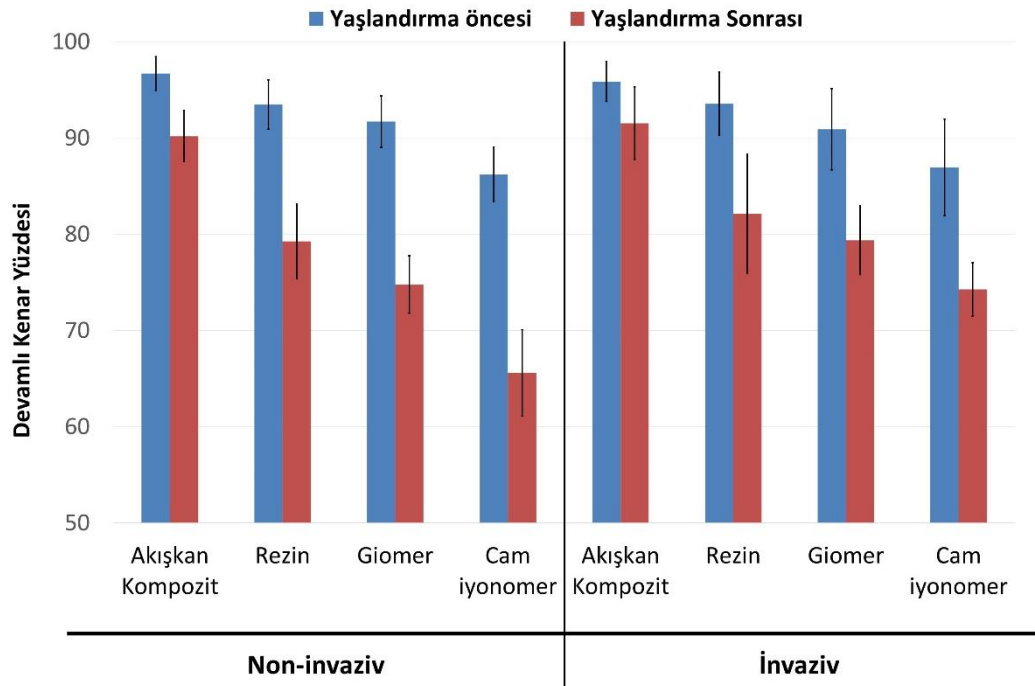
Yaşlandırma sonrası devamlı kenar yüzdesinde uygulama yönteminin akışkan kompozit, rezin ve giomer gruplarında istatistiksel olarak farklılık oluşturmadığı görülürken, cam iyonomer gruplarında uygulama yönteminin farklılık oluşturduğu gözlemlendi ( $p<0,05$ ).

Non-invaziv grupta, en düşük devamlı kenar uyumu cam iyonomer grubunda izlenirken, en yüksek kenar uyumu akışkan kompozit grubunda görüldü. Resin ve giomer karşılaştırmalarında anlamlı fark yokken, diğer karşılaştırmalarda anlamlı farklılık vardı ( $p<0,05$ ).

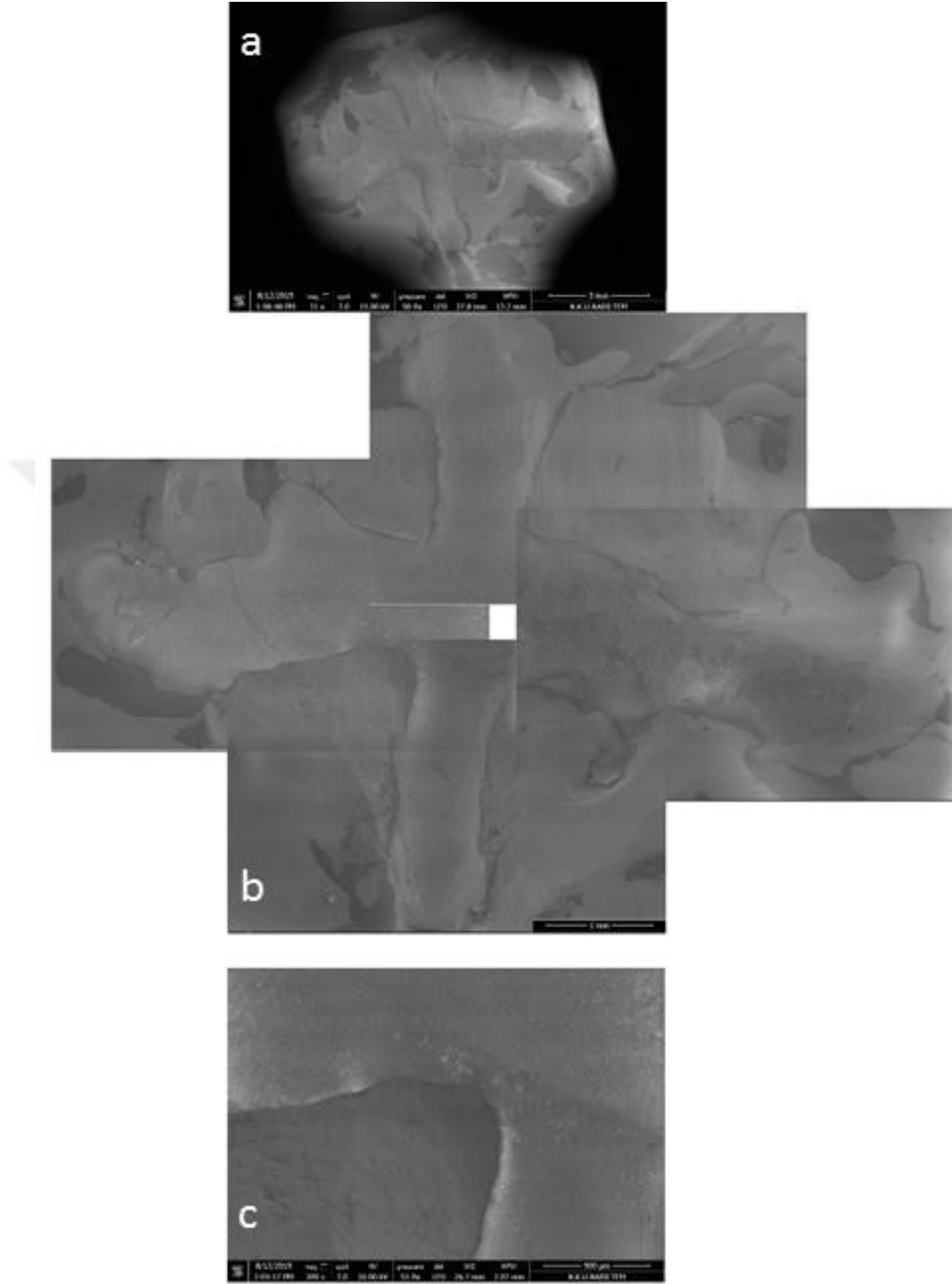
İnvaziv grupta da en düşük devamlı kenar uyumu cam iyonomer grubunda izlenirken, en yüksek kenar uyumu akışkan kompozit grubunda görüldü. Resin ve giomer ile giomer ve cam iyonomer karşılaştırmalarında anlamlı fark bulunmazken, diğer karşılaştırmalarda anlamlı farklılık vardı ( $p<0,05$ ).

**Tablo 7:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların devamlı kenar uyumu yüzdesi ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

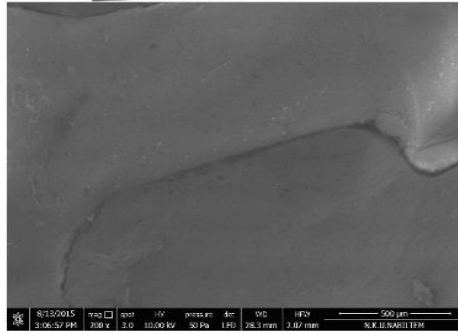
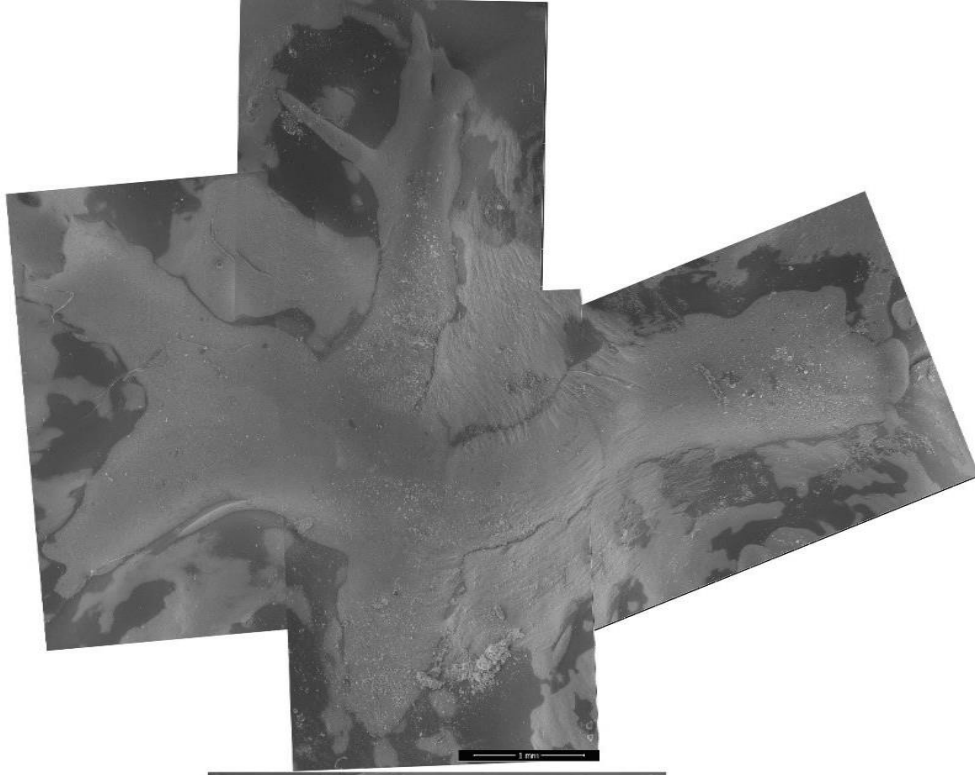
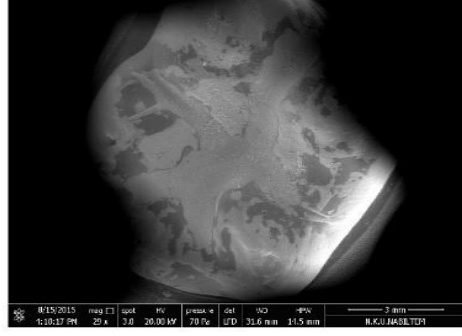
Uygulama Yöntemi	Materyal içeriği	n	Yaşlandırma öncesi			Yaşlandırma Sonrası			önem ( $p<0,05$ )
			Ortalama( $\pm$ SS)	Min.	Maks.	Ortalama( $\pm$ SS)	Min.	Maks.	
Non-invaziv	Akışkan Kompozit	30	96,7( $\pm$ 1,75)	93,09	99,26	90,19( $\pm$ 2,68)	84,30	94,71	a
	Rezin	30	93,47( $\pm$ 2,56)	88,35	97,50	79,26( $\pm$ 3,89)	70,87	86,03	b,c
	Giomer	10	91,69( $\pm$ 2,67)	87,98	97,57	74,78( $\pm$ 2,97)	69,55	79,33	c
	Cam iyonomer	10	86,20( $\pm$ 2,84)	82,31	89,59	65,59( $\pm$ 4,5)	54,97	70,50	d
İnvaziv	Akışkan Kompozit	30	95,87( $\pm$ 2,09)	91,01	100,00	91,54( $\pm$ 3,78)	84,15	98,71	a
	Rezin	30	93,57( $\pm$ 3,27)	84,87	98,30	82,14( $\pm$ 6,18)	57,15	90,95	b
	Giomer	10	90,9( $\pm$ 4,21)	85,41	97,77	79,38( $\pm$ 3,58)	73,66	84,18	b,c
	Cam iyonomer	10	86,95( $\pm$ 5,02)	79,66	93,84	74,27( $\pm$ 2,76)	69,89	77,79	c
*Önem sütunundaki farklı küçük harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.									
Çift-yönlü ANOVA, * $p<0,05$ : istatistiksel anlamlı fark var.									



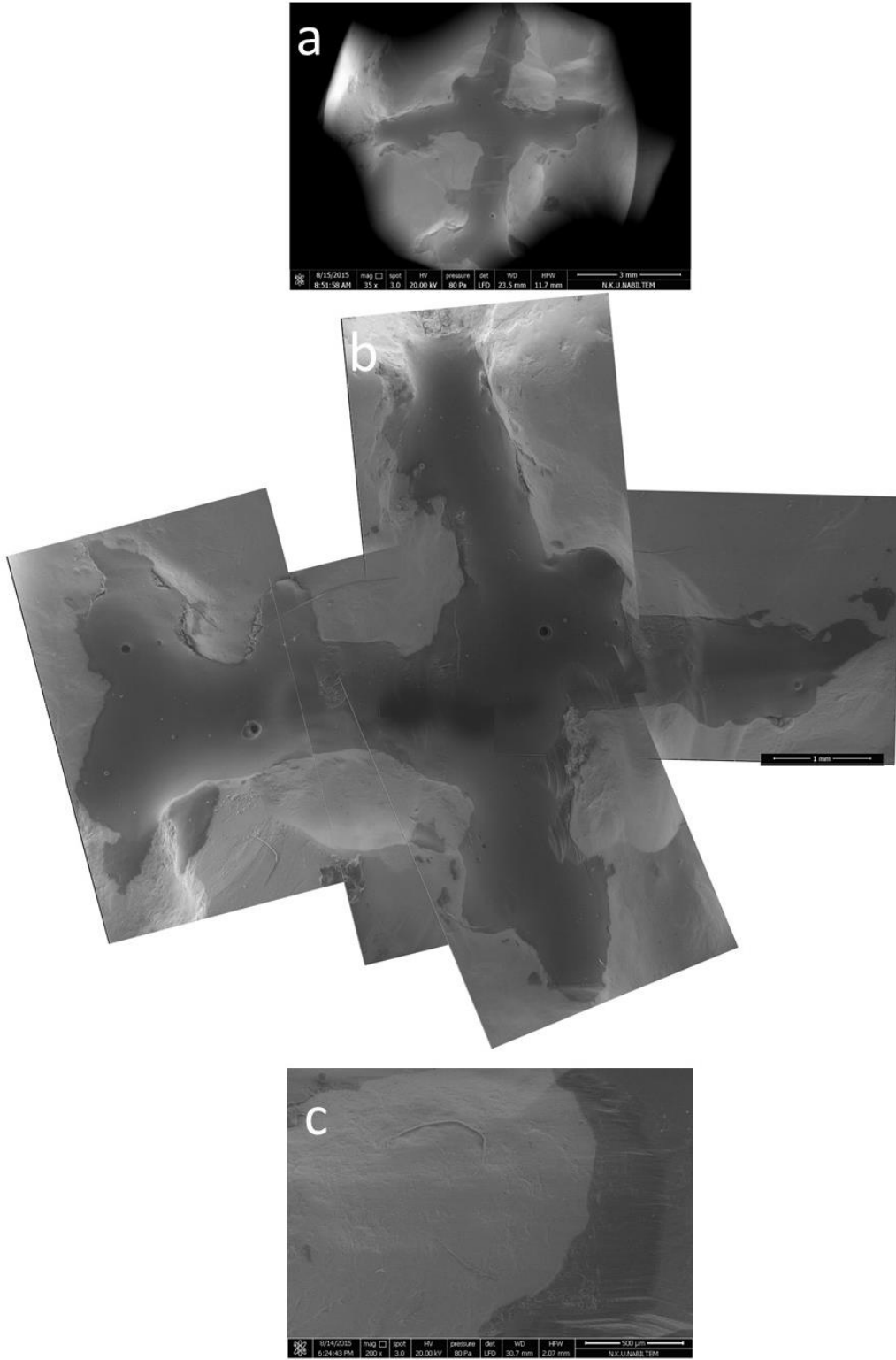
**Şekil 7:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların devamlı kenar uyumu yüzdesi ortalama ve standart sapma değerleri.



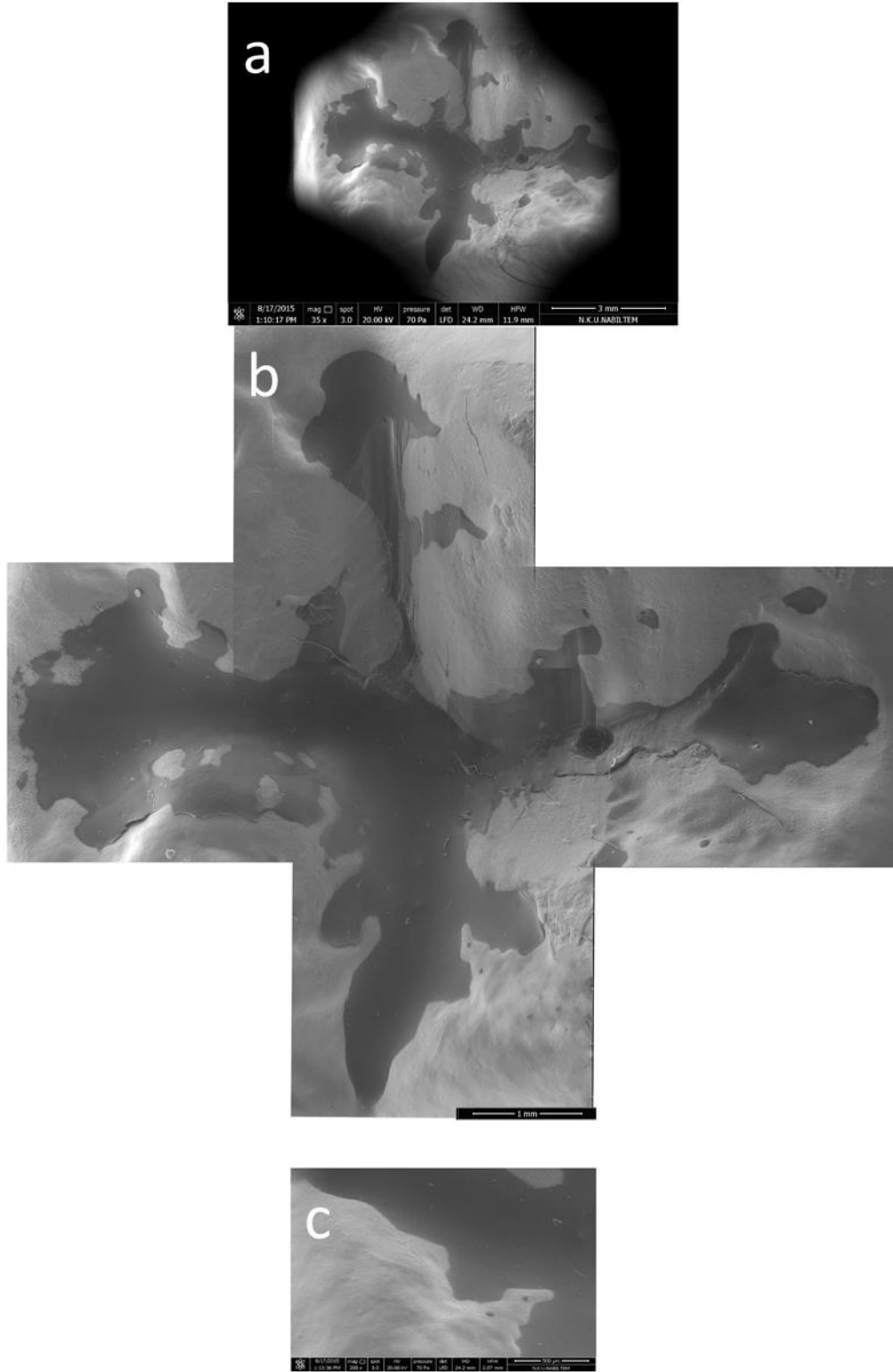
**Resim 23:** İnvaziv yöntemle uygulanmış akışkan kompozit grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm diş yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-diş kenar birleşimi



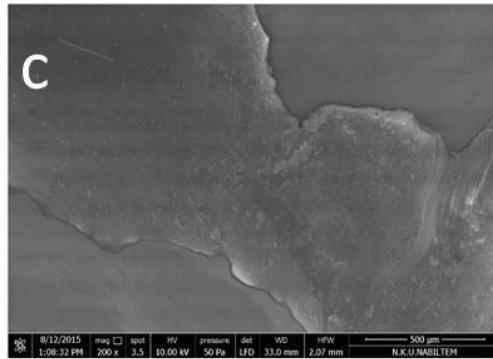
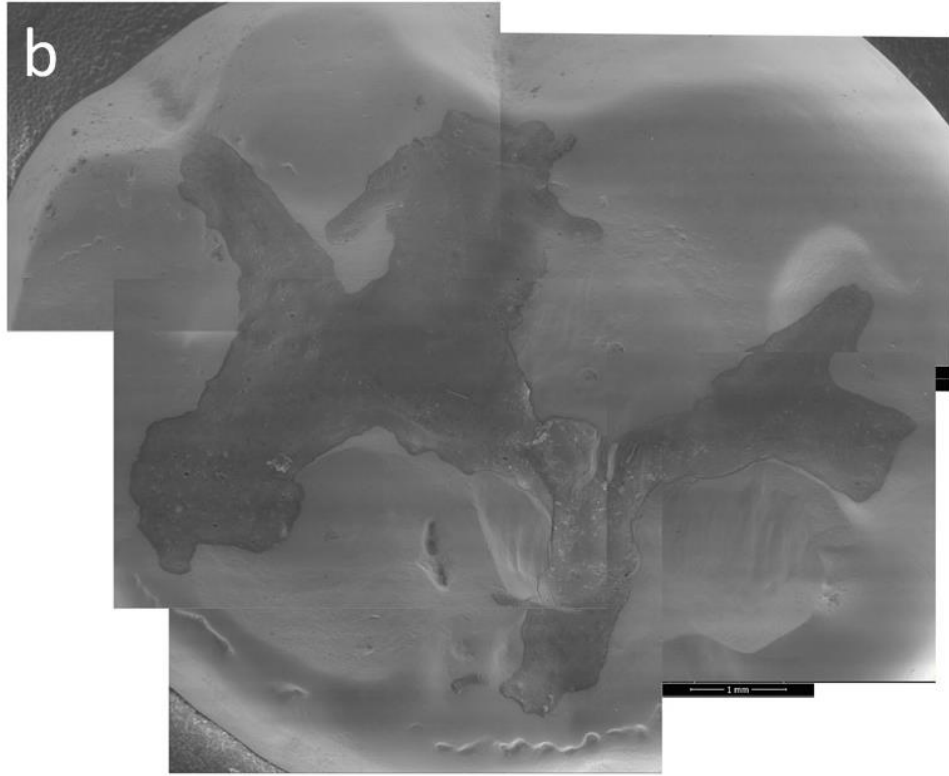
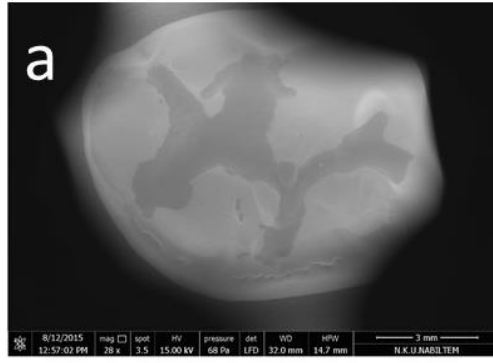
**Resim 24:** Non-invaziv yöntemle uygulanmış akışkan kompozit grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm diş yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-diş kenar birleşimi.



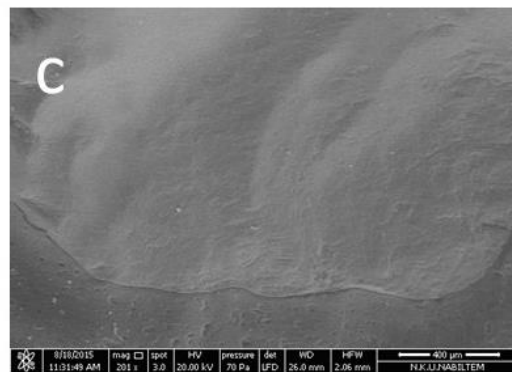
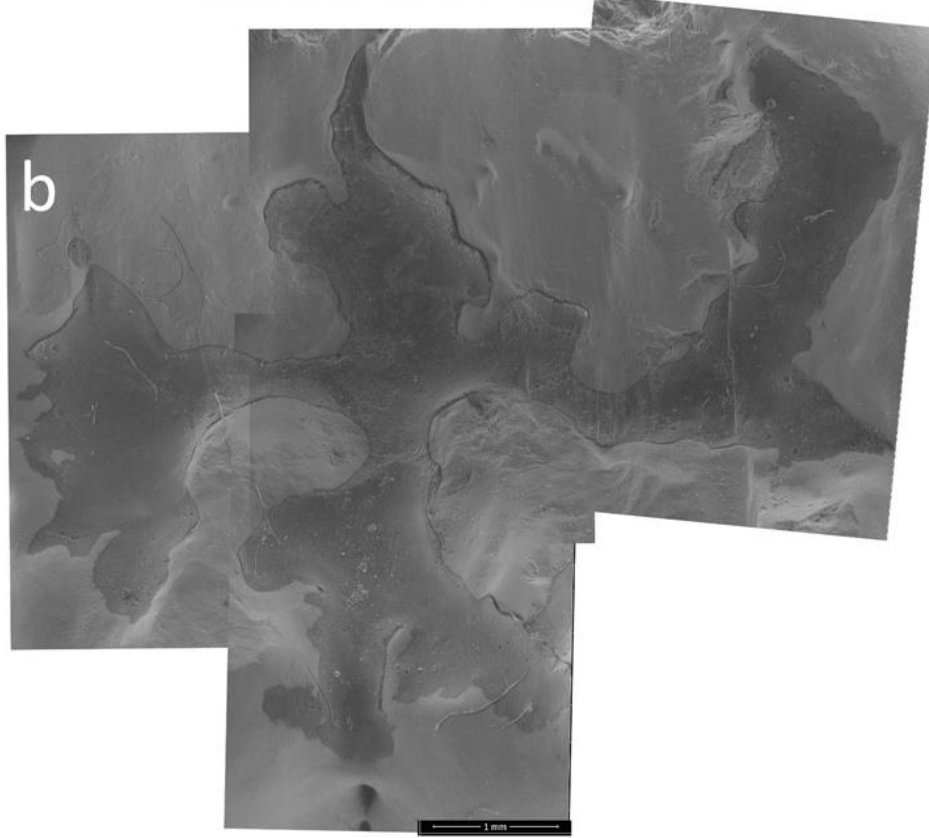
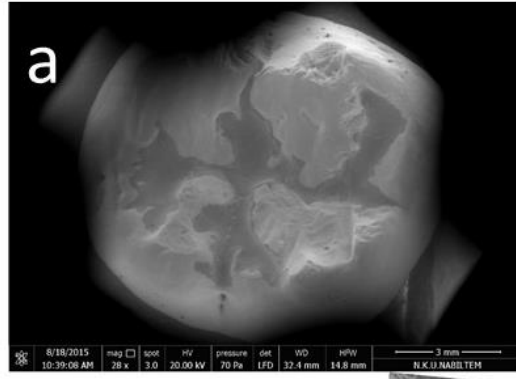
**Resim 25:** İnvaziv yöntemle uygulanmış rezin içerikli fissür örtücü grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm diş yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-diş kenar birleşimi



**Resim 26:** Non-invaziv yöntemle uygulanmış rezin içerikli fissür örtücü grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm diş yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-diş kenar birleşimi

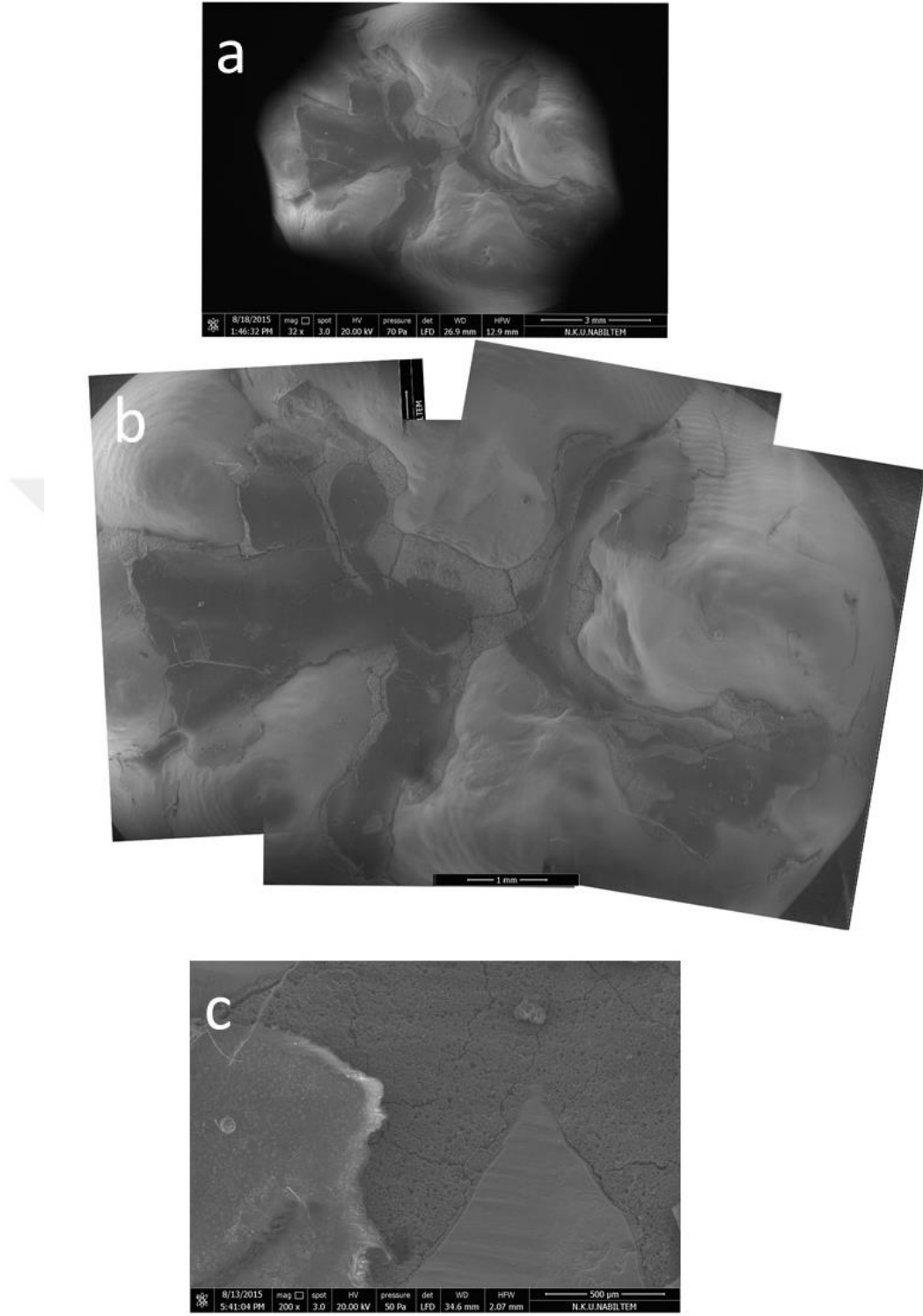


**Resim 27:** İnvaziv yöntemle uygulanmış giomer grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm dış yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-dış kenar birleşimi

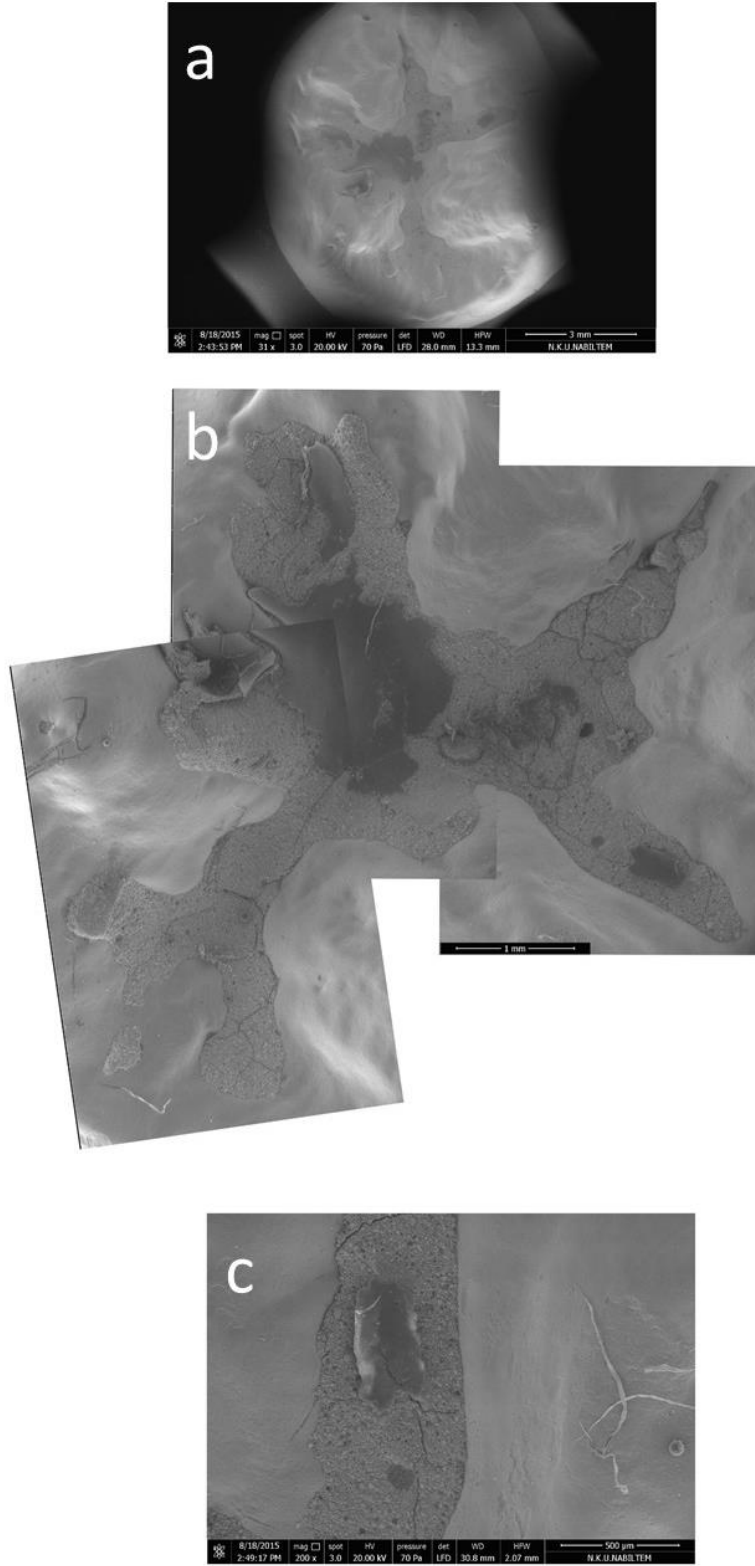


**Resim 28:** Non-invaziv yöntemle uygulanmış giomer grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm diş yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-diş kenar birleşimi





**Resim 29:** İnvaziv yöntemle uygulanmış cam iyonomer grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm dış yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-diş kenar birleşimi



**Resim 30:** Non-invaziv yöntemle uygulanmış cam iyonomer grubundan bir örneğe ait yaşlandırma sonrası TEM görüntüleri; a) tüm diş yüzeyinin TEM görüntüsü, b) 100X büyütme ile alınan görüntülerin birleşimi, c) 200X büyütmede restorasyon-diş kenar birleşimi

Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların kenar uyumu verileri Tablo 8’de ve Şekil 7’de gösterilmektedir.

