

T.C
EGE ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ
FAKÜLTESİ

**FARKLI ORANLARDAKİ BİYOAKTİF CAM İLE MODİFİYE
EDİLEN REZİN ESASLI FİSSÜR ÖRTÜCÜLERİN
ANTİBAKTERİYEL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRMALI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**PEDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**Diş Hekimi
Gökçe GARİP**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Arzu Aykut YETKİNER**

2017-İZMİR

T.C
EGE ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ
FAKÜLTESİ

**FARKLI ORANLARDAKİ BİYOAKTİF CAM İLE MODİFİYE
EDİLEN REZİN ESASLI FİSSÜR ÖRTÜCÜLERİN
ANTİBAKTERİYEL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRMALI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**PEDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**Diş Hekimi
Gökçe GARİP**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Arzu Aykut YETKİNER**

2017-İZMİR

UZMANLIK TEZİ JÜRİ ÜYELERİ

Jüri Başkanı :Prof. Dr. Ece EDEN

Üye :Doç. Dr. Arzu Aykut YETKİNER

Üye :Yard. Doç Dr. Ebru KÜÇÜKYILMAZ

Uzmanlık tezinin kabul edildiği tarih: 03/02/2017

KABUL VE ONAY SAYFASI

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına;

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

Tez Savunma Tarihi :10 /08 / 2016

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mustafa ALTUNSOY, Şifa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Üye : Prof. Dr. Fahinur ERTUĞRUL, Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Üye : Prof. Dr. İbrahim Erhan GELGÖR, Şifa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet TANRIVER, Şifa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. Pınar KARAKOÇ, Şifa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

ONAY :

Bu 'Farklı oranlardaki biyoaktif cam ile modifiye edilen rezin esaslı fissür örtücülerin antibakteriyel ve fiziksel özelliklerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi' adlı uzmanlık tezi, fakülte yönetim kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimime 11.11.13 tarihinde Şifa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde başladım. 23.07.16 tarihinde 667 sayılı kanun hükmünde kararname ile, ilgili üniversite kapatılmış olup eğitimime ilgili prosedür gereği 11.01.17 tarihinde Ege Üniversitesi Pedodonti Anabilim Dalında başladım.

Eğitimime Şifa Üniversitesi'nde devam ederken tez savunma sınavı tarihim 10.08.16 olarak belirlenmiş ve ilgili öğretim üyelerine davetiye gönderilmiştir. Ancak yukarıda konu olan durumdan ötürü sınav yapılamamıştır. Yeni atandığım üniversitede tez danışmanım olarak Doç. Dr. Arzu Aykut YETKİNER belirlenmiş ve tez devir danışmanım Doç. Dr. Arzu Aykut YETKİNER'in revizyonları sonrası tez sınav savunma tarihi 03.02.17 tarihi olarak belirlenmiştir.

Uzmanlık eğitimim boyunca ve tezimin hazırlanması süresince bana her konuda yardımcı olan, bilgi ve deneyimlerini, desteğini esirgemeyen çok değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa ALTUNSOY'a ve tez devir hocam Doç. Dr. Arzu AYKUT YETKİNER'e,

Her zaman yanımda olan ve beni destekleyen sevgili eşime ve aileme,

Tez izleme komitesinde yer alan çok değerli hocalarıma,

Uzmanlık eğitimim ve tez hazırlama sürecim boyunca bana destek olan ve güzel anılar paylaştığımız dostlarım Arş. Gör. Dt. Bengi Kaya Mert, Arş. Gör. Dt. Ebru Nur IŞIK, Arş. Gör. Dt. Gülşen İLGEN ve klinik yardımcısı Nagihan BABA başta olmak üzere tüm çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışma Şifa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 2015-12.

İÇİNDEKİLER

Uzmanlık Tezi Jüri Üyeleri	i
Kabul ve Onay	ii
Önsöz	iii
İçindekiler	iv
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	vii
Şekiller Dizini	ix
Resimler Dizini	x
Tablolar Dizini	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Diş Minesi	3
2.2 Mine Histolojisi	3
2.3 Diş Çürüğü	4
2.3.1 Mine Çürüğü ve Klinik Özellikleri	6
2.3.2 Okluzal Yüzeylerin Çürüğe Yatkınlığı	7
2.3.3 Pit ve Fissür Morfolojilerinin Çürük Üzerine Etkisi	9
2.4 Pit ve Fissür Çürüklerinin Önlenmesinde Koruyucu Yöntemler	10
2.4.1 Ağız ve Diş Bakımı	11
2.4.2 Florid Uygulamaları	11
2.4.3 Pit ve Fissür Çürüklerinde Sakızların Rolü	13
2.4.4 Antimikrobiyal Ajanlar	13
2.4.5 Pit ve Fissür Çürüklerinden Korunmada Kazein Fosfopeptid-Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP)'ın Kullanılması	14
2.4.6 Fissür Örtücüler	15
2.4.6.1 Fissür Örtücülerin Tarihçesi	15
2.4.6.2 İdeal Bir Pit ve Fissür Örtücüde Bulunması Gereken Özellikler	16
2.4.6.3 Fissür Örtücü Endikasyonları	17
2.4.6.4 Pit ve Fissür Örtücü Olarak Kullanılan Materyaller	19
2.4.6.4.1 Cam İyonomer Esaslı Fissür Örtücüler	19
2.4.6.4.2 Rezin Modifiye Cam İyonomer Esaslı Fissür Örtücüler	20

2.4.6.4.3 Poliasit Modifiye Kompozit Resin (Kompomer) Esaslı Fissür Örtücüler	21
2.4.6.4.4 Resin Esaslı Fissür Örtücüler	22
2.4.6.4.4.1 Florid İçeren Resin Esaslı Fissür Örtücüler	24
2.5 Biyoaktif Camlar	25
2.5.1 Biyoaktif Camların Medikal Alanda Kullanımları	27
2.5.2 Biyoaktif Camların Diş Hekimliğinde Kullanımını	27
2.6 Fissür Örtücüleri Değerlendirme Yöntemleri	29
2.6.1 Mikrosızıntı	30
2.6.2 Bağlanma Dayanımı	31
2.6.3 Yüzey Sertliği	32
2.6.4 Antibakteriyel Özellikleri	34
3. GEREÇ VE YÖNTEM	35
3.1 Çalışmada Kullanılan Materyaller	35
3.2 Etik Kurul Onayı	38
3.3 Çalışmada Kullanılan Dişlerin Hazırlanması	38
3.4 Fissür Örtücü Materyallerin Modifiye Edilmesi	39
3.5 Fissür Örtücü Materyallerin Makaslama Bağlanma Dayanımının Belirlenmesi	41
3.5.1 Fissür Örtücülerin Uygulanacağı Örneklerin Hazırlanması	41
3.5.2 Hazırlanan Mine Yüzeylerine Fissür Örtücülerin Uygulanması	43
3.5.3 Makaslama Bağlanma Dayanım Testinin Gerçekleştirilmesi	45
3.5.4 Kırılma Analizleri	46
3.6 Fissür Örtücü Materyallerinin Mikrosertlik Değerlerinin Belirlenmesi	47
3.7 Fissür Örtücü Materyallerin Mikrosızıntılarının Belirlenmesi	49
3.8 Fissür Örtücü Materyallerin Antibakteriyel Özelliklerinin Değerlendirilmesi	52
3.9 İstatistiksel Değerlendirme	54
4. BULGULAR	55
4.1 Makaslama Bağlanma Dayanımı Bulguları	55
4.1.1 Farklı Oranlarda BAC İçeren Düşük Dolduruculu (%7-9) Fissür Örtücülerin Makaslama Bağlanma Dayanımına ait Bulgular	55
4.1.2 Farklı Oranlarda BAC İçeren Orta Dolduruculu (%40) Fissür Örtücülerin Makaslama Bağlanma Dayanımına ait Bulgular	56
4.1.3 Farklı Oranlarda BAC İçeren Yüksek Dolduruculu (%55) Fissür Örtücülerin	

Makaslama Bağlanma Dayanımına ait Bulgular	56
4.1.4 Eklenen BAC Miktarı Dikkate Alınmaksızın Farklı Doldurucu Oranlardaki Fissür Örtücülerin Makaslama Bağlanma Dayanımına ait Bulgular	57
4.1.5 Fissür Örtücülerin Mine Yüzeyinden Kırılma Tipinin Belirlenmesine Ait Bulgular	58
4.2 Mikrosertlik Bulguları	60
4.2.1 Farklı Oranlarda BAC İçeren Düşük Dolduruculu (%7-9) Fissür Örtücülerin Mikrosertlik Testine Ait Bulguları	60
4.2.2 Farklı Oranlarda BAC İçeren Orta Dolduruculu (%40) Fissür Örtücülerin Mikrosertlik Bulguları	61
4.2.3 Farklı Oranlarda BAC İçeren Yüksek Dolduruculu (%55) Fissür Örtücülerin Mikrosertlik Bulguları	62
4.2.4 Eklenen BAC Miktarı Dikkate Alınmaksızın Farklı Doldurucu Oranlardaki Fissür Örtücülerin Mikrosertlik Değerlerine ait Bulgular	62
4.3 Mikrosızıntı Bulguları	63
4.3.1 Düşük Dolduruculu (%7-9) Fissür Örtücülerin Mikrosızıntı Değerlerine Ait Bulgular	65
4.3.2 Orta Dolduruculu (%40) Fissür Örtücülerin Mikrosızıntı Değerlerine Ait Bulgular	66
4.3.3 Yüksek Dolduruculu (%55) Fissür Örtücülerin Mikrosızıntı Değerlerine Ait Bulgular	66
4.4 Antibakteriyel Etkinlik Bulguları	67
5. TARTIŞMA	69
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	82
ÖZET	84
ABSTRACT	85
KAYNAKLAR	86
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

ADA	: American Dental Association
APF	: Asidüle fosfat florid
BAC	: Biyoaktif cam
Bis-GMA	: Bis-fenol A glisidil metakrilat
BPA	: Bisfenol A
Ca	: Kalsiyum
CaO	: Kalsiyum oksit
CO ₃	: Karbonat
CPP-ACP	: Kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat
Dk	: Dakika
E. coli	: Escherichia coli
F	: Florid
FDA	: Food and Drug Administration
Gr	: Gram
HCA	: Hidroksil karbonat apatit
HEMA	: Hidroksil etil metakrilat
Kg	: Kilogram
KHN	: Knoop Sertlik Değeri
LED	: Light emitting diode
Mg	: Miligram
Mm	: Milimetre
MPa	: Megapaskal
N	: Newton
NaF	: Sodyum florid
Na ₂ O	: Sodyum oksit
OH	: Hidroksil
Ort	: Ortalama
P ₂ O ₅	: Fosfat penta oksit
PO ₄	: Fosfat
PMKR	: Poliasit modifiye kompozit rezin

Ppm	: Parts per million
QTH	: Quartz tungsten halojen
RMCİS	: Rezin modifiye cam iyonomer siman
SiO ₂	: Silika/Silisyum dioksit
SS	: Standart sapma
S. aureus	: Staphylococcus aureus
S. mutans	: Streptococcus mutans
S. sobrinus	: Streptococcus sobrinus
S	: Saat
Sn	: Saniye
TEGDMA	: Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	: Üretan dimetakrilat
VHN	: Vicker's sertlik değeri
µm	: Mikrometre
%	: Yüzde
°C	: Derece, Celcius

Şekiller Dizini

Şekil 1: Diş çürüğünün başlaması için gerekli etiyolojik faktörlerin şematik olarak gösterilmesi

Şekil 2: Fissür morfolojilerinin şematik sunumu

Şekil 3: Vicker's sertlik deneyinin şematik görünümü

Şekil 4: Newton (N) cinsinden elde edilen verilerin Megapaskal (MPa) birimine çevrilmesi

Şekil 5: Mikrosızıntı skorlarının kesit üzerinde görünümü

Şekil 6: Düşük dolduruculu fissür örtücülerin içerdikleri BAC oranına göre mikrosızıntı verileri *Farklı küçük harf bulunduran gruplar arasında istatistiksel fark vardır ($p<0,05$).

Şekil 7: Orta dolduruculu fissür örtücülerin içerdikleri BAC oranına göre mikrosızıntı verileri *Farklı küçük harf bulunduran gruplar arasında istatistiksel fark vardır ($p<0,05$).

Şekil 8: Yüksek dolduruculu fissür örtücülerin içerdikleri BAC oranına göre mikrosızıntı verileri *Farklı küçük harf bulunduran gruplar arasında istatistiksel fark vardır ($p<0,05$).

Resimler Dizini

Resim 1: Fissured Nova %55 dolduruculu

Resim 2: Fissured Nova %40 dolduruculu

Resim 3: Fissured Nova %7-9 dolduruculu

Resim 4: Scotchbond™ Etchant

Resim 5: Çalışmada kullanılan BAC tozu

Resim 6: Çalışmada kullanılan 3. molar dişler

Resim 7: Çalışmada kullanılan hassas terazi

Resim 8: Materyallerin karıştırılmasında kullanılan mikser

Resim 9.a: Dişlerin köklerinin kuronlarından ayrılması

Resim 9.b: Dişlerin kuronlarının vertikal yönde 2 eşit parçaya ayrılması

Resim 9.c: Seperasyon sonrasında elde edilen örnekler

Resim 10: Bağlanma dayanımını ölçmek için hazırlanan örnekler

Resim 11.a: Örnek yüzeyine silindirik kalıpların yerleştirilmesi

Resim 11.b: Fissür örtücü materyalden polimerizasyon sonucu elde edilen örnek

Resim 12: Polimerizasyonda kullanılan LED ışık kaynağı

Resim 13: Universal test cihazı (*Shimadzu*)

Resim 14: Çalışmada kullanılan stereomikroskop

Resim 15: Örnekleri hazırlamada kullanılan metal kalıplar

Resim 16.a: Fissür örtücülerin metal kalıplar içerisine yerleştirilmesi

Resim 16.b: Mikrosertlik için hazırlanan fissür örtücü materyaller

Resim 17: Distile suda bekletilen örnekler

Resim 18: Çalışmada kullanılan mikrosertlik test cihazı

Resim 19.a: Çalışmaya dahil edilen büyük azı diş örneği

Resim 19.b: Okluzal yüzeyin asitlenmesi

Resim 19.c: Asitlemeden sonraki opak görüntü

Resim 19.d: Fissür örtücünün LED ile polşmerizasyonu

Resim 19.e: Polimerizasyon sonrasında dişin görünümü

Resim 20: Mikrosızıntı testinde kullanılan bazik fuksin materyali

Resim 21: Bazik fuksin ile boyanan örnek

Resim 22: Dişlere ait kesitler

Resim 23: Steril tüplerde saklanan disk örnekleri

Resim 24: Koyun kanlı agar besiyeri

Resim 25: Hazırlanan örneklerin disk difüzyon yöntemi ile petri kutularına yerleştirilmesi

Resim 26: Adeziv tipte kırılma

Resim 27: Koheziv tipte kırılma

Resim 28: Karma tip kırılma

Resim 29: Fissür örtücü diş ara yüzeyinde gözlenen '0' skorunda mikrosızıntı

Resim 30: Fissür örtücü diş ara yüzeyinde gözlenen '1' skorunda mikrosızıntı

Resim 31: Fissür örtücü ara yüzeyinde gözlenen '2' skorunda mikrosızıntı

Resim 32: Fissür örtücü diş ara yüzeyinde gözlenen '3' skorunda mikrosızıntı

Resim 33: *S.mutans*'a karşı inhibisyon zonu oluşumunun değerlendirilmesi

Tablolar Dizini

- Tablo 1:** Çalışmada kullanılan fissür örtücü materyallerin kimyasal içeriği
- Tablo 2:** Mine yüzeyini hazırlamada kullanılan asit materyali
- Tablo 3:** Çalışmada kullanılan BAC tozunun özellikleri
- Tablo 4:** *In vitro* koşullarda değerlendirilen çalışma grupları
- Tablo 5:** Pardi ve ark.'nın mikrosızıntı değerlendirme kriterleri
- Tablo 6:** Farklı oranlarda BAC içeren düşük dolduruculu (%7-9) fissür örtücülerin bağlanma dayanımı değerleri (MPa)
- Tablo 7:** Farklı oranlarda biyoaktif cam içeren orta dolduruculu (%40) fissür örtücülerin bağlanma dayanımı değerleri (MPa)
- Tablo 8:** Farklı oranlarda BAC içeren yüksek dolduruculu (%55) fissür örtücülerin bağlanma dayanımı değerleri (MPa)
- Tablo 9:** Eklenen BAC miktarı dikkate alınmaksızın farklı oranlarda doldurucu içeren fissür örtücülerin makaslama bağlanma dayanımına ait bulgular (MPa)
- Tablo 10:** Makaslama bağlanma dayanım testi uygulanan örneklerdeki kırılma tipinin dağılımı (n=10)
- Tablo 11:** Farklı oranda BAC içeren düşük dolduruculu (%7-9) fissür örtücülerin mikrosertlik değerleri (VHN)
- Tablo 12:** Farklı oranda BAC içeren orta dolduruculu (%40) fissür örtücülerin mikrosertlik değerleri (VHN)
- Tablo 13:** Farklı oranda BAC içeren yüksek dolduruculu (%55) fissür örtücülerin mikrosertlik değerleri (VHN)
- Tablo 14:** Eklenen BAC miktarı dikkate alınmaksızın farklı oranlarda doldurucu içeren fissür örtücülerin mikrosertlik değerlerine ait bulgular (VHN)

1. GİRİŞ

Genel sağlığın önemli bir parçası olan ağız ve diş sağlığı; beslenme, kaliteli hayat standartlarının sağlanabilmesi ve bireysel olarak kendine güvenli bireylerin yetişebilmesi için önemli bir faktördür (Locker 1988).

