

T.C.
AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI

FİSSÜR ÖRTÜCÜ OLARAK KULLANILAN MATERYALLERE
DİŞ FIRÇALAMANIN ETKİSİNİN İN-VİTRO İNCELENMESİ

Edanur GÖKCE MEYDAN
UZMANLIK TEZİ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÜNAL

Bu çalışma; Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bilimsel Araştırma
Projeleri Birimi tarafından 19.DUS.001 kodlu proje ile desteklenmiştir.

2020-AFYONKARAHİSAR

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Uzmanlık Öğrencisinin

Adı Soyadı: Edin GÖKLE MEYDAN

İmza:



Danışmanın

Ünvanı Adı Soyadı: Dr. Öğ. Üy.
Mehmet İNAL

İmza:



KABUL VE ONAY

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 07/07/2020

JÜRİ:

Başkan : Prof. Dr. Sema ÇELENK

Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÜNAL

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Burcu GÜÇYETMEZ TOPAL

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Özgür DOĞAN

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

ONAY: Pedodonti Anabilim Dalı Uzmanlık öğrencisi Arş. Gör. Dt. Edanur GÖKCE MEYDAN'ın "Fissür Örtücü Olarak Kullanılan Materyallere Diş Fırçalamanın Etkisinin İn-Vitro İncelenmesi" başlıklı tezi 07/07/2020 günü saat 11:30'da değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet Muhtar GÜROL

Fakülte Dekan Vekili

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimimde ve tezimin hazırlanmasında, bilgi ve deneyimleri ile bana her konuda yol gösteren ve destekleyen değerli tez danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÜNAL'a,

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini her daim benimle paylaşan değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Özgür DOĞAN ve Dr. Öğr. Üyesi Burcu GÜÇYETMEZ TOPAL'a

Uzmanlık tezimin istatistiksel değerlendirmelerini gerçekleştiren, Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı Öğretim Üyesi değerli hocam Prof. Dr. İsmet DOĞAN'a,

Uzmanlık projemi destekleyen Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine,

Eğitimim boyunca birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum, Pedodonti Anabilim Dalı'ndaki bütün asistan arkadaşlarıma ve tüm yardımcı sağlık personeline,

Uzmanlık eğitimim süresince birlikte çalışmaktan keyif aldığım sevgili arkadaşlarım Dt. İsmail Haktan ÇELİK ve Dt. Saliha Gülten SUNGUR'a,

Tezimin hazırlanma aşamasında teknik alanda bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım sevgili arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Cemile YILMAZ ve kardeşim Hasan GÖKCE'ye,

Tez çalışmamın uygulama aşamasında yardımcı olan arkadaşlarım Dt. Seher Gözde UĞUR, Dt. Mert Hüseyin DENİZLİ ve Kerime AKÇEŞME'ye,

Ayrıca tüm hayatım boyunca hiçbir fedakarlıktan çekinmeden her anımda yanımda olan ve sevgilerini her daim hissettiğim babam Yıldırım GÖKCE, annem Çiğdem GÖKCE'ye,

Ve her alanda olduğu gibi tezimin hazırlanma aşamasında da sonsuz sabır ve özveriyle hep yanımda olan sevgili eşim Tunahan MEYDAN'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Edanur GÖKCE MEYDAN
Afyonkarahisar, Temmuz 2020

FİSSÜR ÖRTÜCÜ OLARAK KULLANILAN MATERYALLERE DİŞ FIRÇALAMANIN ETKİSİNİN İN-VİTRO İNCELENMESİ

Edanur GÖKCE MEYDAN

**Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi
Temmuz 2020
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÜNAL**

ÖZET

Pit ve fissür örtücüler çürük riski yüksek daimi büyük azı dişlerinin okluzal yüzeylerine çürüğü önlemek amacıyla uygulanan restoratif materyallerdir. Bu çalışmanın amacı rezin, giomer, cam iyonomer ve cam karbomer içerikli fissür örtücüler ile kendinden adezivli bir akışkan kompozitin yüzey özelliklerine diş fırçalamanın etkisinin in vitro koşullarda incelenmesi ve bu materyallerin başarılarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir.

Çalışmada fissür örtücü materyallerden hazırlanan disk şeklinde örnekler ve çürüksüz üçüncü büyük azı dişleri kullanıldı. Disk şeklinde örnekler her materyalden 24 adet olacak şekilde hazırlandı ve farklı fırçalama döngüleri için iki alt gruba ayrıldı (n=12). 120 adet çürüksüz üçüncü büyük azı dişi fırçalama işlemi için iki ana gruba ve farklı materyaller için beş alt gruba ayrıldı (n=12). Disk şeklinde örneklerden mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü ve SEM-EDX analizleri için başlangıç kayıtları alındı. Bu örnekler fırçalama simülatöründe 6 ay (5000) ve 12 aylık (10000) döngülerde fırçalandı. Fırçalama sonrası mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü ölçümleri ve SEM-EDX analizleri tekrarlanarak başlangıç verileri ile karşılaştırıldı. Dişlere üretici firmaların önerileri doğrultusunda fissür örtücü materyaller uygulandı. Dişler 6 ay ve 12 aylık fırçalama döngülerinde fırçalandıktan sonra retansiyonlarının değerlendirilmesi amacıyla görsel skorlama metodu ile skorlandı. Çalışma sonucunda mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri ile elde edilen verilerin istatistiksel analizi Kruskal Wallis testi ve tekrarlı ölçüm düzeylerinde varyans analizi, görsel skorlama sonucu elde edilen verilerin analizi ise ki kare testi kullanılarak yapıldı.

Fırçalama döngüleri sonunda tüm materyallerin mikrosertlik değerlerinde azalma gözlemlendi ancak bu fark akışkan kompozit (Vertise Flow, Kerr) ve cam karbomer içerikli fissür örtücüde (GCP Glass Carbomer) istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). Tüm materyallerin yüzey pürüzlülüğü değerlerinde fırçalama döngüleri sonrasında artış gözlenmesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı artış sadece rezin içerikli fissür örtücüde (3M Clinpro Sealant) tespit edildi ($p<0,05$). Fırçalama sonrası tüm materyallerin flor oranlarında azalma gözlemlendi. Flor oranlarındaki değişim incelendiğinde fırçalama sonunda en fazla değişim giomer içerikli fissür örtücüde (Beautiselant, Shofu) tespit edildi. Materyallerin retansiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılan görsel skorlama sonucunda en yüksek skorlar akışkan kompozit (Vertise Flow, Kerr) ve rezin içerikli fissür örtücüde (3M Clinpro Sealant), en düşük skorlar ise cam iyonomer (GC Fuji Triage) ve cam karbomer (GCP Glass Carbomer) içerikli fissür örtücülerde gözlemlendi.

Sonuç olarak fırçalama sonrası fissür örtücü materyallerin yüzey özellikleri olumsuz yönde etkilenmiştir. Kullanılan fissür örtücüler diş fırçalama işleminden farklı oranlarda etkilenmiştir. Çalışma genelinde kendinden adezivli akışkan kompozitler cam iyonomer içerikli materyallere göre daha başarılı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fırçalama simülatörü, Mikrosertlik, Pit ve fissür örtücü, Retansiyon, Yüzey pürüzlülüğü

THE EFFECT OF TOOTHBRUSHING ON MATERIALS USED AS FISSURE SEALANTS: AN IN-VITRO STUDY

Edanur GÖKCE MEYDAN

**Afyonkarahisar University of Health Sciences
Faculty of Dentistry, Department of Pedodontics Specialization Thesis**

July 2020

Supervisor: Asts. Prof. Mehmet ÜNAL

ABSTRACT

Pit and fissure sealants are used to prevent caries on the occlusal surfaces of permanent molar teeth with a high risk of caries. The aim of this study is to investigate the effect of toothbrushing on the surface properties of resin, giomer, glass ionomer, glass carbomer based fissure sealants and a self-adhesive flowable composite.

Third molars without caries and disc-shaped samples prepared from were used in the study. Disc-shaped samples were prepared as 24 of each material and divided into two subgroups for different brushing cycles (n=12). 120 third molars were divided into two main groups for brushing and five subgroups for different materials (n=12). Initial records for microhardness, surface roughness and SEM-EDX analysis were obtained from disk-shaped samples. These samples were brushed in the brushing simulator in 5000 (6-month) and 10000 (12-month) cycles. After brushing, microhardness, surface roughness and SEM-EDX analyzes were repeated and compared with initial data. Fissure sealants were used to the teeth in line with the recommendations of the manufacturers. After the teeth were brushed in the 6-month and 12-month brushing cycles, they were scored by visual scoring method to evaluate their retention. As a result of the study, the statistical analysis of the data obtained by microhardness and surface roughness measurements were performed using Kruskal Wallis test and variance analysis at repeated measurement levels. Statistical analysis of the data obtained as a result of visual scoring was done by using chi square test.

At the end of the brushing cycles, microhardness values of all materials decreased, but this difference was found statistically significant in flowable composite (Vertise Flow, Kerr) and glass carbomer based fissure sealant (GCP Glass Carbomer) ($p<0,05$). Although, surface roughness values of all materials increased after brushing cycles, statically significant increase was detected only in the fissure sealant with resin based (3M Clinpro Sealant) ($p<0,05$). After brushing, fluoride rates of all materials decreased. When the change in fluoride ratios was examined, the most change was detected in the giomer based fissure sealant (Beautiselant, Shofu) at the end of brushing. As a result of the visual scoring used to evaluate the retention of the materials, the highest scores were observed in the flowable composite (Vertise Flow, Kerr) and the resin based fissure sealant (3M Clinpro Sealant). The lowest scores were observed in glass ionomer (GC Fuji Triage) and glass carbomer (GCP Glass Carbomer) based fissure sealants.

As a result, the surface properties of fissure sealants were negatively affected after brushing. In the study, self-adhesive flowable composites were found to be more successful than glass ionomer based materials.

Keywords: Brushing simulation, Microhardness, Pit and fissure sealants, Surface roughness, Retention

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. PİT VE FİSSÜR ÇÜRÜKLERİ	3
2.1.1. Pit ve Fissürlerin Morfolojisi	3
2.1.2. Pit ve Fissür Çürüklerinin Gelişimi.....	4
2.1.3. Pit ve Fissür Çürüklerinin Teşhisi.....	4
2.1.4. Pit ve Fissür Çürüklerinden Korunma.....	7
2.1.4.1. Mekanik Plak Kontrolü.....	8
2.1.4.2. Kimyasal Plak Kontrolü.....	8
2.1.4.3. Flor Uygulamaları.....	9
2.2. PİT VE FİSSÜR ÖRTÜCÜLER	11
2.2.1. Fissür Örtücülerin Etkinliği	11
2.2.2. Fissür Örtücülerin Tarihçesi.....	12
2.2.3. Fissür Örtücü Endikasyonları.....	13
2.2.3.1. Hasta Seçimi	14
2.2.3.2. Diş Seçimi.....	14
2.2.3.3. Fissür Örtücü Uygulaması İçin İdeal Yaşlar.....	15
2.2.4. İdeal Bir Fissür Örtücü de Bulunması Gereken Özellikler	16
2.2.5. Fissür Örtücü Uygulama Teknikleri	16
2.2.5.1. İnvaziv Teknik	16
2.2.5.2. Non-İnvaziv Teknik.....	17
2.2.5.3. Koruyucu Rezin Restorasyon (KRR)	18
2.2.6. Fissür Örtücü Uygulama Basamakları	19
2.2.6.1. Yüzeyin Temizlenmesi ve İzolasyon.....	19

2.2.6.2.	Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi	19
2.2.6.3.	Fissür Örtücünün Uygulanması ve Okluzyon Kontrolü	20
2.2.7.	Güncel Fissür Örtücü Materyaller.....	21
2.2.7.1.	Rezin İçerikli Fissür Örtücüler	21
2.2.7.2.	Cam İyonomer İçerikli Fissür Örtücüler.....	25
2.2.7.3.	Rezin Modifiye Cam İyonomer İçerikli Fissür Örtücüler	27
2.2.7.4.	Poliasit Modifiye Rezin İçerikli Fissür Örtücüler (Kompomerler) ..	28
2.2.7.5.	Ormoser İçerikli Fissür Örtücüler.....	29
2.2.7.6.	Giomer İçerikli Fissür Örtücüler.....	29
2.2.7.7.	Cam Karbomer İçerikli Fissür Örtücüler	31
2.2.7.8.	Akışkan Kompozitler.....	33
2.2.8.	Fissür Örtücülerde Başarısızlık Nedenleri	35
2.3.	Fissür Örtücülerin Fiziksel Özelliklerini Değerlendirmek Amacıyla Kullanılan Yöntemler	35
2.3.1.	Diş Fırçalama Simülatörü	36
2.3.2.	Mikrosertlik Testi.....	36
2.3.3.	Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme ve Değerlendirme Yöntemleri	37
2.3.3.1.	Profilometreler	38
2.3.4.	Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM-EDX Analizi).....	39
3.	GEREÇ VE YÖNTEM.....	40
3.1.	Çalışmada Kullanılan Fissür Örtücü Materyaller.....	40
3.2.	Çalışma Gruplarının Oluşturulması.....	42
3.3.	Örneklerin Hazırlanması	43
3.3.1.	Fissür Örtücü Materyallerden Disk Şeklinde Örnekler Oluşturulması	43
3.3.2.	Fissür Örtücü Materyallerin Çekilmiş Dişler Üzerine Uygulanması	45
3.3.3.	Örneklerin Fırçalama Simülatöründe Fırçalanması	47

3.4. Laboratuvar Testleri	48
3.4.1. Mikrosertlik Ölçümlerinin Yapılması	48
3.4.2. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümlerinin Yapılması	50
3.4.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM- EDX) Analizi	51
3.4.4. Görsel Skorlama Metodu	51
3.5. İstatistiksel Analiz	52
4. BULGULAR.....	53
4.1. Mikrosertlik Testi Bulguları	53
4.1.1. Vickers Mikrosertlik Cihazı ile Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizi	55
4.2. Optik Profilometre Bulguları.....	57
4.2.1. Optik Profilometre Cihazı ile Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizi.....	59
4.2.2. Optik Profilometre ile Yüzey Pürüzlülüğü Analizinde Elde Edilen Görüntüler.....	61
4.3. SEM- EDX Analizi	63
4.3.1. Sem ile İki Boyutlu Görüntüsü Alınan Yüzeylerin Pürüzlülük Analizi ...	63
4.3.2. Örneklerin Başlangıç ve Fırçalama Sonrası SEM görüntüleri	64
4.3.3. EDX Analizi ile Materyallerin Elementel Kompozisyonlarının Belirlenmesi	67
4.4. Görsel Skorlama Metodu ile Materyallerin Fırçalama Sonrası Retansiyonlarının Değerlendirilmesi	72
4.4.1. Örneklerin Başlangıç ve Fırçalama Sonrası Görüntüleri	73
5. TARTIŞMA	77
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	96
7. KAYNAKLAR	98
EKLER.....	122
ÖZGEÇMİŞ	123

SİMGELER ve KISALTMALAR

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
<	Küçük
>	Büyük
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ADA	American Dental Association (Amerikan Diş Hekimleri Birliği)
AFM	Atomik kuvvet mikroskobu
Al	Aluminyum
Al₂O₃	Alüminyum oksit
APF	Asidüle fosfat florür
Ark.	Arkadaşları
ART	Atravmatik restoratif tedavi
B	Bor
Ba	Baryum
BAP	Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü
Bis-GMA	Bisfenol A Glisidil Metakrilat
BPA	Bisfenol A
Ca	Kalsiyum
Cis	Cam iyonomer siman
CO₂	Karbondioksit
dk	Dakika
EDX	Enerji Dağıtıcı X-Işını Analizi
Er:YAG	Erbium: Yttrium Aluminium Garnet
F	Flor (Fluorid)

GPDM	Gliserol Fosfat Dimetakrilat
grF	Gramkuvvet
HEMA	Hidroksietil metakrilat
K	Potasyum
KRR	Koruyucu rezin restorasyon
Kv	Kilovolt
La	Lantan
LED	Light Emitting Diode
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mm²	Milimetrekaire
µm	Mikrometre
µm²	Mikrometrekaire
n	Örnek Sayısı
N	Newton
Na	Sodyum
Nd:YAG	Neodymium:Yttriyum-Alüminyum Garnet
Ni	Nikel
nm	Nanometre
O	Oksijen
P	Fosfor
PMKR	Poliasit modifiye kompozit rezin
p	İstatistiksel anlamlılık
pH	Hidrojen iyonları konsantrasyonu
ppm	Milyonda birlik kısım

Ra	Ortalama pürüzlülük değeri
RMCİS	Rezin modifiye cam iyonomer siman
QLF	Kantitatif ışık ölçümlü floresans
QTH	Kuartz Tungsten Halojen
sn	Saniye
SEM	Tarayıcı elektron mikroskobu
Si	Silikon veya Silisyum
SPSS	Sosyal bilimler istatistik programı
S-PRG	Surface prereacted glass ionomer (Önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer partikülleri)
Sr	Stronsiyum
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat
Ti	Titanyum
TUAM	Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
UDMA	Üretan dimetakrilat
UV	Ultraviyole
W	Watt
x	Büyütme oranı
VHN	Vickers mikrosertlik değeri

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.1: Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri.

Tablo 3.2: Uygulanan materyal tipine göre oluşturulan gruplar.

Tablo 3.3: Fissür örtücülerin değerlendirilmesinde görsel skorlama metodu (Bangale ve ark.,2011).

Tablo 4.1: Fissür örtücü örneklerin ort. VHN değerleri ve standart sapmaları ile ort. VHN değerlerinin döngüler arası değişim oranları

Tablo 4.2. Fissür örtücü örneklerin başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama sonrasında ortalama Vickers mikrosertlik (VHN) değerleri ve standart sapmaları.

Tablo 4.3: Örneklerin döngüler arası ort. VHN değerlerinin değişim oranları.

Tablo 4.4: Fissür örtücü örneklerin ort. Ra değerleri ve standart sapmaları ile ort. Ra değerlerinin döngüler arası değişim oranları.

Tablo 4.5: Fissür örtücü örneklerin başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama sonrasında ortalama pürüzlülük değerleri (Ra) ve standart sapmaları.

Tablo 4.6: Örneklerin döngüler arası ort. Ra değerlerinin değişim oranları.

Tablo 4.7: Örneklerin içerdikleri ort. flor oranlarının döngüler arası değişimi

Tablo 4.8: 6 aylık (5000) döngüde fırçalanan örneklerin fırçalama sonundaki skor dağılımları ve yüzdeleri.

Tablo 4.9: 12 aylık (10000) döngüde fırçalanan örneklerin fırçalama sonundaki skor dağılımları ve yüzdeleri.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Pit ve fissürlerin morfolojilerine göre sınıflandırılması.

Şekil 3.1: Çalışmada kullanılan fissür örtücü materyaller.

Şekil 3.2: Disk şeklinde örneklerle ait çalışma dizaynı.

Şekil 3.3: Diş örneklerine ait çalışma dizaynı.

Şekil 3.4: Disk şeklinde fissür örtücü örneklerin hazırlanması.

Şekil 3.5: Plastik borular yardımıyla fissür örtücü diskler içeren akrilik blokların hazırlanması.

Şekil 3.6: A) Çalışmada kullanılan çürüksüz üçüncü büyük azı dişlerine örnek B) Fırçalama simülatörü için hazırlanan akrilik bloklar.

Şekil 3.7: C grubuna ait örneklerden birine fissür örtücü uygulama aşamaları

Şekil 3.8: V grubuna ait örneklerden birine fissür örtücü uygulama aşamaları

Şekil 3.9: B grubuna ait örneklerden birine fissür örtücü uygulama aşamaları.

Şekil 3.10: F grubuna ait örneklerden birine fissür örtücü uygulama aşamaları.

Şekil 3.11: F grubuna ait örneklerden birine fissür örtücü uygulama aşamaları.

Şekil 3.12: Fırçalama simülatörü (Esetron MF-100, MOD Dental, Ankara, Türkiye).

Şekil 3.13: Fırçalama simülatöründe fırçanın örnekler üzerindeki konumu ve çalışmada kullanılan diş fırçası ile diş macunu.

Şekil 3.14: Mikrosertlik test cihazı (Shimadzu Micro Hardness Testers HMT-2, Japonya).

Şekil 3.15: Vickers mikrosertlik ölçüm yönteminin şematik görünümü

Şekil 3.16: Uygulanan kuvvetin örnekte oluşturduğu izin mikroskop görüntüsü.

Şekil 3.17: Optik profilometre cihazı (Nanovea ST400 Profilometer)

Şekil 3.18: Taramalı elektron mikroskopu (LEO 1430 VP, Cambridge, İngiltere).

Şekil 4.1: C grubu (3M Clinpro Sealant) optik profilometre görüntüleri.

Şekil 4.2: V grubu (Vertise Flow, Kerr) optik profilometre görüntüleri.

Şekil 4.3: B grubu (Beautisealant, Shofu) optik profilometre görüntüleri.

Şekil 4.4: F grubu (GC Fuji Triage) optik profilometre görüntüleri.

Şekil 4.5: G grubu (GCP Glass Carbomer) optik profilometre görüntüleri.

Şekil 4.6: Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda C (3M Clinpro Sealant) grubuna ait bir örneğin x250, x500, x1000 büyütme oranlarında SEM ile görüntülenmesi.

Şekil 4.7: Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda V (Vertise Flow, Kerr) grubuna ait bir örneğin x250, x500, x1000 büyütme oranlarında SEM ile görüntülenmesi.

Şekil 4.8: Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda B (Beautisealant, Shofu) grubuna ait bir örneğin x250, x500, x1000 büyütme oranlarında SEM ile görüntü.

Şekil 4.9: Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda F (GC Fuji Triage) grubuna ait bir örneğin x250, x500, x1000 büyütme oranlarında SEM ile görüntülenmesi.

Şekil 4.10: Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda G (GCP Glass Carbomer) grubuna ait bir örneğin x250, x500, x1000 büyütme oranlarında SEM ile görüntülenmesi.

Şekil 4.11: Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda C (3M Clinpro Sealant) ve B (Beautisealant,Shofu) grubuna ait birer örneğin x500 büyütme oranında yapılan EDX analizleri sonucunda içerdikleri elementlerin ağırlıkça ort. yüzdeleri

Şekil 4.12: Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda V (Vertise Flow, Kerr) grubuna ait bir örneğin x500 büyütme oranında yapılan EDX analizleri sonucunda içerdiği elementlerin ağırlıkça ort. yüzdeleri.

Şekil 4.13: Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda F (GC Fuji Triage) ve G (GCP Glass Carbomer) grubuna ait birer örneğin x500 büyütme oranında yapılan EDX analizleri sonucunda içerdikleri elementlerin ağırlıkça ort. yüzdeleri.

Şekil 4.14: Clinpro Sealant (rezin içerikli fissür örtücü) uygulanan bir dişin başlangıç ve 6 aylık fırçalama sonunda görünümü - Skor A.

Şekil 4.15: Clinpro Sealant (rezin içerikli fissür örtücü) uygulanan bir dişin başlangıç ve 12 aylık fırçalama sonunda görünümü - Skor A.

Şekil 4.16: Vertise Flow (akışkan kompozit) uygulanan bir dişin başlangıç ve 6 aylık fırçalama sonunda görünümü - Skor A.

Şekil 4.17: Vertise Flow (akışkan kompozit) uygulanan bir dişin başlangıç ve 12 aylık fırçalama sonunda görünümü - Skor B.

Şekil 4.18: Beautisealant (giomer içerikli fissür örtücü) uygulanan bir dişin başlangıç ve 6 aylık fırçalama sonrası görünümü - Skor A.

Şekil 4.19: Beautisealant (giomer içerikli fissür örtücü) uygulanan bir dişin başlangıç ve 12 aylık fırçalama sonrası görünümü - Skor A.

Şekil 4.20: Fuji Triage cam iyonomer içerikli fissür örtücü uygulanan bir dişin başlangıç ve 6 aylık fırçalama sonrası görünümü - Skor B.

Şekil 4.21: Fuji Triage cam iyonomer içerikli fissür örtücü uygulanan bir dişin başlangıç ve 12 aylık fırçalama sonrası görünümü - Skor C.

Şekil 4.22: Glass Carbomer fissür örtücü uygulanan bir dişin başlangıç ve 6 aylık fırçalama sonrası görünümü - Skor A.

Şekil 4.23: Glass Carbomer fissür örtücü uygulanan bir dişin başlangıç ve 12 aylık fırçalama sonrası görünümü - Skor D.

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 4.1: Örneklerin başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama sonrasında ki ortalama Vickers mikrosertlik (VHN) değerleri ve standart sapmaları.

Grafik 4.2: Örneklerin başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama sonrasında ki ortalama Vickers mikrosertlik (VHN) değerleri ve standart sapmaları.

Grafik 4.3: Örneklerin döngüler arası ort. VHN değerlerinin değişimi (%).

Grafik 4.4: Örneklerin başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama sonrasında ki ortalama Ra değerleri ve standart sapmaları.

Grafik 4.5: Örneklerin başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama sonrasında ki ortalama Ra değerleri ve standart sapmaları.

Grafik 4.6: Örneklerin döngüler arası ort. Ra değerlerinin değişimi (%).

Grafik 4.7. Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda gruplara ait birer örneğin EDX analizleri sonucunda ağırlıkça ort. flor yüzdeleri.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Diş çürüğü 20 ila 64 yaş arası yetişkinlerin % 90'ından fazlasını etkileyen kronik bir hastalıktır. Tüm sağlık sorunları içinde en sık görülen ve en pahalıları arasında olmasına rağmen, aynı zamanda en önlenebilir olanlar arasındadır (Nowak ve ark., 2018).

Koruyucu diş hekimliği, toplumdaki çürük riskini azaltmayı ve diş yapılarının korunmasına yönelik invaziv olmayan konservatif tekniklerin kullanılmasını amaçlayan diş hekimliğinin bir dalıdır. Yürütülen koruyucu ağız sağlığı programlarına rağmen çürük gelişimi zamanla azalsa da okluzal yüzeylerdeki pit ve fissürlerde oluşan çürüklerin oranı hala çocuk ve ergenlerdeki tüm çürük deneyiminin %80'inden fazlasını oluşturmaktadır (Hicks ve Flaitz, 2009).

Morfolojik olarak çürük oluşumuna sebep olan ve mikroorganizmaların yapışmasını kolaylaştıran pit ve fissürlerin fiziksel bir bariyerle örtülmesi, çürüğün klinik olarak önlenmesinde önemli bir koruyucu uygulama olarak kabul görmektedir (Mass ve ark., 1999; Wright ve ark., 2016b).

Fissür örtücü uygulamaları 1960'lı yılların başında kullanılmaya başlanmış ve zamanla geliştirilmiştir (Papageorgiou ve ark., 2017). Literatürde fissür örtücü uygulamalarının çürüğe duyarlı pit ve fissürlerde çürük riskini azaltmada etkili olduğu kanıtlanmıştır (Ahovuo-Saloranta ve ark., 2013; Bagherian ve Shiraz, 2018).

İdeal bir fissür örtücü, uygulandığı yüzeyde kuvvetli ve uzun süreli retansiyona sahip olmalı, ağızdaki fonksiyonel kuvvetlere karşı dirençli olmalı ve mekanik plak kontrolünde kullanılan ajanlar karşısında pürüzsüzlüğünü uzun süre koruyabilmelidir (Welbury ve ark., 2004). Geçmişten bu yana fissür örtücü olarak birçok materyal kullanılmasına rağmen ideal özelliklere sahip fissür örtücü hala sorgulanmaktadır.

Günümüzde, en sık tercih edilen fissür örtücüler rezin ve cam iyonomer içerikli olanlardır (Papageorgiou ve ark., 2017). Resin içerikli fissür örtücüler yüksek retansiyon kabiliyetleri nedeniyle uzun yıllardır kullanılsa da neme duyarlı yapısı küçük çocuklarda kullanımını zorlaştırmaktadır (Subramaniam ve ark., 2008). Cam iyonomer içerikli fissür örtücüler ise diş yapılarına bağlanabilme özelliği ile uygulama kolaylığı sağlar ancak

fissürlerde kalma oranları rezin fissür örtücülere kıyasla çok düşüktür (Wright ve ark., 2016b).

İdeal fissür örtücü özelliklerine ulaşmak ve bu materyallerin dezavantajlarını gidermek amacıyla yeni materyaller üretilmekte veya mevcut materyaller geliştirilmektedir. Bu amaçla, son yıllarda cam iyonomer simanların, karbomer ve floroapatit ile güçlendirilmesiyle elde edilen cam karbomer simanlar ve önceden reaksiyona girmiş cam partikülleri (S-PRG) içeren rezin matriksten oluşan giomerler kullanılmaya başlanmıştır (Ünlügenç ve Bolgöl, 2019). Gelişmiş özellikleri nedeniyle akışkan kompozitler de fissür örtücü materyallere alternatif olarak önerilmiştir (Kakaboura ve ark., 2002). Özellikle kendinden adezivli akışkan kompozitler uygulama kolaylığı sayesinde çocuk hastalarda tedavi süresini kısaltmakta, hasta ve hekim için zaman tasarrufu sağlamaktadır (Vichi ve ark., 2013).

Oral ortamda mekanik ve kimyasal etkileşime bağlı olarak zamanla fissür örtücülerin yapısında bozulmalar gözlenebilmektedir. Literatürde diş fırçalama süresinin ve fırçalama sırasında uygulanan kuvvetin fissür örtücülerin yüzeyleri üzerindeki etkisini bildiren çok az sayıda çalışma bulunmaktadır (Heintze ve ark., 2010).

Bu tez çalışmasının amacı; rezin, giomer, cam iyonomer ve cam karbomer içerikli fissür örtücüler ile kendinden adezivli bir akışkan kompozitin yüzey özelliklerine diş fırçalamanın etkisinin in vitro koşullarda incelenmesi ve bu materyallerin başarılarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir.

Çalışmada aşağıdaki sıfır hipotezleri test edilecektir.

Hipotez 1 (H1): Diş fırçalamanın fissür örtücülerin yüzey özellikleri üzerine bir etkisi yoktur.

Hipotez 2 (H2): Kullanılan fissür örtücüler arasında, fırçalama öncesi ve sonrasında değerlendirilen yüzey özellikleri açısından farklılık yoktur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. PİT VE FİSSÜR ÇÜRÜKLERİ

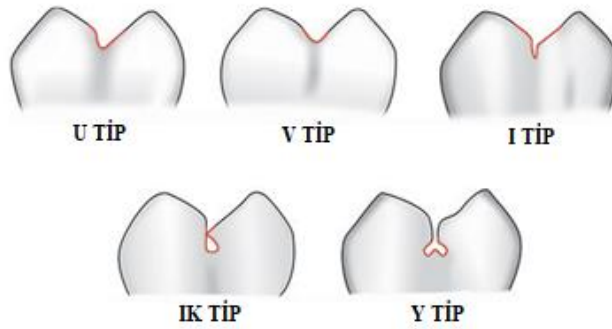
2.1.1. Pit ve Fissürlerin Morfolojisi

Dişlerin oklüzal yüzeyleri, pit ve fissürlerin morfolojisi nedeniyle çürüğe eğilimlidir. Pit ve fissürler diş yüzeyinde retantif alan oluşturarak besin ve bakteri birikimine neden olurlar (Rohr ve ark., 1991; Nowak ve ark., 2018; Muntean ve ark., 2019). Ayrıca bu bölgelerde minerin daha ince olması deminerilizasyonun hızlanmasına yol açmaktadır (Nowak ve ark., 2018).

Okluzal yüzeylerdeki çürük riski, fissürlerin tüberkül eğimleri arasındaki açıdan da etkilenmektedir. Tüberkül eğimleri arasındaki açının yaklaşık 70-90° olduğu sığ fissürlerde çürük riskinin düşük olduğu, bu açının 70° den küçük olduğu fissürlerde ise çürüğe yatkınlığın fazla olduğu bildirilmiştir König (1963).

Pit ve fissürler morfolojik özelliklerine göre V, U, I, IK, ve Y tipi olmak üzere beş gruba ayrılmıştır:

- V tipi: Fissür tepesinde geniş, tabana doğru gittikçe daralan (%34),
- U tipi: Fissür tepesinden tabanına kadar aynı genişlikte olan (%14),
- I tipi: Fissür tepesinden tabanına kadar dar bir yarık formunda olan (%19),
- IK tipi: Kum saatine benzer formda olan (%26),
- Y tipi: Fissür tepesinde dar, tabanında genişleyen (%7) fissürlerdir (Nagano, 1961; König, 1963; Garg ve ark., 2018).



Şekil 2.1: Pit ve fissürlerin morfolojilerine göre sınıflandırılması.

Pit ve fissür çürüklerine, geniş sığ ve temizlenebilir fissürlerde (U,V), derin ve dar fissürlere göre (IK,I) daha az rastlanmaktadır (Hicks ve Flaitz, 2009; Salman, 2011; Muntean ve ark., 2019).

2.1.2. Pit ve Fissür Çürüklerinin Gelişimi

Pit ve fissür çürüklerinin gelişimi, fissürlerin karşılıklı tüberkül eğimleri boyunca mine prizmaları ile aynı yönde ilerleyen, bağımsız iki ayrı lezyonun tabanda birleşmesi şeklindedir. Çürüğün hızlı ilerlemesi ise çoğunlukla çürüğe hassas mine dentin birleşimi ve altta uzanan dentine kadar ulaşan fissür derinliği ile ilişkilidir (Hicks ve Flaitz, 2009; Özer ve ark., 2016).

Fissürlerin tipine bağlı olarak tabanlarındaki mine kalınlığı da farklılık göstermektedir. Diş yüzeylerinin çoğunda mine kalınlığı yaklaşık 1,5-2 mm iken, derin fissürlerde sadece 0,2 mm veya daha azdır. Bu nedenle derin fissürlerde başlayan çürük lezyonlarının dentine yayılması daha hızlı olmaktadır Sharma (1993).

2.1.3. Pit ve Fissür Çürüklerinin Teşhisi

Sağlam mine tarafından maskelenmeleri nedeniyle başlangıç aşamasında fissür çürüklerinin teşhisi oldukça zordur (Kırzioğlu ve Güngör, 2009). Pit ve fissür çürüklerinin teşhisi için klinikte kullanılan ilk yöntem ayna ve sond kullanılarak uygun bir ışık varlığında yapılan görsel ve dokusal muayenedir. Geçmişte çürük tanısında sond kullanımı uygun bir yöntem olarak görülmekteyken; günümüzde sondun, remineralize olma ihtimali olan mine çürüklerinde geri dönüşümsüz hasar meydana getirmesi ve güvenilir sonuçlar vermemesi ileri sürülerek tek başına tanı amaçlı kullanılmaması önerilmektedir (Kırzioğlu ve Güngör, 2009).

Dişin opasitesi açığa çıkarılana kadar kurutulmasıyla yapılan gözle muayene ile güvenilir sonuçlar elde edilebilir. Uluslararası çürük tespit ve değerlendirme sistemi (ICDAS), hata oranı en az ve kanıta dayalı bir çürük teşhis yöntemidir. ICDAS I, 1997 yılında Ekstrand tarafından, temiz dişlerin kurutularak incelenmesini esas alarak oluşturulmuştur (Ekstrand ve ark., 1995). Ancak lezyon aktivitesinin değerlendirilmesinde yetersiz kalması nedeniyle 2002 yılında ICDAS kriterlerinde bazı revizyonlar yapılmış ve 2005

yılında ICDAS II olarak sunulmuştur. ICDAS II ile klinik şartlarda diş çürüğünün belirlenmesinde daha net kararlar verilebilmektedir. Ayrıca ICDAS II klinik ve epidemiyolojik araştırmaların yapılmasında da kolaylık sağlamaktadır. ICDAS sistemi çürüğü, koronal (mezial-distal, bukkal-lingual, pit ve fissür), kök ve restorasyon/ fissür örtücü ile ilişkili olmak üzere üç sınıf altında incelemektedir (Ismail ve ark., 2007).

ICDAS II'de pit ve fissür yüzeyleri için kodlama (Shivakumar ve ark., 2009; Gugnani ve ark., 2011):

0. Çürüğe dair hiçbir belirti yoktur. Hava ile beş sn kurutulduktan sonra minenin translüsensliğinde hiçbir değişiklik olmamalıdır.
1. Diş nemli iken çürük lezyonuna ilişkin hiçbir belirti yoktur. Hava ile beş sn kurutulduktan sonra pit ve fissürlerde sınırlı çürük opasitesi veya renk değişikliği gözlenir.
2. Diş nemli iken çürük opasitesi veya kahverengi renklenme gözlenmeli, kod 3 den ayırmak için hava ile kurutulmalıdır.
3. Nemli haldeki diş yüzeyinde doğal fissürlerden daha geniş bir beyaz nokta lezyonu ve/veya kahverengi renk değişikliği gözlenir. Kurutulduktan sonra diş yapısında kayıp vardır ancak kavite tabanı mine ile kaplıdır.
4. Sağlam mine boyunca dentinden yansıyan gölge gibi görünür. Lokalize doku yıkımı olabilir veya olmayabilir.
5. Opak veya renklenmiş mine ile birlikte dentin dokusunu da içine alan diş yüzeyinin yarısını geçmeyen kavitasyon olmalıdır.
6. Diş yüzeyinin en az yarısını kaplayan ve dentin dokusunu da içine alan opak ya da renklenmiş kavitasyon olmalıdır.

ICDAS II'de Çürük dişler için kodlama (Shivakumar ve ark., 2009; Gugnani ve ark., 2011):

0. Sağlam diş yüzeyi
1. Minede gözle görülebilen ilk değişiklik
2. Minede gözle görülebilen belirgin değişiklik
3. Lokalize mine yıkımı (klinik olarak henüz dentine ilerlememiş mine ile sınırlı)

4. Dentinden yansıyan karanlık gölge görünümü
5. Dentinin gözle görülebildiği belirgin kavitasyon
6. Dentinin gözle görülebildiği, diş yüzeyinin yarısından fazlasını kapsayan geniş kavitasyon

ICDAS II'de restorasyon/örtücü için önerilen kodlama sistemi (Shivakumar ve ark., 2009; Gugnani ve ark., 2011)

0. Örtücü veya restorasyon yok
1. Fissür örtücü (parsiyel)
2. Fissür örtücü (tamamen)
3. Diş rengine restorasyon (kompozit rezin, cam iyonomer)
4. Amalgam restorasyon
5. Paslanmaz çelik kron
6. Porselen, altın, veneer kron
7. Kayıp veya kırık restorasyon
8. Geçici restorasyon
9. 96: Diş yüzeyi incelenemediği durumlarda
- 97: Çürük nedeniyle diş kaybı
- 98: Çürük dışındaki nedenlerle diş kaybı
- 99: Henüz sürmemiş dişler

Araştırmacılar tarafından, pit ve fissür çürüklerinin teşhisinde kullanılan ICDAS II kriterlerinin yüksek sensitivite ve düşük spesifiteye sahip olduğu bildirilmektedir (Jablonski-Momeni ve ark., 2008; Diniz ve ark., 2009).

Çürük teşhisinde kullanılan bir diğer yöntem radyografik muayenedir. Ancak literatürde radyografik muayenenin, radyolojik indeks kullanımı ile çürük derinliğinin hesaplanmasına olanak sağlaması ve tekrarlanabilir olmasına rağmen başlangıç halindeki çürük lezyonlarının teşhisinde yeterli olmadığı bildirilmektedir (Alkurt ve Bala, 2007).

Son zamanlarda geleneksel yöntemlere yardımcı olmak amacıyla yeni çürük teşhis yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlar;

-Dijital radyografi,

-Floresans sistemler (QLF, DIAGNOdent),

-Elektriksel iletkenlik ölçümleri,

-Fiber optik transilluminasyon gibi teknolojilerdir (Korkut ve ark., 2011).

Yeni geliştirilen yardımcı çürük teşhis yöntemlerinden olan floresans sistemler çürük teşhisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, klinik pratikte düz yüzey ve ara yüz çürüklerinin teşhisinde QLF sisteminin, okluzal yüzeylerdeki pit ve fissür çürüklerinin teşhisinde ise DIAGNOdent'in daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Gündüz ve Çelenk, 2003).

Literatürde, okluzal yüzeylerdeki pit ve fissür çürüklerinin teşhisinde kullanılan yöntemlerin tek başına tanı için yeterli olmadığı bildirilmektedir. Bu nedenle en doğru tanı için birçok yöntem bir arada kullanılarak sonuçlar belirlenmelidir (Kırzioğlu ve Güngör, 2009).

2.1.4. Pit ve Fissür Çürüklerinden Korunma

Çocukların çürüksüz dişlerle büyümesi genel sağlıklarını ve sosyal yaşantılarını olumlu yönde etkilemektedir. Bu nedenle toplumda ağız ve diş sağlığını koruyucu uygulamalara önem verilmesi ve bu uygulamaların geliştirilmesi gerekmektedir Petersen (2003).

Koruyucu uygulamaların temelinde biyofilm kontrolüne ilişkin uygulamalar yer almaktadır. Biyofilmin neden olduğu diş çürüklerinden ve ağız hastalıklarından korunmak için bazı yöntemler geliştirilmektedir. Bu yöntemler:

- Ağız hastalıklarına neden olan zararlı patojenlerin sayısını azaltmaya,
- Diş sert dokusunun direncini artırma ve diş eti sağlığını korumaya,
- Diş ve çevre dokuların tamir yeteneğini arttırmaya yönelik olmalıdır Ulusoy (2010).

Günümüzde pit ve fissür çürüklerinden korunmak amacıyla uygulanan yöntemler, mekanik plak kontrolü, kimyasal plak kontrolü ve pit ve fissür örtücü uygulamaları şeklinde sınıflandırılabilir.

2.1.4.1. Mekanik Plak Kontrolü

Ağız ve diş sağlığının korunması için dental plağın diş yüzeyinden ve ağız ortamından uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla başta diş fırçaları ve diş ipi olmak üzere boyayıcı ajanlar, ağız duşu ve dil temizleyicileri kullanılmaktadır Ulusoy (2010).

Günümüzde mekanik plak kontrolünün en güvenilir ve en yaygın şekli diş fırçası ve diş macunu ile günlük olarak yapılan mekanik temizliktir. (Haffajee ve ark., 2001; Sharma ve ark., 2005). Diş fırçalamanın temel bir alışkanlık haline dönüşebilmesi için oral hijyen eğitime çok küçük yaşlarda başlanılmalıdır. Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Derneği tarafından, yaş grubuna göre uygun bir diş fırçası ve flor içeren bir diş macunu ile dişlerin günde iki kez fırçalanması önerilmektedir (Campanaro ve ark., 2014).

Pit ve fissürlerin karmaşık anatomik yapıları nedeniyle, fırçalama işlemi ile bu bölgelerden plağın kaldırılması zor olabilmektedir (Maltz ve ark., 2003). Özellikle motor becerileri sınırlı olan çocukların, bu bölgelerdeki plağı uzaklaştırmada düz yüzeylerdeki kadar başarılı olamadıkları kanıtlanmıştır (Tuna ve Aras, 2014).