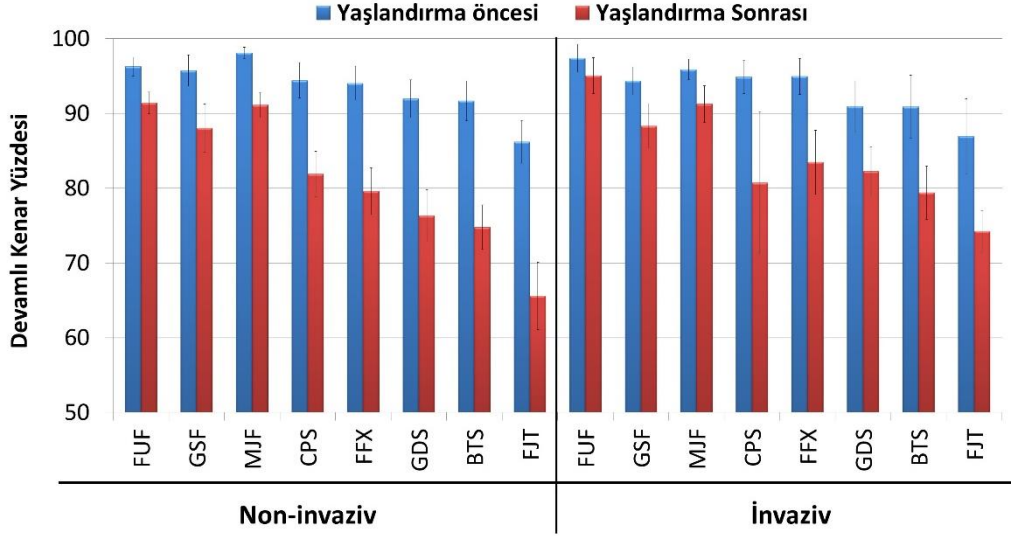
Yaşlandırma sonrası, uygulama yöntemi FJT gruplarında istatistiksel olarak fark oluştururken ( $p<0,05$ ), diğer gruplarda uygulama yöntemi farklılık oluşturmadı.

Non-invaziv grupta yaşlandırma sonrası en düşük devamlı kenar uyumu FJT grubunda izlenirken, en yüksek kenar uyumu FUF grubunda görüldü. Rezin içerikli fissür örtücü materyaller arasında en yüksek kenar uyumu CPS’da izlenirken, GDS’da kenar uyumunda bozulmanın en yüksek olduğu görüldü. İkili karşılaştırmada ise CPS ile GDS arasında farklılık yoktu. İkili karşılaştırmalarda FJT grubu ile diğer tüm non-invaziv gruplar arasında anlamlı farklılık bulundu ( $p<0,05$ ). Akışkan kompozitler arasında GSF grubunda ve rezin içerikli fissür örtücüler arasında GDS grubunda en düşük devamlı kenar uyumu izlendi. Akışkan kompozitler arasında FUF grubunda ve rezin içerikli fissür örtücüler arasında CPS grubunda ise en yüksek devamlı kenar uyumu izlendi. Tüm akışkan kompozitlerde rezin içerikli fissür örtücülerden anlamlı ölçüde daha yüksek devamlı kenar uyumu görüldü.

İnvaziv grupta da yaşlandırma sonrası en düşük devamlı kenar uyumu FJT grubunda izlenirken, en yüksek kenar uyumu FUF grubunda görüldü. Akışkan kompozitlerde en düşük devamlı kenar uyumu GSF’de izlenirken FUF ile GSF arasındaki fark anlamlı değildi. Rezin içerikli fissür örtücü materyaller arasında en yüksek kenar uyumu FFX’de görülürken, en düşük kenar uyumu ise CPS’de görüldü. İkili karşılaştırmalarda, BST grubu ile rezin içerikli materyaller ve FJT grupları arasında fark yokken, akışkan kompozitler ile arasındaki fark anlamlıydı. Fuji triage ile BST dışındaki diğer tüm non-invaziv gruplar arasında anlamlı farklılık vardı ( $p<0,05$ ). Akışkan kompozitler arasında GSF grubunda ve rezin içerikli fissür örtücüler arasında CPS grubunda en düşük devamlı kenar uyumu izlendi. Akışkan kompozitler arasında FUF grubunda ve rezin içerikli fissür örtücüler arasında FFX grubunda ise en yüksek devamlı kenar uyumu izlendi. Tüm akışkan kompozitlerde rezin içerikli fissür örtücülerden anlamlı ölçüde daha yüksek devamlı kenar uyumu görüldü.

**Tablo 8:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların devamlı kenar uyumu yüzdesi ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri

Uygulama Yöntemi	Materyal	n	Yaşlandırma öncesi			Yaşlandırma Sonrası			
			Ortalama ( $\pm$ ss)	Min.	Maks.	Ortalama ( $\pm$ ss)	Min.	Maks.	önem (p<0,05)
Non-invaziv	FUF	10	96,25 ( $\pm$ 1,26)	94,63	98,08	91,41 ( $\pm$ 1,46)	89,47	93,58	a,b
	GSF	10	95,73 ( $\pm$ 2,07)	93,09	98,82	88,04 ( $\pm$ 3,22)	84,3	94,71	b,c,d
	MJF	10	98,10 ( $\pm$ 0,73)	96,72	99,26	91,13 ( $\pm$ 1,69)	88,63	93,98	a,b
	CPS	10	94,42 ( $\pm$ 2,35)	89,25	96,65	81,89 ( $\pm$ 3,02)	76,05	86,03	e,f
	FFX	10	94,03 ( $\pm$ 2,27)	90,26	97,5	79,6 ( $\pm$ 3,14)	74,39	85,47	e,f,g,h
	GDS	10	91,96 ( $\pm$ 2,55)	88,35	95,69	76,3 ( $\pm$ 3,48)	70,87	81,51	f,g,h
	BTS	10	91,69 ( $\pm$ 2,67)	87,98	97,57	74,78 ( $\pm$ 2,97)	69,55	79,33	g,h
	FJT	10	86,2 ( $\pm$ 2,84)	82,31	89,59	65,59 ( $\pm$ 4,5)	54,97	70,5	ı
İnvaziv	FUF	10	97,39 ( $\pm$ 1,87)	93,44	100	95,06 ( $\pm$ 2,4)	90,52	98,71	a
	GSF	10	94,36 ( $\pm$ 1,87)	91,01	97,56	88,32 ( $\pm$ 2,99)	84,15	91,63	b,c
	MJF	10	95,86 ( $\pm$ 1,38)	93,58	97,75	91,24 ( $\pm$ 2,46)	86,51	95,22	a,b
	CPS	10	94,87 ( $\pm$ 2,22)	90,18	97,29	80,71 ( $\pm$ 9,5)	57,15	88,04	e,f,g
	FFX	10	94,94 ( $\pm$ 2,42)	90,35	98,3	83,47 ( $\pm$ 4,28)	76,27	90,95	c,d,e
	GDS	10	90,91 ( $\pm$ 3,44)	84,87	96,66	82,25 ( $\pm$ 3,22)	76,87	86,45	d,e,f
	BTS	10	90,9 ( $\pm$ 4,21)	85,41	97,77	79,38 ( $\pm$ 3,58)	73,66	84,18	e,f,g,h
	FJT	10	86,95 ( $\pm$ 5,02)	79,66	93,84	74,27 ( $\pm$ 2,76)	69,89	77,79	h
*Önem sütunundaki farklı küçük harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.									
Çift-yönlü ANOVA, *p<0,05: istatistiksel anlamlı fark var.									
** FUF: Filtek Ultimate Flow, GSF: GrandioSo Flow, MJF: Majesty Flow, CPS: Clinpro Sealant, FFX: Fissürüt FX, GDS: Grandio Seal, BST: Beauti Sealant, FJT: Fuji Triage.									



**Şekil 8:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların devamlı kenar uyumu yüzdesi ortalama ve standart sapma değerleri.

### 3.3 Penetrasyon Derinliği Değerlendirmesi

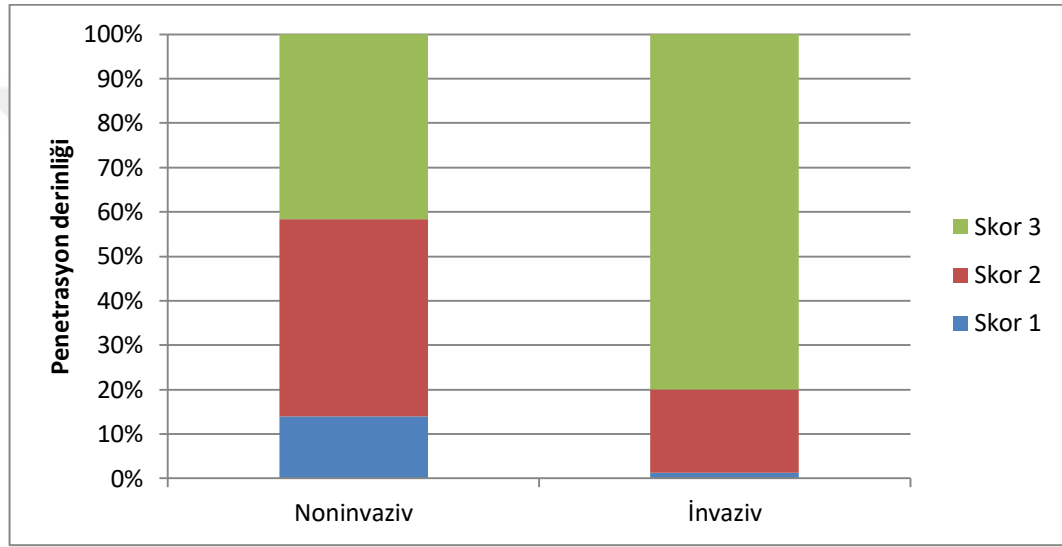
Penetrasyon derinliği değerlendirme amacıyla kesitlerin alınması sırasında örnek kaybı yaşanmadı. Her bir örnek için stereomikroskop altında 4 yüzey değerlendirilerek verilen en düşük skor örneğin penetrasyon derinliği skoru olarak kaydedildi.

Tablo 9’da ve Şekil 8’de non-invaziv ve invaziv uygulama yöntemlerinin penetrasyon derinliği skor dağılımı ve yüzdeleri gösterilmiştir. Uygulama yöntemlerine ait veriler ise Tablo 10’da ve Şekil 9’da gösterilmiştir.

Çalışmamız sonucunda invaziv yöntemle uygulanan örtücü materyallerin fissür derinliklerine non-invaziv yöntemle uygulananlara göre anlamlı derecede daha iyi penetre olduğu görüldü ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 9:** Uygulama yöntemlerine ait penetrasyon derinliği skor dağılımı ve yüzdeleri

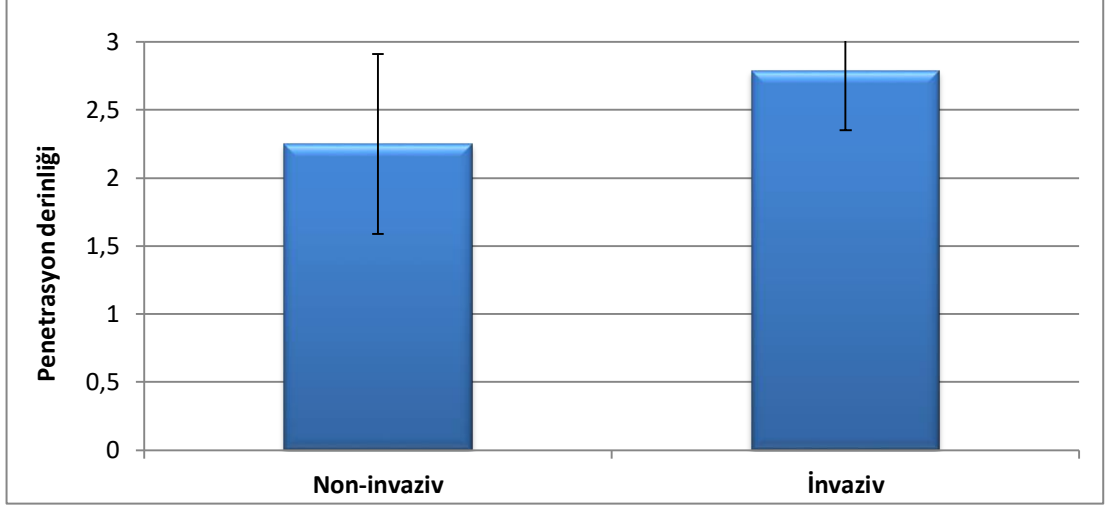
Uygulama Yöntemi	n	Penetrasyon Derinliği Skorları		
		Skor 1 n (%)	Skor 2 n (%)	Skor 3 n (%)
Non-invaziv	80	10 (%12,5)	40 (%50)	30 (%37,5)
İnvaziv	80	1 (%1,2)	15 (%18,8)	64 (%80)



**Şekil 9:** Uygulama yöntemlerine ait penetrasyon derinliği skor dağılımı yüzdeleri.

**Tablo 10:** Uygulama yöntemlerine ait penetrasyon derinliği ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

Uygulama Yöntemi	n	Ortalama( $\pm$ SS)	Medyan	Min-Maks
Non-invaziv	80	2,25 ( $\pm$ 0,66)	2	1-3
İnvaziv	80	2,79 ( $\pm$ 0,44)	3	1-3



**Şekil 10:** Uygulama yöntemlerine ait penetrasyon derinliği ortalama ve standart sapma değerleri.

İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında, grupların penetrasyon derinliği skor dağılımları ve verileri Tablo 11,12’de ve Şekil 10,11’de gösterilmiştir.

Uygulama yöntemi penetrasyon derinliği açısından akışkan kompozit, giomer ve cam iyonomer gruplarında anlamlı farklılık oluşturmazken, rezin grubunda anlamlı farklılık oluşturdu ( $p<0,05$ ).

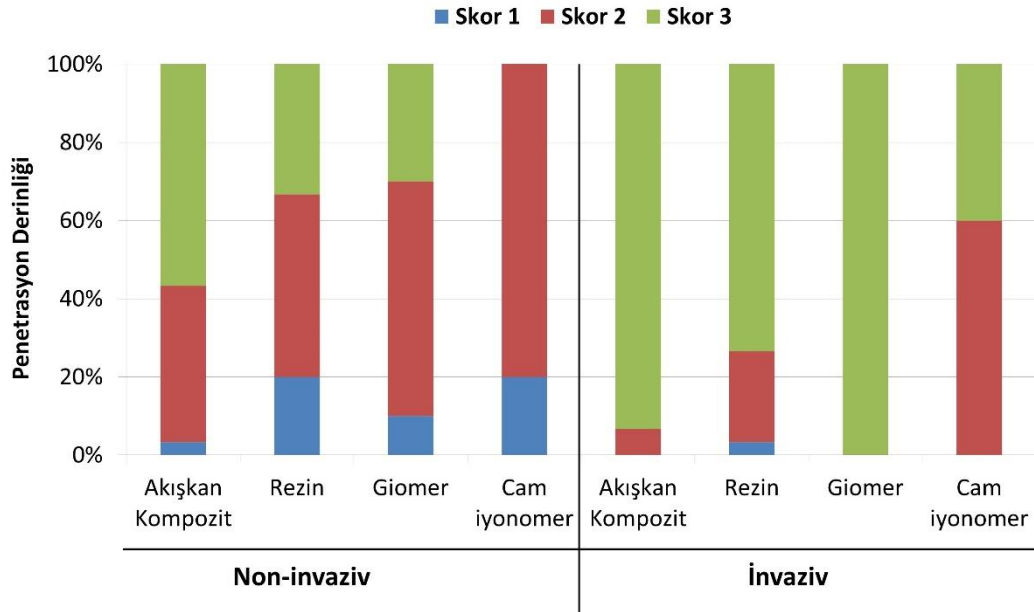
Non-invaziv grupta en düşük penetrasyon derinliği cam iyonomer grubunda izlenirken, en yüksek penetrasyon derinliği akışkan kompozit grubunda görüldü. İkili karşılaştırmalarda akışkan kompozit ile cam iyonomer grubu arasında anlamlı farklılık varken ( $p<0,05$ ), diğer karşılaştırmalarda anlamlı fark yoktu.

İnvaziv grupta da en düşük penetrasyon derinliği cam iyonomer grubunda izlenirken, en yüksek penetrasyon derinliği giomer grubunda görüldü. İkili karşılaştırmalarda gruplar arasında farklılık olmadığı bulundu.

**Tablo 11:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında oluşan grupların penetrasyon derinliği skor dağılımı ve yüzdeleri.

Uygulama Yöntemi	Materyal içeriği	n	Penetrasyon Derinliği		
			Skor 1 n(%)	Skor 2 n(%)	Skor 3 n(%)
Noninvaziv	Akışkan Kompozit	30	1 (%3,3)	12 (%40)	17 (%56,7)
	Rezin	30	6 (%20)	14 (%46,7)	10 (%33,3)
	Giomer	10	1 (%10)	6 (%60)	3 (%30)
	Cam iyonomer	10	2 (%20)	8 (%80)	0 (%0)
İnvaziv	Akışkan Kompozit	30	0 (%0)	2 (%6,7)	28 (%93,3)
	Rezin	30	1 (%3,3)	7 (%23,3)	22 (%73,3)
	Giomer	10	0 (%0)	0 (%0)	10 (%100)
	Cam iyonomer	10	0 (%0)	6 (%60)	4 (%40)

Mann-Whitney U, \*p<0,05: istatistiksel anlamlı fark var.



**Şekil 11:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların penetrasyon derinliği skor dağılımı ve yüzdeleri.

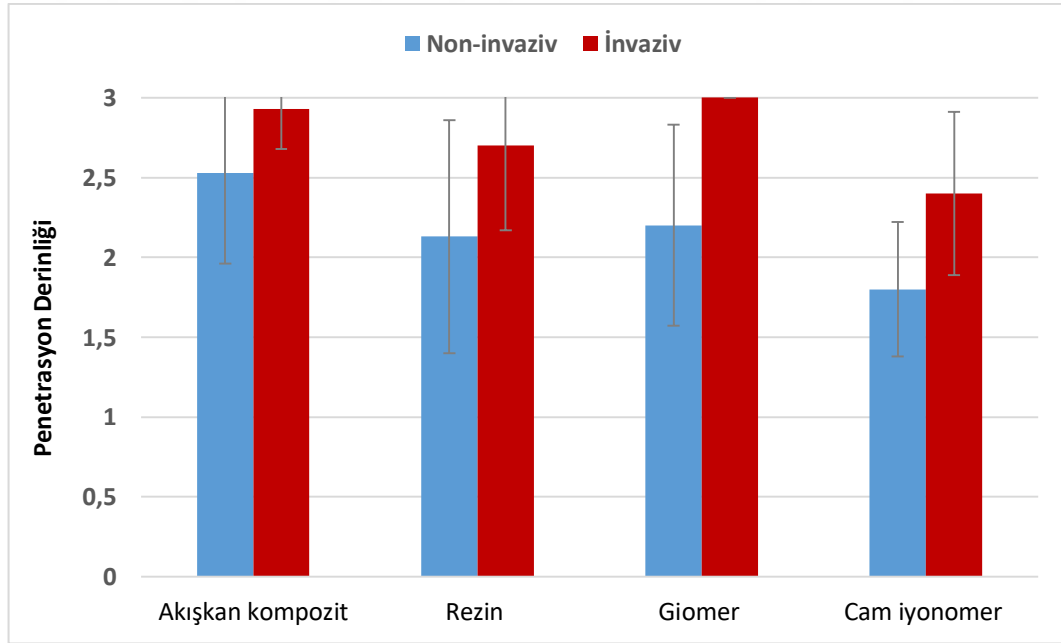


**Tablo 12:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların penetrasyon derinliği ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

		Fissür preperasyon yöntemi					
		Non-invaziv			İnvaziv		
Materyal	n	Ort. ( $\pm$ SS)	Medyan (Çeyrekler arası aralık)	Min- Maks	Ort. ( $\pm$ SS)	Medyan (Çeyrekler arası aralık)	Min- Maks
Akışkan kompozit	30	2,53( $\pm$ 0,57) <sup>a</sup>	3(1)	1-3	2,93( $\pm$ 0,25) <sup>a</sup>	3(0)	2-3
Rezin	30	2,13( $\pm$ 0,73) <sup>a,b</sup>	2(1)	1-3	2,7( $\pm$ 0,53) <sup>a</sup>	3(1)	1-3
Giomer	10	2,2( $\pm$ 0,63) <sup>a,b</sup>	2(1)	1-3	3( $\pm$ 0) <sup>a</sup>	3(1)	3
Cam iyonomer	10	1,8( $\pm$ 0,42) <sup>b</sup>	2(0)	1-2	2,4( $\pm$ 0,51) <sup>a</sup>	2(1)	2-3

\*Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmek için kullanılmıştır.

Mann-Whitney U, \*p<0,05: istatistiksel anlamlı fark var.



**Şekil 12:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların ortalama ve standart sapma değerleri.

Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların penetrasyon derinliği skor dağılımları ve verileri Tablo 13,14'de ve Şekil 12,13'de gösterilmiştir.

Uygulama yöntemi hiç bir materyalin non-invaziv ve invaziv iki grubu arasında penetrasyon derinliği açısından anlamlı farklılık oluşturmadı .

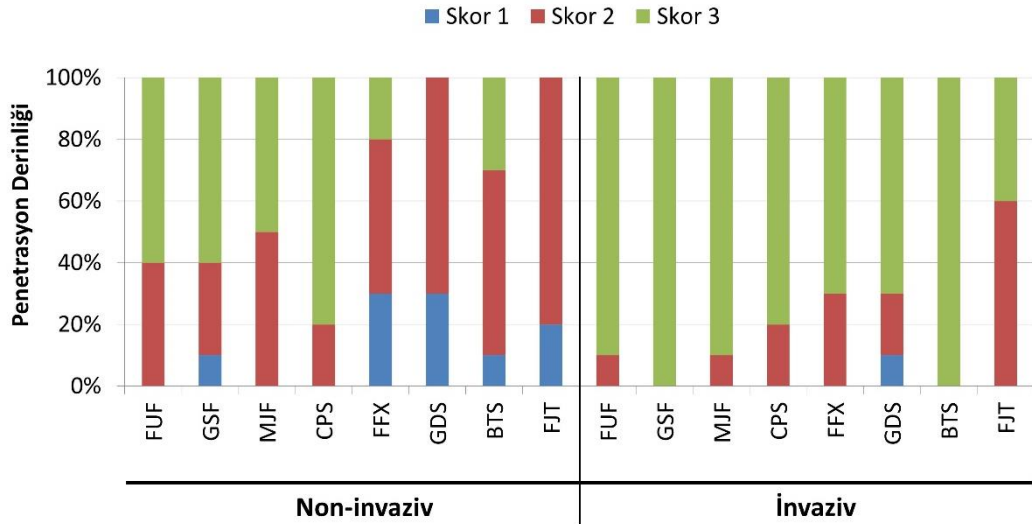
Non-invaziv grupta en düşük penetrasyon derinliği GDS grubunda izlenirken, en yüksek penetrasyon derinliği CPS grubunda görüldü. İkili karşılaştırmalarda CPS ile GDS ve FJT grupları arasında farklılık varken ( $p<0,05$ ), diğer karşılaştırmalarda anlamlı fark yoktu. Akışkan kompozitler arasında en yüksek penetrasyon derinliği FUF grubunda, rezin içerikli fissür örtücülerde ise CPS grubunda izlendi. Akışkan kompozit grupları ve rezin içerikli fissür örtücüler arasında anlamlı farklılık görülmedi.

İnvaziv grupta ise en düşük penetrasyon derinliği FJT izlenirken, en yüksek penetrasyon derinliği GSF ve BST gruplarında görüldü. İkili karşılaştırmalarda gruplar arasında farklılık olmadığı bulundu. Akışkan kompozitler arasında en yüksek penetrasyon derinliği GDF grubunda, rezin içerikli fissür örtücülerde ise CPS grubunda izlendi. Akışkan kompozit grupları ve rezin içerikli fissür örtücüler arasında anlamlı farklılık görülmedi.

**Tablo 13:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların penetrasyon derinliği skor dağılımı ve yüzdeleri.

Uygulama Yöntemi	Materyal	Penetrasyon Derinliği		
		Skor 1	Skor 2	Skor 3
Non-invaziv	FUF	0	4	6
	GSF	1	3	6
	MJF	0	5	5
	CPS	0	2	8
	FFX	3	5	2
	GDS	3	7	0
	BTS	1	6	3
	FJT	2	8	0
invaziv	FUF	0	1	9
	GSF	0	0	10
	MJF	0	1	9
	CPS	0	2	8
	FFX	0	3	7
	GDS	1	2	7
	BTS	0	0	10
	FJT	0	6	4

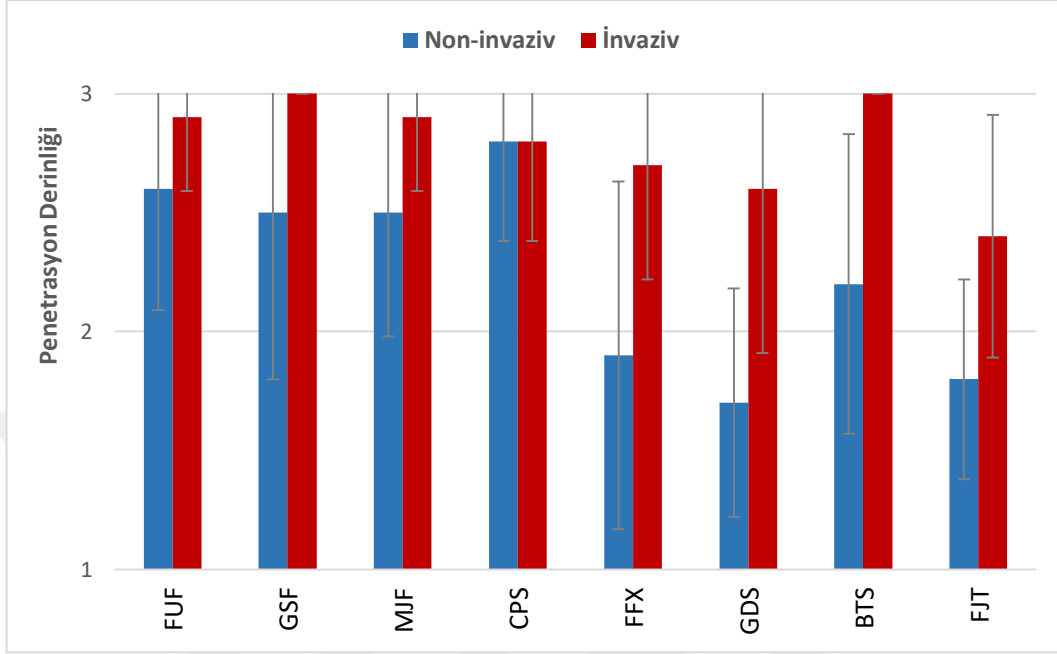
\*\* FUF: Filtek Ultimate Flow, GSF: GrandioSo Flow, MJF: Majesty Flow, CPS: Clinpro Sealant, FFX: Fissür İtici, GDS: Grandio Seal, BST: Beauti Sealant, FJT: Fuji Triage.



**Şekil 13:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların penetrasyon derinliği skor dağılımı ve yüzdeleri

**Tablo 14:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların penetrasyon derinliği ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

Materyal	n	Non-invaziv			İnvaziv		
		Ort. (±SS)	Medyan (Çeyrekler arası aralık)	Min- Maks	Ort. (±SS)	Medyan (Çeyrekler arası aralık)	Min- Maks
FUF	10	2,6(±0,51) <sup>a,c</sup>	3(1)	2-3	2,9 (±0,31) <sup>a</sup>	3(0)	2-3
GSF	10	2,5(±0,7) <sup>a,c</sup>	3(1)	1-3	3 (±0) <sup>a</sup>	3(0)	3
MJF	10	2,5(±0,52) <sup>a,c</sup>	2,5(1)	2-3	2,9(±0,31) <sup>a</sup>	3(0)	2-3
CPS	10	2,8(±0,42) <sup>a</sup>	3(0)	2-3	2,8(±0,42) <sup>a</sup>	3(0)	2-3
FFX	10	1,9(±0,73) <sup>a,c</sup>	2(1)	1-3	2,7(±0,48) <sup>a</sup>	3(1)	2-3
GDS	10	1,7(±0,48) <sup>b,c</sup>	2(1)	1-2	2,6(±0,69) <sup>a</sup>	3(1)	1-3
BTS	10	2,2(±0,63) <sup>a,c</sup>	2(1)	1-3	3(±0) <sup>a</sup>	3(0)	3
FJT	10	1,8(±0,42) <sup>b,c</sup>	2(0)	1-2	2,4(±0,51) <sup>a</sup>	2(1)	2-3
*Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmek için kullanılmıştır.							
Mann-Whitney U, *p<0,05: istatistiksel anlamlı fark var.							
** FUF: Filtek Ultimate Flow, GSF: GrandioSo Flow, MJF: Majesty Flow, CPS: Clinpro Sealant, FFX: Fissürit FX, GDS: Grandio Seal, BST: Beauti Sealant, FJT: Fuji Triage.							



**Şekil 14:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların penetrasyon derinliği ortalama ve standart sapma değerleri.