Son yıllarda şeker tüketimindeki artışa bağlı olarak çürük seviyesi de artmaktadır. Tedavi seçeneklerindeki gelişmeler ise tek başına çürük oluşumunu önlemede yeterli olamamaktadır (Yee ve Sheiham 2002). Çürükten koruyucu uygulamalar ve tedavi süreçleri, diş çürüğüne karşı yürütölen savaşın olmazsa olmazlarıdır. Bu nedenle diş sağlığı uygulamalarının daha yararlı olabilmesi için toplumda ağız sağlığını koruyucu uygulamaların geliştirilmesi gerekmektedir (Watt 2005).

Çocuklarda oral hijyen alışkanlıklarının yetersiz olması ve dişlerin pit ve fissür yüzeylerinin çürüğe yatkın olması gibi nedenlerle pit ve fissür örtücü uygulamaları gündeme gelmiştir (Ulu ve Dörter 2008). Günümüzde restoratif materyallerin gelişimine paralel olarak farklı içerikte fissür örtücüler üretilmiştir. Bu gelişmelerden bazıları arasında fissür örtücülerin çürük önleyici etkilerini arttırmak için florid (F) salan (Xu *et al.* 2006) ve antibakteriyel monomerlerle modifiye edilen fissür örtücüler yer almaktadır (Imazato *et al.* 1998, Imazato 2003).

Son yıllarda diş hekimliğinde de kullanılmaya başlanan biyoaktif cam (BAC), sert dokular ile kimyasal bağ oluşumunu sağlayan biyoaktif hidroksil karbonat apatit (HCA) tabakasından oluşmaktadır (Ceyhan *et al.* 2007). BAC kompozisyonlarının çürük yapıcı patojenler (*Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis*) üzerinde belirgin bir antimikrobiyal etkisinin olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda BAC'ın bu etkisinin, cam partiküllerinden açığa çıkan alkali iyonlarının oluşturduğu yüksek pH seviyesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Stoor *et al.* 1998, Allan *et al.* 2001). Literatürde BAC'ın rezin esaslı kompozit materyallerle birlikte kullanıldığı çalışmaları bulunmakta olup, bu çalışmalarda BAC'ın materyalin özelliklerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir (Khvostenko *et al.* 2013, Oral *et al.* 2014, Korkut *et al.* 2016). Ancak BAC'ın rezin esaslı fissür örtücülere eklenmesiyle yapılan sadece

bir adet çalışma bildirilmiştir ve bu çalışmada BAC eklenen fissür örtücülerin asit nötralizasyon, eğilme mukavemeti ve su emme özellikleri incelenmiştir (Yang *et al.* 2013).

Restoratif materyallerin klinik performanslarını değerlendirebilmek amacıyla kenar sızıntısı, aşınma dayanımı, sertlik, eğilme dayanımı ve bağlanma dayanımı gibi *in vitro* test yöntemleri kullanılmaktadır.

Bu bilgiler doğrultusunda bu çalışma farklı oranlarda BAC eklenerek modifiye edilen farklı doldurucu yapısındaki rezin esaslı fissür örtücülerin; mikrosızıntı, bağlanma dayanımı, mikrosertlik ve antibakteriyel özelliklerini tespit etmek amacıyla planlanmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1 Diş Minesi

Dentin ve pulpa gibi canlı diş dokularının korunmasını sağlayan mine, vücudun en sert dokusu olup renk ve şekli nedeniyle estetik açıdan önem taşımaktadır. Bu nedenle diş minesinin bütünlüğünün korunması gerekmektedir. Kristalize mineral bir yapıya sahip olan mine dokusu, sağlamlığı sayesinde asit atakları sonucu oluşan demineralizasyona ve çürüğe karşı direnç göstermekte; hatta demineralize alanlara iyonların çökmesiyle remineralizasyon özelliği göstermektedir (Elliott 1997).

Mine dokusu ameloblast hücreleri tarafından oluşturulmaktadır ve yapısında sinir hücreleri bulunmamaktadır. İçeriğinin %95'i inorganik bileşenlerden, geri kalan kısmı ise su (%4) ve protein-lipid (%1) gibi organik bileşenlerden oluşmaktadır. Mine dokusu içeriğindeki mikrokristal yapının düzenine bağlı olarak mine-dentin sınırında 250 KHN (Knoop Sertlik Değeri) ve mine üst yüzeyinde 390 KHN gibi yüksek sertlik değerine sahiptir (Gwinnett 1992).

2.2 Mine Histolojisi

Minenin inorganik yapısının büyük bir kısmını, kalsiyum ve fosfatın özel bir formu olan hidroksiapatit kristalleri oluşturur. Çoğunluğu $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ şeklinde olan kristallerin stabil olmayan yapısı minenin geçirgen özelliği ile bazı iyon ve moleküllerle reaksiyona olanak tanır. Minenin olgunlaşma safhasında, kristal yapıdan çözünen hidroksil (OH^-) iyonlarıyla flor (F^-) iyonları yer değiştirerek daha sert ve asit atakları karşısında daha dirençli olan florapatit kristalleri oluşur (Bonucci 1995).

Hidroksiapatit kristallerinin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan her bir prizmanın çevresi, mineye özgü enamelin proteininden oluşan ve prizma kını adı verilen organik kılıfla sarılmıştır. Mine-dentin sınırından diş yüzeyine doğru uzanan mine prizmaları, mine dokusundan alınan enine kesitlerde anahtar deliği biçiminde görülür. Mine prizmaları arasında kristallerin oluşmadığı sıvıyla dolu ufak boşluklar

bulunmaktadır. Por olarak isimlendirilen bu alanlar, minenin demineralizasyon ve remineralizasyon potansiyeli gösteren doku olmasına olanak sağlar (Hara ve Zero 2010).

Hidroksiapatit kristallerinin yapısına ortamda serbest olarak bulunan sodyum, potasyum ve çinko gibi pozitif yüklü iyonlar ile flor ve karbonat gibi negatif yüklü iyonlar katılabilir. Minenin kristal yapısına katılan negatif ve pozitif yüklü bu iyonlar ile mineyi oluşturan kristallerin boyutu, kristallerin dizilişi; minenin asit ortamdaki çözünürlüğünü ve demineralizasyonu etkilemektedir. Flor iyonlarının (F^-) hidroksil iyonları (OH^-) ile yer değiştirmesi ile oluşan florapatitin asidik ortamdaki çözünürlüğü daha azdır. Bunun yanında fosfat iyonlarının (PO_4^{-3}), karbonat iyonları (CO_3^{-2}) ile yer değiştirmesi sonucu oluşan karbonat apatitin çözünürlüğü hidroksiapatitten daha fazladır (Hara ve Zero 2010).

2.3 Diş Çürüğü

Diş çürüğü, plak bakterilerinin diyetle alınan karbonhidratları fermente etmesiyle üretilen organik asitlerin diş yapısındaki mineralleri çözmesi sonucu oluşan enfeksiyöz bir hastalık olup etiyojisinde pek çok faktör yer almaktadır (McDonald Ralph E 1994).

Diş çürüğü oluşumu ile ilgili pek çok teori ileri sürülmüş olup, bunlardan bazıları; vital teori, kimyasal teori, şimiko-paraziter teori, bakteriyolojik teori, rezistans teorisi, proteolitik teori ve proteolitik-şelasyon teorisidir. *Miller*'in öne sürdüğü şimiko-paraziter teori (1890) günümüzde halen geçerliliğini koruyan teoridir. Bu teoriye göre karbonhidratlar mikroorganizmalarca fermente edilmekte ve oluşan organik asitler diş yüzeyini dekalsifiye ederek yıkıma sebep olmaktadır (Hicks ve Flaitz 1993). Multifaktöriyel etiyojiye sahip olan diş çürüğünün oluşabilmesi için 4 ana faktöre ihtiyaç vardır (Featherstone 2008).

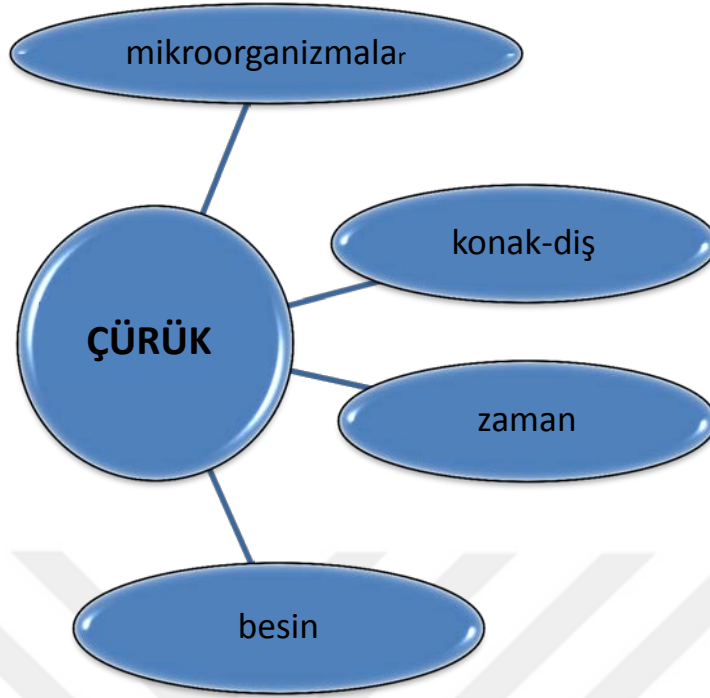
Bu faktörler ;

- a) Konak (diş sert dokuları)
- b) Karyojenik mikroorganizmalar
- c) Diyet (işlenmiş karbonhidrat tüketimi)
- d) Zaman

olarak sıralanabilir.

Normal şartlarda diş sert dokuları ile tükürük arasında var olan iyon alışverişi dengesi asidik bakteri plağı varlığında bozulabilmektedir. Başka bir deyişle, diş çürüğü asidik bakteri plağı olmadan gelişmemektedir. Mine yüzeyi ile bakteri plağı arasındaki döngüsel devam eden iyon değişimine bağlı olarak plak diş ara yüzeyinin pH'ı kritik pH'ın (5,5) altına düştüğünde mine yüzeyinde demineralizasyon başlar. Devam eden süreçte çürük lezyonu ilerler ve diş sert doku kaybıyla sonuçlanır. Ancak tek başına mikrobiyal depozitlerin varlığı da mine ve dentinde çürük gelişimi için yeterli değildir. Yani diş çürüğü birçok faktörün etkisi ile oluşan bir fenomendir ve bunlardan birinin yokluğunda çürük oluşmamaktadır. Bireyin diş fırçalama sıklığı, diyetle alınan besinlerin karyojenitesi, tükürük hızı, tükürük tamponlama kapasitesi, F preparatlarının kullanımı, genel sağlık durumu ve diş hekimine gelme sıklığı gibi çevresel faktörler de çürük oluşumunda rol almaktadır (Siso ve Hürmüzlü 2005). Konakçı ajan-çevresel faktör konsepti doğrultusunda çürük oluşumu için fermente olabilen karbonhidratlar ile hassas dişin (konak), *Streptococcus mutans* (*S.mutans*) ve *Lactobacillus* gibi karyojenik bakterilerin belli bir sürede bir arada olması gerekmektedir (Newbrun 1992, Zero 1995, Featherstone 2008) (Şekil 1).

Günümüzde diş çürüğü kavramı açıklanırken; biyolojik, sosyal, davranışsal, psikolojik, genetik ve çevresel faktörler arasındaki etkileşimin önemi üzerinde de durulmaktadır (Zero 1999).



Şekil 1. Diş çürüğünün başlaması için gerekli etiyolojik faktörlerin şematik olarak gösterilmesi

2.3.1 Mine Çürüğü ve Klinik Özellikleri

Dental plaktaki normal flora ile konakçı arasındaki hassas dengenin çeşitli nedenlerle bozulması sonucu asidojenik ve asidürik bakteriler minede başlangıç demineralizasyonu meydana getirmektedir. Demineralizasyon devam ederse diş sert dokularında başlangıç çürüğü (*white-spot lezyon*) denilen bir lezyon ortaya çıkmaktadır. Yeterli ağız hijyeni sağlanamadığı ve çürük oluşturan etkenlerin ortadan kaldırılamadığı durumlarda oluşan beyaz opak demineralizasyon derinleşerek mine bütünlüğünün bozulmasına, muayene sırasında sondun takılabileceği miktarda madde kaybına neden olabilmektedir (Hicks ve Flaitz 1993).

Bu bölgelerde mine alt yüzeyinde demineralizasyondan kaynaklanan yaygın poröziteler nedeniyle saydam bir görüntü belirir. Muayene esnasında başlangıç opak mine lezyonları ile gelişimsel mine hipokalsifikasyonlarının ayrımı dikkatli yapılmalıdır. Minenin ıslatılmasıyla başlangıç çürükleri görünmez hale gelirken, hipokalsifiye mine kurutulma ve ıslatılma işlemlerinden etkilenmemektedir. Başlangıç çürük lezyonlarının ilerlemiş olduğu durumlarda sond ile yumuşamış mine saptanabilir ve bu da aktif bir çürüğün belirtisidir. Başlangıç çürük lezyonları

radıografilerde de her zaman gözlenemeyebilmektedir (Sundstrom *et al.* 1972). Örneğin klinik olarak kavıtasyon göstermeyen, minenin 1/3 dış kısmının demineralize olduğu başlangıç halindeki aproksimal mine çürüklerinde radyografik olarak herhangi bir bulguya rastlanmayabilir (Akpata *et al.* 1996). Proksimal lezyonların radyografide belirgin görüntü verebilmesi, çürüğün ilerlemiş ve alttaki dentin dokusunda histolojik değişikliklere neden olmuş olması anlamına gelmektedir (Sundstrom *et al.* 1972).

Remineralize olabilme özelliğine sahip olan mine dokusunda, kavıtasyonun oluşmadığı lezyonlarda prizma içerisindeki orijinal kristal ağın büyük bir bölümü remineralizasyon için başlangıç bölgesi olarak görev yapar. Tükürük içerisindeki kalsiyum ve fosfat iyonları mine yüzeyine penetre olur ve mine lezyonu içerisindeki reaktif özellikte olan kristal yüzeylerine çöker (Meyer-Lueckel *et al.* 2006).

2.3.2 Oklüzal Yüzeylerin Çürüğe Yatkınlığı

Oklüzal yüzeylerin çürüğe yatkınlığı, pit ve fissürlerin derinliği ve morfolojisi ile yakından ilişkilidir. Gıda ve bakterilerin oklüzal yüzeylerdeki derin ve dar pit ve fissürlere kolaylıkla birikmesi çürük riskini arttırır. Bunun yanında hem tükürüğün temizleyici etkisinin az olması hem de rutin mekanik temizlik işlemleri ile bu bölgelerin yeterli düzeyde temizlenememesi çürük gelişimini tetikler (Mathewson *et al.* 1995).

Önceleri pit ve fissürlerdeki çürük gelişiminin fissür tabanında başladığı ve daha derin bölgelerin, fissür duvarları ve tüberkül eğimlerinden önce etkilendiği düşünölmekteydi. Günümüzde ise bu çürüklerin, fissürlerin duvarlarını oluşturan eğimler boyunca başlayarak, karşılıklı iki ayrı bağımsız lezyon şeklinde, mine prizmalarının yönü doğrultusunda ilerlediği kabul edilmektedir. Fissür duvarlarında başlayan lezyon yayılır ve iki ayrı bağımsız lezyonun birleşmesi sonucunda fissür tabanında tek lezyon şeklinde görülür. İlerleyen süreçte yayılmaya devam ederek mine-dentin sınırına kadar ulaşır ve koni şeklini alır. Fissür çürüklerinin tüberkül eğimlerinden başlamasının bir nedeni de, fissürlerin içindeki organik birikintilerin bir tıkaç görevi görmesi olabilir. Bu bölge, çürük başlangıcında asit ataklarına karşı bariyer görevi yapmaktadır (Hicks 2009).

Oklüzal yüzeyler, daimi dişlerin toplam yüzeyinin %12,5'ini oluşturmasına rağmen okul çağındaki çocuklarda çürüklerin yaklaşık %50'si oklüzal yüzeylerde oluşmaktadır. Bu durum dişin oklüzal yüzeyinin kompleks bir morfolojik yapıya sahip olmasıyla ilişkilidir (Duangthip ve Lussi 2003). Bu kompleks yapıdan dolayı dişlerin oklüzal yüzeylerinde plak birikimi daha fazla olmakta ve florid tedavilerinden bu bölgeler daha az fayda görebilmektedir. Özellikle henüz sürmekte olan molar dişler, bu olumsuz duruma en açık dişlerdir. Bu nedenle içme suyuna florid eklense bile floridin oklüzal yüzeylerde yeterli etkinlik sağlayamaması nedeniyle var olan çürüklerin yaklaşık %90'ını oklüzal çürükler oluşturmaktadır (Welbury *et al.* 2004).

Henüz sürmekte olan daimi dişlerin oklüzal yüzeylerinin çürüğü yatkın olmasının nedenleri araştırmacılar tarafından aşağıdaki durumlarla ilişkilendirilmiştir.