2.1.4.2. Kimyasal Plak Kontrolü

Dental plağın ağız ortamından uzaklaştırılmasının bir diğer yolu sistemik ve topikal antimikrobiyal ajanların kullanılmasıdır. Günümüzde sık tercih edilen antimikrobiyal ajanlardan biri olan klorheksidinin, diş çürüklerine neden olan Streptococcus mutans gelişimini baskıladığı bilinmektedir (Autio-Gold, 2008). Klorheksidin, çocuk hastalarda daha çok vernik formunda kullanılmaktadır. Sürmekte olan dişlerde tükürük izolasyonunun yeterince sağlanamadığı durumlarda, klorheksidin vernik uygulamasının dişin sürmesi tamamlanana kadar fissürlerde bakteri kontaminasyonunu önlediği bildirilmiştir (Decker ve ark., 2005). Ayrıca yapılan çalışmalarda, klorheksidin vernik uygulamalarının okluzal yüzeylerde çürük oluşumunun önlenmesinde de etkili olduğu belirtilmiştir (Holme ve Perlin, 1997; Ulusoy, 2010).

Antimikrobiyal ajanlardan biri olan povidon iyot antiseptik özelliğe sahip olup, çocuklarda streptokok ve laktobasil türlerine karşı etkilidir. 12-19 aylık çocuklarda yapılan bir çalışmada, ağızları %10'luk povidon iyotla iki ayda bir silinen çalışma grubundaki çocukların dişlerinde hiç beyaz lezyon gelişmezken; kontrol grubundaki çocukların %31'inin dişlerinde beyaz lezyon gözlemlendiği bildirilmiştir. Povidon iyotun, çok küçük çocuklarda dişler üzerine pamukla uygulanarak, altı yaşından büyük ve tükürme yeteneği olan çocuklarda ise 10 ml kadarı ağızda çalkalanarak kullanılması önerilmektedir Ulusoy (2010).

Bir diğer antimikrobiyal ajan olan kitosan, çürük önlemede etkili doğal bir polisakkarittir. Kitosanın, in vitro ortamda S. mutans, A.a ve P. gingivalis türlerine karşı antibakteriyel etkiye sahip olduğu bildirilmiştir Burke (2003). Literatürde, kitosanın bioadeziv özelliğe sahip olması nedeniyle, kitosan ve klorheksidin kombinasyonunun sinerjistik antiplak etkisi olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Decker ve ark., 2005). Bu nedenle polisakkaritlerin ağızda kullanımı düşünülmüşse de suda çözünmemesi ayrıca diş macunu ve gargara formülasyonlarına uygun olmaması nedeniyle kullanım alanları genişletilememiştir Reynolds (2009).

Flor bileşikleri antimikrobiyal ajanlar içinde günümüzde en sık tercih edilen ve diş çürüğünü önlemede etkin olarak kullanılan ajanlardır Ulusoy (2010).

2.1.4.3. Flor Uygulamaları

Doğada flor bileşikleri (floridler) şeklinde bulunan ve insan sağlığı için faydalı elementlerden biri olan florun, çocuk ve yetişkinlerdeki çürük önleyici etkinliği kanıtlanmıştır (Küçükeşmen ve Sönmez, 2008; Diamanti ve ark., 2011).

Florun dişler üzerindeki etkisi:

- a) Mine tabakakasının oluşumu sırasında mineralizasyonun iyi olmasını sağlayarak, çürüğe karşı direncin oluşmasına katkıda bulunur.
- b) Mikrobiyal dental plak üzerinde çürüğe neden olan zararlı asit oluşumunun engellenmesinde etkilidir.

c) Tükürükte bulunan zararlı mikroorganizmaların metabolik aktivitelerinin inhibisyonunu sağlar.

d) Asidik ortamda mine yüzeyine kalsiyum, fosfor ve flor iyonlarının çökmesi remineralizasyon sürecinin başlamasında etkilidir.

Flor; diş hekimliğinde sistemik ve topikal yollarla uygulanmaktadır. Sistemik flor uygulamaları; içme sularına flor eklenmesini, florlu tablet, pastil veya damla kullanımını, süte veya sofrta tuzlarına flor eklenmesini ve multivitamin-flor kombinasyonlarının kullanımını içermektedir (Karabekiroğlu ve Ünlü; Horowitz, 1990; Küçükeşmen ve Sönmez, 2008).

Topikal flor uygulamaları, bireysel ve profesyonel olmak üzere iki farklı şekilde uygulanabilmektedir. Profesyonel uygulama diş hekimleri tarafından klinik şartlarda uygulanan; flor içeren solüsyonları, florlu vernik ve jelleri, flor iyontoferezini ve intraoral flor salan cihazları içerir. Bireysel flor uygulamaları ise diş hekiminin tavsiyesi ile kişinin kendisi tarafından alınan flor içeren diş macunları ve gargaralar gibi düşük flor konsantrasyonuna sahip ürünlerin kullanılmasını içermektedir (Lecompte, 1987; Ercan ve ark., 2010).

Günümüzde klinik uygulamalarda en çok florlu jeller ve vernikler tercih edilmektedir. % 2'lik sodyum florür, % 8-10'luk kalay florür ve % 1,23'lük asidüle fosfat florür (APF) içeren jellerin yapılan çalışmalar sonucunda diş hekimliği kliniğinde güvenle uygulanabileceği bildirilmiştir (Lagerlöf ve ark., 1988; Ercan ve ark., 2010). Avrupa Pediatrik Diş Hekimliği Akademisinin 2009 yılında yayınladığı kılavuzda, profesyonel olarak uygulanan jeller için uygulama süresi dört dakika olarak belirlenmiş ve çürük riskine bağlı olarak yılda dört keze kadar uygulanabileceği bildirilmiştir (O Mullane ve ark., 2016). Özellikle küçük çocuklarda florun fazla miktarda yutulması olasılığı nedeniyle, florlu jel kullanımına ilişkin kılavuzlar genellikle jelin uygulanmaması gereken bir eşik yaşı önermektedir. Bu, altı yaş (Weyant ve ark., 2013) ile on yaş Spencer (2006) arasında değişmektedir.

Flor vernikler (%5'lik sodyum florid,) uygulama süresinin kısa olması, yüksek konsantrasyonlarına bağlı olarak az miktarda kullanılmaları, diş yüzeyine iyi

bağlanmaları ve uzun dönemde flor salınımı gerçekleştirmeleri nedeniyle diş hekimliği klinik pratiğinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Clarkson ve McLoughlin, 2000; Ercan ve ark., 2010).

Flor vernikler için en uygun uygulama sıklığı henüz net olarak belirlenmemiş ve çoğu çalışma yılda bir ila dört uygulama gerektiğini belirtmiştir. Amerikan Pediatri Akademisinin yayınladığı kılavuzda yeni yürümeye başlayan çocuklarda flor verniğin ara sıra uygulanmasının güvenli olduğu bildirilmiştir (Milgrom ve ark., 2014).

Literatürde, tüm çocuklar ve genç yetişkinler için flor vernik kullanımı önerilmekte, çürük riski yüksek olanlarda ise uygulama sıklığının artması gerektiği belirtilmektedir (O Mullane ve ark., 2016).

Yapılan çalışmalarda, her altı ayda bir yapılan flor vernik uygulamalarının ve dört dakikalık flor jel uygulamasının, çocukların ve genç erişkinlerin çürükten korunmasında etkili olduğu kanıtlanmıştır (Ercan ve ark., 2010; Nowak ve ark., 2018).

Flor uygulamalarının çürükten korunmada etkinlikleri kanıtlanmış olsa da okluzal yüzeylerde oluşan çürüklerden korunmada etkinlikleri hala araştırılmaktadır. Sistemik ve topikal floridlerin uygulandığı ülkelerde interproksimal çürüğün %60 oranında azaldığı okluzal çürüklerinse aynı toplumlarda sadece %10 azaldığı bildirilmiştir. Bu tutarsızlık pit ve fissürlerdeki mine yüzeylerinin florun sağladığı çürükten korunma düzeyine düz yüzeylerdeki mine kadar ulaşamaması ile açıklanmaktadır (Hicks ve Flaitz, 2009).

Literatürde okluzal yüzeylerdeki çürüklerden korunmada pit ve fissür örtücülerin florlu vernik uygulamalarına göre daha başarılı olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır (Chestnutt ve ark., 1996; Hiiri ve ark., 2010).

2.2. PİT VE FİSSÜR ÖRTÜCÜLER

2.2.1. Fissür Örtücülerin Etkinliği

Yıllar süren araştırmaların sonucunda pit ve fissür örtücülerin çürük oluşumunu önlemede etkili olduğu bildirilmiş ve daimi dişlerde fissür örtücü kullanımının uzun dönemdeki başarısı kanıtlanmıştır (Nowak ve ark., 2018).

Bir sistematik derlemede, süt molar veya daimi molar dişlere uygulanan fissür örtücülerin iki yıllık takip sonucunda çürük riskini %76 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca yedi yıl veya daha uzun takip süresinden sonra fissür örtücü kullanılan çocuk ve ergenlerde %29 oranında çürük gözlenirken, fissür örtücü kullanılmayanlarda çürük oranının %74 olduğu bildirilmiştir (Wright ve ark., 2016b; Cvikl ve ark., 2018b).

Araştırmacılar fissür örtücü uygulanan dişlerde uygulanmayanlara kıyasla, restoratif tedavi gerekliliğinin daha az olduğunu, tedavi gerekliyse de ilk restoratif tedaviye kadar geçen sürenin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmalarda, fissür örtücülerin altında bakterilerin arttığına dair hiçbir bulgu bulunamamış hatta fissür örtücülerin mevcut çürüklerin üzerine yerleştirildiğinde bile yaşayabilir bakteri sayısını en az yüz kat azalttığı bildirilmiştir (Bhuridej ve ark., 2005; Hicks ve Flaitz, 2009). Amerikan Diş Hekimleri Birliği'nin (ADA) 2016 yılında yayınladığı klinik uygulama kılavuzunda, fissür örtücülerin çürük riskini azalttığına dair kanıtlar orta ila yüksek kalitede bulunmuştur (Wright ve ark., 2016a).

Fissür örtücülerin çürükleri önlemedeki etkinliği literatürde o kadar iyi bilinmektedir ki “fissür örtücü bulunmayan” kontrol grubuna sahip bir çalışma tasarımı artık etik olarak kabul edilmemektedir (Nowak ve ark., 2018).

2.2.2. Fissür Örtücülerin Tarihçesi

İlk olarak 18. yüzyılın başlarında, molar dişlerin okluzal yüzeylerinin uygun bir materyal ile örtülmesiyle olası çürük lezyonlarının önüne geçilebileceği düşünülmüştür. Wilson tarafından önerilen ilk tedavi yaklaşımı fissürlerin çinko fosfat siman ile örtülmesini içermektedir (Wilson, 1895; Ünlügenç ve Bolgöl, 2019).

1920'lerde pit ve fissür çürüklerinin görülme sıklığını ve şiddetini azaltmak amacıyla farklı teknikler geliştirilmiştir. 1924 yılında Thaddeus Hyatt, pulpayı etkileyecek büyük çürüklerin oluşumunun engellenmesi gerekçesiyle profilaktik restorasyonları önermiştir. Profilaktik restorasyon, çürüğe yatkın olan pit ve fissürlü yüzeylerin Sınıf I kavite olarak amalgam ile restore edilmesini içermektedir Hyatt (1924). 1929 yılında Bodecker, fissürlerin ince uçlu bir sondla temizlenerek içlerine fosfat siman

yerleştirilmesini önermiş ve Hyatt'a göre daha konservatif bir yaklaşım sunmuştur (Arhakis ve ark., 2007).

Pit ve fissür örtücülerin geliştirilmesi, Buonocore tarafından yapılan minenin asitlenerek kullanılan rezin materyalin tutuculuğunun arttırılmasını amaçlayan bir çalışmaya dayanmaktadır. Fissür örtücülerin ilk klinik uygulaması Cueto ve Buonocore (1967) tarafından asitlenen okluzal yüzeylerin siyanoakrilat kullanılarak örtülmesi ile başlamıştır. Ancak siyanoakrilatların ağız sıvılarında çözündüğü, deri ve mukozaya toksik olduğu ortaya çıkmıştır. Daha sonra poliüretan türevleri ve polikarboksilat simanlar denenmiş ancak fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yeterince iyi olmaması nedeniyle kullanım alanları sınırlandırılmıştır (Boudreau ve Jerge, 1976).

Dişlere kimyasal olarak bağlanabilen cam iyonomer simanlar, Wilson ve Kent tarafından formüle edilerek diş hekimliğinde kullanılabilecek yeni bir materyal olarak piyasaya sunulmuş, bu simanları fissür örtücü materyali olarak ilk kullananlar ise Mc Lean ve Wilson olmuştur Simonsen (1996). Cam iyonomer simanların neme karşı duyarlı olmaları, kırılma ve aşınma dirençlerinin düşük olması gibi olumsuz özelliklerini ortadan kaldırmak için içerisine rezin ilave edilerek, rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RMCİS) ve poliasit modifiye kompozit rezinler (PMKR) geliştirilmiştir. Bu iki materyal günümüz diş hekimliği klinik uygulamalarında halen kullanılmaktadır.

1960'lı yılların sonlarında geliştirilen bis-fenol A glisidil metakrilat (Bis-GMA) rezinler birçok restoratif işlemde kullanılmaya başlanmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Buonocore, 1970 yılında ultraviyole ışık kullanımıyla Bis-GMA rezinin başarılı bir şekilde kullanılmasını açıklayan pit ve fissür örtücü materyali hakkında ilk makalesini yayınlamıştır Buonocore (1970). 1980'li yıllarda Amerikan Diş Hekimliği Birliği (ADA) tarafından bis-fenol A metakrilat (Bis-GMA) rezin monomer içerikli fissür örtücü materyallerinin kullanımına izin verilmiştir Bowen (1982).

2.2.3. Fissür Örtücü Endikasyonları

Günümüzde fissür örtücülerin erken dönem çürük lezyonlarına yerleştirilmeleri için gerekli kriterler klinik olarak hala sorgulanmakta ve fissür örtücü endikasyonları hakkında fikir birliğine varılamamaktadır (Beauchamp ve ark., 2008).

Fissür örtücülerin çürük oluşumunun önlenmesinde ki başarıları kanıtlanmış olsa da, tedavinin maliyeti göz önünde bulundurularak etkin bir şekilde kullanımı hedeflenmelidir. İngiliz ve Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Dernekleri tarafından yayınlanan rehberlerde, pit ve fissür örtücü uygulamasına karar verirken; hasta seçimi, diş seçimi ve fissür örtücünün uygulanma zamanının temel alınması gerektiği belirtilmektedir (Welbury ve ark., 2004; Beauchamp ve ark., 2008).

2.2.3.1. Hasta Seçimi

Literatürde fissür örtücü uygulamalarında hasta seçimi ile ilgili dikkat edilmesi gereken bazı kriterler bildirilmiştir (Welbury ve ark., 2004; Beauchamp ve ark., 2008):

- Sistemik olarak sağlıklı olmayan, fiziksel ya da zihinsel engeli olan ve öğrenme güçlüğü bulunan çocukların daimi dişlerinin tüm fissürlerine fissür örtücü uygulanmalıdır.
- Süt dişlenme döneminde çürük riski yüksek olan çocukların, birinci daimi büyük azı dişlerine sürer sürmez, büyük azı dişlerinin birinde okluzal yüzey çürüğü bulunan çocukların ise diğer bütün büyük azı dişlerine fissür örtücü uygulanması gerekmektedir.
- Süt dişlerinde çürük bulunmayan çocukların rutin olarak birinci daimi büyük azı dişlerine fissür örtücü uygulaması gerekmez bunun yerine bu dişler düzenli aralıklarla kontrol edilmelidir.

2.2.3.2. Diş Seçimi

Fissür örtücülerin hangi dişlere ne şartlarda uygulanması gerektiği literatürde belirtilmiştir:

- Fissür örtücüler en çok daimi büyük azı dişlerinin okluzal yüzeylerine uygulanmaktadır ancak üst kesici dişlerin singulum pitleri, alt azı dişlerinin bukkal pit ve fissürleri ile üst büyük azı dişlerinin palatinal pitleri ihmal edilmemelidir (Welbury ve ark., 2004).
- Fissür örtücüler, örtücü uygulanacak diş nem kontrolüne izin verecek kadar sürdüğünde uygulanmalıdır bununla birlikte henüz sürmekte olan dişlere, neme

karşı duyarlılığı daha az olan cam iyonomer siman içerikli fissür örtücülerin uygulanıp ilerleyen dönemde dişin tamamen sürmesiyle fissür örtücünün yenilenmesi de önerilmektedir Erdem (2013).

- Pit ve fissürlerin morfolojik yapısı çürük oluşumunu etkileyen oldukça önemli bir faktördür. Sondun takıldığı, pit ve fissürleri derin olan dişlere fissür örtücü uygulamasının gerekli olduğu, pit ve fissürleri geniş ve sık olan dişlere ise fissür örtücü uygulamasının gerekmediği bildirilmektedir (Locker ve ark., 2003b).
- Başlangıç çürük lezyonu bulunan dişlere de fissür örtücü uygulanabilir. Yapılan klinik çalışmalarda, başlangıç çürük lezyonu bulunan pit ve fissürlere fissür örtücü uygulanması ile fissürlerdeki mikroorganizma sayısının azaldığı ve çürüğün ilerlemesinin durduğu belirtilmiştir (Carvalho ve ark., 2016).

2.2.3.3. Fissür Örtücü Uygulaması İçin İdeal Yaşlar

Fissür örtücü uygulamalarında hasta ve diş seçimi kadar uygulama zamanı da önemlidir. Fissür örtücü uygulaması için ideal yaşlar:

- 3-4 yaş: Süt azılar,
- 6-7 yaş: Birinci daimi büyük azı dişleri,
- 10-11 yaş: Daimi küçük azı dişleri,
- 12-13 yaş: İkinci daimi büyük azı dişleri olarak belirlenmiştir (Babu ve ark., 2014).

Literatürde daimi dişlerde çürük gelişim insidansının dişin sürmesini takip eden ilk birkaç yıl içinde en yüksek seviyede olduğu bildirilmiştir (Carvalho, 2014; Ahovuo-Saloranta ve ark., 2017). Bu nedenle çalışmalarda dişin sürmesinin üzerinden dört yıl geçen çürüksüz daimi dişlere fissür örtücü uygulamasının gerekli olmadığı belirtilmiştir (Ripa, 1985). Ancak 10 yaşından 15 yaşına kadar geçen süre de önceden çürüksüz olan daimi birinci büyük azı dişlerinin okluzal yüzeylerinde her yıl %4,3 den %6,8'e kadar çürük oluşumunun devam ettiğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Vehkalahti ve ark., 1991; Hicks ve Flaitz, 2009). Araştırmacılar erken çocukluk veya geç ergenlik dönemlerinde fissür örtücü yerleştirilmiş vakaların %75 inden fazlasında okluzal yüzeylerin restorasyon gereksiniminin önlendiğini bildirmişlerdir (Stahl ve Katz, 1993; Cvikl ve ark., 2018a).

Bu epidemiyolojik çalışmalarla erken çocuklukta olduğu gibi genç yetişkinlikte de pit ve fissür çürüğü oluştuğunu ve bu yaş gruplarında da fissür örtücü uygulamasının gerekliliği vurgulanmıştır.

2.2.4. İdeal Bir Fissür Örtücü de Bulunması Gereken Özellikler

İdeal bir fissür örtücü:

- İnsan vücudu ve diş dokuları için toksik olmamalı,
- Fissürlere iyi yerleşebilmesi için akışkanlığı fazla olmalı,
- Uygulaması kolay olmalı,
- Sertleşme sırasında boyutsal değişime uğramamalı,
- Uygulandığı yüzeyde çürük önleyici etki göstermeli,
- Dişe retansiyonu kuvvetli ve uzun süreli olmalı,
- Ağızdaki fonksiyonel kuvvetlere karşı dirençli olmalıdır (Pérez-Lajarín ve ark., 2003; Welbury ve ark., 2004).

2.2.5. Fissür Örtücü Uygulama Teknikleri

2.2.5.1. İnvaziv Teknik

Okluzal yüzeylerdeki pit ve fissürlerin derin ve dar olduğu dişlerde, minede renklenme mevcut ancak yüzey sertse fissürler ince uçlu bir frez yardımıyla aşındırılıp genişletildikten sonra fissür örtücü uygulanır. Bu tekniğe “invaziv teknik” adı verilir.

İnvaziv tekniğin avantajları:

- Asit ve örtücülerin fissürlerin daha derin bölgelerine penetrasyonunu sağlamakta ve yüzey alanını artırmaktadır (Hatibovic-Kofman ve ark., 1998; Salama ve Al-Hammad, 2002).
- Aşındırma işlemi ile minedeki renk değişikliğinin derinliği hakkında bilgi elde edilmektedir (Sungurtekin ve ark., 2010).

- Organik materyal ve ince bir tabaka halinde mine aşındırıldığından fissürlere kolaylıkla sızan fissür örtücü daha iyi tutuculuk sağlamaktadır (Gp ve ark., 2004; Khanna ve ark., 2009; Singh ve ark., 2013).
- Fissür örtücünün penetrasyonunun artmasıyla mikrosızıntı riski azalmaktadır (Hatibovic-Kofman ve ark., 2001; Sungurtekin ve ark., 2010; Singh ve ark., 2013).

İnvaziv tekniğin dezavantajları:

- Genişletilen fissürlerin doldurulması için gerekli fissür örtücü miktarı arttıkça polimerizasyon büzülmesine bağlı stres de artmaktadır (Davidson ve Feilzer, 1997).
- Fissürleri genişletmek için sağlıklı diş sert dokularını uzaklaştırmak anlamına gelen invaziv teknikle fissür sisteminin dengesi bozulmakta ve çocuklar gereksiz şekilde turlu aletlere maruz kalmaktadır (Welbury ve ark., 2004).
- Dişlerin zamanla tekrar tekrar restore edilmesi gerekmektedir (Welbury ve ark., 2004).

2.2.5.2. Non-İnvaziv Teknik

Klinik ve radyografik olarak çürük tespit edilmemiş dişlerde, diş üzerinde bulunan debris tabakası uzaklaştırılarak diş yüzeyinde herhangi bir invaziv işlem yapılmadan fissür örtücü uygulanabilmektedir. Bu teknik “non-invaziv teknik” olarak adlandırılır.

Non-invaziv tekniğin avantajları (Welbury ve ark., 2004; Singh ve ark., 2013):

- Diş sert dokuları korunmakta böylece dişler restorasyona mahkum edilmemektedir.
- Turlu aletler kullanılmadığı için çocuklarda kooperasyon problemi en aza indirgenmektedir.
- Hasta ve hekim için zaman tasarrufu sağlamaktadır.
- İnvaziv tekniğe göre fissürleri doldurmak için daha az miktarda fissür örtücü kullanılacağından polimerizasyon büzülmesine bağlı strese azalmaktadır.

Fissür örtücülerin penetrasyon derinliğinin invaziv tekniğe göre daha az olması non-invaziv tekniğin dezavantajları arasındadır. Fissürlerin daha derinlerine nüfuz eden fissür örtücülerin daha iyi tutuculuk ve daha az mikrosızıntı gösterdiğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Gp ve ark., 2004; Khanna ve ark., 2009). Bu çalışmaların aksine birçok çalışmada non-invaziv teknikle uygulanan fissür örtücülerin pit ve fissür çürüklerinin önlenmesinde etkili olduğu bildirilmiştir (Ripa, 1993; Mertz-Fairhurst ve ark., 1995; Carvalho ve ark., 2016). Rezin ve cam iyonomer içerikli iki farklı fissür örtücünün, invaziv ve non-invaziv teknik kullanılarak marjinal adaptasyonlarının değerlendirildiği bir in vitro çalışmada, iki teknik arasında istatistiksel anlamda bir fark bulunmamıştır (Gunjal ve ark., 2012). Bunun yanı sıra mineyi içeren ve kavitasyon olmayan okluzal çürük lezyonlarının tedavisi için kavite preparasyonunu içeren invaziv tedavinin etik olarak yanlış olduğunu savunan araştırmacılar da bulunmaktadır (Holmgren ve ark., 2014).

Sonuç olarak non-invaziv ve invaziv teknik arasında seçim yapmak günümüzde hala tartışmalı bir konudur. İki tekniğin de avantajları ve dezavantajları, kişiye özel çürük risk faktörleri, çürük lezyonun derinliği göz önünde bulundurularak seçim yapılması gerekmektedir.

2.2.5.3. Koruyucu Rezin Restorasyon (KRR)

Koruyucu rezin restorasyon, çürüğün kaldırılması için minimal preperasyon gereken, aynı zamanda çevresinde çürüğe duyarlı sağlam fissürleri bulunan dişler için alternatif bir tedavi yöntemidir (Sunyaruri ve ark., 2019).

Koruyucu rezin restorasyonlarından (KRR) ilk olarak 1977’de Simonsen ve Stallard bahsetmiş o zamandan günümüze kadar birçok KRR tekniği geliştirilmiştir. KRR, sadece çürük bölgenin temizlenerek restore edilmesini ve geride kalan fissürlerin örtücü uygulanarak korunmasını içermektedir (Simonsen, 2005; Sunyaruri ve ark., 2019). Zamanla çürük tedavisinde önemli bir seçenek haline gelmiştir. İzolasyonun sağlanabildiği durumlarda okluzal yüzeyde küçük iki ayrı çürük lezyonunun tedavisinde minimal invaziv bir yaklaşım sunması tercih edilebilirliğini arttırmıştır (Savage ve ark., 2009).

2.2.6. Fissür Örtücü Uygulama Basamakları

2.2.6.1. Yüzeyin Temizlenmesi ve İzolasyon

Fissür örtücülerin uzun süreli retansiyonu için uygulama öncesinde fissürlerin temiz ve kuru olması gerekmektedir. Kötü oral hijyene sahip olan hastalarda kuru bir fırçayla bile fissürlerin temizlenmesinin yeterli olduğu bildirilmiştir (Sanders ve ark., 2010).

Fissür örtücü uygulanacak dişin iyi izole edilmesi gerekmektedir. İdeal olarak rubber dam kullanılması önerilmekte ancak özellikle çocuk hastalarda bu her zaman mümkün olmamaktadır. Böyle durumlarda pamuk rulolarla izolasyon sağlanabilmektedir. Eidelman ve ark (1983), fissür örtücü uygulanacak dişlerin izole edilmesinde rubber dam ve pamuk ruloların benzer sonuçlar verdiğini bildirmiştir.

2.2.6.2. Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi

Asitle Pürüzlendirme

Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi, mine yüzeyindeki artıkların uzaklaştırılmasını ve fissür örtücü materyalin akacağı mikroporöz bir alan oluşmasını sağlamaktadır (Karaman ve ark., 2013; Tosun ve ark., 2015). Yapılan bazı çalışmalarda %37'lik fosforik asitin mine yüzeyine 15-20 sn süre ile uygulanmasının yeterli olduğu bildirilmişse (Yılmaz ve ark., 2010; Oba ve ark., 2012) de bu verilerin sınırlı sayıda olması nedeniyle, çok kısa asitleme sürelerine ilişkin sonuçlar net olarak belirlenememiştir. Son yıllarda yapılan bir meta-analiz çalışmasında, fissür örtücü uygulamasından önce asitleme süresinin en az 30 sn olması gerektiği bildirilmiştir (Lo ve ark., 2019). Klinik olarak yeterli asitleme görüntüsü minenin beyaz opak şeklinde izlenmesidir (Nowak ve ark., 2018).

Farklı mine preparasyon tekniklerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda mineyi asitleme yönteminin fissür örtücülerin başarısında en etkili ve basit teknik olduğu bildirilmiştir (Sancaklı ve ark., 2011). Ancak fosforik asitin yıkama işlemi gerektirmesi ve ardından ağızda kötü bir tat bırakması çocuk hastalarda kooperasyonun bozulmasına neden olabilmektedir (Feigal ve Quelhas, 2003; Karaman ve ark., 2013).

Lazerle Pürüzlendirme

Son yıllarda mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi amacıyla lazer sistemlerin kullanımlarında artış olduğu gözlenmektedir. Önceden minenin pürüzlendirilmesinde Nd:YAG ve CO₂ lazer sistemleri kullanılmaktayken, günümüzde Er-YAG lazer sistemleri tercih edilmektedir. Er-YAG lazer (2,94 mm dalga boyu) diş dokusunda bulunan su (3 mm dalga boyu) ve hidroksiapatit kristalleri (2,8 mm dalga boyu) tarafından yüksek oranda emilebildiği için fissür örtücü uygulamalarından önce minede mikropöröz yapı oluşturulmasında etkilidir (Zakariasen ve ark., 1991; Ozveren ve ark., 2020).

Air Abrazyon

Air abrazyon yöntemi, mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde yüksek ivmeli hava basıncı ile fırlatılan belirgin bir odağa sahip çok küçük alüminyum oksit (Al₂O₃) partiküllerinin kinetik enerjisinden yararlanmaktadır. Frez kullanılan yöntemlerle karşılaştırıldığında, ısı üretimi, titreşimi ve diğer mekanik uyarıların etkisi daha azdır. Bu yöntem ile başarılı bir bağlanmanın gerçekleşebilmesi için hava basıncı, partikül boyutu ve uygulanacağı yüzeyin mikro yapısı gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır (Ellis ve ark., 1999; Bagheri ve ark., 2017).

2.2.6.3. Fissür Örtücünün Uygulanması ve Okluzyon Kontrolü

Fissür örtücü materyal, alt dişlere distalden meziale doğru uygulanırken üst dişlere mezial taraftan uygulanır ve distale akması beklenir. Materyal ince bir fırça veya bir aplikatör yardımıyla tüberkül eğimlerinden fissürlere doğru dağıtıldıktan sonra bukkal ve lingual oluklara doğru akar. Fissür örtücü yerleştirildikten sonra üretici firmanın önerileri doğrultusunda polimerizasyonu sağlanır. Otopolimerizan örtücüler genellikle bir veya iki dakikada sertleşmektedir. Işıkla polimerize olan materyaller ise genellikle 20 saniyede sertleşmektedir. Üretici firmaların tavsiye ettiği süre genellikle minimal ışınlama süresidir. Bu nedenle tavsiye edilen süreye ek olarak beş on saniye daha fazla ışınlanarak maksimum polimerizasyon elde edilebilmektedir (Pinkham ve ark., 2005).

Fissür örtücü materyal sertleştikten sonra izolasyon bozulmadan kontrol edilmelidir. Hava kabarcığı veya eksik kalan alanlar varsa oksijen inhibisyon tabakası

etkilenmediğinden materyal doğrudan eklenebilir. Ayrıca, interproksimal alanlara yanlış yerleştirilmişse bir sond yardımıyla çıkarılmalıdır. Hastanın Bisfenol A (BPA)'ya maruz kalmaması için polimerize olmayan tabaka dış yüzeyinden bir pamuk rulo ile silinerek veya 30 sn su ile durulanarak uzaklaştırılır. Örtücü uygulanan dış yüzeyinde okluziyon kontrol edilmelidir (Nowak ve ark., 2018).

2.2.7. Güncel Fissür Örtücü Materyaller

2.2.7.1. Rezin İçerikli Fissür Örtücüler

Rezin içerikli dental materyaller; resin matriks, doldurucular, matriks ve doldurucuları birbirine bağlayan ara faz ve başlatıcılardan oluşmaktadır. Bu materyallerin çoğunun matriks yapısı bisfenol A glisidil metakrilat (Bis-GMA) veya üretan dimetakrilattan (UDMA) meydana gelmektedir (Roberson ve ark., 2006; Vervliet ve ark., 2018).

Bis-GMA epoksi gruplarının metakrilat gruplarla yer değiştirdiği nispeten geniş, epoksi resin benzeri bir hibrit materyaldir. Bis-GMA'da metil metakrilatın çabuk polimerize olma özelliği ile epoksi resinin minimal polimerizasyon büzülmesine uğrama özelliği birleştirilmiştir (Roberson ve ark., 2006; Hicks ve Flaitz, 2009). UDMA ise, Bis-GMA'ya göre molekül ağırlığı daha düşük, daha akışkan, renk değişimine dirençli ve daha iyi adezyon sağlayan bir monomerdur (García ve ark., 2006; Uluakay ve ark., 2011). Bu nedenle UDMA, restoratif rezinlere kıvam vermek amacıyla eklenir. Ancak Bis-GMA'dan daha düşük molekül ağırlığına sahip olduğu için daha fazla polimerizasyon büzülmesine uğramaktadır (Murchison ve ark., 2006).

Restoratif rezinlerin büyük bir kısmı Bis-GMA formülasyonundan temel almaktadır. Polimer matriks yapısının viskozitesini azaltmak ve penetrasyon yeteneğini arttırmak amacıyla fissür örtücüye trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) veya HEMA (hidroksietil metakrilat) gibi monomerler eklenmektedir (Schwengberg ve ark., 2005).

Literatürde rezin içerikli fissür örtücülerin uzun süreli retansiyon gösterdikleri ve uygulandıkları yüzeyde çürük oluşma riskini azalttıkları kanıtlanmıştır (Ahovuo-Saloranta ve ark., 2017). Ancak bu materyaller retansiyon konusundaki başarılarına rağmen bazı dezavantajlara da sahiptir. Resin içerikli fissür örtücülerin en önemli dezavantajı, materyalde meydana gelen polimerizasyon büzülmesinin mikroorganizmaların geçişine ortam hazırlamasıdır (Geiger ve ark., 2000). Ayrıca bu materyallerden salınan artık monomerler ciddi sitotoksik etkiler gösterebilmektedir (Ülker ve ark., 2014).

Resin içerikli fissür örtücüler, teknik olarak hassasiyet gerektirmeleri nedeniyle izolasyonun sağlanamadığı durumlarda önerilmemektedir (Garg ve ark., 2018).

Günümüzde resin içerikli fissür örtücüler, polimerizasyon mekanizmalarına, içerdikleri doldurucu miktarlarına, renklerine ve flor içeriklerine göre sınıflandırılmaktadırlar (Simonsen, 2002; Ahovuo-Saloranta ve ark., 2017; Naaman ve ark., 2017).

Polimerizasyon Çeşitlerine Göre Resin Fissür Örtücüler

Birinci Jenerasyon Fissür Örtücüler (Ultraviyole Işık ile Polimerize Olan Fissür Örtücüler)

1970 ve 1980'lerin başında fissür örtücülerin polimerizasyon reaksiyonunu başlatmak için 365 nanometre dalga boyundaki ultraviyole ışık kullanılmıştır. Ancak, ultraviyole ışığın dalga boyunun stabilize edilememesi ve uzun süre ultraviyole ışığa maruz kalmanın retina hasarına neden olması nedeniyle bu metot terk edilmiştir (Hicks ve Flaitz, 2009; Veiga ve ark., 2014).

İkinci Jenerasyon Fissür Örtücüler (Otopolimerizan Fissür Örtücüler)

Otopolimerizan (kimyasal olarak sertleşen) fissür örtücüler iki komponentten oluşmaktadır. Birinci komponentte Bis-GMA ve başlatıcı olarak benzoil peroksit, ikinci komponentte ise Bis-GMA ve %5 'lik organik amin hızlandırıcı yer almaktadır. Bu iki komponentin karıştırılması sonucunda 1-2 dakika içinde egzotermik reaksiyonla sertleşme gerçekleşmektedir. İkinci jenerasyon fissür örtücülerin retansiyonlarının birinci

jenerasyon fissür örtücülere göre daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Kühnisch ve ark., 2012).

Üçüncü Jenerasyon Fissür Örtücüler (Görünür Işık ile Polimerize Olan Fissür Örtücüler)

Üçüncü jenerasyon fissür örtücülerde rezin monomerin içerisine görünür ışıktaki polimerizasyonun başlamasını sağlayan kamforokinon gibi diketon başlatıcılar ve tersiyer aminler ilave edilmiştir. Özellikle görünür mavi ışıktaki ve 480 nm dalga boyunda polimerize olurlar (Veiga ve ark., 2014).

Işıklı sertleşen fissür örtücüler ışıkla sertleşme süresinin 10-20 sn içinde gerçekleşmesi, ışık uygulanana kadar viskozitesinin sabit kalarak asitlenmiş mine porlarına yayılabilmesi ve kimyasal reaksiyon sırasında oluşabilecek hava kabarcıklarının önlenmesi sebebiyle

kimyasal olarak sertleşen fissür örtücülere göre daha üstün bulunmuştur (Hicks ve Flaitz, 2009). Çalışmalarda üstünlüklerinin yanı sıra ışıkla sertleşen rezin materyallerin kimyasal sertleşenlere oranla daha fazla polimerizasyon büzülmesi gösterdikleri bildirilmiştir (Kinomoto ve ark., 1999). Işıklı sertleşen rezin fissür örtücüler uygulama basamakları nedeniyle kimyasal sertleşenlere kıyasla tekniğe daha duyarlıdır ve daha fazla beceri gerektirmektedir (Davidson-Kaban ve ark., 1997; Colombo ve Beretta, 2018).

Görünür ışıkla polimerizasyon sağlanmasında en yaygın kullanılan ışık kaynakları; halojen ve LED ışık (Light Emitting Diode) kaynaklarıdır. Bunların dışında plazma ark, QTH (quartz, tungsten, halojen) ve lazer ışık kaynakları da kullanılmaktadır (Park ve ark., 2005).

Doldurucu İçeriklerine Göre Resin İçerikli Fissür Örtücüler

Resin içerikli fissür örtücüler doldurucu içeriklerine göre; dolduruculu, yarı dolduruculu ve doldurucusuz olmak üzere üç gruba ayrılırlar (Ripa, 1993; Colombo ve Beretta, 2018).

Yapılan çalışmalarda doldurucusuz resin fissür örtücülerin aşınmaya karşı dirençlerinin ve bağlanma dayanımlarının düşük olduğu bildirilmiştir. Günümüzde fissür örtücülere, yüzey sertliği ve aşınma direnci gibi fiziksel özelliklerini geliştirmek amacıyla farklı

oranlarda ve farklı büyüklüklerde doldurucu partiküller ilave edilmektedir (Yıldız ve Şimşek, 2013).

Fissür örtücülerin mineye penetrasyonunda en önemli faktör materyalin akışkanlığıdır. Bu nedenle doldurucusuz fissür örtücülerin retansiyonda daha başarılı olduğu düşünülmektedir. Literatürde doldurucusuz rezin fissür örtücülerin retansiyonunun daha başarılı olduğunu bildiren çalışmalar Simonsen (2002) olduğu gibi dolduruculu ve doldurucusuz fissür örtücülerin retansiyonlarının benzer olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (Boksman ve ark., 1993; Reddy ve ark., 2015).

Fissür örtücülerin fissür yüzeylerine daha iyi penetre olabilmesi ve kırılma dayanımının yeterli olabilmesi için ağırlıkça %30 ila %65 oranında doldurucu partikül içermeleri gerektiği bildirilmiştir (Welbury ve ark., 2004).

Renklerine Göre Rezin İçerikli Fissür Örtücüler

Fissür örtücüler renklerine göre renkli, opak ve şeffaf olarak sınıflandırılmaktadır (Simonsen ve Neal, 2011).

Renkli ve opak fissür örtücülerin avantajları (Babu ve ark., 2014):

- Çocuğa gözle görülebilir bir motivasyon sağlar.
- Polimerizasyonlarının kontrolü kolaydır.
- Sonraki seanslarda retansiyonlarının kontrolü hızlı ve kolay bir şekilde yapılabilir.
- Ebeveynler çocuklarına yapılan işlemi görür ve kontrolünü sağlayabilirler.

Fissür örtücülerin altında gelişen sekonder çürük lezyonu renkli ve opak fissür örtücüler varlığında görsel olarak tespit edilemezken, şeffaf fissür örtücülerde kolaylıkla tespit edilebilmektedir. Araştırmacılar tarafından renkli, opak ve şeffaf fissür örtücülerin retansiyonlarının ve çürük önleyici etkilerinin benzer olduğu bildirilmiştir (Simonsen, 2002; Heifetz ve ark., 2004; Hicks ve Flaitz, 2009).

Flor İçeren Fissür Örtücüler

Diş ürüğünün önlenmesinde temel bir faktör olan florun mine yüzeyinde bulunma süresini en üst düzeye çıkarmak için flor salan restoratif materyaller geliştirilmiştir. Flor içeren fissür örtücüler de bu amaçla geliştirilen materyallerdendir (Nowak ve ark., 2018).

Fissür örtücü materyallere flor iki yöntemle eklenmektedir; birinci yöntem, florun polimerize olmamış rezine çözünür bir florid tuzu formunda eklenmesi, ikinci yöntem ise rezine kimyasal olarak bağlanan bir organik flor bileşiğinin ilave edilmesi ve iyon değişim reaksiyonu ile florun açığa çıkmasının sağlanmasıdır (Babu ve ark., 2014).

Flor içeren fissür örtücüler, ağız ortamında uzun süreli salınım yapan flor rezervuarları olarak düşünülmemelidir. Flor içeren rezin fissür örtücüler ile geleneksel rezin içerikli fissür örtücülerin karşılaştırıldığı birçok çalışmada çürük artış oranı benzer bulunmuştur (Simonsen ve Neal, 2011). Araştırmacılar tükürük flor seviyelerinin, fissür örtücülerin yerleştirilmesinden önce ve sonra aynı olduğunu ve florun plak ve tükürüğe uzun süreli salınımının olmadığını göstermiştir (Carlsson ve ark., 1997). Sadece bir randomize kontrollü çalışma, daimi birinci büyük azı dişlerine uygulanan flor içeren fissür örtücülerin bitişik daimi ikinci büyük azı dişinin distal yüzeyleri üzerinde kariostatik bir etkisi olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte uzun süreli takipte yeni çürük gelişimi oranı çok düşük olduğundan bu sonuç klinik olarak önemini yitirmektedir (Cagetti ve ark., 2014).

Farklı çalışmalarda fissür örtücülere flor ilave edilmesinin retansiyonu etkilemediği, florlu ve florsuz fissür örtücülerin retansiyonlarının benzer olduğu bildirilmiştir (Simonsen, 2002; Simonsen ve Neal, 2011). Literatürde, flor içeren fissür örtücülerin yararlarına dair kanıtların yetersiz olduğu düşünülerek, diş hekimlerinin fissür örtücü seçiminde bu özelliği göz önünde bulundurmamaları gerektiği belirtilmiştir (Nowak ve ark., 2018).

2.2.7.2. Cam İyonomer İçerikli Fissür Örtücüler

İlk kez 1972 yılında Wilson ve Kent tarafından piyasaya sunulan cam iyonomer simanlar günümüzde halen diş hekimliği kliniğinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Wilson, 1972;

Ahovuo-Saloranta ve ark., 2017). Cam iyonomer simanlar floroaluminosilikat cam tozu ile polikarboksilik asit arasında nemli ortamda meydana gelen asit-baz reaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Simanın yapısındaki metal iyonları alüminyum (Al), kalsiyum (Ca), stronsiyum (Sr), çinko (Zn), sodyum (Na), potasyum (K) ve lantandır (La). Cam yapının iskeletini oluşturan Al_2O_3/SiO_2 oranı değiştikçe simanın opasitesi, sertleşme süresi ve sıkışma direnci değişmektedir. Flor, yapıda rezervuar görevi görmektedir Saito (1999).

Cam iyonomer simanlar dış sert dokularına kimyasal olarak bağlanabilmektedirler (Ericson ve Glasspoole, 1994). Bu bağlanma poliakrilik asit içinde yer alan karboksilat gruplarının, dış dokusunda bulunan fosfat iyonları ile etkileşimi sonucu gerçekleşmektedir (Wilson ve ark., 1983).