### 3.4 Mikrosızıntı Değerlendirmesi Sonuçları

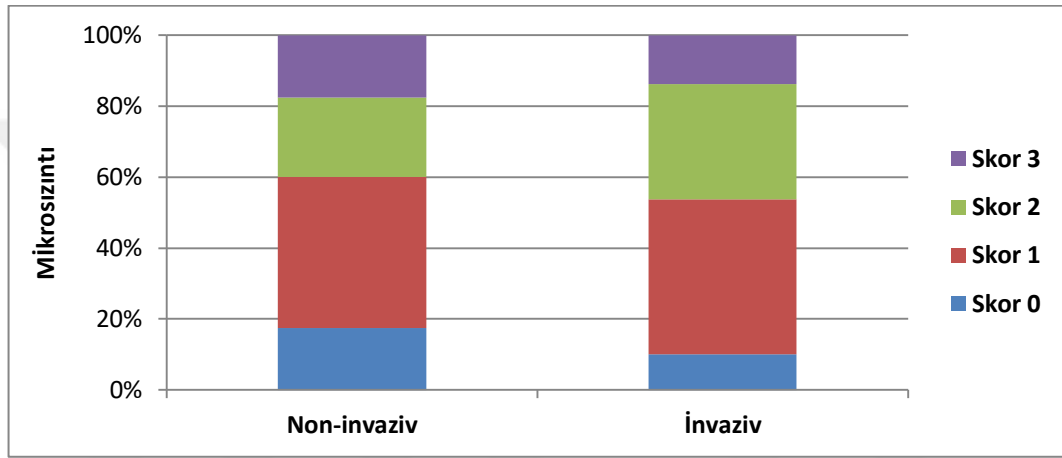
Yaşlandırma sonrasında mikrosızıntı testi için örnekler boya solüsyonunda 24 saat bekletildi. Değerlendirme amacıyla her bir örnekten elde edilen 3 kesit ve 4 yüzey stereomikroskop altında değerlendirildi. Değerlendirme sonucunda izlenen en yüksek mikrosızıntı skoru o örneğin mikrosızıntı skoru olarak kabul edildi.

Tablo 15’de ve Şekil 14’de invaziv ve non-invasiv uygulama yöntemlerinin mikrosızıntı değerlendirme skorları ve yüzdeleri gösterilmiştir. Uygulama yöntemlerine ait veriler Tablo 16’da ve Şekil 15’de gösterilmiştir.

İstatistiksel analiz sonucunda invaziv ve non-invasiv uygulama yöntemlerinin mikrosızıntı üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı görüldü.

**Tablo 15:** Uygulama yöntemlerine ait mikrosızıntı skor dağılımı ve yüzdeleri.

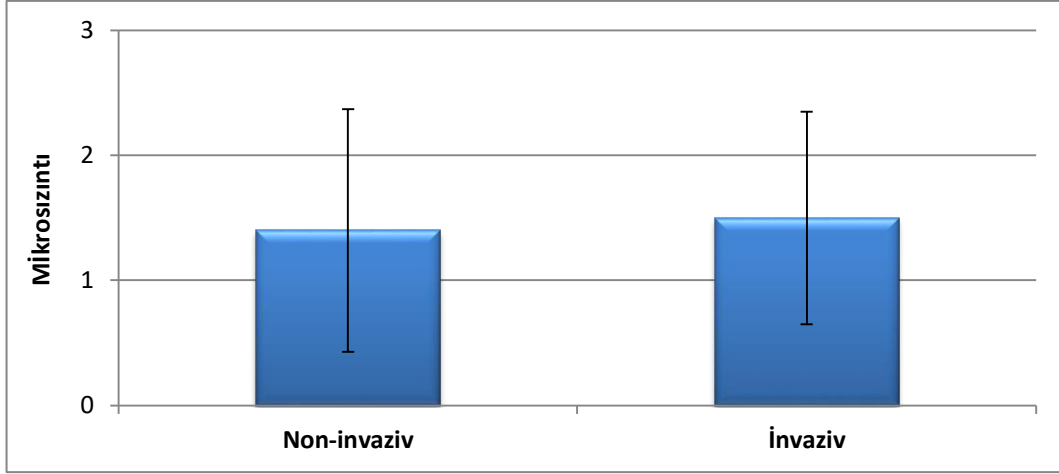
Uygulama Yöntemi	Mikrosızıntı Skorları			
	Skor 0 n (%)	Skor 1 n (%)	Skor 2 n (%)	Skor 3 n (%)
Non-invaziv	14 (%17,5)	34 (%42,5)	18 (%22,5)	14 (%17,5)
İnvaziv	8 (%10)	35 (%43,7)	26 (%32,5)	11 (%13,7)



**Şekil 15:** Uygulama yöntemlerine ait mikrosızıntı skor dağılımı ve yüzdeleri.

**Tablo 16:** Uygulama yöntemlerine ait mikrosızıntı ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

Uygulama Yöntemi	n	Ortalama ( $\pm$ SS)	Medyan	Min-Maks
Non-invaziv	80	1,4 ( $\pm$ 0,97)	1	0-3
İnvaziv	80	1,5 ( $\pm$ 0,85)	1,48	0-3



**Şekil 16:** Uygulama yöntemlerine ait mikrosızıntı ortalama ve standart sapma değerleri

İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında, grupların mikrosızıntı skor dağılımları ve verileri Tablo 17,18'de ve Şekil 16'da gösterilmiştir.

Non-invaziv grupta en düşük mikrosızıntı akışkan kompozit grubunda bulundu. İkili karşılaştırmalar sonucunda akışkan kompozit grubu ile diğer gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu görüldü ( $p<0,05$ ). En yüksek mikrosızıntı ise cam iyonomer grubunda görüldü. İkili karşılaştırmalarda cam iyonomer ile akışkan kompozit grupları arasında farklılık izlenirken ( $p<0,05$ ), diğer gruplarla cam iyonomer grubu arasında farklılık yoktu .

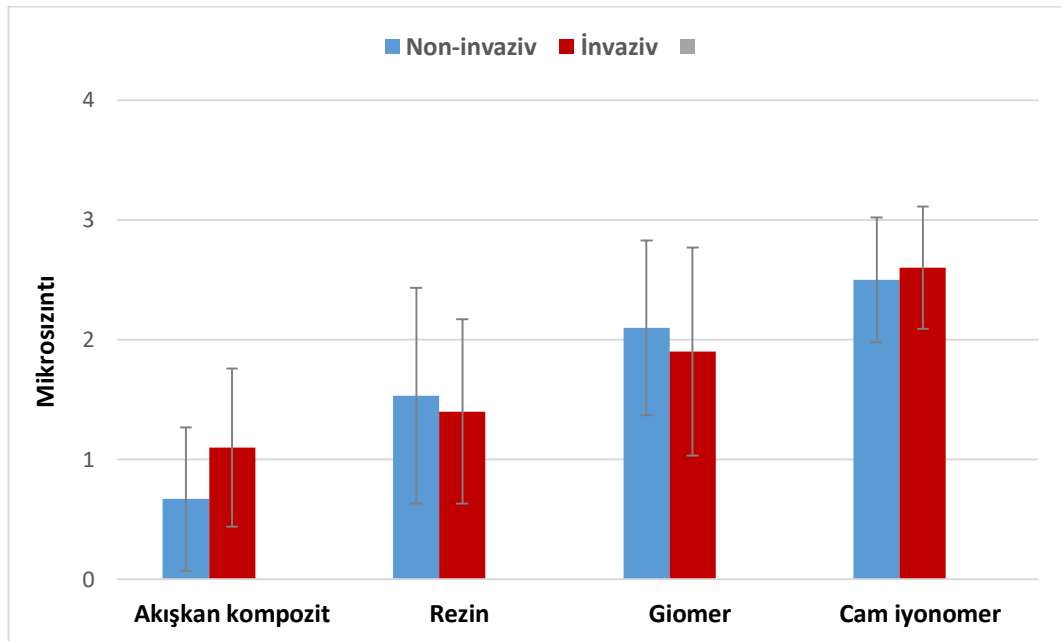
İnvaziv grupta da en düşük mikrosızıntı akışkan kompozit grubunda, en yüksek mikrosızıntı ise cam iyonomer grubunda izlendi. İkili karşılaştırmalarda akışkan kompozit ile sadece cam iyonomer grubu arasında anlamlı farklılık bulundu ( $p<0,05$ ). Cam iyonomer grubu ile akışkan kompozit ve rezin grupları arasında farklılık varken , cam iyonomer ile giomer grubu arasında farklılık yoktu .

**Tablo 17:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların mikrosızıntı ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

Materyal	n	Non-invaziv			İnvaziv		
		Ort.(±SS)	Medyan (Çeyrekler arası aralık)	Min-Maks	Ort.(±SS)	Medyan (Çeyrekler arası aralık)	Min-Maks
Akışkan kompozit	30	0,6 (±0,6) <sup>a</sup>	1(1)	0-2	1,1(±0,66) <sup>a</sup>	1,12(1)	0-2
Rezin	30	1,53(±0,9) <sup>b</sup>	1(1)	0-3	1,4(±0,77) <sup>a</sup>	1(1)	0-3
Giomer	10	2,10(±0,73) <sup>b</sup>	2(1)	1-3	1,9(±0,87) <sup>a,c</sup>	2(2)	1-3
Cam iyonomer	10	2,5(±0,52) <sup>b</sup>	2,5(1)	2-3	2,6(±0,51) <sup>b,c</sup>	3(1)	2-3

\*Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmek için kullanılmıştır.

Mann-Whitney U, \*p<0,05: istatistiksel anlamlı fark var.



**Şekil 17:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların mikrosızıntı ortalama ve standart sapma değerleri.



**Tablo 18:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların mikrosızıntı skor dağılımı ve yüzdeleri

Uygulama Yöntemi	Materyal içeriği	n	Mikrosızıntı Skorları			
			Skor 0 n (%)	Skor 1 n (%)	Skor 2 n (%)	Skor 3 n (%)
Non-invaziv	Akışkan kompozit	30	12 (%40)	16 (%53,3)	2 (%6,7)	0 (%0)
	Rezin	30	2 (%6,7)	16 (53,3%)	6 (%20)	6 (%20)
	Giomer	10	0 (%0)	2 (%20)	5 (%50)	3 (%30)
	Cam iyonomer	10	0 (%0)	0 (%0)	5 (%50)	3 (%30)
İnvaziv	Akışkan kompozit	30	5 (%16,7)	17 (%56,6)	8 (%26,7)	0 (%0)
	Rezin	30	3 (%10)	14 (%46,7)	11 (%36,7)	2 (%6,7)
	Giomer	10	0 (%0)	4 (%40)	3 (%30)	3 (%30)
	Cam iyonomer	10	0 (%0)	0 (%0)	4 (%40)	6 (%60)

Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların mikrosızıntı skor dağılımları ve verileri Tablo 19,20’de ve Şekil 17,18’de gösterilmiştir.

Non-invaziv gruplar arasında en düşük mikrosızıntı MJF grubunda görüldü. Majesty Flow grubu ile FJT ve BST grupları arasında anlamlı farklılık bulundu ( $p<0,05$ ). En yüksek mikrosızıntı ise FJT grubunda görülürken, bu grup ile MJF, FUF, GSF arasında anlamlı farklılık olduğu belirlendi ( $p<0,05$ ).

İnvaziv gruplar arasında en düşük mikrosızıntı FUF grubunda görüldü. Filtek Ultimate Flow ile sadece FJT grupları arasında farklılık olduğu görüldü ( $p<0,05$ ). En yüksek mikrosızıntı ise FJT grubunda görülürken, bu grubun FUF ve FXS grupları hariç diğer gruplarla arasında farklılık görülmedi.

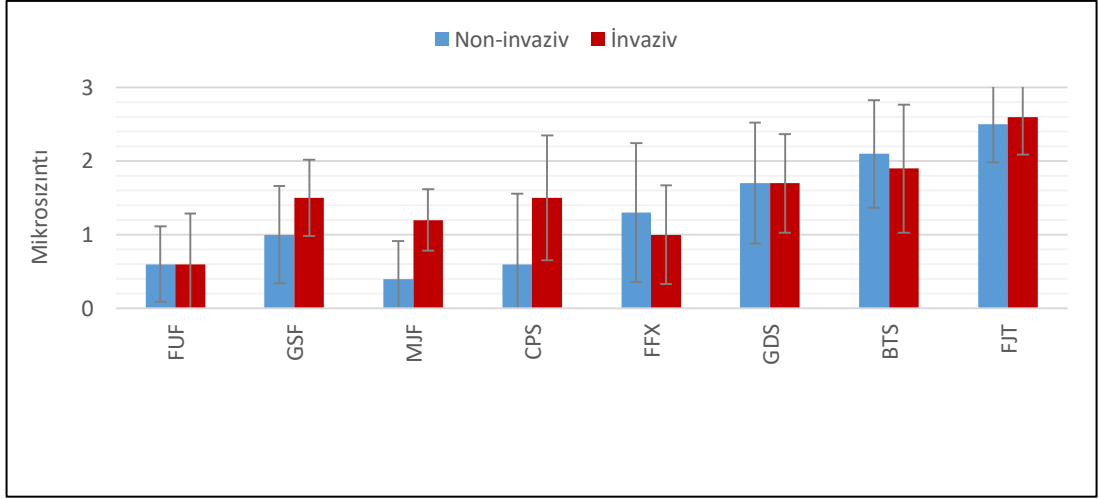
**Tablo 19:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların mikrosızıntı ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

Materyal	n	Non-invaziv			İnvaziv		
		Ort. ( $\pm$ SS)	Medyan (Çeyrekler arası aralık)	Min- Maks	Ort. ( $\pm$ SS)	Medyan (Çeyrekler arası aralık)	Min- Maks
FUF	10	0,6( $\pm$ 0,51) <sup>a</sup>	0,5(1)	0-1	0,6( $\pm$ 0,69) <sup>a</sup>	0,5(1)	0-2
GSF	10	1( $\pm$ 0,66) <sup>a,c</sup>	1(1)	0-2	1,5( $\pm$ 0,52) <sup>a,b</sup>	1,5(1)	1-2
MJF	10	0,4( $\pm$ 0,51) <sup>a</sup>	0(1)	0-1	1,2( $\pm$ 0,42) <sup>a,b</sup>	1(0)	1-2
CPS	10	1,6( $\pm$ 0,96) <sup>a,d</sup>	1,5(1)	0-3	1,5( $\pm$ 0,85) <sup>a,b</sup>	1,5(1)	0-3
FFX	10	1,3( $\pm$ 0,94) <sup>a,d</sup>	1(1)	0-3	1( $\pm$ 0,67) <sup>a</sup>	1(1)	0-2
GDS	10	1,7( $\pm$ 0,82) <sup>a,d</sup>	1,5(1)	1-3	1,7( $\pm$ 0,67) <sup>a,b</sup>	2(1)	1-3
BTS	10	2,1( $\pm$ 0,73) <sup>b,c,d</sup>	2(1)	1-3	1,9( $\pm$ 0,87) <sup>a,b</sup>	2(2)	1-3
FJT	10	2,5( $\pm$ 0,52) <sup>b,d</sup>	2,5(1)	2-3	2,6( $\pm$ 0,51) <sup>b</sup>	3(1)	2-3

\* Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmek için kullanılmıştır.

Mann-Whitney U, \*p<0,05: istatistiksel anlamlı fark var.

\*\* FUF: Filtek Ultimate Flow, GSF: GrandioSo Flow, MJF: Majesty Flow, CPS: Clinpro Sealant, FFX: Fissürüt FX, GDS: Grandio Seal, BST: Beuti Sealant, FJT: Fuji Triage.

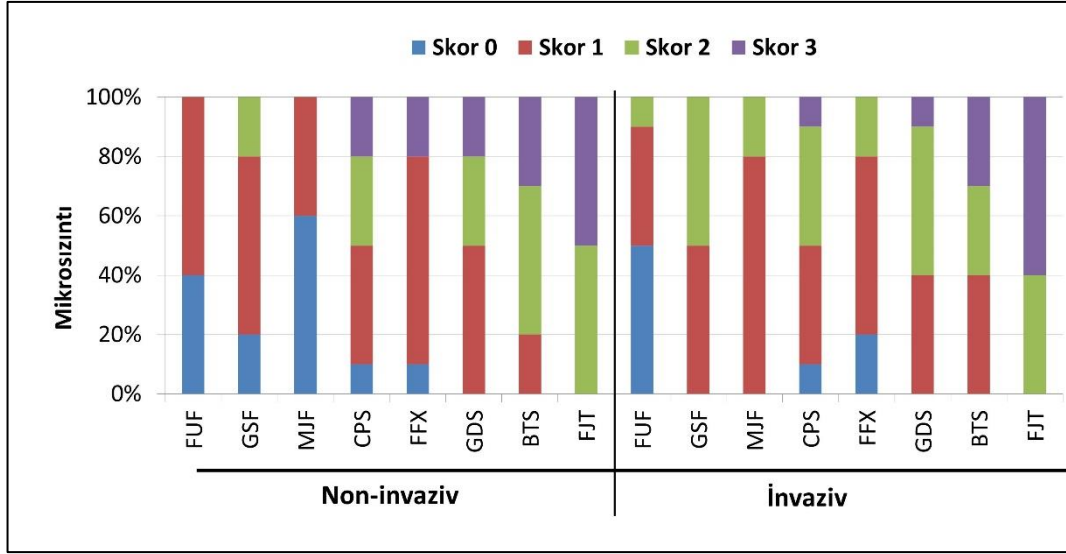


**Şekil 18:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların mikrosızıntı ortalama ve standart sapma değerleri.

**Tablo 20:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların mikrosızıntı skor dağılımı ve yüzdeleri.

Uygulama Yöntemi	Materyal	n	Mikrosızıntı Skorları			
			Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3
Non-invaziv	FUF	10	4	6	0	0
	GSF	10	2	6	2	0
	MJF	10	6	4	0	0
	CPS	10	1	4	3	2
	FFX	10	1	7	0	2
	GDS	10	0	5	3	2
	BTS	10	0	2	5	3
	FJT	10	0	0	5	5
İnvaziv	FUF	10	5	4	1	0
	GSF	10	0	5	5	0
	MJF	10	0	8	2	0
	CPS	10	1	4	4	1
	FFX	10	2	6	2	0
	GDS	10	0	4	5	1
	BTS	10	0	4	3	3
	FJT	10	0	0	4	6

\*\* FUF: Filtek Ultimate Flow, GSF: GrandioSo Flow, MJF: Majesty Flow, CPS: Clinpro Sealant, FFX: Fissüritletme, GDS: Grandio Seal, BST: Beuti Sealant, FJT: Fuji Triage.



**Şekil 19:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında grupların mikrosızıntı skor dağılımı ve yüzdeleri.

### 3.5 Görsel Değerlendirme Sonuçları

Non-invaziv ve invaziv uygulama yöntemlerine ait skor dağılımları ve gruplara ait veriler Tablo 21,22’de ve Şekil 19, 20, 21’de gösterilmiştir.

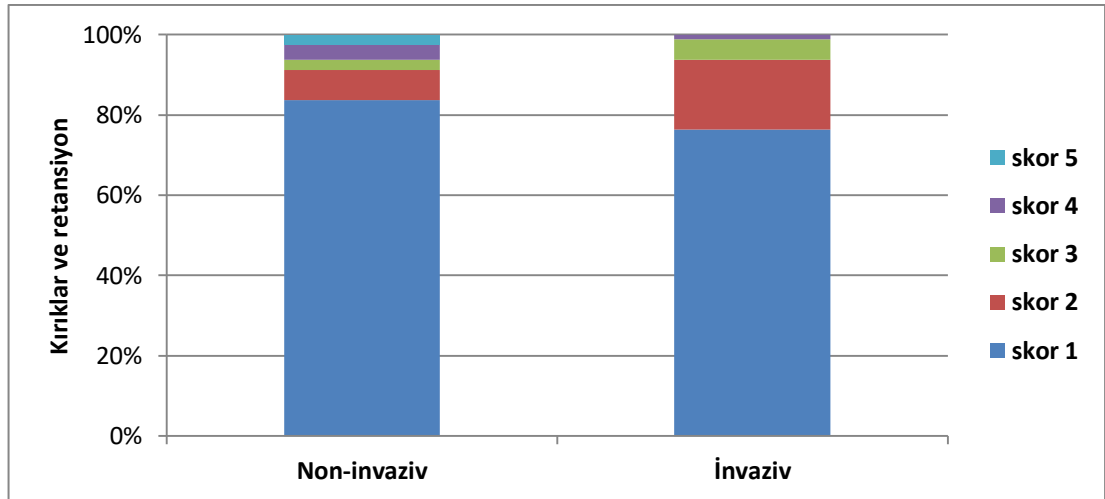
İstatistiksel analiz sonucunda kenar uyumu açısından invaziv ve non-invaziv gruplar arasında farklılık olmadığı görüldü. Non-invaziv grupta boşluk bulunmayan uyumlu ana hatlara sahip (skor 1) 10 örnek (%12,5) bulunmaktayken invaziv grupta 1 skorunu alan örnek yoktu. Bununla birlikte non-invaziv gruta 4 skorunu alarak başarısız bulunan 5 örnek (%6,2) mevcut iken, invaziv grupta hiçbir örnek 4 ya da 5 skoru almadı.

Kırıklar ve retansiyon açısından non-invaziv ve invaziv gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık olmadığı görüldü. Non-invaziv grupta iki örnekte restorasyonun parsiyel ya da total kaybı (skor 5) izlenirken, invaziv grupta hiçbir örnekte restorasyon kaybı izlenmedi.

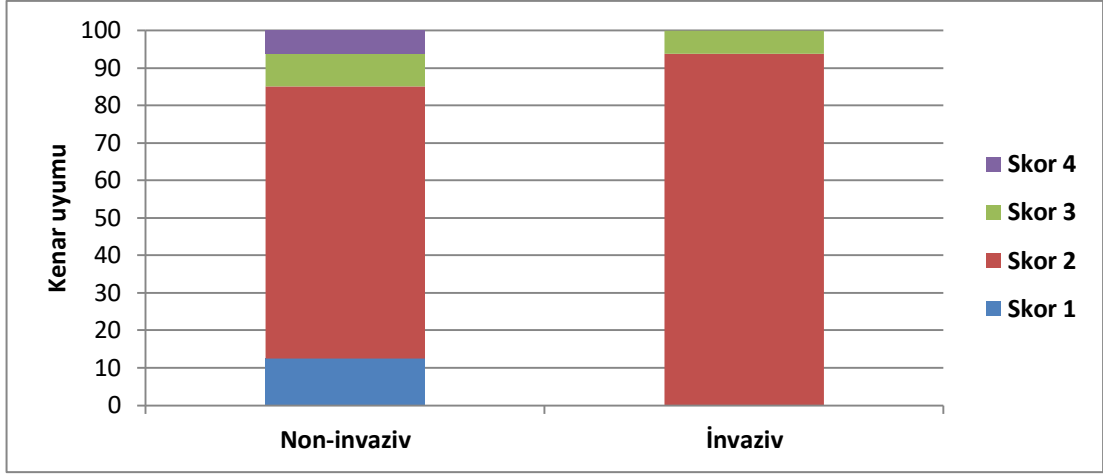
Aşınma açısından da non-invaziv ve invaziv uygulama yöntemleri arasında anlamlı fark olmadığı görüldü .

**Tablo 21:** Uygulama yöntemlerine ait görsel değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri.

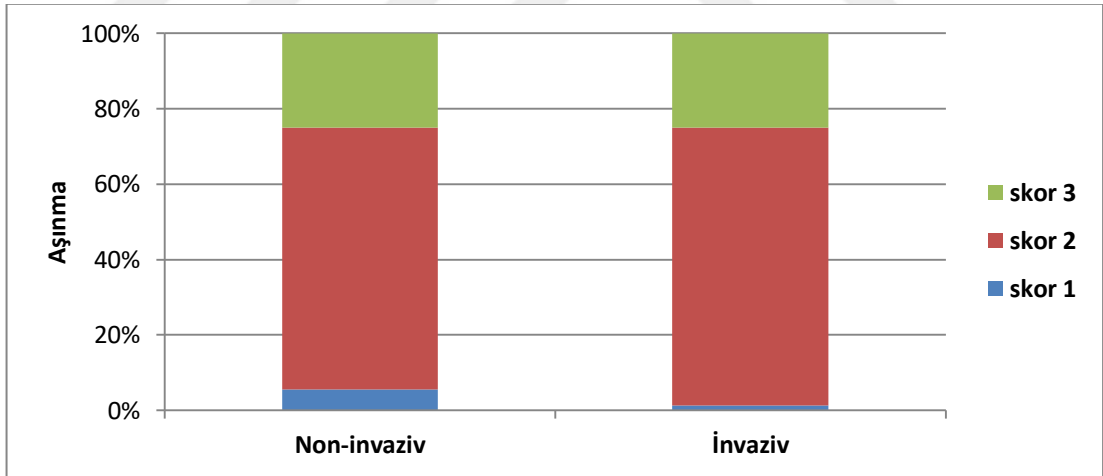
Değerlendirme	Skor	Uygulama Yöntemi	
		Non-invaziv	İnvaziv
		Örnek sayısı (%)	Örnek sayısı (%)
Kırıklar ve Retansiyon	1	67 (%83,8)	61 (%76,2)
	2	6 (%7,5)	14 (%17,5)
	3	2 (%2,5)	4 (%5,0)
	4	3 (%3,8)	1 (%1,2)
	5	2 (%2,5)	0 (%0)
Kenar Uyumu	1	10 (%12,5)	0 (%0)
	2	58 (%72,5)	75 (%93,8)
	3	7 (%8,8)	5 (%6,2)
	4	5 (%6,2)	0 (%0)
Aşınma	1	4 (%5)	1 (%1,2)
	2	50 (%62,5)	53 (%66,2)
	3	18 (%22,5)	18 (%22,5)
	4	6 (%7,5)	7 (%8,8)
	5	2 (%2,5)	1 (%1,2)



**Şekil 20:** Uygulama yöntemlerine ait görsel kırıklar ve retansiyon değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri.



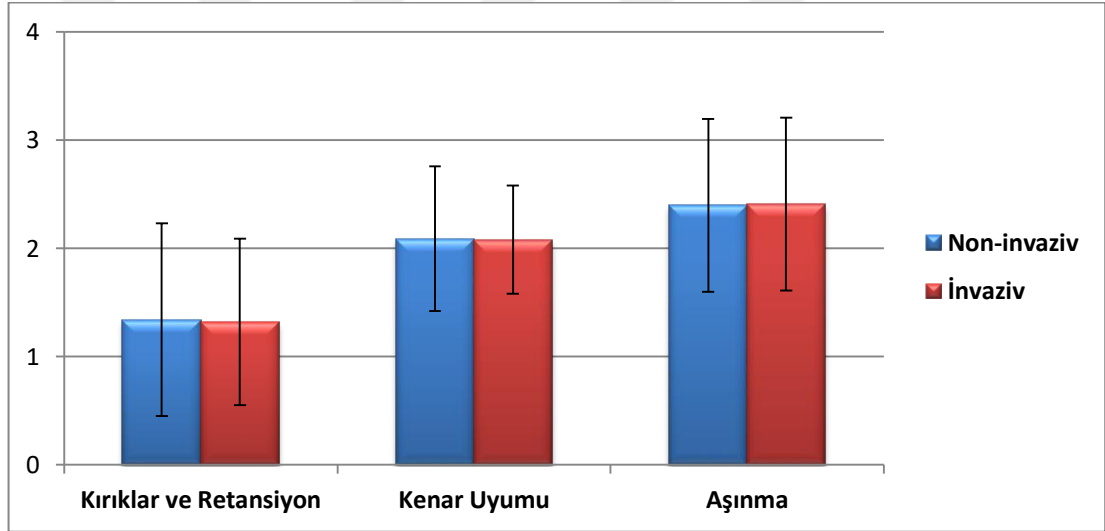
Şekil 21: Uygulama yöntemlerine ait görsel kenar uyumu değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri.



Şekil 22: Uygulama yöntemlerine ait görsel aşınma değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri.

**Tablo 22:** Uygulama yöntemlerine ait görsel değerlendirme ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

Uygulama Yöntemi	Kırıklar ve Retansiyon			Kenar Uyumu			Aşınma		
	Ort. (ss)	Med.	min-maks	Ort. (ss)	Med.	min-maks	Ort. (ss)	Med.	min-maks
Non-invaziv	1,34 (0,89)	1	1-5	2,09 (0,67)	2	1-4	2,4 (0,8)	2	1-5
İnvaziv	1,32 (0,77)	1	1-5	2,08 (0,5)	2	1-4	2,41 (0,8)	2	1-5



**Şekil 23:** Uygulama yöntemlerine ait görsel değerlendirme ortalama ve standart sapma değerleri.

İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında, grupların gözle değerlendirme sonucundaki kenar uyumu skor dağılımları ve verileri Tablo 23, 24'de ve Şekil 23, 24'de gösterilmiştir.

Non-invaziv grupta en iyi kenar uyumu akışkan kompozit grubunda, görülürken, kenar uyumunda bozulmalar en fazla cam iyonomer grubunda görüldü. Cam iyonomer grubu ile diğer gruplar arasında anlamlı farklılık izlendi ( $p < 0,05$ ).

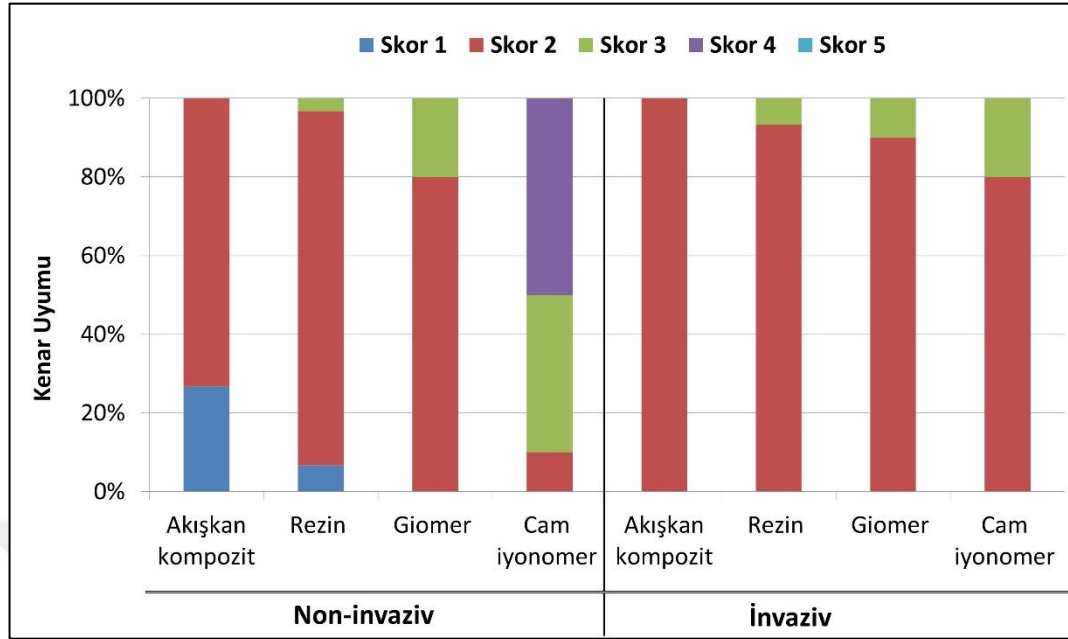
Akışkan kompozit grubu ile rezin ve giomer grupları arasında anlamlı fark bulunmadı.

İnvaziv gruplar arasında en iyi kenar uyumu akışkan kompozit grubunda görülürken, kenar uyumunda bozulmalar en fazla cam iyonomer grubunda görüldü. Akışkan kompozit, rezin, giomer ve cam iyonomer grupları arasında istatistiksel olarak fark izlenmedi.

**Tablo 23:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel kenar uyumu değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri

Uygulama Yöntemi	Materyal İçeriği	n	Kenar Uyumu Değerlendirme Skorları				
			Skor 1 n (%)	Skor 2 n (%)	Skor 3 n (%)	Skor 4 n (%)	Skor 5 n (%)
Non-invaziv	Akışkan kompozit	30	8 (%26,7)	22 (%73,3)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)
	Rezin	30	2 (%6,7)	27 (%90)	1 (%3,3)	0 (%0)	0 (%0)
	Giomer	10	0 (%0)	8 (%80)	2 (%20)	0 (%0)	0 (%0)
	Cam iyonomer	10	0 (%0)	1 (%10)	4 (%40)	5 (%50)	0 (%0)
İnvaziv	Akışkan kompozit	30	0 (%0)	30 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)
	Rezin	30	0 (%0)	28 (%93,3)	2 (%6,7)	0 (%0)	0 (%0)
	Giomer	10	0 (%0)	9 (%90)	1 (%10)	0 (%0)	0 (%0)
	Cam iyonomer	10	0 (%0)	8 (%80)	2 (%20)	0 (%0)	0 (%0)





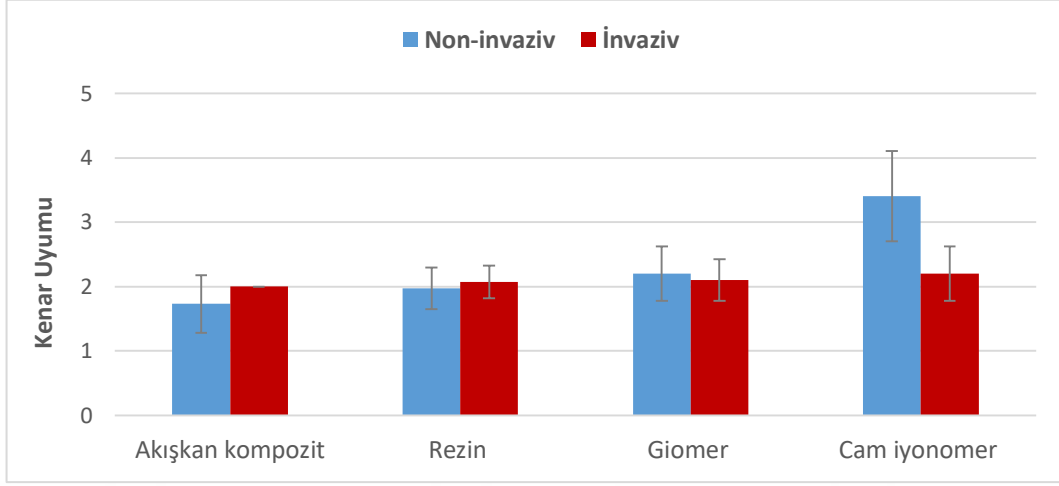
**Şekil 24:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel kenar uyumu değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri.