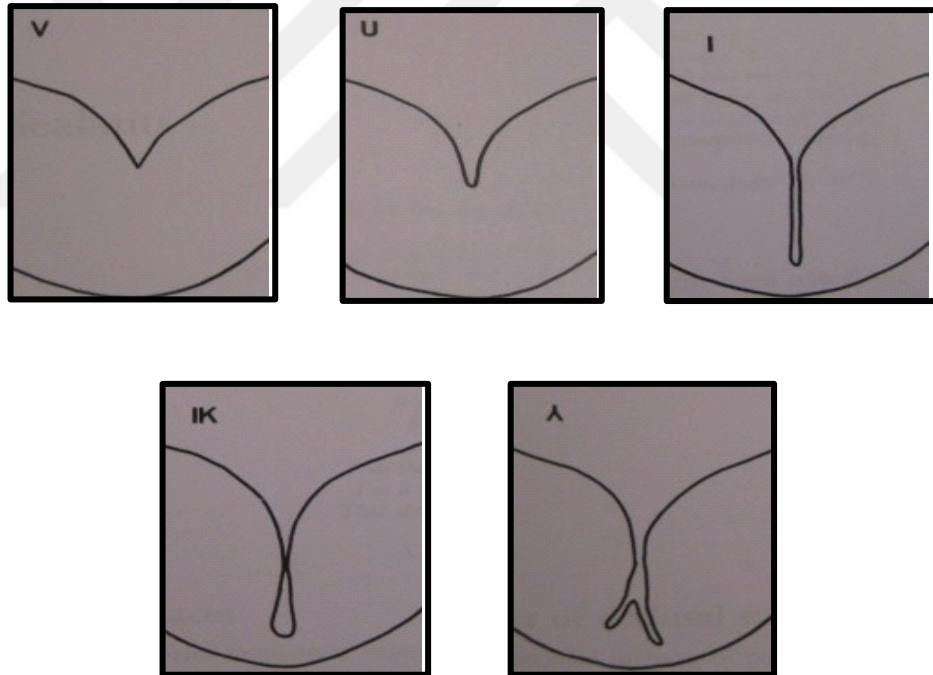
- İkinci enfeksiyon penceresi olarak da bilinen ve ağız florasında *S. mutans*'ların kolonizasyonları için uygun dönem olan bu zaman dilimi daimi birinci büyük azıların sürmeye başladığı dönemdir. Bu süreçte sürmekte olan daimi birinci büyük azı dişlerinin fissür yüzeyleri *S. mutans*'ların kolonizasyonunu kolaylaştıran yüzey alanlarının artmasına yol açar (Caufield *et al.* 1993).
- Henüz sürmekte olan daimi azı dişlerin oklüzal yüzeylerindeki derin fissürler ve çukurcuklar bu bölgelerde plak birikimini ve *S. mutans* kolonizasyonunu kolaylaştırarak çürük riskini arttırmaktadır (Fejerskov *et al.* 1984).
- Aileler genellikle çocuklarının daimi büyük ve küçük azı dişlerinin sürmekte olduğundan habersizdir (Araujo *et al.* 2002). Ayrıca oklüzal plandan aşağıda kalan dişlerin, el becerisi gelişmemiş çocuklar tarafından klasik horizontal fırçalama tekniğiyle mekanik olarak temizlenebilme şansı oldukça azalmaktadır (Carvalho *et al.* 1989).
- Sürme sonrası olgunlaşma sürecinde mine yüzeyine tükürükten iyon geçişi ile mineral çökmesi devam eder. Bu aşamada dişlerin mine yapısındaki sodyum ve magnezyumun fazla olması minenin çözünürlüğünün de fazla olmasına neden olur. Zamanla sodyum ve magnezyum azalırken kalsiyum ve fosfat miktarı artar (Driessens *et al.* 1985).

2.3.3 Pit ve Fissür Morfolojilerinin Çürük Üzerine Etkisi

Oklüzal yüzeylerdeki pit ve fissürlerin şekil ve derinlik gibi morfolojik özellikleri de daimi dişlerin çürüğe yatkınlıklarını belirleyici önemli bir unsurdur. Oklüzal yüzeylerin çürüğe yatkınlığı tüberkül eğimlerinin dikliği ve fissürlerin derinliği ile doğrudan ilişkilidir (Konig 1963).

Oklüzal yüzeylerdeki fissürler anatomik yapılarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır (Şekil 2);

- V (tepesi geniş tabanı dar formda) şeklindeki fissürler
- U (tepesi ve tabanı hemen hemen aynı genişlikte) şeklindeki fissürler
- I (dar bir yarık formunda) şeklindeki fissürler
- IK (kum saati formunda) şeklindeki fissürler
- Diğer tipler (Örnek: Ters Y formunda)



Şekil 2. Fissür morfolojilerinin şematik sunumu (Newburn 1989)

Fissür örtücüler ile ilgili yapılan mikrosızıntı çalışmalarında, farklı fissür tiplerinin mikrosızıntı üzerine etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Ancak penetrasyon derinliği ile ilgili yapılan çalışmalarda ise sığ fissürlerde fissür tabanına penetrasyonun, derin fissürlere göre daha iyi olduğu bildirilmiştir (Duangthip ve Lussi 2003). Ayrıca sığ fissürlerde fissür tabanı altındaki mine kalınlığı 1,5-2 mm

iken, derin fissürlerde bu kalınlık 0,2 mm'ye kadar azalmaktadır ve bu durum çürüğün dentine doğru kolaylıkla ilerlemesine neden olmaktadır (Newburn 1989).

Dar ve derin fissürlerde fırça kıllarının fissürün derin noktalarına kadar ulaşamaması ve tükürüğün temizleyici etkisinin yetersiz olması, fissür tabanının çürük oluşumuna daha yatkın olan mine-dentin sınırına yakınlık göstermesi gibi etkenler bakteri ve besinlerin retansiyonunu kolaylaştırmakta ve çürük oluşumu için olanak sağlamaktadır (Mathewson *et al.* 1995).

2.4 Pit ve Fissür Çürüklerinin Önlenmesinde Koruyucu Yöntemler

Ailelerin çocuklarını çürüksüz dişlerle büyütebilmesi, genel sağlığı pozitif yönde etkileyen önemli bir kazanımdır. Ağız sağlığı ile ilişkili uygulamaların daha etkili olabilmesi için dental hastalıkların önlenmesi ve toplumda ağız sağlığını koruyucu uygulamaların geliştirilmesi önemlidir. Bu nedenle koruyucu diş hekimliği uygulamaları, diş çürüğüne karşı yürütülen mücadelenin olmazsa olmazındandır. (Petersen 2003).

Koruyucu uygulamaların temelinde biyofilm kontrolüne yönelik uygulamalar yer almalıdır. Biyofilm kaynaklı hastalıklardan korunma, durdurma veya geri çevirme stratejileri; gerekli oral patojenlerin sayısını azaltmaya, dişin direncini arttırmaya, sağlıklı diş eti oluşturmaya ve tamir kapasitesini arttırmaya yönelik olmalıdır (Ulusoy 2010).

Epidemiyolojik bulgulara bakıldığında pit ve fissür çürüklerinden korunma yöntemleri konusunda ilerleme kaydedilmesine rağmen sorunun henüz tam olarak çözümlenmediği görülmektedir (Ahovuo-Saloranta *et al.* 2013).

Koruyucu yöntemlerin temelini, diş çürüğüne yol açan etmenlerden bir veya birkaçının değiştirilmesi oluşturmaktadır. Çürük oluşumunu engellemek amacıyla kişiye yönelik birçok seçenek yer almaktadır. Günümüzde ailelerin evde, hekimlerin pedodonti kliniğinde sıkça uyguladığı koruyucu diş hekimliği kapsamına giren ağız ve diş bakımı, topikal florid uygulamaları, pit ve fissür örtücü uygulamaları, antimikrobiyal ajanların kullanımı gibi birçok yöntem sıralanmaktadır (Ulusoy 2010).

2.4.1 Ağız ve Diş Bakımı

Mekanik plak kontrolü diş yüzeyinden plağın kaldırılmasında kullanılan en yaygın yöntemdir. Bu amaçla diş fırçası, diş ipi, ultrasonik cihazlar ve dil temizleyicileri kullanılmaktadır (Ulusoy 2010). Fakat pit ve fissürlerin karmaşık anatomik yapıları nedeniyle bu bölgelerden plağın kaldırılması zor olabilmektedir (Maltz *et al.* 2003). Özellikle motor becerileri sınırlı olan çocukların bu bölgelerdeki plağı uzaklaştırmada düz yüzeylerdeki kadar başarılı olamadıkları kanıtlanmıştır (Arrow 1998).

Pine ve ark. yaptıkları bir çalışmada henüz sürmekte olan daimi birinci azı dişleri olan ve günde bir ya da daha az diş fırçalayan çocuklarda, iki kez fırçalayanlara oranla %64 daha fazla çürük oluştuğunu tespit etmiştir (Pine *et al.* 2000). Fakat oklüzal yüzey çürüklerinin gelişiminde sadece diş fırçalama yetersiz kalmaktadır. Örneğin *Arrow* yaptığı bir çalışmada oklüzal yüzey çürüklerinin önlenmesinde oral hijyen eğitiminin etkinliğini değerlendirmiş, oral hijyen eğitimi verilmiş 6 yaşındaki 179 çocukta yapılan 24 ay süren takip sonucunda pit ve fissürlerin çürüdüğünü ve DMFT skorunun 0,30 olduğunu tespit etmiştir (Arrow 1998).

2.4.2 Florid Uygulamaları

Florid elli yılı aşkın süredir hem ekonomik hem de diş çürüğünün önlenmesinde etkili olması nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Çeşitli kaynaklardan alınan F'in mine dokusu üzerindeki bu etkisi sürme öncesi ve sürme sonrası olmak üzere iki dönemde gerçekleşir. Sürme öncesi dönemde F amelogenezis safhasında enzimatik reaksiyonlarda eser element olarak görev yapar. Aynı zamanda mine organik matriksin oluşumu esnasında ortokalsiyum fosfatın hidroksiapatite dönüşmesinde katalizör rolü oynar. Sürme sonrası dönemde ise tükürük ve plakta konsantre olmuş F minenin demineralizasyonunu engeller. Demineralize mine tarafından kalsiyum ve fosfatla birlikte alınarak mine kristal içeriğinin bakteriyel asit üretimine karşı daha dirençli olan florapatit formunda olmasını sağlar. Aynı zamanda F bakteri metabolizmasını inhibe ederek, asidojenik bakterilerin glikojen yıkımını yavaşlatır ve plağın mine yüzeyine yapışkanlığını azaltır (Featherstone 1999, Thylstrup 1990).

Ağız sağlığının iyileştirilmesinde kullanılan F sürme öncesi dönemde diş gelişimi ve olgunlaşması sırasında minerde sistemik olarak birikir. Diş sürmesinden sonra ise topikal uygulamalar ön plana çıkar. F'in dişin sürme öncesi döneminde minenin yapısına girmesinden çok, sürme sonrası dönemde ağız içinde düşük konsantrasyonlarda sürekli bulunmasının çürük önlemede daha etkili olduğu bildirilmektedir (Gaffar *et al.* 1997, Margolis ve Moreno 1990).

F diş hekimliğinde sistemik ve topikal yollarla uygulanmaktadır. İçme sularının ve sütün florlanması, tuzun florlanması, F tabletleri gibi uygulamalar sistemik yollar arasındadır. Günümüzde birçok ülkede içme suları için 1 litreye 0,7 ppm, okul suları için 1 litreye 5 mg, tuz için ise 1 kilograma 200-350 ppm oranında F katılmaktadır (Ökte 2008). Topikal uygulama yolları ise; diş macunları, F jelleri, vernikler ve yavaş salınım yapan cihaz gibi işlev gören topikal F'li ajanlar veya iyontoforez yöntemi ile gerçekleştirilebilmektedir. %2'lik sodyum florid, %8'lik kalay florid ve %1,23'lük asidüle fosfat florid (APF) içeren jel sistemleri de topikal uygulamalarda sıklıkla tercih edilmektedir. Bunlardan kalay florid jellerinin çürüğü önlemede etkili olduğu fakat minenin remineralizasyonunda diğer ajanlar kadar başarılı olamadığı bildirilmiştir (Ulusoy 2010, Ritter AV 2011).

F'in topikal uygulama yöntemlerinden biri olan F vernikleri de diş yüzeyine iyi bağlanıp ve uzun dönem F salınımına imkan vermektedir. Vernik uygulaması yüksek konsantrasyonda F'in az miktarda kullanılabilmesine olanak sağlamakta ve 4 dakikalık jel uygulamasından daha çabuk sürede tamamlanabilmektedir (Mann *et al.* 2001). F verniklerinin en önemli avantajı nem izolasyonunun güç olduğu henüz sürmekte olan dişlerin oklüzal yüzeylerine uygulanabilmesidir. F vernikleri, fissür örtücü uygulanıncaya kadar ve dişler tamamen oklüzyona ulaşmış, çocuklar yeterli ağız hijyeni becerisi kazanıncaya kadar geçen sürede oklüzal yüzeylerin korunmasında büyük önem taşımaktadır (Raadal *et al.* 1990).

Günümüze kadar yapılan birçok çalışma neticesinde, oklüzal yüzey çürüklerinin önlenmesi amacıyla koruyucu ajanların kombine kullanımı ile etkinliklerinin artacağı konusunda görüş birliğine varılmıştır. Buna göre;

- Klorheksidin ile F verniklerinin beraber kullanıldığı durumlarda,
- Fissür örtücülerin topikal uygulama yöntemleriyle desteklendiği durumlarda,

- Oral hijyen eğitiminin fissür örtücü ve topikal floridlerle desteklendiği durumlarda koruyucu etkinliğin artacağı bildirilmektedir (Kallestal *et al.* 1999, Matalon *et al.* 2010).

2.4.3 Pit ve Fissür Çürüklerinin Önlenmesinde Sakızların Rolü

Pit ve fissür çürüklerinin önlenmesi amacıyla sakızların etkili şekilde kullanımı; tükürük akışında artışa, oklüzal yüzeylerin mekanik temizliğine ve proksimal alanlara tükürüğün daha iyi temasına olanak sağlamaktadır (Alanen *et al.* 2000).

Günümüzde çürük önleyici etkinliği kanıtlanmış olan ksilitol, tatlandırıcı olarak sakızlara ilave edilmektedir. Ksilitol, düşük kalorili bir şeker alkolü olup, *S. mutans*'lar tarafından metabolize edilememektedir. Aynı zamanda *S. mutans*'ların diş yüzeyine yapışmasını da engelleyerek, bakteri sayısının azalmasına yardımcı olmaktadır (Van Loveren 2004).

Makinen ve ark. yaptıkları bir çalışmada ksilitol içeren sakızların, sorbitol ve sükröz içeren sakızlara göre çürükten korunmada daha etkili olduğunu belirtmişlerdir (Makinen *et al.* 1995).

Şekersiz sakızların ağız sağlığındaki olumlu etkileri ve gelişmiş ülkelerde okul çağındaki çocuklarda yaygın kullanılması çürük proflaksisinde yeni arayışları doğurmuştur. Bununla ilgili çürük önleyici etkinlikleri kanıtlanmış olan F, klorheksidin, kalsiyum fosfat gibi diğer bazı maddelerin sakızlara ilavesi gündeme gelmiştir. *Seppä ve ark.* F'li sakızların mine ve kök yüzeyindeki lezyonların remineralizasyonda etkili olduğunu ve F'li sakızların alınması ile tükürük ve plaktaki F konsantrasyonunun ilk 20 dakikada hızlı bir şekilde arttığını bildirmişlerdir (Seppä *et al.* 2000). *Reynolds ve ark.* ise sakızlara F yerine süt kazeini eklemiş ve apatit kristal yapısındaki remineralizasyon artışına dikkati çekmişlerdir (Reynolds *et al.* 2003).

2.4.4 Antimikrobiyal Ajanlar

Çürük riski yüksek bireylerde diş fırçalama ile yapılan mekanik temizliği desteklemek amacı ile antimikrobiyal ajanlardan yararlanılmaktadır. Dental plağın

kimyasal kontrolü düşünülerek en sık tercih edilen antimikrobiyal ajan ise klorheksidin diğlkonattır. *S. mutans* ve diş çürüklerine karşı kemoterapötik etki sağlamak için kullanılan klorheksidinin mutans gelişimini baskıladığı bilinmektedir (Autio-Gold 2008).

Altı yaş dişlerinin tam sürmediği çocuk hastalarda klorheksidin vernik uygulamalarının oklüzal yüzey çürüklerini önlemede etkili olduğu bildirilmiştir (Fennis-le *et al.* 1998). Bununla birlikte yapılan klinik bir çalışmada günlük %2'lik NaF gargarasının çürük oluşumunu önlemede klorheksidinden daha etkili olduğu görülmüştür. Çünkü klorheksidin yalnız mutans sayısı üzerinde etkili olurken, F ise aynı zamanda dişin remineralizasyonunu da desteklemektedir (Ulusoy 2010).

Bir diğer antimikrobiyal ajan olan *povidon iyot* antiseptik özelliğe sahip olup, çocuklarda hem streptokoklara hem de laktobasillere karşı etkilidir. Yapılan bir çalışmada 12-19 aylık bebeklerin ağızları 2 ayda bir %10'luk *povidon iyot* ile silinmiş ve bebeklerin hiçbirinde başlangıç çürük lezyonları görülmemiştir (Lopez *et al.* 1999). *Povidon iyot* küçük çocuklarda dişler üzerine pamukla uygulanabileceği gibi 6 yaşından büyük çocuklarda 10 ml kadarı ağızda çalkalanarak da kullanılabilir (Ulusoy 2010).

Yapılan bir çalışmada doğal bir polisakkarit olan kitosanın; *S. mutans*'ın hidroksiapatite girişini engellediği bildirilirken (Tarsi *et al.* 1997), başka bir çalışmada biyoadezivlik özelliğine bağlı olarak klorheksidin/kitosan birleşiminin sinerjistik antiplak etkisinin olduğu bildirilmiştir (Decker *et al.* 2005). Bu ürünlerin diş macunu ve gargaraların içeriğine eklenmesi formülasyonun yapısında bozulmaya neden olduğu için, birlikte kullanımları kısıtlıdır (Holme ve Perlin 1997).

2.4.5 Pit ve Fissür Çürüklerinden Korunmada Kazein Fosfopeptid-Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP)'ın Kullanılması

Minerin remineralizasyonunda; tükürük, plak ve remineralize edici ajanlarda bulunan kalsiyum (Ca), PO₄ ve F iyonlarının konsantrasyonları önem taşımaktadır (Hicks *et al.* 2003). Bu ajanların uygulanması ile demineralize alanlar tekrar

remineralize olabilmekte, hatta kaybedilen mineral iyon miktarı sağlam minedeki düzeyine yükselebilmektedir (Silverstone *et al.* 1985).