Cam iyonomer simanların yapısındaki flor miktarının diğer materyallere oranla daha fazla olması uzun süre flor salınımı yapmasına olanak sağlamaktadır (Matalon ve ark., 2010). Flor salınımı ilk 24 saatte çok yüksek olup (patlama etkisi), 48 saat sonra düşmekte, sonrasında sabit ve düşük bir seviyede devam etmektedir (De Moor ve ark., 1996; Kamala ve Hegde, 2008). Cam iyonomer simanlar kendi yapıları dışında dış kaynaklardan da flor alarak bu florı geri salma özelliğine sahiptir. Bir restoratif materyalin bulunduğu ortamdan florı alarak yeniden salması, pörözitesiyle yakından ilişkilidir. Cam iyonomer simanların bu flor alma ve yeniden salma özelliği pöröz yapısı nedeniyle maddelerin pasif difüzyonla dış ortamla yer değiştirebilmesinden kaynaklanmaktadır (Matalon ve ark., 2010).

Cam iyonomer simanların flor salma ve şarj etme yetenekleri, yüksek nem toleransları ve kolay uygulama gibi avantajları ile rezin fissür örtücülere alternatif olabileceği düşünülmüştür. Cam iyonomer simanların avantajları arasında, akışkanlıklarının düşük, film kalınlıklarının az, sıkışma ve gerilme dirençlerinin yüksek ve ısıl genleşme katsayılarının dış sert dokularına benzer olması bulunmaktadır. Aynı zamanda biyouyumlu materyallerdir (Yip ve Smales, 2002; Kaya ve Tirali, 2013; Garoushi ve ark., 2018; Nowak ve ark., 2018). Aşınma ve kırılma direncinin düşük olması, hidrasyon ve dehidrasyona eğilimleri, renk uyumunun rezin materyaller kadar iyi olmaması, çalışma zamanının kısıtlı olması, sertleşme süresinin uzun olması ve yüksek

oranda mikrosızıntı göstermeleri cam iyonomerlerin dezavantajlarından (Cho ve Cheng, 1999; Kaya ve Tirali, 2013).

Fissür örtücülerin uzun süreli retansiyonu çürük gelişiminin önlenmesinde temel kriterlerden biri olarak kabul edilir. Yapılan klinik çalışmalarda, uzun dönemde cam iyonomer içeren fissür örtücülerin retansiyonları rezin fissür örtücülere kıyasla daha düşük bulunmuştur. Buna rağmen çürük önlemedeki etkilerinin iki materyalde de benzer olduğu bildirilmiştir (Mickenausch ve Yengopal, 2011; Alirezaei ve ark., 2018; Nowak ve ark., 2018). Cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin retansiyon kaybı fazla olmasına rağmen çürük önlemede ki başarısı iki nedene bağlanmaktadır. Birincisi, klinik olarak belirgin olmasa bile fissürlerin derinliklerinde kalan cam iyonomerin bu bölgede fiziksel bir bariyer oluşturması, ikincisi ise fissürlerde uzun süre kalmasıyla deminerilizasyonun inhibisyonunu sağlayarak kimyasal bir etki ile çürük oluşumunu durdurmasıdır. Çalışmalar, cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin çürük önleyici özelliğini, büyük olasılıkla fiziksel bariyer oluşturarak sağladığını göstermektedir (Frencken ve Wolke, 2010; Sundfeld ve ark., 2017).

Literatürde cam iyonomer içerikli fissür örtücüler ile rezin içerikli fissür örtücülerin birbirlerine karşı üstünlüklerini kanıtlayan yeterli kanıtın bulunmadığı, her ikisinin de çürük önleyici etkileri nedeniyle klinik olarak kullanıma uygun olduğu bildirilmiştir (Mickenausch ve Yengopal, 2011). Cam iyonomer simanlar, daha çok sürmekte olan daimi birinci büyük azı dişlerinde, dişler tamamen sürene kadar geçici fissür örtücü materyali olarak kullanılmakta, bunun yanı sıra kooperasyonu zayıf olan çocuklarda, uygulama kolaylığı ve nemden rezin fissür örtücüler kadar etkilenmemeleri sebebiyle tercih edilmektedir (Nowak ve ark., 2018).

2.2.7.3. Rezin Modifiye Cam İyonomer İçerikli Fissür Örtücüler

Geleneksel cam iyonomer simanların fiziksel özelliklerini geliştirmek amacıyla, yapılarına rezin eklenerek ikili sertleşme reaksiyonları (dual-cure) ile polimerize olan “rezin modifiye cam iyonomer simanlar” (RMCİS) üretilmiştir (Cho ve Cheng, 1999; Hicks ve Flaitz, 2009; Garoushi ve ark., 2018).

Rezin modifiye cam iyonmer simanlar geleneksel cam iyonmer simanlarla ile aynı temel bileşenlerden (cam partikülleri, su, poliasit) oluşur, fakat aynı zamanda bir monomer ve bu monomerle ilişkili başlatıcı bir sistem içerirler. Monomer tipik olarak HEMA, başlatıcı ise kamforokinondur (Hes ve ark., 1999; Sidhu ve Nicholson, 2016) Eklenen rezin yapı nedeniyle polimerizasyonları için asit-baz reaksiyonlarının yanında ışıkla polimerize olma özelliğine de sahiptirler. Işıkla polimerizasyon sonucu oluşan matriste asit-baz reaksiyonu devam eder, bu özellik materyalin direncinin artmasında etkilidir (Sidhu ve Nicholson, 2016).

Rezin modifiye cam iyonmer simanlar flor rezervuarı olmaları, dişe kimyasal olarak bağlanabilmeleri ve biyolojik olarak uyumlu olmaları ile geleneksel cam iyonmer simanlarla benzer özellik gösterirler (Köroğlu ve ark., 2012; Khoroushi ve Keshani, 2013). Basınca karşı dirençleri geleneksel cam iyonmer simanlarla aynı, gerilme dirençleri geleneksel cam iyonmer simanların iki katıdır. Ağız sıvılarında geleneksel cam iyonmer simanlara oranla daha az çözünmektedir (Croll ve Nicholson, 2002; Köroğlu ve ark., 2012).

Yapılan klinik çalışmalarda, dişe kimyasal ve mekanik olarak bağlanabilen RMCİS içerikli fissür örtücülerin retansiyonlarının geleneksel cam iyonmer simanlara göre daha iyi olduğu ancak rezin fissür örtücülerden düşük olduğu bildirilmiştir (Pardi ve ark., 2003; Papacchini ve ark., 2005; Baseggio ve ark., 2010).

2.2.7.4. Poliasit Modifiye Rezin İçerikli Fissür Örtücüler (Kompomerler)

Kompomerlerin yapısında %20-30 oranında cam iyonmer siman ve %70-80 oranında kompozit rezin bulunmaktadır. Kompomerler yapılarında geleneksel cam iyonmer simanların belirli bileşenlerini bulundurmalarına rağmen ağırlıklı olarak kompozit rezin içerdiklerinden ışık olmadan sertleşemezler (Ahovuo-Saloranta ve ark., 2017). Bu materyaller bir başlangıç fotopolimerizasyonu ile sertleşir ve daha sonra reaksiyonun su bileşeni olarak görev yapan tükürük ile temas ettiğinde yavaş bir asit-baz reaksiyonu başlatırlar (Cehreli ve Altay, 2000).

Kompomerler %13 oranında flor içerir ve flor salınımları geleneksel cam iyonmer simanlara göre oldukça düşüktür (Hes ve ark., 1999; Tiwari ve ark., 2016).

Diş bağlanma dayanımının ise geleneksel cam iyonomer simanlardan daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Puppin-Rontani ve ark., 2006). Kompomerlerin fiziksel özelliklerinin kompozit rezinlere daha çok benzediği (Kanık ve Türkün, 2016) ancak retansiyonlarının ve aşınma dirençlerinin kompozit rezinlere göre daha düşük olduğu bildirilmiştir (Ünlügenç ve Bolgöl, 2019).

2.2.7.5. Ormoser İçerikli Fissür Örtücüler

Geleneksel kompozitlerin polimerizasyon büzülmesinin yarattığı sorunların üstesinden gelmek amacıyla organik olarak modifiye edilmiş seramikler (ormoserler) geliştirilmiştir. Doğal diş yapısına çok benzer termal genleşme katsayısına sahip olan ormoserler, çok fonksiyonlu üretan ile tioter oligo metakrilat alkoksasilandan sentezlenen çapraz bağlı inorganik ve organik kopolimerlerinden oluşur (Ilie ve Hickel, 2011; Çelik, 2017). Ormoserlerin kompozit rezinlerden en temel farkı, organik matrikste temel komponent olarak metakrilat polisiloksan kullanılmasının dimetakrilat monomer miktarını azaltarak alerjik reaksiyon gelişme riskini en aza indirmesidir (Chen ve ark., 2001; Monsarrat ve ark., 2017).

Ormoserlerin kompozit rezinlere kıyasla aşınma direncinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Tagtekin ve ark., 2004; Yap ve ark., 2004). Bununla birlikte ormoser matriksinin, klasik monomerler (örneğin Bis-GMA, UDMA ve TEGDMA) yerine inorganik-organik kopolimerler içermesine bağlı olarak kompozit rezinlerle benzer (Cattani-Lorente ve ark., 2001) veya daha düşük polimerizasyon büzülmesi gösterdiğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Tauböck ve ark., 2019).

Literatürde ormoser içeren fissür örtücülerin cam iyonomer siman içerikli fissür örtücülerle kıyaslandığında retansiyon ve kenar bütünlüğü açısından benzer sonuçlar gösterdiğini, cam iyonomer siman içerikli fissür örtücülerin çürük önleyici etkisinin ise daha yüksek olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Guler ve Yilmaz, 2013).

2.2.7.6. Giomer İçerikli Fissür Örtücüler

Giomerler son zamanlarda geliştirilen hibrit restoratif materyallerdir. Önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer (S - PRG) partiküllerinin rezin matrikse dahil

edilmesiyle oluşurlar. Floralumina silikat cam suda polialkenoik asit ile reaksiyona girdikten sonra üretan rezin içerisine katılmaktadır (Kimyai ve ark., 2011; Gonulol ve ark., 2015; Mutluay, 2016).

Giomerler, cam iyonomer simanların ve kompozit rezinlerin her iki temel bileşenini içermekte ve PRG kompozitleri olarak bilinen ayrı bir kompozit kategorisinde yer almaktadır (Yadav ve ark., 2012). Cam iyonomer simanların flor salınımı ve yeniden klenebilme özellikleri ile kompozit rezinlerin üstün estetik, biyoyumluluk ve kolay cilalanabilme özelliklerine sahiptir. Ayrıca kompozit rezinler kadar dirençli bir yapıya sahip oldukları bildirilmiştir (Gonulol ve ark., 2015).

S-PRG doldurucuların başta flor (F) olmak üzere alüminyum (Al), bor (B), sodyum (Na), silisyum (Si) ve stronsiyum (Sr) iyonlarının salınımlarını gerçekleştirdikleri, salınan stronsiyum ve florun sırasıyla stronsiyumapatit ve florapatite dönüşerek minenin deminerilizasyona karşı direncini arttırdıkları bildirilmiştir (Ito ve ark., 2011).

Giomerlerin içeriğindeki S-PRG doldurucuların uzun dönem flor salınımlarının geleneksel ve rezin modifiye cam iyonomer simanlara göre daha düşük, kompozit rezinlere göre ise daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Itota ve ark., 2004; Dasgupta ve ark., 2018). Geleneksel cam iyonomer simanlardaki patlama etkisi adı verilen ilk 24 saat içerisindeki yüksek flor salınımı giomerlerde gözlenmemiştir (apan ve Akyüz, 2016). Bununla birlikte, diğer estetik restoratif materyallerle benzer şekilde, PRG'ler içindeki flor şarjının, sabit bir dış kaynaklı flor kaynağına maruz kalmadıkları sürece geçici olduğu bilinmektedir (Ikemura ve ark., 2008; Dasgupta ve ark., 2018).

Giomer içerikli fissür rtcler, asitle pürüzlendirme ve yıkama işlemi olmadan adezyonu için gerekli self etch primer uygulamasının ardından dişe uygulanabilmekte ve ışıkla sertleşmektedir. Böylece asitle pürüzlendirme ile oluşabilecek olumsuzlukları ortadan kaldırarak özellikle ocuk hastalar için önem taşıyan klinik uygulama süresini kısaltmaktadırlar (zer ve ark., 2016; Topal ve Kırzıoğlu, 2016).

Fissür rtc materyallerin viskozitesi ve buna bağlı olarak fissürlere penetrasyon kabiliyetleri retansiyonlarında etkilidir. Fissür rtclerin penetrasyonlarının değerlendirildiği bir çalışmada, noninvaziv teknik kullanılan grupta giomer içerikli fissür

örtücünün penetrasyon derinliği doldurucusuz rezin fissür örtücünden daha düşük cam iyonomer içerikli fissür örtücünden ise daha yüksek bulunmuştur (Hatırlı ve ark., 2018). Bu bulguları destekler nitelikte, sürmekte olan dişlere rezin ve giomer içerikli fissür örtücülerin uygulandığı bir klinik çalışmada, 18 aylık takip sonunda giomer içerikli fissür örtücülerde daha fazla retansiyon kaybı gözlemlendiği bildirilmiştir (Topal ve Kirzioglu, 2019).

Giomerlerin yüzey pürüzlülüğü diğer cam iyonomer içerikli restoratif materyaller de olduğu gibi düşük pH'lı ortamlardan olumsuz etkilenmektedir. Bunun sebebinin cam iyonomer partikülleri içeren restoratif materyallerdeki metal iyonlarının asidik pH'da H iyonları ile yer değiştirmesi olduğu belirtilmiştir (Mohamed-Tahir ve Yap, 2004). Cam iyonomer içeren restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünün ortamdaki pH'la ilişkisini inceleyen bir çalışmada rezin içeriği fazla olan materyallerin düşük pH'dan daha az etkilendiği bildirilmiştir (Bani ve Öztaş, 2013).

2.2.7.7. Cam Karbomer İçerikli Fissür Örtücüler

Cam karbomerler cam partiküllerine hidroksiapatit/florapatit nanopartikülleri eklenmesiyle geleneksel cam iyonomer simanlardan ayrılan restoratif materyallerdir. Cam karbomerin sıvısı poliakrilik asittir (Cehreli ve ark., 2013; Sidhu ve Nicholson, 2016). Eklenen florapatit oranının %20 olduğu bildirilmiştir. Cam karbomerlerde, nanopartikül teknolojisi ile diş minesine benzer bir yapı oluşturulabileceği düşünülmüştür (Çapan ve Akyüz, 2016). Üretici firma, karbomer içerisindeki partiküllerin mine içerisindeki apatit kristalleri ile yer değiştirdiğini ve cam karbomerin doğal, taklit yeteneği olan (biyomimetik) bir materyal olduğunu bildirmiştir (Bekmezoğlu ve Güngör, 2019).

Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlara benzer şekilde, nanopartiküllerin cam karbomer materyallere eklenmesi bu materyallerin sıkışma, gerilme ve aşınma direncini artırmaktadır (Zainuddin ve ark., 2012).

Cam karbomerin içeriğindeki cam tozu; stronsiyum, yüksek miktarda silikon ve az miktarda kalsiyum içermektedir. Aynı zamanda geleneksel cam iyonomer simanların Fuji IX ve Ketac Molar gibi iyi bilinen markalarında kullanılan camlara kıyasla nispeten

yüksek silikon ve benzer miktarlarda alüminyum (Al), fosfor (P) ve flor (F) iyonu içermektedir (Sidhu ve Nicholson, 2016). Dolayısıyla cam karbomerlerin de flor salınımı ve yeniden yüklenebilme özellikleri bulunmaktadır (Çapan ve Akyüz, 2016). Araştırmacılar tarafından cam karbomerlerin flor salınım miktarlarının geleneksel cam iyonomer simanlara benzer olduğu bildirilmiştir (Lopes ve ark., 2018; Bekmezoğlu ve Güngör, 2019).

Cam karbomerler cam iyonomerlere benzer olarak diş yüzeyine ilave bir adeziv sistem uygulamasına gerek olmadan bağlanabilmekte ve kimyasal olarak sertleşmektedirler (Gorseta ve ark., 2014). Üretici firma sertleşmenin hızlanması için yüksek enerjili bir ışık cihazı kullanılmasını önerir. Bu ışık cihazı tarafından materyale ısı uygulanarak sertleşme reaksiyonu hızlandırılmaktadır. Sertleşmenin hızlanması basma dayanımını artırmakta ve mikrosızıntıyı azaltmaktadır (Gorseta ve ark., 2014; Nicholson, 2014). Başka bir öneri ise yüzey koruyucu (gloss) tabaka uygulamasıdır. Bu uygulama materyali sertleşmesi tamamlanana kadar nem ve tükürük kontaminasyonundan korumaktadır (Menne-Happ ve Ilie, 2013).

Cam karbomerlerin daimi dişlerdeki sınıf 1 ve sınıf 2 minimal restorasyonlarda, süt dişlerindeki sınıf 1 ve sınıf 2 restorasyonlarda, koruyucu rezin restorasyon veya fissür örtücü olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Koenraads ve ark., 2009; Cehreli ve ark., 2013; Gorseta ve ark., 2014). Bunun yanı sıra direkt pulpa kuafajında kullanılmasının kontrendike olduğu ve pulpaya yaklaşan derin kavitelerde kavite örtücüleri ile birlikte kullanılması gerektiği belirtilmiştir (Dülgergil ve Ertürk, 2016). Cam karbomerlerin ART tekniğinde kullanıldığı bir yıllık ve üç yıllık takipli iki klinik çalışmada kırık ve restorasyon kaybının daha fazla görülmesi nedeniyle cam karbomerler ART tekniğinde geleneksel cam iyonomer simanlara ve kompomerlere göre başarısız bulunmuştur (Koenraads ve ark., 2009; Olegário ve ark., 2019).

Literatürde, cam karbomerlerin rezin fissür örtücülerle kıyaslandığında benzer retansiyon oranları gösterdiğini bildiren çalışmaların (Gorseta ve ark., 2014) yanı sıra retansiyonlarının rezin fissür örtücülerden daha düşük olduğunu bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Zhanga ve ark., 2017).

2.2.7.8. Akışkan Kompozitler

Akışkan (flowable) kompozitler, kavite geometrisinin ideal olarak sağlanamadığı adeziv preparasyonlarda, polimerizasyon büzülmesini engellemek ve stres kırıcı bir bariyer oluşturmak amacıyla geliştirilmiş kompozit rezinlerdir (Labella ve ark., 1999; Bagherian, 2018). Bu kompozitler, geleneksel hibrit kompozitler ile benzer partikül boyutlarına sahiptir ancak doldurucu oranları hibrit kompozitlere kıyasla azaltılmış ve materyalin viskozitesi düşürülmüştür. Bir başka deyişle inorganik doldurucu partikül oranı açısından incelendiğinde akışkan kompozitler; fissür örtücüler ile hibrit kompozitler arasında yer almaktadırlar. Doldurucu partikül oranının azaltılması Bis-GMA ve UDMA gibi viskoz monomerlerin yerine TEGDMA gibi seyreltici monomerlerin kullanılması ile sağlanmıştır (Bayne ve ark., 1998). Bu durum materyalin yüksek kuvvetler altında deformasyona karşı direncini azaltmakta ve polimerizasyon büzülmesinin artmasına neden olmaktadır. Yapılan çalışmalarda akışkan kompozitlerin polimerizasyon büzülmesi hibrit kompozitlere göre daha fazla bulursa da, aşınma direnci ve kırılma dayanımı posterior kompozitlerle benzer düzeyde bulunmuştur (Labella ve ark., 1999; Çakır ve ark., 2013; Çelik, 2017).

Akışkan kompozitler; pit ve fissürlerin örtülmesinde, koruyucu rezin restorasyonlarda, air abrazyon kavitelerinde, amalgam, kompozit veya kron tamirinde, ortodontik braketlerin yapıştırılmasında, sınıf V restorasyonlarda ve kesici kenar tamirlerinde kullanılmaktadır (Çakır ve ark., 2013).

Adeziv diş hekimliğinde en son geliştirilen materyallerden biri kendinden adezivli akışkan kompozitlerdir. Bu materyaller akışkan kompozit materyal içerisine tek aşamalı self-etch adeziv rezin ilave edilmesiyle oluşur ve diş yüzeyine herhangi bir işlem yapılmadan uygulanabilirler Poss (2010). Kendinden adezivli akışkan kompozitlerin diş dokularına adezyonu iki şekilde olmaktadır. Birincisi, asidik monomerin fosfat grupları ile diş dokularındaki kalsiyum iyonları arasında oluşan kimyasal bağlanma, ikincisi ise kompozit rezin monomerleri ile dentinin kollajen fibrilleri arasında oluşan mikromekanik bağlanma şeklindedir (Ozel Bektas ve ark., 2013).

Kendinden adezivli akışkan kompozitlerin geliştirilmesiyle kompozit-diş yüzeyi arasındaki adeziv hibrit tabaka kalınlığı azaltılarak mikrosızıntının elimine edilmesi amaçlanmıştır (Belli ve ark., 2004; Ülker ve ark., 2013). Çalışmalarda adeziv sistem ile uygulanan akışkan kompozitler ve kendiliğinden adezivli akışkan kompozitler karşılaştırılmış, adeziv sistem uygulananların dentine daha iyi bağlanma gösterdiği bildirilmiştir (Fu ve ark., 2013; Poitevin ve ark., 2013).

Kendinden adezivli akışkan kompozitler uygulama kolaylığı ve öncesinde ek bir işlem gerektirmemesiyle özellikle çocuk hastalarda önemli olan tedavi süresini kısaltmakta ve zaman tasarrufu sağlamaktadır (Vichi ve ark., 2013). Ancak bu kompozitlerin dentin yüzeyine bağlanabilmesi için aktif olarak ovalanarak uygulanması gerekmektedir. Kendinden adezivli akışkan kompozitlerden biri olan Vertise Flow'da uygulama bir fırça ile yapılarak materyalin diş yüzeyine homojen bir şekilde yayılması sağlanmaktadır. Bu uygulamadan sonra diğer kompozit rezinlere benzer olarak sertleşme reaksiyonu için ışık uygulanmaktadır.

Rezin fissür örtücüler ile kendinden adezivli akışkan kompozitlerin penetrasyon derinliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, kendinden adezivli akışkan kompozitlerin daha viskoz yapıda olmalarına rağmen resin fissür örtücülerle benzer penetrasyon kabiliyeti gösterdiği bildirilmiştir (Eliades ve ark., 2013). Geleneksel resin fissür örtücüler ve akışkan kompozitlerin kendinden adezivli akışkan kompozitlerle karşılaştırıldığı benzer çalışmalarda, kendinden adezivli akışkan kompozitler dentinde en yüksek mikrosızıntıyı göstermiştir (Ülker ve ark., 2013; Poorzandpoush ve ark., 2019). Ayrıca kendinden adezivli akışkan kompozitlerin geleneksel resin fissür örtücülere göre yüzey sertliğinin daha yüksek olduğu ve daha homojen film kalınlığı oluşturduğu bildirilmiştir (Eliades ve ark., 2013).

Belirtilen özelliklerine rağmen kendinden adezivli akışkan kompozitlerin dayanıklılığı konusunda birçok diş hekimi endişe duymaktadır. Dolayısıyla bu kompozitler için daha çok in vitro ve uzun dönem klinik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

2.2.8. Fissür Örtücülerde Başarısızlık Nedenleri

Literatürde fissür örtücülerde başarısızlığa yol açan faktörler belirlenmiştir:

- *Kooperasyon problemi:* Yaşları küçük olan çocuk hastalarda kooperasyonun zayıf olması ve ebeveynlerin bilinçsiz olması nedeniyle oral hijyenin sağlanamaması koruyucu uygulamaların etkinliğini azaltmaktadır (Dennison ve ark., 1990).
- *Pit ve fissürlerin karmaşık morfolojisi:* Derin pit ve fissürlere materyalin penetre olması daha zordur (Selecman ve ark., 2007; Grewal ve Chopra, 2008; Garg ve ark., 2018).
- *Fissür örtücü materyallerin özellikleri:* Materyalin viskozitesinin artması pit ve fissürlere daha zor penetre olmasına ve tutuculuğunun azalmasına neden olmaktadır (Prabhakar ve ark., 2011). Ayrıca materyalin başarısını yüzey gerilimi, polimerizasyon büzülmesi ve termal genleşme katsayısı da etkilemektedir (Selecman ve ark., 2007).
- *Mine yüzeyi hazırlığının yetersiz yapılması:* Asitlemeden önce mine yüzeyini hazırlama işlemlerinin yetersiz yapılması fissür örtücülerin mineye bağlanmasını olumsuz yönde etkilemektedir (Dennison ve ark., 1990; Locker ve ark., 2003a).
- *Nem kontrolü, tükrük izolasyonu:* Çocuklarda rubber dam kullanımının zor olması, pamuk rulolarla yapılan izolasyonda da çocuklarda yutkunma ve dil hareketleri ile pamukların hareket etmesi diş yüzeyinin kolaylıkla kontamine olmasına yol açmaktadır. Bu nedenle pamuk rulo ile izolasyonda yardımcı personelden yardım alınarak uygulanan fissür örtücülerin daha başarılı olacağı belirtilmektedir (Simonsen, 1991; Ripa, 1993).
- *Sürmekte olan dişler:* Sürmekte olan dişlerde fissür örtücü uygulaması gerekli olduğu gibi materyalin yerleştirilmesi ve nem kontaminasyonunun engellenmesi zordur (Dennison ve ark., 1990; Topal ve Kirzioglu, 2019).

2.3. Fissür Örtücülerin Fiziksel Özelliklerini Değerlendirmek Amacıyla Kullanılan Yöntemler

Dental materyallerin fiziksel özelliklerini değerlendirmek ve klinik performansları ile ilgili kısa sürede bilgi edinmek amacıyla laboratuvar testleri kullanılmaktadır. Özellikle

yeni geliştirilen materyallerin kullanılmaya başlamadan önce yapılan laboratuvar ve klinik çalışmalarının uygulayıcılar için önemi büyüktür (Wang ve ark., 2003). Fissür örtücülerin fiziksel özelliklerini değerlendirmede ve klinik başarıları hakkında ön bilgi sahibi olmak için mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü ölçümü ile SEM-EDX analizi sık kullanılan in vitro test yöntemlerindendir (Papacchinia ve ark., 2006; Arslanoğlu ve ark., 2016). Ayrıca materyallerin aşınma, kenar uyumu, retansiyon ve mikrosızıntı açısından değerlendirilmesi amacıyla ağız ortamını taklit eden termal döngülü çiğneme ve fırçalama simülatörleri kullanılmaktadır (Hatırlı ve ark., 2018).

2.3.1. Diş Fırçalama Simülatörü

Diş fırçalama simülatörleri diş yüzeyleri ya da restoratif materyallerin belli bir süre sabit kuvvetle fırçalanması sonucu aşınma durumlarının değerlendirilmesi amacıyla kullanılan cihazlardır. Dişlere uygulanan fırçalama işlemi, ağız ortamında diş fırçalama işlemleri sonucu oluşan aşınmaların taklit edilmesine imkan sağlamaktadır (Lang ve ark., 2014).

İlk olarak sadece yatay hareketler kullanan fırçalama simülatörleri tanıtılmış daha sonra 2,5 ila 10 N arasında fırçalama kuvvetleri ile yatay veya dikey fırçalama hareketleri yapabilen fırçalama makineleri kullanılmıştır (Arnold ve Trost, 1972; Nygaard-Østby ve ark., 1979). Günümüzde bu amaçla en sık düz eksenlerde fırçalama (ileri-geri, sağ-sol), çapraz fırçalama, yuvarlak ('0' ve '8' çizer tarzda) fırçalama şeklinde üç fırçalama modu bulunan cihazlar kullanılmaktadır.

2.3.2. Mikrosertlik Testi

Bir cismin, çizilme veya batma şeklindeki kuvvetlere karşı gösterdiği dirence 'sertlik' denir Mackert (2002). Bu terim, materyalin plastik deformasyona karşı gösterdiği direnci de belirtmektedir. Dayanıklılık, çekilebilirlik, dövülebilirlik, aşınma ve kesilmeye karşı olan direnç materyallerin sertliğini etkileyen özelliklerdendir. Materyallerin mekanik özelliklerinin değerlendirilmesinde yaygın olarak sertlik ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Fissür örtücü olarak kullanılan materyaller çeşitli sertlik değerlerine sahiptirler.

Sertliği ölçme yöntemlerinin çoğu, kontrollü ve tekrarlanabilir bir şekilde belirtilen bir kuvvetle malzemenin yüzeyinde bir çentik yapmak ve oluşan izin boyutunu ölçmekten oluşur. Mikrosertlik değeri oluşan izin büyüklüğüyle ters orantılıdır (Mackert, 2002; Anusavice ve ark., 2012). Restoratif materyallerin sertliğinin test edilmesinde en çok kullanılan yöntemler Vickers, Brinell, Knopp, Rockwell, Shore ve Barcol sertlik testleridir. Tüm yöntemlerde çentik açıcı bir uç bulunur ve test edilen materyalin üzerine belli bir kuvvet uygulanarak çentik oluşturulur. Rockwell ve Brinell testleri kırılğan materyaller için uygun olmayıp, elastik malzemeler için modifiye edilmiştir. Vickers ve Knoop mikrosertlik ölçüm testleri ise mikro yapıya sahip materyallerin değerlendirilmesi için kullanılmaktadır (Şakar-Deliormanlı ve Güden, 2006; Celik ve Ermis, 2008). Yapılan çalışmalarda diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin sertliklerinin ölçümünde, Vickers mikrosertlik testinin daha sık kullanıldığı gözlenmektedir (Kakaboura ve ark., 2003).

2.3.3. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme ve Değerlendirme Yöntemleri

Yüzeyin pürüzsüz olması dental restorasyonların başarısına katkıda bulunan en önemli faktörlerden biridir. Restorasyonlardaki pürüzsüz yüzey düşük plak tutulumunun yanı sıra hastaya konfor ve estetik görünüm sağlamaktadır (Arslanoğlu ve ark., 2016). Yüzey pürüzlülüğünün artması ise, plak tutulumuna bağlı gingival irritasyon ve tekrarlayan çürüklere, renklenmeye, aşınmanın hızlanmasına bunların yanı sıra pürüzlü yüzeyin dokunsal olarak algılanabilmesine neden olmaktadır. İdeal bir fissür örtücü ağız ortamında uzun süre pürüzsüzlüğünü koruyabilmelidir (Tuncer ve ark., 2016).

Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bunlar; yüzey profili analizi (profilometre) gibi kantitatif (sayısal) ve tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) gibi kalitatif (nitel) metotları kapsamaktadır. Ayrıca atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ile de yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılmaktadır (Kakaboura ve ark., 2007).

2.3.3.1. Profilometreler

Profilometreler mekanik ve optik olmak üzere iki farklı tipte üretilmiştir. Her iki metot da benzer pürüzlülük parametreleri kullanarak kantitatif ölçümler yapmaktadır (Joniot ve ark., 2006).

Mekanik Profilometreler

Mekanik profilometreler iki boyutlu ölçüm yapan ve örnek yüzeyi üzerinde sabit doğrusal bir mesafede, boyutları belirli elmas bir uç yardımıyla yüzeyin taranması prensibiyle çalışan cihazlardır. Ölçüm esnasında elmas uç yüzeye temas etmektedir. Sensor X eksenı boyunca hareket eder ve dikey eksendeki yükseklik farklarını makinenin dönüştürüm sistemini referans alarak hesaplar. Bu nedenle çalışılan bölgedeki yüzeyin paralellığı ve sensörün eksen dönüştürümü mutlaka dikkatli bir şekilde ayarlanmalıdır (Joniot ve ark., 2006). Mekanik profilometrelerde değerler, hem dijital hem de analog donanım ve yazılım kullanılarak kaydedilebilmektedir Jefferies (1998). Mekanik profilometrelerin sensörleri, yüzeyi elmas uç yardımıyla yatay olarak 20-50 µm çözünürlük ile tararlar. Yüzeydeki olukların değerleri etkilememesi için çeşitli açılarla ölçümler yapılmalıdır (Heintze ve ark., 2006).

Optik Profilometreler

Optik profilometreler üç boyutlu ölçüm sağlayan cihazlardır. Yüzey ile mekanik bir temas yoktur ve optik ışınla tarama yapılmaktadır (Joniot ve ark., 2006). Cihaz yüzey üzerinde belirlenen referans noktaları arasındaki mesafede ölçüm yapmaktadır. Cihazın optik parçaları 100 µm²'lik bir alanda birkaç nanometrelik çözünürlük sağlayabilmektedir (Joniot ve ark., 2006). Yüzey topografisi üç boyutludur dolayısıyla optik profilometreler ile yüzeyin doğal karakteri gösterilebilmektedir (Kakaboura ve ark., 2007). Hızlı ölçüm, yüksek çözünürlük ve yüzeyde deformasyon oluşturmaması optik profilometrelerin avantajlarındandır (Whitefield, 1975; Kakaboura ve ark., 2007).

Yüzey pürüzlülüğü çoğunlukla tüm uluslar tarafından kabul edilen ortalama yüzey pürüzlülük değerini belirten Ra değeri ile ifade edilir (İnan ve ark., 2008). Ortalama pürüzlülük değeri (Ra); pürüzlülük profili boyunca profil ortalama çizgisinden sapmalara

ilişkin tüm değerlerin aritmetik ortalamasıdır. Başka bir deyişle Ra değeri, örnekleme boyutu içerisinde, ortalama çizgiden artı ve eksi yöndeki yükselti ve çukur ölçülerinin mutlak değerlerinin ortalamasıdır. Ra değeri arttıkça, yüzey pürüzlülüğü artmaktadır (Whitehead ve ark., 1995; Zhang ve ark., 2000).

2.3.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM-EDX Analizi)

SEM, çok ince (10 µm) bir elektron demetinin incelenen yüzey boyunca bir noktadan diğer noktaya art arda hareket etmesi prensibiyle çalışan ve yüzeyde oluşan deformasyonların incelendiği bir cihazdır. Yüzeydeki pürüzlülüğün iki boyutlu topografisini görüntülemeye kullanılır. SEM cihazında kütle veya toz halinde analizi yapılacak olan örnekler iletken olmalıdır. İletken olmayan örnekler karbon veya altın ile kaplanmalıdır (Kakaboura, A.ve ark., 2007).

SEM cihazı üzerinde ikincil elektron (secondary electron), geri yansıyan elektron (backscattered electron) ve X ışınları (EDX- Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) detektörü bulunmaktadır. Enerji Dağıtıcı X-Işını Analizi (EDX), materyallerin elementel kompozisyonunu tanımlamak için kullanılan bir x-ışını tekniğidir. EDX analizi, analiz edilen numunenin gerçek bileşimini oluşturan elementlere karşılık gelen zirveleri gösteren spektrumlardan oluşur. Bu sistemle bir numunenin element haritalaması ve görüntü analizi mümkündür (He ve Kirilak, 2014).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız, Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 05.07.2019 tarihinde ve 2019/249 no'lu kararı ile uygun bulunmuş olup Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (BAP) tarafından 19.DUS.001 proje numarasıyla desteklenmiştir.

3.1. Çalışmada Kullanılan Fissür Örtücü Materyaller

Çalışmamızda, rezin içerikli fissür örtücü Clinpro Sealant (3M ESPE, ABD), akışkan kompozit Vertise Flow (Kerr, Salerno, İtalya), giomer içerikli fissür örtücü BeautiSealant (BS; Shofu Inc., Kyoto, Japonya), cam karbomer içerikli fissür örtücü GCP Glass Carbomer (GCP Dental, Elmshorn, Almanya) ve cam iyonomer içerikli fissür örtücü Fuji Triage (GC, Tokyo, Japonya) kullanıldı.



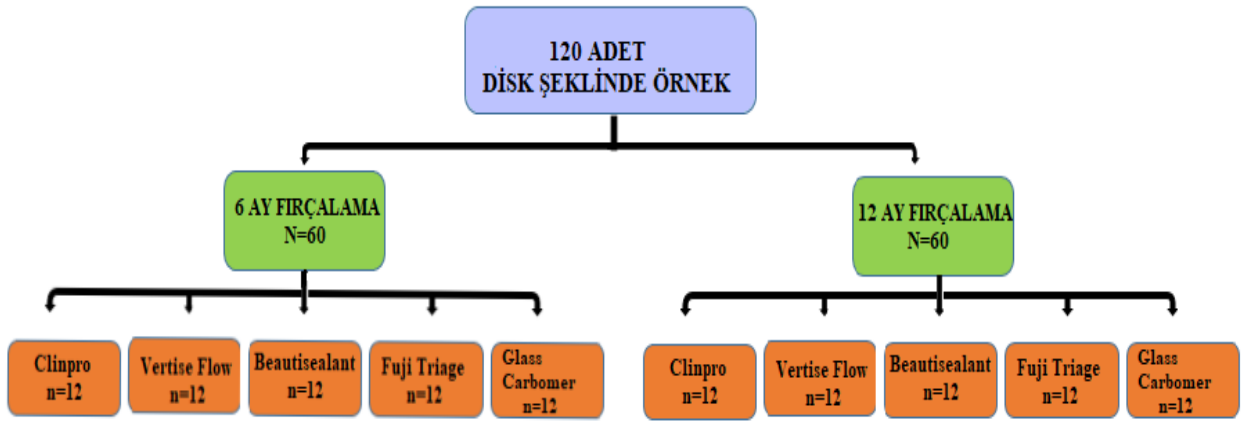
Şekil 3.1: Çalışmada kullanılan fissür örtücü materyaller.

Tablo 3.1: Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri.

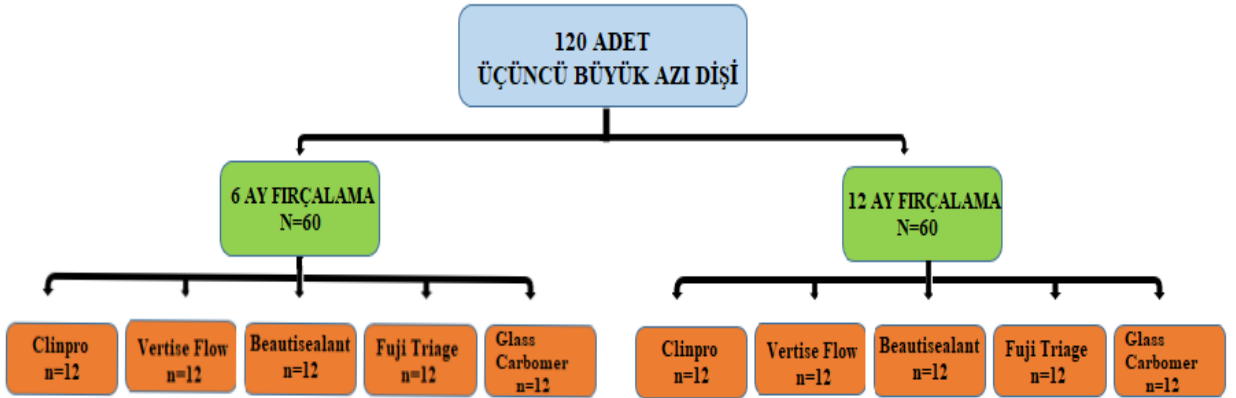
MATERYAL	ÜRETİCİ FİRMA	İÇERİK	LOT NUMARASI
3M Clinpro™ Sealant 	3M St. Paul, Minnesota, ABD	BisGMA, TEGDMA, silan, tetrabutylamonyum tetrafloroborat, difenil hekzaflorofosfat, EDMAB, titanyum hidroksit, hidrokinon	N950250
Vertise™ Flow 	Kerr, Salerno, İtalya	GPDM, HEMA, 4-metoksi fenol, nano-iterbiyum florür, baryum cam, nano boyutta koloidal silika, çinko oksit, aktivatör, stabilizatör, renklendirici	6461193
BeautiSealant® 	Shofu, Kyoto, Japonya	S-PRG partikülleri, fluoroboroaluminosilikat cam, silika, UDMA, TEGDMA BeautiSealant Primer®: Aseton, distile su, karboksil asit ve fosforik asit monomerleri	121812
GC Fuji Triage 	GC, Tokyo Japonya	Alumino-fluoro-silikat cam partikülleri, poliakrilik asit, karboksilik asit, distile su, renklendirici	1904231
GCP Glass Carbomer® 	GCP, Elmshorn, Almanya	Fluoro-aluminosilikat cam partikülleri, nanofluoro/hidroksiapatit, poliasitler	71808616

3.2. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Çalışmamız fissür örtücü materyallerden disk şeklinde örnekler oluşturularak ve çekilmiş dişler üzerine fissür örtücü materyaller uygulanarak iki ayrı şekilde yürütüldü. Disk şeklinde örnekler her fissür örtücüden 24 adet olacak şekilde hazırlanarak farklı fırçalama döngüleri için rastgele iki gruba ayrıldı (n=12). 120 adet çürüksüz üçüncü büyük azı dişi fırçalama döngüleri için rastgele iki ana gruba, her gruba farklı fissür örtücü materyal uygulanmak üzere beş alt gruba ayrıldı (n=12).



Şekil 3.2: . Disk şeklinde örneklere ait çalışma dizaynı.



Şekil 3.3: Diş örneklerine ait çalışma dizaynı.

Grupların isimlendirilmesi kullanılan materyalin baş harfi dikkate alınarak yapıldı.

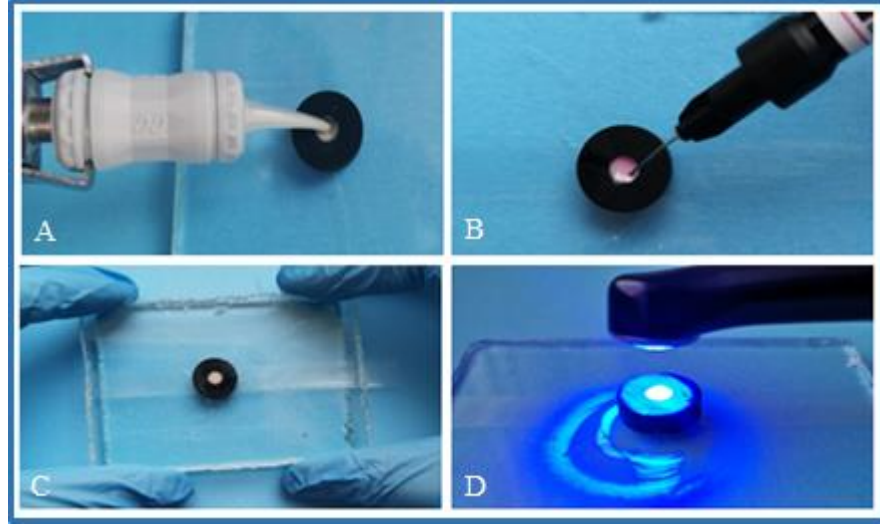
Tablo 3.2: Uygulanan materyal tipine göre oluşturulan gruplar.