**Tablo 24:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel kenar uyumu değerlendirme ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

Materyal	n	Non-invaziv			İnvaziv		
		Ort.(±SS)	Medyan	Min-Maks	Ort.(±SS)	Medyan	Min-Maks
Akışkan kompozit	30	1,73(±0,45) <sup>a</sup>	2	1-2	2(±0) <sup>a</sup>	2	2
Rezin	30	1,97(±0,32) <sup>a</sup>	2	1-3	2,07(±0,25) <sup>a</sup>	2	2-3
Giomer	10	2,2(±0,42) <sup>a</sup>	2	2-3	2,1(±0,32) <sup>a</sup>	2	2-3
Cam iyonomer	10	3,4(±0,7) <sup>b</sup>	3,5	2-4	2,2(±0,42) <sup>a</sup>	2	2-3

\*Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmek için kullanılmıştır.

Mann-Whitney U, \*p<0,05: istatistiksel anlamlı fark var.



**Şekil 25:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların kenar uyumu görsel değerlendirme ortalama ve standart sapma değerleri.

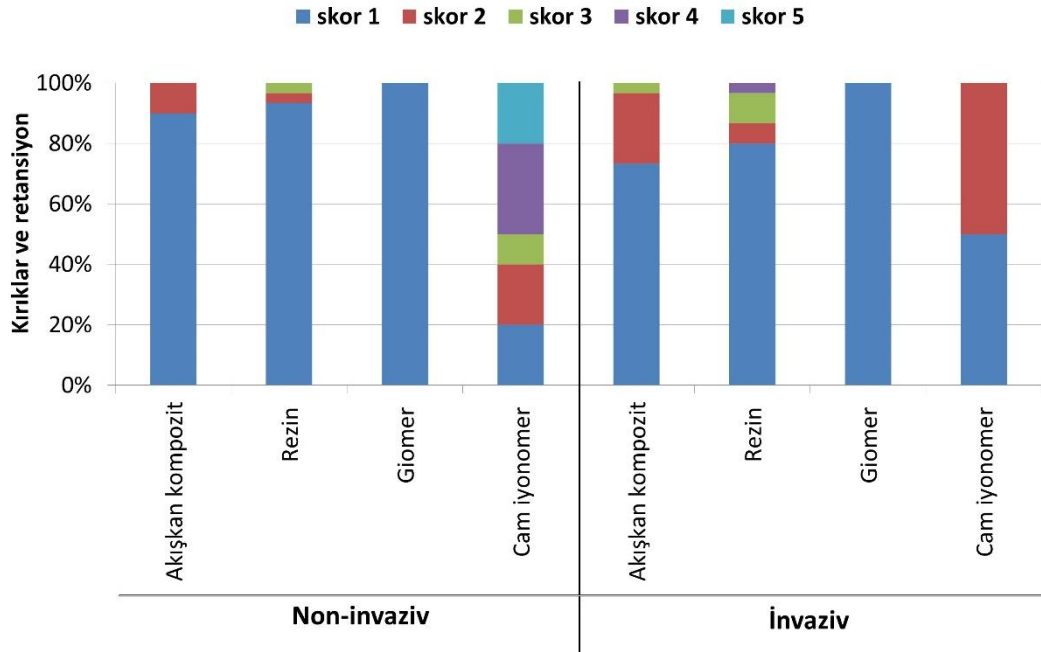
İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında, grupların gözle değerlendirme sonucundaki kırıklar ve retansiyon skor dağılımları ve verileri Tablo 25, 26'da ve Şekil 25, 26'da gösterilmiştir.

Non-invaziv giomer grubundaki tüm örnekler kırıklar ve retansiyon değerlendirmesinde mükemmel/çok iyi skoru (skor 1) aldı. En fazla restorasyonda kırılma ya da retansiyon kaybı izlenen cam iyonomer grubu ile diğer tüm gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu bulundu ( $p < 0,05$ ).

İnvaziv giomer grubundaki tüm örnekler de kırıklar ve retansiyon değerlendirmesinde mükemmel/çok iyi skoru (skor 1) aldı. Tatmin edici değil (skor 4) ve yenilenmesi gerekli (skor 5) skorlarını yalnızca cam iyonomer grubundan 5 örneğin (%50) aldığı görüldü. Ancak cam iyonomer grubu ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık görülmedi .

**Tablo 25:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel kırıklar ve retansiyon değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri.

Uygulama Yöntemi	Materyal içeriği	n	Kırıklar ve Retansiyon Değerlendirme Skorları				
			Skor 1 n (%)	Skor 2 n (%)	Skor 3 n (%)	Skor 4 n (%)	Skor 5 n (%)
Non-invaziv	Akışkan kompozit	30	27 (%90)	3 (%10)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)
	Rezin	30	28 (%93,3)	1 (%3,3)	1 (%3,3)	0 (%0)	0 (%0)
	Giomer	10	10 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)
	Cam iyonomer	10	2 (%20)	2 (%20)	1 (%10)	3 (%30)	2 (%20)
İnvaziv	Akışkan kompozit	30	22 (%73,3)	7 (%23,3)	1 (%3,3)	0 (%0)	0 (%0)
	Rezin	30	24 (%80)	2 (%6,7)	3 (%10)	1 (%3,3)	0 (%0)
	Giomer	10	10 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)
	Cam iyonomer	10	5 (%50)	5 (%50)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)



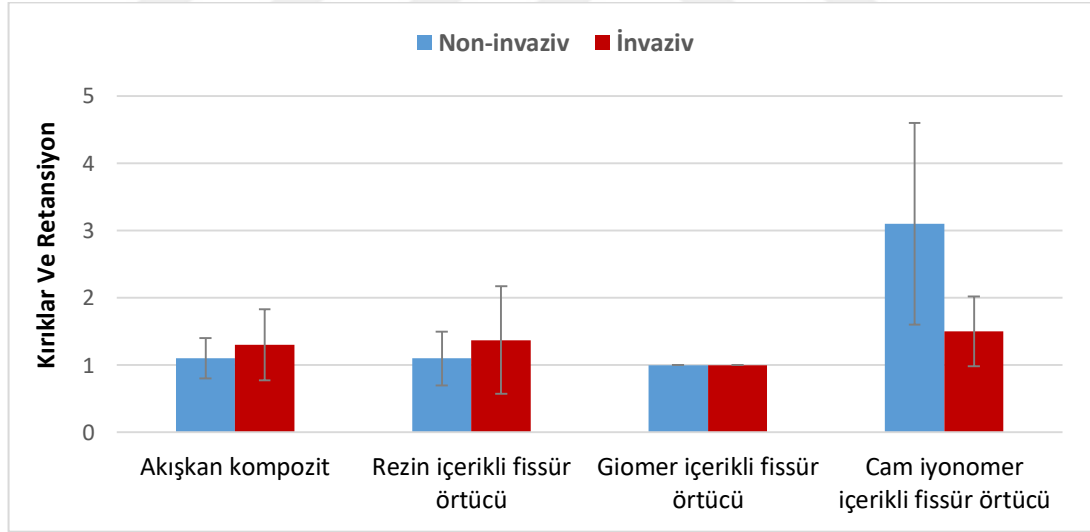
**Şekil 26:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel kırıklar ve retansiyon değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri.

**Tablo 26:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel kırıklar ve retansiyon değerlendirme ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri

Materyal	n	Non-invaziv			İnvaziv		
		Ort.(±SS)	Medyan	Min-Maks	Ort.(±SS)	Medyan	Min-Maks
Akışkan kompozit	30	1,1(±0,3) <sup>a</sup>	1	1-2	1,3(±0,53) <sup>a</sup>	1	1-3
Rezin	30	1,1(±0,4) <sup>a</sup>	1	1-3	1,37(±0,8) <sup>a</sup>	1	1-4
Giomer	10	1(±0) <sup>a</sup>	0	1	1(±0) <sup>a</sup>	0	1
Cam iyonomer	10	3,1(±1,5) <sup>b</sup>	3,5	1-5	1,5(±0,52) <sup>a</sup>	1,5	1-2

\*Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmek için kullanılmıştır.

Mann-Whitney U, \*p<0,05: istatistiksel anlamlı fark var.



**Şekil 27:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel kırıklar ve retansiyon değerlendirme ortalama ve standart sapma değerleri.

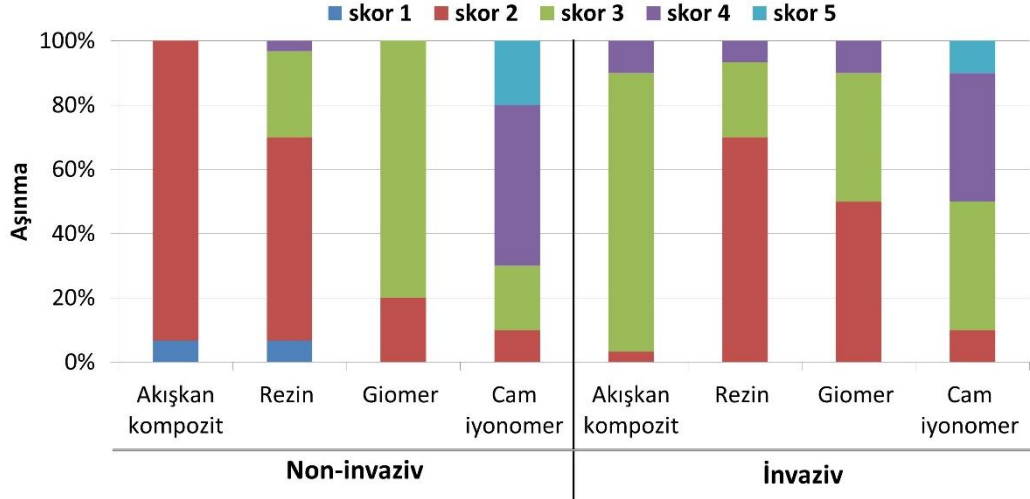
İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında, grupların gözle değerlendirme sonucundaki aşınma skor dağılımları ve verileri Tablo 27, 28’de ve Şekil 27, 28’de gösterilmiştir.

Non-invaziv grupta en düşük aşınma akışkan kompozit grubunda görüldü. Akışkan kompozit grubunda, giomer ve cam iyonomer gruplarına göre anlamlı derecede daha düşük aşınma izlendi ( $p<0,05$ ). En yüksek aşınma cam iyonomer grubunda izlenirken, bu grup ile giomer grubu arasında anlamlı fark bulunmadı.

İnvaziv gruplar arasında en düşük aşınma akışkan kompozit grubunda görüldü. En yüksek aşınma görülen cam iyonomer grubu ile akışkan kompozit ve rezin grupları arasında anlamlı farklılık bulundu ( $p<0,05$ ).

**Tablo 27:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel aşınma değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri.

Uygulama Yöntemi	Materyal İçeriği	n	Aşınma Değerlendirme Skorları				
			Skor 1 n (%)	Skor 2 n (%)	Skor 3 n (%)	Skor 4 n (%)	Skor 5 n (%)
Non-invaziv	Akışkan kompozit	30	2 (%6,7)	28 (%93,3)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)
	Rezin	30	2 (%6,7)	19 (%63,3)	8 (%26,7)	1 (%3,3)	0 (%0)
	Giomer	10	0 (%0)	2 (%20)	8 (%80)	0 (%0)	0 (%0)
	Cam iyonomer	10	0 (%0)	1 (%10)	2 (%20)	5 (%50)	2 (%20)
İnvaziv	Akışkan kompozit	30	1 (%3,3)	26 (%86,7)	3 (%10)	0 (%0)	0 (%0)
	Rezin	30	0 (%0)	21 (%70)	7 (%23,3)	2 (%6,7)	0 (%0)
	Giomer	10	0 (%0)	5 (%50)	4 (%40)	1 (%10)	0 (%0)
	Cam iyonomer	10	0 (%0)	1 (%10)	4 (%40)	4 (%40)	1 (%10)



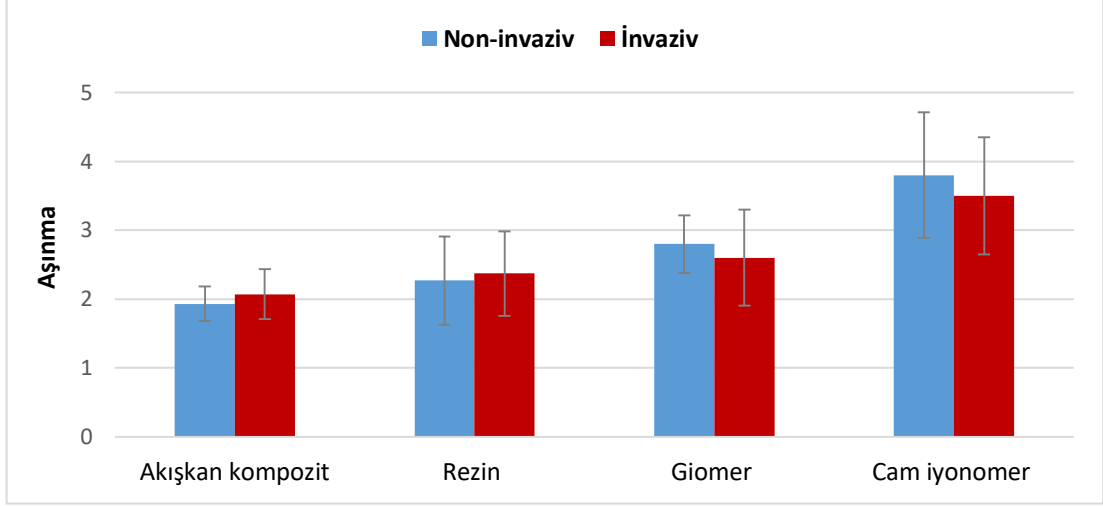
**Şekil 28:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel aşınma değerlendirme skor dağılımı ve yüzdeleri.

**Tablo 28:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel aşınma ortalama, standart sapma (SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

Materyal	n	Non-invaziv			İnvaziv		
		Ort.(±SS)	Medyan	Min-Maks	Ort.(±SS)	Medyan	Min-Maks
Akışkan kompozit	30	1,93(±0,25) <sup>a</sup>	2	1-2	2,07(±0,36) <sup>a</sup>	2	1-3
Rezin	30	2,27(±0,64) <sup>a,c</sup>	2	1-4	2,37(±0,61) <sup>a</sup>	2	2-4
Giomer	10	2,8(±0,42) <sup>c,d</sup>	3	2-3	2,6(±0,7) <sup>a,b</sup>	2,5	2-4
Cam iyonomer	10	3,8(±0,91) <sup>b,d</sup>	4	2-5	3,5(±0,85) <sup>b</sup>	3,5	2-5

\* Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmek için kullanılmıştır.

Mann-Whitney U, \*p<0,05: istatistiksel anlamlı fark var.



**Şekil 29:** İçeriklerine göre fissür örtücü materyalleri sınıflandırıldığında grupların görsel aşınma ortalama ve standart sapma değerleri.

Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların kenar uyumu açısından gözle değerlendirme skor dağılımları ve verileri Tablo 29, 30'da ve Şekil 29'da gösterilmiştir.

Non-invaziv grupta en iyi kenar uyumu MJF ve GSF gruplarında görülürken, kenar uyumunda bozulmaların ise en fazla FJT grubunda olduğu görüldü. Fuji Triage grubu ile FUF, GSF, MJF, CPS ve GDS grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu bulundu ( $p < 0,05$ ).

İnvaziv grupta FUF, GDF, MJF, CPS ve FXS gruplarında tüm örneklerin 2 skoru aldığı görülürken, en yüksek kenar uyumunda bozulma FJT ve GDS gruplarında belirlendi. İnvaziv teknikle uygulanan gruplar arasında kenar uyumu açısından istatistiksel olarak farklılık olmadığı belirlendi .

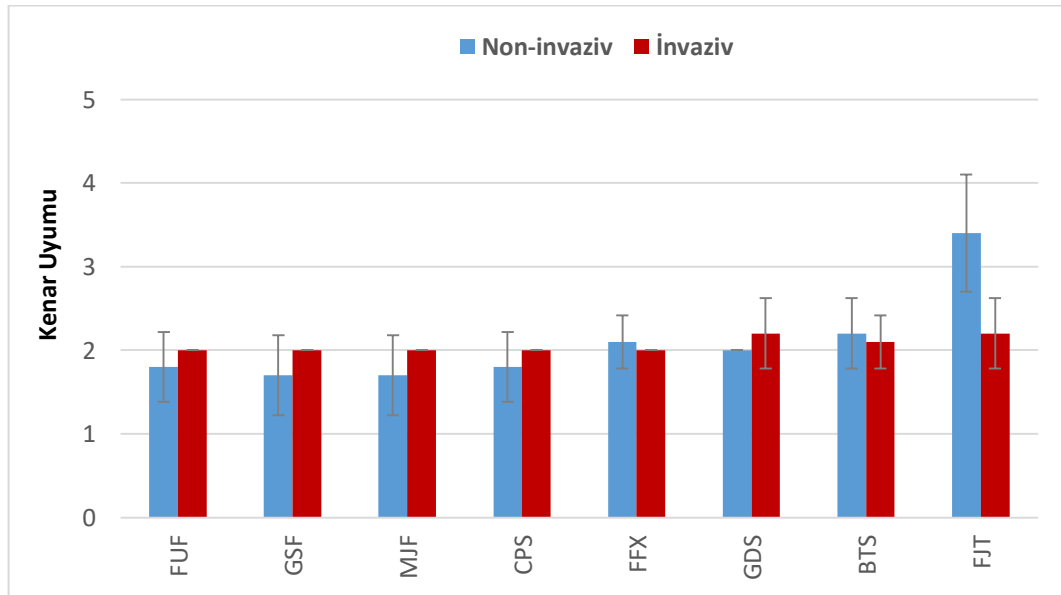
**Tablo 29:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel kenar uyumu değerlendirilmesi ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

Materyal	n	Non-invaziv			İnvaziv		
		Ort.( $\pm$ SS)	Medyan	Min-Maks	Ort.( $\pm$ SS)	Medyan	Min-Maks
FUF	10	1,8( $\pm$ 0,42) <sup>a</sup>	2	1-2	2( $\pm$ 0) <sup>a</sup>	2	2
GSF	10	1,7( $\pm$ 0,48) <sup>a</sup>	2	1-2	2( $\pm$ 0) <sup>a</sup>	2	2
MJF	10	1,7( $\pm$ 0,48) <sup>a</sup>	2	1-2	2( $\pm$ 0) <sup>a</sup>	2	2
CPS	10	1,8( $\pm$ 0,42) <sup>a</sup>	2	1-2	2( $\pm$ 0) <sup>a</sup>	2	2
FFX	10	2,1( $\pm$ 0,32) <sup>a,b</sup>	2	2-3	2( $\pm$ 0) <sup>a</sup>	2	2
GDS	10	2( $\pm$ 0) <sup>a</sup>	2	2	2,2( $\pm$ 0,42) <sup>a</sup>	2	2-3
BTS	10	2,2( $\pm$ 0,42) <sup>a,b</sup>	2	2-3	2,1( $\pm$ 0,32) <sup>a</sup>	2	2-3
FJT	10	3,4( $\pm$ 0,7) <sup>b</sup>	3,5	2-4	2,2( $\pm$ 0,42) <sup>a</sup>	2	2-3

\* Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmek için kullanılmıştır.

Mann-Whitney U, \* $p < 0,05$ : istatistiksel anlamlı fark var.

\*\* FUF: Filtek Ultimate Flow, GSF: GrandioSo Flow, MJF: Majesty Flow, CPS: Clinpro Sealant, FFX: Fissürit FX, GDS: Grandio Seal, BST: Beauti Sealant, FJT: Fuji Triage.



**Şekil 30:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel kenar uyumu değerlendirilmesi ortalama ve standart sapma değerleri.



**Tablo 30:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel kenar uyumu değerlendirmesi skor dağılımı.

Uygulama Yöntemi	Materyal	n	Kenar Uyumu				
			Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5
Non-invaziv	FUF	10	2	8	0	0	0
	GSF	10	3	7	0	0	0
	MJF	10	3	7	0	0	0
	CPS	10	2	8	0	0	0
	FFX	10	0	1	9	0	0
	GDS	10	0	10	0	0	0
	BTS	10	0	8	2	0	0
	FJT	10	0	1	4	5	0
İnvaziv	FUF	10	0	10	0	0	0
	GSF	10	0	10	0	0	0
	MJF	10	0	10	0	0	0
	CPS	10	0	10	0	0	0
	FFX	10	0	10	0	0	0
	GDS	10	0	8	2	0	0
	BTS	10	0	9	1	0	0
	FJT	10	0	8	2	0	0

\*\* FUF: Filtek Ultimate Flow, GSF: GrandioSo Flow, MJF: Majesty Flow, CPS: Clinpro Sealant, FFX: Fissür İt FX, GDS: Grandio Seal, BST: Beuti Sealant, FJT: Fuji Triage.

Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların kırıklar ve retansiyon açısından gözle değerlendirme skor dağılımları ve verileri Tablo 31, 32’de ve Şekil 30’da gösterilmiştir.

Non-invaziv grupta en düşük kırıklar ve retansiyon değerleri FUF, GDS ve BST gruplarında görülürken, en yüksek değerlerin FJT grubunda olduğu belirlendi. Fuji Triage grubundan 5 örneğin (%50) tatmin edici değil (skor 4) ve yetersiz (skor 5) skorlarını aldığı izlendi. Fuji Triage grubu ile diğer tüm gruplar arasında farklılık olduğu varken ( $p < 0,05$ ), diğer ikili karşılaştırmalarda farklılık yoktu.

İnvaziv grupta en düşük kırıklar ve retansiyon değerleri FUF ve BST gruplarında görülürken, en yüksek değerlerin GSF grubunda olduğu belirlendi. Filtek

Ultimate Flow ve BST ile GSF arasında farklılık varken ( $p<0,05$ ), diğer ikili karşılaştırmalarda farklılık yoktu.

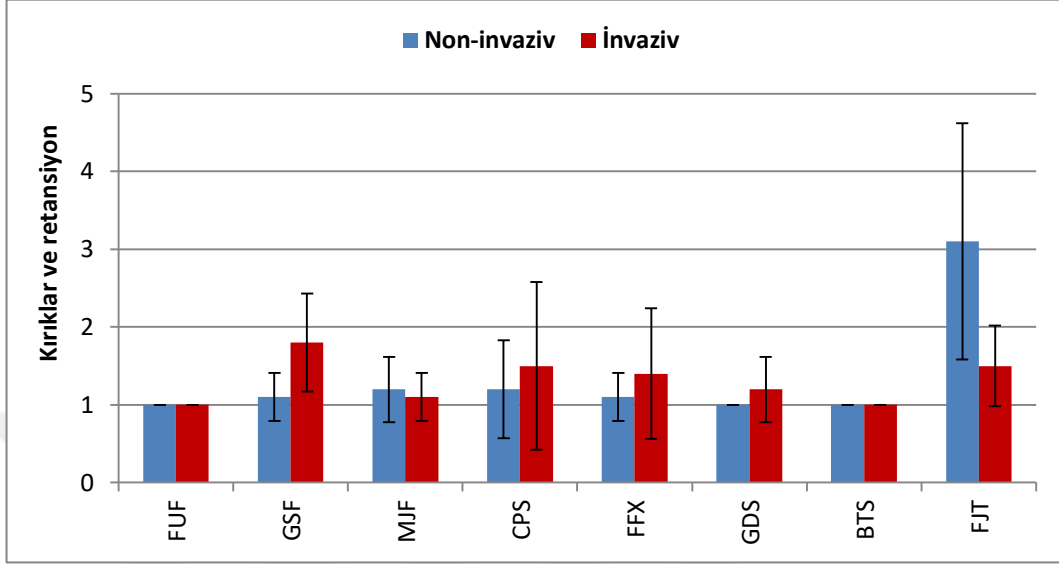
**Tablo 31:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel kırıklar ve retansiyon değerlendirilmesi ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

Materyal	n	Non-invaziv			İnvaziv		
		Ort. ( $\pm$ SS)	Medyan	Min-Maks	Ort. ( $\pm$ SS)	Medyan	Min-Maks
FUF	10	1( $\pm$ 0) <sup>a</sup>	1	1	1( $\pm$ 0) <sup>a</sup>	1	1
GSF	10	1,1( $\pm$ 0,31) <sup>a</sup>	1	1-2	1,8( $\pm$ 0,63) <sup>b</sup>	2	1-3
MJF	10	1,2( $\pm$ 0,42) <sup>a</sup>	1	1-2	1,1( $\pm$ 0,31) <sup>a,b</sup>	1	1-2
CPS	10	1,2( $\pm$ 0,63) <sup>a</sup>	1	1-3	1,5( $\pm$ 1,08) <sup>a,b</sup>	1	1-4
FFX	10	1,1( $\pm$ 0,31) <sup>a</sup>	1	1-2	1,4( $\pm$ 0,84) <sup>a,b</sup>	1	1-3
GDS	10	1( $\pm$ 0) <sup>a</sup>	1	1	1,2( $\pm$ 0,42) <sup>a,b</sup>	1	1-2
BTS	10	1( $\pm$ 0) <sup>a</sup>	1	1	1( $\pm$ 0) <sup>a</sup>	1	1
FJT	10	3,1( $\pm$ 1,52) <sup>b</sup>	3,5	1-5	1,5( $\pm$ 0,52) <sup>a,b</sup>	1,5	1,2

\*Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmek için kullanılmıştır.

Mann-Whitney U, \* $p<0,05$ : istatistiksel anlamlı fark var.

\*\* FUF: Filtek Ultimate Flow, GSF: GrandioSo Flow, MJF: Majesty Flow, CPS: Clinpro Sealant, FFX: Fissürit FX, GDS: Grandio Seal, BST: Beauti Sealant, FJT: Fuji Triage.



**Şekil 31:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel kırıklar ve retansiyon değerlendirilmesi ortalama ve standart sapma değerleri.

**Tablo 32:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel kenar uyumu değerlendirmesi skor dağılımı.

Uygulama Yöntemi	Materyal	N	Kırıklar ve Retansiyon				
			Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5
Non-invaziv	FUF	10	10	0	0	0	0
	GSF	10	9	1	0	0	0
	MJF	10	8	2	0	0	0
	CPS	10	9	0	1	0	0
	FFX	10	9	1	0	0	0
	GDS	10	10	0	0	0	0
	BTS	10	10	0	0	0	0
	FJT	10	2	2	1	3	2
İnvaziv	FUF	10	10	0	0	0	0
	GSF	10	3	6	1	0	0
	MJF	10	9	1	0	0	0
	CPS	10	8	0	1	1	0
	FFX	10	8	0	2	0	0
	GDS	10	8	2	0	0	0
	BTS	10	10	0	0	0	0
	FJT	10	5	5	0	0	0

\*\* FUF: Filtek Ultimate Flow, GSF: GrandioSo Flow, MJF: Majesty Flow, CPS: Clinpro Sealant, FFX: Fissür İt FX, GDS: Grandio Seal, BST: Beuti Sealant, FJT: Fuji Triage.

Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların aşınma açısından gözle değerlendirme skor dağılımları ve verileri Tablo 33, 34’de ve Şekil 31’de gösterilmiştir.

Non-invaziv grupta en düşük aşınma değeri MJF grubunda görülürken, en yüksek aşınma FJT grubunda izlendi. Fuji Triage grubunda MJF, FUF, GDF, GDS ve CPS gruplarından anlamlı ölçüde daha fazla aşınma olduğu izlendi ( $p<0,05$ ). Bununla birlikte MJF grubunda BST grubuna göre anlamlı ölçüde daha düşük aşınma olduğu belirlendi ( $p=0,01$ ).

İnvaziv grupta en düşük aşınma MJF grubunda görülürken, en yüksek aşınma ise FJT grubunda izlendi. Fuji Triage grubunda MJF, FUF, GDS gruplarına

göre anlamlı ölçüde fazla aşınma görülürken ( $p<0,05$ ), diğer ikili karşılaştırmalarda farklılık bulunmadı.

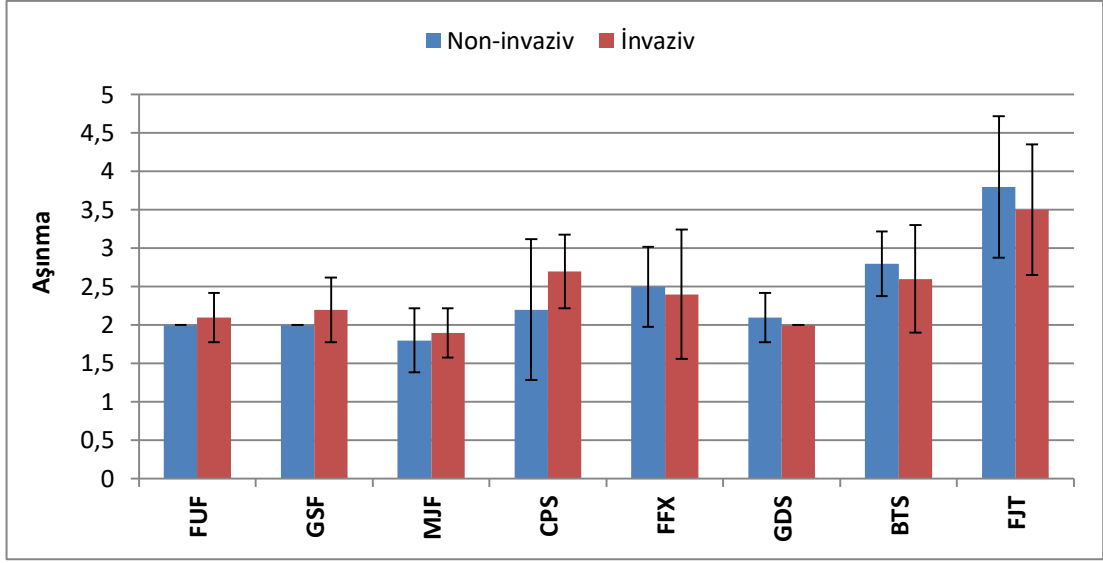
**Tablo 33:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel aşınma değerlendirmesi ortalama, standart sapma ( $\pm$ SS), medyan, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri.

Materyal	n	Non-invaziv			İnvaziv		
		Ort. ( $\pm$ SS)	Medyan	Min-Maks	Ort. ( $\pm$ SS)	Medyan	Min-Maks
FUF	10	2( $\pm$ 0) <sup>a,b</sup>	2	2	2,1( $\pm$ 0,32) <sup>a</sup>	2	2-3
GSF	10	2( $\pm$ 0) <sup>a,b</sup>	2	2	2,2( $\pm$ 0,42) <sup>a,c</sup>	2	2-3
MJF	10	1,8( $\pm$ 0,42) <sup>a</sup>	2	1-2	1,9 ( $\pm$ 0,32) <sup>a</sup>	2	1-2
CPS	10	2,2( $\pm$ 0,92) <sup>a,b</sup>	2	1-4	2,7( $\pm$ 0,48) <sup>a,c</sup>	3	2-3
FFX	10	2,5( $\pm$ 0,52) <sup>a,b,c</sup>	2,5	2-3	2,4( $\pm$ 0,84) <sup>a,c</sup>	2	2-4
GDS	10	2,1( $\pm$ 0,32) <sup>a,b</sup>	2	2-3	2( $\pm$ 0) <sup>a</sup>	2	2
BTS	10	2,8( $\pm$ 0,42) <sup>b,c</sup>	3	2-3	2,6( $\pm$ 0,7) <sup>a,c</sup>	2,5	2-4
FJT	10	3,8( $\pm$ 0,92) <sup>c</sup>	4	2-5	3,5( $\pm$ 0,85) <sup>b,c</sup>	3,5	2-5

\*Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmek için kullanılmıştır.

Mann-Whitney U, \* $p<0,05$ : istatistiksel anlamlı fark var.

\*\* FUF: Filtek Ultimate Flow, GSF: GrandioSo Flow, MJF: Majesty Flow, CPS: Clinpro Sealant, FFX: Fissürit FX, GDS: Grandio Seal, BST: Beuti Sealant, FJT: Fuji Triage.



**Şekil 32:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel aşınma değerlendirmesi ortalama ve standart sapma değerleri.

**Tablo 34:** Fissür örtücü materyaller bireysel sınıflandırıldığında, grupların görsel aşınma değerlendirmesi skor dağılımı.