Süt proteini olan kazeinden elde edilen CPP-ACP, remineralizasyon kapasitesini yapısındaki inorganik komponentlerden almaktadır (Oshiro *et al.* 2007). Bu yapı içindeki kalsiyum fosfatın plakta yoğun bir Ca deposu oluşturduğu ve bunun demineralizasyonu engelleyip remineralizasyonu desteklediği bildirilmiştir (Rose 2000). Ayrıca CPP'nin dental plak içeriğindeki bakterilere karşı antibakteriyal etki göstererek, *S. mutans* ve *S. sobrinus* popülasyonlarının artmasını engellediği bildirilmiştir (Rao ve Malhotra 2011).

Günümüzde CPP-ACP preparatları yüksek çürük riski içeren çocuklarda koruyucu uygulamalar kapsamında yaygın olarak kullanılmaktadır (Azarpazhooh ve Limeback 2008). Reynolds ve ark. CPP-ACP, F ve ikisinin kombinasyonunu içeren diş macunu ve gargaraların remineralizasyon etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda CPP-ACP/F kombinasyonu kullanılan grupta en yüksek remineralizasyon etkinliği görüldüğü bildirilmiştir (Reynolds *et al.* 2008). Başka bir çalışmada ise CPP-ACP ile F'li diş macunlarının beraber kullanılması sonucunda remineralizasyon derecesinin daha da arttığı rapor edilmiştir (Kumar *et al.* 2008).

Son dönemlerde remineralizasyon uygulamalarında F ve CPP-ACP dışında nanohidroksiapatitler de tercih edilmeye başlanmıştır. Nanohidroksiapatitin çürük önlemede etkin ve remineralizasyona yardımcı bir materyal olduğu bildirilmiştir (Huang *et al.* 2011).

2.4.6 Fissür Örtücüler

2.4.6.1 Fissür Örtücülerin Tarihçesi

'Pit ve fissür örtücü' terimi, dişlerin çürüğe yatkın olan pit ve fissürlerine bağlanarak bariyer oluşturan ve çürük yapıcı bakterilerin bu bölgede kolonize olmasını engelleyen materyalleri tanımlamak için kullanılan bir terimdir (Simonsen 2002).

İlk olarak 18. yüzyıl başlarında *Hunter* azı dişlerin oklüzal yüzeylerinin uygun bir materyalle örtülmesi durumunda olası çürüklerin önüne geçilebileceğini ileri sürmüştür (Hunter 1778). İlerleyen yıllarda *Wilson* ise pit ve fissürlerin çinko fosfat simanla örtülmesini önermiştir (Wilson 1895).

Hyatt 1923 yılında çürük şüphesi olan pit ve fissürlerin mekanik preparasyonu yapılarak, kavitenin amalgamla doldurulduğu profiltik uygulamaları savunmuştur (Hyatt 1923). *Bodecker* ilk olarak fissürleri sondla temizleyip içerisine oksifosfat siman damlatılmasını savunurken, daha sonra derin fissürlerin mekanik olarak genişletilip temizlenebilirliğin artırılmasının amaçlandığı profiltik odontotomiyi savunmuştur (Bodecker 1929).

Fissür örtücülerin ilk klinik uygulamaları *Cueto* ve *Buonocore* tarafından 1967 yılında, asitlenen mine alanlarına siyonaakrilatın yerleştirilmesiyle başlamıştır (Cueto ve Buonocore 1967). Fissür örtücü olarak poliüretan türevleri ve polikarboksilat simanlar da kullanılmış fakat viskozitelerinin fissür detaylarına nüfuz edemeyecek kadar yüksek olması ve aşınma dirençlerinin düşük olması gibi nedenlerle dolaylı fazla ilgi görmemişlerdir (Craig 1997).

Yapısında F bulunan ve dişleri çürüğe karşı dirençli hale getiren cam iyonomer simanları fissür örtücü olarak ilk kullanan *Mc Lean* ve *Wilson* olmuştur (McLean *et al.* 1994). Cam iyonomer simanların olumsuz özelliklerini azaltmak için bu materyallere rezin ilave edilmiş, rezin modifiye cam iyonomer siman (RMCİS) ve poliasit modifiye kompozit rezin (PMKR) materyaller geliştirilmiştir. Bu hibrit materyaller günümüzde halen fissür örtücü olarak kullanılmaktadır (Pardi *et al.* 2003, Gungor *et al.* 2004).

Amerikan Diş Hekimleri Birliği (*American Dental Association-ADA*) tarafından bis-fenol A glisidil metakrilat (Bis-GMA) rezin monomer içerikli fissür örtücü materyalleri değerlendirilmiş ve 1983 yılında bunların kullanımına izin verilmiştir (Bowen 1982). Günümüzde de rezin esaslı fissür örtücülerin büyük bir çoğunluğunu Bis-GMA esaslı materyaller oluşturmaktadır (McDonald RE 2005).

2.4.6.2 İdeal Bir Pit ve Fissür Örtücüde Bulunması Gereken Özellikler

- Oral dokularla biyouyumlu olmalı,

- Kolay uygulanabilir özellikte olmalı,
- Fissürlere iyi penetre olabilmesi için akışkanlığı yeterli derecede olmalı,
- Ağız ortamındaki fonksiyonel kuvvetlere karşı dirençli olmalı,
- Termal ve mekanik özellikleri mine dokusuna mümkün olduğunca benzer olmalı,
- Uygulandığı yüzeyde çürük önleyici etki göstermeli,
- Tutuculuğunu uzun süre koruyabilmelidir (McLean ve Wilson 1974, Perez-Lajarin *et al.* 2003, Welbury *et al.* 2004).

2.4.6.3 Fissür Örtücü Endikasyonları

Fissür örtücü uygulamasına karar verme aşamasında; dişin klinik durumu ile birlikte medikal ve sosyal risk faktörleri de dikkatlice değerlendirilmelidir. Bireyin oral hijyen ve beslenme alışkanlığı, sistemik veya topikal F alımı endikasyon sırasında göz önünde bulundurulmalıdır (Tinanoff ve Douglass 2001). ADA' nın 2008 yılı rehberinde fissür örtücü uygulamasına karar verilirken; hasta seçimi, diş seçimi ve fissür örtücünün uygulama zamanının (dişin sürme seviyesi ve sürme zamanı) temel alınması gerektiği bildirilmektedir (Beauchamp *et al.* 2008).

Bazı çalışmalarda fissür örtücü endikasyonu kararı verilmeden önce ilk olarak çürük risk seviyesi tayininin yapılması gerektiği, yüksek risk durumunda örtücünün uygulanabileceği bildirilmektedir (Feigal 2002, Feigal ve Donly 2006, Beauchamp *et al.* 2008). Yapılan farklı araştırmalarda ise çürük risk seviyesi düşük olup dar ve derin pit ve fissürlere sahip bireylere de fissür örtücü uygulanması gerektiği savunulmaktadır (Grewal ve Chopra 2008).

Çürük risk seviyesinin belirlenmesinde kullanılan tahmin modelleri kesin tanıya varmak için yeterli değildir. Farklı toplumlardaki bireylerin yaş, sosyoekonomik durum ve kültürel risk faktörlerindeki farklılıklar çürük riskini değerlendirmede yetersiz kalmaktadır. Aynı zamanda bireylerin risk profilleri zaman içinde değişebilmektedir.

Günümüzde oklüzal yüzeylerdeki çürük risk seviyesi en kolay şekilde bireyin;

- Var olan çürük dişlerin sayısı ve durumu,
- F'den yararlanma durumu,

- Pit ve fissürlerin anatomisi ve plak düzeyi değerlendirilerek tahmin edilebilir (Locker *et al.* 2003).

Fissür örtücü endikasyonları konusunda çürük risk seviyesi tayininde farklı görüşler vardır. Bazı araştırmacılar sürme başlangıcından sonraki 2-4 yıllık süre içerisinde daimi azı dişlerin oklüzal yüzeylelerinde çürük riskinin devam ettiğini ve sürmenin üzerinden 4 veya daha fazla yıl geçmesine rağmen çürük lezyonu bulunmayan dişlere fissür örtücü uygulamanın gerek olmadığını savunmaktadırlar (Ripa 1985, Ahovuo-Saloranta *et al.* 2008). Süt dişlenme döneminde çürüksüz dişlere sahip olan çocukların daimi büyük azı dişlerine fissür örtücü uygulamasına gerek olmadığı, bu dişlerin düzenli aralıklarla kontrol edilmesinin yeterli olabileceği belirtilmektedir. Daimi birinci büyük azılardan birinde oklüzal çürüğe rastlanıldığı durumlarda ise bütün molar dişlere fissür örtücü uygulanması gerektiği bildirilmiştir (Welbury R 2005). Bazı araştırmacılar ise süt ve daimi dişler için her yaşta çürük riskinin bulunduğu görüşünü savunmaktadır (Vehkalahti *et al.* 1991).

Welbury ve ark. mental geriliği, fiziksel engeli veya öğrenme güçlüğü bulunan bireylerin tüm pit ve fissürlerine fissür örtücü uygulanması gerektiğini savunmaktadır (Welbury R 2005).

Dişlerin ara yüzeylelerindeki çürük lezyonlarının tedavisinde kavite preparasyonu fissürleri içermiyorsa, kavite dışında kalan fissürlere fissür örtücü uygulanabileceği; preparasyonun fissürleri içine aldığı durumlarda ise fissür örtücü gerekmeyeceği bildirilmektedir (Locker *et al.* 2003).

Griffin ve ark. yaptıkları çalışmada mineden dentine yeni geçmiş çürük lezyonun üzerine fissür örtücü uygulandığında; çürüğün kavitasyon oluşmamış lezyonlarda %83, kavitasyon oluşmuş lezyonlarda %65 oranında ilerlemesinin durduğunu tespit etmişlerdir (Griffin *et al.* 2008).

Sonuç olarak;

- Çürük riski yüksek bireylere,
- Sondun takıldığı derin ve dar pit ve fissürlere,
- Süt veya daimi dişlerinde çürük veya restorasyon olan bireylerin sağlıklı dişlerine,

- Tıbbi, fiziksel veya psikolojik yetersizliği olan çocuk ve genç erişkinlere pit ve fissür örtücü uygulaması gerekmektedir (Brown *et al.* 1996, Welbury R 2005, Grewal ve Chopra 2008).

2.4.6.4 Pit ve Fissür Örtücü Olarak Kullanılan Materyaller

Geçmişten günümüze kadar fissür örtücü olarak kullanılan materyalleri içeriklerine göre; siyanoakrilatlar, poliüretanlar, polikarboksilat simanlar, cam iyonomer simanlar, RMCİS'lar, PMKR'ler, Bis-GMA rezinler ve son yıllarda üretilen ormoserler (organik modifiye seramik) olarak sıralayabiliriz (Simonsen 2002). Bugün en sık kullanılan materyaller ise Bis-GMA içerikli ve cam iyonomer esaslı olanlardır (Beauchamp *et al.* 2008).

2.4.6.4.1 Cam İyonomer Esaslı Fissür Örtücüler

Diş hekimliğinde ilk defa 1972 yılında *Wilson* tarafından tanıtılan cam iyonomer simanlar; restoratif, kaide ve yapıştırma materyali olarak sıklıkla kullanılmaktadır (O'Mullane 1994). Cam iyonomer simanlar düşük viskoziteli, asitlere karşı dayanıklı, ince film kalınlığı ve diş dokusuna benzer termal genleşme katsayısı olan biyouyumlu materyallerdir. Bunun yanında mine ve dentine kimyasal bağlanabilmesi ve F salımı sonucu çürük önleyici özelliğinin bulunması nedeniyle fissür örtücü olarak da kullanılmaktadır (Croll 1990, McLean 1992). Fakat sertleşme reaksiyonunun başlangıç aşamasında neme olan hassasiyetleri, renk uyumunun kompozit rezinler kadar iyi olmaması ve mekanik dirençlerinin yetersiz olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Croll 1990).

Cam iyonomer simanları pit ve fissür örtücü olarak ilk kullanan *McLean* ve *Wilson* yaptıkları çalışmada simanların bir sene sonundaki retansiyonunun %84, ikinci sene sonunda ise %78 oranında olduğunu bildirmişlerdir (McComb ve Tam 2001). Buna karşılık cam iyonomer simanla ilgili düşük retansiyon sonuçları da bulunmuş olup, bu sonuçlara rağmen fissür örtücü olarak oklüzal yüzeylerdeki etkinlikleri değerlendirilmeye çalışılmıştır (Forss ve Halme 1998, Sungurtekin *et al.* 2010). *Yengopal ve ark.* cam iyonomer ve rezin esaslı fissür örtücülerin

değerlendirildiği çalışmaları ele alan derlemelerinde, uzun süreli klinik çalışmalar sonucu cam iyonomer ve rezin esaslı fissür örtücülerin çürük oluşumunu önleyici etkilerinin benzer olduğunu bildirmiştir (Yengopal *et al.* 2009). Salar ve ark. ise çalışmalarında fissür örtücü olarak kullanılan cam iyonomerin rezin esaslı fissür örtücüye göre çürük oluşumunu önlemede daha başarılı olduğunu bildirmiştir (Salar *et al.* 2007). Ayrıca cam iyonomer fissürlerden düşse bile, fissür tabanında kalan materyalin F salınımına devam ederek çürük önleyici etkisinin devam ettiği bildirilmiştir (O'Mullane 1994, Ashley 2003).

Cam iyonomer esaslı fissür örtücüler yapılarında bulunan su nedeniyle uygulama sırasında nem ve tükürükten rezin materyaller kadar olumsuz etkilenmemektedir (Borsatto *et al.* 2004). Bu nedenle cam iyonomerlerin henüz sürmekte olan daimi azı dişlerin oklüzal yüzeylerine geçici fissür örtücü materyali olarak uygulanması önerilmektedir (Welbury *et al.* 2004). Dişin sürmesi tamamlanıp nem izolasyonu sağlanabildiğinde ise kalıcı olarak rezin esaslı fissür örtücü ile değiştirilmelidir (Taifour *et al.* 2003).

Yapısındaki florealüminosilikat cam tozu sayesinde F salabilen geleneksel cam iyonomer simanların F salımı RMCİS'larda olduğu gibi ilk 24 saatte maksimum seviyede kalırken, 48 saat sonra hızla düşüş gösterir ve ardından sabit ve düşük bir seviyede devam eder (De Moor *et al.* 1996). Bu simanlar aldıkları iyonları absorbe edebilmektedirler. Yapılan çalışmalarda geleneksel cam iyonomer simanların F deposu olarak görev yapabilme kapasitelerinin PMKR'lerden daha fazla olduğu bildirilmiştir (Matalon *et al.* 2010). Bunun yanında kompozit rezinler gibi düşük geçirgen özelliğe sahip materyaller F'i sadece yüzey tabakanın altına veya orta bölgeye kadar absorbe edebilmektedirler (Preston *et al.* 1999).

2.4.6.4.2 Rezin Modifiye Cam İyonomer Esaslı Fissür Örtücüler

RMCİS'lar, geleneksel cam iyonomer simanların olumsuz özelliklerinin üstesinden gelmek ve fiziksel olarak daha güçlü bir materyal meydana getirmek amacıyla cam iyonomer siman içerisine %20 oranında rezin ilave edilerek üretilmiştir. Rezinin çapraz bağlar arasına girmesi ile asit-baz reaksiyonunda bir yavaşlama olmasına rağmen, materyalin fiziksel özellikleri olumlu yönde değişmiştir. Geleneksel cam iyonomer simana göre aşınmaya daha fazla direnç

gösterdiği bildirilip buna karşılık materyal içerisinde bulunan rezinin zaman içerisinde ağız ortamında bulunan bir miktar suyu absorbe ettiği belirtilmiştir (Nalbant 2002).

RMCİS'lar diş sert dokularına hem kimyasal hem de mikromekanik yolla bağlanır. Geleneksel cam iyonomer simanda olduğu gibi simanın karıştırılmasıyla asit-baz reaksiyonu başlar, ilk 24 saat içerisinde diş dokusu ile iyonik bağlar kurulur. Bunun yanında mine dokusunda mine prizmaları arasına, dentin dokusunda ise dentin tübülleri içerisine hidroksi etil metakrilat (HEMA) gibi monomerlerin penetre olmasıyla da mikromekanik bağlantı sağlanır (Nalbant 2002).

Geleneksel cam iyonomer simanlarda olduğu gibi F salımı yapısında bulunan floroalüminasilikat cam tozundan kaynaklanan RMCİS'ların, artmış fiziksel özellikleri sayesinde fissür örtücü olarak kullanımı gündeme gelmiştir. Bu amaçla farklı sertleşme özelliklerine sahip simanlar klinik ortamında fissür örtücü olarak kullanılmaktadır (Atar 2000).

Oliveira ve ark. RMCİS ile rezin esaslı bir fissür örtücünün yüzey özelliklerini, tutuculuklarını ve çürük önleyici özelliklerini karşılaştırdıkları bir çalışmada; 1 yıllık takipte RMCİS'in adezyonunun, aşınma direncinin, tutuculuğunun ve çürük önleyici özelliklerinin olumlu sonuçlar vermesi nedeniyle rezin esaslı fissür örtüçülere alternatif olabileceğini bildirmişlerdir (Oliveira *et al.* 2008).

2.4.6.4.3 Poliasit Modifiye Kompozit Rezine (Kompomer) Esaslı Fissür Örtücüler

Kompomer olarak da bilinen PMKR 1990'ların başlarında RMCİS'ların üretiminden sonra piyasaya sürülmüştür. Bu materyaller, kompozitlerin estetik özelliklerini ve cam iyonomer simanların diş dokusuna kimyasal olarak bağlanabilme ve F salabilme özelliklerini taşımaktadırlar. F salma özellikleri cam iyonomer simana göre oldukça düşüktür (Nicholson 2007).