GRUP ADI	UYGULANAN MATERYAL
C	Clinpro™ Sealant
V	Vertise™ Flow
B	BeautiSealant®
F	Fuji Triage®
G	Glass Carbomer®

3.3. Örneklerin Hazırlanması

3.3.1. Fissür Örtücü Materyallerden Disk Şeklinde Örnekler Oluşturulması

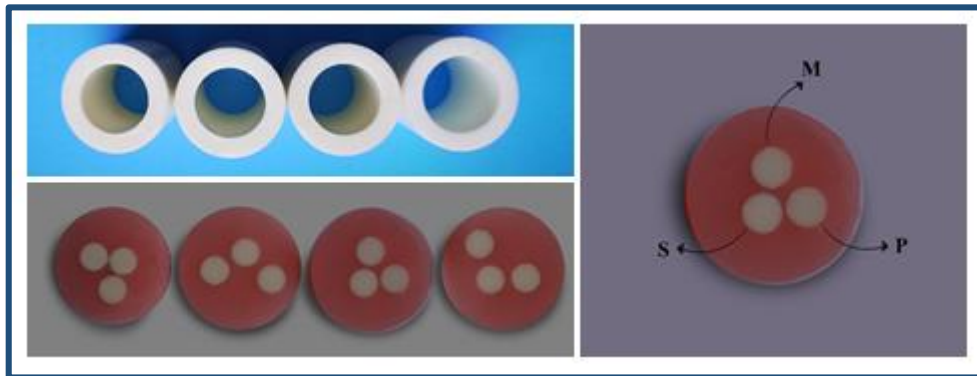
Disk şeklinde örneklerin oluşturulması için 4 mm çapında ve 3 mm yüksekliğinde hazır silikon kalıplar kullanıldı. Düz bir cam plakanın üzerine şeffaf bant (SS.White Co. Phil. ABD) ve silikon kalıplar yerleştirildikten sonra fissür örtücü materyaller silikon kalıplar içerisine eşit miktarlarda aktarıldı. Kalıpların üst yüzeyine tekrar şeffaf bant (SS. White Co. Phil. ABD) yerleştirildi ve cam plaka yardımıyla parmakla hafif baskı uygulanarak materyallerin fazlalıkları giderildi (Şekil 3.4). Rezin yapıdaki fissür örtücülere firmaların önerileri doğrultusunda ışık (VALO, Ultradent, South Jordan, Utah, USA) uygulanarak polimerizasyonları sağlandı. Bu şekilde her materyalden 24 adet olmak üzere disk şeklinde örnekler hazırlandı.



Şekil 3.4: Disk şeklinde fissür örtücü örneklerin hazırlanması. A) Fuji Triage cis içerikli fissür örtücünün silikon kalıba yerleştirilmesi B) Clinpro Sealant rezin içerikli fissür örtücünün silikon kalıba yerleştirilmesi C) Cam plaka ile kuvvet uygulanarak materyaldeki fazlalıkların giderilmesi D) Resin içerikli fissür örtücülere ışık uygulanması.

Örneklerin hazırlanmasından sonra plastik borular kullanılarak üzerlerinde üçer adet disk şeklinde örnek bulunan akrilik bloklar oluşturuldu. Akrilik bloklardaki örneklerin yüzeyleri sırasıyla 600, 800 ve 1200 gritlik su zımparası ile su altında 30 sn zımparalandı ve bir cila patı yardımıyla cilalandı. Testlere başlamadan tüm örnekler bir hafta boyunca 37°C distile su içinde etüvde (NUVE EN 55, Esetron, Ankara, Türkiye) bekletildi.

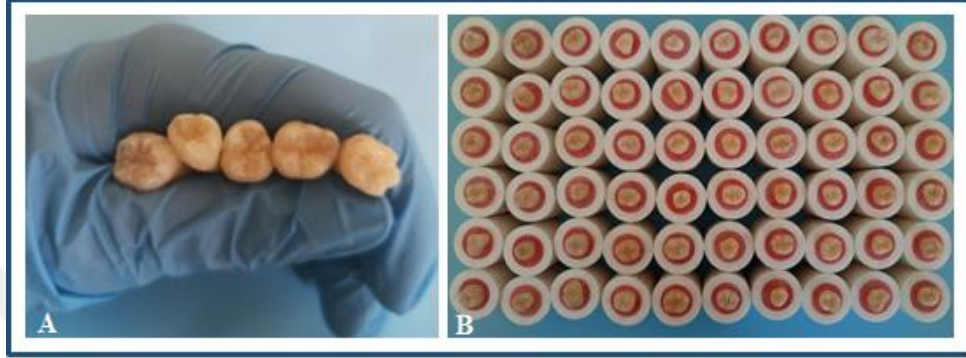
Hazırlanan akrilik blokların üzerindeki üç disk şeklindeki örnek mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü ölçümü ve SEM-EDX analizi için işaretlendi (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Plastik borular yardımıyla fissür örtücü diskler içeren akrilik blokların hazırlanması. M: Mikrosertlik P: Pürüzlülük S: SEM-EDX

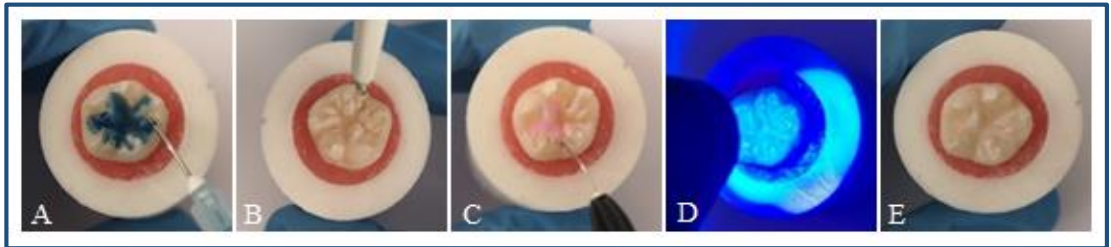
3.3.2. Fissür Örtücü Materyallerin Çekilmiş Dişler Üzerine Uygulanması

Çalışmamızda fissür örtücü uygulanmak üzere 120 adet çürüksüz üçüncü büyük azı dişi kullanıldı. Dişlerin üzerindeki debris tabakası lastik fırça ve pomza ile polisaj yapılarak uzaklaştırıldı. Dişler dehidrate olmaması için deney başlayana dek % 10'luk formol solüsyonunda bekletildi.

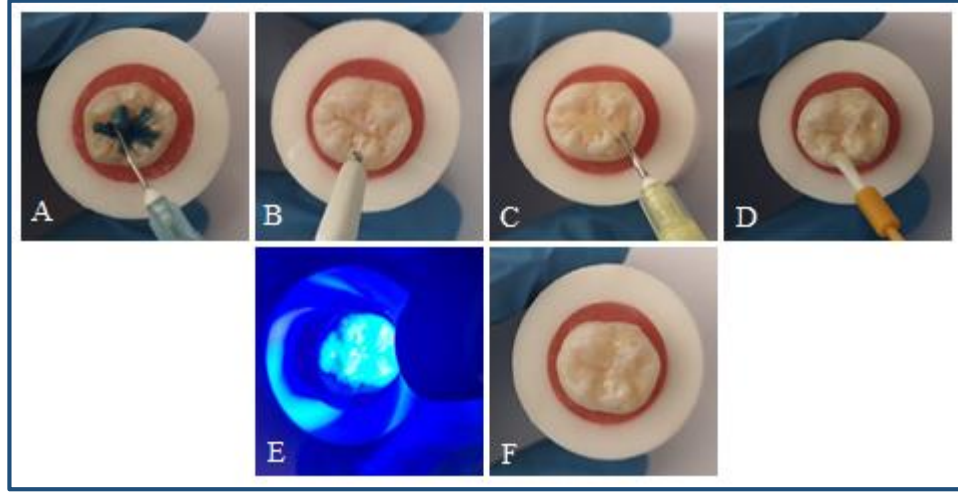


Şekil 3.6: A) Çalışmada kullanılan çürüksüz üçüncü büyük azı dişleri B) Fırçalama simülatörü için hazırlanan akrilik bloklar.

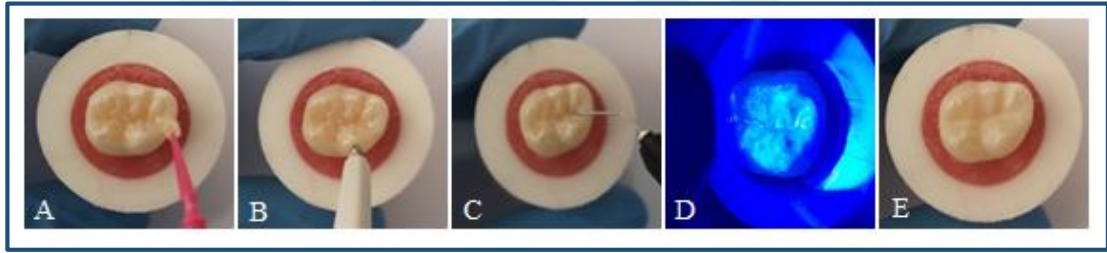
Çekilmiş dişler plastik borular kullanılarak akrilik rezin içine gömüldü ve gruplara ayrıldı (n=12). Gruplara firmaların önerileri doğrultusunda fissür örtücü materyaller uygulandı (Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11).



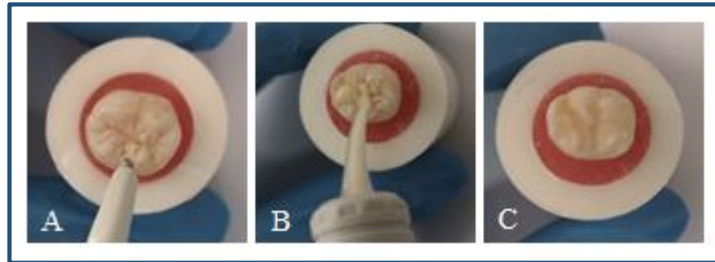
Şekil 3.7: C grubuna ait örneklerden birine fissür örtücü uygulama aşamaları. A) Fissür örtücü uygulanacak dişe %37 lik fosforik asit uygulaması B) Dişin yıkama işleminden sonra hava ile kurutulması C) Clinpro Sealant fissür örtücünün yerleştirilmesi D) Işık uygulaması E) Fissür örtücü uygulaması sonrası dişin görünümü.



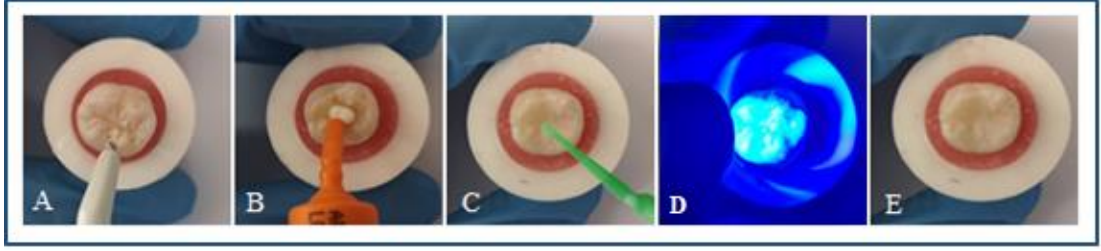
Şekil 3.8: V grubuna ait örneklerden birine fissür örtücü uygulama aşamaları. A) Fissür örtücü uygulanacak dişe %37 lik fosforik asit uygulaması B) Dişin yıkama işleminden sonra hava ile kurutulması C) Vertise Flow fissür örtücünün yerleştirilmesi D) Fırça ile fissür örtücü materyalin tüm diş yüzeyine uygulanması E) Işık uygulaması F) Fissür örtücü uygulaması sonrası dişin görünümü.



Şekil 3.9: B grubuna ait örneklerden birine fissür örtücü uygulama aşamaları. A) Beautisealant primer uygulaması B) Dişin hava ile beş sn kurutulması C) Beautisealant fissür örtücünün yerleştirilmesi D) Işık uygulaması E) Fissür örtücü uygulaması sonrası dişin görünümü.



Şekil 3.10: F grubuna ait örneklerden birine fissür örtücü uygulama aşamaları. A) Dişin hava ile kurutulması B) Fuji Triage fissür örtücünün yerleştirilmesi C) Fissür örtücü uygulaması sonrası dişin görünümü.

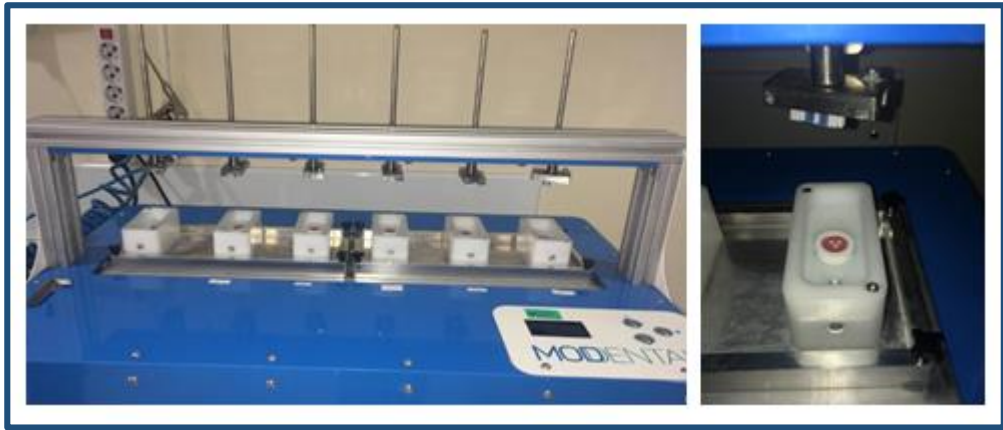


Şekil 3.11: G grubuna ait örneklerden birine fissür örtücü uygulama aşamaları. A) Dişin hava kurutulması B) Glass Carbomer fissür örtücünün yerleştirilmesi C) Gloss seal uygulaması D) Isı uygulaması E) Fissür örtücü uygulaması sonrası dişin görünümü.

Fissür örtücü uygulanan diş örnekleri de fırçalama işlemine başlamadan önce bir hafta boyunca 37°C distile su içinde etüvde (NUVE EN 55, Esetron, Ankara, Türkiye) bekletildi.

3.3.3. Örneklerin Fırçalama Simülatöründe Fırçalanması

Fırçalama işlemi için Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında bulunan altı hazneye sahip fırçalama simülatörü (Esetron MF-100, MOD Dental, Ankara, Türkiye) kullanıldı (Şekil 3.12).



Şekil 3.12: Fırçalama simülatörü (Esetron MF-100, MOD Dental, Ankara, Türkiye).

Fırçalamaya başlamadan önce örnekler yerleştirilip uygun pozisyon ve yükseklik ayarı yapıldıktan sonra sabitlendi. Fırça tutuculara fırça kılı yapısı yumuşak olan bir diş fırçası (Signal Junior, Unilever, Almanya) bağlandı. Fırçalar başlangıç pozisyonuna getirilerek deney parametreleri girildi. Cihazın yazılımında bulunan düz eksenlerde fırçalama (ileri-geri hareket) modu seçildi. İleri-geri harekette; hareket mesafesi

10 mm ve hareket hızı 30 mm/sn olarak ayarlandı. Tüm fırça tutucular x ve y eksenindeki ayarlamalarla akrilik blokların üzerindeki tüm fissür örtücü örneklerin yüzeyine temas edecek şekilde ayarlandı. 7-13 yaş grubu 75 gr diş macunu (Signal Junior, Unilever, Almanya) 150 ml distile su ile seyreltilerek örneklerin yüzeyini kaplayacak şekilde haznelere yerleştirildi (Şekil 3.13). Diş fırçalama işlemi 200 grF sabit basınç altında gerçekleştirildi. Tüm örnekler 5000 (6 ay) ve 10000 (12 ay) döngüde fırçalandı. Her 5000 döngü sonunda diş fırçaları ve diş macunu solüsyonu yenilendi.



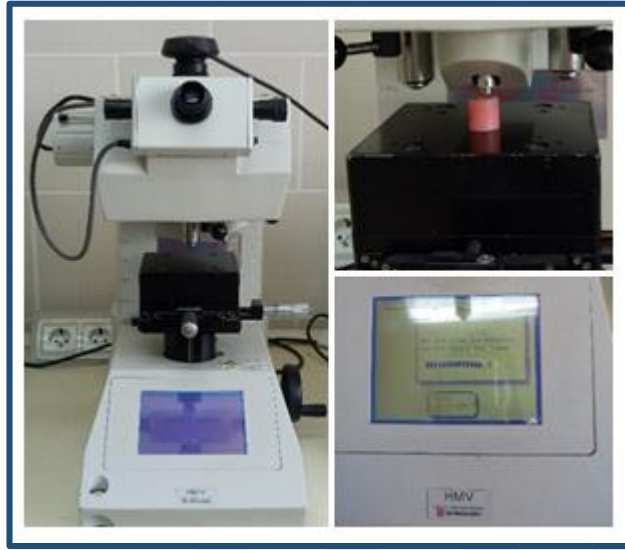
Şekil 3.13: Fırçalama simülatöründe fırçanın örnekler üzerindeki konumu ve çalışmada kullanılan diş fırçası ile diş macunu

3.4. Laboratuvar Testleri

Disk şeklindeki örnekler için mikrosertlik ölçümü ve SEM-EDX analizleri Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (TUAM) laboratuvarlarında, yüzey pürüzlülüğü ölçümü ise Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Laboratuvarında gerçekleştirildi.

3.4.1. Mikrosertlik Ölçümlerinin Yapılması

Hazırlanan disk şeklindeki örneklerin fırçalama öncesi, 6 ay ve 12 aylık fırçalama döngüleri sonrasında yüzey mikrosertlik ölçümleri Vickers mikrosertlik universal test cihazı (Shimadzu Micro Hardness Testers HVM-2, Shimadzu Corporation, Japonya) kullanılarak yapıldı (Şekil 3.14). Örneklerin yüzeylerine 15 saniye süre ile 100 gramlık kuvvet uygulandı. Her akrilik blok üzerindeki mikrosertlik ölçümü için belirlenen bir örnekten üçer ölçüm yapıldı ve ortalaması alındı.



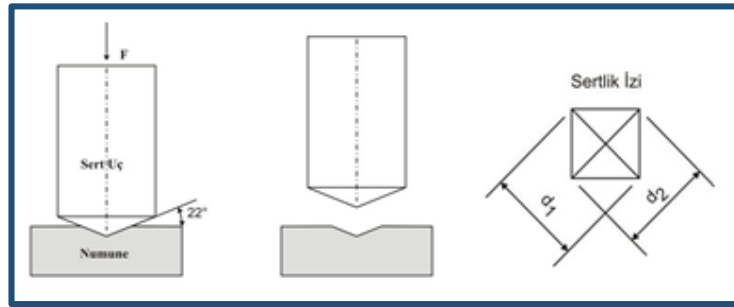
Şekil 3.14: Mikrosertlik test cihazı (Shimadzu Micro Hardness Testers HMV-2, Japonya).

Ölçüm sırasında oluşan çentiklerin çaprazlama uzunlukları ölçülerek o örneğe ait Vickers sertlik (VHN) ölçüm değeri aşağıdaki standart formüle göre hesaplandı.

$$VHN = 1854 \times p/d^2$$

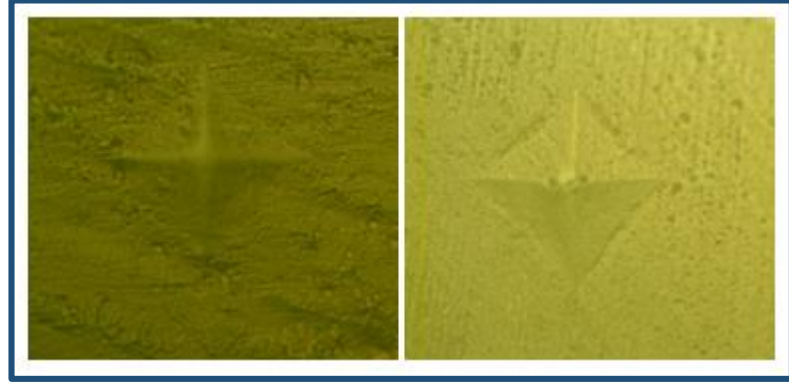
P: Uygulanan kuvvetin kg cinsinden değeri

D: Elde edilen ölçümün mm cinsinden ortalama köşegenler arası uzunluk miktarı



Şekil 3.15: Vickers mikrosertlik ölçüm yönteminin şematik görünümü

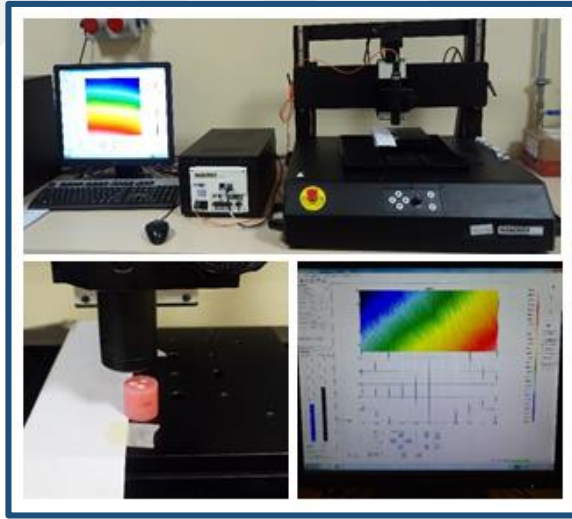
Fırçalama öncesi bir fissür örtücüden toplam 24 ölçüm kaydedildi. Aynı işlem 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonrasında tekrar edildi. Her iki döngü için de 12 şer ölçüm kaydedildi.



Şekil 3.16: Uygulanan kuvvetin örnekte oluşturduğu izin mikroskop görüntüsü.

3.4.2. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümlerinin Yapılması

Hazırlanan disk şeklindeki örneklerin fırçalama öncesi, 6 ay ve 12 aylık fırçalama döngüleri sonrasında yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için optik profilometre (Nanovea ST400 Profilometer) cihazı kullanıldı (Şekil 3.17).



Şekil 3.17: Optik profilometre cihazı (Nanovea ST400 Profilometer).

Akrilik bloklardaki yüzey pürüzlülüğü ölçümü için belirlenen örneklerden tarama alanı 1,5 x 1,5 mm tarama hassasiyeti 5 μ ve filtreleme ölçeği 8 μ olacak şekilde ölçümler yapıldı. Tarama yapılan bölgelerden çizgisel üçer ölçüm yapılarak Ra değerleri kaydedildi ve ortalaması alındı.

3.4.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM- EDX) Analizi

Her fissür örtücü grubundan 12 aylık fırçalama döngüsüne katılacak örneklerden rastgele biri seçilerek başlangıç, 6 ay ve 12 aylık fırçalama döngüleri sonunda SEM (LEO 1430 VP, Cambridge, İngiltere) görüntüleri alındı (Şekil 3.18). Bu işlem, akrilik blok üzerindeki belirlenen örneklerden karbon kaplama yöntemiyle 20 kV'lık düşük vakum altında farklı büyütme oranlarında (x250, x500, x1000) yapıldı. Her örnek için x500 büyütme oranında SEM görüntüleri ile eş zamanlı olarak EDX analizi yapıldı.



Şekil 3.18: Taramalı elektron mikroskobu (LEO 1430 VP, Cambridge, İngiltere).

Disk şeklindeki örneklerde 6 ay ve 12 aylık fırçalama sonunda mikrosertlik testi, yüzey pürüzlülüğü ölçümü ve SEM-EDX analizi ile elde edilen veriler başlangıç verileri ile karşılaştırıldı.

3.4.4. Görsel Skorlama Metodu

Diş örnekleri 6 ay ve 12 ay fırçalama işleminden sonra Bangale ve ark.(2011) tarafından yapılan çalışmada kullanılan görsel skorlama metodu örnek alınarak tek bir araştırmacı tarafından değerlendirildi (Tablo 3.3).

Tablo 3.3: Fissür örtücülerin değerlendirilmesinde kullanılan görsel skorlama metodu (Bangale ve ark.,2011).

SKOR A		Fissürlerde kayıp yok
SKOR B		Bir veya birden fazla fissürde kayıp
SKOR C		Fissürlerde ve bir fossada kayıp
SKOR D		Tam kayıp

3.5. İstatistiksel Analiz

Tüm testler için istatistik analiz SPSS Version 23 (IBM Co.. New York, ABD) yazılım paket programı kullanılarak yapıldı.

Mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için başlangıç, 6 ay ve 12 aylık fırçalama döngüleri sonunda elde edilen verilerin gruplar arası karşılaştırılmasında *Kruskal-Wallis testi*, verilerin grup içi karşılaştırılmasında *tekrarlı ölçüm düzeylerinde varyans analizi* kullanıldı. Benzer şekilde *mikrosertlik ve pürüzlülük değerlerinin döngüler arasındaki değişim oranlarının* gruplar arası karşılaştırması *Kruskal-Wallis testi*, grup içi karşılaştırması ise *tekrarlı ölçüm düzeylerinde varyans analizi* kullanılarak yapıldı. Fissür örtücülerin retansiyonlarının değerlendirilmesi amacıyla 6 ay ve 12 aylık fırçalama döngülerinden *görsel skorlama* ile oluşturulan verilerin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması *ki kare testi* kullanılarak yapıldı

4. BULGULAR

4.1. Mikrosertlik Testi Bulguları

Fissür örtücülerden oluşan disk şeklinde örneklerin başlangıç, 6 ay (5000 döngü) ve 12 ay (10000 döngü) fırçalama döngüleri sonunda ölçülen ortalama Vickers mikrosertlik (VHN) değerleri ve bu değerlerin döngüler arası değişim oranları Tablo 4.1 de, grafiksel gösterimleri ise Grafik 4.1, 4.2 ve 4.3’de verilmiştir.

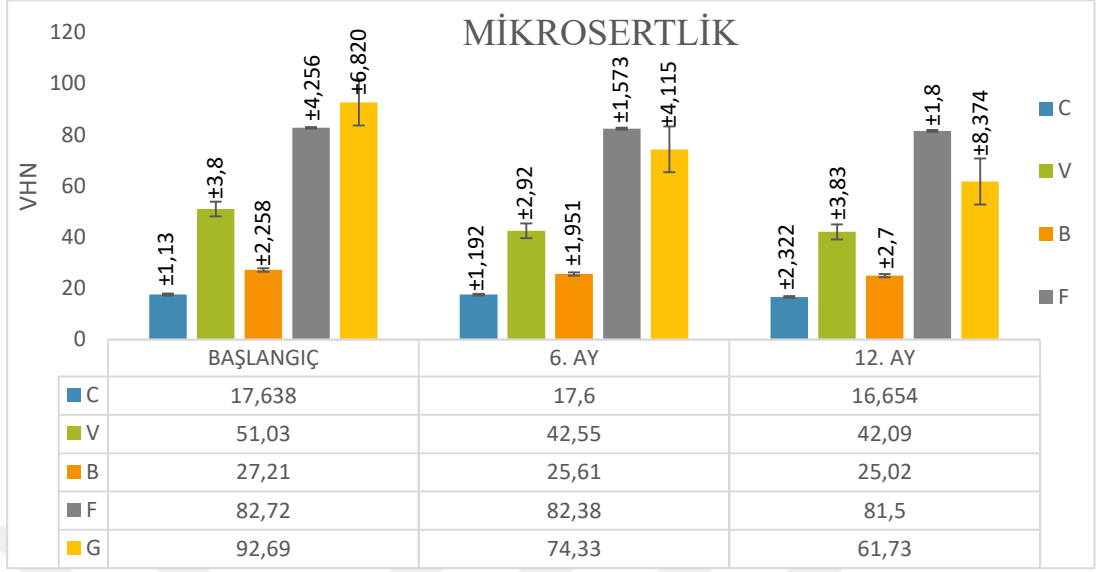
Tablo 4.1: Fissür örtücü örneklerin ort. VHN değerleri ve standart sapmaları ile ort. VHN değerlerinin döngüler arası değişim oranları

GRUP	DÖNGÜ SAYILARI			DÖNGÜLER ARASI DEĞİŞİM ORANI(%)		
	BAŞLANGIÇ	6. AY	12. AY	6AY-BAŞLANGIÇ	12 AY-BAŞLANGIÇ	12 AY-6AY
C	17,638 ±1,132	17,600 ±1,192	16,654 ±2,322	0,345	-5,509	-5,135
V	51,030 ±3,899	42,550 ±2,920	42,090 ±3,835	-4,943	-7,792	-1,605
B	27,210 ±2,258	25,610 ±1,951	25,020 ±2,770	-16,220	-16,626	-0,572
F	82,720 ±4,256	82,380 ±1,572	81,500 ±1,842	-0,163	-1,245	-1,029
G	92,690 ±6,820	74,330 ±4,115	61,730 ±8,374	-19,440	-32,969	-16,580

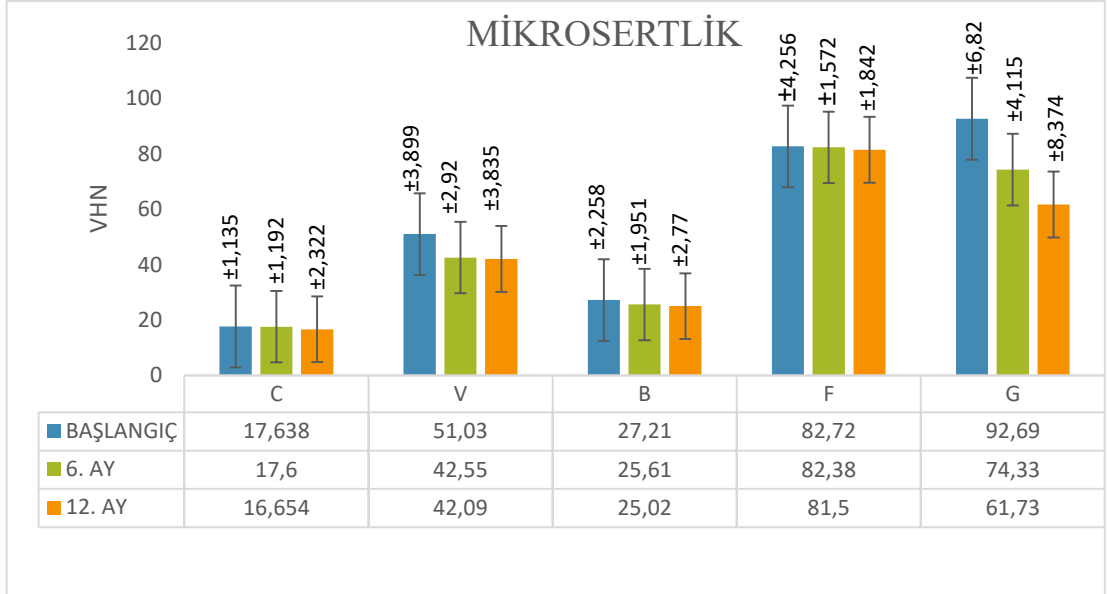
C: 3M Clinpro Sealant, V: Vertise Flow/Kerr, B: Beautisealant/Shofu, F: GC Fuji Triage, G: GCP Glass Carbomer

Başlangıç ölçümlerinde en yüksek mikrosertlik değeri G grubuna (GCP Glass Carbomer) aitken, fırçalama döngüleri sonrası en yüksek mikrosertlik değerleri F grubunda (GC Fuji Triage) ölçülmüştür. Başlangıçta ve fırçalama döngüleri sonrasında tüm gruplar arasında en düşük mikrosertlik değerleri C grubunda (3M Clinpro™ Sealant) gözlenmiştir.

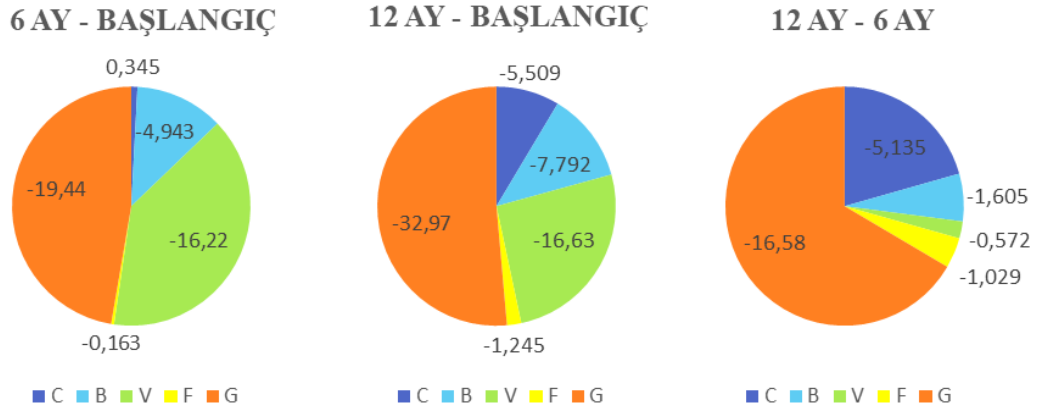
Döngüler arası değişim yüzdeleri incelendiğinde, her üç aralıkta da G grubu en yüksek değişim oranını, F grubu ise en düşük değişim oranını göstermiştir.



Grafik 4.1: Örneklerin başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama sonrasında ki ortalama Vickers mikrosertlik (VHN) değerleri ve standart sapmaları.



Grafik 4.2: Örneklerin başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama sonrasında ki ortalama Vickers mikrosertlik (VHN) değerleri ve standart sapmaları.



Grafik 4.3: Örneklerin döngüler arası ort. VHN değerlerinin değişimi (%).

4.1.1. Vickers Mikrosertlik Cihazı ile Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizi

Tablo 4.2. Fissür örtücü örneklerin başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama sonrasında ortalama Vickers mikrosertlik (VHN) değerleri ve standart sapmaları.

GRUPLAR	BAŞLANGIÇ	6. AY	12. AY
C (Clinpro Sealant)	17,638 ±1,132 ^{D, h}	17,600 ±1,192 ^{K, h}	16,654 ±2,322 ^{P, h}
V (Vertise Flow)	51,030 ±3,899 ^{BC, e}	42,550 ±2,920 ^{FH, f}	42,090 ±3,835 ^{MN, f}
B (Beautisealant)	27,210 ±2,258 ^{DC, g}	25,610 ±1,951 ^{HK, g}	25,020 ±2,770 ^{NP, g}
F (Fuji Triage)	82,720 ±4,256 ^{AB, d}	82,380 ±1,572 ^{E, d}	81,500 ±1,842 ^{L, d}
G (Glass Carbomer)	92,690 ±6,820 ^{A, a}	74,330 ±4,115 ^{EF, b}	61,730 ±8,374 ^{LM, c}

Her bir materyal için değişen döngülerde farklılık yaratan gruplar (satırlarda) küçük harflerle; materyallerin birbirleri arasında gösterdiği farklılıklar (sütunlarda) büyük harflerle gösterilmiştir (farklı harfler için $p < 0,05$).

Başlangıç, 6 ay ve 12 aylık fırçalama döngüleri sonunda elde edilen mikrosertlik değerlerinin gruplar arasında karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis istatistiksel analiz testi kullanılmıştır. Buna göre başlangıç ve fırçalama döngüleri sonunda tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p < 0,05$). Farklılık gösteren grupları belirlemek amacıyla ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Başlangıç ölçümlerinde C-V, C-F, C-G, B-F, B-G ve V-G ikili gruplarının mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenirken ($p < 0,05$); C-B, B-V, V-F ve F-G ikili gruplarında bu fark anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri

sonunda ise C-V, C-G, C-F, B-F, B-G ve V-F ikili grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($p<0,05$); C-B, B-V, V-G ve G-F ikili grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonrası materyal gruplarının mikrosertlik değerlerinin grup içinde karşılaştırılması tekrarlı ölçüm düzeylerinde varyans analizi kullanılarak yapılmıştır. Buna göre B, C ve F gruplarında başlangıç mikrosertlik değerleri ile fırçalama döngüleri sonunda ölçülen değerler arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. V ve G gruplarında ise fırçalama döngüleri sonunda ölçülen değerler başlangıç mikrosertlik değerlerine göre anlamlı ölçüde düşük bulunmuştur. V grubunda 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda ölçülen değerler arasında anlamlı farklılık gözlenmezken G grubunda 12 aylık döngü sonunda ölçülen değerler 6 aylık döngü sonundaki değerlere göre anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur.

Tablo 4.3: Örneklerin döngüler arası ort. VHN değerlerinin değişim oranları.

GRUPLAR	6 AY - BAŞLANGIÇ	12 AY - BAŞLANGIÇ	12 AY - 6 AY
C (Clinpro Sealant)	% 0,345 ^{B,a}	% -5,509 ^{D,a}	% -5,135 ^{EG,a}
V (Vertise Flow)	% -16,22 ^{A,b}	% -16,626 ^{CD,b}	% -0,572 ^{FG,c}
B (Beautisealant)	% - 4,943 ^{AB,d}	% -7,792 ^{D,d}	% -1,605 ^{EG,d}
F (Fuji Triage)	% -0,163 ^{B,e}	% -1,245 ^{D,e}	% -1,029 ^{FG,e}
G (Glass Carbomer)	% -19,44 ^{A,g}	% -32,969 ^{C,f}	% -16,58 ^{E,g}

Her bir materyal için döngüler arası değişim oranlarında farklılık yaratan gruplar (satırlarda) küçük harflerle; materyallerin birbirleri arasında gösterdiği farklılıklar (sütunlarda) büyük harflerle gösterilmiştir (farklı harfler için $p<0,05$).

Başlangıç-6 ay arasında G-C, G-F, V-C, V-F ikili gruplarının, başlangıç-12 ay arasında G-B, G-C, G-F ikili gruplarının, 6 ay-12 ay arasında ise G-V ve G-F ikili gruplarının değişim oranlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir.

Değişim oranlarının grup içi değerlendirilmesinde V ve G grubu anlamlı farklılık göstermiştir. V grubunda 6 ay-12 ay arası değişim oranı diğer aralıklardan anlamlı

olarak daha düşük, G grubunda ise başlangıç-12 ay arası değişim oranı diğer aralıklardan anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur.

4.2. Optik Profilometre Bulguları

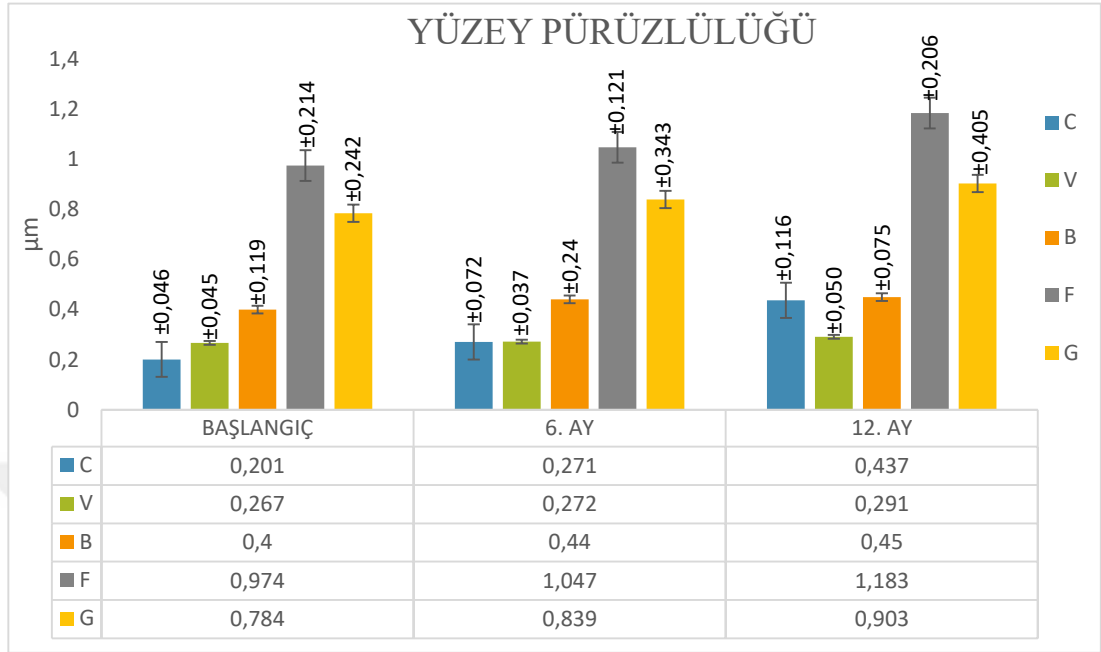
Fissür örtücülerden oluşan disk şeklinde örneklerin başlangıç, 6 ay (5000 döngü) ve 12 aylık (10000 döngü) fırçalama döngüleri sonrası optik profilometre cihazı ile elde edilen ort. Ra değerleri ve bu değerlerin döngüler arası değişim yüzdeleri Tablo 4.4 de verilmiştir. Ortalama Ra değerlerinin grafiksel gösterimi Grafik 4.4 ve Grafik 4.5 de, döngüler arasında değerlerin değişim yüzdeleri ise Grafik 4. 6' da izlenmektedir.

Tablo 4.4: Fissür örtücü örneklerin ort. Ra değerleri ve standart sapmaları ile ort. Ra değerlerinin döngüler arası değişim oranları.