Uygulama Yöntemi	Materyal	n	Aşınma				
			Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5
Non-invaziv	FUF	10	0	10	0	0	0
	GSF	10	0	10	0	0	0
	MJF	10	20	80	0	0	0
	CPS	10	2	5	2	1	0
	FFX	10	0	5	5	0	0
	GDS	10	0	9	1	0	0
	BTS	10	0	2	8	0	0
	FJT	10	0	1	2	5	2
İnvaziv	FUF	10	0	9	1	0	0
	GSF	10	0	8	2	0	0
	MJF	10	1	9	0	0	0
	CPS	10	0	3	7	0	0
	FFX	10	0	8	0	2	0
	GDS	10	0	10	0	0	0
	BTS	10	0	5	4	1	0
	FJT	10	0	1	4	4	1

\*\* FUF: Filtek Ultimate Flow, GSF: GrandioSo Flow, MJF: Majesty Flow, CPS: Clinpro Sealant, FFX: Fissüritlet FX, GDS: Grandio Seal, BST: Beauti Sealant, FJT: Fuji Triage.

#### 4. TARTIŞMA

Diş çürüğü halen en yaygın kronik hastalık ve diş kaybının birincil sebebi olarak kabul edilmektedir (162). Ancak, günümüzde koruyucu diş hekimliği uygulamaları sonucunda çürük değerlerinde azalma izlendiği ve diş çürüğünün biçim ve ilerleme hızı bakımından değişiklikler gösterdiği belirtilmektedir (30). Epidemiyolojik çalışmalarda ise düz yüzey çürüğü insidansının azaldığı, oklüzal yüzey çürük insidansının ise halen yüksek olduğu gösterilmektedir (22). Azı dişlerinin oklüzal yüzeyleri, içerdikleri pit ve fissürler ile karmaşık bir morfolojiye sahiptir. Oklüzal yüzeyler bu karmaşık yapıları ile plak oluşumu için özel bir alan oluştururken, tükürük ve florun çürümeye karşı koruyucu etkisini engeller. Yani pit ve fissürler kendileri çürük oluşturan yapılar olmamakla birlikte, çürüğe neden olan bakterilere barınak oluşturup beslenme ve çoğalma imkanı sunmaktadır. Oklüzal yüzeyler tüm diş yüzeylerinin yalnızca %12,5'ini oluşturmasına rağmen, diş çürüklerinin 2/3'ünden fazlası oklüzal yüzeylerde gelişmektedir (21). Bu nedenle de geçmişten günümüze kadar oklüzal yüzeylerin korunmasına yönelik birçok uygulama önerilmiş ve bu amaçla kullanılmak üzere çeşitli materyaller geliştirilmiştir.

Pit ve fissür örtücü uygulaması çürük oluşumuna yatkın olan pit ve fissürlerin korunmasında, etkinliği bilimsel olarak kanıtlanmış ve kabul edilmiş bir koruyucu uygulamadır. Bunun yanında pit ve fissür örtücülerin sınırlı bir klinik ömre sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenle de örtücü uygulaması sonrasında hastaların düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde örtücülerin yenilenmesi önerilmektedir. Pit ve fissür örtücünün kısmen ya da tamamen dişten ayrılması, uygulanan materyalin ağız içerisinde aşınmaya uğraması, kenar uyumundaki bozulma, mikrosızıntı ve sekonder çürük oluşumu fissür örtücülerde klinik başarısızlığa neden olan yaygın faktörler olarak görülmektedir.

Klinik çalışmalar ağız ortamında uygulanan materyallerin performansının değerlendirilmesinde en gerçek ve en değerli test yöntemini oluşturmaktadır. Ancak klinik çalışmalar laboratuvar çalışmalarına göre daha fazla zaman ve maddi olarak gerektirmektedir. Bunun yanında, laboratuvar çalışmalarında bazı koşullar sabit

tutularak direkt olarak etkisi gözlenmek istenen koşulların değerlendirilebilmesi mümkün olmaktadır. Bu şekildeki bir araştırmaya dayanarak, restoratif materyallerin seçimi ve uygun kullanımı konusunda öneriler verilebilmektedir.

Bu çalışmada, pit ve fissür örtücü olarak kullanılmakta olan materyallerin klinik ömrünü etkileyen aşınma, kenar uyumu, penetrasyon derinliği ve mikrosızıntı gibi faktörler irdelenmiş ve bir fissür örtücü uygulaması için kullanılabilir ideal materyal ve uygulama yöntemi araştırılmıştır.

## **4.1 Gereç ve Yöntemin Değerlendirilmesi**

### **4.1.1 Örneklerin Hazırlanması**

Molar ve premolar dişlerin oklüzal yüzeylerindeki fissürlerin derinliği ve morfolojisinde, hastalar arasında ve hatta aynı hastadaki çeşitli diş grupları arasında farklılıklar görülebilmektedir. Fissür derinliği ile morfolojisinin mikrosızıntı ve penetrasyon derinliği üzerindeki etkileri daha önce yapılan bir çalışmada belirtilmiştir (125). Bu nedenle, çalışmamızda gruplar arasında fissür anatomisine bağlı ortaya çıkabilecek farklılıkların önlenmesi amacıyla çalışma öncesinde dişler tüberkül eğimleri ve fissür derinliği açısından değerlendirildi. Daha önce yapılmış fissür derinliği sınıflaması dikkate alınarak (17) orta derinlikte fissürlere sahip alt üçüncü molar dişler bu çalışmada kullanıldı.

Dişlerin oklüzal yüzey genişliğindeki artış ile fissürlerin uzunluğu ve örtücü uygulaması sırasında kullanılacak olan materyal miktarı artmaktadır. Bunun sonucunda ise kullanılan örtücü materyallerin aşınma miktarının ve olası polimerizasyon büzülmesi oranının artabileceği düşünülerek, çalışma başlangıcında dişlerin mezyo-distal ve bukko-lingual boyutları ölçüldü ve örnekler ana ve alt gruplara oklüzal yüzey boyutları göz önüne alınarak eşit şekilde dağıtıldı.

Yapılan bir fissür örtücünün başarısında materyalin fissürün en derin noktasına kadar penetre olması çok önemlidir. Bunun sağlanabilmesi için de fissürlerdeki eklentilerin uzaklaştırılması gerekmektedir (33). Bu amaçla günümüze kadar fırça ile flor içeren ya da içermeyen profilaksi patları, pomza, su, diş macunu, hidrojen peroksit uygulanması, air polishing, air abrazyon, invaziv teknikler, lazer



uygulamaları ve carisolv kullanılmıştır (33, 68, 113, 138, 163). Air polishing cihazı ve sodyum bikarbonat tozu ile fissürlerin temizlenmesi ve asit uygulaması ile fissür örtücü materyalin penetrasyon derinliğinin arttığı ve daha yüksek bağlanma değerleri sağlandığı belirtilmekte ve fissür örtücü uygulaması öncesinde bu işlemlerin standart fissür temizleme yöntemi olarak kullanılması önerilmektedir (164). Bu nedenle çalışmamızda fissür derinliklerindeki eklentiler ile artıkları uzaklaştırmak ve yüzey standardizasyonu sağlamak amacıyla tüm dişler air polishing cihazı ile sodyum bikarbonat tozu püskürtülerek temizlendi.

Başlangıç aşamasındaki oklüzal yüzey çürüklerinin belirlenmesinin zorluğu bilinmektedir. Fissür örtücü uygulaması ile oklüzal yüzeyde bir bariyer oluşturularak başlangıç aşamasındaki çürüklerin ilerlemesinin durdurulabileceği belirtilmiştir (33, 165-167) Ancak, uygulanan fissür örtücünün bir kısmı kaybedildiğinde koruyucu etkinlik de kaybedilecek ve teşhis edilmemiş çürükler hızlı bir şekilde ilerleyebilme imkanı bulacaktır. Bu nedenle, gizli çürüklerin teşhisi amacıyla örtücü uygulaması öncesinde oklüzal yüzeyde mine düzeltmeleri yapılması bazı yazarlar tarafından önerilmektedir (168). Fissürlerdeki mine yüzeyi düzeltmelerinin fissürlerin görülebilirliğini (168, 169), örtücü retansiyonunu (170, 171) ve penetrasyonunu (53, 171) arttırdığı, mikrosızıntı riskini azalttığı (53) ve prizmasız mineyi ortadan kaldırarak bağlanmayı arttırdığı bildirilmiştir (172). Buna karşın, mine yüzeyinde frezlerle yapılan invaziv işlemlerin sağlıklı mine dokusunun kaldırılmasına neden olduğu ve bu durumun dişleri çürümeye daha duyarlı hale getirebileceği de bildirilmiştir (21). Bu nedenle çalışmamızda frezle mine düzenlemesi yapılmayan non-invaziv ve minimal düzeyde fissürlerin genişletildiği invaziv grupların karşılaştırılması planlanmıştır.

Rezin içerikli fissür örtücülerde mine yüzeyinin asitlenmesi, serbest yüzey enerjisinin artırılabilmesi ve kullanılan materyal ile diş yüzeyi arasında iyi bir bağlantı sağlanabilmesi açısından önemli bir aşamadır. Bu amaçla en yaygın kullanılan asit jel formundaki % 35-37'lik orto-fosforik asittir. Mine yüzeyinde mikropöröziteler oluşturularak bağlanma sağlanabilmesi için mine yüzeyinin 30 sn kadar asit ile temas halinde bulunması önerilmektedir (173). Bu doğrultuda çalışmamızda fissürler jel formundaki orto-fosforik ile 30 sn süre ile pürüzlendirilmiştir.

Fissürlerin örtülenmesinde kullanılan rezin içerikli materyallerin büyük çoğunluğu hidrofobik yapıdadır. Dolayısı ile fissürlerde olası su varlığında bağlantı olumsuz yönde etkilenecektir. Asitle pürüzlendirilen ve yıkanıp hava ile kurutulan fissürlerdeki nemin uzaklaştırılması ve hidrofobik yapıdaki fissür örtücü materyallerin bağlantısının artırılması amacıyla dehidratasyon ajanlarının kullanımı da önerilmektedir (174). Bu nedenle çalışmamızda, asidin yıkanarak uzaklaştırılması ve hava ile kurutma sonrasında etanol solüsyonu (%60) optimum kurutma için uygulanmıştır.

Farklı materyallerin karşılaştırılması sırasında bağlayıcı ajana bağlı olarak ortaya çıkabilecek farklılıkların önlenmesi amacıyla tüm çalışma gruplarında aynı bağlayıcı ajanın kullanılması önerilmiştir (175, 176). Bu sebeple de örneklerin hazırlanması sırasında akışkan kompozitlerle fissürleri örtülen tüm dişlerde aynı bağlayıcı ajan kullanılmıştır.

Pit ve fissür örtücülerin çürük önlemedeki etkinliklerinin anlaşılması ile bu amaçla kullanılabilecek birçok materyal geliştirilmiştir. Kullanım alanları ve amaçları benzer olmasına rağmen, farklı içeriklere sahip olan fissür örtücü materyallerde çeşitli avantaj ve dezavantajlar mevcuttur. Doldurucu içeriği ile doldurucu oranının ve materyalden flor salınmasının, fissür örtücülerin fiziksel özelliklerini ve performansını etkileyebileceği belirtilmektedir (177). Son yıllarda rezin yapısındaki geleneksel fissür örtücülerle benzer içeriğe sahip olan ve daha iyi fiziksel özellik gösteren akışkan kompozitlerin de fissür örtücü olarak kullanılması önerilmektedir (92). Bu nedenle çalışmamızda, akışkan kompozit, farklı oranlarda doldurucu içeren ve doldurucusuz rezin, giomer ve cam iyonmer içerikli fissür örtücü materyaller değerlendirilmiştir.

Ağız içi koşullarda restorasyonlarda zamanla ortaya çıkan problemlerin öngörülebilmesi amacıyla *in vitro* olarak çeşitli yaşlandırma yöntemleri uygulanmaktadır. Oklüzal yüzeylere uygulanan fissür örtücüler ağız içerisinde mekanik, termal ve kimyasal olmak üzere birçok farklı stres çeşidine maruz kalmaktadır. Maruz kalınan stresler sonucunda fissür örtücülerde zamanla kenar uyumu problemleri, aşınma, retansiyon kaybı ve restorasyonun parsiyel ya da total kaybı görülebilmektedir. Literatürdeki fissür örtücülerin değerlendirildiği çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların büyük bir kısmında yaşlandırma amacıyla

tek başına termal döngü uygulandığı görülmektedir (177-179). Yalnızca bir çalışmada yaşlandırma yöntemi olarak termal döngü ile birlikte çiğneme simülasyonu kullanılmış ve rezin içerikli fissür örtücü materyallerin mikrosızıntı ve kenar uyumları değerlendirilmiştir (125). Ancak cam iyonomer içerikli ve akışkan kompozitlerin değerlendirmeye dahil edilmemesi ve ağız içi koşullarda fissür örtücülerin kenar uyumunda bozulmaya neden olabilecek fırçalamanın göz önüne alınmaması bu çalışmanın eksik yönlerini oluşturmaktadır.

Çiğneme fonksiyonu sırasındaki basma ve kayma hareketleri restorasyon materyalleri üzerinde aşındırıcı bir etkiye sahiptir. Bunun yanında, oklüzal streslerin uzun dönemde restorasyon ile diş arasındaki bağlanma ve kenar uyumu problemlerine neden olduğu bilinmektedir. Çiğneme kuvvetlerinin restoratif materyaller ve materyal-diş ara yüzündeki uzun dönem etkisinin *in vitro* koşullarda değerlendirilebilmesi amacıyla çeşitli cihazlar ve yöntemlerle çiğneme simülasyonları uygulanmaktadır. Bu simülasyonlarda hareket tipi, antagonist olarak kullanılan materyal, çiğneme frekansı, yatay ve dikey hareketlerin uzunluğu ve bir yıla karşılık gelen çiğneme sayısı günümüze kadar yapılmış olan çalışmalarda farklılıklar göstermektedir.

Restorasyon materyalleri ve diş dokularının termal genişleme katsayısı farklılıkları veya oluşan sıcaklık değişimleri bağlanma yüzeyinde bozulmalara neden olmaktadır. Ağız ortamındaki sıcaklık değişimlerinin restoratif materyaller ve bağlanma yüzeyi üzerindeki etkilerinin *in vitro* koşullarda değerlendirilebilmesi amacıyla termal döngü ile yaşlandırma sıklıkla kullanılmaktadır (180). Günümüzde yeni geliştirilen cihazlar sayesinde termal döngü ve çiğneme simülasyonunu örneklere aynı anda uygulanabilmektedir. Çiğneme simülatörü adı verilen bu cihazlarda belirtilen frekansta, hızda ve sayıda üç boyutlu çiğneme hareketi yapılırken, aynı anda dişler üzerine istenilen sıcaklık aralıklarında sıcak ve soğuk su pompalanmaktadır. Bu sayede laboratuvar ortamında klinik şartları taklit edebilen bir yaşlandırma işlemi daha kısa sürede tamamlanmaktadır. Jung ve ark. (159) çiğneme simülatörü ile 49 N kuvvet altında 240.000 defa yapılan çiğneme hareketinin klinik olarak bir yıllık çiğnemeye karşılık geldiğini belirtmişlerdir.

Fissür örtücü materyallerde aşınmanın değerlendirilmesinde klinik açıdan anlamlı sonuçlar elde edilebilmesi ve standardizasyonun sağlanabilmesi amacıyla

çalışmamızda çiğneme simülasyonunda antagonist olarak üst premolar dişlerden elde edilen bukkal tüberküller kullanılmıştır.

Diş fırçalama, ağız hijyeni uygulamalarının vazgeçilmez bir parçası olmakla birlikte, diş yüzeyleri ve restorasyonlarda zaman içerisinde fırçalamaya bağlı olarak aşınma meydana gelebilmektedir (181). Fırçalama ile oluşan aşınma miktarının diş macunu, fırça sertliği ve fırçalanan yüzeyin özelliklerine bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir (181, 182). Yapılan literatür taramasında fırçalama simülasyonunun genel olarak manuel olarak su-macun karışımının fırça ile uygulanmasıyla yapıldığı görülmektedir. Ancak manuel olarak yapılan fırçalama simülasyonunda uygulanan hareket frekansının ve kuvvetlerin standardize edilememesi sonuçlarda farklılık ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle sabit bir yük altında istenilen frekansta fırçalama hareketinin yapıldığı fırçalama simülatörleri daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Lopes ve ark. (160) klinik olarak bir yıllık fırçalamanın, simülasyon cihazında 200 gr baskı ile 10.000 defa fırça vuruşu uygulanmasına karşılık geldiğini belirtmişlerdir.

Çiğneme sırasında ortaya çıkan oklüzal stresler ile fırçalama sırasındaki 3 bileşenli aşınmanın fissür örtücüler üzerindeki etkileri düşünülmüş ve yukarıda bahsedilen çalışmalar referans alınarak, çalışmamızda birer yıllık döngülerle, iki yıllık termal döngülü çiğneme ve iki yıllık fırçalama simülasyonu ile yaşlandırma uygulanmıştır.

Temporomandibular eklem ve periyodontal dokuların sağlığı açısından, restoratif materyallerin diş minesine benzer oranlarda aşınma dayanımı göstermesi gerektiği belirtilmiştir (159). Bu nedenle fissür örtücü materyallerde izlenen aşınmanın, hiçbir işlem uygulanmamış mine dokusu ile karşılaştırılabilmesi amacıyla çalışmamızda negatif kontrol grubu oluşturulmuş ve yaşlandırma prosedürüne tabi tutulmuştur.

## **4.2 Aşınma Değerlendirmesi**

Aşınma bir çok faktörün kombinasyonu olarak ortaya çıktığı için farklı içeriklere sahip olan restorasyon materyallerinin aşınma davranışları birbirinden

oldukça farklıdır (183). Dental restorasyon materyallerinde aşınma dayanımı doldurucuların sertliği, büyüklüğü ve kapladığı hacim, matriks ve doldurucu arasındaki uyum ve monomerlerin polimerizasyon derecesi gibi bir çok faktörden etkilenmektedir (184). Aşınma dayanımının düşük olması materyal bütünlüğünün bozulmasına ve yüzey pürüzlülüğünün artarak plak birikimine elverişli alanlar oluşmasına yol açmaktadır (48). Ayrıca aşınmaya bağlı restorasyon kenarlarında oklüzal tablaya göre oluşan submarjinsiyon olası başarısızlıkların temelini oluşturmaktadır (181).

Pit ve fissür örtücü materyallerin ilk kullanımından günümüze kadar aşınma dirençleri sürekli geliştirilmiştir. Buna rağmen düşük aşınma dayanımı halen fissür örtücü materyallerdeki en büyük problemlerden biridir (184). Literatürde cam iyonomer ya da doldurucusuz rezin içerikli fissür örtücü materyallerinin ağız içerisinde hızlı bir şekilde aşınmaya maruz kaldığı sürekli olarak belirtilmektedir (12, 13, 33). Ancak fissür örtücülerin yaşlandırma sonrasında aşınmaya ne derecede maruz kaldıklarını gösteren ve kantitatif olarak değerlendiren bir çalışma mevcut değildir.

Diş hekimliğinde restoratif materyallerin aşınma değerlendirmesi *in vivo* ve *in vitro* koşullar altında farklı şekillerde yapılabilmektedir. Klinik çalışmalarda en fazla kullanılan yöntem belirli bir süre kullanım sonunda skor verilerek aşınmanın kalitatif olarak değerlendirilmesidir. Diğer bir yöntem ise hastalardan alınan ölçüler ile hazırlanan replikaların TEM'de yüksek büyütmelemlerde incelenmesidir (185).

*In vitro* çalışmalarda ise aşınmanın hassas bir şekilde ölçülebilmesi amacıyla günümüze kadar hassas terazi, stereomikroskop, profil projeksiyon cihazı, bilgisayarlı üç boyutlu ölçüm mikroskobu, konvansiyonel ve lazer profilometreler ve üç boyutlu lazer tarayıcısı gibi farklı cihazlar kullanılmıştır (131).

Üç boyutlu lazer tarayıcıları ile hem *in vivo* ve hem de *in vitro* koşullarda başlangıç ve bitim kayıtları alınarak bilgisayar programları yardımıyla aşınmanın sayısal olarak ortaya konulabilmesi mümkündür. Aşınmanın hacimsel olarak net bir şekilde ortaya konabilmesi ve dikey yönde aşınma miktarının ölçülebilmesi bu sistemin en büyük avantajını oluşturmaktadır. Ancak pahalı ekipmanlara ihtiyaç duyulması ve kullanılan bilgisayar programları üzerinde bilgi ve tecrübe

gerektirmesi sistemin dezavantajlarını oluşturmaktadır. Çalışmamızda, fissür örtücü materyallerin aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı, lazer taraması ile örneklerden alınan başlangıç ve bitim kayıtlarının bilgisayar ortamında karşılaştırılması ile hesaplanmıştır.

Çalışmamızda aşınmanın bilgisayar ortamında kantitatif olarak değerlendirilmesi sonucunda invaziv ve non-invaziv uygulama teknikleri arasında aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı açısından istatistiksel olarak anlamlı farkların olmadığı gözlemlendi. Aynı örneklere yapılan görsel değerlendirme sonuçları da bu bulguları destekler nitelikteydi.

Francescut ve Lussi (177) dört farklı teknikte hazırlanmış olan azı dişlerinin fissürlerine uygulanan akışkan kompozit ve doldurucusuz rezin içerikli fissür örtücü materyalinin yaşlandırma sonrası mikrosızıntılarını değerlendirdikleri çalışmalarında, frezle uygulanan invaziv teknikte fissürlerin genişletilmesi nedeniyle, restorasyonda kullanılacak olan materyal hacminin artacağını belirtmektedir. Oklüzal yüzeyde daha geniş alan kaplayan fissür örtücü materyallerinin abrazyon kuvvetlerden daha fazla etkileneceği düşünülmese de, çalışmamızda invaziv ve non-invaziv tekniklerle uygulanan fissür örtücülerin aşınma oranları arasında farklılık olmadığı görüldü. Literatürde fissür örtücü uygulama tekniklerinin aşınma üzerindeki etkisinin değerlendirildiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

İnsan minesinin döngüsel uygulanan kuvvet altında aşınma davranışının restorasyon materyallerinden oldukça farklı olduğu bildirilmiştir (184). D’Arcangelo ve ark. (186) kompozit rezinlerin ve insan minesini örneklerinin aşınma özelliklerini değerlendirdikleri çalışma sonucunda insan minesinde  $0,216 (\pm 0,07)$  mm aşınma vertikal kaybı ve  $0,404 (\pm 0,2)$  mm<sup>3</sup> aşınma hacmi izlendiğini belirtmişlerdir. Çalışmamız sonucunda ise hiçbir uygulama yapılmamış molar dişlerden oluşan kontrol grubunda aşınma hacminin  $0,07 (\pm 0,03)$  mm<sup>3</sup>, aşınma vertikal kaybının ise  $0,15 (\pm 0,03)$  mm<sup>3</sup> olduğu belirlenmiştir. D’Arcangelo ve arkadaşlarının (186) 120.000 çigneme döngüsü sonrasında mine yüzeyinde bizim sonuçlarımızdan daha yüksek oranda aşınma belirlenmesinin, simülasyon sırasında

karşıt diş yerine konik şekilli zirkonyum kullanmalarından kaynaklandığı düşünölmektedir.

Çalışmamız sonucunda akışkan kompozit gruplarında ise 0,15 ( $\pm 0,13$ ) mm<sup>3</sup> aşınma hacmi ve 0,24 ( $\pm 0,1$ ) mm<sup>3</sup> aşınma vertikal kaybı izlendi. Aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı açısından kontrol grubu ile akışkan kompozit grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı göröldü. Hem görsel hem de bilgisayar ortamında yapılan değerlendirmeler sonucunda ise akışkan kompozit grubunda rezin, giomer ve cam iyonomer içerikli fissür örtücü gruplarına göre anlamlı ölçüde daha düşük aşınma meydana geldiği belirlendi. *In vitro* koşullarda aşınmanın değerlendirildiği bir çalışmada, doldurucu oranlarındaki artışın ve daha küçük boyutlardaki doldurucuların aşınmayı azalttığı belirtilmiştir (187). Bu nedenle, geleneksel fissür örtücölere göre daha yüksek oranda doldurucu içeren akışkan kompozitlerin ek olarak geliştirilmiş matriks yapısına ve matriks ile doldurucu bağlantısına da sahip olmasının çalışmamızdaki sonuçlar üzerinde etkili olduğu düşünölmektedir. Bunun yanında, giomer ve cam iyonomer içerikli fissür örtücöler arasında aşınma hacmi açısından farklılık olmadığı izlenirken, rezin içerikli fissür örtücölerde giomer ve cam iyonomer içerikli fissür örtücölerden anlamlı ölçüde daha düşük aşınma hacmi göröldü. Cam iyonomerlerin düşük aşınma direncinin; ufak parçalar şeklindeki restorasyondan kopmalara, fissür örtücünün hızlı bir şekilde önce kalınlığını kaybetmesine ve daha sonra kırılarak restorasyon kaybı meydana gelmesine neden olduğu bildirilmiştir (183). Bu çalışmada test edilen giomer ve cam iyonomer içerikli fissür örtücölerin benzer şekilde cam iyonomer partiköllerden oluşmasının bu sonuçlar üzerinde etkili olduğu düşünölmektedir.

Nanofil ya da nanohibrit doldurucu içeren kompozit rezinlerin mikrohibrit doldurucu içeren rezinlere göre daha yüksek aşınma direncine sahip olduğu çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (187-189). Ancak çalışmamız kapsamında değerlendirilen materyaller arasında en düşük aşınma hacmi ve aşınma vertikal kaybı değerleri mikrohibrit dolduruculu akışkan kompozit MJF grubunda izlenirken Majesty Flow'un diğer akışkan kompozitler olan nano dolduruculu FUF ve nanohibrit dolduruculu GSF grupları arasında aşınma hacmi ve aşınma vertikal

kaybı açısından anlamlı farklılık olmadığı belirlendi. Sonuçlarımızla benzer şekilde, Palaniappan ve ark. (190) nanodolduruculu ve mikro dolduruculu kompozit rezinlerin aşınma oranlarını bilgisayar ortamında 3-boyutlu olarak değerlendirdikleri klinik çalışmalarında, 5 yıllık kontrolde, nanodolduruculu ve mikro-hibrit dolduruculu rezinlerin aşınma açısından anlamlı farklılık göstermediğini belirtmiştir.

Bunun yanında, Han ve ark. (188), güncel olarak kullanılan kompozit rezinlerin ve akışkan kompozitlerin aşınma özelliklerini değerlendirdikleri çalışmaları sonucunda, aşınma direncinin restorasyon materyalinin doldurucu ya da matriks tipinden daha çok materyale bağlı olduğunu belirtmiştir. Farklı doldurucu tiplerinin yanı sıra çalışmada kullanılan akışkan kompozitlerin doldurucu oranları açısından da farklılıklar mevcuttur. Htang ve ark. ağırlıkça %60'ın altında ve %80'in üzerindeki doldurucu oranlarının kompozit rezinlerin yorulma dayanımını belirgin şekilde düşürdüğünü belirtmiştir (191). Bunun yanında doldurucu oranı %80'i geçtiğinde yüzey pürüzlülüğünün ve sürtünme katsayısının artacağı, restorasyonda kütleli kopmalar meydana gelebileceği belirtilmektedir (192). Çalışmamızda kullanılan akışkan kompozitlerin birbirlerine oldukça yakın oranlarda (MJF, GSF ve FUF sırasıyla ağırlıkça %81 , %80,2 ve %78,5) doldurucu içermeleri ortaya çıkan aşınma farksızlığını destekler niteliktedir.

Günümüzde, farklı monomer yapıları çeşitli kombinasyonlarla rezin içerikli materyallerin organik matriksini oluşturmaktadır. Monomerin polimere dönüşüm derecesi ile rezin içerikli materyallerin fiziksel ve mekanik özellikleri arasında doğru orantı bulunduğu ve TEGDMA'nın Bis-GMA ve UDMA'ya göre daha yüksek dönüşüm derecesine sahip olduğu bildirilmiştir (193, 194). Bununla beraber, farklı monomer içeriklerinin restoratif materyallerde izlenen aşınmaya etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, TEGDMA monomeri oranındaki artışla aşınma direncinin de arttığı belirtilmiştir (195). Aynı çalışmada UDMA içeren kompozitlerde Bis-GMA içerenlere göre daha az aşınma meydana geldiği de bildirilmiştir (195). Çalışmamız kapsamında kullanılan akışkan kompozitlerden FUF adı geçen üç monomeri de içerirken GSF'de UDMA, MJF'de ise UDMA ve Bis-GMA yoktur. Monomer yapısındaki farklılıklara rağmen, aşınma açısından



akışkan kompozitler arasında farklılık görülmemiştir. Bu durumun her üç materyalin de TEGDMA içermesi ile benzer fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olmalarından kaynaklanabileceği düşünülmekle birlikte, bu konuda yapılacak daha ileri çalışmalara gerek duyulmaktadır.

Fissür örtücü olarak uygulanan akışkan kompozitlerin rezin içerikli fissür örtücülerden daha yüksek aşınma direncine sahip olduğu ve yapısında daha az pörözite bulundurduğu bildirilmiştir (91, 196). Elde ettiğimiz sonuçlar da bu bu çalışmalarla aynı paralellikte olup fissür örtücü olarak uygulanan akışkan kompozitlerin rezin içerikli fissür örtücülerden daha düşük oranda aşınma gösterdiğini bulgulamıştır.

Rezin içerikli fissür örtücü materyaller, doldurucu oranları, monomer tipleri ve flor salınımı gibi özellikler açısından çeşitlilik göstermektedir. Doldurucu içeren rezin yapısındaki fissür örtücülerin doldurucu içermeyen fissür örtücülere göre daha yüksek aşınma dayanımına sahip olduğu bildirilmiştir (12, 173). Ancak çalışmamız sonucunda GDS ile CPS arasında anlamlı fark izlenmezken, ağırlıkça %70 oranında doldurucu içeren GDS'in doldurucusuz CPS'tan daha fazla aşınmaya uğradığı görülmüştür. Buna ilaveten flor salınımı yapan materyallerin ortama verdikleri iyonlar sonucunda içsel karakteristiklerinin kaybolduğu ve materyalin fiziksel özelliklerinin değiştiği vurgulanmaktadır (33). Fissürit FX, ağırlıkça %55 oranında doldurucu içermekte ve flor salınımı yapabilmektedir. Buna rağmen, FFX'in doldurucusuz rezin içerikli CPS ve ağırlıkça %70 doldurucu içeren GDS'den daha fazla aşınma dayanımı gösterdiği belirlenmiştir. Rezin içerikli fissür örtücülerin aşınma dayanımında doldurucu içeriği oldukça önemlidir ancak bunun yanı sıra elastikiyet modülü ve sürtünme katsayısı gibi fiziksel özellikler ile monomer ve doldurucu tipi de materyalin aşınma dayanımı üzerinde etkilidir (184). Doldurucu oranları düşük olan ya da flor salınım materyallerin daha fazla aşınması beklenmekteyken elde edilen farklı sonuçların yukarıda belirtilen diğer fiziksel özelliklere bağlı olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Asit-baz reaksiyonu ile oluşan matriksin yapısal özelliklerinin ve karıştırma sırasında materyal içerisinde oluşan hava kabarcıklarının cam iyonomer içerikli materyallerin aşınmasında önemli etkenler olduğu belirtilmektedir (183). Bunun

yanında, cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin rezin içerikli fissür örtücülere göre daha kırılğan olduğu ve aşınma dayanımının daha düşük olduğu da çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (173, 197). Çalışmamızda hem görsel hem de kalitatif değerlendirme sonucunda test edilen materyaller arasında en yüksek aşınma değerleri cam iyonomer içerikli fissür örtücü grubunda izlendi. Görsel değerlendirmede ise yaşlandırma sonrasında cam iyonomer içerikli fissür örtücü grubundaki birçok örnekte parsiyel restorasyon kaybı meydana geldiği gözlemlendi.

Diğer taraftan, cam iyonomer içerikli fissür örtücülerde yüksek aşınma değerleri ve restorasyon kayıpları izlenmesine rağmen, bazı araştırmacılar uygulanan fissür örtücüler tamamen kaybedilse bile, cam iyonomer içerikli fissür örtücü uygulanan dişlerin salınan florun etkisi ile demineralizasyona karşı daha dayanıklı alanların oluştuğunu belirtmektedir (102). Ancak bu yapılacak daha başka çalışmaların konusunu oluşturmaktadır.

Görsel değerlendirme ve aşınma hacminin değerlendirilmesi sonucunda giomer içerikli fissür örtücü, akışkan kompozit ve diğer rezin içerikli fissür örtücülere göre daha yüksek aşınma değerleri göstermiştir. Giomer içerikli Beautisealant, aşınmaya karşı daha dirençli UDMA- TEGDMA monomerleri ve önceden reaksiyon girmiş cam iyonomer doldurucular içermektedir. Ancak cam iyonomer içerikli doldurucu tipi ve boyutlarındaki farklılıkların oluşan farklı aşınma oranlarında etkili olduğu düşünülmektedir.

İstatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmama ile birlikte, giomer içerikli fissür örtücü grubunda hacimsel olarak rezin içerikli fissür örtücülerden daha fazla aşınma izlenmesine rağmen dikey aşınma oranının rezin içerikli fissür örtücülerden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun çiğneme kuvvetlerinin etkisiyle oluşan bölgesel aşınmadan ziyade, fırçalama simülasyonu etkisiyle oluşan restorasyon yüzeyindeki genel aşınmanın bir sonucu olduğu düşünülmektedir.

### 4.3 Kenar Uyumu Değerlendirmesi

Fissür örtücülerin kenar uyumunun değerlendirildiği çalışmalarda, fissürleri tamamen örtüleyebilen ve kenar uyumunda bozulmaların olmadığı bir materyalin mevcut olmadığı gösterilmiş ve sıcaklıkla genleşme katsayısındaki farklılıkların kenar uyumundaki bozulmalar için temel sebep olduğu belirtilmiştir (198). Bununla birlikte kenar uyumunun, fissür örtücülerin klinik başarısının değerlendirilmesinde önemli bir faktör olduğu da bildirilmiştir (199). Kenar uyumundaki bozulmalar sonucunda, fissür örtücülerde retansiyon kaybına bağlı sekonder çürük görülebileceği bildirilmiş ve bu nedenle güçlü bir restorasyon-mine bağlantısı sağlanması önerilmiştir (200).

Klinik çalışmalarda, restorasyonların kenar uyumu değerlendirilmesi görsel veya sondla muayene sonrası skor verilerek ya da değerlendirme seanslarında alınan ölçülerden elde edilen replikaların TEM ile değerlendirilmesi ile yapılabilmektedir. *In vitro* çalışmalarda ise TEM ya da mikrotomografi analizleri ile restorasyonların kenar uyumları değerlendirilebilmektedir.

Restorasyonların kenar uyumlarının değerlendirilmesinde TEM görüntülerinin kullanılması, güvenilirliği ve doğruluğu kanıtlanmış bir yöntemdir (156, 176, 201). Taramalı elektron mikroskopu görüntülemesinde, örnekler üzerinde bir bozulma olmadan tüm restorasyon kenarları değerlendirilerek kantitatif veriler elde edilebilir (156, 202). Yeni geliştirilen TEM cihazları sayesinde vakumlama, kurutma ve yüzey kaplaması gibi işlemlere gerek kalmadan görüntüleme de yapılabilmektedir. Bununla birlikte, örneklerden ölçü alınarak epoksi replikaların hazırlanması ile başlangıç ve bitim kayıtları tutularak bunlar karşılaştırılabilmektedir. Replikalar kullanıldığında örnekler zarar görmediğinden gerektiğinde görüntüleme işlemi tekrarlanabilmektedir (203). Diğer taraftan, TEM incelemelerinde diğer test yöntemlerine göre oldukça fazla teknik ekipman ve uğraş gerekmektedir (201). Ancak TEM görüntüleri üzerinden yapılan analizlerin örneklerin sondla ve gözle yapılan değerlendirme ile desteklenmesinin klinik olarak daha anlamlı sonuçlar vereceği belirtilmektedir (204). Bu nedenle çalışmamızda fissür örtücülerin kenar uyumları hem epoksi replikalar üzerinden TEM görüntüleri alınarak hem de çıplak göz ve sond yardımı ile değerlendirilerek yapılmıştır.

Taramalı elektoron mikroskobu görüntüleri ile restorasyonların kenar uyumunun değerlendirildiği çalışmalarda ya kenar uyumunda meydana gelen bozulmanın genişliğinin (205, 206) ya da kenar boyunca meydana gelen bozulmanın uzunluğunun değerlendirildiği görülmektedir (148, 156, 175, 176, 201, 202, 207, 208). Bunun yanında, kenar uyumunda bozulma oluşan bölgelerin bir geçiş alanı oluşturması nedeniyle, kenar uyumu bozulan bölgelerin genişliğinden ziyade varlığının ya da yokluğunun daha önemli olduğu bildirilmiştir (156). Bu nedenle, çalışmamızda TEM görüntüleri üzerinden restorasyon kenar uzunluğu, devamlı ya da bozulmuş kenar uzunluğu olarak ölçülmüş ve yüzdesel olarak oranlanmıştır.

Rezin içerikli materyallerin kenar uyumunu etkileyen faktörlerin başında polimerizasyon büzülmesi nedeniyle oluşan streslerin ve materyallerin elastisite modüllerinin geldiği belirtilmektedir (156, 206, 209). İnvaziv tekniklerle fissürlerin genişletilmesi sonucunda örtülemeye kullanılan materyal hacminin artacağı ve daha yüksek oranda polimerizasyon büzülmesi görüleceği bildirilmiştir (13). Bunun sonucunda ise kenar uyumunda bozulmaların görülebileceği belirtilmiştir (177). Buna rağmen, yaşlandırma öncesi invaziv ve non-invaziv uygulama yöntemleri arasında kenar uyumu açısından anlamlı farklılık olmadığı görüldü.

Çalışmamız kapsamında kullanılan tüm materyallerde termal döngülü çigneme ve fırçalama simülasyonu ile yaşlandırma sonrası devamlı kenar uyumunda azalma olduğu izlendi. Non-invaziv grupta, invaziv gruba göre yaşlandırma sonrası daha yüksek oranda restorasyon kenarında aralanma olduğu belirlendi. Sonuçlarımızla benzer şekilde, yapılan çalışmalarda frezle yapılan genişletmelerle fissürlerdeki organik artıkların uzaklaştırıldığı ve prizmasız mine tabakasının ortadan kaldırıldığı bu sayede ise mekanik ve termal streslere karşı daha dayanıklı bir restorasyon-diş arayüzü oluşturulabileceği bildirilmiştir (53, 54). Xalabarde ve ark. (210) da enameloplasti uygulanan ve frezle işlem yapılmadan uygulanan fissür örtücülerin termal döngü ile yaşlandırma sonrası kenar uyumunu değerlendirdikleri çalışma sonucunda, enameloplasti uygulamasının kenar uyumunu arttırdığını belirtmişlerdir. Non-invaziv teknikle uygulanan fissür örtücülerde materyal kalınlığı kavite yüzey açısının genişliğine bağlı olarak giderek azalmakta ve bunun sonucunda oklüzal kuvvetlerle kenar kırıklarının daha kolay

geliştiği ve kenar uyumunun daha kolay bozulduğu düşünölmektedir (125, 178, 211). Literatürde benzer çalışmaların azlığı dikkat çekerken, fissür örtücüler konusunda yapılan çalışmaların birçoğunda kenar uyumundaki bozulmaların değerlendirilmesi amacıyla boya penetrasyonu ile mikrosızıntı testi uygulandığı göze çarpmaktadır.

Bununla birlikte, çalışmamızda örneklerin kalitatif görsel değerlendirilmesi sonucunda ise uygulama yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı göröldü. Taramalı elektron mikroskobu görüntüleri üzerinden yapılan kantitatif değerlendirmede yüksek büyötmeler altında detaylı bir kenar uyumu analizi yapılabilmektedir. Bu sayede görsel değerlendirme ve sondla incelemede fark edilemeyen kenar uyumu problemleri, TEM analizi ile belirlenebilmektedir. Görsel ve TEM ile yapılan değerlendirmeler sonucunda ortaya çıkan farklılık, değerlendirme yöntemleri arasındaki hassasiyet farklılığı nedeniyle ortaya çıkmaktadır.

Hem TEM görüntüleri ile yapılan analiz hem de görsel değerlendirme sonucunda, yaşlandırma sonrasında akışkan kompozitlerin en iyi kenar uyumuna sahip materyaller olduğu göröldü. Akışkan kompozitlerin TEM incelemesinde her iki uygulama yönteminde de rezin, giomer ve cam iyonomer içerikli fissür örtücü materyallerinden anlamlı ölçüde daha yüksek kenar uyumu gösterdiği izlendi. Akışkan kompozitlerin düşük elastikiyet modölüne ve diş dokularına benzer termal genişleme katsayısına sahip olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (212, 213). Akışkan kompozitler oklüzal stresler karşısında elastik özellik gösterebilmekte, sıcaklık değişimlerine diş dokularına benzer oranlarda genişleme ve büzölme göstererek cevap vermekte ve bu sayede yüksek oranda devamlı kenar uyumu gösterebilmektedir. Bunun yanında, cam iyonomer ve rezin içerikli fissür örtücüler akışkan kompozitlere göre daha fazla aşınmaya maruz kalmakta ve bu nedenle restorasyon kenarlarında meydana gelen submarjinyasyon kenar uyumunda bozulma olarak değerlendirilmektedir.

Çalışmamız sonucunda, non-invaziv teknikle uygulanan doldurucu içermeyen fissür örtücü grubu CPS'nin yaşlandırma öncesi ve sonrası yüksek dolduruculu fissür örtücü grubu GDS'den anlamlı ölçüde daha yüksek kenar uyumu gösterdiği belirlenirken, söz konusu materyallerin invaziv grupları arasında farklılık

izlenmedi. Sonuçlarımızla paralel şekilde Tapia ve ark. (125) çalışmalarında non-invaziv teknikle uygulanmış, doldurucu içermeyen bir fissür örtücü materyalinin yaşlandırma öncesi ve sonrası yüksek doldurucu içeren örtücü materyalinden daha iyi kenar uyumu gösterdiğini bildirmiştir. Doldurucusuz Clinpro Sealant materyalinin rengi ışıkla polimerizasyon sonucunda pembeden opak beyaza dönmektedir. Başlangıçtaki pembe renk özellikle mine düzenlemesi yapılmamış dar bir girişe sahip fissürlere materyalin fissür sınırlarından taşıp tüberküllere yayılmayacak bir şekilde doğru ve yeterli miktarda uygulanabilmesinde uygulayıcıya yardımcı olmaktadır. Non-invaziv doldurucusuz fissür örtücü grubunda yüksek kenar uyumunun materyalin doldurucu içermemesi nedeniyle iyi derecedeki akıcılığı ve renk değişimi sayesinde kontrol edilebilme özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Doldurucu içeriği düşük olan rezin içerikli materyallerde polimerizasyon büzülmesinin daha yüksek olduğu (214) ve kenar uyumunun da bu yüksek büzülme streslerinden etkilenebileceği de belirtilmektedir (215). Ancak başlangıç ve yaşlandırma sonrası kenar uyumu analizi sonuçları incelendiğinde, CPS'nin kullanılan diğer rezin içerikli fissür örtücülerle benzer oranlarda kenar uyumu gösterdiği görülmektedir. Diğer taraftan, rezin içerikli materyallerde doldurucu oranlarındaki artış ile elastikiyet modülünün (216) (147, 217) ve sonuçta polimerizasyon büzülmesi streslerinin arttığı da belirtilmiştir (158, 215, 218-220). Clinpro Sealant'ta diğer rezin içerikli materyallerle benzer kenar uyumu değerleri izlenmesinde bu materyalin düşük elastikiyet modülüne sahip olmasının etkili olabileceğini düşünülmektedir.

Hem görsel değerlendirme hem de SEM görüntüleri ile yapılan analiz sonucunda yaşlandırma öncesi ve sonrası en düşük devamlı kenar yüzdesi non-invaziv cam iyonomer (FJT) grubunda gözlemlendi. Vineet ve ark. (221) invaziv ve non-invaziv tekniklerle uyguladıkları rezin ve cam iyonomer içerikli materyallerin termal döngü ile yaşlandırma sonrası kenar uyumunu değerlendirdikleri çalışmalarında, sonuçlarımızla paralel şekilde her iki uygulama tekniğinde de rezin içerikli fissür örtücülerde FJT grubundan daha yüksek oranda devamlı kenar uyumu görüldüğünü belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Gunjal ve ark. da (222) rezin içerikli Clinpro Sealant ve Fuji Triage fissür örtücü materyallerin termal döngü ile

yaşlandırma sonrasında kenar uyumunu karşılaştırdıkları çalışma sonucunda CPS'de FJT'e göre anlamlı ölçüde daha yüksek kenar uyumu görüldüğünü belirtmişlerdir.

Çalışmamız sonucunda yaşlandırma sonrası invaziv FJT grubunda non-invaziv FJT grubuna göre anlamlı ölçüde daha yüksek kenar uyumu izlenirken, diğer materyallerde gruplar arasında uygulama tekniğine bağlı farklılık olmadığı görüldü. Gunjal ve ark. (222) non-invaziv ve invaziv uygulama tekniklerinin fissür örtücü materyallerin kenar uyumu üzerinde etkisi olmadığını belirtirken, Vineet ve ark. (221) fissür örtücülerin invaziv teknikle uygulanmasının kenar uyumunu arttırdığını bildirmişlerdir. Bu çalışmalarda aynı yaşlandırma ve değerlendirme yöntemleri kullanılmasına karşın çalışma sonuçlarındaki farklılıkların değerlendirilen fissür örtücü materyallerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Gunjal ve ark. (222) çalışmamızda olduğu gibi cam iyonmer içerikli fissür örtücü materyali olarak aynı materyali kullanmasına rağmen sonuçlarımızın aksine yaşlandırma sonrası kenar uyumunda uygulanan preparasyon tekniğinin bir farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada yaşlandırma amacıyla 250 kez termal döngü uygulanmış ve örnekler 15 gün süre ile yapay tükürük solüsyonunda bekletilmiştir. Sonuçlarımız ile bu çalışma sonuçları arasındaki farklılıkların uygulanan yaşlandırma yöntemindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### **4.4 Mikrosızıntı Değerlendirmesi**

Kenar uyumunun TEM ile değerlendirilmesinde tüm kenar uzunluğunda meydana gelen bozulmalar değerlendirilebilmesine rağmen, belirlenen bozulmaların derinliği ve bozulma izlenmeyen kenarlarda bağlanmanın niceliği hakkında bilgi elde edilememektedir. Bu nedenle, in vitro çalışmalarda TEM değerlendirmeleri mikrosızıntı değerlendirme ile tamamlanmaktadır (148, 201, 206). Mikrosızıntı testi kesin sonuçlar veren direkt bir değerlendirme yöntemi değildir, ancak kenar uyumundaki bozulmalar için bir belirteçtir (53).

Restorasyon materyallerinin mikrosızıntı değerlendirilmesinde birçok farklı teknik kullanılmaktadır. Bu sebeple de farklı çalışmalardan elde edilen sonuçların

direkt olarak karşılaştırılabilmesi mümkün olmamaktadır (148). Boya penetrasyonu testi, kolay uygulanabilirliği ve güvenilir sonuçlar vermesi nedeniyle mikrosızıntı değerlendirmesinde en sık kullanılan yöntemdir (148, 206, 223). Literatürde, boya penetrasyonu testi amacıyla en çok kullanılan boyanın %0,5 veya %0,2'lik bazik fuksin olduğu belirtilmiştir (148, 201). Çeşitli çalışmalarda boya içerisinde bekletme süresinin 10 sn ile 180 gün arasında değişiklik gösterdiği görülmektedir (201). Literatürdeki değerli çalışmalarda ise en sık 24 saatlik bekletme süresinin kullanıldığı belirlenmiştir (148) ve ISO standartlarında da 24 saatlik bekletme süresi önerilmektedir (224). Bu bilgiler doğrultusunda, çalışmamızda örneklerin %0,2'lik bazik fuksin içinde 37°C'de 24 saat bekletilmesi ile mikrosızıntı testi yapılmıştır.

Boya penetrasyonu ile yapılan mikrosızıntı değerlendirmelerinde tüm restorasyon kenarı boyunca sızıntının aynı derecede olmadığı görülmektedir. Bu nedenle çalışmamızda örneklerden üçer kesit alınarak oluşan dört yüzeyin skorlanması ile stereomikroskop altında yapıldı. Penetrasyon derinliği değerlendirmesi de örneklerden alınan kesitlerin stereomikroskop altında incelenmesi ve daha önce belirtilen şekilde skorlanması ile tamamlandı. Theodoridou-Pahini ve ark. (225) tüm restorasyon materyallerinde değişen oranlarda mikrosızıntı izlenebileceğini belirtmişlerdir. Çalışmamız sonucunda, non-invaziv ve invaziv uygulama tekniği ile farklı içeriklerdeki sekiz fissür örtücü materyalden oluşan gruplarda değişen oranlarda mikrosızıntı görüldü.

Literatürde fissür örtücülerin invaziv ve non-invaziv tekniklerle uygulanmasının mikrosızıntıya etkisinin değerlendirildiği çalışmalarda farklı sonuçların ortaya konulduğu görülmektedir. Bazı çalışmalarda, sonuçlarımızla benzer şekilde, non-invaziv veya invaziv tekniklerle fissür örtücü uygulamasının mikrosızıntı üzerinde etkisinin olmadığı belirtilmektedir (53, 177, 226). Ancak bazı çalışmalarda ise invaziv teknikle fissür örtücü uygulamasının mikrosızıntıyı azalttığı belirtilirken (227-230), Baygın O ve ark. (178) invaziv teknikle mine düzeltmesi yapılan grupta non-invaziv teknikle fissür örtücü uygulanan gruba göre anlamlı ölçüde daha yüksek mikrosızıntı görüldüğünü bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmalarda çalışmamızdan farklı bir yaşlandırma prosedürü uygulanmasının ve



bazılarında ise invaziv gruptaki örneklere asit uygulanmamasının sonuçlardaki farklılıklar üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

İçeriklerine göre fissür örtücü materyal grupları değerlendirildiğinde, non-invaziv ve invaziv grupların her ikisinde de en düşük mikrosızıntı değerleri akışkan kompozit gruplarında görülürken sırasıyla rezin, giomer ve cam iyonmer içerikli fissür örtücü gruplarında artan şekilde daha yüksek mikrosızıntı görüldü.

Fissür örtücülerin adezivle uygulanmasının uygulama süresini ve maliyeti arttırmasına rağmen, rezin diş bağlantısını kuvvetlendireceği bildirilmiştir (231). Bu çalışmada rezin, giomer ve cam iyonmer içerikli materyallerin dişlere uygulanması sırasında bağlayıcı ajan kullanılmazken akışkan kompozit gruplarında ise örneklere üretici önerileri doğrultusunda adeziv uygulaması yapıldı. Botsalı ve ark. (211) yaptığı araştırmaya göre, fissür örtücü uygulaması öncesinde adeziv uygulanmasının mikrosızıntıyı azaltmaktadır. Bu nedenle, akışkan kompozit gruplarında görülen daha düşük mikrosızıntı değerlerinin büyük ölçüde adeziv uygulamasına bağlı olarak ortaya çıktığını düşünülmektedir.

Prabhakar ve ark. (232) rezin modifiye cam iyonmer, kompomer ve akışkan kompozitleri karşılaştırdıkları çalışmada, sonuçlarımızla benzer şekilde en düşük mikrosızıntının akışkan kompozitlerde görüldüğünü belirlemişlerdir. Diğer taraftan, akışkan kompozit, kompomer, rezin modifiye cam iyonmer ve rezin içerikli fissür örtücü materyallerinin termal döngü ile yaşlandırma sonrasında (500 defa) mikrosızıntılarının karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise değerlendirilen materyaller arasında farklılık bulunmamıştır (179). Ancak söz konusu çalışmada ortaya çıkan anlamsız farklılığın kullanılan yetersiz yaşlandırma yöntemi ve materyal farkından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Materyallerin akışkanlık özellikleri penetrasyon kabiliyetlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Buna ilaveten fissür morfolojisinin karmaşıklığı materyalin fissürün en derin noktalarına penetre olmasını etkilemekte ve mikrosızıntısını arttırmaktadır. Cam iyonmer içerikli materyaller rezinlerle kıyaslandığında daha vizköz bir yapıya sahiptir. Bu da cam iyonmer içerikli fissür örtücü materyallerde daha yüksek oranda mikrosızıntı görülmesine neden olmaktadır. Herle ve ark. (233) invaziv ve non-invaziv teknikle uygulanan rezin ve cam iyonmer içerikli fissür örtücü materyallerini değerlendirdikleri çalışmada, her iki uygulama tekniğinde de

cam iyonomer gruplarında anlamlı şekilde daha yüksek mikrosızıntı görüldüğünü belirtmişlerdir. Rezin (Grandio Seal) ve cam iyonomer (Fuji Triage) içerikli fissür örtücülerin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise en yüksek mikrosızıntı değerlerinin yine cam iyonomer grubunda görüldüğü ifade edilmiştir (234). Çalışma sonucundaki mevcut bulgularımızda bu çalışmaları destekler niteliktedir. Ancak bazı çalışmalarda cam iyonomer içerikli fissür örtücü materyallerin rezin içerikliye göre anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı görüldüğü belirtilmektedir (235, 236). Önce de ifade edildiği gibi çalışma sonuçlarındaki mevcut çelişkiler önemli ölçüde gereç ve yöntem farklılıkların kaynaklanmaktadır.

Cam iyonomer simanların viskozite kaynaklı düşük penetrasyon kabiliyetleri aynı zamanda artan sızıntıya bağlı retansiyon problemleri oluşturmaktadır. Yüksek orandaki retansiyon kaybı oranlarına rağmen cam iyonomer içerikli fissür örtücüler flor salınımı avantajları nedeniyle tercih edilmektedir. Üstelik cam iyonomer fissür örtücü kısa dönemde düşse bile örtücü altında kalan mine yüzeyi çürüğe karşı daha dirençli hale gelmektedir. Son yıllarda piyasaya sürülen giomer içerikli fissür örtücü BeautiSealant'ın, aynen cam iyonomerler gibi flor salınımı ve reşarjı yaparken, rezin içerikli fissür örtücüler gibi yüksek retansiyon oranlarının olduğu iddia edilmektedir.

Shin ve ark. (237) *in vitro* olarak rezin içerikli (Concise) ve giomer içerikli (Beautisealant) fissür örtücülerin mikrosızıntı oranlarını karşılaştırdıkları çalışmada iki materyal arasında anlamlı farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmayla paralel olarak, sonuçlarımızda non-invaziv ve invaziv tekniklerle uygulanan BST ve rezin grupları arasında farklılık görülmemiştir.

Beauti Sealant ile FJT karşılaştırıldığında; her iki uygulama yönteminde de giomer içerikli fissür örtücünün daha iyi mikrosızıntı değerleri göstermesine rağmen FJT ile arasında anlamlı farklılık olmadığı gözlemlendi. Beauti Sealant grubundaki örneklerde fosforik asitle pürüzlendirme yapılmamış, üretici önerileri doğrultusunda 5 sn süre ile kendinden asitli primer uygulanmış ve hafif hava ile kurutulmuştur. Bu grupta izlenen yüksek mikrosızıntı değerlerinin, kendinden asitli primerin mine yüzeyinde yeterli pürüzlendirme sağlayamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.5 Penetrasyon Derinliği Değerlendirmesi

Fissür örtücülerle diş dokusu arasında iyi bir adezyon sağlanmasında, materyalin fissür derinliklerine penetrasyonunun önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir (238).

Çalışmamızın penetrasyon derinliği değerlendirmesi sonucunda, invaziv teknikle uygulanan fissür örtücülerin non-invaziv teknikle uygulananlara göre fissür derinliklerine anlamlı ölçüde daha iyi penetre olduğu belirlenmiştir. Çünkü invaziv teknikte frez yardımı ile daralan fissür girişlerinde genişletme yapılması fissür örtücü materyallerin fissür tabanına daha rahat akabilmesini sağlamaktadır. Benzer şekilde, birçok çalışmada frezlerle yapılan mine seviyesindeki düzeltmelerin, fissür örtücü materyallerin penetrasyon kabiliyetini arttırdığı belirtilmiştir (53, 171, 227).

Buna rağmen invaziv teknikle fissürlerin genişletilmesinin fissür örtücü materyallerin penetrasyon kabiliyetini etkilemediğini gösteren çalışmalar da mevcuttur (177, 235, 239). Bu çalışmalarda kullanılan fissür örtücü materyaller, dişler veya fissür tipleri açısından farklılıkların, sonuçlar arasındaki uyumsuzluğun temel nedeni olduğu düşünölmektedir.

Non-invaziv teknikle uygulanan materyal grupları değerlendirildiğinde; akışkan kompozit grubu ile rezin ve giomer içerikli fissür örtücülerin penetrasyon derinliği açısından farklılık görölmezken, cam iyonomer içerikli fissür örtücü grubunun akışkan kompozitlere göre anlamlı ölçüde daha düşük penetrasyon derinliği gösterdiği gözlenmiştir. Dukic ve ark. (240) ile Aguilar ve ark. (241) da bulgularımızı destekler nitelikte non-invaziv teknikle fissürlere uygulanan akışkan kompozit ve rezin içerikli fissür örtücülerin penetrasyonu açısından farklılık olmadığını belirtmişlerdir.

Fissür örtücü materyaller invaziv yöntemle uygulandıklarında ise tüm materyallerin penetrasyon kabiliyetinin arttırdığı belirlendi. Ancak, bu sadece rezin içerikli fissür örtücü için anlamlıydı ve diğer materyaller invaziv veya non invaziv olarak uygulandıklarında arasında anlamlı farklılık bulunmadı. Herle ve ark. (233) da non-invaziv ve invaziv tekniklerle uyguladıkları rezin içerikli ve cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin penetrasyon derinliğini değerlendirdikleri çalışmalarında

invaziv teknikle yapılan fissür örtücü uygulamanın penetrasyon derinliğini arttırdığını belirtmişlerdir.

İnvaziv teknikle uygulanan materyal grupları arasında en yüksek penetrasyon derinliği ise giomer içerikli fissür örtücü (BST) grubunda izlenirken, diğer materyal grupları ile bu grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu. Literatürde bu bulguyu karşılaştırabileceğimiz herhangi bir çalışma olmamakla birlikte, BST grubundaki örneklerin asit uygulamaksızın üretici önerilerine göre sadece 5sn asidik primer ile uygulanmış olması ve tüm örneklerde tam penetrasyon göstermesi dikkat çekici bir bulgudur. Halbuki rezin içeren materyallerin fissür derinliklerine penetrasyonunun arttırılmasında asit uygulamasının önemli bir faktör olduğu belirtilmektedir (238). Beauti Sealant'ın yüksek derecede akışkanlığa sahip olması ve hava kabarcığı oluşturmama özelliğinin bu sonuçlar üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Yüksek doldurucu içeriğine sahip ve doldurucu içermeyen rezin içerikli fissür örtücülerin penetresyon derecelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, doldurucu içeriğindeki artışın materyalin penetrasyon kabiliyetini olumsuz etkilediği rapor edilmiştir (242). Ayrıca, doldurucu içermeyen rezin içerikli fissür örtücülerin akıcılık ve penetrasyon kabiliyetinin daha yüksek olduğu da bildirilmiştir (33, 243, 244). Resin içerikli fissür örtücü materyallerin içine silika veya inorganik cam partikülleri gibi doldurucular materyale daha fazla rijidite sağlamak veya aşınma direncini artırmak amacıyla değişik oran ve boyutlarda eklenmektedir. Bu materyalin yapısını doldurucusuz rezinden doldurucu içerikli rezine dönüştürmektedir. Dolduruculu resin haline dönüşen yapı esasında akışkan kompozitlerden çok farklı değildir. Resin içerikli örtücülerin fissürün derin noktalarına kadar penetre olabilmeleri için daha az viskozitesiye sahip olmaları gerekir. Çalışmamıza doldurucu farklılıkları göz önüne alınarak, doldurucusuz, dolduruculu ve yüksek dolduruculu olmak üzere üç adet resin içerikli fissür örtücü dahil edilmiştir. Çalışmamızda literatürle benzer şekilde, non-invaziv teknikle uygulanan doldurucusuz resin fissür örtücünün (Clinpro Sealant) yüksek dolduruculu resin fissür örtücünden (Grandio Seal)'den anlamlı ölçüde daha yüksek penetrasyon sergilediği görüldü. Aynı materyaller invaziv teknikle uygulandığında ise doldurucusuz resin içerikli fissür örtücü, diğer resin içerikli fissür örtücülerden

daha yüksek penetrasyon derinliği gösterse de materyaller arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.

Akışkan kompozitlerin düşük elastisite modülü, yüksek fleksibilite ve diş dokularına uzun süreli bağlantı kurabilme gibi özellikleri sayesinde fissür örtücü olarak kullanımı kabul görmüştür (232). Bu çalışmada, akışkan kompozitlerin, rezin içerikli fissür örtücülerden yüksek oranda doldurucu içermelerine ve daha yüksek viskozite göstermelerine rağmen, fissür derinliklerine daha iyi penetre olabildikleri belirlendi. Ancak bu sonuçlar üzerinde akışkan kompozitlerin uygulamasından önce daha akıcı özellikteki bağlayıcı ajanın fırça aplikatör ile ajite edilerek uygulanmasının pozitif etkisi olduğu düşünülmektedir. Alınan kesitlerde akışkan kompozitlerden önce uygulanmış bağlayıcı ajanın tam olarak penetre olduğu, ancak fissürlerin daralan yerlerinde homojen kalınlıkta olmadığı göze çarpmaktadır.

Singh ve Pandey (245) insan premolar dişlerinde non-invaziv teknikle fissür örtücü olarak uygulanan nano dolduruculu akışkan kompozitlerin rezin içerikli fissür örtücü ve geleneksel akışkan kompozitlerin mikrosızıntı oranlarını değerlendirdikleri çalışmaları sonucunda; nano dolduruculu akışkan kompozit, rezin içerikli ve geleneksel akışkan kompozitlerden anlamlı ölçüde daha yüksek penetrasyon derinliğine sahip olduğunu belirtmiştir. Ancak sonuçlarımız nano dolduruculu akışkan kompozitler ile mikrohibrit akışkan kompozit ve rezin içerikli fissür örtücü grupları arasında penetrasyon derinliği açısından anlamlı farklılık olmadığını göstermektedir.

Çalışmadaki en düşük penetrasyon derinliği değerleri ister non-invaziv isterse invaziv tekniklerle uygulanan FJT gruplarında izlendi. Veiga ve ark. (173) da bulgularımızı destekler nitelikte, cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin vizköz yapıda olduğunu ve bu durumun materyalin penetrasyonunu zorlaştırdığını belirtmişlerdir. Ancak bulgularımızın aksine, FJT ile rezin içerikli fissür örtücü arasında anlamlı farklılık olmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur (235).

#### **4.6 Kırıklar ve Retansiyon Değerlendirmesi**

Fissür örtücülerin çürüğe karşı koruyucu etkisi, örtücünün bütünlüğü bozulmamış halde diş dokularına bağlı kaldığı sürece devam etmektedir (183, 238).

Fissür örtücülerin temel koruma mekanizmasının fissürler içerisinde fiziksel bir bariyer oluşturması olduğu düşünülerek, retansiyonun fissür örtücüler açısından önemli olduğu bildirilmiştir (139, 246). Ayrıca fissür örtücülerin retansiyonunun fissür morfolojisine, yeterli izolasyon sağlanabilirliğine, uygulama tekniğine ve kullanılan örtücü materyalin özelliklerine bağlı olduğu belirtilmiştir (108, 247)

Literatürde fissür örtücülerin retansiyonunu değerlendiren çalışmalar genellikle *in vivo* çalışmalar olup (196, 246) konu hakkında yapılmış *in vitro* çalışma yok denecek azdır. Bunun nedeni genellikle fissür örtücü çalışmalarında yaşlandırma yöntemi olarak termal döngü kullanılmasıdır. Oluşturulan sıcaklık değişimlerinin mikrosızıntının değerlendirildiği çalışmalarda gösterildiği gibi (125, 248), restorasyon diş bağlantısına etkisi olmakta ancak bu etki fissür örtücünün retansiyonunu belki hiç etkilememekte belki de rapor edilecek kadar önemsenmemektedir. Ancak çalışmamızda örnekler toplam ikişer yıllık döngüsel termo-mekanik ve fırçalama simülasyonuna tabi tutulmuştur. Bu sayede örnekler tıpkı ağız ortamında olduğu gibi sıcaklık değişimlere ilaveten oklüzal streslere ve aşınmaya maruz bırakılmıştır. Bu durum klinik durumu tam olarak yansıtmamakla birlikte, klinik durumu olabildiğince taklit etmektedir. Ayrıca *in vivo* çalışmalarda karşılaşılan hasta kaynaklı standardizasyon güçlükleri, hasta kayıpları, zaman kaybı ve değerlendirilecek materyallerin sınırlı olması gibi dezavantajlar yoktur. Sonuç olarak fissür örtücülerin kırık ve retansiyon değerlendirmeleri benzer bir çalışma olmamasından dolayı veriler *in vivo* eşdeğerleri ile karşılaştırılmıştır. Ancak çalışma sonunda sadece iki örnekte parsiyel retansiyon kaybı gözlenirken, örneklerin daha uzun süreli yorma işlemine tabi tutulduğu ileriki çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Fissürlere invaziv tekniklerle yapılan uygulamanın örtücü retansiyonunu arttırdığı (227-229, 249) çeşitli çalışmalarda belirtilmiş olmasına rağmen, çalışmamızda invaziv ve non-invaziv uygulama yöntemleri arasında farklılık bulunmadığı gözlemlendi. Fissürlerdeki organik artıkların varlığı fissür örtücülerin retansiyonunu önemli ölçüde etkilemektedir. Bu çalışmada fissürlerin temizlenmesi amacıyla yapılan air flow uygulamasının özellikle non-invaziv grupta fissür örtücüsüne yüzeyi bağlantısını olumlu etkilediği düşünülmektedir. Dahası çalışma

laboratuvar koşullarında gerçekleştiği için fissür örtücülerin retansiyonunu önemli ölçüde etkileyen olası kontaminasyon problemi (250) elimine edilmiştir. Bu faktörün yokluğunun da sonuçlar üzerinde pozitif etkisi olduğu düşünülebilir.