Yapısal olarak cam iyonomer ve RMCİS'lardan çok kompozitlere benzemektedirler. İçeriklerinde karboksil grubu bulunduran dimetakrilat monomerler ve iyon salabilen doldurucular vardır. Geleneksel kompozitlerden farklı olarak asidik fonksiyonel grupları olan monomerler de içerebilirler. Bu materyallerin fissür örtücü formları ve fissür örtücü olarak kullanılacak yapıda olan akıcı tipleri piyasada mevcuttur (Örnek olarak; Dyract Seal, Dyract Flow Dentsply) (Nicholson 2007).

PMKR'lerin dişe bağlanma dayanımının geleneksel cam iyonomer simanlardan yüksek olmasına rağmen (Saito *et al.* 1999), aşınma dirençlerinin ise kompozit rezinlerden daha düşük olduğu bildirilmiştir (Hicks 2009).

Fissür örtücü olarak PMKR'lerin kullanıldığı bir çalışmada 2 yıllık takip sonrasında, bu materyallerin rezin içerikli fissür örtücüler kadar başarılı olduğu bildirilmiştir (Ram *et al.* 2005).

PMKR'lerin tutuculuklarının değerlendirildiği başka bir çalışmada ise 6-7 yaş grubundaki çocukların yeni sürmüş daimi 1. büyük azı dişlerine rezin esaslı ve kompomer esaslı fissür örtücüler uygulanmıştır. 2 yıllık takip sonrasında kompomer esaslı fissür örtücüde tutuculuğun daha düşük olduğu bulunarak, maturasyon döneminde olmanın fissür örtücü retansiyonuna olumsuz etki etmediği sonucuna varılmıştır (Yakut ve Sonmez 2006).

2.4.6.4.4 Rezin Esaslı Fissür Örtücüler

Bowen tarafından 1960 yılında epoksi reçine içerisine Bisfenol A (BPA) ve glisidil dimetakrilatın eklenmesiyle Bis-GMA yapısı sentezlenmiştir. Bis-GMA'da epoksi rezin içerisindeki epoksi gruplarının yerine metakrilat grupları yer almaktadır. Bu sayede ağız ortamında daha hızlı polimerize olabilmektedir (Bowen 1982, Peutzfeldt 1997).

Rezin esaslı dental materyaller; rezin matriks, doldurucular, matriks ve doldurucuları birbirine bağlayan ara faz ve başlatıcılardan oluşmaktadır. Bu materyallerin çoğunun matriks yapısı Bis-GMA veya UDMA'dan (üretan dimetakrilat) meydana gelmektedir (Peutzfeldt 1997).

Fissür örtücü olarak kullanılan materyallerin çoğunda Bis-GMA veya üretdimetakrilat esaslı monomerler yer almaktadır. Polimer matriks yapının viskozitesini azaltmak ve penetrasyonunu arttırmak amacıyla fissür örtücüye trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) veya HEMA gibi yapılar eklenmektedir (Schwengberg *et al.* 2005). Pit ve fissür örtücü olarak kullanılan Bis-GMA içerikli rezinlerin asitlenen mineye daha iyi tutunabilmesi için rezine 1/3 oranında metil metakrilat monomeri de ilave edilmektedir (Bowen 1982).

Bis-GMA içerikli fissür örtücülerin polimerizasyonu çeşitli yollarla olabilmektedir. Polimerizasyon şekillerine göre; ultraviyole ışık ile polimerize olan

fissür örtücüler (1. jenerasyon fissür örtücüler), kimyasal olarak polimerize olan fissür örtücüler (2. jenerasyon fissür örtücüler) ve görünür ışık ile polimerize olan fissür örtücüler (3. jenerasyon fissür örtücüler) olarak sınıflandırılmaktadırlar (San-Martin *et al.* 2013).

Birinci jenerasyon fissür örtücüler, ultraviyole ışığın stabilizasyonunun zor olması ve retinaya olan zararı nedeniyle uzun süre kullanılmamıştır (De Craene *et al.* 1989).

İkinci jenerasyon fissür örtücüler iki komponentten oluşmaktadır. Bis-GMA ve başlatıcı olarak benzoil peroksit içeren komponent ile Bis-GMA ve %5'lik amin hızlandırıcı içeren diğer komponent karıştırıldıktan sonra dişe uygulanır ve kimyasal olarak polimerize olması sağlanır (Welbury *et al.* 2004). Birinci ve ikinci jenerasyon fissür örtücülerin kıyaslandığı çalışmalarda, ikinci jenerasyon fissür örtücülerin retansiyonlarının daha iyi olduğu görülmüştür (Kuhnisch *et al.* 2012).

Üçüncü jenerasyon fissür örtücülerin içeriğine 400-500 nanometre dalga boyunda ışıkla aktive edilerek polimerizasyon reaksiyonunu başlatan kamforokinon ve reaksiyonu kolaylaştıran alifatik aminler eklenmiştir (Hicks 2009). Rezin esaslı fissür örtücülerin polimerizasyonunda çoğunlukla halojen ve LED ışık (Light Emitting Diode) kaynakları kullanılmaktadır. Bunların haricinde plazma ark, QTH (Quartz Tungsten Halojen) ve lazer ışık kaynaklarından da faydalanılmaktadır (Dunn ve Bush 2002). Üçüncü jenerasyon fissür örtücülerde sertleşme reaksiyonu ışık uygulaması yapılmadan başlamadığı için fissürlere ve asitlenen mine yüzeylerine fissür örtücünün penetrasyonu daha iyi olmaktadır. Işık uygulanmasıyla 20-30 saniyede polimerizasyon gerçekleşir. Aynı zamanda ikinci jenerasyon fissür örtücülerde meydana gelen hava kabarcığı oluşma riski bu jenerasyonda daha düşüktür (Hicks 2009). Görünür ışıkla polimerize olan fissür örtücülerin kimyasal yolla polimerize olanlara göre yeterli çalışma zamanı olması, manipülasyon kolaylığı, mine yüzeyine daha homojen yayılabileme gibi üstün özellikleri nedeniyle; kimyasal yolla polimerize olanlara göre kullanımı tercih edilmektedir (Simonsen 2002).

Rezin esaslı fissür örtücülerin klinik uygulama ve takiplerinin daha iyi yapılabilmesi için renkli, şeffaf ve opak olanları da üretilmeye başlanmıştır. Klinik takip açısından renkli ve opak fissür örtücülerin daha avantajlı olduğu, şeffaf fissür

örtücülerin ise alt katmanda çürük oluşumunu değerlendirmede faydalı olduğu bildirilmiştir. Bu fissür örtücü tiplerinin klinik olarak başarılarının benzer olduğu belirtilmiştir (Heifetz *et al.* 2004).

Polimerizasyon büzülmesini azaltmak ve aşınma direncinin arttırmak amacıyla fissür örtücülere doldurucu ilavesi gündeme gelmiştir. Farklı doldurucu oranlarına sahip fissür örtücülerin akışkanlıkları farklı olduğundan mine yüzeyindeki porlara penetrasyonu ve bağlanma dayanımları da etkilenebilmektedir (Simonsen 2002). Fissür örtücünün retansiyonunu ve mikrosızıntısını etkileyen en önemli faktörlerden birisi materyalin akışkanlığıdır. Bu nedenle genellikle düşük miktarda inorganik partikül içeren, viskozitesi düşük, yüzeyi ıslatabilme kabiliyeti yüksek olan fissür örtücüler klinik kullanımda tercih edilmektedir (Xalabarde *et al.* 1996). İlave edilen doldurucu partiküllerin şekli ve miktarı materyalin fiziksel özelliklerini etkilemektedir. Örneğin; inorganik doldurucu miktarının artması, organik matriks oranını azalttığı için materyalin ısıl genişleme katsayısı ve polimerizasyon büzülmesi azalacak ve dayanıklılığı artacaktır (Osorio *et al.* 2007). Doldurucu miktarının yanında doldurucu partikül boyutunun mine porlarından daha büyük olduğu durumlarda ise, fissür örtücünün fissürlere ve mikropöröz alanlara penetrasyonu yeterli olmayacaktır (Subramaniam *et al.* 2009).

2.4.6.4.4.1 Florid İçeren Rezin Esaslı Fissür Örtücüler

Rezin materyallere F ilavesi yıllar önce gündeme gelmiştir (Lee *et al.* 1972). Fissür örtücülere F ilavesi 2 farklı yöntemle yapılmaktadır. Birinci yöntemde çözünebilir F tuzu (örnek olarak; NaF, Na₂PO₃F) polimerize olmamış rezine ilave edilir. Daha sonra F'in polimerizasyonu gerçekleşen rezin içerisinden ağız ortamına çözünerek salınacağı düşünülmüştür. İkinci yöntem ise tükürükten gelen iyonlarla yer değiştirebilecek hareketli F iyonlarının kovalent bağlarla rezine ilave edilmesi şeklindedir. Bu sayede materyalin yapısında bozulma olmadan, sadece iyon değişim mekanizmasıyla F iyonu açığa çıkacağı düşünülmüştür (Morphis *et al.* 2000).

Araştırmacılar fissür örtücülerin ağız ortamında F rezervuar görevi yapabilmesi için uzun süreli F salınımının gerekliliğini vurgulamışlardır (Ripa 1991). Garcia-Godoy ve ark. F içeren 5 farklı rezin esaslı fissür örtücü (*FluoroShield*, *Helioseal F*, *Ultraseal XT*, *Baritone L3* ve *Teethmate F-1*) ile F içermeyen 1 adet

fissür örtücünün (*Delton*) F salım özelliklerini inceledikleri çalışmalarında bütün fissür örtücülerin 30 gün boyunca ölçülebilir miktarda F saldıklarını bildirmişlerdir. Ayrıca rezinin kimyasal yapısına F katılarak elde edilen fissür örtücünün (*Teethmate F-1*), F tuzu içeren fissür örtücülere göre daha yüksek oranda F saldıgını bildirmişlerdir (Garcia-Godoy *et al.* 1997).

F içeren fissür örtücülerin F salımı sonrasında yapısının bozulacağı ve bu durumun materyalin fiziksel özelliklerinde zayıflamaya neden olabileceği bildirilmiştir (Morphis *et al.* 2000). Bununla birlikte F içeren rezin esaslı fissür örtücüler ile F içermeyen fissür örtücü materyallerin klinik olarak kıyaslandığı çalışmalarda, bu materyallerin retansiyon değerleri yönünden aralarında istatistiksel bir farkın olmadığı bulunmuştur (Vrbic 1999, Yıldız *et al.* 2004).

2.5 Biyoaktif Camlar

Vücudun hastalıklı veya hasar görmüş kısımlarının onarımı ve yeniden yapılandırılmasında kullanılan biyomateryallerden biri olan seramiklere (metal olmayan inorganik katı malzemeler) 'biyoseramik' adı verilmektedir. Alumina, trikalsiyum fosfat, hidroksiapatit, kalsiyum aluminatlar, BAC ve cam-seramikler biyoseramiklere örnek olarak verilebilir (Hench ve Jones 2005).

BAC'lar silika temelli malzemeler olup, vücut sıvılarıyla temas sonucu oluşan çeşitli kimyasal tepkimeler ile yumuşak doku ve sert dokularda hızlı bir şekilde bağlanabilme özelliği göstermektedir. 1969 yılında *Larry Hench* tarafından üretilen silika ve fosfat temelli BAC'lar biyoyumlu olmalarının yanında fizyolojik sıvılarda yüzey aktif özellikleri sayesinde yüzeyde hidroksil karbonat apatit (HCA) tabakası oluşturarak kemik doku gibi canlı dokulara bağlanabilmektedir (Jones 2013).

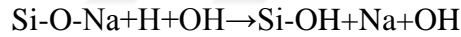
İlk üretilen BAC'lar amorf yapılı olup, %45 silisyum dioksit (SiO_2), %24,5 sodyum oksit (Na_2O), %24,5 kalsiyum oksit (CaO) ve %6 fosfat penta oksit (P_2O_5) bileşiklerinden oluşmaktadır. Ağırlıkça %45 silika içermesi ve CaO ve P_2O_5 'in molce oranının 5 olmasından dolayı 45S5 BİYOAKTİF olarak isimlendirilmektedir (Hench 2006). Materyalin yüksek reaktif özelliğe sahip olabilmesi için silika oranının ağırlıkça %60'ın altında tutulması ve $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ oranının yüksek olması sağlanmalıdır (Alauddin 2004). Ayrıca üretim sonrasında cam partikül boyutlarının nano seviyelere düşürülerek reaktiflik özelliğinin artırılması amaçlanmaktadır. Bu

sayede hem materyalin performansı arttırılmakta hem de farklı uygulama alanları ortaya çıkabilmektedir. Cam partikülleri yüzeyinde aktif iyon salımı ve protein adsorbsiyonu ile camın biyoaktivitesi arttırılmaktadır (Brunner *et al.* 2007).

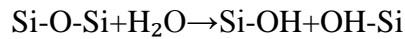
BAC'ların önemli özellikleri arasında enzimatik faaliyetleri, üç boyutlu vasküler yapı oluşumunu desteklemeleri, sert dokudaki mezenkimal hücrelerin farklılaşmasına yardımcı olmaları ve kemik dokuya organik bağlarla bağlanabilmeleri yer almaktadır (Brunner *et al.* 2007). Osteokondüktif yapıda olup, yüzeyde iyon salımı yoluyla apatit tabakası oluşturarak kemik dokuya kimyasal olarak bağlanabilmektedir. Bu sebeple diş hekimliğinde remineralizasyon ajanı olarak BAC'ların kullanımı konusunda çalışmalar yapılmıştır (Burwell *et al.* 2009, Alauddin 2004, Kaur *et al.* 2014).

BAC materyali vücut dokularına uygulanır uygulanmaz bir dizi reaksiyon meydana gelmektedir. Katyonların erimesi ve değişimi, SiO₂ dağılımı, kalsiyum ve fosfatın çökelerek apatit oluşturmasını içeren reaksiyonlar 5 ana aşamadan oluşmaktadır (Alauddin 2004):

- 1) Cam yüzeyindeki Na ve K iyonları çok hızlı bir şekilde vücut sıvılarındaki H ve H₃O ile yer değiştirir.



- 2) Hızla gelişen ilk aşamanın sonrasında sodyum kaybı belirli bölgelerde silika ağının hasarına neden olur. Si(OH)₄ formundaki çözünebilir silikanın hasarı ile cam ile vücut sıvıları ara yüzeyinde Si-OH formasyonu gerçekleşir.



- 3) Kalsiyum fosfat tabakasının oluşumunda destek görevi görecekt SiO₂' den zengin tabaka cam yüzeyinde repolimerize olur ve ardından amorf kalsiyum fosfat formasyonu gerçekleşir.
- 4) Ca ve PO₄ gruplarının SiO₂ tabakasını geçmesiyle bu tabakanın dışında CaO-P₂O₅' den zengin film tabakası oluşur ve bu tabakaya vücut sıvılarından çözünebilir kalsiyum, fosfat katılır.
- 5) Vücut sıvılarından çeşitli anyonların katılımı ile CaO-P₂O₅ film tabakasının kristalizasyonu sonucunda hidroksil, karbonat ve florapatit gruplarının formasyonu gerçekleşir.

BAC'ların en büyük avantajı hızlı doku bağlanmasına olanak sağlayan yüksek reaksiyon hızıdır. Diğer avantajı ise esneklik katsayılarının (30-35 GPa) kortikal kemiğinkine yakın olmasıdır. Amorf cam yapısından kaynaklanan mekanik yetersizlik ve düşük kırılma direnci gibi özellikleri ise dezavantajları arasında sayılabilir. Bu nedenle gerilme direnci 40-60 megapaskal (MPa) olan BAC'ların basma kuvvetinin düşük olduğu bölgelerde kullanılması daha uygundur (Kükürtcü 2015).

2.5.1 Biyoaktif Camların Medikal Alanda Kullanımları

BAC'lar 15 yılı aşkın süredir kemik greft materyali olarak medikal alanda kullanılmaktadır. Amerikan Gıda ve İlaç Kurumu (*Food and Drug Administration-FDA*) tarafından onaylanmasından itibaren orta kulak cerrahisinde, periodontal hastalıklarda, farklı kemik defektlerinde greft materyali olarak ya da implant yüzeylerinin kaplanmasında kullanılmaktadır (Brunner *et al.* 2007).

Önceleri küçük kemik replasmanlarında kullanılan BAC'lar sonraları diğer klinik uygulamalarda da tercih edilmeye başlanmıştır. Örneğin ortopedik implant veya medikal apareylerin yüzeyleri BAC partikülleri ile kaplanarak, kemik doku ile kimyasal bağlantı ve yapışma sağlanabilmektedir (Brunner *et al.* 2007).

Son zamanlarda ise BAC'lar dokunun tamirini ya da yeniden oluşturulmasını amaçlayan doku mühendisliği ve rejeneratif tıp alanında da uygulama alanı bulmaktadır. Kemik doku mühendisliği gelecekte BAC'ların klinik kullanımları için önemli gelişmelere ışık tutmaktadır (Brunner *et al.* 2007).

2.5.2 Biyoaktif Camların Diş Hekimliğinde Kullanımını

BAC'ların kemik dokusundaki hızlı kemik oluşumunu stimüle etmesi, birçok araştırmacıyı bu materyalin diş sert dokuları üzerindeki etkilerini araştırmaya yönlendirmiştir. Osteokondüktif özellikte olduğu bilinen BAC'ların, diş dokularında da mineralizasyonu sağlayabilecekleri düşünülerek, diş hekimliğinde mineralizasyon ajanı olarak kullanılmaları konusunda çalışmalara yoğunlaşmıştır (Alauddin 2004, Hench 2006).