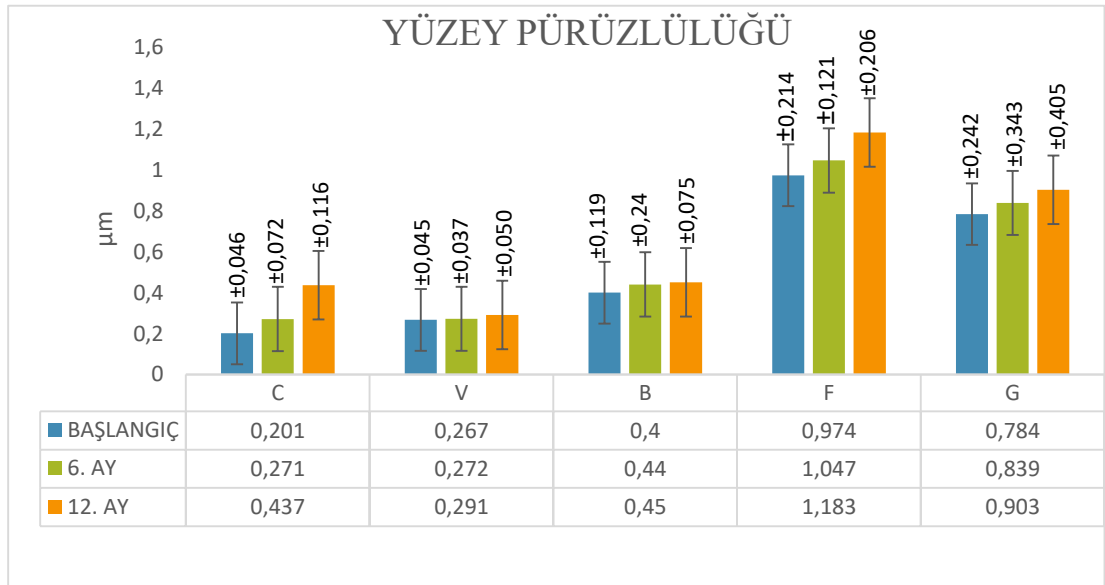
GRUP	DÖNGÜ SAYILARI			DÖNGÜLER ARASI DEĞİŞİM ORANI(%)		
	BAŞLANGIÇ	6. AY	12. AY	6AY-BAŞLANGIÇ	12 AY-BAŞLANGIÇ	12 AY-6AY
C	0,201 ±0,046	0,271 ±0,072	0,437 ±0,116	38,600	128,089	74,002
V	0,267 ±0,045	0,272 ±0,037	0,291 ±0,050	5,001	12,640	7,099
B	0,400 ±0,119	0,440 ±0,240	0,450 ±0,075	11,648	19,140	20,990
F	0,974 ±0,214	1,047 ±0,121	1,183 ±0,206	13,284	29,391	14,220
G	0,784 ±0,242	0,839 ±0,343	0,903 ±0,405	13,310	30,083	27,137

C: 3M Clinpro Sealant, V: Vertise Flow/Kerr, B: Beautisealant/Shofu, F: GC Fuji Triage, G: GCP Glass Carbomer

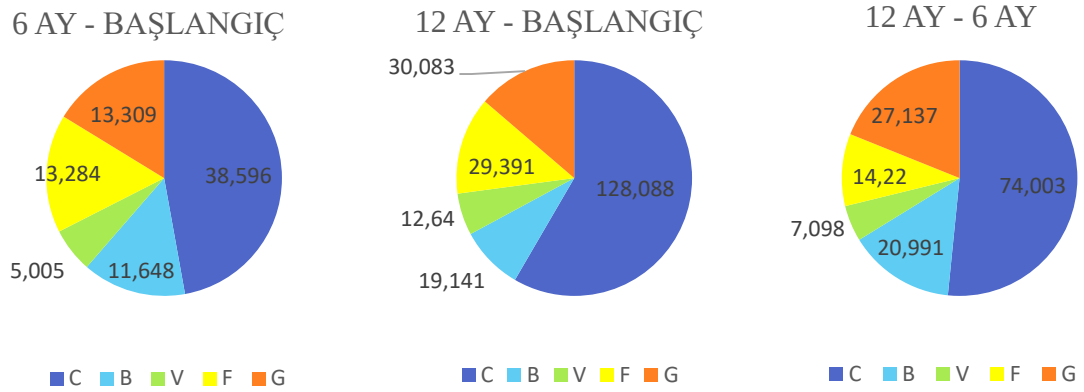
Başlangıç ve 6 aylık fırçalama sonunda en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) C (3M Clinpro™ Sealant) grubuna aitken 12 ay fırçalama sonunda en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri V (Vertise Flow, Kerr) grubunda ölçülmüştür. Başlangıç ve fırçalama döngüleri sonrasında tüm gruplar arasında en yüksek pürüzlülük değerleri F (GC Fuji Triage) grubunda gözlenmiştir. Döngüler arası ort. Ra değerlerinin değişim oranlarına bakıldığında tüm gruplarda en yüksek oran C grubunda (3M Clinpro™ Sealant), en düşük oran ise V (Vertise Flow, Kerr) grubunda bulunmuştur.



Grafik 4.4: Örneklerin başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama sonrasında ki ortalama Ra değerleri ve standart sapmaları.



Grafik 4.5: Örneklerin başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama sonrasında ki ortalama Ra değerleri ve standart sapmaları.



Grafik 4.6: Örneklerin döngüler arası ort. Ra değerlerinin değişimi (%).

4.2.1. Optik Profilometre Cihazı ile Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizi

Tablo 4.5: Fissür örtücü örneklerin başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama sonrasında ortalama pürüzlülük değerleri (Ra) ve standart sapmaları.

GRUPLAR	BAŞLANGIÇ	6. AY	12. AY
C (Clinpro Sealant)	0,201 ± 0,046 ^{C,c}	0,271 ± 0,072 ^{F,b}	0,437 ± 0,116 ^{HK,a}
V (Vertise Flow)	0,267 ± 0,045 ^{BC,d}	0,272 ± 0,037 ^{F,d}	0,291 ± 0,050 ^{K,d}
B (Beautisealant)	0,400 ± 0,119 ^{AB,e}	0,440 ± 0,240 ^{EF,e}	0,450 ± 0,075 ^{HK,e}
F (Fuji Triage)	0,974 ± 0,214 ^{A,f}	1,047 ± 0,121 ^{D,f}	1,183 ± 0,206 ^{G,f}
G (Glass Carbomer)	0,784 ± 0,242 ^{A,g}	0,839 ± 0,343 ^{DE,g}	0,903 ± 0,405 ^{GH,g}

Her bir materyal için değişen döngülerde farklılık yaratan gruplar (satırlarda) küçük harflerle; materyallerin birbirleri arasında gösterdiği farklılıklar (sütunlarda) büyük harflerle gösterilmiştir (farklı harfler için $p < 0,05$).

Başlangıç, 6 ay ve 12 aylık fırçalama döngüleri sonunda elde edilen pürüzlülük değerlerinin (Ra) gruplar arasında karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis istatistiksel analiz testi kullanılmıştır. Buna göre başlangıç ve fırçalama döngüleri sonunda tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p < 0,05$). Farklılık gösteren grupları belirlemek amacıyla ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Başlangıç ölçümlerinde C-B, C-G, C-F, V-G ve V-F ikili gruplarında ortalama pürüzlülük değerleri (Ra) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenirken ($p < 0,05$); C-V, V-B, B-G, B-F ve G-F ikili gruplarında bu fark istatistiksel olarak anlamlı

bulunmamıştır ($p>0,05$). 6 aylık fırçalama sonunda C-G, C-F, V-G, V-F ve B-F ikili grupları arasında, 12 aylık fırçalama sonunda ise C-F, V-G, V-F ve B-F ikili gruplarında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0,05$).

Materyal gruplarının ortalama pürüzlülük değerlerinin (R_a) başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda grup içinde karşılaştırılması için tekrarlı ölçüm düzeylerinde varyans analizi kullanılmıştır. Buna göre B, F, G, V gruplarında başlangıç R_a değerleri ile fırçalama döngüleri sonunda ölçülen değerler arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0,05$). C grubunda ise fırçalama döngüleri sonunda ölçülen değerler başlangıç R_a değerlerine göre, 12 aylık fırçalama sonunda ölçülen değerler ise 6 aylık fırçalama sonunda ölçülen değerlere göre anlamlı oranda yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.6: Örneklerin döngüler arası ort. R_a değerlerinin değişim oranları.

GRUPLAR	6 AY - BAŞLANGIÇ	12 AY - BAŞLANGIÇ	12 AY - 6 AY
C (Clinpro Sealant)	% 38,596 ^{A,a}	% 128,088 ^{B,b}	% 74,003 ^{D,a}
V (Vertise Flow)	% 5,005 ^{A,c}	% 12,64 ^{C,c}	% 7,098 ^{D,c}
B (Beautisealant)	% 11,648 ^{A,d}	% 19,141 ^{C,d}	% 20,991 ^{D,d}
F (Fuji Triage)	% 13,284 ^{A,e}	% 29,391 ^{C,e}	% 14,22 ^{D,e}
G (Glass Carbomer)	% 13,309 ^{A,f}	% 30,083 ^{C,f}	% 27,137 ^{D,f}

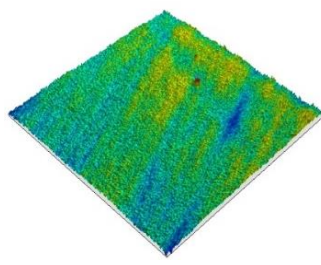
Her bir materyal için döngüler arası değişim oranlarında farklılık yaratan gruplar (satırlarda) küçük harflerle; materyallerin birbirleri arasında gösterdiği farklılıklar (sütunlarda) büyük harflerle gösterilmiştir (farklı harfler için $p<0,05$).

Başlangıç-6 ay ve 6 ay-12 ay arasında değişim oranları incelendiğinde gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Başlangıç-12 ay arasında C grubu diğer gruplardan anlamlı olarak daha yüksek değişim oranlarını göstermiştir ($p<0,05$).

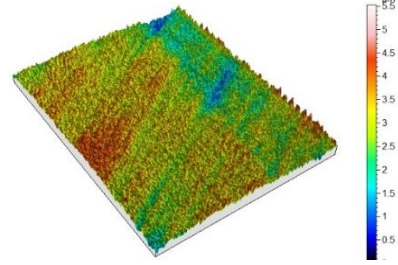
Değişim oranları grup içinde değerlendirildiğinde, C grubunun başlangıç-12 ay arasındaki değerleri diğer aralıklara göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer tüm grupların kendi içlerinde döngüler arası benzer değişim oranlarına sahip olduğu gözlenmiştir ($p>0,05$).

4.2.2. Optik Profilometre ile Yüzey Pürüzlülüğü Analizinde Elde Edilen Görüntüler

BAŞLANGIÇ



6. AY

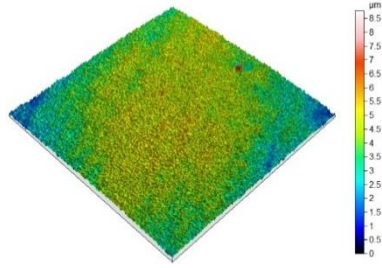


12. AY

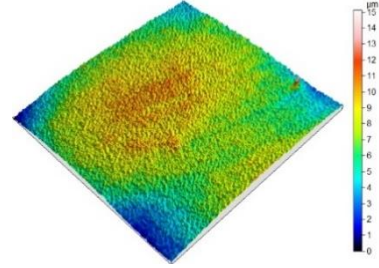


Şekil 4.1: C grubu (3M Clinpro Sealant) optik profilometre görüntüleri.

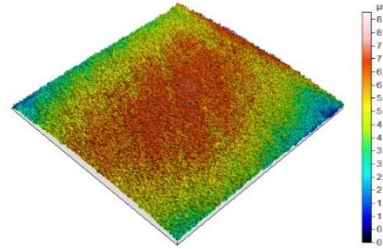
BAŞLANGIÇ



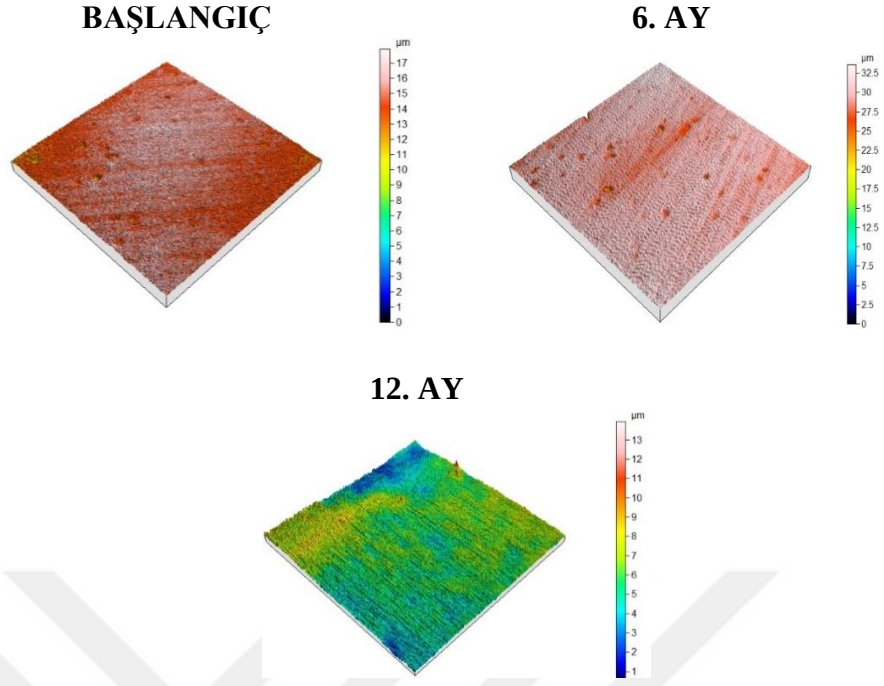
6. AY



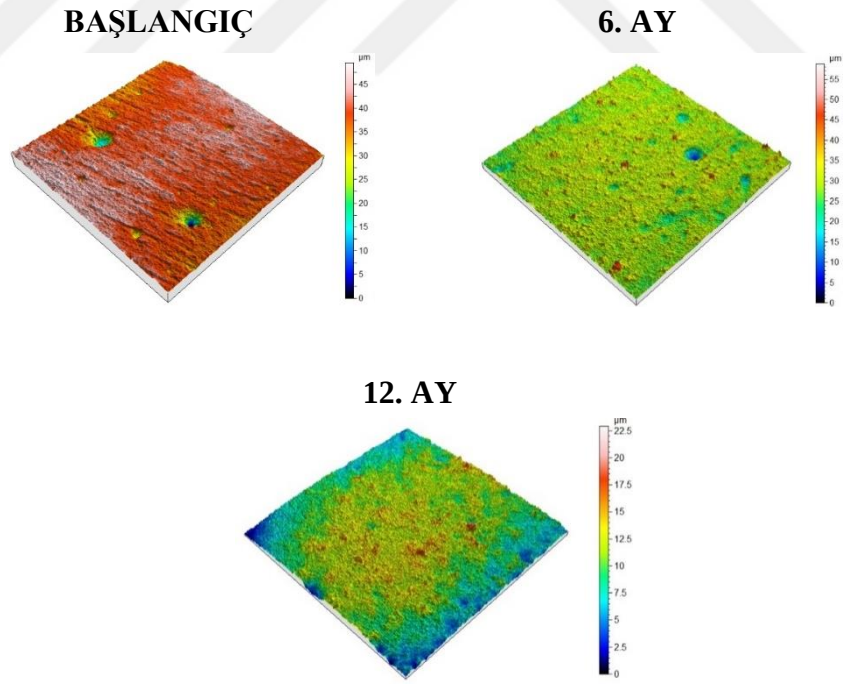
12. AY



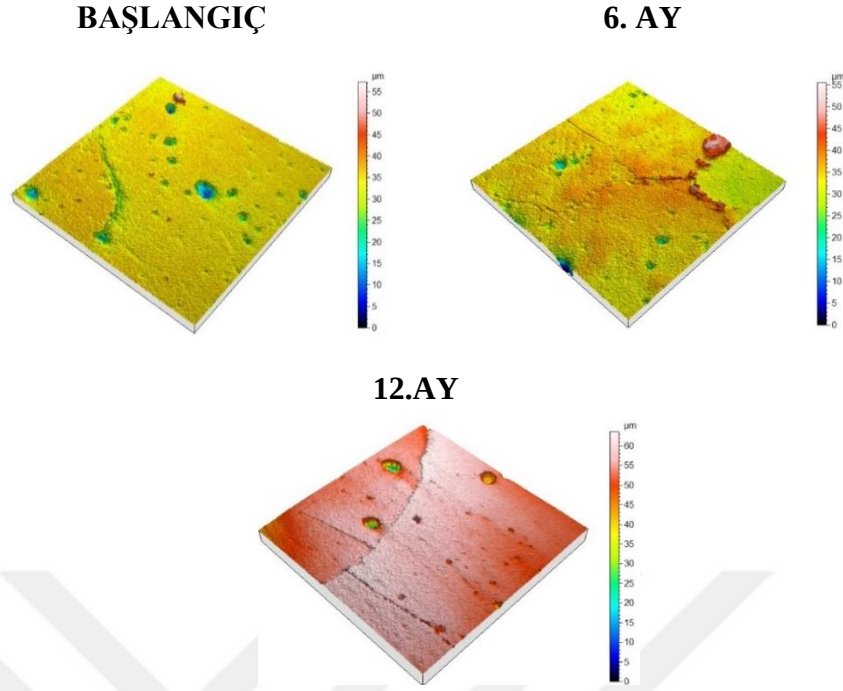
Şekil 4.2: V grubu (Vertise Flow, Kerr) optik profilometre görüntüleri.



Şekil 4.3: B grubu (Beautisealant, Shofu) optik profilometre görüntüleri.



Şekil 4.4: F grubu (GC Fuji Triage) optik profilometre görüntüleri.



Şekil 4.5: G grubu (GCP Glass Carbomer) optik profilometre görüntüleri.

4.3. SEM- EDX Analizi

4.3.1. Sem ile İki Boyutlu Görüntüsü Alınan Yüzeylerin Pürüzlülük Analizi

SEM ile yüzey pürüzlülüğünün görüntülenmesi ve değerlendirilebilmesi için her bir materyal grubuna ait birer disk şeklinde örnekten başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda x250, x500, x1000 büyütmede iki boyutlu yüzey görüntüleri alınmıştır.

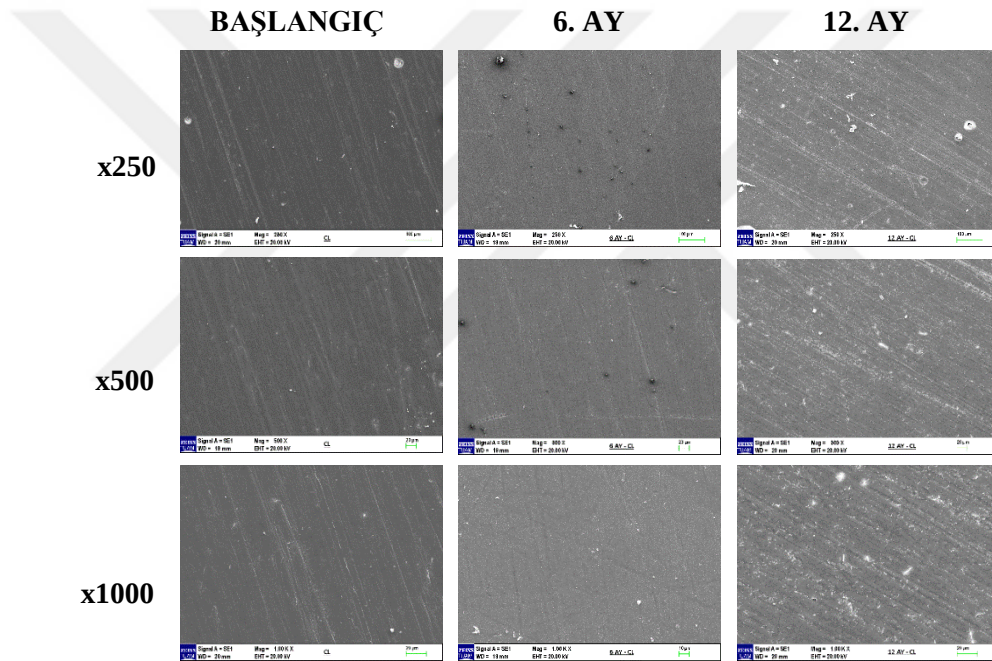
SEM görüntüleri incelendiğinde başlangıçta en pürüzsüz ve homojen görüntü C grubunda gözlenmiştir. F grubunun partiküllerinin diğer gruplara göre büyük ve diziliminin heterojen olduğu görülmüştür. G grubunun yüzeyinde hem başlangıç hem de fırçalama sonunda derin çatlaklar gözlenmiştir. Başlangıçta, özellikle C grubunda daha belirgin olmak üzere örneklerin yüzeylerinde görüntülenen çiziklerin cila sistemine bağlı olarak oluştuğu düşünülmektedir.

Fırçalama sonrası fırça izleri ve partiküllerin yer değişimine bağlı olarak tüm gruplarda başlangıca göre daha düzensiz bir yüzey gözlenmiştir. G grubuna ait örnekte fırçalama sonrası çatlak görünümü belirgin olarak artmıştır. C, V ve B gruplarının partikül

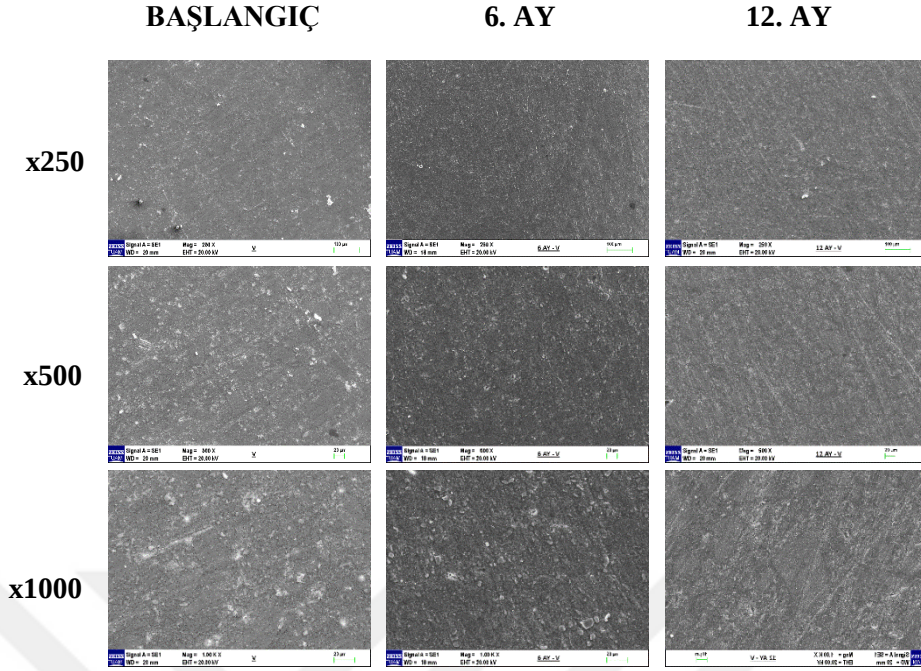
yapılarında net bir değişiklik gözlenmemiş ancak fırça izlerinin fırçalama süresi arttıkça derinleştiği görülmüştür. Fırçalama sonrası fırça izleri en çok C grubunda izlenmiştir.

Büyütme oranına bağlı olarak görüntülerde izlenen alanın yüzey özellikleri değişmektedir. Yüzey özelliği daha küçük büyötmelerde incelenebilirken, büyötmeye oranı arttıkça materyale ait partiköllerin boyutsal özellikleri hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir.

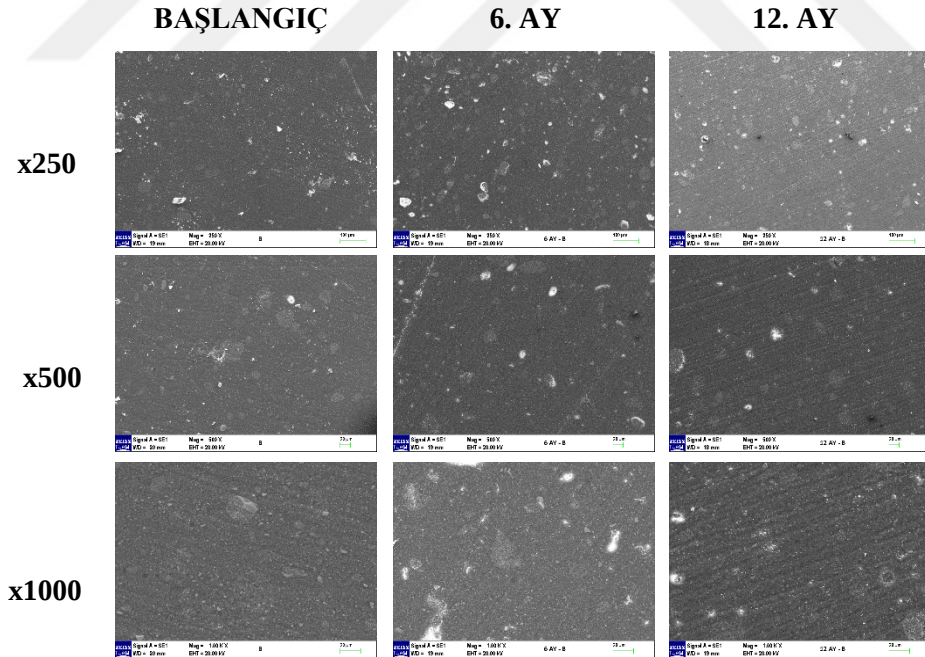
4.3.2.Örneklerin Başlangıç ve Fırçalama Sonrası SEM görüntöleri



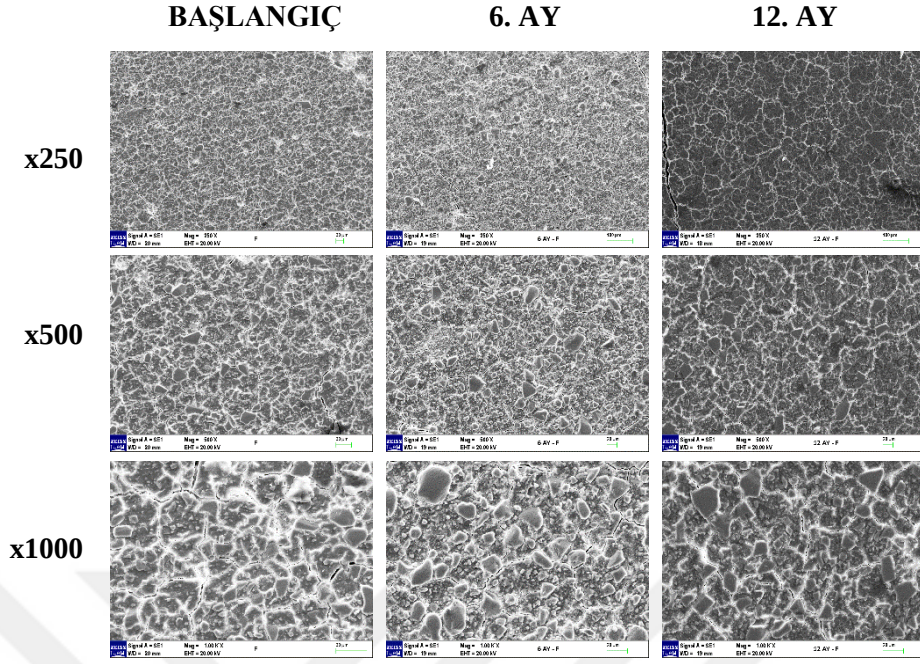
Şekil 4.6: Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda C (3M Clinpro Sealant) grubuna ait bir örneğin x250, x500, x1000 büyötmeye oranlarında SEM ile görüntölenmesi.



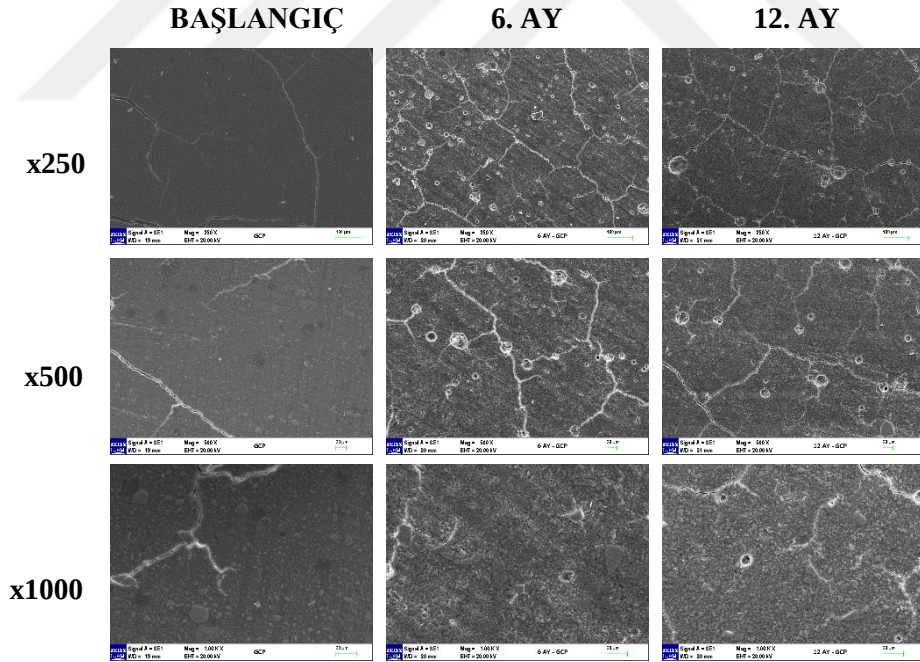
Şekil 4.7: Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda V (Vertise Flow, Kerr) grubuna ait bir örneğin x250, x500, x1000 büyütme oranlarında SEM ile görüntülenmesi.



Şekil 4.8: Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda B (Beautisealant, Shofu) grubuna ait bir örneğin x250, x500, x1000 büyütme oranlarında SEM ile görüntülenmesi.



Şekil 4.9. Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda F (GC Fuji Triage) grubuna ait bir örneğin x250, x500, x1000 büyütme oranlarında SEM ile görüntülenmesi.



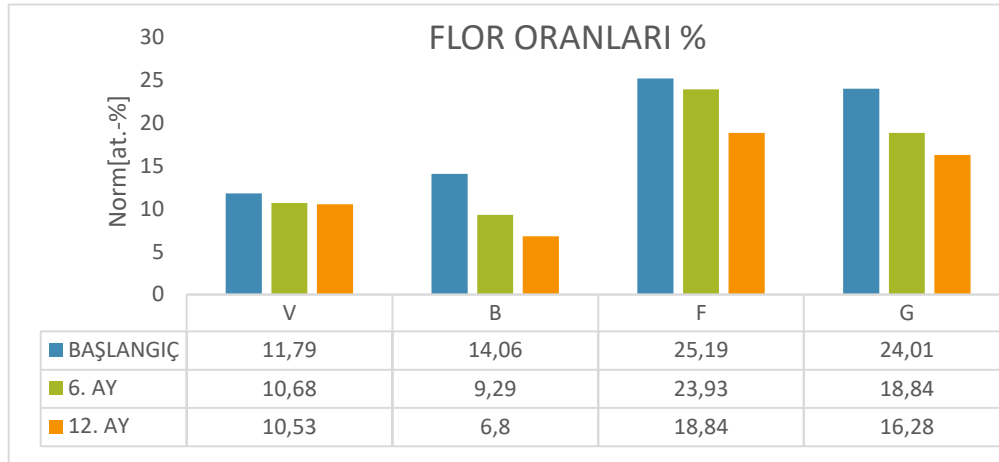
Şekil 4.10: Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda G (GCP Glass Carbomer) grubuna ait bir örneğin x250, x500, x1000 büyütme oranlarında SEM ile görüntülenmesi.

4.3.3. EDX Analizi ile Materyallerin Elementel Kompozisyonlarının Belirlenmesi

Her gruptan belirlenen birer fissür örtücü örneğin başlangıç ve fırçalama döngüleri sonrasında farklı bölgelerinden üçer kez EDX analizi yapılmış ve elementlerin materyal içindeki ağırlıkça yüzdeleri hesaplanmıştır.

Fissür örtücü örneklerin başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda x500 büyütme oranında yapılan EDX analizleri sonucunda içerdikleri elementlerin ağırlıkça ort. yüzdeleri Şekil 4.11, 4.12 ve 4.13’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre başlangıçta ağırlıkça F (Flor) oranları sıralamasının F (GC, Fuji Triage) grubu > G (GCP Glass Carbomer) grubu > B (Beautisealant, Shofu) grubu > V (Vertise Flow, Kerr) grubu şeklinde olduğu görülmüştür. 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonrası ise bu sıralama F (GC, Fuji Triage) grubu > G (GCP Glass Carbomer) grubu > V (Vertise Flow, Kerr) > B (Beautisealant, Shofu) grubu şeklindedir.

C (3M Clinpro Sealant) grubunun flor içerdiği bilinmesine rağmen oranı çok düşük olduğundan EDX analizinde tespit edilememiştir.



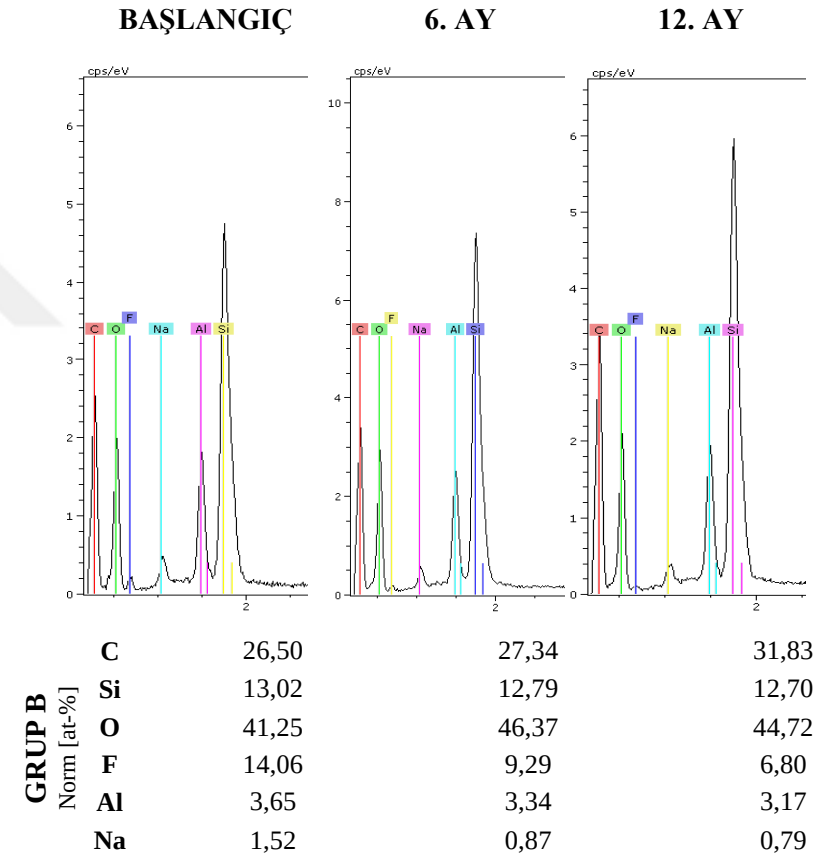
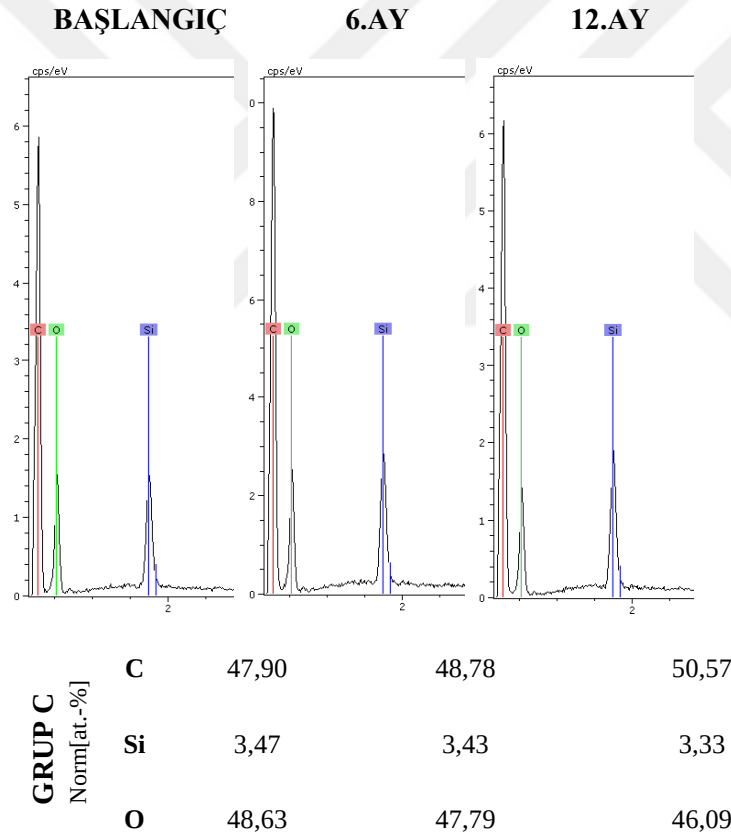
Grafik 4.7. Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda gruplara ait birer örneğin EDX analizleri sonucunda ağırlıkça ort. flor yüzdeleri.

Tablo 4.7: Örneklerin içerdikleri ort. flor oranlarının döngüler arası değişimi

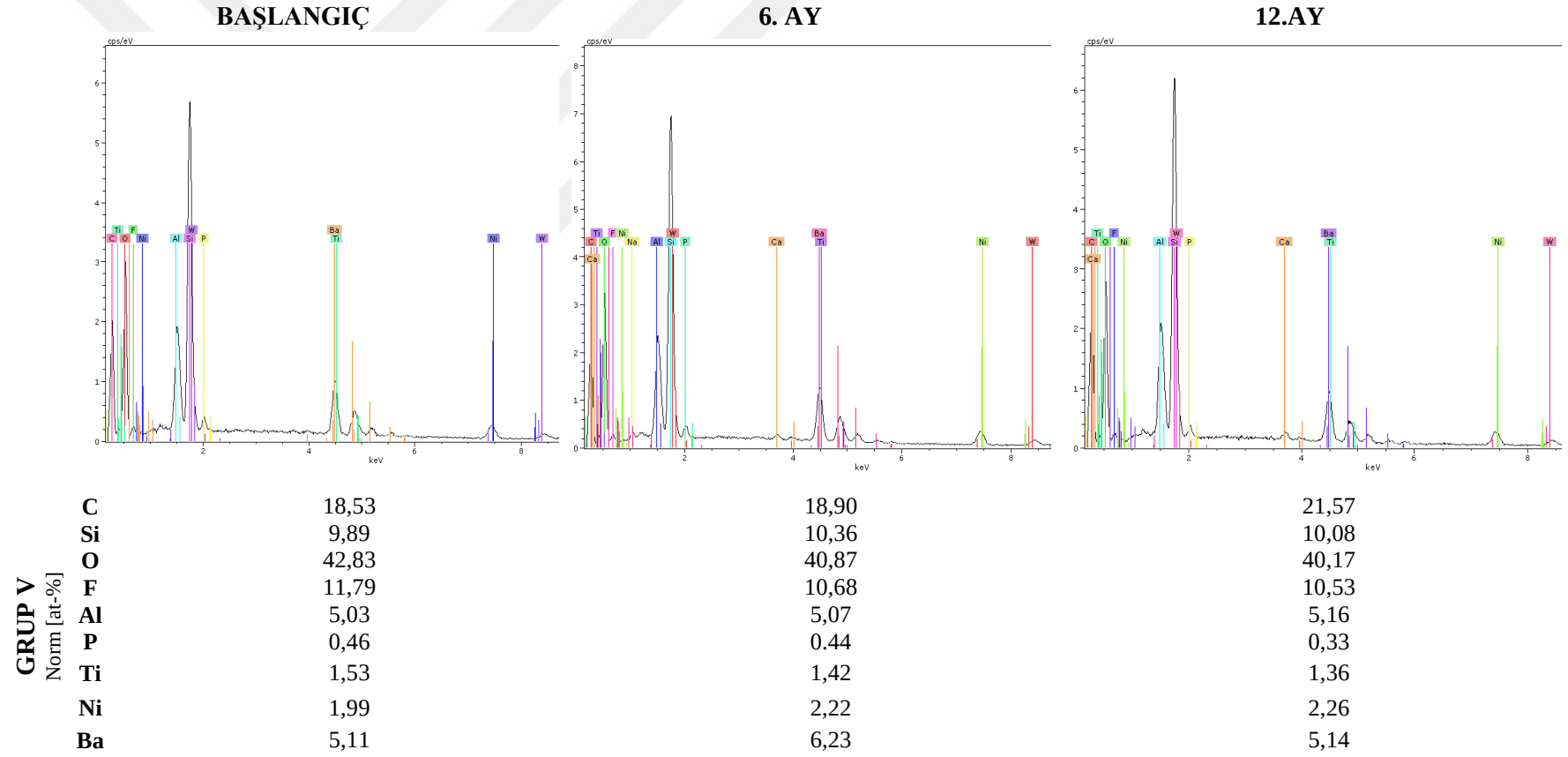
GRUPLAR	6 AY - BAŞLANGIÇ	12 AY - BAŞLANGIÇ	12 AY - 6 AY
V	% 9,4	% 10,7	% 1,4
B	% 33,9	% 51,6	% 26,8
F	% 5,0	% 25,2	% 21,3
G	% 21,5	% 32,2	% 13,5

V: Vertise Flow/Kerr, B: Beautisealant/Shofu, F: GC Fuji Triage, G: GCP Glass Carbomer

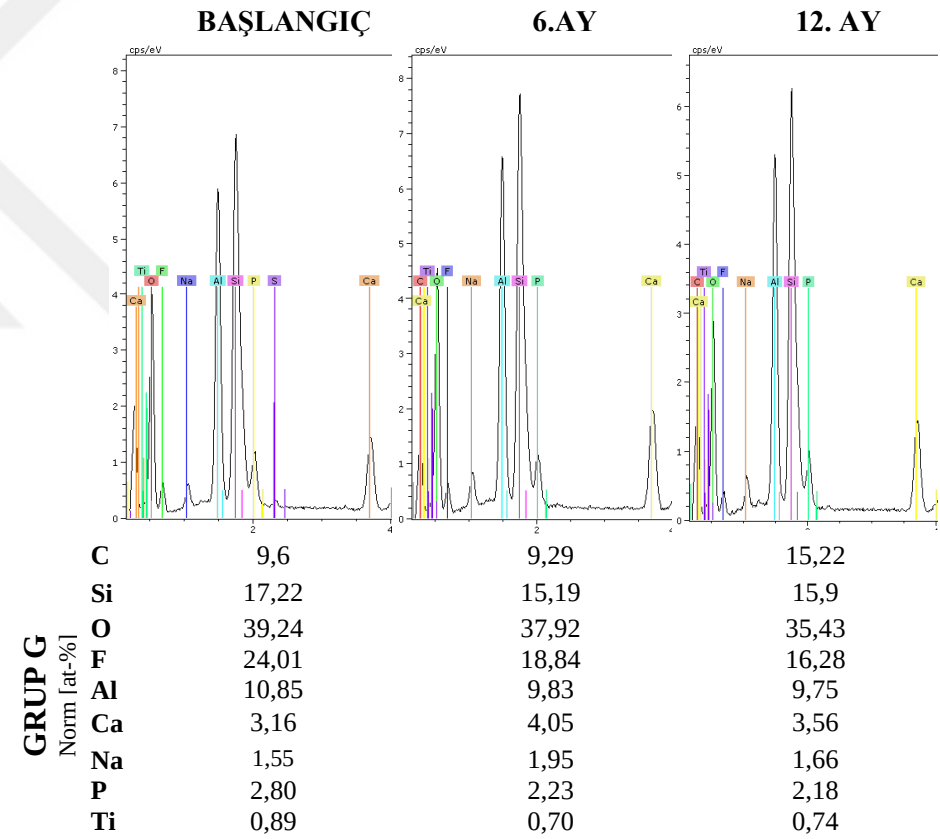
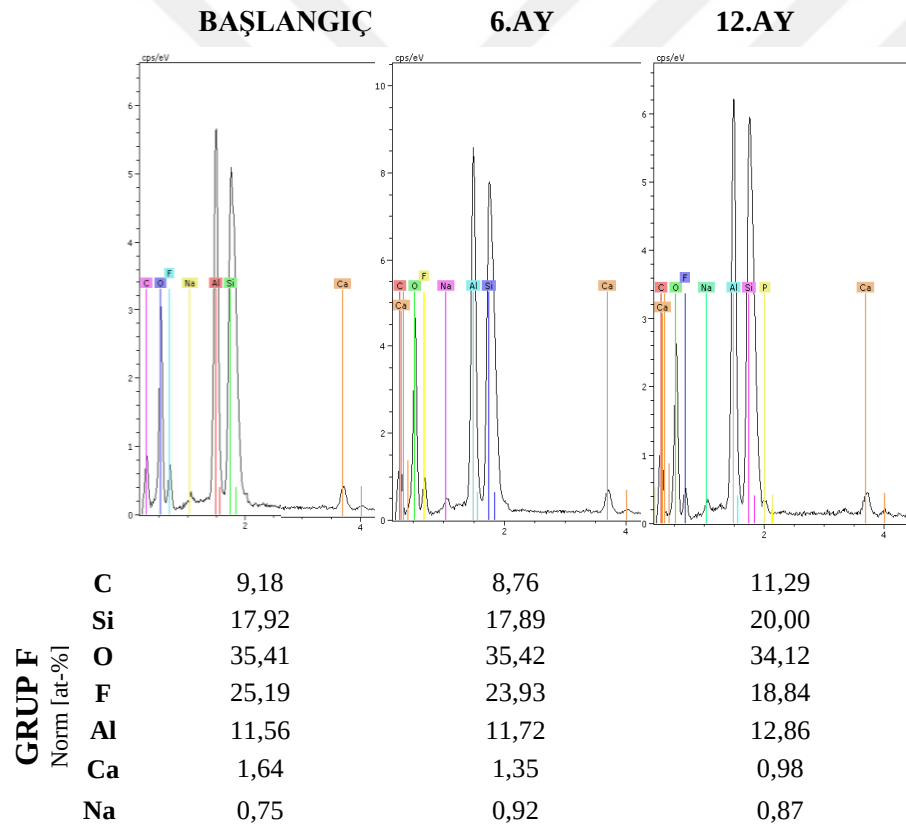
Fırçalama döngüleri sonunda tüm materyallerin içerdği flor oranı azalmış ancak bu değişim gruplar arası farklılık göstermiştir. Başlangıç- 6 ay fırçalama arasında en fazla değişim B grubunda gözlenirken en az değişim F grubunda tespit edilmiştir. Başlangıç- 12 ay ve 6 ay- 12 ay fırçalama döngüleri arasında ise en fazla değişim B grubunda en az değişim V grubunda gözlenmiştir.