Çalışmamız sonucunda non-invaziv uygulama grubunda akışkan kompozit, rezin ve giomer içerikli fissür örtücü materyalleri arasında anlamlı farklılık izlenmezken, cam iyonomer içerikli fissür örtücü grubunda diğer tüm gruplardan anlamlı ölçüde daha fazla restorasyon kırığı ve retansiyon kaybı olduğu gözlemlendi. Sonuçlarımızla benzer şekilde Kumaran (251), 3 farklı rezin içerikli ve cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin 1 yıllık klinik özelliklerini değerlendirdiği çalışmada, rezin içerikli fissür örtücülerin cam iyonomer içerikli olana göre, anlamlı ölçüde daha yüksek retansiyon gösterdiğini belirtmiştir. Bununla birlikte, Erdemir ve ark. (196), akışkan kompozit ve rezin içerikli fissür örtücü materyallerin 2 yıl sonundaki retansiyon oranlarını karşılaştırdıkları çalışmada, akışkan kompozitlerin rezin içerikli fissür örtücülerden daha yüksek retansiyon oranı göstermesine rağmen farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir.

Fissür örtücü öncesinde adeziv uygulanmasının materyallerin dış dokularına bağlantısını arttırdığı yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (173, 252). Ancak çalışmamızda adezivle uygulanan akışkan kompozitler ile adezivsiz uygulanan rezin içerikli fissür örtücü grupları arasında iki yıllık yaşlandırma simülasyonu sonrasında kırıklar ve retansiyon kaybı açısından anlamlı farklılık olmadığı gözlemlendi

Erdemir ve ark. (196) yaptıkları klinik çalışmanın iki yıllık değerlendirmesi sonucunda, sonuçlarımızla benzer şekilde, rezin içerikli fissür örtücü ve akışkan kompozitler arasında retansiyon açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmediğini belirtmişlerdir. Diğer taraftan, Oba ve ark. (253) ise iki yıllık klinik takip sonucunda akışkan kompozitlerin rezin içerikli fissür örtücülerden daha düşük retansiyon oranları sergilediğini bildirmiştir. Üretici önerileri doğrultusunda akışkan kompozitler dış yüzeylerine adeziv ile uygulanmaktayken fissür örtücülerin asitle pürüzlendirme sonrası direkt uygulama endikasyonu mevcuttur. Erdemir ve ark. (196) çalışmalarında akışkan kompozitleri adeziv ile birlikte uygunmuş

olmasına rağmen Oba ve ark. (253)'nın çalışmasında akışkan kompozitlerin adezivsiz uygulanmasının belirttikleri sonuçlar üzerinde etkisi olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamız sonucunda non-invaziv grupta cam iyonomer içerikli fissür örtücü materyalinde diğer materyallerden anlamlı ölçüde yüksek restorasyon kırığı ve retansiyon kaybı izlenirken invaziv grupta materyaller arasında farklılık olmadığı görüldü. Sonuçlarımızla benzer şekilde Kumaran ve ark. (251) bir yıllık klinik takip sonucunda non-invaziv teknikle uygulanan cam iyonomer içerikli fissür örtücü materyalinde rezin içerikli örtücülerden anlamlı derecede daha yüksek retansiyon kaybı izlendiğini bildirmiştir. Cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin aşınmaya karşı dirençsiz olduğu, mekanik kuvvet uygulanması sonucunda materyalin parçalar halinde dağıldığı ve restorasyon bütünlüğünde bozulmalar olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir (173, 197). Ancak cam iyonomer fissür örtücü düşse bile flor salınımı sayesinde diş dokularını demineralizasyona karşı güçlendirmesinden dolayı özellikle yüksek çürük riskli bireylerde kullanımını hala önerilmektedir (254, 255).

Yapılan literatür taramasında giomer içerikli fissür örtücünün kırıklar ve retansiyon açısından değerlendirildiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Hem invaziv hem de non-invaziv teknikle uygulanan giomer içerikli fissür örtücü gruplarında tüm örneklerin mükemmel/çok iyi skoru (skor 1) skoru alması cam iyonomer fissür örtücüye göre iyi alternatif olduğunu göstermektedir.

Doldurucu içermeyen fissür örtücü materyallerinin fissür derinliklerine daha iyi penetre olabileceği ve bu sayede daha yüksek retansiyon göstereceği bildirilmiştir (244). Ancak sonuçlarımız, kırıklar ve retansiyon açısından doldurucusuz ile dolduruculu rezin içerikli fissür örtücü grupları arasında farklılık olmadığını göstermektedir. Çalışmadaki dişlere fissür örtücü uygulamasının ağız dışında nem kontaminasyonu riski olmadan tamamlandığı ve asitleme işlemi ile örtücü materyal uygulanması esnasında örneklere ultrasonik titreşim verildiği dikkate alınır, tüm materyallerin fissürlere tamamen penetre olması desteklenmiş ve retansiyonları artırılmış olabilir. Bu nedenle klinik koşullarında materyaller arasındaki farklılığın daha belirgin şekilde ortaya çıkabileceği düşünülmektedir.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Non-invaziv ve invaziv yöntemle uygulanan, farklı içeriklere sahip sekiz pit ve fissür örtücü materyalinin, döngüsel olarak iki yıllık termal döngülü çiğneme ve fırçalama simülasyonu ile yaşlandırma sonrasında kenar uyumu, aşınma, mikrosızıntı ve penetrasyon derinliği açısından değerlendirildiği bu araştırmada şu sonuçlar elde edilmiştir:

Non-invaziv ve invaziv uygulama yöntemleri arasında aşınma, mikrosızıntı ve görsel değerlendirme sonucunda istatistiksel olarak anlamlı farklılık izlenmedi. İnvaziv teknikle fissür örtücü uygulamada non-invaziv uygulama yöntemine göre anlamlı ölçüde daha iyi kenar uyumu ve daha yüksek penetrasyon derinliği sergilediği gözlemlendi. Bu doğrultuda, fissür tabanının ışıkla değerlendirmede görülemeyen ve derin fissürlere sahip olduğu düşünülen dişlerde, fissür örtücü uygulaması öncesinde mine düzeyinde yapılacak çok az aşındırma ile fissür girişinin genişletilmesi fissür örtücülerin penetrasyonunu ve kenar uyumunu geliştirerek restorasyonun başarısını arttırabilir.

Uygulama yöntemine bağlı aşınma açısından farklılık görülmemekle birlikte, bu çalışmada değerlendirilen fissür örtücü uygulanmış örneklerin, fissür örtücü uygulanmamış kontrol grubuna göre daha yüksek oranda aşınmaya maruz kaldığı görülmektedir. Materyaller içeriklerine göre sınıflandırılıp değerlendirildiğinde, en az aşınma akışkan kompozit grubunda izlenirken sırasıyla rezin, giomer ve cam iyoner içerikli fissür örtücü gruplarında daha yüksek oranda aşınma izlenmiştir. Cam iyoner içerikli fissür örtücü materyali Fuji Triage'ın diğer materyallere göre anlamlı ölçüde daha fazla aşınmaya maruz kaldığı dikkat çekmektedir.

Yaşlandırma öncesi, uygulama yöntemi fissür örtücü materyallerin kenar uyumunda farklılık oluşturmadı. Yaşlandırma sonrasında invaziv teknikle uygulama grubunda anlamlı ölçüde daha iyi kenar uyumu görüldü.

İçeriklerine göre materyaller sınıflandırılıp değerlendirildiğinde, yaşlandırma öncesi ve sonrasında en yüksek kenar uyumu akışkan kompozit

grubunda izlenirken, sırasıyla rezin, giomer ve cam iyoner içerikli fissür örtücü gruplarında daha düşük kenar uyumu izlendi. Akışkan kompozitlerle birlikte bağlayıcı ajan kullanılması bu materyallerin kenar uyumlarını iyileştirmiş olabilir. Ancak bu konuda yapılacak daha ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yanında akışkan kompozitlerdeki doldurucu tipi farklılığının veya rezin içerikli fissür örtücülerin doldurucu içermemesinin ya da değişen oranlarda doldurucu içermesinin materyallerin kenar uyumunu etkilemediği görüldü. Giomer içerikli fissür örtücü materyalinin kenar uyumu verileri rezin içerikli fissür örtücülerle benzer iken, cam iyoner içerikli fissür örtücü materyalinde diğer tüm fissür örtücülerden anlamlı ölçüde daha fazla kenar uyumunda bozulma görüldü. Yaşlandırma sonrası fissür örtücü materyallerde izlenen kenar uyumundaki bozulmalar fissür örtücülerin klinik uygulamalarda düzenli aralıklarla kontrol edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu çalışmada invaziv veya non-invaziv uygulama yöntemlerinin mikrosızıntı açısından farklılık oluşturmadığı görüldü. İçeriklerine göre materyaller sınıflandırılıp değerlendirildiğinde, her iki uygulama yönteminde de en düşük mikrosızıntı akışkan kompozit grubunda izlenirken, cam iyoner grubunda en yüksek mikrosızıntı meydana geldiği görüldü. Bağlayıcı ajan uygulamasının akışkan kompozitlerin kenar uyumunu arttırdığı gibi mikrosızıntı oranlarını da azalttığı düşünülmektedir, ancak bu konuda daha ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Cam iyoner içerikli fissür örtücüde, mikrosızıntı ya bağlı olarak yüksek oranda kayıp yaşanma ve çürük gelişimi ihtimali göz önüne alınarak, klinik uygulamalarda rezin içerikli fissür örtücü materyallere göre daha sık kontrol edilmesi önerilebilir.

İnvaziv teknikle mine seviyesinde frezle genişletme yapılmasının fissür örtücü materyallerin penetrasyonunu anlamlı şekilde arttırdığı görüldü. Özellikle ışıkla kontrol edildiğinde fissür tabanı izlenemeyen ve tüberkül eğimlerinin dik birleştiği derin fissürlerde, örtücünün daha iyi penetrasyonunu sağlamak için mine seviyesinde aşındırma yapılabilir. İçeriklerine göre materyaller sınıflandırılıp değerlendirildiğinde, en iyi penetrasyon derinliği akışkan kompozitlerde görülürken, giomer ve rezin içerikli fissür örtücülerle akışkan kompozitler arasında fark

olmadığı belirlendi. Yüksek doldurucu oranına sahip akışkan kompozitlerde izlenen yüksek penetrasyon derinliğinin, adezivin fissürlerin derin noktalarına kadar ilerleyebilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Rezin içerikli fissür örtücüler arasında, doldurucusuz rezin içerikli fissür örtücü materyali en yüksek penetrasyonu sergilerken, yüksek dolduruculu rezin içerikli fissür örtücü değerlendirilen tüm materyaller arasında en düşük penetrasyonu sergilemiştir. Bu sebeple dolucu oranı yüksek olan rezin içerikli fissür örtücüler non-invaziv teknikle uygulanması önerilmemektedir. Ancak, fissür örtücüler invaziv teknikle uygulandığında materyaller arasında penetrasyon açısından fark olmadığı görüldü. Nanohibrit dolduruculu GrandiSo Flow ve giomer içerikli Beauti Sealant gruplarında tüm örneklerde tam penetrasyon görüldü. Cam iyonmer içerikli fissür örtücü Fuji Triage'da izlenen ise en düşük penetrasyon derinliğinin ise materyalin vizkozitesine bağlı olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Görsel değerlendirme sonuçlarına göre; invaziv uygulama yöntemi ile fissür örtücü uygulamanın materyallerin aşınma, kenar uyumu ve retansiyon oranları üzerinde etkili olmadığı görüldü. Aşınmanın görsel değerlendirmesinde, sayısal analizi destekler nitelikte, akışkan kompozitlerin daha az, cam iyonmer fissür örtücülerin ise daha fazla aşındığı görüldü ancak materyaller arasında anlamlı farklılık yoktu. Kenar uyumunun görsel değerlendirmesinde de sayısal analizi destekler nitelikte, akışkan kompozitlerde en iyi kenar uyumu izlenirken cam iyonmer fissür örtücü en düşük kenar uyumu izlendi. Akışkan kompozitler, rezin ve giomer içerikli fissür örtücüler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Retansiyon ve kırıkların görsel değerlendirmesinde ise, giomer içerikli fissür örtücüde en az, cam iyonmer içerikli fissür örtücüde ise en fazla restorasyon kırığı ve retansiyon kaybı belirlendi.

Sonuç olarak; fissür örtücü uygulamasında mine düzeyinde aşındırma ile uygulanan invaziv yöntem fissür örtücü materyallerin performansını olumsuz etkilemediği belirlendi. Klinik uygulaması zaman alıcı ve daha maliyetli olmasına rağmen, bağlayıcı ajanla birlikte uygulanan akışkan kompozitler, rezin, giomer ve cam iyonmer içerikli fissür örtücülere göre daha iyi sonuçlar sundu. Cam iyonmer içerikli fissür örtücüler bu çalışmada başarısız bulunsa da,

remineralizasyon, genç mineyi güçlendirme etkisi ve izolasyon sağlamada sorun yaşanan durumlarda kullanılabilirliği ile tekrarlayan kontroller altında ve geçici olarak uygulanması önerilmektedir ve bu konuda daha ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.



## 6. ÖZET

Bu çalışmanın amacı iki farklı yöntemle uygulanan fissür örtücülerin, termal döngülü çiğneme ve fırçalama simülasyonu ile yaşlandırma sonrası kenar uyumu, aşınma, mikrosızıntı ve penetrasyon derinliği açısından değerlendirilmesidir.

Yüz yetmiş insan mandibular molar dişi, iki ana prepasyon grubuna ve sekiz alt materyal grubuna ayrıldı ve bir grup ise kontrol grubu olarak kullanıldı (n=10). Fissür örtücüler üretici önerileri doğrultusunda uygulandı. Kenar uyumu analizi ve aşınmanın üç boyutlu değerlendirilmesi amacıyla örneklerden başlangıç kayıtları alındı. Örnekler döngüsel bir şekilde iki yıllık termal döngülü çiğneme ve fırçalama simülasyonlarına maruz bırakıldı. Yaşlandırma sonrası kayıtları alınan örneklerin kenar uyumu ve aşınma özellikleri bilgisayar ortamında değerlendirildi. Ayrıca örnekler FDI kriterlerine göre kenar uyumu, aşınma, kırıklar ve retansiyon açısında görsel olarak incelenip skorlandı. Boya penetrasyonuna maruz bırakılan örneklerden kesitler alınarak stereomikroskop ile mikrosızıntı ve penetrasyon derinlikleri değerlendirildi. Çalışmalar sonucunda elde edilen parametrik veriler ANCOVA, Tek Yönlü-ANOVA ve Tukey testi, non-parametrik veriler ise Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testleri ile istatistiksel olarak değerlendirildi (p<0.05).

Aşınma, mikrosızıntı ve görsel değerlendirme kriterleri sonucunda ‘non-invaziv’ ve ‘invaziv’ preparasyon teknikleri arasında istatistiksel olarak farklılık izlenmezken, invaziv teknikle uygulanan materyallerin anlamlı olarak daha iyi kenar uyumu ve penetrasyon sergilediği gözlemlendi (p<0.05). Akışkan kompozitler genel olarak tüm değerlendirmelerde diğer materyal gruplarından daha iyi performans gösterirken, cam iyonomer fissür örtücü grubu en düşük performansı sergiledi.

Sonuç olarak; fissür örtücü uygulamasında mine düzeyinde aşındırma ile uygulanan invaziv yöntem, fissür örtücü materyallerin performansını olumsuz etkilememektedir. Uygulaması zaman alıcı ve daha maliyetli olmasına rağmen, bağlayıcı ajanla birlikte fissür örtücü olarak uygulanan akışkan kompozitler değerlendirilen diğer materyallerden daha başarılı bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Pit ve fissür örtücü, çiğneme simülasyonu, fırçalama simülasyonu, aşınma, kenar uyumu, mikrosızıntı, penetrasyon derinliği

## 7. ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate marginal adaptation, wear, microleakage and penetration depth of eight fissure sealant materials applied with non-invasive and invasive preparation techniques after thermo-mechanical chewing and brushing simulation.

A-hundred-seventy human mandibular molar teeth were divided into two main preparation groups, and further eighth material groups and a group was served as control (n=10). Fissure sealant materials applied according to manufacturers' instructions. Initial records were obtained for marginal adaptation and 3D wear analysis. Samples were subjected to two-year cyclic thermo-mechanical chewing and brushing simulation. Final records were obtained and marginal adaptation-wear characteristics were evaluated digitally. Moreover, the samples were evaluated visually and scored according to FDI-evaluation criterias. Following dye penetration samples were sectioned, microleakage and penetration depth were evaluated with stereomicroscope. The obtained data were analysed statistically by using ANCOVA, one-way ANOVA and Tukey's test for parametric values, Kruskal-Wallis and Mann Whitney-U tests for non-parametric values ( $p<0.05$ ).

While there were no significant differences statistically between non-invasive and invasive preparation techniques in terms of wear, microleakage, and visual evaluation criterias, materials applied with invasive technique showed significantly better marginal adaptation and penetration depth ( $p<0.05$ ). Whereas flowable composites presented better performance than the other materials, glass ionomer-based fissure sealant presented the lowest performance in evaluations generally.

In conclusion, invasive technique which slightly abraded enamel surfaces doesn't adversely affect performance of sealant material. Although application of flowable composites as a fissure sealant with a bonding agent, is time consuming and overcosting, offers better results.

**Key Words:** pit and fissure sealant, chewing simulation, brushing simulation, wear, marginal adaptaion, microleakage, penetration depth

## 8. KAYNAKLAR

1. Fejerskov O, Thylstrup A. The oral environment-An introduction. Handelshøjskolens Forlag, Københavns, 1996: 13-6.
2. Borsatto MC, Corona SAM, Dibb RGP, Ramos RP, Pécora JD. Microleakage of a resin sealant after acid-etching, Er: YAG laser irradiation and air-abrasion of pits and fissures. Journal of clinical laser medicine & surgery 2001; 19(2): 83-7.
3. Eroğlu E, Baydır A. Diş hekimliğinde termal siklus uygulamaları. Akademik Dental Dişhekimliği Dergisi 2010; 11(1-2): 54-63.
4. Pinkham JR. Pediatric Dentistry: Infancy Through Adolescence., 3rd edition ed, W.B. Saunders Company, Philadelphia 1999. 174-6 p.
5. Doğan BG, Gökalp S. Türkiye’de diş çürüğü durumu ve tedavi gereksinimi 2004. Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2008; 32(2): 45-7.
6. Koray F. Diş çürükleri. İstanbul: Altın Matbaacılık 1981: 45-50.
7. Young DA, Nový BB, Zeller GG, et a. The American Dental Association Caries Classification System for Clinical Practice: A report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. The Journal of the American Dental Association 2015; 146(2): 79-86.
8. Fejerskov O, Kidd E. Dental caries: the disease and its clinical management, John Wiley & Sons, 2009.
9. Theodore M, Harald O, Edward J. Sturdevant's art & science of operative dentistry. Mosby 2006; 5: 807-40.
10. Carvalho T-S, van Amerongen W-E, de Gee A, Bönecker M, Sampaio F-C. Shear bond strengths of three glass ionomer cements to enamel and dentine. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2011; 16(3): 406-10.
11. Welbury R, Raadal M, Lygidakis N. EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. Eur J Paediatr Dent 2004; 5: 179-84.
12. Ulu O, Dörter C. Fissür örtücüler ve kullanım alanları. İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi 2008; 42(3): 25-30.

13. Sungurtekin E, Öznurhan F, Öztaş N. Pit ve fissür sealant uygulamaları: Sistematik bir derleme. *Acta Odontologica Turcica* 2010; 27(2): 145-9.
14. Mehta P. The use of Sealants in Dentistry-A review. *International Journal of Clinical Dental Science* 2012; 3(1): 13-9.
15. König KG. Dental morphology in relation to caries resistance with special reference to fissures as susceptible areas. *Journal of dental research* 1963; 42(1): 461-76.
16. Nagano T, editor *Relation between the form of pit and fissure and the primary lesion of caries* 1961: Dent Abstr.
17. Symons A, Chu C, Meyers I. The effect of fissure morphology and pretreatment of the enamel surface on penetration and adhesion of fissure sealants. *J Oral Rehabil* 1996; 23(12): 791-8.
18. Çekemoğlu B. Ankara ilinde daimi birinci büyük azı dişlerinin oklüzal yüzeylerinin sağlık durumunu yansıtan bulguların sürme, plak miktarı ve fissür morfolojisi ile ilişkisinin değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü - Doktora Tezi 2007.
19. Jurić H. Current possibilities in occlusal caries management. *Acta Med Acad* 2013; 42(2): 216-22.
20. Newbrun E. *Cariology* 3th ed Quintessence Publishing Co. Inc; 1989. p. 315-30.
21. Feigal RJ. The use of pit and fissure sealants. *Pediatric dentistry* 2002; 24(5): 415-22.
22. Marthaler T. Changes in dental caries 1953–2003. *Caries research* 2004; 38(3): 173-81.
23. Hicks M, Flaitz C. Epidemiology of dental caries in the pediatric and adolescent population: a review of past and current trends. *The Journal of clinical pediatric dentistry* 1992; 18(1): 43-9.
24. Mathewson RJ, Primosch RE, Robertson D. *Fundamentals of pediatric dentistry*, Quintessence, 1995.
25. Ercan E, Bağlar S, Colak H. Diş Hekimliğinde Topikal Florür Uygulama Metotları. *Cumhuriyet Dental Journal* 2011; 13(1): 27-33.



26. Akgün ÖM, Görgülü S, Altun C. Diş çürüğüne karşı koruyucu flor uygulamaları Protective flouride applications against dental caries. Smyrna Tıp Dergisi 2012; 82-6.
27. Jenkins G. Theories on the mode of action of fluoride in reducing dental decay. Proceedings of the Nutrition Society 1963; 22(01): 97-104.
28. Øgaard B. Effects of fluoride on caries development and progression in vivo. Journal of dental research 1990; 69(2 suppl): 813-9.
29. Ten Cate J. In vitro studies on the effects of fluoride on de-and remineralization. Journal of dental research 1990; 69(2 suppl): 614-9.
30. Fejerskov O. Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. Caries research 2004; 38(3): 182-91.
31. Lussi A, Hibst R, Paulus R. DIAGNOdent: an optical method for caries detection. J Dent Res 2004; 83(1): 80-3.
32. Charbeneau G. Pit and fissure sealants. Int Dent J 1982; 32(3): 215-22.
33. Simonsen RJ. Pit and fissure sealant: review of the literature. Pediatric dentistry 2002; 24(5): 393-414.
34. Lee H, Ocumpaugh DE, Swartz ML. Sealing of developmental pits and fissures: II. Fluoride release from flexible fissure sealers. J Dent Res 1972; 51(1): 183-90.
35. Bagramian RA, Garcia-Godoy F, Volpe AR. The global increase in dental caries. A pending public health crisis. Am J Dent 2009; 22(1): 3-8.
36. Klein H, Knutson JW. XIII. Effect of Ammoniacal Silver Nitrate on Caries in the First Permanent Molar. J Am Dent Assoc 1942; 29(11): 1420-6.
37. Buonocore M, Matsui A, Gwinnett A. Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. Archives of Oral Biology 1968; 13(1): 61-IN70.
38. Cueto EI, Buonocore MG. Sealing of pits and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention. J Am Dent Assoc 1967; 75(1): 121-8.
39. Gökalp A. Fissür örtücüler. Selçuk Üniversitesi Dishekimliği Fakültesi Dergisi 1991; 1(2): 33-9.
40. Handelman SL, Shey Z. Michael Buonocore and the Eastman Dental Center: a historic perspective on sealants. J Dent Res 1996; 75(1): 529-34.

41. Buonocore MG. Caries prevention in pits and fissures sealed with an adhesive resin polymerized by ultraviolet light: a two-year study of a single adhesive application. *J Am Dent Assoc* 1971; 82(5): 1090-3.
42. McLean J, Wilson A. The clinical development of the glass-ionomer cements. I. Formulations and properties\*. *Aust Dent J* 1977; 22(1): 31-6.
43. Ashley P. Glass-ionomers have cariostatic effect. *Evidence-Based Dentistry* 2003; 4(4): 79-.
44. Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donly K, Feigal R, Gooch B, et al. Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc* 2008; 139(3): 257-68.
45. Welbury R, Raadal M, Lygidakis N. EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. *Eur J Paediatr Dent* 2004; 5: 179-84.
46. Locker D, Jokovic A, Kay E. Prevention. Part 8: The use of pit and fissure sealants in preventing caries in the permanent dentition of children. *Br Dent J* 2003; 195(7): 375-8.
47. Kuba Y, Miyazaki K, Ichiki K, Kawazoe H, Motokawa W. Clinical application of visible light-cured fluoride-releasing sealant to non-etched enamel surface of partially erupted permanent molars. *J Clin Pediatr Dent* 1991; 17(1): 3-9.
48. 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* 1994; 19(4): 273-7.
49. Oliveira FSd, da Silva SMB, Machado MA, Bijella MFTB, Lima J, Abdo RCC. Resin-modified glass ionomer cement and a resin-based material as occlusal sealants: a longitudinal clinical performance. *J Dent Child (Chic)* 2008; 75(2): 134-43.
50. Subramaniam P, Konde S, Mandanna D. Retention of a resin-based sealant and a glass ionomer used as a fissure sealant: a comparative clinical study. *J Dent Child (Chic)* 2008; 26(3): 114-20.
51. Pérez-Lajarín L, Cortés-Lillo O, García-Ballesta C, Cózar-Hidalgo A. Marginal microleakage of two fissure sealants: a comparative study. *J Dent Child (Chic)* 2003; 70(1): 24-8.

52. Garcia-Godoy F, Medlock J. An SEM study of the effects of air-polishing on fissure surfaces. *Quintessence international* (Berlin, Germany: 1985) 1988; 19(7): 465-7.
53. Salama F, Al-Hammad N. Marginal seal of sealant and compomer materials with and without enameloplasty. *International Journal of Paediatric Dentistry* 2002; 12(1): 39-46.
54. Burrow M, Burrow J, Makinson OF. Pits and fissures: etch resistance in prismless enamel walls. *Australian dental journal* 2001; 46(4): 258-62.
55. Manhart J, Huth K, Chen H, Hickel R. Influence of the pretreatment of occlusal pits and fissures on the retention of a fissure sealant. *American journal of dentistry* 2004; 17(1): 12-8.
56. Pitts N. The diagnosis of dental caries: 1. Diagnostic methods for assessing buccal, lingual and occlusal surfaces. *Dental update* 1991; 18(9): 393-6.
57. Aasen S, Ario P. Bonding systems: A comparison of maleic and phosphoric acids. *J Dent Res* 1993; 72: 137-43.
58. Hadad R, Hobson RS, McCabe JF. Micro-tensile bond strength to surface and subsurface enamel. *dental materials* 2006; 22(9): 870-4.
59. Sungurtekin E, Bani M, Öztaş N. Mine pürüzlendirme yöntemleri. *Acta Odontologica Turcica* 2009; 26(3): 189-94.
60. Sıracı E, Turgut MD. Süt dişlerinde asitle pürüzlendirme. *TDB Derg* 2004; 82: 26-8.
61. Bowen R. Composite and sealant resins-past, present and future. *Pediatr Dent* 1982; 4(1): 10-5.
62. Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of UEDMA, BisGMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. *dental materials* 1998; 14(1): 51-6.
63. Barszczewska-Rybarek IM. Structure–property relationships in dimethacrylate networks based on Bis-GMA, UDMA and TEGDMA. *dental materials* 2009; 25(9): 1082-9.
64. Simonsen R, Neal R. A review of the clinical application and performance of pit and fissure sealants. *Australian dental journal* 2011; 56(s1): 45-58.

65. San-Martin L, Ogunbodede EO, Kalenderian E. A 50-year audit of published peer-reviewed literature on pit and fissure sealants, 1962–2011. *Acta Odontologica Scandinavica* 2013; 71(6): 1356-61.
66. Rock W, Potts A, Marchment M, Clayton-Smith A, Galuszka M. The visibility of clear and opaque fissure sealants. *British dental journal* 1989; 167(11): 395-6.
67. Ripa L. Sealants revisited: an update of the effectiveness of pit-and-fissure sealants. *Caries research* 1993; 27(Suppl. 1): 77-82.
68. Duangthip D, Lussi A. Microleakage and penetration ability of resin sealant versus bonding system when applied following contamination. *Pediatric dentistry* 2002; 25(5): 505-11.
69. Barrie A, Stephen K, Kay E. Fissure sealant retention: a comparison of three sealant types under field conditions. *Community dental health* 1990; 7(3): 273-7.
70. Park K, Georgescu M, Scherer W, Schulman A. Comparison of shear strength, fracture patterns, and microleakage among unfilled, filled, and fluoride-releasing sealants. *Pediatric dentistry* 1993; 15: 418-.
71. Tilliss TS, Stach DJ, Hatch RA, Cross-Poline GN. Occlusal discrepancies after sealant therapy. *The Journal of prosthetic dentistry* 1992; 68(2): 223-8.
72. Aydın M. Henüz sürmekte olan daimi dişlere uygulanan rezin ve cam iyonomer esaslı fissür örtücülerin etkinliklerinin in vivo ve in vitro koşullarda değerlendirilmesi. Ankara üniversitesi sağlık bilimleri enstitüsü, Doktora tezi 2010.
73. Handelman SL, Leverett DH, Espeland M, Curzon J. Retention of sealants over carious and sound tooth surfaces. *Community dentistry and oral epidemiology* 1987; 15(1): 1-5.
74. De Craene G, Martens L, Dermaut L, Surmont P. A clinical evaluation of a light-cured fissure sealant (Helioseal). *ASDC journal of dentistry for children* 1988; 56(2): 97-102.
75. Dunn WJ, Bush AC. A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-based light-curing units. *The Journal of the American Dental Association* 2002; 133(3): 335-41.

76. Kühnisch J, Mansmann U, Heinrich-Weltzien R, Hickel R. Longevity of materials for pit and fissure sealing—Results from a meta-analysis. *dental materials* 2012; 28(3): 298-303.
77. Forsten L. Fluoride release from a glass ionomer cement. *European Journal of Oral Sciences* 1977; 85(6): 503-4.
78. Rozier RG, Adair S, Graham F, Iafolla T, Kingman A, Kohn W, et al. Evidence-based clinical recommendations on the prescription of dietary fluoride supplements for caries prevention: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *The Journal of the American Dental Association* 2010; 141(12): 1480-9.
79. Tantbirojn D, Douglas W, Versluis A. Inhibitive Effect of a Resin-Modified Glass Ionomer Cement on Remote Enamel Artificial Caries. *Caries research* 1997; 31(4): 275-80.
80. Hicks MJ, Flaitz C. Occlusal caries formation in vitro: comparison of resinmodified glass ionomer with fluoride-releasing sealant. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2000; 24(4): 309-14.
81. Morphis TL, Toumba JK, Lygidakis NA. Fluoride pit and fissure sealants: a review. *International Journal of Paediatric Dentistry* 2000; 10(2): 90-8.
82. Kadoma Y, Kojima K, Masuhara E. Studies on dental fluoride-releasing polymers IV: Fluoridation of human enamel by fluoride-containing sealant. *Biomaterials* 1983; 4(2): 89-93.
83. Lee HL, Swartz ML. Sealing of developmental pits and fissures: I. In vitro study. *Journal of dental research* 1971; 50(1): 133-40.
84. Dhull K, Nandlal B. Effect of low-concentration daily topical fluoride application on fluoride release of giomer and compomer: An in vitro study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry* 2011; 29(1): 39.
85. Rawls H, Zimmerman B. Fluoride-exchanging resins for caries protection. *Caries research* 1983; 17(1): 32-43.
86. Salar DV, García-Godoy F, Flaitz CM, Hicks MJ. Potential inhibition of demineralization in vitro by fluoride-releasing sealants. *The Journal of the American Dental Association* 2007; 138(4): 502-6.