Efflandt ve ark. yaptıkları *in vitro* çalışmada ağız ortamını taklit eden sıvıda BAC ile temasta olan dentin arasında mineralizasyon reaksiyonu yoluyla yapısal

bütünlük sağlandığını belirtmişlerdir (Efflandt *et al.* 2002). Bu araştırmacıların diğer bir çalışmasında ise BAC'ın vücut ısısında yapay tükürük ortamında apatit tabakası oluşturabileceği bildirilmiştir (Efflandt *et al.* 2000a).

Kemik greft materyalleri diş hekimliğinde periodontal kemik defektlerinde, kistlerin ve çekim boşluklarının tedavisinde, implant çevresindeki kemik rezorbsiyonlarının augmentasyonunda (yeni kemik oluşturma, güçlendirme) kullanılmaktadır (Tüter *et al.* 1998). Bu materyallerden BAC içerikli olanları ise dokulara kimyasal olarak bağlanabilme yetenekleri yönüyle diğer alloplastik greftlerden üstünlük göstermektedir (Macedo *et al.* 2004). Daha fazla yeni ataşman ve kemik yapımı sağlayan BAC içerikli kemik greftlerinin, hemostatik ve antibakteriyel özellikleri sayesinde kullanımının avantajlı olabileceği düşünülmektedir (Sakallıoğlu U 2006).

BAC materyali kuafaj ajanı olarak da tercih edilmektedir. Yapılan çalışmalarda BAC'ın kalsiyum hidroksite göre daha iyi bir kuafaj ajanı olduğu belirtilmektedir. Süt kanin dişler üzerinde yapılan *in vivo* bir çalışmada pulpa üzerine BAC uygulandıktan 2 ay sonra çekilen dişler dentin köprüsü oluşumu yönünden değerlendirilmiştir. BAC kullanılan grubun, kalsiyum hidroksit kullanılan gruba göre dentin köprüsü oluşumunda daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Haghgoo ve Naderi 2007). Wang *ve ark.*'nin yaptıkları çalışmada ise nano boyutlarda kullanılan BAC'ın pulpa hücrelerinde odontoblastik farklılaşmayı uyardığı, bu nedenle dentin rejenerasyonu ve pulpa tamirinde kullanılabilmesi belirtilmiştir (Wang *et al.* 2014).

Jabbarifar *ve ark.* köpekler üzerinde yaptıkları bir çalışmada amputasyon materyali olarak kullanılan MTA ve BAC'ın başarısının, formokrezol ve hidroksiapatite göre daha iyi olduğunu bildirmişlerdir (Jabbarifar *et al.* 2008).

BAC'lar vücut sıvılarıyla reaksiyona girdiğinde pH' da yükselmeye neden oldukları için bu materyallerin antimikrobiyal etkilerine yönelik araştırmalar yapılmaya başlanmıştır (Jones 2013, Krishnan ve Lakshmi 2013). Cam iyonomer simana %30 oranında eklenen BAC'ın agar difüzyon testinde *S. mutans* üzerinde antibakteriyel etkili olduğu görülmüştür (Yli-Urpo *et al.* 2003). BAC ve kalsiyum hidroksitin *Enterococcus faecalis* üzerindeki etkinliğinin araştırıldığı *in vivo* bir çalışmada, rezidüel bakteri büyümesini engellemede kalsiyum hidroksitin daha etkili olduğu rapor edilmiştir (Zehnder *et al.* 2006).

Mikron boyutuna indirgenmiş BAC seramiklerin, açık dentin tübüllerinde hidroksiapatit tabakası oluşumunu indükleyip dentin tübüllerini tıkayarak dentin hassasiyetinin azalmasına yardımcı olduğu bildirilmiştir (Tirapelli *et al.* 2010). Bununla ilgili olarak Lee ve ark. yaptıkları bir çalışmada açık dentin tübüllerinde kullanılan BAC içeren patların hassasiyet tedavisindeki etkinliklerini kanıtlamışlardır (Lee *et al.* 2007).

BAC'ların remineralize edici, sert doku oluşumunu indükleyici ve antibakteriyel özelliği gibi avantajları göz önüne alınarak diş hekimliğinde bu materyallerin restoratif materyallerle kombine kullanımı gündeme gelmeye başlamıştır. BAC'ların, dentin mineralizasyonuna yardımcı materyallerin yapısına doldurucu komponent olarak katılabileceği bildirilmiştir (Efflandt *et al.* 2000b). Yapılan çalışmalarda BAC'ın rezin restoratif materyallerin yapısına katılarak materyalin özelliklerini olumlu yönde değiştirdiği görülmüştür (Khvostenko *et al.* 2013, Oral *et al.* 2014). BAC'ın özellikle çocuk diş hekimliğinde restoratif materyallerin yapısına katılarak, remineralizasyona fayda sağlayabileceği düşünülmüştür. Bu bilgiler doğrultusunda BAC'ların pit ve fissür örtücülerin yapısına katılması düşüncesi tartışılmaya başlanmıştır. Cam iyonomer esaslı fissür örtücülere BAC eklenerek materyalin antibakteriyel etkinliği değerlendirilmiştir (Yli-Urpo *et al.* 2003). BAC'ın rezin esaslı fissür örtücünün yapısına ve performansına etkisi tam bilinmemektedir. Literatürde BAC'ın rezin esaslı fissür örtücülere eklenerek asit nötralizasyon, bükülme mukavemeti ve su emme özelliklerinin değerlendirildiği sadece bir adet çalışma bulunmaktadır (Yang *et al.* 2013).

2.6 Fissür Örtücüleri Değerlendirme Yöntemleri

Restoratif materyallerin klinik performanslarının değerlendirilmesinde in vitro ve in vivo olmak üzere birçok yöntem bulunmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü, yüzey sertliği gibi test yöntemleri materyalin fiziksel özellikleri hakkında bilgi verirken; bağlanma dayanımı, kenar sızıntısı, iyon salımı gibi yöntemler materyalin hem fiziksel özellikleri hem de klinik performansları hakkında fikir sahibi olunmasını sağlar (Powers ve Sakaguchi 2006).

Çalışmamamızda BAC ile modifiye edilen rezin esaslı fissür örtücü materyallerin; *in vitro* koşullarda mikrosertlik, bağlanma dayanımı, mikrosızıntı ve antibakteriyel özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2.6.1 Mikrosızıntı

Mikrosızıntı, restoratif materyal ile kavite duvarı arasında bakteri, oral sıvılar, molekül ve iyonların sızması olarak tanımlanır (Kidd 1976). Restorasyonlardaki başarısızlığın önemli nedenlerinden biri olan mikrosızıntı; materyal ile diş dokusu arasındaki termal genişleme kat sayılarının farklılığı, polimerizasyon sırasında meydana gelen büzülme, materyalin oklüzal kuvvetler ile elastik deformasyona maruz kalması, zaman içinde materyal yüzeyinin aşınması ve materyalin uygulanması sırasında gerekli kurallara uyulmaması nedeniyle oluşabilmektedir (Fabianelli *et al.* 2007, Nalcaci *et al.* 2007).

Fissür örtücü ile diş dokusu arasında meydana gelen mikrosızıntı önlenemediğinde kenar renklenmesi, sekonder çürük oluşumu ve fissür örtücüde başarısızlık gibi sonuçlar ortaya çıkabilir (Fabianelli *et al.* 2007, Ayyıldız *et al.* 2009). Fissür örtücülerin devamlılığında önemli rol oynayan mikrosızıntı ancak örtücünün mine yüzeyine tam olarak penetre olması ve bir yüzey oluşturmasıyla önlenebilir (Barnes *et al.* 2000).

Restorasyon ile diş yüzeyi arasında meydana gelebilecek mikrosızıntının derecesini değerlendirmede birçok yöntemden yararlanılmaktadır. Bu yöntemler; boya penetrasyon yöntemi, radyoaktif izotop yöntemi, kimyasal ajanlar, bakteriyel çalışmalar, elektrokimyasal teknik, nötron aktivasyon analizi, mikroskobik inceleme yöntemleri ve multi-foton lazer kullanılmasıdır (Taylor ve Lynch 1992, Tiritoglu 1994, Ayyıldız *et al.* 2009).

Bahsedilen yöntemler arasında en yaygın ve pratik olanı boya penetrasyonudur. Boya penetrasyonu testinde; metilen mavisi (%0,2-10), bazik fuksin (%0,5-2), floresan (%2-20), kristal viyole (%0,05), anilin mavisi (%2), gümüş nitrat (%50), toluidin mavisi (%0,25), eritrosin (%2) ve Rodamin B (%0,2) boya kullanılmaktadır (Ayyıldız *et al.* 2009, Erdemir ve Yaman 2011).

Boya penetrasyon testi en eski yöntemlerden olup, kolay ve ucuz olduğu için en çok tercih edilendir (Taylor ve Lynch 1992, Mueninghoff *et al.* 1990). Bunun

yanında hızlı ve direk ölçümlere olanak tanınması bu yöntemi diğer yöntemlerden üstün kılmaktadır (Taylor ve Lynch 1992). Sızıntı araştırmalarında boya penetrasyonu ile kenar sızıntısının saptanmasında çoğunlukla basamaklı olarak artan skalalar kullanılmaktadır (McInnes ve Dickinson 1992, Williams *et al.* 2002).

2.6.2 Bağlanma Dayanımı

Restoratif materyallerin bağlanma dayanımı, diş ile restorasyon ara yüzeyindeki birim alana düşen kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Bağlanma dayanımı testleri aynı zamanda '*debonding testleri*' olarak da isimlendirilmektedir (Oilo 1993).

Bağlanma dayanımını belirlerken makaslama (shear) ve çekme (tensile) testlerinden yararlanılmaktadır. Çekme testinde; restorasyon ile diş ara yüzeyindeki yapışma bölgesine kuvvet dik ve sabit bir hızla yönlendirilir. Makaslama testinde ise restorasyon ile diş ara yüzeyine paralel yönde ve sabit artışla kuvvet uygulanır. Bu tarz klasik bağlanma dayanım testlerinde geniş yüzeylere ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca bağlantı yüzeyine bıçağın temas ettiği tek noktadan uygulanan kuvvet nedeniyle homojen olmayan stresler oluşabilmektedir.

(Ayaz *et al.* 2011).

Restoratif bir materyale kuvvet uygulandığında materyal içerisinde ters yönde, stres olarak bilinen bir direnç gelişir. Oluşan stresin miktarı; kuvvet biriminin, kuvvet uygulanan alana bölünmesiyle hesaplanır ve birimi MPa cinsinden ifade edilir (Sakaguchi ve Powers 2012). Bu testlerde hesaplanan düşük bağlanma dayanımı değerleri; bağlantının yetersiz olduğunu gösterir (Kanca 1992).

Diş yüzeyi ile restoratif materyal arasındaki yüksek makaslama bağlanma dayanımı, bakteri ve ağız sıvılarından kaynaklı sızıntının önlenmesinde önemlidir (Simonsen 2002, Papacchinia *et al.* 2006). Ayrıca fissür örtücü materyali ile mine yüzeyi arasındaki bağlanmanın kalitesiyle, fissür örtücünün tutuculuğu birbiriyle yakın ilişkilidir (Mejare *et al.* 2003).

Testlerle materyalin ağız ortamında maruz kalabileceği gerilim taklit edilmektedir. Test sonuçları mine ve dentinde farklılık göstermektedir. Ayrıca örneklerin hazırlanması ve saklanması gibi birçok faktör de bağlanma dayanımı sonucunu etkileyebilmektedir (Tekçe *et al.* 2013).

Bağlanma dayanım değerinin tespit edilmesi kadar diş restorasyon ara yüzündeki kırılma tipi de önemli bir parametre olarak görülmektedir. Diş ile materyal ara yüzeyinde oluşan kırılma adeziv tip kırılmadır. Tamamen diş ya da materyal içerisinde oluşan kırılma koheziv tip kırılma olarak adlandırılmaktadır. Adeziv ve koheziv kırılmanın birlikte görüldüğü tip kırılma ise karma kırılma olarak adlandırılmaktadır (Gateva ve Dikov 2012).

2.6.3 Yüzey Sertliği

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin mekanik özelliklerinin laboratuvar şartlarında birbiriyle kıyaslanmasında kullanılan testlerin başında sertlik testi gelmektedir (Sonugelen *et al.* 2000).

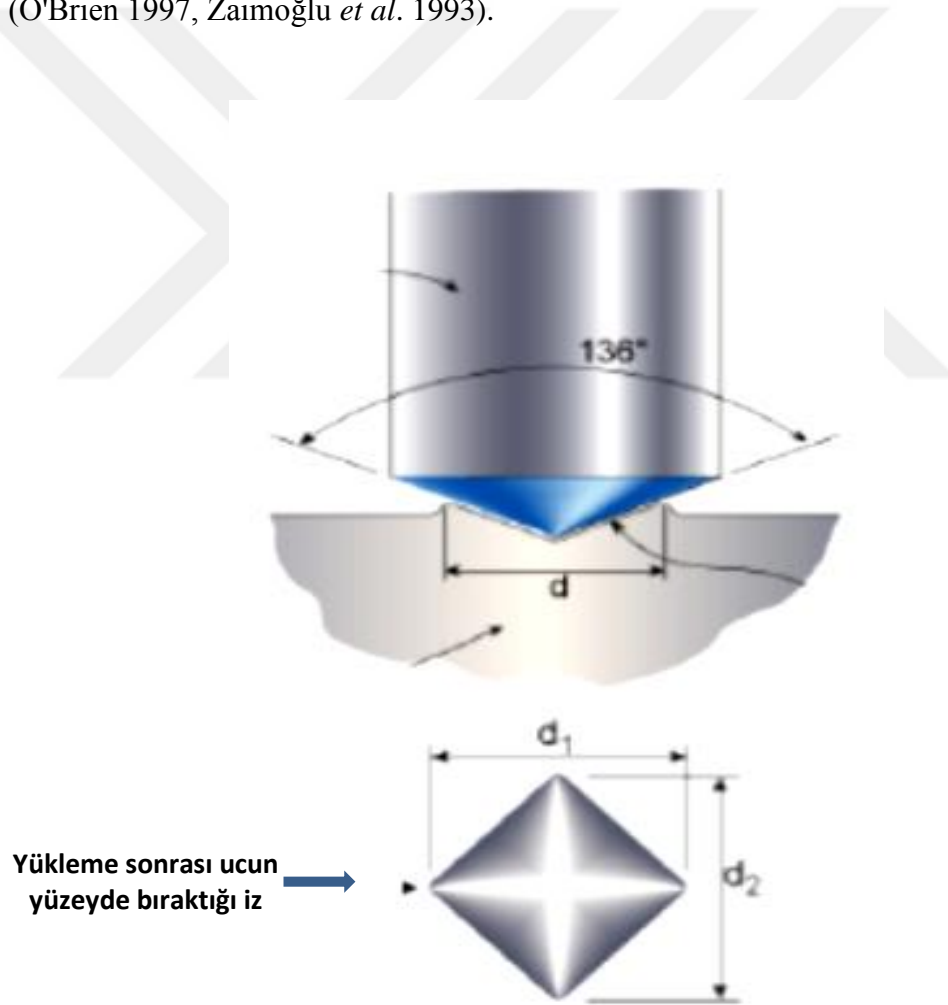
Dental materyallerde yüzey sertliği materyalin aşınmaya ve delinmeye karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Restoratif materyaller çiğneme hareketleri sırasında yoğun kuvvetlere maruz kaldığından, bu kuvvetler tarafından deformasyona uğramaması için yüzey sertlik değerlerinin yüksek olması gerekir. Materyalin düşük yüzey sertliği göstermesi aşınma direnci ile doğru orantılıdır (Benderli ve Yücel 1994, Ersoy *et al.* 2007).

İnorganik doldurucu partiküllerin miktarı ve tipi, organik matriksin yapısı ve polimerizasyon şekli rezin esaslı dental materyallerin sertlik değerlerini etkileyen faktörlerdendir. Örneğin inorganik doldurucu partikül miktarındaki artış, ilgili materyal için daha yüksek sertlik değerlerini ifade etmektedir (Benderli ve Yücel 1994, Deliktaş ve Ulusoy).

Yüzey sertlik ölçümünde en sık kullanılan test yöntemleri; Rockwell, Knoop, Barcol, Shore A, Brinell ve Vicker's testleridir. Sertlik ölçümü uygulanan yönteme göre makro, mikro veya nano dereceli olarak tanımlanabilir. Sertlik değeri belirlenirken çeşitli boyutlarda işaretleyici uç ile kuvvet test materyaline uygulanır. Çentik şeklinde oluşan izin derinliği ve yüzey alanı optik mikroskoplar aracılığıyla incelenerek yüzey sertlik değeri hesaplanır. Tungsten karbit, çelik veya elmas gibi materyallerden oluşan işaretleyici uç koni, küre veya farklı şekillere sahip olabilir. Yüklenen ağırlıklar ise değişkenlik gösterebilmektedir (Combe 1986, O'Brien 1997). Brinell ve Rockwell testleri makrosertlik ölçümlerinde tercih edilirken, Vicker's ve

Knoop mikrosertlik ölçüm testleri ince mikro yapıya sahip materyallerin yüzey özelliklerinin tanımlanmasında tercih edilir (Anusavice *et al.* 2013).

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin sertlik ölçümünde Vicker's sertlik testi daha sık kullanılmaktadır (Poskus *et al.* 2009). Özellikle kırılğan materyallerin sertliğinin ölçülmesinde kullanılan Vicker's sertlik testinde piramit şeklinde bir elmas uç kullanılır. Bu teste '*elmas piramit sertlik testi*' de denilmektedir. Bu piramidin yüzeyleri arasındaki açı 136° dir (Şekil 2.3). Elmas uç aracılığıyla materyal yüzeyine yapılan yüklemeyle, yüzeyde kare şeklinde bir çökme alanı belirir. Ortaya çıkan izin genişliğinin mikroskop altında ölçülmesinden sonra uygulanan kuvvetin çökme alanına bölünmesiyle Vicker's sertlik değeri hesaplanır (O'Brien 1997, Zaimoğlu *et al.* 1993).