Şekil 4.11: Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda C (3M Clinpro Sealant) ve B (Beautisealant,Shofu) grubuna ait birer örneğin x500 büyütme oranında yapılan EDX analizleri sonucunda içerdikleri elementlerin ağırlıkça ort. yüzdeleri



Şekil 4.12: Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda V (Vertise Flow, Kerr) grubuna ait bir örneğin x500 büyütme oranında yapılan EDX analizleri sonucunda içerdiği elementlerin ağırlıkça ort. yüzdeleri.



Şekil 4.13: Başlangıç, 6 ay ve 12 ay fırçalama döngüleri sonunda F (GC Fuji TRIAGE) ve G (GCP Glass Carbomer) grubuna ait birer örneğin x500 büyütme oranında yapılan EDX analizleri sonucunda içerdikleri elementlerin ağırlıkça ort. yüzdeleri.

4.4. Görsel Skorlama Metodu ile Materyallerin Fırçalama Sonrası Retansiyonlarının Değerlendirilmesi

6 ay ve 12 aylık fırçalama döngülerinden sonra çekilmiş dişler üzerine uygulanan fissür örtücülerin, gözle ve sondla retansiyonları değerlendirilmiş, görsel skorlama metodu ile skorlanmıştır. Skorlama sonucu oluşturulan verilerin istatistiksel analizi ki kare testi kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 4.8: 6 aylık (5000) döngüde fırçalanan örneklerin fırçalama sonundaki skor dağılımları ve yüzdeleri.

GRUPLAR	N	SKOR A	SKOR B	SKOR C	SKOR D
C (Clinpro Sealant)	12	12 % 100	0	0	0
V (Vertise Flow)	12	12 % 100	0	0	0
B (Beautisealant)	12	11 % 91,7	1 % 8,3	0	0
F (Fuji Triage)	12	1 % 8,3	6 % 50	3 % 25	2 % 16,7
G (Glass Carbomer)	12	6 % 50	4 % 33,3	2 % 16,7	0

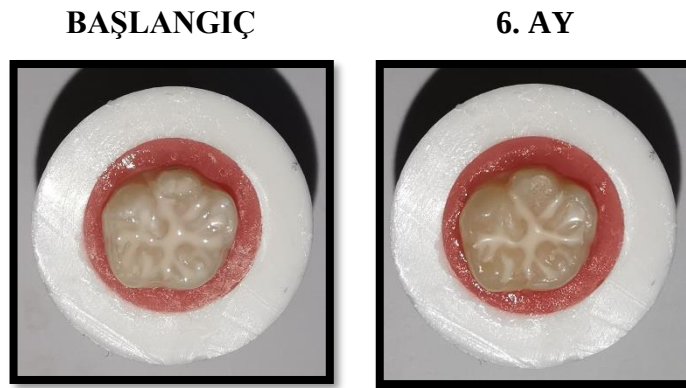
6 aylık fırçalama sonunda retansiyon açısından en başarılı gruplar tüm örneklerinde tam retansiyon (Skor A) gözlenen C ve V grupları olmuştur. B grubundaki örnekler de %91,7 oranında tam retansiyon göstererek başarılı bulunmuştur. G grubundaki örneklerde ise %50 oranında tam retansiyon, %16,7 oranında fossada örtücü kayıpları (Skor C) gözlenmiş ve nispeten başarısız bulunmuştur. En düşük skorlar ise tam kayıp (Skor D) gözlenen örneklerin de olduğu F grubunda tespit edilmiştir.

Tablo 4.9: 12 aylık (10000) döngüde fırçalanan örneklerin fırçalama sonundaki skor dağılımları ve yüzdeleri.

GRUPLAR	N	SKOR A	SKOR B	SKOR C	SKOR D
C (Clinpro Sealant)	12	10 % 83,3	2 %16,7	0	0
V (Vertise Flow)	12	11 % 91,7	1 %8,3	0	0
B (Beautisealant)	12	10 % 83,3	2 % 16,7	0	0
F (Fuji Triage)	12	0	3 % 25	4 % 33,3	5 % 41,7
G (Glass Carbomer)	12	4 % 33,3	4 % 33,3	1 % 8,3	3 % 25

12 aylık fırçalama sonunda retansiyon açısından en başarılı grup V grubu olmuştur. B ve C gruplarında da yüksek skorlar elde edilmiş ve bu gruplar da başarılı bulunmuştur. G grubundaki örneklerde %25 tam kayıp (Skor D) gözlenmiş ve nispeten başarısız bulunmuştur. En düşük skorlar 6 aylık fırçalama da olduğu gibi F grubunda gözlenmiştir.

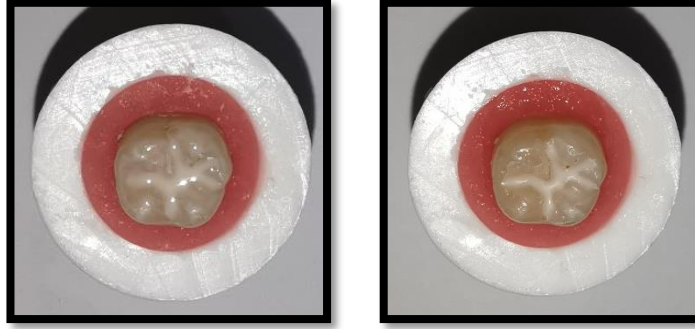
4.4.1. Örneklerin Başlangıç ve Fırçalama Sonrası Görüntüleri



Şekil 4.14: Clinpro Sealant (rezin içerikli fissür örtücü) uygulanan bir dişin başlangıç ve 6 aylık fırçalama sonunda görünümü - Skor A.

BAŞLANGIÇ

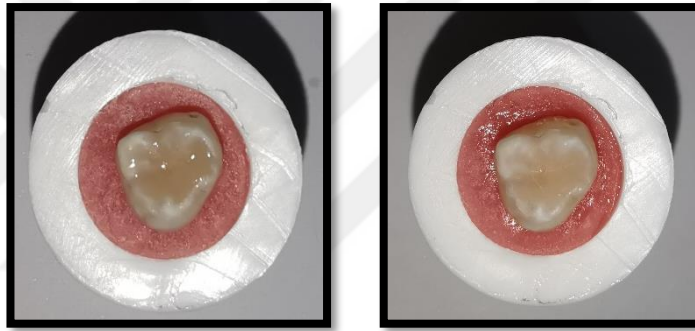
12. AY



Şekil 4.15: Clinpro Sealant (rezin içerikli fissür örtücü) uygulanan bir dişin başlangıç ve 12 aylık fırçalama sonunda görünümü - Skor A.

BAŞLANGIÇ

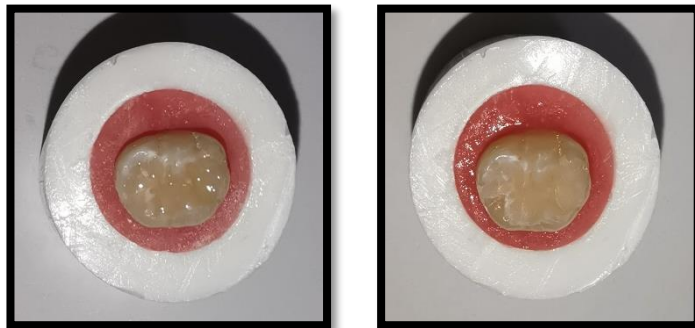
6. AY



Şekil 4.16: Vertise Flow (akışkan kompozit) uygulanan bir dişin başlangıç ve 6 aylık fırçalama sonunda görünümü - Skor A.

BAŞLANGIÇ

12. AY

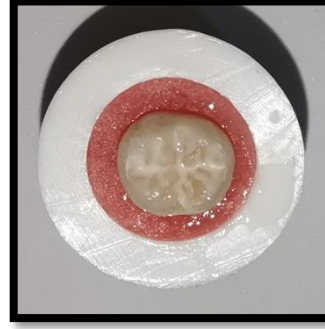


Şekil 4.17: Vertise Flow (akışkan kompozit) uygulanan bir dişin başlangıç ve 12 aylık fırçalama sonunda görünümü - Skor B.

BAŞLANGIÇ

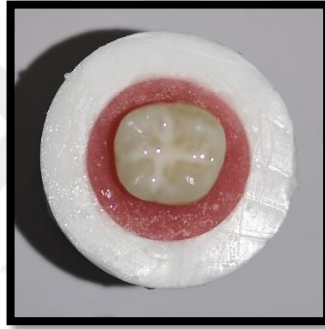


6. AY

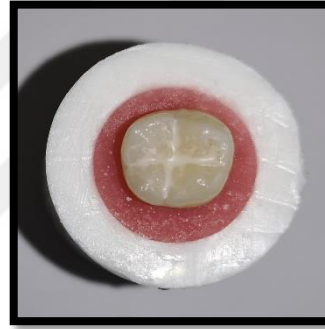


Şekil 4.18: Beautisealant (giomer içerikli fissür örtücü) uygulanan bir dişin başlangıç ve 6 aylık fırçalama sonrası görünümü - Skor A.

BAŞLANGIÇ

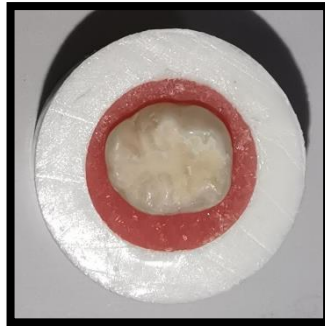


12. AY



Şekil 4.19: Beautisealant (giomer içerikli fissür örtücü) uygulanan bir dişin başlangıç ve 12 aylık fırçalama sonrası görünümü - Skor A.

BAŞLANGIÇ



6. AY



Şekil 4.20: Fuji Triage cam iyonomer içerikli fissür örtücü uygulanan bir dişin başlangıç ve 6 aylık fırçalama sonrası görünümü - Skor B.

BAŞLANGIÇ



12. AY



Şekil 4.21: Fuji Triage cam iyonomer içerikli fissür örtücü uygulanan bir dişin başlangıç ve 12 aylık fırçalama sonrası görünümü - Skor C.

BAŞLANGIÇ

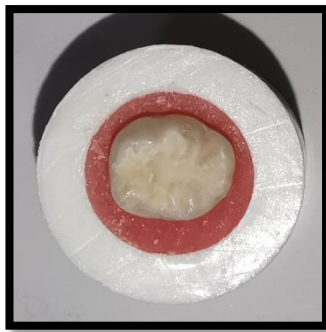


6. AY



Şekil 4.22: Glass Carbomer fissür örtücü uygulanan bir dişin başlangıç ve 6 aylık fırçalama sonrası görünümü - Skor A.

BAŞLANGIÇ



12. AY



Şekil 4.23: Glass Carbomer fissür örtücü uygulanan bir dişin başlangıç ve 12 aylık fırçalama sonrası görünümü - Skor D.

5. TARTIŞMA

Ülkemizde, son yıllarda restoratif dental tedavilerin çeşitliliğinde ki artışa rağmen çocuklarda çürük oluşumunun ve periodontal hastalıkların yeterince önlenememesi koruyucu diş hekimliği uygulamalarının önemini daha çok vurgulamaktadır. Bu nedenle, koruyucu diş hekimliği alanında yeni geliştirilen yöntemler ve materyaller ön plana çıkmaktadır. Fissür örtücü uygulamaları koruyucu diş hekimliği uygulamaları içinde günümüzde hala en sık kullanılanlar arasındadır. Günümüze kadar yapılan birçok klinik ve in vitro çalışmada fissür örtücü uygulamalarının çürüğe duyarlı pit ve fissürlerde demineralizasyonun başlamasını önlemede etkili olduğu kanıtlanmıştır (Ripa, 1993; Ahovuo-Saloranta ve ark., 2013; Bagherian ve Shirazi, 2016; Wright ve ark., 2016a; Bagherian ve Shiraz, 2018).

Günümüzde en sık kullanılan fissür örtücü materyaller rezin ve cam iyonomer içerikli olanlardır (Feigal ve Donly, 2006; Subramaniam ve ark., 2015a). Cam iyonomer siman ve rezin içerikli fissür örtücülerin avantajlarının yanı sıra dezavantajları da bulunmakta ve fissür örtücü olarak kullanılacak en ideal materyal hala sorgulanmaktadır. Bu amaçla cam iyonomer siman ve rezin içerikli materyallerin klinik başarılarını arttırmak amacıyla içeriklerinde modifikasyonlar yapılarak giomer ve cam karbomer içerikli materyaller geliştirilmiştir (Kanık ve Türkün, 2016). Geliştirilmiş fizikomekanik özelliklerin fissür örtücülerin klinik başarısını arttırması beklenildiğinden akışkan kompozitler de fissür örtücü materyallere alternatif olarak önerilmiştir (Kakaboura ve ark., 2002).

Yeni restoratif materyaller ve farklı uygulama tekniklerinin geliştirilmesiyle bu materyallerin başarısını değerlendiren daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Bagherian ve Shiraz, 2018). Çalışmamızda, rezin, cam iyonomer, giomer ve cam karbomer içerikli fissür örtücüler ile kendiliğinden adezivli akışkan kompozit kullanılmış böylece farklı yapıdaki fissür örtücülerin fırçalama öncesinde ve sonrasında fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Dental restoratif materyallerin performanslarının değerlendirilmesinde gerçeğe en yakın koşullar klinik çalışmalarla sağlanmaktadır (Moll ve ark., 2004). Ancak in vivo çalışmalar in vitro çalışmalara göre maliyetlidir ve daha fazla zaman gerektirir. Ayrıca

in vivo çalışmalarda özellikle çocuk hastaların takibi sırasında sıkıntılar yaşanmaktadır (Yazici ve ark., 2006). İn vivo koşullarda ağız ortamında fonksiyon esnasında ortaya çıkan farklı streslerin materyalin başarısına etkisinin ayırt edilmesi olanaksızdır. Bunun yanında, in vitro çalışmalarda bazı koşullar sabit tutularak etkisi gözlenmek istenen koşulların değerlendirilebilmesi mümkün olmakta ve bu şekilde restoratif materyallerin seçimi ve uygun kullanımı konusunda bilgi sahibi olunabilmektedir (Van Meerbeek ve ark., 2003; Hatibović-Kofman ve ark., 2008; Heintze, 2013). Çalışmamız belirtilen avantajları nedeniyle in vitro koşullarda gerçekleştirilmiştir.

İn vitro tasarımın tercih edilmesinin bir diğer nedeni, klinik çalışmalarda her çocuğun fırçalama yöntemi, motor becerileri ve fırçalama sırasında uyguladıkları kuvvetin farklı olması nedeniyle standardizasyonun sağlanamamasıdır. Bu amaçla çalışmamızda fırçalama simülatörü kullanılmış ve okluzal yüzeylerde modifiye bas tekniğine uygun olarak ileri geri hareketle fırçalama yapılmıştır (Poyato-Ferrera ve ark., 2003). 6 ay ve 12 aylık fırçalama işlemi çalışmalarda bildirildiği üzere 5000 ve 10000 döngü şeklinde ayarlanmıştır (Barbieri ve ark., 2011; Monteiro ve Spohr, 2015). Ayrıca yapılan bir klinik çalışmada 7-11 yaş arasındaki çocuklarda fırçalama sırasında uygulanan kuvvetin ort 188 ile 284 gr arasında olduğu bildirilmiş bu sonuçla paralel olarak çalışmamızda fırçalama sırasında uygulanacak kuvvet 200 gr olarak belirlenmiştir (Sundell ve Klein, 1982).

İn vitro koşullarda, restoratif materyallerin mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin yapılabilmesi için materyallerin standart boyutlarda diskler şeklinde hazırlanması gerekmekte, bu amaçla genellikle standart kalıplar kullanılmaktadır (Rinastiti ve ark., 2010; Guler ve Unal, 2018).

Çalışmalarda kalıplardaki materyallerin fazlalıklarının giderilmesi için siman camı yardımıyla hafif kuvvet uygulanması sıkça kullanılan yöntemlerdendir. Bununla birlikte cam iyonomer siman içeren materyaller cam ile etkileşime gireceğinden, siman camının materyalle temasını önlemek için araya şeffaf bant yerleştirilmesi önerilmektedir (Botsalı, 2008; Bani ve Öztaş, 2013). Çalışmamızda disk şeklinde örnekler hazırlamak için silikon kalıplar kullanılmış ve siman camı ile materyal arasına şeffaf bant yerleştirilmiştir.

Okluzal çürükler genellikle daimi birinci ve ikinci büyük azı dişlerinin pit ve fissürlerinde görülmektedir. İn vitro çalışmalarda genellikle elde edilmesi daha kolay olan çürüksüz üçüncü büyük azı dişleri kullanılmaktadır (Duangthip ve Lussi, 2003b; Gomes-Silva ve ark., 2008). Çalışmamızda gömülü veya sürmesinin üzerinden çok zaman geçmeyen çürüksüz üçüncü büyük azı dişleri kullanılmaya çalışılmış ancak dişlerin sürmesinin üzerinden geçen süre hakkında net bir bilgiye ulaşılamamıştır. Literatürde yeni sürmüş dişlerde minenin mikropöröz yapısının fissür örtücünün penetrasyon derinliğini etkilemediği (Grewal ve Chopra, 2008) aynı zamanda minenin sürme sonrası olgunlaşma döneminin de fissür örtücülerin klinik başarısında rolü olmadığı bildirilmiştir (Yakut ve Sönmez, 2006). Bu bilgiler göz önünde bulundurularak minenin sürme sonrası olgunlaşma sürecinin bulgularımızı anlamlı şekilde etkilemeyeceği düşünülmüştür.

Çalışmamızda mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü ölçümü ve SEM-EDX analizleri için disk şeklinde hazırlanan fissür örtücü örnekler, görsel skorlama ile retansiyon değerlendirilmesinde çekilmiş çürüksüz üçüncü büyük azı dişleri kullanılmıştır.

Fissür örtücülerin başarısını etkileyen faktörlerden biri deformasyona karşı gösterilen direnç anlamına gelen materyalin sertliğidir. Sertlik ölçümleri, kırılma direnci, elastiklik modülü ve akma dayanımı gibi diğer mekanik özelliklerle ilişkilendirilmekte (Fuentes ve ark., 2003) ve ideal bir fissür örtücünün yüksek sertlik değerine sahip olması beklenmektedir. Mikrosertlik testleri materyalin katılığını, dönüşüm derecesini ve mekanik dayanıklılığını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu testlerin çoğu, kontrollü ve tekrarlanabilir bir şekilde belirtilen bir kuvvette materyalin yüzeyinde bir çentik oluşturmak ve oluşan izin boyutunu ölçmekten oluşur. Mikrosertlik değeri oluşan izin büyüklüğüyle ters orantılıdır (Mackert, 2002; Anusavice ve ark., 2012). Diş hekimliğinde bu amaçla en sık kullanılan cihazlardan biri Vickers sertlik ölçüm cihazıdır (Fuentes ve ark., 2003; Kakaboura ve ark., 2003). Bu cihaz sertlik ölçümünde kullanılan diğer cihazların sahip olduğu uçlara göre 1/3 oranında daha kısa olan köşegen elmas uçlardan oluşur. Vickers sertlik ölçüm cihazının bu uç yapısı, sertlik ölçümü sırasında materyalin yüzey özelliklerinden daha az etkilenmesine ve daha hassas ölçümlerin yapılabilmesine olanak sağlamaktadır (Fuentes ve ark., 2003). Bu

nedenle çalışmamızda fissür örtücülerin mikrosertlik ölçümleri için Vickers sertlik ölçüm cihazı kullanılmıştır.

Vickers mikrosertlik cihazı ile ölçüm yapılırken elmas uç heterojen yapıya sahip materyallerde yumuşak veya sert bölgeye rastlayabilir. Bu nedenle yüzey sertliği ölçümlerinde, materyalin yüzeyinden, birden çok ölçüm yapılmakta ve ortalama sertlik değeri belirlenmektedir. Çalışmamızda cam iyonomer siman içeren fissür örtücüye (GC Fuji Triage) Vickers mikrosertlik testi uygulamasının diğer fissür örtücülere kıyasla daha zor olduğu görülmüştür. Fuji Triage'ın farklı boyutlarda ve sertlikte partikül içermesi nedeniyle, mikrosertlik testinde elmas ucun temas ettiği yüzey özelliklerine göre çok yüksek veya çok düşük sertlik değerleri elde edilmiştir. Bu nedenle çalışmamızda mikrosertlik testi için belirlenen örneklerin yüzeylerinden yapılan ölçümlerde anlamsız değerler çıkartılmış ve üçer ölçüm kaydedilmiştir.

Literatürde, mikrosertlik testlerinde uygulanan yükler farklılık göstermektedir (Bertrand ve ark., 2000; Beun ve ark., 2012; Eliades ve ark., 2013; Buldur ve Karaarslan, 2019). Ryge ve ark. (1961) yaptıkları çalışmada dental birçok materyal için 25 gram ve altı kuvvetlerin sertlik testleri için tercih edilmemesi gerektiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda, mikrosertlik ölçümü yapılacak örneklere 100 gr kuvvet 15 sn süre ile uygulanmıştır.

Yüzey sertliği ölçümünde, özellikle cam iyonomer siman içeren materyallerin hazırlanmasından ölçüm yapılan zamana kadar geçen farklı sürelerin sonuçları etkilediği bilinmektedir. Araştırmacılar tarafından cam iyonomer simanların asit-baz reaksiyonunun 24-48 saat içinde tamamlandığı ve yeterli fiziksel özellikler kazanabilmesi için bir hafta geçmesi gerektiği bildirilmiştir (Wasson ve Nicholson, 1993; Mount, 1994). Cam iyonomer simanların mikrosertlik değerleri ile ilgili yapılan bir çalışmada, bu simanların birinci gün maturasyonunu henüz tamamlamadığı ve ölçüm esnasında elmas ucun materyale temas ettiği alanın çevresinde dalgalanma şeklinde çatlaklar oluştuğu bildirilmiştir Kanık (2011). Ölçümlerimiz, kimyasal olarak sertleşen cam iyonomer ve cam karbomer içerikli fissür örtücüler kullanıldığı için örneklerin bir hafta süre ile 37°C distile su içinde etüvde bekletilmesinden sonra yapılmıştır.

Çalışmamızda, başlangıçta ölçülen ort. mikrosertlik değerleri Glass Carbomer (G) $92,69 \pm 6,82$ VHN, Fuji Triage (F) $82,72 \pm 4,26$ VHN, Vertise Flow (V) $51,03 \pm 3,9$ VHN, Beautisealant (B) $27,21 \pm 2,26$ VHN ve Clinpro Sealant (C) $17,64 \pm 1,13$ şeklinde bulunmuştur.

Literatürde farklı fissür örtücülerin mikrosertliklerini karşılaştıran benzer çalışmalar bulunmaktadır. Kuşgöz ve ark. (2010), cam iyonomer içerikli fissür örtücü (Fuji Triage), nano dolduruculu rezin fissür örtücü (Grandio Seal) ve doldurucusuz rezin fissür örtücü (Clinpro Sealant) materyallerinin mikrosertliklerini karşılaştırmış ve bulgularımızla uyumlu olarak en düşük mikrosertlik değerlerini ($21,46 \pm 0,23$) Clinpro Sealant'ta gözlemlemişlerdir. Cam iyonomer içerikli fissür örtücü Fuji Triage'ın mikrosertlik değerini ise $64,89 \pm 3,28$ VHN olarak bulmuşlardır

Beun ve ark. (2012), akışkan kompozit ve rezin içerikli fissür örtücülerin fiziksel ve mekanik özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında bulgularımızla benzer şekilde rezin içerikli fissür örtücüların mikrosertlik değerlerinin 8 ile 30 VHN arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Başka bir in vitro çalışmada, farklı ışık kaynakları kullanılarak rezin içerikli fissür örtücüların polimerizasyon sonrası artık monomer miktarı ve yüzey sertliği değerlendirilmiş, Clinpro Sealant'ın mikrosertlik değeri üç farklı ışık kaynağıyla 12,54, 12,55 ve 12,89 VHN olarak bulunmuştur Botsalı (2008).

Bulgularımızı destekler nitelikte Eliades ve ark. (2013)'nın çalışmalarında Vertise Flow'un yüzey mikrosertlik değeri 50,3 VHN olarak ölçülmüştür. Kompozit rezinler için ideal sertlik derecesinin 50 VHN ve üzeri olduğu bildirilmiştir (Sharkey ve ark., 2001).

Cam karbomer siman, cam iyonomer siman ve kendinden adezivli akışkan kompozitin mekanik ve biyolojik özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, mikrosertlik değerleri Glass Fill $46,4 \pm 8,30$ VHN, Fuji II LC $73,6 \pm 20,8$ VHN ve Vertise Flow $35,5 \pm 2,88$ VHN olarak bulunmuştur (Ülker ve ark., 2016). Çalışmalarda kullanılan farklı yöntemler ve testlerde uygulanan farklı kuvvetler nedeniyle mikrosertlik değerlerinde farklılıklar gözlenebilmektedir.

Literatür taramasında çalışmamızda kullanılan giomer içerikli fissür örtücü Beautisealant'ın mikrosertliğini değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Literatürde mikrosertlik değerinin materyalin içerdiği partiküllerin hacmi ve büyüklüğü ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Spajic ve ark., 2019). Araştırmacılar kompozit rezinlerin yüzey mikrosertliğinin içerdikleri doldurucu miktarıyla doğru orantılı olarak arttığını rapor etmişlerdir (Peris ve ark., 2005; Osorio ve ark., 2007; Hubbezoglu ve ark., 2008; Czasch ve Ilie, 2013). Rezin içerikli fissür örtücüler ile akışkan kompozitlerin mekanik özelliklerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda akışkan kompozitlerin mikrosertliği rezin içerikli fissür örtücülerden daha yüksek bulunmuştur (Beun ve ark., 2012; Eliades ve ark., 2013).

Jager ve ark. (2016), üç farklı akışkan kompozit ve bir rezin içerikli fissür örtücünün (Clinpro Sealant) mikrosertliklerini karşılaştırmış literatürle uyumlu olarak doldurucu miktarı en yüksek olan akışkan kompozitin (Grandioso Heavy Flow) en fazla yüzey mikrosertliğine sahip olduğunu gözlemlemiştir. Tüm gruplar arasında en düşük mikrosertlik değerleri çalışmamızda da kullanılan Clinpro Sealant'ta ölçülmüştür. Çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak kendinden adezivli akışkan kompozit Vertise Flow'un mikrosertliği, başlangıç ve fırçalama döngüleri sonrasında rezin içerikli fissür örtücü Clinpro Sealant' a göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulunmuştur.

Çalışmamızda en yüksek mikrosertlik değerleri cam iyonomer içerikli Fuji Triage ve cam karbomer içerikli Glass Carbomer de gözlenmiştir. Cam karbomer simanlar, cam partiküllerine hidroksiapatit/florapatit nanopartikülleri eklenmesiyle oluşturulmuş ve bu partiküllerin materyalin mekanik özelliklerini güçlendireceği düşünülmüştür (Subramaniam ve ark., 2015b). Ancak yapılan birçok çalışmada cam iyonomer simanların mikrosertlik değerlerinin cam karbomer simanlardan anlamlı olarak yüksek olduğu bildirilmiştir (Tatlı ve Özer; Hubbezoglu ve ark., 2008; Olegário ve ark., 2015; Buldur ve Karaarslan, 2019). Çalışmamızda başlangıç ve fırçalama döngüleri sonrasında Fuji Triage ve Glass Carbomer'in mikrosertlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bununla birlikte başlangıç ölçümlerinde Glass Carbomer fissür örtücünün mikrosertliği istatistiksel olarak anlamlı olmasada Fuji

Triage'a göre yüksek bulunmuştur. Bunun muhtemel sebepleri cam karbomer simanların sertleşme reaksiyonlarının cam iyonomer simanlara göre daha hızlı olması (Şirinoğlu Çapan ve Akyüz, 2016) ve üretici firmanın önerisi doğrultusunda cam karbomer simana ısı uygulanmasının sertleşmesini hızlandırmış olmasıdır.

Çalışmamızda fırçalama sonrasında Fuji Triage, Beautisealant ve Clinpro Sealant'ın mikrosertlik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmezken, Vertise Flow ve Glass Carbomer'in mikrosertlik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı ölçüde düşüş tespit edilmiştir.

Bir in vitro çalışmada, cam karbomer (GCP Glass Carbomer) ve cam iyonomer simanın (Equia Forte, GC) mikrosertlik değerleri karşılaştırılmış, termal yaşlandırma sonrası iki grubun mikrosertlik değerlerinde de başlangıca göre istatistiksel olarak anlamlı oranda düşüş gözlenmiştir (Buldur ve Karaarslan, 2019). Bulgularımız cam karbomer açısından bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur ancak cam iyonomer siman içerikli fissür örtücünün fırçalama sonrasında mikrosertlik değerlerinde azalma gözlenirse de bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Bulgularımızın aksine Spajic ve ark. (2019), tarafından yapılan bir çalışmada cam iyonomer ve giomer içerikli ışıqla sertleşen restoratif materyallerin mikrosertliğine farklı ışıqla cihazı modlarının etkisi araştırılmış; başlangıç, birinci, yedinci ve on dördüncü günde sertlik ölçümleri yapılmıştır. On dört günlük suni yaşlandırma sonrasında cam iyonomer siman içeren materyallerde asit baz reaksiyonunun yavaş ilerlemesine bağlı olarak zamanla mikrosertlik değerinin arttığı bildirilmiştir. Bulgularımızla arasındaki bu farklılığın; çalışmamızda hazırlanan örneklerde asit baz reaksiyonunun ilerlemesi ve materyallerin yüksek oranda sertleşmesi beklenerek başlangıç mikrosertlik ölçümlerinin bir hafta sonra yapılmasına ve seyreltilmiş diş macunu içinde fırçalama işleminin aşındırıcı partiküller içermesi nedeniyle materyallerin sertliklerini etkilemesine bağlı olarak oluştuğunu düşünmekteyiz.

Literatürde cam karbomer simanların yapısında oluşan çatlakların mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (Menne-Happ ve Ilie, 2013). Cam karbomer simanların çözünürlüğünün değerlendirildiği bir çalışmada, yapay tükürükte

bekletilen siman örneklerinde su emilimine bağlı olarak ağırlık artışı meydana geldiği bildirilmiştir (Subramaniam, Jayasurya ve ark. 2015).

Su emilimine bağlı olarak materyallerin bileşenlerinde meydana gelen çözünme materyalin yapısal sağlamlığını etkilemekte ve klinik başarısını düşürmektedir (Kanchanavasita ve ark., 1997; Ito ve ark., 2005; Subramaniam ve ark., 2015b). Çalışmamızda Glass Carbomer'in yüzeyinde çatlakların oluştuğu ve fırçalama sonrasında bu çatlakların derinleştiği gözlenmiştir. Ayrıca testler arasında distile suda bekletilmiş ve seyreltilmiş diş macunu çözeltisi içinde fırçalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla Glass Carbomer'in mikrosertlik değerinin fırçalama sonrası anlamlı düşüş göstermesinin nedeninin yüzeyinde oluşan çatlaklara ve su emilimine bağlı olarak gerçekleşmiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Rezin içerikli dental materyallerin su emilimi ve çözünürlüğü çeşitli faktörlere bağlıdır. Bunların başında rezin matriksin türü ve miktarı, doldurucuların tipi, doldurucuların büyüklükleri ve oranları gelmektedir (Øysæd ve Ruyter, 1986; Yılmaz ve Gökay, 1999). Rezin içerikli dental materyallerde organik matriks yüksek molekül ağırlıklı Bis-GMA veya UDMA dan oluşmaktadır. Materyalin viskozitesini azaltmak amacıyla rezin matrikse hidrofilik yapıda olan TEGDMA ve HEMA eklenmektedir (Peutzfeldt, 1997; Schwengberg ve ark., 2005; Cramer ve ark., 2011; Atalayın ve ark., 2016). HEMA, TEGDMA'dan daha küçük ve çok daha hidrofilik bir moleküldür. Bu nedenle HEMA, materyalin genel hidrofilikliğini artırmakta ve difüzyonu kolaylaştırmaktadır (Kaga ve ark., 2001). Yapılan çalışmalarda yüksek oranda HEMA içeriğinin, daha fazla oranda su emilimine ve çözünürlüğe neden olabileceği bildirilmiştir (Yap ve Lee, 1997; Mortier ve ark., 2004). Çalışmamızda kullanılan Vertise Flow kullandığımız diğer rezin içerikli fissür örtücülerden farklı olarak HEMA içermektedir. Vertise Flow' un hidrofilitesinde ve su emiliminde etkili bir diğer faktör materyalin kendinden adezivli olmasını sağlayan GPDM (gliserol fosfat dimetakrilat) monomeridir (Wei ve ark., 2011). Bu bilgiler ışığında Vertise Flow'un mikrosertlik değerlerinde fırçalama sonrası anlamlı ölçüde azalma gözlenmesi, su emiliminin dolayısıyla çözünürlüğünün fazla olmasına bağlanabilir.

Çalışmamızda fissür örtücülerin fiziksel özelliklerinin karşılaştırılmasında kullanılan bir diğer özellik materyalin yüzey pürüzlülüğüdür. Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü, estetik görünümleri ve uzun ömürlülükleri için önemli bir faktördür. Artan yüzey pürüzlülüğü restorasyon üzerinde plak birikimine yol açarak çürüğe ve gingival irritasyona neden olmaktadır (Kakaboura ve ark., 2007; Nikolaidis ve ark., 2020). Bunların yanı sıra, pürüzsüz yüzeylerde sürtünme katsayısının daha düşük olması aşınma oranını azaltarak restoratif materyallerin klinik başarısını artırmaktadır (Kakaboura ve ark., 2007; Yazici ve ark., 2010; Sapra ve ark., 2013). Araştırmacılar kompozit rezinler gibi kırılğan resoratif materyallerin kırılma dirençlerinin de yüzey özelliklerinden etkilendiğini bildirmişlerdir (Kakaboura ve ark., 2007).

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM), taramalı elektron mikroskobu (SEM), mekanik ve optik profilometreler bu amaçla en sık kullanılan cihazlardandır (Whitehead ve ark., 1999; Kakaboura ve ark., 2003).

Optik profilometreler üç boyutlu ölçüm yapan cihazlardır ve tarama işlemi yüzeyle temas etmeden optik ışınla yapılmaktadır (Joniot ve ark., 2006). Yüzeyin doğal karakterinin incelenebilmesi, hızlı ölçüm, yüksek çözünürlük ve yüzeyde deformasyon oluşturmaması gibi avantajları mevcuttur (Whitefield, 1975; Kakaboura ve ark., 2007). SEM (taramalı elektron mikroskobu) ince bir elektron demetinin incelenen yüzey boyunca hareket etmesi ile yüzeyde oluşan deformasyonların incelendiği bir cihazdır. Yüzeydeki pürüzlülüğün iki boyutlu topografisini görüntülemeye kullanılır. Çalışmamızda fissür örtücü örneklerin yüzey özelliklerinin değerlendirilmesinde optik profilometre ve SEM cihazı kullanılmıştır.

Dünya genelinde yüzey pürüzlülüğünün ifade edilmesinde ortalama yüzey pürüzlülük değerini belirten Ra değeri kullanılmaktadır (Inan ve ark., 2010). Çalışmamızda ölçümler her örnekten üç farklı noktadan yapılmış ve ortalama değerler Ra (μm) cinsinden kaydedilmiştir.

Restorasyon yüzeyinde bakteriyel tutunmanın gerçekleşmemesi için gerekli yüzey pürüzlülük değeri uzun yıllar araştırılmıştır. Weitman ve Eames (1975), yüzey pürüzlülüğü 0,7 ila 1,44 μm olan kompozit numuneler üzerinde plak birikimini rapor

etmişlerdir. Bollen ve ark. (1997) ise restoratif materyallerin eşik yüzey pürüzlülük değerinin $0,2 \mu\text{m}$ olduğunu ve bu değer üstündeki pürüzlülük değerlerinde bakteriyel tutunmanın gerçekleştiğini bildirmişlerdir (Heintze ve ark., 2006).

Çalışmamızda başlangıç ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri Clinpro Sealant (C) $0,2 \pm 0,05 \mu\text{m}$, Vertise Flow (V) $0,27 \pm 0,05 \mu\text{m}$, Beautisealant (B) $0,4 \pm 0,21 \mu\text{m}$, Glass Carbomer (G) $0,28 \pm 0,24 \mu\text{m}$ ve Fuji Triage (F) $0,97 \pm 0,21 \mu\text{m}$ şeklinde bulunmuştur. Buna göre başlangıçta sadece Clinpro Sealant'ta eşik değerinin ($0,2 \mu\text{m}$) altında Ra değeri ölçülmüştür. 6 ay ve 12 aylık fırçalama döngüleri sonunda ise tüm fissür örtücülerde eşik değerinin üstünde Ra değerleri gözlenmiştir.

Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü materyalin içeriği ve partikül büyüklüğü ile ilişkilidir. Partikül boyutu büyüdükçe yüzey pürüzlülüğü de artmaktadır (Ryba ve ark., 2002; Yap ve Mok, 2002; Bayraktar ve ark., 2013; Moda ve ark., 2018). Çalışmamızda bu bilgilerle uyumlu olarak büyük cam partikülleri içeren Fuji Triage ve Glass Carbomer in yüzey pürüzlülüğü kullandığımız diğer fissür örtücülere göre daha yüksek bulunmuştur. Partikül boyutları birbirine yakın olan Beautisealant ($0,8 \mu\text{m}$) ve Vertise Flow ($1 \mu\text{m}$) arasında yüzey pürüzlülüğü açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Sonuçlarımız Vertise Flow, Beautiful II ve Fuji II LC nin yüzey pürüzlülüklerini karşılaştıran başka bir çalışma ile uyumludur (Guler ve Unal, 2018).

Literatürde rezin içerikli restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünün, partikül boyutunun yanı sıra doldurucu içeriğine, partiküllerin karakteristik özelliklerine, partiküller arası boşluklara, monomer tipine, polimerizasyon derecesine ve doldurucu partiküller ile rezin matriks arasındaki bağın etkinliğine bağlı olduğu bildirilmiştir (Watanabe ve ark., 2005; Navimipour ve ark., 2019). Yapılan çalışmalarda daha düşük doldurucu içeren kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü yüksek oranda doldurucu içerenlere göre daha düşük değerler göstermiştir (İlday ve ark., 2008; Göztaş ve ark., 2014). Bulgularımızda bu bilgilerle uyumlu olarak başlangıç ölçümlerinde, kullandığımız fissür örtücülerden doldurucu oranı en düşük olan Clinpro Sealant'ın en düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip olduğu görülmüştür.

Bayrak ve ark. (2017), tarafından yapılan bir in vitro çalışmada, iki farklı parlatma sisteminin yeni geliştirilen restoratif materyallerin florür salınımı, yüzey pürüzlülüğü

ve bakteriyel adezyonu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmamızda kullandığımız fissür örtücülerin içeriklerine benzer olarak giomer (B; Beautiful II), karbomer (G; GCP Glass Fill) ve cam iyonomer (F; Fuji IX G) içerikli materyaller kullanılmıştır. İki parlatma sisteminde de yüzey pürüzlülükleri $B < G < F$ şeklinde ölçülmüş ancak gruplar arasında istatistiksel anlamda bir fark bulunmamıştır. Çalışmamızda başlangıç ölçümlerinde benzer sonuçlar elde edilmiş Beautisealant, Glass Carbomer ve Fuji Triage'ın ort. Ra değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir.

Yapılan başka bir in vitro çalışmada ise rezin modifiye cam iyonomer siman, giomer ve kompomer gibi rezin içeren materyallerin geleneksel cam iyonomer simanlara göre daha düşük pürüzlülük değerlerine sahip oldukları bildirilmiştir. Aynı çalışmada pH'ın düşmesiyle geleneksel cam iyonomer simanların yüzey özelliklerinin rezin içeren materyallere göre daha fazla etkilendiği gözlenmiştir (Bani ve Öztaş, 2013).

Uğurlu ve ark. (2020), tarafından yapılan çalışmada GCP Glass Fill ve Fuji IX GP nin Ra değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken Beautiful II nin yüzey pürüzlülüğü, GCP Glass Fill' e göre anlamlı ölçüde düşük bulunmuştur.

Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak rezin içeren fissür örtücüler cam iyonomer ve cam karbomer içeren fissür örtücülere göre daha düşük pürüzlülük değerleri göstermiştir. Bunun yanı sıra önceden reaksiyona girmiş cam partikülleri içeren Beautiselant'ın yüzey pürüzlülüğü istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte Fuji Triage ve Glass Carbomer'den daha düşük bulunmuştur. Bu durum rezin içeren materyallerdeki cam doldurucuların rezin matrisi içerisinde gömülü bulunmaları sebebiyle daha düşük çözünürlüğe ve pürüzlülüğe sahip olmaları ile açıklanabilmektedir (Yap ve Mok, 2002).

Restoratif materyallerin yüzey özellikleri, diş fırçalamanın neden olduğu aşınma ve hidrolitik degradasyon ile zamanla değişebilmektedir (Trauth ve ark., 2012; Salgado ve ark., 2017). Araştırmacılar diş fırçası ile fırçalamanın tek başına yüzey pürüzlülüğünde önemli bir artışa sebep olmadığını, diş macunu içeriğindeki aşındırıcıların yüzey yapısını değiştirmede daha etkili olduğunu bildirmişlerdir (Tellefsen ve ark., 2011; Trauth ve ark., 2012).

Yapılan birçok çalışmada diş macunu ile fırçalama işlemi sonrasında restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünün arttığı bildirilmiştir (Takahashi ve ark., 2013; Ruivo ve ark., 2019). Çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak fırçalama sonrasında tüm grupların yüzey pürüzlülüğünde artış gözlenmiştir.