87. Carlsson A, Petersson M, Twetman S. 2-year clinical performance of a fluoride-containing fissure sealant in young schoolchildren at caries risk. *American journal of dentistry* 1997; 10(3): 115-9.
88. Garcia-Godoy F, Carranza F. Clinical evaluation of flowrestore used as a fissure sealant. *J Dent Res* 2001; 80: 200-7.
89. Czerner A, Weller M, Lohbauer U, Ebert J, Frankenberger R, Kramer N. Wear resistance of flowable resin composites as pit and fissure sealants. *Journal of dental research* 2000; 79: 279-.
90. Corona S, Borsatto M, Garcia L, Ramos R, Palma DIBB R. Randomized, controlled trial comparing the retention of a flowable restorative system with a conventional resin sealant: one-year follow up. *International Journal of Paediatric Dentistry* 2005; 15(1): 44-50.
91. Autio-Gold J. Clinical evaluation of a medium-filled flowable restorative material as a pit and fissure sealant. *Operative dentistry* 2002; 27(4): 325-9.
92. Beun S, Bailly C, Devaux J, Leloup G. Physical, mechanical and rheological characterization of resin-based pit and fissure sealants compared to flowable resin composites. *dental materials* 2012; 28(4): 349-59.
93. Walls A. Glass polyalkenoate (glass-ionomer) cements: a review. *Journal of dentistry* 1986; 14(6): 231-46.
94. Croll TP. Glass ionomers for infants, children, and adolescents. *The Journal of the American Dental Association* 1990; 120(1): 65-8.
95. McLean J. Clinical applications of glass-ionomer cements. *Operative dentistry* 1991: 184-90.
96. Sidhu SK, Watson TF. Resin-modified glass ionomer materials. A status report for the *American Journal of Dentistry*. *American journal of dentistry* 1995; 8(1): 59-67.
97. Boksman L. Clinical evaluation of a glass ionomer cement as a fissure sealant. *Quintessence Int* 1987; 18: 707-9.
98. Karlzen-Reuterving G, Van Dijken J. A three-year follow-up of glass ionomer cement and resin fissure sealants. *ASDC journal of dentistry for children* 1994; 62(2): 108-10.

99. Azarpazhooh A, Main PA. Pit and fissure sealants in the prevention of dental caries in children and adolescents: a systematic review. *Journal of the Canadian Dental Association* 2008; 74(2): 171-8.
100. Övrebö RC, Raadal M. Microleakage in fissures sealed with resin or glass ionomer cement. *European Journal of Oral Sciences* 1990; 98(1): 66-9.
101. Mjör IA. Glass ionomer and resin-based fissure sealants: a clinical study. *European Journal of Oral Sciences* 1990; 98(4): 345-50.
102. Seppä L, Forss H. Resistance of occlusal fissures to demineralization after loss of glass ionomer sealants in vitro. *Pediatric dentistry* 1990; 13(1): 39-42.
103. Borsatto M, Corona S, Alves A, Chimello D, Catirse A, Palma-Dibb R. Influence of salivary contamination on marginal microleakage of pit and fissure sealants. *American journal of dentistry* 2004; 17(5): 365-7.
104. Barja-Fidalgo F, Maroun S, de Oliveira BH. Effectiveness of a glass ionomer cement used as a pit and fissure sealant in recently erupted permanent first molars. *Journal of dentistry for children* 2009; 76(1): 34-40.
105. Antonson SA, Wanuck J, Antonson DE. Surface protection for newly erupting first molars. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)* 2006; 27(1): 46-52.
106. Taifour D, Frencken JE, Beiruti N, Truin GJ. Effects of glass ionomer sealants in newly erupted first molars after 5 years: a pilot study. *Community dentistry and oral epidemiology* 2003; 31(4): 314-9.
107. Duangthip D, Lussi A. Variables contributing to the quality of fissure sealants used by general dental practitioners. *Operative dentistry* 2002; 28(6): 756-64.
108. Droz D, Schiele M-J, Panighi MM. Penetration and microleakage of dental sealants in artificial fissures. *Journal of dentistry for children* 2004; 71(1): 41-4.
109. Selecman JB, Owens BM, Johnson WW. Effect of preparation technique, fissure morphology, and material characteristics on the in vitro margin permeability and penetrability of pit and fissure sealants. *Pediatric dentistry* 2007; 29(4): 308-14.
110. Grewal N, Chopra R. The effect of fissure morphology and eruption time on penetration and adaptation of pit and fissure sealants: An SEM study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry* 2008; 26(2): 59-63.

111. Komatsu H, Shimokobe H, Kawakami S, Yoshimura M. Caries-Preventive Effect of Glass Ionomer Sealant Reapplication: Study presents three-year results. *The Journal of the American Dental Association* 1994; 125(5): 543-9.
112. Dennison JB, Straffon LH, More FG. Evaluating tooth eruption on sealant efficacy. *The Journal of the American Dental Association* 1990; 121(5): 610-4.
113. Yamada Y, Hossain M, Shimizu Y, Kimura Y, Masuda Y, Nakamura Y, et al. Analysis of surface roughness and microleakage of fissure sealants following organic debris removal with Carisolv. *Journal of dentistry* 2008; 36(2): 130-7.
114. Simonsen RJ. Retention and effectiveness of dental sealant after 15 years. *The Journal of the American Dental Association* 1991; 122(10): 34-42.
115. Srinivasan V, Deery C, Nugent Z. In-vitro microleakage of repaired fissure sealants: a randomized, controlled trial. *International Journal of Paediatric Dentistry* 2005; 15(1): 51-60.
116. Correr GM, Alonso RCB, Consani S, Puppini-Rontani RM, Ferracane J. In vitro wear of primary and permanent enamel. Simultaneous erosion and abrasion. *American journal of dentistry* 2007; 20(6): 394-9.
117. Sulong MZAM, Aziz RA. Wear of materials used in dentistry: a review of the literature. *The Journal of prosthetic dentistry* 1990; 63(3): 342-9.
118. Zhou Z-R, Yu H-Y, Zheng J, Qian L-M, Yan Y. *Dental biotribology*, Springer, 2013.
119. Heintze S. How to qualify and validate wear simulation devices and methods. *dental materials* 2006; 22(8): 712-34.
120. Gatti AM. Biocompatibility of micro-and nano-particles in the colon. Part II. *Biomaterials* 2004; 25(3): 385-92.
121. Gatti AM, Rivasi F. Biocompatibility of micro-and nanoparticles. Part I: in liver and kidney. *Biomaterials* 2002; 23(11): 2381-7.
122. Moraes RRd, Ribeiro DdS, Klumb MM, Brandt WC, Correr-Sobrinho L, Bueno M. In vitro toothbrushing abrasion of dental resin composites: packable, microhybrid, nanohybrid and microfilled materials. *Brazilian oral research* 2008; 22(2): 112-8.
123. Condon JR, Ferracane JL. Evaluation of composite wear with a new multi-mode oral wear simulator. *dental materials* 1996; 12(4): 218-26.



124. Pintado M, Conry J, Douglas W. Fissure sealant wear at 30 months: new evaluation criteria. *Journal of dentistry* 1991; 19(1): 33-8.
125. Rodriguez TM, Ardu S, Daeniker L, Krejci I. Evaluation of marginal adaptation, seal and resistance against fatigue cracks of different pit and fissure sealants under laboratory load. *American journal of dentistry* 2011; 24(6): 367-71.
126. DeLong R. Intra-oral restorative materials wear: rethinking the current approaches: how to measure wear. *dental materials* 2006; 22(8): 702-11.
127. Mair L, Stolarski T, Vowles R, Lloyd C. Wear: mechanisms, manifestations and measurement. Report of a workshop. *Journal of dentistry* 1996; 24(1): 141-8.
128. Harrison A, Lewis T. The development of an abrasion testing machine for dental materials. *Journal of biomedical materials research* 1975; 9(3): 341-53.
129. Ehrnford L, Derand T, Larsson L-A, Svensson A. An abrasion test for composite resins. *Journal of dental research* 1980; 59(4): 716-20.
130. DeLong R, Douglas W. Development of an artificial oral environment for the testing of dental restoratives: bi-axial force and movement control. *Journal of dental research* 1983; 62(1): 32-6.
131. Kern M, Strub J, Lü XY. Wear of composite resin veneering materials in a dual-axis chewing simulator. *Journal of Oral Rehabilitation* 1999; 26(5): 372-8.
132. Çiğdem Sözen Ç. Estetik restoratif materyallerde farklı koşullarda oluşan aşınmanın in vitro olarak incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü - Doktora Tezi 2013.
133. Field J, Waterhouse P, German M. Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues in vitro. *Journal of dentistry* 2010; 38(3): 182-90.
134. Arsecularatne J, Hoffman M. On the wear mechanism of human dental enamel. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials* 2010; 3(4): 347-56.
135. Özge K. Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü - Doktora tezi 2010.
136. Gjorgievska E, Nicholson JW, Iljovska S, Slipper IJ. Marginal adaptation and performance of bioactive dental restorative materials in deciduous and young permanent teeth. *Journal of Applied Oral Science* 2008; 16(1): 1-6.

137. 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. *J Adhes Dent* 2008; 10(5): 379-84.
138. Knobloch LA, Meyer T, Kerby RE, Johnston W. Microleakage and bond strength of sealant to primary enamel comparing air abrasion and acid etch techniques. *Pediatric dentistry* 2005; 27(6): 463-9.
139. Muller Bolla M, Lupi Pégurier L, Tardieu C, Velly AM, Antomarchi C. Retention of resin based pit and fissure sealants: a systematic review. *Community dentistry and oral epidemiology* 2006; 34(5): 321-36.
140. Borem LM, Feigal RJ. Reducing microleakage of sealants under salivary contamination: digital-image analysis evaluation. *Quintessence international* (Berlin, Germany: 1985) 1994; 25(4): 283-9.
141. Altun C. Restoratif dişhekimliğinde mikrosızıntı. *Gülhane Tıp Dergisi* 2004; 3: 264-9.
142. Nalcaci A, Ulusoy N, Küçükeşmen C. Effect of LED curing modes on the microleakage of a pit and fissure sealant. *American journal of dentistry* 2007; 20(4): 255-8.
143. Shah S, Roebuck EM, Nugent Z, Deery C. In vitro microleakage of a fissure sealant polymerized by either a quartz tungsten halogen curing light or a plasma arc curing light. *International Journal of Paediatric Dentistry* 2007; 17(5): 371-7.
144. Ayyıldız S, Uyar A, Yuzugullu B. Diş hekimliğinde mikrosızıntı ve inceleme yöntemleri. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2009; 19(3): 219-26.
145. Fabianelli A, Pollington S, Davidson CL, Cagidiaco MC, Goracci C. The relevance of microleakage studies. *International Dentistry SA* 2007; 9(3): 64-74.
146. Manhart J, Trumm C. Microleakage of XP Bond in Class II cavities after artificial aging. *Journal of Adhesive Dentistry* 2007; 9(2): 261-4.
147. Gerdolle DA, Mortier E, Droz D. Microleakage and polymerization shrinkage of various polymer restorative materials. *Journal of dentistry for children* 2008; 75(2): 125-33.
148. Heintze S, Forjanic M, Cavalleri A. Microleakage of Class II restorations with different tracers--comparison with SEM quantitative analysis. *The journal of adhesive dentistry* 2008; 10(4): 259-67.

149. Heintze SD. Systematic reviews: I. The correlation between laboratory tests on marginal quality and bond strength. II. The correlation between marginal quality and clinical outcome. *The journal of adhesive dentistry* 2006; 9: 77-106.
150. De Munck Jd, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal of dental research* 2005; 84(2): 118-32.
151. Karadağ S. Mikrosızıntı araştırma teknikleri ve mikrosızıntıyı etkileyen faktörler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2005; 2005(2): 80-7.
152. Taylor M, Lynch E. Microleakage. *Journal of dentistry* 1992; 20(1): 3-10.
153. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: A review. *Operative dentistry* 1997; 22(4): 173-85.
154. Hickel R, Peschke A, Tyas M, Mjör I, Bayne S, Peters M, et al. FDI World Dental Federation: clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations—update and clinical examples. *Clinical oral investigations* 2010; 14(4): 349-66.
155. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative dentistry* 2003; 28(3): 215-35.
156. Caroline Bruschi Alonso R, Maria Correr G, Gonçalves Cunha L, Flávia Sanches Borges A, Maria Puppini-Rontani R, Alexandre Coelho Sinhoreti M. Dye staining gap test: an alternative method for assessing marginal gap formation in composite restorations. *Acta Odontologica Scandinavica* 2006; 64(3): 141-5.
157. Kakaboura A, Rahiotis C, Watts D, Silikas N, Eliades G. 3D-marginal adaptation versus setting shrinkage in light-cured microhybrid resin composites. *dental materials* 2007; 23(3): 272-8.
158. Papadogiannis D, Kakaboura A, Palaghias G, Eliades G. Setting characteristics and cavity adaptation of low-shrinking resin composites. *dental materials* 2009; 25(12): 1509-16.
159. Jung Y-S, Lee J-W, Choi Y-J, Ahn J-S, Shin S-W, Huh J-B. A study on the in-vitro wear of the natural tooth structure by opposing zirconia or dental porcelain. *The journal of advanced prosthodontics* 2010; 2(3): 111-5.

160. Lopes MB, Saquy PC, Moura SK, Wang L, Graciano FMO, Correr Sobrinho L, et al. Effect of different surface penetrating sealants on the roughness of a nanofiller composite resin. *Brazilian dental journal* 2012; 23(6): 692-7.
161. Takahashi R, Jin J, Nikaido T, Tagami J, Hickel R, Kunzelmann K-H. Surface characterization of current composites after toothbrush abrasion. *Dental materials journal* 2013; 32(1): 75-82.
162. Goršeta K. Fissure Sealing in Occlusal Caries Prevention. 2015: 1-29.
163. Yazici AR, Kiremitçi A, Dayangaç B. A two-year clinical evaluation of pit and fissure sealants placed with and without air abrasion pretreatment in teenagers. *The Journal of the American Dental Association* 2006; 137(10): 1401-5.
164. Brocklehurst P, Joshi R, Northeast S. The effect of air polishing occlusal surfaces on the penetration of fissures by a sealant. *International Journal of Paediatric Dentistry* 1992; 2(3): 157-62.
165. Handelman S, Washburn F, Wopperer P. Two-year report of sealant effect on bacteria in dental caries. *The Journal of the American Dental Association* 1976; 93(5): 967-70.
166. Going RE, Loesche WJ, Grainger DA, Syed SA. The viability of microorganisms in carious lesions five years after covering with a fissure sealant. *The Journal of the American Dental Association* 1978; 97(3): 455-62.
167. Mertz-Fairhurst E, Adair S, Sams D, Curtis Jr J, Ergle J, Hawkins K, et al. Cariostatic and ultraconservative sealed restorations: nine-year results among children and adults. *ASDC journal of dentistry for children* 1994; 62(2): 97-107.
168. Primosch RE, Barr ES. Sealant use and placement techniques among pediatric dentists. *The Journal of the American Dental Association* 2001; 132(10): 1442-51.
169. Pereira A, Verdonschot E, Huysmans M. Caries detection methods: can they aid decision making for invasive sealant treatment? *Caries research* 2001; 35(2): 83-9.
170. Shapira J, Eidelman E. Six-year clinical evaluation of fissure sealants placed after mechanical preparation: a matched pair study. *Pediatric dentistry* 1986; 8(3): 204-5.

171. Geiger S, Gulayev S, Weiss E. Improving fissure sealant quality: mechanical preparation and filling level. *Journal of dentistry* 2000; 28(6): 407-12.
172. Gwinnett A. Human prismless enamel and its influence on sealant penetration. *Archives of Oral Biology* 1973; 18(3): 441-4.
173. Veiga NJ, Ferreira PC, Correia IJ, Pereira CM. Fissure sealants: A review of their importance in preventive dentistry. *Oral Health Dent Manag* 2014; 13: 987-93.
174. Kersten S, Lutz F, Schüpbach P. Fissure sealing: optimization of sealant penetration and sealing properties. *American journal of dentistry* 2001; 14(3): 127-31.
175. Awliya W, El-Sahn A. Leakage pathway of Class V cavities restored with different flowable resin composite restorations. *Operative dentistry* 2008; 33(1): 31-6.
176. Balkenhol M, Huang J, Wöstmann B, Hannig M. Influence of solvent type in experimental dentin primer on the marginal adaptation of Class V restorations. *Journal of dentistry* 2007; 35(11): 836-44.
177. Francescut P, Lussi A. Performance of a conventional sealant and a flowable composite on minimally invasive prepared fissures. *Operative dentistry* 2006; 31(5): 543-50.
178. Baygin O, Korkmaz FM, Tüzüner T, Tanriver M. The effect of different enamel surface treatments on the microleakage of fissure sealants. *Lasers in medical science* 2012; 27(1): 153-60.
179. Pardi V, Sinhoreti MAC, Pereira AC, Ambrosano GMB, Meneghim MdC. In vitro evaluation of microleakage of different materials used as pit-and-fissure sealants. *Brazilian dental journal* 2006; 17(1): 49-52.
180. Şengün A, Öztürk B, Ülker M, Dişçioglu F, Özer F. Farklı sayıda termal siklus uygulamasının bir kompozit rezinin marjinal sızıntısı üzerine etkisi. *Acta Odontologica Turcica* 2005; 22(3): 163-8.
181. Garcia FCP, Wang L, D'Alpino PHP, Souza JBd, Araújo PAd, Mondelli RFdL. Evaluation of the roughness and mass loss of the flowable composites after simulated toothbrushing abrasion. *Brazilian oral research* 2004; 18(2): 156-61.
182. Ehrnford L. Surface microstructure of composite resins after toothbrush-dentifrice abrasion. *Acta Odontologica Scandinavica* 1983; 41(4): 241-5.

183. Rios D, Honório HM, Araújo PAd, Machado MAdAM. Wear and superficial roughness of glass ionomer cements used as sealants, after simulated toothbrushing. *Pesquisa Odontológica Brasileira* 2002; 16(4): 343-8.
184. Galo R, Contente MMMG, Borsatto MC. Wear of two pit and fissure sealants in contact with primary teeth. *European journal of dentistry* 2014; 8(2): 241-8.
185. Ramazan B. Translüsent Zirkonya Materyalinden Hazırlanan Restorasyonlar İle Diş Minesinin Aşınma Etkileşimlerinin Profilometre İle İncelenmesi. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi 2014.
186. D'Arcangelo C, Vanini L, Rondoni G, Pirani M, Vadini M, Gattone M, et al. Wear properties of a novel resin composite compared to human enamel and other restorative materials. *Operative dentistry* 2014; 39(6): 612-8.
187. Sumino N, Tsubota K, Takamizawa T, Shiratsuchi K, Miyazaki M, Latta MA. Comparison of the wear and flexural characteristics of flowable resin composites for posterior lesions. *Acta Odontologica Scandinavica* 2013; 71(3-4): 820-7.
188. Han J-m, Zhang H, Choe H-S, Lin H, Zheng G, Hong G. Abrasive wear and surface roughness of contemporary dental composite resin. *Dental materials journal* 2014; 33(6): 725-32.
189. Oliveira GUd, Mondelli RFL, Charantola Rodrigues M, Franco EB, Ishikiriyama SK, Wang L. Impact of filler size and distribution on roughness and wear of composite resin after simulated toothbrushing. *Journal of Applied Oral Science* 2012; 20(5): 510-6.
190. Palaniappan S, Bharadwaj D, Mattar DL, Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Nanofilled and microhybrid composite restorations: Five-year clinical wear performances. *dental materials* 2011; 27(7): 692-700.
191. Htang A, Ohsawa M, Matsumoto H. Fatigue resistance of composite restorations: effect of filler content. *dental materials* 1995; 11(1): 7-13.
192. Hu X, Marquis P, Shortall A. Influence of filler loading on the two body wear of a dental composite. *Journal of Oral Rehabilitation* 2003; 30(7): 729-37.

193. Cebe MA, Cebe F, Cengiz MF, Cetin AR, Arpag OF, Ozturk B. Elution of monomer from different bulk fill dental composite resins. *dental materials* 2015; 31(7): 141-9.
194. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Effect of chemical structure on degree of conversion in light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 2002; 23(8): 1819-29.
195. Kawai K, Iwami Y, Ebisu S. Effect of resin monomer composition on toothbrush wear resistance. *Journal of Oral Rehabilitation* 1998; 25(4): 264-8.
196. Erdemir U, Sancakli HS, Yaman BC, Ozel S, Yucel T, Yıldız E. Clinical comparison of a flowable composite and fissure sealant: a 24-month split-mouth, randomized, and controlled study. *Journal of dentistry* 2014; 42(2): 149-57.
197. Tyas M. Clinical performance of glass-ionomer cements. *Journal of Minimum Intervention in Dentistry* 2008; 1(2): 88-94.
198. Marković D, Petrović B, Perić T, Blagojević D. Microleakage, adaptation ability and clinical efficacy of two fluoride releasing fissure sealants. *Vojnosanitetski preglod* 2012; 69(4): 320-5.
199. Kantovitz KR, Pascon FM, Alonso R, Nobre-Dos-Santos M, Rontani R. Marginal adaptation of pit and fissure sealants after thermal and chemical stress. A SEM study. *American journal of dentistry* 2008; 21(6): 377-82.
200. Borges BCD, Assunção IV, Aquino CA, Monteiro M, Queiroz G, Gomes ASL. Marginal and internal analysis of preheated dental fissure sealing materials using optical coherence tomography. *International dental journal* 2016: 23-8.
201. Ernst C-P, Galler P, Willershausen B, Haller B. Marginal integrity of class V restorations: SEM versus dye penetration. *dental materials* 2008; 24(3): 319-27.
202. Manhart J, Chen HY, Mehl A, Weber K, Hickel R. Marginal quality and microleakage of adhesive class V restorations. *Journal of dentistry* 2001; 29(2): 123-30.
203. Blunck U, Zaslansky P. Enamel margin integrity of Class I one-bottle all-in-one adhesives-based restorations. *J Adhes Dent* 2011; 13(1): 23-9.
204. Al-Harbi F, Kaisarly D, Bader D, El Gezawi M. Marginal integrity of bulk versus incremental fill class II composite restorations. *Operative dentistry* 2015: 146-56.

205. Ritter AV, Cavalcante LM, Swift EJ, Thompson JY, Pimenta LA. Effect of light-curing method on marginal adaptation, microleakage, and microhardness of composite restorations. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials* 2006; 78(2): 302-11.
206. Idriss S, Abduljabbar T, Habib C, Omar R. Factors associated with microleakage in Class II resin composite restorations. *Operative dentistry* 2007; 32(1): 60-6.
207. Manhart J, Schmidt M, Chen H, Kunzelmann K, Hickel R. Marginal quality of tooth-colored restorations in class II cavities after artificial aging. *Operative dentistry* 2001; 26(4): 357-66.
208. Frankenberger R, Tay FR. Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermo-mechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin composite restorations. *dental materials* 2005; 21(5): 397-412.
209. Da Silva EM, Dos Santos G, Guimarães J, Barcellos A, Sampaio E. The influence of C-factor, flexural modulus and viscous flow on gap formation in resin composite restorations. *Operative dentistry* 2007; 32(4): 356-62.
210. Xalabarde A, Garcia-Godoy F, Boj J, Canaida C. Fissure micromorphology and sealant adaptation after occlusal enameloplasty. *The Journal of clinical pediatric dentistry* 1995; 20(4): 299-304.
211. Botsali MS, Küçükyılmaz E, Tosun G, Altunsoy M, Sener Y. Effects of adhesive systems applied under fissure sealants to microleakage and shear bond strength. *Acta Odontologica Turcica* 2015; 32(2): 63-7.
212. Çelik Ç, Özgünaltay G, Attar N. Çürüksüz Servikal Lezyonlara Uygulanan Akışkan Restoratif Materyallerin Kenar Uyumu ve Yüzey Özelliklerinin SEM ile Değerlendirilmesi The SEM Evaluation of Marginal Adaptation and. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi* 2007; 31(1): 79-88.
213. Chuang S-F, Liu J-K, Chao C-C, Liao F-P, Chen Y-HM. Effects of flowable composite lining and operator experience on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *The Journal of prosthetic dentistry* 2001; 85(2): 177-83.



214. Aguiar F, Dos Santos A, Franca F, Paulillo L, Lovadino J. A quantitative method of measuring the microleakage of thermocycled or non-thermocycled posterior tooth restorations. *Operative dentistry* 2002; 28(6): 793-9.
215. Peutzfeldt A, Asmussen E. Determinants of in vitro gap formation of resin composites. *Journal of dentistry* 2004; 32(2): 109-15.
216. Van Meerbeek B, Perdigao J, Vanherle G. Enamel and dentin adhesion. En: *Fundamentals of operative dentistry. A contemporary approach.* Quintessence 2002.
217. Kubo S, Yokota H, Hayashi Y. Microleakage of cervical cavities restored with flowable composites. *American journal of dentistry* 2004; 17(1): 33-7.
218. Li Q, Jepsen S, Albers H-K, Eberhard J. Flowable materials as an intermediate layer could improve the marginal and internal adaptation of composite restorations in Class-V-cavities. *dental materials* 2006; 22(3): 250-7.
219. Visvanathan A, Ilie N, Hickel R, Kunzelmann K-H. The influence of curing times and light curing methods on the polymerization shrinkage stress of a shrinkage-optimized composite with hybrid-type prepolymer fillers. *dental materials* 2007; 23(7): 777-84.
220. Leprince J, Palin W, Mullier T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Investigating filler morphology and mechanical properties of new low shrinkage resin composite types. *Journal of Oral Rehabilitation* 2010; 37(5): 364-76.
221. Vineet D, Tandon S. Comparative evaluation of marginal integrity of two new fissure sealants using invasive and non-invasive techniques: a SEM study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2000; 24(4): 291-7.
222. Gunjal S, Nagesh L, Raju H. Comparative evaluation of marginal integrity of glass ionomer and resin based fissure sealants using invasive and non-invasive techniques: An in vitro study. *Indian Journal of Dental Research* 2012; 23(3): 320-5.
223. Türkün Ş, Ergücü Z. Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerin karşılaştırılması. *Acta Odontologica Turcica* 2004; 21(2): 143.
224. Standardization IOF. *Dental Materials: Testing of Adhesion to Tooth Structure.* International Organization for Standardization; 2003.

225. Theodoridou Pahini S, Tolidis K, Papadogiannis Y. Degree of microleakage of some pit and fissure sealants: an in vitro study. *International Journal of Paediatric Dentistry* 1996; 6(3): 173-6.
226. Blackwood JA, Dilley D, Roberts M, Swift E. Evaluation of pumice, fissure enameloplasty and air abrasion on sealant microleakage. *Pediatric dentistry* 2002; 24(3): 199-203.
227. Garcia-Godoy F, de Araujo FB. Enhancement of fissure sealant penetration and adaptation: The enameloplasty technique. 1994: 13-9.
228. Pope Jr B, Garcia-Godoy F, Summitt J, Chan D. Effectiveness of occlusal fissure cleansing methods and sealant micromorphology. *ASDC journal of dentistry for children* 1996; 63(3): 175-80.
229. Surmont P, Martens L, D'Hauwers R. A decision tree for the treatment of caries in posterior teeth. *Quintessence International* 1990; 21(3): 239-46.
230. Zervou C, Kugel G, Leone C, Zavras A, Doherty E, White G. Enameloplasty effects on microleakage of pit and fissure sealants under load: an in vitro study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2000; 24(4): 279-85.
231. Bagherian A, Shirazi AS, Sadeghi R. Adhesive systems under fissure sealants: yes or no?: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of the American Dental Association* 2016: 446-56.
232. Prabhakar A. The marginal seal of a flowable Composite, an injectable resin modified Glass Ionomer and a Compomer in primary molars-An in vitro study. *J Indian Soc Pedo Prev Dent* June 2003; 21(2): 45-8.
233. Joseph T, Jayanthi M. Comparative evaluation of glass ionomer and resin based fissure sealant using noninvasive and invasive techniques-A SEM and microleakage study. *J Indian Soc Pedo Prev Dent* June 2004; 22(2): 56-62.
234. Simsek derelioglu S, Yilmaz Y, Celik P, Carikcioglu B, Keles S. Bond strength and microleakage of self-adhesive and conventional fissure sealants. *Dental materials journal* 2014; 33(4): 530-8.
235. Profundidade A, Penetracao D, Dos Cimentas D, Oclusais U. Evaluation of marginal microleakage and depth of penetration of glass ionomer cements used as occlusal sealants. *J Appl Oral Sei* 2005; 13(3): 269-74.

236. Ashwin R, Arathi R. Comparative evaluation for microleakage between Fuji-VII glass ionomer cement and light-cured unfilled resin: a combined in vivo in vitro study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry* 2007; 25(2): 86-7.
237. Shin S, Kim J. Microleakage and Anticariogenic Effect of S-PRG Filler-containing Pit and Fissure Sealant. *The journal of the korean academy of pedatric dentistry* 2013; 40(4): 247-52.
238. Kane B, Karren J, Garcia-Godoy C, Garcia-Godoy F. Sealant adaptation and penetration into occlusal fissures. *American journal of dentistry* 2009; 22(2): 89-91.
239. Khogli AE, Cauwels R, Vercruysse C, Verbeeck R, Martens L. Microleakage and penetration of a hydrophilic sealant and a conventional resinbased sealant as a function of preparation techniques: a laboratory study. *International Journal of Paediatric Dentistry* 2013; 23(1): 13-22.
240. Dukić W, Lulić Dukić O, Milardović S. The influence of Healozone on microleakage and fissure penetration of different sealing materials. *Collegium antropologicum* 2009; 33(1): 157-62.
241. Aguilar F, Drubi-Filho B, Casemiro L, Watanabe M, Pires-de-Souza F. Retention and penetration of a conventional resin-based sealant and a photochromatic flowable composite resin placed on occlusal pits and fissures. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry* 2007; 25(4): 169-73.
242. Öykü D, Dilek A T, Gürol Ö, Funda Ö B, Funda Ç Y. Light microscopy and SEM evaluation of three different fissure sealants. *OHDMBSC* 2005; 4(4): 26-32.
243. Yildiz E, Dörter C, Efes B, Koray F. A comparative study of two fissure sealants: a 2-year clinical follow up. *Journal of Oral Rehabilitation* 2004; 31(10): 979-84.
244. Rock W, Weatherill S, Anderson R. Retention of three fissure sealant resins. The effects of etching agent and curing method. Results over 3 years. *British dental journal* 1990; 168(8): 323-5.
245. Singh S, Pandey R. An evaluation of nanocomposites as pit and fissure sealants in child patients. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry* 2011; 29(4): 294-9.

246. Kucukyilmaz E, Savas S. Evaluation of Different Fissure Sealant Materials and Flowable Composites Used as Pit-and-fissure Sealants: A 24-Month Clinical Trial. *Pediatric dentistry* 2015; 37(5): 468-73.
247. Eliades A, Birpou E, Eliades T, Eliades G. Self-adhesive restoratives as pit and fissure sealants: A comparative laboratory study. *dental materials* 2013; 29(7): 752-62.
248. Chaitra T, Subba Reddy V, Devarasa G, Ravishankar T. Microleakage and SEM analysis of flowable resin used as a sealant following three fissure preparation techniques—an in vitro study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2011; 35(3): 277-82.
249. Hasanuddin S, Reddy E, Manjula M, Srilaxmi N, Rani S, Rajesh A. Retention of fissure sealants in young permanent molars affected by dental fluorosis: a 12-month clinical study. *European Archives of Paediatric Dentistry* 2014; 15(5): 309-15.
250. Mesquita-Guimarães KSFd, Sabbatini IF, Almeida CGd, Galo R, Nelson-Filho P, Borsatto MC. Bond Strength of a Bisphenol-A-Free Fissure Sealant With and Without Adhesive Layer under Conditions of Saliva Contamination. *Brazilian Dental Journal* 2016; 27(3): 309-12.
251. Kumaran P. Clinical evaluation of the retention of different pit and fissure sealants: a 1-year study. *International journal of clinical pediatric dentistry* 2013; 6(3): 183-7.
252. Meller C, Reichenmiller K, Schwahn C, Samietz S, Blunck U. Resin-based Pit-and-Fissure Sealants: Microleakage Reduction and Infiltration Enhancement Using a Bonding Agent. *Journal of Adhesive Dentistry* 2015; 17(1): 59-65.
253. Oba AA, Sönmez IŞ, Ercan E, Dülgergil T. Comparison of retention rates of fissure sealants using two flowable restorative materials and a conventional resin sealant: two-year follow-up. *Medical Principles and Practice* 2011; 21(3): 234-7.
254. Yengopal V, Mickenautsch S, Bezerra AC, Leal SC. Caries-preventive effect of glass ionomer and resin-based fissure sealants on permanent teeth: a meta analysis. *Journal of oral science* 2009; 51(3): 373-82.

255. Pereira AC, Pardi V, Mialhe F, de Castro Meneghim M, Ambrosano G. A 3-year clinical evaluation of glass-ionomer cements used as fissure sealants. *American journal of dentistry* 2003; 16(1): 23-7.



## 9. ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Kastamonu ili Tosya ilçesinde doğdum. İlköğrenimimi 2002 yılında Tosya Fatih İlköğretim Okulu'nda, lise eğitimimi 2006 yılında Çankırı Fen Lisesi'nde tamamladım. 2006 yılında Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde başladığım lisans eğitimimi 2011 yılında tamamladım. 2012 yılında İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda doktora öğrenimine başladım ve hale aynı bölümde araştırma görevlisi olarak görev yapmaktayım.