Şekil 3 Vicker's sertlik deneyinin şematik görünümü (Callister ve Retwisch 2013)

2.6.4 Antibakteriyel Özellikleri

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin antibakteriyel özelliklerinin değerlendirilmesinde, genellikle birçok örneğin aynı anda incelenebildiği, hızlı ve kolay bir test olan agar difüzyon testi kullanılmaktadır (Jedrychowski *et al.* 1983, Sanders *et al.* 2002). Test edilecek materyallerin agar üzerine yerleştirilmesine göre disk difüzyon veya çukur agar testleri olarak 2 gruba ayrılır (Ölmez *et al.* 1996). Agar difüzyon testinin temel prensibi, test materyalinin agarda difüze olmasına ve difüze olduğu mesafe kadar test mikroorganizmalarını inhibe etmesi esasına dayanır (Jedrychowski *et al.* 1983).

Restorasyonların antibakteriyel aktiviteleriyle ilgili yapılan birçok çalışmada materyal ile mikroorganizma arasındaki etkileşimin restorasyonun uzun ömürlü olması açısından önemli olduğu bildirilmiştir (Matalon *et al.* 2003, Tobias 1988). Klinik çalışmalarda, fissür yüzeylerinden bakterilerin tam olarak elimine edilemediği durumlarda antibakteriyel etkili fissür örtücülerin sekonder çürük oluşumunu önlemede etkili olduğu bildirilmiştir (Matalon *et al.* 2003).

Yukarıdaki literatür bilgileri ışığında bu çalışmanın amacı; farklı oranlarda biyoaktif cam ile modifiye edilen rezin esaslı farklı doldurucu içeriğine sahip fissür örtücüleri mikrosertlik, makaslama bağlanma dayanımı, antibakteriyel ve mikrosızıntı özellikleri yönünden karşılaştırmaktır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada farklı doldurucu oranlarına sahip 3 farklı rezin esaslı fissür örtücünün farklı oranlarda BAC ile modifiye edilmesi ile oluşan yeni materyallerin;

- Makaslama bağlanma dayanımları,
- Mikrosertlikleri,
- Mikrosızıntıları
- Antibakteriyel özellikleri *in vitro* koşullarda değerlendirildi.

3.1 Çalışmada Kullanılan Materyaller

Çalışmada ışıkla polimerize olan, F salım özelliği bulunan rezin esaslı *Fissured Nova (Imicryl, Konya, Türkiye)* marka fissür örtücünün 3 farklı doldurucu oranlarına sahip versiyonları kullanıldı (Tablo 1), (Resim 1), (Resim 2), (Resim 3). Kullanılan fissür örtücüler; yüksek, orta ve düşük olmak üzere sırasıyla %55, %40 ve %7-9 oranlarında doldurucu içermektedir. Fissür örtücülerin uygulanacağı oklüzal mine yüzeylerinin hazırlanmasında ise üretici firmanın önerileri doğrultusunda %32'lik fosforik asit içeren *Scotchbond™ Etchant (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD)* kullanıldı (Tablo 2), (Resim 4). Ayrıca fissür örtücü materyallerin modifiye edilmesi için BAC'ın 45S5 (*Mo-Sci Health Care L.L.C, ABD*) ticari formundan yararlanıldı (Tablo 3), (Resim 5).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan fissür örtücü materyallerin kimyasal içeriği

Ticari Adı	Fissured Nova %55 dolduruculu, Fissured Nova %40 dolduruculu, Fissured Nova %7-9 dolduruculu
Üretici Firma	Imicryl Diş Malzemeleri Sanayii ve Ticaret AŞ Konya/Türkiye
Kimyasal İçerik	Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, NaF, butile hidroksitolüen, nano boyutlarda silanlanmış silika, florid serbestleyen cam toz
Doldurucu Partikül	Nano boyutlarda silanlanmış silika, florid serbestleyen cam toz



Resim 1. Fissured Nova %55 doldurucu



Resim 2. Fissured Nova %40 doldurucu



Resim 3. Fissured Nova %7-9 doldurucu

Tablo 2. Mine yüzeyini hazırlamada kullanılan asit materyali

Ürün Adı	Üretici Firma	Kimyasal İçerik
Scotchbond™ Etchant	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	%32 fosforik asit



Resim 4. Scotchbond™ Etchant (3M ESPE, ABD)

Tablo 3. Çalışmada kullanılan BAC tozunun özellikleri

Ürün numarası:	GL0160P 45S5
Formu:	İnorganik cam tozu
Partikül büyüklüğü:	2,12-5,06 µm
Yoğunluğu:	2,7 g/cm ³
Bileşimi (ağırlık %):	SiO ₂ %45, Na ₂ O %25, CaO %25, P ₂ O ₅ %5



Resim 5. Çalışmada kullanılan BAC tozu

3.2 Etik Kurul Onayı

Bu çalışmada Helsinki Deklarasyonu kurallarına uyularak Şifa Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı'ndan onay alındı (Referans No: 274-72).

3.3 Çalışmada Kullanılan Dişlerin Hazırlanması

Çalışmamızda Şifa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Hastalıkları Cerrahisi Kliniği'ne başvuran hastaların çekim endikasyonu konulan 180 adet alt ve üst daimi 3. büyük azı dişleri toplandı (Resim 6). Bu dişlerden herhangi bir çürük ve mine defekti içermeyenler çalışmada kullanılmak üzere ayrıldı. Dişler üzerindeki plak ve yumuşak doku artıkları mikromotora takılan bir fırça ve pomza ile uzaklaştırıldı. Daha sonra dişlerin oklüzal yüzeyleri basınçlı hava su spreyi ile yıkandı. Toplanan dişlerden 60 adedi makaslama bağlanma dayanımı, 120 adedi ise mikrosızıntı testi için ayrıldı.



Resim 6. Çalışmada kullanılan 3. molar dişler

3.4 Fissür Örtücü Materyallerin Modifiye Edilmesi

Çalışmada kullanılan farklı doldurucu oranlarındaki fissür örtücülerin BAC ile modifiye edilmesi işlemleri Imicryl Diş Malzemeleri Sanayii ve Ticaret AŞ laboratuvarında yapıldı.

Fissured Nova marka rezin esaslı fissür örtücünün %7-9, %40 ve %55 oranlarında doldurucu içeren çeşitlerinin her biri için aşağıdaki karışım hazırlandı.

- 14,25 g fissür örtücü içerisine 0,75 g BAC eklendi.
- 13,5 g fissür örtücü içerisine 1,5 g BAC eklendi.
- 12,75 g fissür örtücü içerisine 2,25 g BAC eklendi.
- Kontrol grubuna BAC eklenmedi.

Materyallerin ağırlıklarının belirlenmesinde hassas teraziden (*WTB 200 Precision Balance, Radwag, ABD*) yararlanıldı (Resim 7). Fissür örtücü materyalleri içerisine BAC tozunun eklenmesi işlemi karanlık bir odada gerçekleştirildi. Homojen bir materyal elde edebilmek için sonsuz değişken hızda, 100-1450 rpm devirde 30 dakika boyunca mikser (*Amar Equipments, HİNDİSTAN*) ile karıştırma işlemi gerçekleştirildi (Resim 8). Sonuç olarak her bir farklı doldurucu grup için ağırlıkça %5, %10, %15 BAC içeren gruplar ve kontrol grubu olmak üzere 4 grup oluşturularak toplamda 12 grup elde edildi (Tablo 4).



Resim 7. Çalışmada kullanılan hassas terazi

. Elde edilen karışımlar üzerinde hangi oranda BAC içerdiği yazılı olan boş fissür örtücü tüplerine yerleştirildi.



Resim 8. Materyallerin karıştırılmasında kullanılan mikser

Tablo 4. *In vitro* koşullarda değerlendirilen çalışma grupları

GRUPLAR	BİYOAKTİF CAM MODİFİKASYONU
1. Grup	Kontrol
2. Grup	% 5 BAC
3. Grup	%10 BAC
4. Grup	%15 BAC
5. Grup	Kontrol
6. Grup	%5 BAC
7. Grup	%10 BAC
8. Grup	%15 BAC
9. Grup	Kontrol
10. Grup	%5 BAC
11. Grup	%10 BAC
12. Grup	%15 BAC

3.5 Fissür Örtücü Materyallerin Makaslama Bağlanma Dayanımının Belirlenmesi

Makaslama bağlanma dayanım testi için örneklerin hazırlanması Şifa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde yapıldı. Fissür örtücü materyallerin mine yüzeyine makaslama bağlanma dayanımı testi İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi.

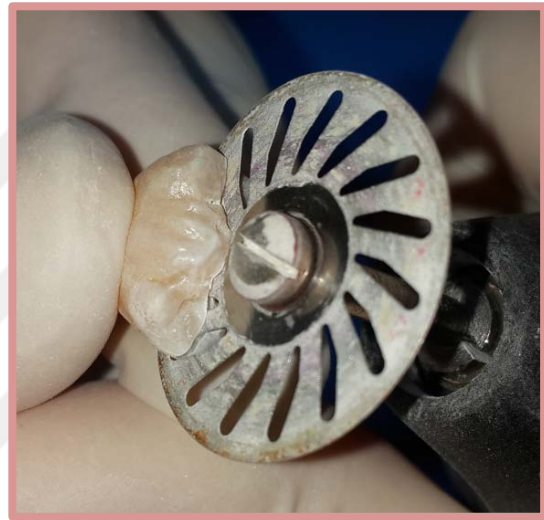
3.5.1 Fissür Örtücülerin Uygulanacağı Örneklerin Hazırlanması

Pit ve fissür örtücü olarak modifiye edilen 12 farklı grubun makaslama bağlanma dayanımlarının incelenmesi amacıyla her grup için kriterlere uygun olarak seçilen 5 adet daimi molar diş (toplam 60 diş) kullanıldı. Dişler yumuşak doku artıklarından ve eklentilerinden pomza ve basınçlı su ile arındırıldı. Dişlerin kökleri su soğutması altında elmas separe (*Horico, Almanya*) ile kuronlarından ayrıldı. Daha sonra dişlerin kuronları oklüzallerinden mezio-distal doğrultuda düşük hızda çalışan elmas separe ile su soğutması altında ikiye ayrıldı (Resim 9 a,b,c). Bu sayede grup

başı 10 örnek (n=10) olacak şekilde toplam 120 örnek hazırlanmış oldu. Elde edilen örneklerin açıkta kalması planlanan bukkal ve lingual mine yüzeyleri 1 mm kalınlıktaki muma gömüldü. Bu şekilde hazırlanan dişlerin üzerine polyester kalıplar yerleştirildi ve içerisine akrilik rezin (*Leaddent, Atlas Enta, Türkiye*) dolduruldu (Resim 10). Polimerizasyondan sonra kalıplarda yer alan dişlerin mine yüzeyleri sıcak su kullanılarak mumdan temizlendi.



Resim 9.a. Dişlerin köklerinin krunlarından ayrılması



Resim 9.b. Dişlerin krunlarının vertikal yönde 2 eşit parçaya ayrılması



Resim 9.c. Separasyon sonrasında elde edilen örnekler



Resim 10. Bağlanma dayanımını ölçmek için hazırlanan örnekler

3.5.2 Hazırlanan Mine Yüzeylerine Fissür Örtücülerin Uygulanması

Akrilik içerisine gömülü dişlerin mine yüzeyleri su altında 600 grit'lik zımpara (*Atlas Brand, İngiltere*) ile aşındırılarak standart düz yüzeyler elde edildi. Fissür örtücü grupları diş yüzeyine uygulanmadan önce dişlerin mine yüzeyleri üretici firmanın talimatı doğrultusunda %32'lik *Scotchbond™ Etchant* fosforik asit ile 15 sn asitleme işlemine tabi tutuldu. Ardından asitlenen diş yüzeyleri hava su spreyi ile 15 sn basınçlı su ile yıkandı ve kurutuldu.

Fissür örtücülerin mine yüzeyine standart ölçülerde uygulanabilmesi için 3 mm çapında, 2 mm yüksekliğinde silindir kalıplar hazırlandı. Hazırlanan silindir kalıplar asitlenen mine yüzeylerine sabitlendi. Ardından silindir kalıpların içerisine daha önceden hazırlanan fissür örtücüler yerleştirildi (Resim 11 a,b) ve üretici firmanın talimatı doğrultusunda LED (*Lite-Q Auto Ramp-up, Monitex Industrial, Tayvan*) ışık kaynağı kullanılarak 20 sn süreyle polimerizasyon gerçekleştirildi (Resim 12). Polimerizasyondan sonra silikon kalıplar dikkatlice çıkarıldı.



Resim 11.a. Örnek yüzeyine silindirik kalıpların yerleştirilmesi



Resim 11.b. Fissür örtücü materyalden polimerizasyon sonucu elde edilen örnek



Resim 12. Polimerizasyonda kullanılan LED ışık kaynağı

3.5.3 Makaslama Bağlanma Dayanım Testinin Gerçekleştirilmesi

Hazırlanan örnekler 24 saat boyunca 37°C’de distile su içerisinde ışık görmeyecek şekilde bekletildikten sonra makaslama bağlanma dayanım testi için universal test cihazına (*Shimadzu, Model AGS-X 5kN, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonya*) alüminyum bir mengene yardımıyla sabitlendi (Resim 13). Her bir örneğe diş/restoratif materyal ara yüzeyine dik olacak şekilde kırılma meydana gelinceye kadar 1 mm/dk sabit hızda kuvvet uygulandı. Newton (N) cinsinden elde edilen kırılma değerleri restoratif materyalin bağlanma yüzey alanına (7,065 mm²) bölünerek MPa cinsinden veriler elde edilmiş oldu (Şekil 4).

$$MPa = \frac{N}{mm^2} = \frac{N}{\pi r^2}$$

$$\text{Alan} = \mu \times r^2 = 3,14 \times (1,5)^2 = 7,065 \text{ mm}^2$$

Şekil 4. Newton (N) cinsinden elde edilen verilerin Megapaskal (MPa) birimine çevrilmesi



Resim 13. Üniversal test cihazı (*Shimadzu*)

3.5.4 Kırılma Analizleri

Kırılma analizleri için her bir örneğin kırılma yüzeyleri stereomikroskop (*Nikon SMZ745 T, Nikon Instruments Europe BV, Hollanda*) kullanılarak x20 büyütme ile incelendi (Resim 14). Kırılma tipini değerlendirmede restoratif materyalin %80'inden fazlası mine yüzeyinde kalmışsa koheziv kırılma, %20'sinden daha azı mine yüzeyinde kalmışsa adeziv kırılma ve bazı sahalarda koheziv kırılma ve diğer sahalarda da adeziv kırılmalar varsa karma kırılma olarak sınıflandırıldı (*Woronko et al. 1996*).



Resim 14. Çalışmada kullanılan stereomikroskop

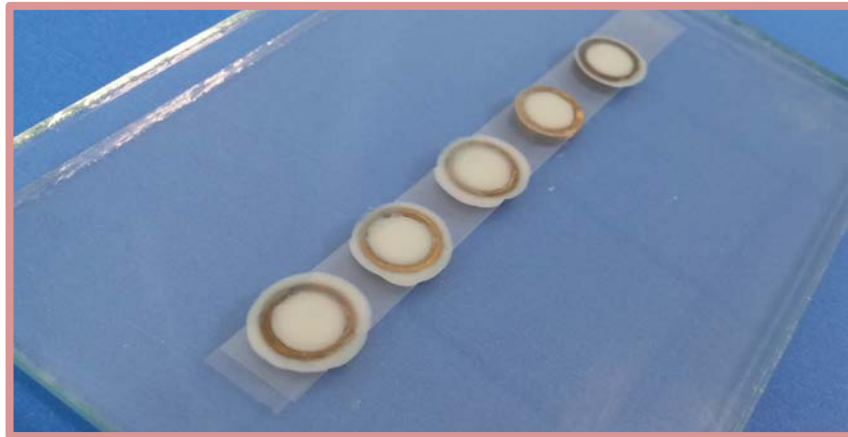
3.6 Fissür Örtücü Materyallerinin Mikrosertlik Değerlerinin Belirlenmesi

Fissür örtücü materyallerin mikrosertlik değerlerinin ölçümü Gediz Üniversitesi Makine Mühendisliği Malzeme Hazırlama ve Test Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi.

BAC ile modifiye edilerek oluşturulan 12 farklı pit ve fissür örtücü materyal mikrosertliklerinin belirlenmesi amacıyla 8 mm çapında, 2 mm yüksekliğinde metal kalıplar hazırlandı (Resim 15). Hazırlanan standart kalıplar düz bir cam tablanın üzerindeki polivinil asetat bantların üzerine yerleştirildi ve fissür örtücüler metal kalıplar içerisine eşit hacimlerde aktarıldı. Kalıpların üst yüzeyine şeffaf asetat bantlar yerleştirildikten sonra cam plaka ile standart bir kuvvet (0,5 kg) uygulanarak fazla materyalin taşması sağlandı. Fissür örtücü materyaller LED ışık kaynağı ile üretici firmanın tavsiyesi doğrultusunda 20 sn süreyle polimerize edildi (Resim 16 a,b). Her grupta 5'er örnek (n=5) olacak şekilde 12 grup için toplam 60 örnek hazırlandı. Örnekler çalışma gününe kadar 37°C'de distile su bulunan plastik şişelerde ışık görmeyen ortamda bekletildi (Resim 17).