Fırçalama sonrası materyallerdeki aşınma oranı, diş macunu tipi, su / diş macunu oranı, fırça tipi ve fırçalama sırasında kullanılan hız ve basınç gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Rios ve ark., 2002). Bununla birlikte, çalışmamızda bu parametreler tüm gruplar için standartlaştırıldığından, fırçalama sonrası aşınma oranının ve yüzey özelliklerinin materyallerin yapısal özelliklerine bağlı olarak değişeceği düşünülmüştür.

Bilimsel çalışmalarda, fırçalama sonrası rezin içerikli restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünün, ilk olarak rezin matrisin aşınmasına bağlı olarak doldurucu partiküllerin çıkıntı şeklinde yüzeyde kalmasına (Malavasi ve ark., 2015), sonrasında ise doldurucu partiküllerin kopmasıyla yüzeyde oluşan boşluklara bağlı olarak arttığı bildirilmiştir (Trauth ve ark., 2012; Jin ve ark., 2014). Araştırmacılar bu bilgilerle uyumlu olarak partikül boyutları küçük olan materyallerden diş fırçalama sırasında partikül koparılmasıyla, partikül boyutları büyük olanlara kıyasla daha pürüzsüz bir yüzey oluştuğunu rapor etmişlerdir (Heintze ve Forjanic, 2005; Salgado ve ark., 2013). Bu bulguların aksine bazı çalışmalar diş fırçalamadan sonra doldurucu partikül boyutu ile yüzey pürüzlülüğü arasında herhangi bir ilişki gösterememiştir (Silva ve ark., 2013).

Cam iyonomer siman içerikli fissür örtücülerle ilgili yapılan bir in vitro çalışmada, materyalin sertleşmesinin ardından sadece su içerisinde bekletilmesine rağmen yüzeyinde çatlakların oluştuğu bildirilmiştir (Markovic ve ark., 2008). Başka bir in vitro çalışmada cam karbomer simanların da yüzeyinde ve iç kısımlarında çatlakların gözlemlendiği rapor edilmiştir (Cehreli ve ark., 2013).

Rios ve ark. (2002), fırçalama sonrası cam iyonomer içerikli materyallerin yüzey özelliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, materyallerin içeriğindeki hava kabarcığı mevcudiyetinin fırçalama sonrası yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını bildirmiştir

Çalışmamızda, fırçalama sonrası pürüzlülük değerleri istatistiksel olarak anlamlı ölçüde artan tek materyal Clinpro Sealant olmuştur. Bununla birlikte 12 aylık fırçalama sonrası Ra değişim oranları Clinpro Sealant > Glass Carbomer > Fuji Triage > Beautisealant > Vertise Flow şeklinde bulunmuştur. Clinpro Sealant'ın çok düşük oranda doldurucu partikül içermesi nedeniyle aşınma direncinin diğer materyallere göre düşük olmasının ve buna bağlı olarak yüzeyinde oluşan fırça izlerinin bu sonuçta etkili olduğunu düşünmekteyiz. Literatürdeki bilgilerin ışığında Glass Carbomer ve Fuji Triage'ın Ra değişim oranlarının nispeten fazla olması ise cam partiküllerinin büyüklüklerine, yüzeylerinde oluşan çatlaklara ve viskoz yapıları nedeniyle hazırlanırken hava kabarcığı oluşma ihtimalinin daha yüksek olmasına bağlanabilir.

Geleneksel kompozit rezinlerle Vertise Flow'un yüzey pürüzlülüklerini karşılaştıran çalışmalarda aşındırıcı prosedürler sonrasında en yüksek pürüzlülük artışının Vertise Flow'da gözlemlendiği bildirilmiştir (Malavasi ve ark., 2015; Ruivo ve ark., 2019). Ruivo ve ark. (2019), örneklerin 30000 döngüde fırçalanması ve 6 ay distile suda bekletilmesinin ardından Vertise Flow'un Ra değerinin istatistiksel olarak anlamlı derecede arttığını bildirirken, Malavasi ve ark. (2015), 20000 fırçalama döngüsü sonrasında bu artışın anlamlı olmadığını belirtmiştir. Vertise Flow'un başarısızlığı, su emiliminin geleneksel kompozitlere göre daha fazla olmasına bağlanmıştır (Eren, 2018; Ruivo ve ark., 2019). Çalışmamızda, fırçalama sonrası en düşük pürüzlülük değişimi Vertise Flow da gözlenmiş ve bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bulgularımızın diğer çalışmalardan farklı olmasının fırçalama işleminin 10000 döngü ile sınırlı kalmasına ve Vertise Flow'u geleneksel kompozit rezinlere göre zayıf yapısal özelliklere sahip fissür örtücülerle karşılaştırmamıza bağlı olduğu söylenebilir.

Çalışmalarda yüzey pürüzlülüğündeki 0,3 µm'lik artışın dil ucuyla algılanabildiği tespit edilmiştir (Jones ve ark., 2004). Bu nedenle restorasyon yüzeyinin pürüzsüzlüğünün ağız ortamında uzun süre korunması hastanın konforuna katkıda bulunur. Çalışmamızda, 12 aylık fırçalamanın sonunda kullandığımız materyallerin hiç birinde 0,3 µm'yi aşan pürüzlülük değişimi gözlenmemiştir.

SEM analizi, materyallerin yüzey özelliklerinin incelenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Kakaboura ve ark., 2007). Bununla birlikte büyütme oranları arttıkça materyallerdeki partikül büyüklükleri ve dağılımları da SEM görüntülerinde net olarak izlenebilmektedir (Ruivo ve ark., 2019; Nikolaidis ve ark., 2020).

Literatürde materyallerin ortalama pürüzlülük değerlerindeki farklılıklara rağmen SEM incelemesinde benzer morfolojik yüzey deseni gösterdiğini bildiren çalışmaların (Bala ve ark., 2012) yanı sıra pürüzlülük değerlerindeki farklılıkların ve değişimlerin SEM incelemesinde net bir şekilde izlendiğini bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Guler ve Unal, 2018).

Çalışmamızda optik profilometre bulguları ile SEM görüntüleri uyumlu bulunmuştur. SEM görüntüleri incelendiğinde fırçalama öncesi ve sonrasında Glass Carbomer'in yüzeyinde çatlaklar ve boşluklar gözlenmiş, Fuji Triage'da ise diğer fissür örtücülere göre büyük ve heterojen partikül yapısı izlenmiştir. Fırçalama sonrasında Clinpro'nun yüzeyinde belirgin fırça izlerine rastlanmıştır.

Restoratif materyallerin kimyasal bileşenleri, materyalin mekanik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde etkilidir. EDX analizi, materyallerin yüzeylerindeki ana bileşenleri tanımlamak ve ölçmek için kullanılan güvenilir bir tekniktir. EDX analizinde, taranan yüzeyde materyalin içerdiği elementlerin atomik ağırlık yüzdelere ulaşılabilir ve bu oranlar birbirleri ile kıyaslanabilir. Bununla birlikte, EDX analizi materyalin yüzeyinde yapıldığı için tüm kimyasal bileşimi gösteremeyebilir (Dilber ve ark., 2013; Ugurlu ve ark., 2020). Çalışmamızda kullanılan fissür örtücülerin içerdikleri flor oranını karşılaştırmak amacıyla EDX analizi kullanılmıştır. Bütünlük oluşturma amacıyla kullanılan materyallerin içerdiği diğer elementlerin atomik yüzdeleri de belirlenmiştir.

Restoratif materyallerin flor içermesi ve flor salınım özelliğinin olması dişlerin çürüklere karşı korunmasında önemli rol oynamaktadır. Fissür örtücülerden salınan flor, asit direncini artırma, antibakteriyel etki ortaya çıkarma ve diş yapısını güçlendirme gibi özelliklere sahiptir. Flor salınımı yapan cam iyonomer ve rezin içerikli fissür örtücülerin minerde demineralizasyona karşı güçlü koruyucu etkilere

sahip olduğu gösterilmiştir (Prabhakar ve ark., 2012; Babu ve ark., 2014; Yan ve ark., 2018).

Flor salınımı yapan materyallerde antikaryojenik etki flor salınım miktarı ve salınım süresi ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Flor salınım mekanizmasında materyalin matriks yapısı, sertleşme mekanizması ve içerdiiği flor oranı etkilidir (Moreau ve Xu, 2010).

Flor salınımı yapan materyaller arasında geleneksel cam iyonomer simanlar, rezin modifiye cam iyonomer simanlar, kompomerler, cam karbomer simanlar, giomerler, flor içeren rezin esaslı fissür örtücüler ve flor içeren kompozitler yer almaktadır (Cehreli ve ark., 2013).

Yapılan birçok çalışmada geleneksel cam iyonomer simanların en yüksek flor içeriğine sahip olduğu ve buna bağlı olarak en fazla flor salınımının bu materyallerde gerçekteştiği bildirilmiştir (Bayrak ve ark., 2010; Dionysopoulos ve ark., 2016; Poggio ve ark., 2016; Ei ve ark., 2017).

Flor salınımı yapan materyaller ortamda florun bulunması durumunda tekrar yüklenebilme özelliğine sahiptir. Araştırmacılar florlu diş macunları kullanılarak yapılan günlük ağız bakımıyla bu materyallerin florla tekrar yüklenebildiğini ve flor salınımının bu şekilde devam ettiğini bildirmişlerdir (Pedrini ve ark., 2003; Koga ve ark., 2004; Nassar ve Platt, 2015).

Yapılan çalışmalarda, materyallerin düşük konsantrasyonlu flor uygulamaları ile yeniden florla yüklenmesi sonucunda materyalden salınan flor oranının, başlangıçtaki flor salınım oranına ulaşamadığı bildirilmiştir (Bölükbaşı ve ark., 2018).

Literatürde farklı materyallerin florla yeniden yüklenebilme özellikleri karşılaştırılmış cam iyonomer içerikli materyallerin yeniden yüklenme kapasitelerinin rezin içerikli materyallerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Preston ve ark., 2003). Araştırmacılar tarafından materyallerdeki porözite varlığının flor difüzyonuna izin vererek daha fazla flor geçişini sağladığı, rezin matriks gibi kompakt yapıların ise daha sınırlı flor difüzyonu gösterdiği ifade edilmiştir (Xu ve Burgess, 2003; Matalon ve ark., 2010).

Bansal ve ark. (2015), tarafından yapılan bir in vitro çalışmada, geleneksel cam iyonomer siman, rezin modifiye cam iyonomer siman, giomer ve kompomerin florla yeniden yüklenebilme özellikleri karşılaştırılmış, flor salınımı daha yüksek olan materyallerin daha fazla yeniden yüklenebilme özelliği gösterdiği bildirilmiştir.

Çalışmamızda fırçalama öncesi yapılan EDX analizinin sonucunda literatürle uyumlu olarak en yüksek flor (F) oranı Fuji Triage'da gözlenmiş, sırasıyla Glass Carbomer, Beautiselant ve Vertise Flow'da da F iyonu tespit edilmiştir. Clinpro Sealant'ın flor salınımı yaptığı üretici firma tarafından bildirilmesine rağmen, muhtemelen düşük oranda flor içermesi nedeniyle analizimizde saptanmamıştır.

Fırçalama döngüleri sonrasında tüm gruplarda flor oranı azalmıştır. Fırçalama ile florun değişim oranları incelendiğine en fazla değişim her iki döngüde de Beautiselant'ta tespit edilmiştir. 12 aylık fırçalama sonrası en az değişim Vertise Flow'da gözlenmiştir. Literatürdeki bilgilerin ışığında en fazla flor salınımının flor içeriği en fazla olan Fuji Triage'da gözlenmesi beklenmektedir. Ancak çalışmamızda florlu diş macunu (1450 ppm) ile fırçalanma sonrası en fazla flor oranı değişiminin Beautiselant'ta gözlenmesinin, florla yeniden yüklenme mekanizmasında rezin içeren materyallere flor difüzyonunun zor olmasına, bu durumun aksine Fuji Triage'ın gözenekli yapısı itibariyle florla daha fazla yüklenmesine bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Cam iyonomer simanların florun yanında Al, Ca (veya Sr), ve Na salınımı yaptıkları da bildirilmiştir (Czarnecka ve ark., 2002). Araştırmacılar tarafından bu iyonların çürük lezyonu olan bir dişin dekalsifiye bölgesinde yeniden mineralleşmeyi teşvik edebileceği ifade edilmiştir (Gjorgievska ve ark., 2012). Ayrıca restoratif bir materyalin florun yanında Al, Sr, Zr ve Ba gibi metal iyonlarını içermesi antibakteriyel etkisinde önemli rol oynamaktadır. Özellikle Al'nin, F'nin etkisini arttırabilecek antikaryojenik özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Chen ve ark., 2018).

Çalışmamızda Glass Carbomer ve Fuji Triage'da Al, Ca ve Na iyonları, Beautiselant'ta Al ve Na iyonları, Vertise Flow'da ise Al ve Ba iyonları tespit edilmiştir. EDX analizinin sadece yüzeyde yapılabilmesi ve tüm materyalin içeriğini gösterememesi nedeniyle çalışmalar arasında farklılıklar gözlenebilmektedir.

Fissür örtücülerin başarısında etkili en önemli faktör materyalin retansiyonudur. Retansiyon, uygulanan materyalin yapısal özelliklerinden, fissür morfolojisinden ve diş yüzeyinin hazırlanmasında kullanılan tekniklerden etkilenmektedir (Singh ve ark., 2013; Hatırlı ve ark., 2018).

Bazı araştırmacılar invaziv teknik kullanımının yüzey alanının artırılmasına bağlı olarak örtücülerin daha derin yüzeylere penetre olabildiğini bildirmiş ve bu durumun daha yüksek retansiyona neden olduğunu savunmuşlardır (Gp ve ark., 2004; Khanna ve ark., 2009; Singh ve ark., 2013). Ancak invaziv teknikte fissürleri genişletmek için sağlıklı diş sert dokuları uzaklaştırılır bu durum fissür sisteminin dengesini bozmakta ve dişleri restorasyona mahkum etmektedir. Ayrıca çocuk hastaların türlü aletlere maruz kalması ile kooperasyon problemleri yaşanabilmektedir (Welbury ve ark., 2004). Son zamanlarda çürüksüz dişlerde invaziv tedavinin etik olarak yanlış olduğu görüşü de gündeme gelmiştir. Bu görüşe göre invaziv tedavi sadece çürüklerin ilerlemesini durdurma potansiyeli olduğunda kullanılmalıdır (Holmgren ve ark., 2014).

Non invaziv teknik kullanımının temel avantajı, sağlam diş yapısının korunmasıdır, bu durum minimal invaziv diş hekimliğinin temel prensiplerini desteklemektedir. (Duangthip ve Lussi, 2003a). Yapılan birçok klinik çalışmada non-invaziv teknikle uygulanan fissür örtücülerin pit ve fissür çürüklerinin önlenmesinde etkili olduğu bildirilmiştir (Ripa, 1993; Mertz-Fairhurst ve ark., 1995). Gunjal ve ark. (2012), tarafından yapılan bir in vitro çalışmada rezin ve cam iyonomer siman içerikli iki fissür örtücü invaziv ve non-invaziv teknikle uygulanarak marjinal adaptasyonları değerlendirilmiş ve iki teknik arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmamıştır. Çalışmamızda çürüksüz ve renklenme içermeyen dişler kullanıldığı için non-invaziv teknik tercih edilmiştir.

Fissür örtücülerin retansiyonlarının değerlendirildiği çalışmalarda görsel skorlama metodu sıkça kullanılmaktadır (Feigal ve ark., 2000; Subramaniam ve ark., 2008; Bargale ve Raju, 2011; Nazar ve ark., 2013). Çalışmamızda Bargale ve ark. (2011)'nın çalışmalarında kullandıkları görsel skorlama metodu kullanılmıştır. Bu metoda göre fırçalama döngüleri sonrası fissür örtücülerin retansiyonları fissürlerde

kayıp yok, bir veya birden fazla fissürde kayıp, fissürlerde ve fossada kayıp, tam kayıp şeklinde skorlanmıştır.

Materyalin kimyasal ve fiziksel özellikleri retansiyonları üzerinde önemli etkiye sahiptir. Cam partikülleri gibi büyük partiküllere ve yüksek doldurucu içeriğine sahip fissür örtücülerin fissürlere penetrasyonları daha zordur. Yetersiz penetrasyon kabiliyeti daha düşük retansiyonla sonuçlanmaktadır (Hatırlı ve ark., 2018).

Penetrasyon kabiliyeti materyalin viskozitesi ile ters orantılıdır. Araştırmacılar doldurucusuz fissür örtücülerin akışkanlıkları sebebiyle, yüksek oranda doldurucu içerenlere göre fissürlere penetrasyonlarının daha iyi olduğunu bildirmişlerdir (Reddy ve ark., 2015). Bununla birlikte doldurucusuz ve dolduruculu fissür örtücülerin penetrasyonlarının ve retansiyonlarının birbirine benzer olduğunu bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Welbury ve ark., 2004).

Yapılan birçok çalışmada, cam iyonomer simanların penetrasyon yeteneğinin az olmasına bağlı olarak daha fazla mikrosızıntı gösterdiği ve retansiyonlarının rezin içerikli fissür örtücülere göre daha düşük olduğu bildirilmiştir (Gp ve ark., 2004; Derelioglu ve ark., 2014; Hatırlı ve ark., 2018). Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak en düşük skorlar Fuji Triage'da gözlenmiştir.

Cam karbomerin penetrasyon yeteneğinin değerlendirildiği bir çalışmada, materyalin fissürlerin derinliklerine ulaşamadığı ve yapısında çatlakların olduğu bildirilmiş bu durum materyalin yüksek viskozitesi ile ilişkilendirilmiştir (Günaydın, 2015).

Rezin fissür örtücüler ve akışkan kompozitlerin retansiyonlarının karşılaştırıldığı çalışmalarda akışkan kompozitlerin retansiyonları daha yüksek bulunmuştur (Erdemir ve ark., 2014; Singh ve ark., 2019). Çalışmamızda 6 aylık fırçalama sonunda rezin içerikli fissür örtücü Clinpro Sealant ve akışkan kompozit Vertise Flow'un tüm örneklerinde tam retansiyon gözlenirken, 12 aylık fırçalama sonrası Vertise Flow, Clinpro Sealant'a göre nispeten daha başarılı bulunmuştur.

Ntaoutidou ve ark. (2018), tarafından yapılan bir klinik çalışmada, giomer içerikli fissür örtücü (Beautisealant, Shofu) geleneksel rezin içerikli bir fissür örtücüyle (Seal it, Spident) karşılaştırılmış, 18 aylık takip sonunda retansiyon açısından rezin içerikli

fissür örtücü daha başarılı bulunmuştur. Bulgularımızda da bu çalışmayla uyumlu olarak retansiyon açısından Clinpro, Beautisealant'tan daha yüksek skorlar sergilemiştir.

Zhang ve ark. (2017), çalışmalarında, cam iyonomer, cam karbomer ve rezin içerikli fissür örtücüleri karşılaştırmış, dört yıl sonunda retansiyon açısından en yüksek başarı rezin içerikli fissür örtücüde, en düşük başarı ise cam karbomer içerikli fissür örtücüde tespit edilmiştir.

Literatürdeki bilgilerle paralel olarak çalışmamızda en düşük retansiyonun Fuji Triage ve Glass Carbomer'de gözlenmesinin nedeninin içerdikleri cam partikülleri ve yüksek viskoziteleri nedeniyle penetrasyon derinliğinin az olmasına bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Vertise Flow'un retansiyon konusundaki başarısı ise kendinden adezivli olması ve düşük viskozitesi nedeniyle fissürlerin derinliklerine nüfuz edebilmesi ile açıklanabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Fissür örtücü olarak kullanılan farklı materyallerin yüzey özelliklerine diş fırçalamanın etkisinin in-vitro incelendiği bu çalışmada şu sonuçlar elde edilmiştir:

- Çalışmamızda, fırçalama sonrası tüm materyallerin mikrosertlik değerlerinde azalma gözlenmiş ancak istatistiksel olarak anlamlı ölçüde farklılık gösteren materyaller Vertise Flow ve Glass Carbomer olmuştur. Bu sonucun, Glass Carbomer'in yüzeyinde bulunan çatlaklara ve Vertise Flow'un hidrofilitesi yüksek HEMA ve GPDM monomerleri içermesi nedeniyle, diğer fissür örtücülere oranla su emilimlerinin daha fazla olmasına bağlı olduğu düşünülmektedir.
- Çalışmamızda, fırçalama sonrası tüm materyallerde yüzey pürüzlülük değerleri artmış ancak sadece Clinpro Sealant'ta istatistiksel olarak anlamlı ölçüde farklılık gözlenmiştir. Clinpro Sealant'ın aşınma direncinin diğer materyallere göre düşük olmasının yüzeyinde fırça izleri oluşumuna neden olduğu ve bu izlerin de pürüzlülük artışında etkili olduğu düşünülmektedir.
- Fırçalama döngüleri sonrasında tüm gruplarda flor oranı azalmıştır. Fırçalama ile florun değişim oranları incelendiğine en fazla değişim Beautisealant'ta tespit edilmiştir. Literatürdeki bilgilerin ışığında flordaki değişim oranının, flor içeriği ve salınımı en fazla olan Fuji Triage'da gözlenmesi beklenmektedir. Ancak çalışmamızda flor oranı değişiminin en fazla Beautisealant'ta gözlenmesi; flor salınımı fazla olan cam iyonomer ve cam karbomer simanların gözenekli yapıları nedeniyle florla geri yüklenmelerinin de daha fazla olması, giomerlerin ise kompakt rezin yapı içermesi nedeni ile florla geri yüklenme mekanizmasının zor olması ile ilişkilendirilebilir.
- Fırçalama sonrası yapılan görsel skorlamada retansiyon konusunda en başarılı materyaller Vertise Flow ve Clinpro Sealant olmuş, en düşük retansiyon ise Fuji Triage ve Glass Carbomer'de gözlenmiştir. Glass Carbomer ve Fuji Triage'ın yüksek viskoziteleri nedeniyle penetrasyon derinliğinin az olmasının düşük retansiyon göstermelerinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar neticesinde:

- **Kendinden adezivli akışkan kompozitler**, yüzey pürüzlülüğü ve retansiyon konusunda diğer fissür örtücülere oranla daha başarılı bulunmuştur. Kendinden adezivli yapısıyla uygulama kolaylığı sağlar ve diğer fissür örtücülere alternatif olarak kullanılabilir.
- **Giomer içerikli fissür örtücüler**, retansiyon konusunda rezin içerikli fissür örtücüler ve kendinden adezivli akışkan kompozitlere göre başarısız bulunsa da, flor salınımı özelliği nedeniyle klinik pratikte kontrol seansları arttırılarak kullanılabilir.
- **Cam iyonomer ve cam karbomer içerikli fissür örtücüler**, bu çalışmada genel olarak başarısız bulunsa da, yüksek flor salınımları ve reşarj özelliklerinin yanı sıra nemden rezin fissür örtücüler kadar etkilenmemeleri nedeniyle özellikle sürmekte olan dişlerde kontrol seansları arttırılarak ve geçici olarak uygulanabilir.
- Restoratif materyallerin klinik performansları, ağız ortamı ve hastaya bağlı faktörler nedeniyle in vitro çalışmalara göre farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle bulgularımızın uzun dönemli klinik çalışmalarla da desteklenmesi gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Ahovuo-Saloranta A, et al. Sealants for preventing dental decay in the permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev*, 2013; ((3):CD001830.
- Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, Nordblad A, Makela M, Worthington HV. Pit and fissure sealants for preventing dental decay in permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017; 7(7):CD001830.
- Alirezaei M, Bagherian A, Shirazi AS. Glass ionomer cements as fissure sealing materials: yes or no?: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of the American Dental Association*, 2018; 149(7):640-649. e649.
- Alkurt MT, Bala O. Okluzal çürük teşhisinde gözle muayene, geleneksel radyografi ve dijital radyografinin etkinliğinin değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2007; 24(2):101-107.
- Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Mechanical properties of dental materials. *Phillips' science of dental materials* Elsevier Health Sciences, USA, 2012: 48-68.
- Arhakis A, Damianaki S, Toumba K. Pit and fissure sealants: Types, effectiveness, retention, and fluoride release: A literature review. *Balkan Journal of Stomatology*, 2007; 11(3):151-162.
- Arnold M, Trost G. Dependence of the brushing effect on different forms of the toothbrush head. *Deutsche Stomatologie*, 1972; 22(1):46.
- Arslandoğlu Z, Altan H, Kale E, Bilgiç F, Şahin O. Nanomechanical behaviour and surface roughness of new generation dental fissure sealants. *Acta Physica Polonica, A.*, 2016; 130(1).
- Atalayın Ç, Tezel H, Ergücü Z. Rezin esaslı dental materyallerin sitotoksitesine genel bir bakış. *EÜ Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 2016; 37(2):47-53.
- Autio-Gold J. The role of chlorhexidine in caries prevention. *Operative dentistry*, 2008; 33(6):710-716.
- Babu G, Mallikarjun S, Wilson B, Premkumar C. Pit and fissure sealants in pediatric dentistry. *SRM Journal of Research in Dental Sciences*, 2014; 5(4):253.
- Bagheri M, Pilecki P, Sauro S, Sherriff M, Watson TF, Hosey MT. An in vitro investigation of pre-treatment effects before fissure sealing. *International journal of paediatric dentistry*, 2017; 27(6):514-522.
- Bagherian A, Shiraz AS. Flowable composite as fissure sealing material? A systematic review and meta-analysis. *British dental journal*, 2018; 224(2):92.
- Bagherian A, Shirazi AS. Preparation before acid etching in fissure sealant therapy: yes or no?: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of the American Dental Association*, 2016; 147(12):943-951.

- Bala O, Arisu DH, Yikilgan I, Arslan S, Gullu A. Evaluation of surface roughness and hardness of different glass ionomer cements. *European journal of dentistry*, 2012; 6(01):079-086.
- Bani M, Öztaş N. Cam iyonomer içerikli farklı restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi. *Acta Odontologica Turcica*, 2013; 30(1):13-17.
- Bansal R, Bansal T. A comparative evaluation of the amount of fluoride release and re-release after recharging from aesthetic restorative materials: an in vitro study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 2015; 9(8):ZC11.
- Barbieri GM, Mota EG, Rodrigues-Junior SA, Burnett LH, Jr. Effect of whitening dentifrices on the surface roughness of commercial composites. *J Esthet Restor Dent*, 2011; 23(5):338-345.
- Bargale S, Raju O. The retention of glass ionomer and light cure resin pit and fissure sealant using replica technique—An in vivo study. *Internet J Dent Sci*, 2011; 9(2):37-41.
- Baseggio W, Scarparo Naufel F, de Oliveira Davidoff DC, Salata Nahsan FP, Flury S, Almeida Rodrigues J. Caries-preventive efficacy and retention of a resin-modified glass ionomer cement and a resin-based fissure sealant: a 3-year split-mouth randomised clinical trial. *Oral health & preventive dentistry*, 2010; 8(3):261.
- Bayne S, Thompson J, Swift Jr E. Jr, Stamatiades P, Wilkerson MA. Characterization of first-generation flowable composites. *Journal of the American Dental Association*, 1998; 129:507-577.
- Bayrak GD, Sandalli N, Selvi-Kuvvetli S, Topcuoglu N, Kulekci G. Effect of two different polishing systems on fluoride release, surface roughness and bacterial adhesion of newly developed restorative materials. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 2017; 29(6):424-434.
- Bayrak S, Tunc ES, Aksoy A, Ertas E, Guvenc D, Ozer S. Fluoride release and recharge from different materials used as fissure sealants. *European journal of dentistry*, 2010; 4(03):245-250.
- Bayraktar DY, Doğan DD, Ercan E. Farklı polisaj sistem ve tekniklerinin üç farklı kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2013; 23(2):192-198.
- Beauchamp J, 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. *The Journal of the American Dental Association*, 2008; 139(3):257-268.
- Bekmezoğlu AGZE, Güngör ÖE. Çocuk diş hekimliğinde restoratif materyaller ve cam karbomerin yeri *Restorative materials in pediatric dentistry and*. 2019.
- Belli S, Inokoshi S, Özer F, Pereira P, Ogata M, Tagami J. Effect of additional enamel etching and a flowable composite to the interfacial integrity of class II adhesive composite restorations. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 2004; 16(1):73-73.
- Bertrand MF, Leforestier E, Muller M, Lupi-Pégurier L, Bolla M. Effect of surface penetrating sealant on surface texture and microhardness of composite resins. *Journal of*

Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials, 2000; 53(6):658-663.

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):349-359.

Bhuridej P, et al. Natural history of treatment outcomes of permanent first molars: a study of sealant effectiveness. *The Journal of the American Dental Association*, 2005; 136(9):1265-1272.

Boksman L, McConnell R, McCutcheon-Jones E. A 2-year clinical evaluation of two pit and fissure sealants placed with and without the use of a bonding agent. *Quintessence International*, 1993; 24(2).

Bollenl CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dental Materials*, 1997; 13(4):258-269.

Botsalı MS. Rezin esaslı fissür örtücülerin farklı ışık kaynaklarıyla polimerizasyonu sonrasında açığa çıkan artık monomer miktarının, yüzey sertliğinin ve bağlanma dayanımının araştırılması Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.(2008).

Boudreau GE, Jerge CR. The efficacy of sealant treatment in the prevention of pit and fissure dental caries: a review and interpretation of the literature. *The Journal of the American Dental Association*, 1976; 92(2):383-387.

Bowen R. Composite and sealant resins-past, present, and future. *Pediatr Dent*, 1982; 4(1):10-15.

Bölükbaşı B, Savaş S, Kavruk F, Küçükyılmaz E. Farklı içeriklerdeki cam İyonomer materyallerin flor salım ve tekrar yüklenebilme özelliklerinin değerlendirilmesi. 2018.

Buldur M, Karaarslan ES. Microhardness of glass carbomer and high-viscous glass Ionomer cement in different thickness and thermo-light curing durations after thermocycling aging. *BMC oral health*, 2019; 19(1):273.

Buonocore M. Adhesive sealing of pits and fissures for caries prevention, with use of ultraviolet light. *The Journal of the American Dental Association*, 1970; 80(2):324-328.

Burke FT. From extension for prevention to prevention of extension:(minimal intervention dentistry). *Dental Update*, 2003; 30(9):492-502.

Cagetti M, et al. Effect of fluoridated sealants on adjacent tooth surfaces: A 30-mo randomized clinical trial. *Journal of dental research*, 2014; 93(7_suppl):59S-65S.

Campanaro M, Huebner CE, Davis BE. Facilitators and barriers to twice daily tooth brushing among children with special health care needs. *Special Care in Dentistry*, 2014; 34(4):185-192.

- 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):115-119.
- Carvalho JC. Caries process on occlusal surfaces: evolving evidence and understanding. *Caries research*, 2014; 48(4):339-346.
- Carvalho JC, et al. Occlusal caries: biological approach for its diagnosis and management. 2016; 50(6):527-542.
- Cattani-Lorente M, Bouillaguet S, Godin C, Meyer J. Polymerization shrinkage of Ormocer based dental restorative composites. *Dent Mater*, 2001; 1:11-14.
- Cehreli SB, Ebru TR, Yalcinkaya Z, Cehreli ZC. Microleakage of newly developed glass carbomer cement in primary teeth. *European journal of dentistry*, 2013; 7(01):015-021.
- Cehreli Z, Altay N. Three-year clinical evaluation of a polyacid-modified resin composite in minimally-invasive occlusal cavities. *Journal of dentistry*, 2000; 28(2):117-122.
- Celik EU, Ermis B. Koruyucu rezin uygulamasının yüksek viskoziteli geleneksel cam iyonomer simanın mikrosertliği üzerine etkisinin in vitro olarak değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Dental Journal*, 2008; 11(2):91-95.
- Chen H, Manhart J, Hickel R, Kunzelmann K-H. Polymerization contraction stress in light-cured packable composite resins. *Dental Materials*, 2001; 17(3):253-259.
- Chen L, Zeng S-j, Li Y-h, Du M-q. Evaluation of Ion Release from Four Dental Sealants. *Current medical science*, 2018; 38(3):524-529.
- Chestnutt IG, Schäfer F, Jacobson AP, Stephen KW. Incremental susceptibility of individual tooth surfaces to dental caries in Scottish adolescents. *Community dentistry and oral epidemiology*, 1996; 24(1):11-16.
- Cho S, Cheng AC. A review of glass ionomer restorations in the primary dentition. *Journal-Canadian Dental Association*, 1999; 65:491-495.
- Clarkson JJ, McLoughlin J. Role of fluoride in oral health promotion. *International dental journal*, 2000; 50(3):119-128.
- Colombo S, Beretta M. Dental Sealants Part 3: Which material? Efficiency and effectiveness. *European journal of paediatric dentistry*, 2018; 19(3):247-249.
- Cramer N, Stansbury J, Bowman C. Recent advances and developments in composite dental restorative materials. *Journal of dental research*, 2011; 90(4):402-416.
- Croll TP, Nicholson J. Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatric dentistry*, 2002; 24(5):423-429.
- Cueto EI, Buonocore MG. Sealing of pits and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention. *The Journal of the American Dental Association*, 1967; 75(1):121-128.

- Cvikl B, Moritz A, Bekes KJDj. Pit and Fissure Sealants—A Comprehensive Review. Dentistry journal, 2018a; 6(2):18.
- Cvikl B, Moritz A, Bekes KJDj. Pit and Fissure Sealants—A Comprehensive Review. 2018b; 6(2):18.
- Czarnecka B, Limanowska-Shaw H, Nicholson JW. Buffering and ion-release by a glass-ionomer cement under near-neutral and acidic conditions. Biomaterials, 2002; 23(13):2783-2788.
- Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. Clinical oral investigations, 2013; 17(1):227-235.
- Çakır FY, Türkün LŞ, Gürkan S. Minimal Girişimsel Yaklaşımlarda Kullanılan Estetik Restoratif Materyaller. 2013.
- Çapan BŞ, Akyüz S. Çocuk Diş Hekimliğinde Fluorid Salınımı Yapan Güncel Restoratif Materyaller. Clinical and Experimental Health Sciences, 2016; 6(3):129-134.
- Çelik Ç. Güncel Kompozit Rezin Sistemler. Türkiye Klinikleri Restorative Dentistry-Special Topics, 2017; 3(3):128-137.
- Dasgupta S, Saraswathi MV, Somayaji K, Pentapati KC, Shetty P. Comparative evaluation of fluoride release and recharge potential of novel and traditional fluoride-releasing restorative materials: An in vitro study. Journal of conservative dentistry: JCD, 2018; 21(6):622.
- Davidson-Kaban SS, Davidson CL, Feilzer AJ, de Gee AJ, Erdilek N. The effect of curing light variations on bulk curing and wall-to-wall quality of two types and various shades of resin composites. Dental Materials, 1997; 13(5-6):344-352.
- Davidson C, Feilzer A. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. Journal of dentistry, 1997; 25(6):435-440.
- De Moor RJ, Verbeeck RM, De Maeyer EA. Fluoride release profiles of restorative glass ionomer formulations. Dental Materials, 1996; 12(2):88-95.
- Decker EM, Von Ohle C, Weiger R, Wiech I, Brecx M. A synergistic chlorhexidine/chitosan combination for improved antiplaque strategies. Journal of periodontal research, 2005; 40(5):373-377.
- Dennison JB, Straffon LH, More FG. Evaluating tooth eruption on sealant efficacy. The Journal of the American Dental Association, 1990; 121(5):610-614.
- Derelioglu SS, 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):530-538.
- Diamanti I, Koletsi-Kounari H, Mamai-Homata E, Vougiouklakis G. In vitro evaluation of fluoride and calcium sodium phosphosilicate toothpastes, on root dentine caries lesions. Journal of dentistry, 2011; 39(9):619-628.

- Dilber E, Malkoc MA, Ozturk AN, Ozturk F. Effect of various laser irradiations on the mineral content of dentin. *European journal of dentistry*, 2013; 7(1):74.
- Diniz MB, Rodrigues JA, Hug I, De Cássia Loiola Cordeiro R, Lussi A. Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for occlusal caries detection. *Community dentistry and oral epidemiology*, 2009; 37(5):399-404.
- Dionysopoulos D, Sfeikos T, Tolidis K. Fluoride release and recharging ability of new dental sealants. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 2016; 17(1):45-51.
- Duangthip D, Lussi A. Effects of fissure cleaning methods, drying agents, and fissure morphology on microleakage and penetration ability of sealants in vitro. *Pediatric dentistry*, 2003a; 25(6).
- Duangthip D, Lussi A. Variables contributing to the quality of fissure sealants used by general dental practitioners. *Operative dentistry*, 2003b; 28(6):756-764.
- Dülgergil ÇT, Ertürk AT. Diş hekimliği restoratif uygulamalarında yeni materyal olarak cam karbomer simanlar. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2016; 26(3):517-523.
- Ei TZ, Shimada Y, Nakashima S, Romero MJRH, Sumi Y, Tagami J. Comparison of resin-based and glass ionomer sealants with regard to fluoride release and anti-demineralization efficacy on adjacent unsealed enamel. *Dental Materials Journal*, 2017:2016-2407.
- Eidelman E, Fuks A, Chosack A. The retention of fissure sealants: rubber dam or cotton rolls in a private practice. *ASDC journal of dentistry for children*, 1983; 50(4):259-261.
- Ekstrand K, Kuzmina I, Bjørndal L, Thylstrup A. Relationship between external and histologic features of progressive stages of caries in the occlusal fossa. *Caries research*, 1995; 29(4):243-250.
- 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):752-762.
- Ellis RW, Latta MA, Westerman GH. Effect of air abrasion and acid etching on sealant retention: an in vitro study. *Pediatric dentistry*, 1999; 21(6):316-319.
- Ercan E, Baglar S, Colak H. Diş hekimliğinde topikal florür uygulama metotları. *Cumhuriyet Dental Journal*, 2010; 13(1):27-33.
- Erdem AP. Kanıta dayalı diş hekimliği kapsamında cam İyonomer simanların önerilen klinik kullanım alanları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2013; 23(1):123-130.
- 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):149-157.
- Eren D. Bir nanohibrit kompozitin tamirinde kullanılan farklı yüzey İşlemleri ve kompozit rezinlerin mikrosızıntıya etkisi. *Cumhuriyet Dental Journal*, 2018; 21(3).

- Ericson RL, Glasspoole EA. Bonding to tooth structure: A comparison of glass-ionomer and composite-resin systems. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 1994; 6(5):227-244.
- Feigal R, Musherure P, Gillespie B, Levy-Polack M, Quelhas I, Hebling J. Improved sealant retention with bonding agents: a clinical study of two-bottle and single-bottle systems. *Journal of dental research*, 2000; 79(11):1850-1856.
- Feigal R, Quelhas I. Clinical trial of a self-etching adhesive for sealant application: success at 24 months with Prompt L-Pop. *American journal of dentistry*, 2003; 16(4):249-251.
- Feigal RJ, Donly KJ. The use of pit and fissure sealants. *Pediatric dentistry*, 2006; 28(2):143-150.
- Frencken J, Wolke J. Clinical and SEM assessment of ART high-viscosity glass-ionomer sealants after 8–13 years in 4 teeth. *Journal of dentistry*, 2010; 38(1):59-64.
- Fu J, et al. Bonding performance of a newly developed step-less all-in-one system on dentin. *Dental Materials Journal*, 2013; 32(2):203-211.
- Fuentes V, Toledano M, Osorio R, Carvalho RM. Microhardness of superficial and deep sound human dentin. *Journal of Biomedical Materials Research Part A: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 2003; 66(4):850-853.
- García AH, Lozano MAM, Vila JC, Escribano AB, Galve PF. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2006; 11(2):E215-220.
- Garg N, Indushekar K, Saraf BG, Sheoran N, Sardana D. Comparative evaluation of penetration ability of three pit and fissure sealants and their relationship with fissure patterns. *Journal of dentistry*, 2018; 19(2):92.
- Garoushi S, Vallittu PK, Lassila L. Reinforcing effect of discontinuous microglass fibers on resin-modified glass ionomer cement. *Dental Materials Journal*, 2018:2017-2234.
- Geiger S, Gulayev S, Weiss E. Improving fissure sealant quality: mechanical preparation and filling level. *Journal of dentistry*, 2000; 28(6):407-412.
- Gjorgievska E, Nicholson JW, Grcev AT. Ion migration from fluoride-releasing dental restorative materials into dental hard tissues. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 2012; 23(7):1811-1821.
- Gomes-Silva JM, Torres CP, Contente MMMG, Oliveira MAHdM, Palma-Dibb RG, Borsatto MC. Bond strength of a pit-and-fissure sealant associated to etch-and-rinse and self-etching adhesive systems to saliva-contaminated enamel: individual vs. simultaneous light curing. *Brazilian dental journal*, 2008; 19(4):341-347.
- Gonulol N, Ozer S, Sen Tunc E. Water sorption, solubility, and color stability of giomer restoratives. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 2015; 27(5):300-306.

- Gorseta K, et al. One-year clinical evaluation of a Glass Carbomer fissure sealant, a preliminary study. *Eur J Prosthodont Restor Dent*, 2014; 22(2):67-71.
- Göztaş Z, Tosun G, Yıldız E, Kahraman K. Nanodoldurucu içeren beş farklı kompozitin yüzey sertliği ve pürüzlülüğü açısından değerlendirilmesi. *Selcuk Dental Journal*, 2014; 1(2):43-48.
- Gp H, 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 Prey Dent* June, 2004; 22(2):56-62.
- 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.
- Gugnani N, Pandit I, Srivastava N, Gupta M, Sharma M. International caries detection and assessment system (ICDAS): A new concept. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 2011; 4(2):93.
- Guler C, Yilmaz Y. A two-year clinical evaluation of glass ionomer and ormocer based fissure sealants. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2013; 37(3):263-268.
- Guler S, Unal M. The evaluation of color and surface roughness changes in resin based restorative materials with different contents after waiting in various liquids: An SEM and AFM study. *Microscopy research and technique*, 2018; 81(12):1422-1433.
- 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.
- Günaydın N. Pit ve fissürlerin örtülmesinde kullanılan çeşitli materyallerin performanslarının in vitro değerlendirilmesi Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Uzmanlık Tezi.(2015).
- Gündüz K, Çelenk P. Çürük tanısında kullanılan yeni yöntemler. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2003; 6(1):43-49.
- Haffajee AD, Thompson M, Torresyap G, Guerrero D, Socransky SS. Efficacy of manual and powered toothbrushes (I). Effect on clinical parameters. *Journal of Clinical Periodontology*, 2001; 28(10):937-946.
- Hatibović-Kofman Š, El-Kassem M, Inocencio F, Selimović M, Raimundo L. Evidence based effectiveness of pit and fissure sealants applied by students and paediatric dentists after five years. *Acta stomatologica Croatica*, 2008; 42(3):218-228.
- Hatibovic-Kofman S, Wright G, Braverman I. Microleakage of sealants after conventional, bur, and air-abrasion preparation of pits and fissures. *Pediatric dentistry*, 1998; 20:173-176.
- Hatibovic-Kofman S, Butler S, Sadek H. Microleakage of three sealants following conventional, bur, and air-abrasion preparation of pits and fissures. *International journal of paediatric dentistry*, 2001; 11(6):409-416.

- Hatırlı H, Yasa B, Yasa E. Microleakage and penetration depth of different fissure sealant materials after cyclic thermo-mechanic and brushing simulation. *Dental Materials Journal*, 2018; 37(1):15-23.
- He H, Kirilak Y. Application of SEM and EDX in studying biomineralization in plant tissues. *Electron MicroscopyI Springer*, 2014: 663-675.
- Heifetz S, Yaari A, Proskin H. Retention of a fluoride-releasing sealant compared with its non-fluoride analogue: interim results of a clinical study after an average of eight months. *The Journal of clinical dentistry*, 2004; 15(1):1-5.
- Heintze S, Forjanic M. Surface roughness of different dental materials before and after simulated toothbrushing in vitro. *Operative dentistry-University of Washington-*, 2005; 30(5):617.
- Heintze S, Forjanic M, Ohmiti K, Rousson V. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. *Dental Materials*, 2010; 26(4):306-319.
- Heintze S, Forjanic M, Rousson V. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. *Dental Materials*, 2006; 22(2):146-165.
- Heintze SD. Clinical relevance of tests on bond strength, microleakage and marginal adaptation. *Dental Materials*, 2013; 29(1):59-84.
- Hes K, Leung S, Wei S. Resin-ionomer restorative materials for children: A review. *Australian dental journal*, 1999; 44(1):1-11.
- Hicks J, Flaitz C. Pit ve fissür örtücüler ve konservatif adeziv restorasyonlar: Bilimsel ve klinik temeller. In:-Pinkham J, (ed). *Çocuk diş hekimliği: bebeklikten ergenliğe I Atlas Kitapçılık*, 2009: 520-648.
- Hiiri A, Ahovuo-Saloranta A, Nordblad A, Makela M. Pit and fissure sealants versus fluoride varnishes for preventing dental decay in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev*, 2010; ((3):CD003067.
- Holme KR, Perlin AS. Chitosan N-sulfate. A water-soluble polyelectrolyte. *Carbohydrate Research*, 1997; 302(1-2):7-12.
- Holmgren C, Gaucher C, Decerle N, Doméjean S. Minimal intervention dentistry II: part 3. Management of non-cavitated (initial) occlusal caries lesions–non-invasive approaches through remineralisation and therapeutic sealants. *British dental journal*, 2014; 216(5):237.
- Horowitz H. The future of water fluoridation and other systemic fluorides. *Journal of dental research*, 1990; 69(2_suppl):760-764.
- Hubbezoglu I, Dogan A, Dogan O, Demir H. Kompozit rezin materyallerin farklı ışık kaynaklarıyla polimerizasyonu sırasında oluşan ısısal değişikliklerin incelenmesi. *Cumhuriyet Dental Journal*, 2008; 11(1):16-22.
- Hyatt TP. Prophylactic odontotomy: an operative procedure for the prevention of decay. *Journal of dental research*, 1924; 6(4):389-426.

- Ikemura K, Tay FR, Endo T, Pashley DH. A review of chemical-approach and ultramorphological studies on the development of fluoride-releasing dental adhesives comprising new pre-reacted glass ionomer (PRG) fillers. *Dental Materials Journal*, 2008; 27(3):315-339.
- İlday AGDNÖ, Erdem AGDV, Bayındır YZ. Farklı Bitirme Ve Parlatma İşlemlerinin Üç Farklı Resin Materyalin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2008; 2008(1):19-24.
- Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. *Australian dental journal*, 2011; 56(1):59-66.
- Inan H, TAMAM E, BAĞIŞ B. Tam Protezlerde Kullanılan Farklı Kaide Materyallerinin İslanabilirlik Yönünden İn Vitro İncelenmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 2010; 16(1):35-43.
- İnan H, Tamam E, Bağış BJSÜDFD. Tam protezlerde kullanılan farklı kaide materyallerinin yüzey pürüzlülüğü yönünden in vitro incelenmesi. 2008; 17(3):171-176.
- Ismail AI, et al. The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community dentistry and oral epidemiology*, 2007; 35(3):170-178.
- Ito S, et al. Effects of resin hydrophilicity on water sorption and changes in modulus of elasticity. *Biomaterials*, 2005; 26(33):6449-6459.
- Ito S, Iijima M, Hashimoto M, Tsukamoto N, Mizoguchi I, Saito T. Effects of surface pre-reacted glass-ionomer fillers on mineral induction by phosphoprotein. *Journal of dentistry*, 2011; 39(1):72-79.
- Itota T, Carrick TE, Yoshiyama M, McCabe JF. Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dental Materials*, 2004; 20(9):789-795.
- Jablonski-Momeni A, Stachniss V, Ricketts D, Heinzl-Gutenbrunner M, Pieper K. Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for detection of occlusal caries in vitro. *Caries research*, 2008; 42(2):79-87.
- Jager S, Balthazard R, Dahoun A, Mortier E. Filler content, surface microhardness, and rheological properties of various flowable resin composites. *Operative dentistry*, 2016; 41(6):655-665.
- Jefferies SR. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dental Clinics of North America*, 1998; 42(4):613-627.
- Jin J, Takahashi R, Hickel R, Kunzelmann K-H. Surface properties of universal and flowable nanohybrid composites after simulated tooth brushing. *Am J Dent*, 2014; 27(3):149-154.
- Jones C, Billington R, Pearson G. The in vivo perception of roughness of restorations. *British dental journal*, 2004; 196(1):42-45.

- Joniot S, Salomon J, Dejou J, Grégoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Operative dentistry*, 2006; 31(1):39-46.
- Kaga M, Noda M, Ferracane J, Nakamura W, Oguchi H, Sano H. The in vitro cytotoxicity of eluates from dentin bonding resins and their effect on tyrosine phosphorylation of L929 cells. *Dental Materials*, 2001; 17(4):333-339.
- Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 2007; 18(1):155-163.
- Kakaboura A, Matthaiou L, Papagiannoulis L. In vitro study of penetration of flowable resin composite and compomer into occlusal fissures. *European journal of paediatric dentistry*, 2002; 3(4):205-209.
- Kakaboura A, Rahiotis C, Zinelis S, Al-Dhamadi Y, Silikas N, Watts D. In vitro characterization of two laboratory-processed resin composites. *Dental Materials*, 2003; 19(5):393-398.
- Kamala B, Hegde A. Fuji III vs. Fuji VII glass ionomer sealants–A clinical study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2008; 33(1):29-33.
- Kanchanasavita W, Anstice H, Pearson GJ. Water sorption characteristics of resin-modified glass-ionomer cements. *Biomaterials*, 1997; 18(4):343-349.
- Kanık Ö. Yüzey örtücü ile kaplanmış farklı cam iyonomer simanların özelliklerinin karşılaştırmalı olarak in-vivo ve in-vitro incelenmesi. E.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 2011.
- Kanık Ö, Türkün LŞ. Restoratif Cam İyonomer Simanlarda Güncel Yaklaşımlar. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 2016; 37(2):54-65.
- Karabekiroğlu S, Ünlü N. Toplum Bazlı Koruyucu Ağız Diş Sağlığı Programlarında Erken Dönem Koruyucu Uygulamaların Yeri ve Önemi. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 38(2):89-100.
- Karaman E, Yazıcı A, Tuncer D, Firat E, Unluer S, Baseren M. A 48-month clinical evaluation of fissure sealants placed with different adhesive systems. *Operative dentistry*, 2013; 38(4):369-375.
- Kaya T, Tirali RE. Cam iyonomer simanlardaki gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2013; 23(7):71-77.
- Khanna R, Pandey R, Singh N, Agarwal A. A comparison of enameloplasty sealant technique with conventional sealant technique: A scanning electron microscope study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 2009; 27(3):158.
- Khoroushi M, Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dental research journal*, 2013; 10(4):411.

- Kimyai S, Savadi-Oskoei S, Ajami A-A, Sadr A, Asdaghi S. Effect of three prophylaxis methods on surface roughness of giomer. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2011; 16(1):e110-114.
- Kinomoto Y, Torii M, Takeshige F, Ebisu S. Comparison of polymerization contraction stresses between self-and light-curing composites. *Journal of dentistry*, 1999; 27(5):383-389.
- Kırzioğlu Z, Güngör ÖE. Okluzal yüz çürüklerinin tanı yöntemleri. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 2009; 15(1):30-39.
- Koenraads H, Van der Kroon G, Frencken J. Compressive strength of two newly developed glass-ionomer materials for use with the Atraumatic Restorative Treatment (ART) approach in class II cavities. *Dental Materials*, 2009; 25(4):551-556.
- Koga H, Kameyama A, Matsukubo T, Hirai Y, Takaesu Y. Comparison of short-term in vitro fluoride release and recharge from four different types of pit-and-fissure sealants. *Bull Tokyo Dent Coll*, 2004; 45(3):173-179.
- Korkut B, Tağtekin DA, Yanıkoğlu F. Diş çürüklerinin erken teşhisi ve teşhiste yeni yöntemler: QLF, Diagnodent, elektriksel iletkenlik ve ultrasonik sistem. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2011; 32:55-67.
- König KG. Dental morphology in relation to caries resistance with special reference to fissures as susceptible areas. *Journal of dental research*, 1963; 42(1):461-476.
- Köroğlu A, Ekren O, Kurtoğlu C. Geleneksel ve adeziv dental simanlar hakkında bir derleme çalışması. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2012; 2012(2):205-216.
- Kuşgöz A, Tüzüner T, Ülker M, Kemer B, Saray O. Conversion degree, microhardness, microleakage and fluoride release of different fissure sealants. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 2010; 3(8):594-599.
- Küçükşenmen Ç, Sönmez H. Dişhekimliğinde florun, insan vücudu ve dişler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 2008; 15(3):43-53.
- 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.
- Lagerlöf F, Ekstrand J, Rölla G. Effect of fluoride addition on ionized calcium in salivary sediment and in saliva. *European journal of oral sciences*, 1988; 96(5):399-404.
- Lang T, Staufer S, Jennes B, Gaengler P. Clinical validation of robot simulation of toothbrushing-comparative plaque removal efficacy. *BMC oral health*, 2014; 14(1):82.
- Lecompte E. Clinical application of topical fluoride products—risks, benefits, and recommendations. *Journal of dental research*, 1987; 66(5):1066-1071.
- Lo Y-F, Crispin A, Kessler A, Hickel R, Kühnisch J. What is an Appropriate Etching Time For Sealant Application on Permanent Molars? Results from a Meta-Analysis. *J Adhes Dent*, 2019; 21(6):487-495.

- 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. *British dental journal*, 2003a; 195(7):375-378.
- Locker D, Jokovic A, Series EK. Prevention. Part 8: The use of pit and fissure sealants in preventing caries in the permanent dentition of children. *British dental journal*, 2003b; 195(7):375.
- Lopes CMCdF, GALVAN J, CHIBINSKI ACR, WAMBIER DS. Fluoride release and surface roughness of a new glass ionomer cement: glass carbomer. *Revista de Odontologia da UNESP*, 2018; 47(1):1-6.
- Mackert JR. *Physical Properties and Biocompatibility*. 4 edn.: Quintessence Publishing Co, Inc (2002).
- Malavasi C, Macedo E, Souza CK, Rego G, Schneider L, Cavalcante L. Surface Texture and Optical Properties of Self-Adhering Composite Materials after Toothbrush Abrasion. *The journal of contemporary dental practice*, 2015; 16(10):775-782.
- Maltz M, Carvalho DQd, Volkweis A. Results after two years of non-operative treatment of occlusal surface in children with high caries prevalence. *Brazilian dental journal*, 2003; 14(1):48-54.
- Markovic DL, Petrovic BB, Peric TO. Fluoride content and recharge ability of five glassionomer dental materials. *BMC oral health*, 2008; 8(1):21.
- Mass E, Eli I, Lev-Dor-Samovici B, Weiss E. Continuous effect of pit and fissure sealing on *S. mutans* presence in situ. *Pediatr Dent*, 1999; 21(164):8.
- Matalon S, Peretz B, Sidon R, Weiss EI, Slutzky H. Antibacterial properties of pit and fissure sealants combined with daily fluoride mouth rinse. *Pediatric dentistry*, 2010; 32(1):9-13.
- Menne-Happ U, Ilie N. Effect of gloss and heat on the mechanical behaviour of a glass carbomer cement. *Journal of dentistry*, 2013; 41(3):223-230.
- Mertz-Fairhurst E, et al. Cariostatic and ultraconservative sealed restorations: nine-year results among children and adults. *ASDC journal of dentistry for children*, 1995; 62(2):97-107.
- Mickenautsch S, Yengopal V. Caries-preventive effect of glass ionomer and resin-based fissure sealants on permanent teeth: An update of systematic review evidence. *BMC research notes*, 2011; 4(1):22.
- Milgrom P, Taves DM, Kim AS, Watson GE, Horst JA. Pharmacokinetics of fluoride in toddlers after application of 5% sodium fluoride dental varnish. *Pediatrics*, 2014; 134(3):e870-e874.
- Moda MD, et al. Comparison of different polishing methods on the surface roughness of microhybrid, microfill, and nanofill composite resins. *Journal of investigative and clinical dentistry*, 2018; 9(1):e12287.

- Mohamed-Tahir MA, Yap AU. Effects of pH on the surface texture of glass ionomer based/containing restorative materials. *Oper Dent*, 2004; 29(5):586-591.
- Moll K, Fritzenschaft A, Haller B. In vitro comparison of dentin bonding systems: Effect of testing method and operator. *Quintessence International*, 2004; 35(10).
- Monsarrat P, Garnier S, Vergnes J-N, Nasr K, Grosogeat B, Joniot S. Survival of directly placed ormocer-based restorative materials: A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Dental Materials*, 2017; 33(5):e212-e220.
- Monteiro B, Spohr AM. Surface Roughness of Composite Resins after Simulated Toothbrushing with Different Dentifrices. *J Int Oral Health*, 2015; 7(7):1-5.
- Moreau JL, Xu HH. Fluoride releasing restorative materials: Effects of pH on mechanical properties and ion release. *Dental Materials*, 2010; 26(11):e227-e235.
- Mortier E, Gerdolle D, Jacquot B, Panighi M. Importance of water sorption and solubility studies for couple bonding agent-resin-based filling material. *Oper Dent*, 2004; 29(6):669-676.
- Mount G. Buonocore Memorial Lecture. Glass-ionomer cements: past, present and future. *Operative dentistry*, 1994; 19(3):82-90.
- Muntean A, Simu M-R, Suhani R, Mesaros AS. Pit and fissure sealants penetration capacity and their correlation with fissure morphology. *Medicine and Pharmacy Reports*, 2019; 92(Suppl No 3):S50.
- Murchison DF, Roeters J, Vargas MA, Chan D. Direct anterior restorations. *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. 3rd ed. Chicago: Quintessence, 2006:274-279.
- Mutluay MS. Süt dişlerinde restoratif materyal seçimi ve etkileyen faktörler. *Selcuk Dental Journal*, 2016; 3(3):151-158.
- Naaman R, El-Housseiny AA, Alamoudi N. The use of pit and fissure sealants—A literature review. *Dentistry journal*, 2017; 5(4):34.
- Nagano T. Relation between the form of pit and fissure and the primary lesion of caries. Cited from *Dent. Abstr.*, 1961; 60(6):426.
- Nassar HM, Platt JA. Effect of brushing with two different abrasives on fluoride release by high-viscosity glass ionomer cement. *Journal of Oral Science*, 2015; 57(4):379-384.
- Navimipour EJ, et al. Surface roughness of different composite resins after application of 15% carbamide peroxide and brushing with toothpaste: An in-vitro study. *Front Dent*, 2019; 16(1):55-61.
- Nazar H, Mascarenhas AK, Al-Mutwa S, Ariga J, Soparker P. Effectiveness of fissure sealant retention and caries prevention with and without primer and bond. *Medical Principles and Practice*, 2013; 22(1):12-17.
- Nicholson JW. Fluoride-releasing dental restorative materials: An update. *Balkan Journal of Dental Medicine*, 2014; 18(2):60-69.

- Nikolaidis A, Vouzara T, Koulaouzidou E. Pit and fissure nanocomposite sealants reinforced with organically modified montmorillonite: A study of their mechanical properties, surface roughness and color stability. *Dental Materials Journal*, 2020;2019-2214.
- Nowak A, Christensen JR, Mabry TR, Townsend JA, Wells MH. *Pediatric Dentistry-E-Book: Infancy through Adolescence*. Elsevier Health Sciences (2018).
- Ntaoutidou S, Arhakis A, Tolidis K, Kotsanos N. Clinical evaluation of a surface pre-reacted glass (S-PRG) filler-containing dental sealant placed with a self-etching primer/adhesive. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 2018; 19(6):431-437.
- Nygaard-Østby P, Edvardsen S, Spydevold B. Access to interproximal tooth surfaces by different bristle designs and stiffnesses of toothbrushes. *European journal of oral sciences*, 1979; 87(6):424-430.
- O Mullane D, et al. Fluoride and oral health. *Community dental health*, 2016; 33(2):69-99.
- Oba AA, Sönmez İŞ, 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*, 2012; 21(3):234-237.
- Olegário IC, Hesse D, Mendes FM, Bonifácio CC, Raggio DP. Glass carbomer and compomer for ART restorations: 3-year results of a randomized clinical trial. *Clinical oral investigations*, 2019; 23(4):1761-1770.
- Olegário IC, et al. Mechanical properties of high-viscosity glass ionomer cement and nanoparticle glass carbomer. *Journal of Nanomaterials*, 2015:37-41.
- Osorio E, Osorio R, Davidenko N, Sastre R, Aguilar JA, Toledano M. Polymerization kinetics and mechanical characterization of new formulations of light-cured dental sealants. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 2007; 80(1):18-24.
- Øysæd H, Ruyter I. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. *Journal of dental research*, 1986; 65(11):1315-1318.
- Ozel Bektas O, Eren D, Akin EG, Akin H. Evaluation of a self-adhering flowable composite in terms of micro-shear bond strength and microleakage. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2013; 71(3-4):541-546.
- Ozveren N, Uslu YS, Donmez N. Effect of Acid Etching and Er: YAG Laser Enamel Conditioning on the Microleakage of Glass Carbomer Fissure Sealants. *Journal of Dentistry Indonesia*, 2020; 27(1):6-12.
- Özer S, Gönülol N, Tunç EŞ, Ay T. The effect of different surface conditioning methods and curing protocols on bond strengths of two different fissure sealants. *Acta Odontologica Turcica*, 2016; 33(1):18-23.
- Papacchini F, Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Microtensile bond strength to ground enamel by glass-ionomers, resin-modified glass-ionomers,

- and resin composites used as pit and fissure sealants. *Journal of dentistry*, 2005; 33(6):459-467.
- Papacchinia F, et al. Noninvasive pit and fissure sealing: microtensile bond strength to intact bovine enamel of different pit and fissure sealants in a simplified fissure model. *Journal of Adhesive Dentistry*, 2006; 8(6).
- Papageorgiou SN, Dimitraki D, Kotsanos N, Bekes K, van Waes H. Performance of pit and fissure sealants according to tooth characteristics: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry*, 2017; 66:8-17.
- Pardi V, Pereira AC, Mialhe FL, de Castro Meneghim M, Ambrosano GMB. A 5-year evaluation of two glass-ionomer cements used as fissure sealants. *Community dentistry and oral epidemiology*, 2003; 31(5):386-391.
- Park S-H, Kim S-S, Cho Y-S, Lee S-Y, Noh B-D. Comparison of linear polymerization shrinkage and microhardness between QTH-cured & LED-cured composites. 2005.
- Pedrini D, Delbem ACB, França JGMd, Machado TdM. Fluoride release by restorative materials before and after a topical application of fluoride gel. *Pesquisa Odontológica Brasileira*, 2003; 17(2):137-141.
- Pérez-Lajarán L, Cortes-Lillo O, García-Ballesta C, Cózar-Hidalgo A. Marginal microleakage of two fissure sealants: a comparative study. *Journal of dentistry for children*, 2003; 70(1):24-28.
- Peris A, Mitsui F, Amaral C, Ambrosano G, Pimenta L. The effect of composite type on microhardness when using quartz-tungsten-halogen (QTH) or LED lights. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON*-, 2005; 30(5):649.
- Petersen PE. The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century—the approach of the WHO Global Oral Health Programme. *Community dentistry and oral epidemiology*, 2003; 31(1):3-24.
- Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *European journal of oral sciences*, 1997; 105(2):97-116.
- Pinkham JR, Casamassimo P, Fields H, McTigue D, Nowak A. *Pediatric dentistry. Infancy through adolescence I* 2005.
- Poggio C, Andenna G, Ceci M, Beltrami R, Colombo M, Cucca L. Fluoride release and uptake abilities of different fissure sealants. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 2016; 8(3):e284.
- Poitevin A, et al. Bonding effectiveness of self-adhesive composites to dentin and enamel. *Dental Materials*, 2013; 29(2):221-230.
- Poorzandpoush K, Shahrabi M, Heidari A, Hosseini-pour ZS. Shear Bond Strength of Self-Adhesive Flowable Composite, Conventional Flowable Composite and Resin-Modified Glass Ionomer Cement to Primary Dentin. *Frontiers in dentistry*, 2019; 16(1):62.

- Poss S. Utilization of a new self-adhering flowable composite resin. *Dentistry today*, 2010; 29(4):104.
- Poyato-Ferrera M, Segura-Egea J, Bullón-Fernández P. Comparison of modified Bass technique with normal toothbrushing practices for efficacy in supragingival plaque removal. *International journal of dental hygiene*, 2003; 1(2):110-114.
- Prabhakar A, Dahake PT, Raju O, Basappa N. Fluoride: is it worth to be added in pit and fissure sealants? *International journal of clinical pediatric dentistry*, 2012; 5(1):1.
- Prabhakar A, Murthy SA, Sugandhan S. Comparative evaluation of the length of resin tags, viscosity and microleakage of pit and fissure sealants—An in vitro scanning electron microscope study. *Contemporary clinical dentistry*, 2011; 2(4):324.
- Preston AJ, Agalamanyi EA, Higham SM, Mair LH. The recharge of esthetic dental restorative materials with fluoride in vitro—two years' results. *Dental Materials*, 2003; 19(1):32-37.
- Puppin-Rontani RM, Baglioni-Gouvea ME, deGoes MF, Garcia-Godoy F. Compomer as a pit and fissure sealant: effectiveness and retention after 24 months. *Journal of dentistry for children*, 2006; 73(1):31-36.
- Reddy VR, Chowdhary N, Mukunda K, Kiran N, Kavyarani B, Pradeep M. Retention of resin-based filled and unfilled pit and fissure sealants: A comparative clinical study. *Contemporary clinical dentistry*, 2015; 6(Suppl 1):S18.
- Reynolds E. Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate: the scientific evidence. *Advances in dental research*, 2009; 21(1):25-29.
- Rinastiti M, Özcan M, Siswomihardjo W, Busscher H, Van Der Mei H. Effect of biofilm on the repair bond strengths of composites. *Journal of dental research*, 2010; 89(12):1476-1481.
- 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):343-348.
- Ripa L. The current status of pit and fissure sealants. A review. *Journal (Canadian Dental Association)*, 1985; 51(5):367-375, 377-380.
- Ripa L. Sealants revisited: an update of the effectiveness of pit-and-fissure sealants. *Caries research*, 1993; 27(Suppl. 1):77-82.
- Roberson T, Heymann HO, Swift Jr EJ. *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. Elsevier Health Sciences (2006).
- Rohr M, Makinson OF, Burrow MF. Pits and fissures: morphology. *ASDC J Dent Child*, 1991; 58(2):97-103.
- Ruivo MA, Pacheco RR, Sebold M, Giannini M. Surface roughness and filler particles characterization of resin-based composites. *Microscopy research and technique*, 2019; 82(10):1756-1767.

- Ryba T, Dunn W, Murchison D. Surface roughness of various packable composites. *Operative dentistry*, 2002; 27(3):243-247.
- Ryge G, Foley DE, Fairhurst CW. Micro-indentation hardness. *Journal of dental research*, 1961; 40(6):1116-1126.
- Saito S. Characteristic of glass-ionomer cements. *Advances in glass-ionomer cements*, 1999.
- 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.
- Salgado VE, Cavalcante LM, Moraes RR, Davis HB, Ferracane JL, Schneider LF. Degradation of optical and surface properties of resin-based composites with distinct nanoparticle sizes but equivalent surface area. *Journal of dentistry*, 2017; 59:48-53.
- Salgado VE, Cavalcante LM, Silikas N, Schneider LF. The influence of nanoscale inorganic content over optical and surface properties of model composites. *J Dent*, 2013; 41 Suppl 5(5):e45-53.
- Salman FD. The effect of fissure morphology on caries severity of adults in north Iraq. *Al-Taqani*, 2011; 24(4):29-37.
- Sancakli HS, Erdemir U, Yildiz E. Effects of Er: YAG laser and air abrasion on the microleakage of a resin-based fissure sealant material. *Photomedicine and laser surgery*, 2011; 29(7):485-492.
- Sanders BJ, Feigal RJ, Avery DR. Pit and fissure sealants and preventive resin restorations. *Dentistry for the child and adolescent*. 9th ed. St. Louis: Mosby, 2010:313-321.
- Sapra V, Taneja S, Kumar M. Surface geometry of various nanofiller composites using different polishing systems: A comparative study. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 2013; 16(6):559.
- Savage B, McWhorter AG, Kerins CA, Seale SN. Preventive resin restorations: practice and billing patterns of pediatric dentists. *Pediatric dentistry*, 2009; 31(3):210-215.
- Schwengberg S, et al. In vitro embryotoxicity assessment with dental restorative materials. *Journal of dentistry*, 2005; 33(1):49-55.
- 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):308-314.
- Sharkey S, Ray N, Burke F, Ziada H, Hannigan A. Surface hardness of light-activated resin composites cured by two different visible-light sources: an in vitro study. *Quintessence International*, 2001; 32(5).
- Sharma N, et al. Plaque removal efficacy of two electric toothbrushes with different brush head designs. *Journal of dentistry*, 2005; 33:17-21.
- Sharma SD. The use of fissure sealants in school based preventive dental programs.(1993).

- Shivakumar K, Prasad S, Chandu G. International Caries Detection and Assessment System: A new paradigm in detection of dental caries. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 2009; 12(1):10.
- Sidhu SK, Nicholson JW. A review of glass-ionomer cements for clinical dentistry. *Journal of functional biomaterials*, 2016; 7(3):16.
- Silva EM, Doria J, da Silva JdJR, Santos GV, Guimaraes JGA, Poskus LT. Longitudinal evaluation of simulated toothbrushing on the roughness and optical stability of microfilled, microhybrid and nanofilled resin-based composites. *Journal of dentistry*, 2013; 41(11):1081-1090.
- Simonsen R, Neal R. A review of the clinical application and performance of pit and fissure sealants. *Australian dental journal*, 2011; 56:45-58.
- Simonsen RJ. Retention and effectiveness of dental sealant after 15 years. *The Journal of the American Dental Association*, 1991; 122(10):34-42.
- Simonsen RJ. Glass ionomer as fissure sealant—a critical review. *Journal of public health dentistry*, 1996; 56(3):146-149.
- Simonsen RJ. Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatric dentistry*, 2002; 24(5):393-414.
- Simonsen RJ. Preventive resin restorations and sealants in light of current evidence. *Dental Clinics*, 2005; 49(4):815-823.
- Singh C, Kaur K, Kapoor K. Retention of pit and fissure sealant versus flowable composite: An in vivo one-year comparative evaluation. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 2019; 37(4):372.
- Singh S, Adlakha V, Babaji P, Chandna P, Thomas AM, Chopra S. A Comparative Evaluation of the Effect of Bonding Agent on the Tensile Bond Strength of Two Pit and Fissure Sealants Using Invasive and Non-invasive Techniques: An in-vitro Study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 2013; 7(10):2343.
- Spajic J, Par M, Milat O, Demoli N, Bjelovucic R, Prskalo K. Effects of Curing Modes on the Microhardness of Resin-Modified Glass Ionomer Cements. *Acta stomatologica Croatica*, 2019; 53(1):37.
- Spencer A. The use of fluorides in Australia: guidelines. 2006.
- Stahl JW, Katz RV. Occlusal dental caries incidence and implications for sealant programs in a US college student population. *Journal of public health dentistry*, 1993; 53(4):212-218.
- Subramaniam P, Girish Babu K, Jayasurya S. Evaluation of solubility and microleakage of glass carbomer sealant. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2015a; 39(5):429-434.
- Subramaniam P, Jayasurya S, Babu KG. Evaluation of glass carbomer sealant and a moisture tolerant resin sealant—A comparative study. *International Journal of Dental Science and Research*, 2015b; 2(2-3):41-48.

- 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. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 2008; 26(3):114.
- Sundell SO, Klein H. Toothbrushing behavior in children: a study of pressure and stroke frequency. *Pediatr Dent*, 1982; 4(3):225-227.
- Sundfeld D, et al. Clinical/photographic/scanning electron microscopy analysis of pit and fissure sealants after 22 years: a case series. *Operative dentistry*, 2017; 42(1):10-18.
- Sungurtekin E, Öznurhan F, Öztaş N. Pit ve fissür sealant uygulamaları: Sistematik bir derleme. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2010; 27(2):145-149.
- Sunyaruri E, Nainggolan TR, Angelia P, Sumantadireja YH, Gartika M. PRR Using Cention N® in Children's Teeth. *Journal Of Applied Dental and Medical Sciences*, 2019; 5:2.
- Şakar-Deliormanli A, Güden M. Microhardness and fracture toughness of dental materials by indentation method. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 2006; 76(2):257-264.
- Şirinoğlu Çapan B, Akyüz S. Çocuk diş hekimliğinde florid salınımı yapan güncel restoratif materyaller. *Clin Exp Health Sci* 2016; 6(3):129-134.
- Tagtekin DA, Yanikoglu FC, Bozkurt FO, Kologlu B, Sur H. Selected characteristics of an Ormocer and a conventional hybrid resin composite. *Dental Materials*, 2004; 20(5):487-497.
- 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.
- Tatlı EC, Özer L. Evaluation of physical and mechanical properties of glass carbomer cement under in vitro conditions. *Turkish Journal of Clinics and Laboratory*, 9(4):281-286.
- Tauböck TT, Jäger F, Attin T. Polymerization shrinkage and shrinkage force kinetics of high- and low-viscosity dimethacrylate- and ormocer-based bulk-fill resin composites. *Odontology*, 2019; 107(1):103-110.
- Tellefsen G, Liljeborg A, Johannsen A, Johannsen G. The role of the toothbrush in the abrasion process. *International journal of dental hygiene*, 2011; 9(4):284-290.
- Tiwari S, et al. Antibacterial activity and fluoride release of glass-ionomer cement, compomer and zirconia reinforced glass-ionomer cement. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 2016; 10(4):ZC90.
- Topal B, Kirzioğlu Z. Evaluation of the fissure sealants applied to erupting permanent molars in accordance to eruption stages: A prospective study. *Nigerian journal of clinical practice*, 2019; 22(11):1495.
- Topal BG, Kırzioğlu Z. Tükürük ve nem kontaminasyonunun fissür örtücü başarısızlığındaki rolü. *SDÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2016; 7(3):45-50.

- Tosun G, Altan HO, Göztaş Z, Kahraman K, Sarı T, Botsalı MS. Farklı yüzey hazırlama yöntemlerinin fissür örtücülerin bağlanma dayanımı üzerine olan etkisi. *Selcuk Dental Journal*, 2015; 2(2):65-70.
- Trauth KGS, Godoi APTd, Colucci V, Corona SAM, Catirse ABCEB. The influence of mouthrinses and simulated toothbrushing on the surface roughness of a nanofilled composite resin. *Brazilian Oral Research*, 2012; 26(3):209-214.
- Tuna MSY, Aras Ş. Tükürükle ve nemle kontamine mine yüzeylerine uygulanan farklı fissür örtücülerin tutuculuk, mikrosızıntı ve adaptasyonlarının değerlendirilmesi Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Pedodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi.(2014).
- Tuncer D, Halaçoğlu DM, Çelik Ç, Arhun N. Bitirme ve parlatma sistemlerinin farklı tipteki kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğüne etkisi. *7tepe Klinik Dergisi*, 2016; 12(2):25-30.
- Ugurlu M, Ozkan EE, Ozseven A. The effect of ionizing radiation on properties of fluoride-releasing restorative materials. *Brazilian Oral Research*, 2020; 34.
- Uluakay M, İnan H, Yamanel K, Arhun N. Kompozit rezinler ve polimerizasyon büzülmesi. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 2011; 5(2):895-902.
- Ulusoy AT. Pedodontide güncel koruyucu yaklaşımlar. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2010; 2010(3):28-37.
- Ülker HE, Erkan AI, Günaydın N, Kahvecioğlu F, Ülker M. Comparison of the mechanical and biological properties of self-adhering materials. *Journal of adhesion science and Technology*, 2016; 30(10):1119-1130.
- Ülker HE, Ülker M, Özcan E. Kendinden bağlanabilen yeni bir akışkan kompozitin sitotoksitesinin dentin bariyer testi ile değerlendirilmesi. *Acta Odontologica Turcica*, 2013; 30(3):140-144.
- Ülker HE, Ülker M, Yalçın M, Dündar A. Fissür örtücülerin in vitro sitotoksitesi. *Acta Odontologica Turcica*, 2014; 31(1).
- Ünlügenç E, Bolgöl B. Güncel fissür örtücüler–literatür derlemesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2019:1-1.
- Van Meerbeek B, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*, 2003; 28(3):215-235.
- Vehkalahti M, Solavaara L, Rytömaa I. An eight-year follow-up of the occlusal surfaces of first permanent molars. *Journal of dental research*, 1991; 70(7):1064-1067.
- Veiga NJ, Ferreira PC, Correia IJ, Pereira CM. Fissure sealants: A review of their importance in preventive dentistry. *OHDM*, 2014; 13(4):987-993.
- Vervliet P, et al. Qualitative analysis of dental material ingredients, composite resins and sealants using liquid chromatography coupled to quadrupole time of flight mass spectrometry. 2018; 1576:90-100.

- Vichi A, Margvelashvili M, Goracci C, Papacchini F, Ferrari M. Bonding and sealing ability of a new self-adhering flowable composite resin in class I restorations. *Clinical oral investigations*, 2013; 17(6):1497-1506.
- Wang L, D'Alpino PHP, Lopes LG, Pereira JC. Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. *Journal of Applied Oral Science*, 2003; 11(3):162-167.
- Wasson E, Nicholson J. New aspects of the setting of glass-ionomer cements. *Journal of dental research*, 1993; 72(2):481-483.
- Watanabe T, Miyazaki M, Takamizawa T, Kurokawa H, Rikuta A, Ando S. Influence of polishing duration on surface roughness of resin composites. *Journal of Oral Science*, 2005; 47(1):21-25.
- Wei Y-j, Silikas N, Zhang Z-t, Watts DC. Hygroscopic dimensional changes of self-adhering and new resin-matrix composites during water sorption/desorption cycles. *Dental Materials*, 2011; 27(3):259-266.
- Weitman RT, Eames WB. Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *The Journal of the American Dental Association*, 1975; 91(1):101-106.
- Welbury R, Raadal M, Lygidakis N. EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. *European journal of paediatric dentistry*, 2004; 5:179-184.
- Weyant RJ, et al. Topical fluoride for caries prevention. *The Journal of the American Dental Association*, 2013; 144(11):1279-1291.
- Whitefield RJ. Noncontact optical profilometer. *Appl Opt*, 1975; 14(10):2480-2485.
- Whitehead S, Shearer A, Watts D, Wilson N. Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic. *Journal of Oral Rehabilitation*, 1995; 22(6):421-427.
- Whitehead S, Shearer A, Watts D, Wilson N. Comparison of two stylus methods for measuring surface texture. *Dental Materials*, 1999; 15(2):79-86.
- Wilson A, Prosser H, Powis D. Mechanism of adhesion of polyelectrolyte cements to hydroxyapatite. *Journal of dental research*, 1983; 62(5):590-592.
- Wilson AD. A new translucent cement for dentistry: the glass-ionomer cement. *Br Dent J*, 1972; 132:133-135.
- Wilson I. Preventive dentistry. *The American journal of dental science*, 1895; 29(1):10.
- Wright JT, et al. Evidence-based clinical practice guideline for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association and the American Academy of Pediatric Dentistry. *The Journal of the American Dental Association*, 2016a; 147(8):672-682. e612.
- Wright JT, et al. Sealants for preventing and arresting pit-and-fissure occlusal caries in primary and permanent molars. *Pediatric dentistry*, 2016b; 38(4):282-308.

- Xu X, Burgess JO. Compressive strength, fluoride release and recharge of fluoride-releasing materials. *Biomaterials*, 2003; 24(14):2451-2461.
- Yadav G, Rehani U, Rana V. A comparative evaluation of marginal leakage of different restorative materials in deciduous molars: An in vitro study. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 2012; 5(2):101.
- Yakut N, Sönmez H. Resin composite sealant vs. polyacid-modified resin composite applied to post eruptive mature and immature molars: two year clinical study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2006; 30(3):215-218.
- Yan W, Zheng J, Chen X. Application of fluoride releasing flowable resin in pit and fissure sealant of children with early enamel caries. *Beijing da xue xue bao. Yi xue ban= Journal of Peking University. Health sciences*, 2018; 50(5):911-914.
- Yap A, Lee C. Water sorption and solubility of resin-modified polyalkenoate cements. *Journal of Oral Rehabilitation*, 1997; 24(4):310-314.
- Yap A, Mok B. Surface finish of a new hybrid aesthetic restorative material. *Operative dentistry*, 2002; 27(2):161-166.
- Yap AU, Tan CH, Chung SM. Wear behavior of new composite restoratives. *Oper Dent*, 2004; 29(3):269-274.
- 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):1401-1405.
- Yazici AR, Tuncer D, Antonson S, Onen A, Kilinc E. Effects of delayed finishing/polishing on surface roughness, hardness and gloss of tooth-coloured restorative materials. *European journal of dentistry*, 2010; 4(01):050-056.
- Yıldız E, Şimşek M. İki farklı fissür örtücünün ve polisaj tekniğinin klinik değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2013; 23(3):337-341.
- Yılmaz B, Gökay O. Farklı üç restoratif dolgu materyalinin su emilimi ve suda çözünürlük değerleri: In vitro çalışma. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 1999; 5(1):60-65.
- Yılmaz Y, Beldüz N, Eyübo O. A two-year evaluation of four different fissure sealants. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 2010; 11(2):88-92.
- Yip HK, Smales R. Glass ionomer cements used as fissure sealants with the atraumatic restorative treatment (ART) approach: review of literature. *International dental journal*, 2002; 52(2):67-70.
- Zainuddin N, Karpukhina N, Law RV, Hill RG. Characterisation of a remineralising Glass Carbomer® ionomer cement by MAS-NMR spectroscopy. *Dental Materials*, 2012; 28(10):1051-1058.
- Zakariasen KL, MacDonald R, Boran T. Spotlight on lasers a look at potential benefits. *The Journal of the American Dental Association*, 1991; 122(7):58-62.

Zhang X, Anderson P, Dowker S, Elliott J. Optical profilometric study of changes in surface roughness of enamel during in vitro demineralization. *Caries research*, 2000; 34(2):164-174.

Zhang W, Chen X, Fan M, Mulder J, Frencken JE. Retention rate of four different sealant materials after four years. *Oral Health Prev Dent*, 2017; 15:307-314.



EKLER

Ek-1: Etik Kurul Onayı

T.C.
AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARLARI

Toplantı Tarihi	05.07.2019	Toplantı Numarası	2019/8	Toplantı Saati	09:00	Etik Kurul Kodu	2011-KAEK-2
249- Dr.Öğr.Üyesi Mehmet ÜNAL'ın sorumluluğunda yürütülecek olan "Fissür Örtücü Olarak Kullanılan Materyallere Diş Fırçalamanın Etkisinin İn vitro İncelenmesi" konulu <u>Girişimsel Olmayan</u> Klinik Araştırmalar için başvurusu tekrar incelendi. Araştırma protokolüne uyularak, Sağlık Bakanlığı'nın 13.04.2013 tarih 28617 sayılı Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmeliği ve yayımlanan klavuzlarında belirtilen hususlar dikkate alınarak, sorumluluk araştırmacılara ait olmak üzere araştırmanın yapılmasında etik sakınca olmadığına toplantıya katılan üyelerin oy birliği ile karar verildi.  ASLI GIBLİN 11.07.2019 Dr.Öğr.Üyesi Evrim Suna ARIKAN Raportör							

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı : Edanur GÖKCE MEYDAN
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi ve Yeri: 14.04.1992 / İSTANBUL
Medeni Durumu : Evli
E-posta : edagkc13@gmail.com

EĞİTİM

İlkokul: Mahmut Esat İlköğretim Okulu (2006)

Lise: Niğde Fen Lisesi (2010)

Üniversite: Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (2011-2016)

Uzmanlık: Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Pedodonti Anabilim Dalı (2017-2020)

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2016-2017	Özel Kumluca Ağız ve Diş Sağlığı Polikliniği	Diş Hekimi

YAYINLAR / BİLİMSEL ETKİNLİK

Poster Bildirileri

Edanur GÖKCE MEYDAN, Özgür DOĞAN, Suat Serhan ALTINTEPE DOĞAN, İsmail Haktan ÇELİK. Çekimden Önce Bir Şans Daha Olabilir Mi? 1. *International Congress on Preventive Dentistry*, 5-8 Mart 2018, Erzurum.

Edanur GÖKCE MEYDAN, Özgür DOĞAN. Horizontal Kök Kırığı 12 Ay Takip Olgusu Sunumu. İzmir Diş Hekimleri Odası 25. *Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi*, 9-11 Kasım 2019, İzmir.

Edanur GÖKCE MEYDAN, Özgür DOĞAN, İsmail Haktan ÇELİK. Power of Removable Orthodontic Appliances in Pediatric Dentistry. *IAPD Regional Meeting and 25th Congress of Turkish Society of Pediatric Dentistry*, 11-14 Ekim 2018, İstanbul.

Edanur GÖKCE MEYDAN, Özgür DOĞAN, İsmail Haktan ÇELİK. Çocuk Diş Hekimliğinde Rejeneratif Endodontik Tedavi Prosedürü 3 Olgu Sunumu: 24 Ay Takip. İzmir Diş Hekimleri Odası 26. *Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi*, 8-10 Kasım 2019, İzmir.

Sözlü Bildiriler

Mehmet ÜNAL, Burcu GÜÇYETMEZ TOPAL, **Edanur GÖKCE MEYDAN**, İsmail Haktan ÇELİK. Evaluation of congenital number anomalies in permanent dentition of children. *International Congress On Preventive Dentistry*, 5-8 Mart 2018, Erzurum

Mehmet ÜNAL, Burcu GÜÇYETMEZ TOPAL, **Edanur GÖKCE MEYDAN**, Giomer içerikli bir fissür örtücünün yüzey pürüzlülüğü açısından farklı rezin içerikli fissür örtücülerle karşılaştırılması. İzmir Diş Hekimleri Odası 26. *Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi*, 8-10 Kasım 2019, İzmir.

Özgür DOĞAN, İsmail Haktan ÇELİK, **Edanur GÖKCE MEYDAN**. Succesful revascularization treatments, two case reports with 19 months follow-up *IAPD Regional Meeting and 25th Congress of Turkish Society of Pediatric Dentistry*, 11-14 Ekim 2018, İstanbul.