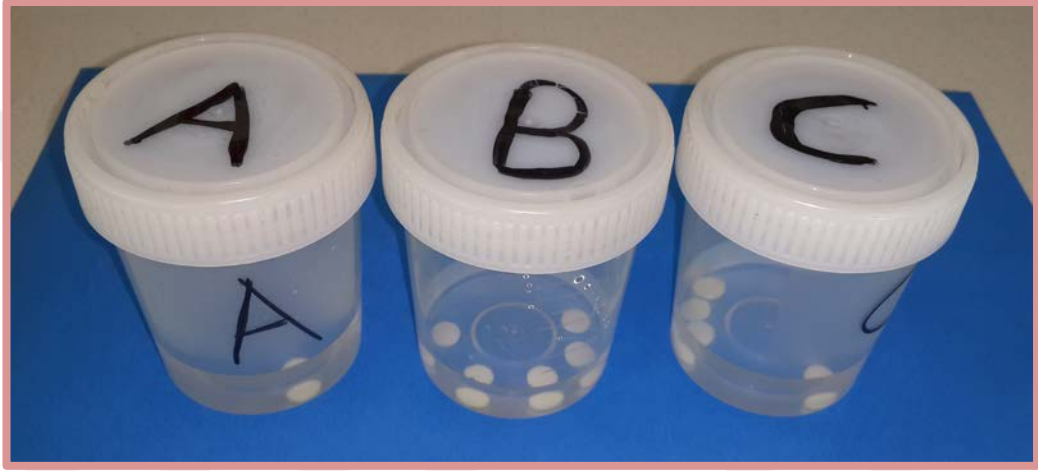
Resim 15. Örnekleri hazırlamada kullanılan metal kalıplar



Resim 16.a. Fissür örtücülerin metal kalıplar içerisine yerleştirilmesi



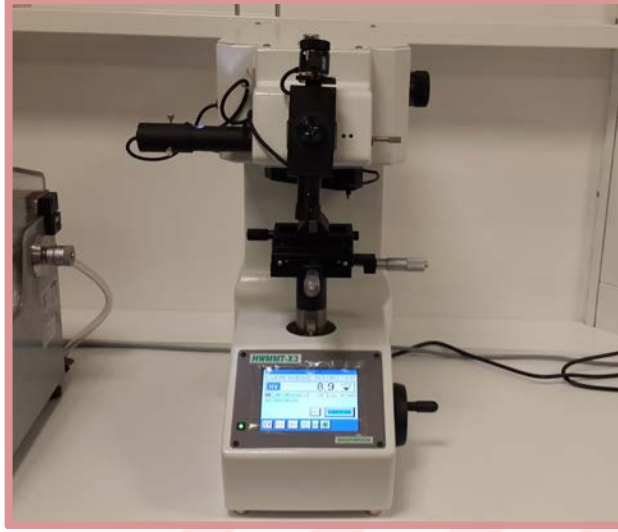
Resim 16.b. Mikrosertlik için hazırlanan fissür örtücü materyaller



Resim 17. Distile suda bekletilen örnekler

Fissür örtücü materyallerden hazırlanan örneklerin yüzey mikrosertlik ölçümleri için Vicker's sertlik ölçüm cihazı (*HWMMT X3,TTS Unlimited Inc, Japonya*) kullanıldı (Resim 18). Ölçümler oda sıcaklığında gerçekleştirildi ve örneklerin seçilen yüzeyine 15 sn boyunca 100 g yük uygulandı. Her bir örnek için birbirinden en az 200 μm uzaklıktaki iki ayrı bölgeden ölçüm yapılarak elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alındı. Çentiklerin çaprazlama uzunlukları ölçülerek o örneğe ait Vicker's sertlik (VHN) ölçüm değeri aşağıdaki standart formüle göre hesaplandı.

$$H = \frac{1854 \times P}{d^2}$$



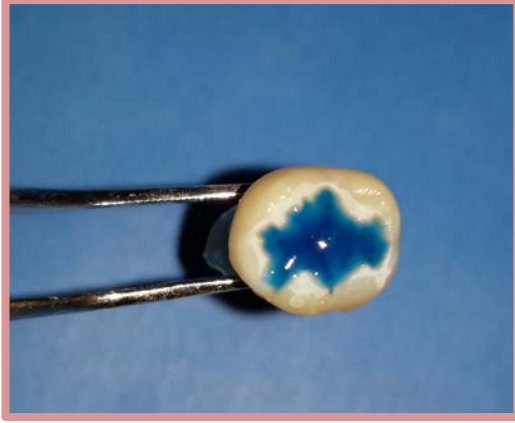
Resim 18. Çalışmada kullanılan mikrosertlik test cihazı

3.7 Fissür Örtücü Materyallerin Mikrosızıntılarının Belirlenmesi

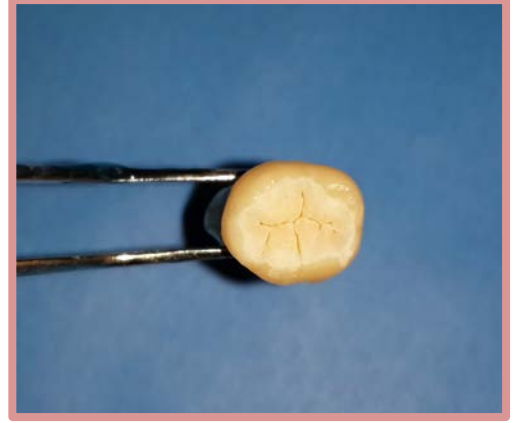
Oklüzal yüzeyleri polisaj fırçası ve pomza ile temizlenen 120 adet çekilmiş üçüncü büyük azı dişi rastgele 12 gruba (n=10) ayrıldı. Tüm dişlerin oklüzal yüzeylerine %32'lik *Scotchbond™ Etchant* fosforik asidin 15 sn uygulanmasının ardından, diş yüzeyleri hava su spreyi ile 15 sn yikanıp kurutuldu (Resim 19 a,b,c). Dişlerin asitle dağlanan oklüzal yüzeylerine modifiye edilen fissür örtücüler uygulandı ve fissür örtücünün pit ve fissür diplerine daha iyi penetre olabilmesi için 15 sn beklendi. Üretici firmanın talimatlarına göre polimerizasyon işlemi gerçekleştirildi (Resim 19 d,e). Böylece mikrosızıntı testinin uygulanacağı örnekler elde edilmiş oldu.



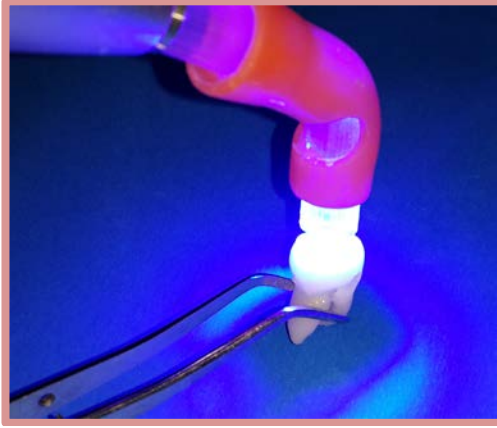
Resim 19.a Çalışmaya dahil edilen büyük azı diş örneği



Resim 19.b. Oklüzal yüzeyin asitlenmesi



Resim 19.c. Asitlemeden sonraki opak görüntü



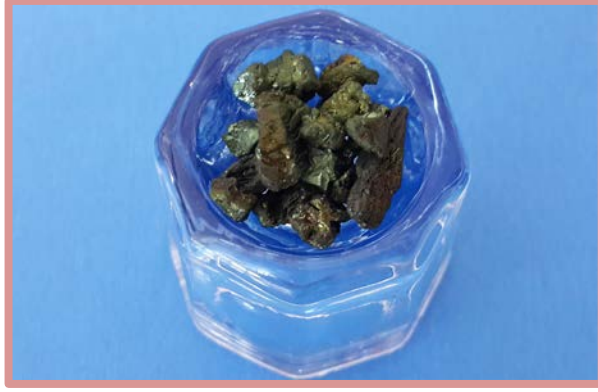
Resim 19.d. Fissür örtücünün LED ile polimerizasyonu



Resim 19.e. Polimerizasyon sonrasında dişin görünümü

Hazırlanan dişler distile suda 37°C'de 24 saat süreyle bekletildikten sonra 500 döngülük termal siklus işlemine tabi tutuldu. Her bir siklusta dişler +5°C ve +55°C'deki su banyolarına 30'ar sn süreyle daldırıldı. Böylelikle fissür örtücü uygulanan tüm örnekler yaşlandırma işlemi uygulanmış oldu.

Termal siklus işleminden sonra dişlerin oklüzal yüzeyleri açıkta kalacak şekilde erimiş sıcak mumla daldırıldıktan sonra %2'lik bazik fuksin (*Chembio, Türkiye*) solüsyonunda 24 s süreyle bekletildi (Resim 20)(Resim 21). Dişlerin yüzeyindeki artık boya solüsyonu su ile uzaklaştırıldı ve kurumaya bırakıldı.



Resim 20. Mikrosızıntı testinde kullanılan bazik fuksin materyali



Resim 21. Bazik fuksin ile boyanan örnek

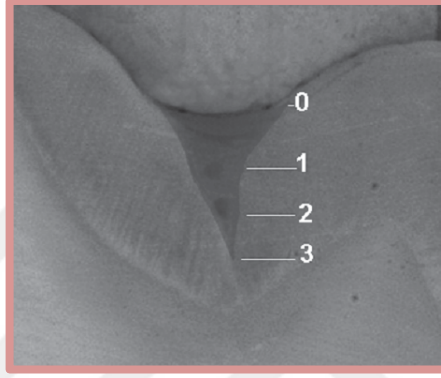
Takiben elmas separe kullanılarak her diştten bukko-lingual doğrultuda 3 kesit elde edildi (Resim 22). Böylelikle grup başına 30 kesit olmak üzere toplamda 360 kesit elde edilmiş oldu. Alınan kesitler Gediz Üniversitesi Makine Mühendisliği Malzeme Hazırlama ve Test Laboratuvarı'nda stereomikroskopta X50 ve X100 büyütmelemlerde incelendi. Mikrosızıntı değerlendirilmesi *Pardi ve ark.*'nın kullandığı skorlama sistemine göre yapıldı (Tablo 5) (Şekil 5) (Pardi *et al.* 2006).



Resim 22. Dişlere ait kesitler

Tablo 5. Pardi ve ark.'nın mikrosızıntı değerlendirme kriterleri

SKOR	DEĞERLENDİRME
0	Boya penetrasyonu yok
1	Fissür örtücünün dış yarısı ile sınırlı penetrasyon
2	Fissür örtücünün iç yarısı ile sınırlı penetrasyon
3	Fissür örtücünün tabanına kadar olan penetrasyon



Şekil 5. Mikrosızıntı skorlarının kesit üzerinde görünümü

3.8 Fissür Örtücü Materyallerin Antibakteriyel Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Fissür örtücülerin antibakteriyel aktivitelerini değerlendirme işlemi İzmir Şifa Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarı'nda yapıldı.

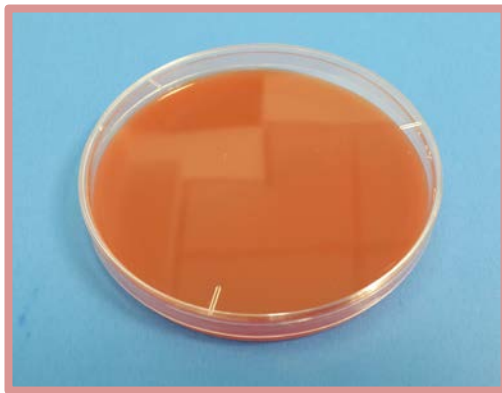
Test için 8 mm çapında, 2 mm yüksekliğindeki metal kalıplar hazırlandı. Fissür örtücüler metal kalıplara enjekte edildikten sonra üretici firmanın talimatları doğrultusunda polimerizasyonları gerçekleştirildi. Böylelikle her grup için 8 örnek olacak şekilde toplamda 96 örnek elde edildi (n=8). Örnekler metal kalıplardan çıkarıldıktan sonra test zamanına kadar steril tüplerde oda sıcaklığında saklandı (Resim 23). Örneklerin hazırlanması sırasında kontaminasyonu engellemek amacıyla çalışma ortamı ve kullanılan malzemeler dezenfekte edildi. Ayrıca örnekleri hazırlayan araştırmacı çalışma sırasında önlük, bone ve steril eldiven kullandı.

Hazırlanan disk örneklerin *S. mutans*'a [Amerikan Tıp Kültür Koleksiyonu (ATCC) 25175 (*Sigma-Aldrich, St.Louis, Fransa*)] karşı oluşturdukları antibakteriyel etkinlik disk difüzyon testi yöntemi kullanılarak değerlendirildi. Liyofilize bakteri suşlarının usulüne uygun üretimlerini takiben Mac-Farland 0,5 eşeline göre

sulandırılarak 37°C’de 24 saati inkübe edildikten sonra buyyon kültürleri hazırlandı. İçinde %7’lik koyun kanlı agar besiyeri bulunan 24 adet standart petri kutusuna buyyon kültüründen mikroorganizmaların ekimi gerçekleştirildi (Resim 24). Petri kutularındaki besiyerlerinin her birine aynı fissür örtücü grubuna ait daha önceden hazırlanan 4 disk örneği (her fissür örtücü için 2 petri kabı, 8 disk örnek) yerleştirildi (Resim 25). Materyallerin difüzyonu için oda sıcaklığında iki saat bekletilen petriler, daha sonra 37°C’de 48 saat süreyle inkübe edildi. Antibakteriyel aktiviteler 24, 48 ve 72. saatlerde her bir diskin etrafında üreyen bakterilere karşı oluşan inhibisyon zonlarının dijital metre (*Mitutoyo, Tokyo, Japonya*) ile milimetrik ölçülmesi ile değerlendirildi.



Resim 23. Steril tüplerde saklanan disk örnekleri



Resim 24. Koyun kanlı agar besiyeri



Resim 25. Hazırlanan örneklerin disk difüzyon yöntemi ile petri kutularına yerleştirilmesi

3.9 İstatistiksel Değerlendirme

Pit ve fissür örtücü olarak kullanılan farklı doldurucu miktarına sahip 3 çeşit rezin esaslı materyalin farklı oranlarda BAC tozu ile modifikasyonu sonucu materyalin fiziksel özellikleri ve antibakteriyel etkinliği incelendiği bu araştırmada istatistiksel verilerin değerlendirilmesinde SPSS Statistics 20 (*IBM Corporation, ABD*) programı kullanıldı. Her bir grup için, ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri içeren tanımlayıcı istatistik analizleri yapıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi.

Dağılımın normal gözlenmesi sonucunda farklı doldurucu içeriklerinin ve farklı BAC içeriklerinin materyallerin makaslama bağlanma dayanımı ve mikrosertliği üzerine etkisi 2 yönlü varyans analizi (two-way ANOVA) ile değerlendirildi. Bu testlerdeki verilere ait gruplar arası farklılığın belirlenmesi amacıyla Tukey HSD testi kullanıldı. Gruplar arası fark $p < 0,05$ için anlamlı kabul edildi.

Doldurucu oranın mikrosızıntıya etkisinin istatistiksel değerlendirmesinde Ki-Kare testi kullanıldı.

BAC eklenen fissür örtücülerin antibakteriyel etkinliklerinin değerlendirilmesi sonucunda örneklerin etrafında zon oluşumu görülmediği için antibakteriyel etkinlik istatistiksel değerlendirmeye alınmadı.

4. BULGULAR

4.1 Makaslama Bağlanma Dayanımı Bulguları

Her bir fissür örtücü (%7-9, %40, %55 dolduruculu) materyalin mineye olan bağlanma dayanımına ait bulgular içerdikleri BAC oranına göre değerlendirildi.

4.1.1 Farklı Oranlarda BAC İçeren Düşük Dolduruculu (%7-9) Fissür Örtücülerin Makaslama Bağlanma Dayanımına ait Bulgular

Farklı oranlarda BAC içeren düşük dolduruculu (%7-9) fissür örtücülerin makaslama bağlanma dayanımı değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri (ortalama, standart sapma, gruplara ait istatistiksel farklılıklar) Tablo 6'da gösterildi.

Tablo 6. Farklı oranlarda BAC içeren düşük dolduruculu (%7-9) fissür örtücülerin bağlanma dayanımı değerleri (MPa)

Gruplar	N	Ort. \pm SS	p
Kontrol	10	16,9 \pm 3,8	a
%5 BAC	10	13,9 \pm 1,7	ab
%10 BAC	10	7,7 \pm 1,4	c
%15 BAC	10	9,5 \pm 0,6	bc

*Aynı sütun içerisindeki farklı küçük harfler arasında istatistiksel fark vardır ($p < 0,05$).

Farklı oranlarda BAC içeren düşük dolduruculu fissür örtücülerin bağlanma dayanımına ait bulgular incelendiğinde %5 oranında BAC içeren grubun BAC içermeyen kontrol grubu ile istatistiksel olarak benzer bağlanma dayanımı gösterdiği görülürken ($p > 0,05$), %10 ve %15 oranında BAC içeren grupların kontrol grubundan anlamlı derecede düşük bağlanma dayanımı gösterdiği görüldü ($p < 0,05$). Ayrıca %10 ve %15 oranında BAC içeren grupların makaslama bağlanma dayanım değerleri arasında istatistiksel bir fark gözlenmedi ($p > 0,05$).

4.1.2 Farklı Oranlarda BAC İçeren Orta Dolduruculu (%40) Fissür Örtücülerin Makaslama Bağlanma Dayanımına ait Bulgular

Farklı oranlarda BAC içeren orta dolduruculu (%40) fissür örtücülerin makaslama bağlanma dayanımı değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri (ortalama, standart sapma, gruplara ait istatistiksel farklılıklar) Tablo 7’de gösterildi.

Tablo 7. Farklı oranlarda biyoaktif cam içeren orta dolduruculu (%40) fissür örtücülerin bağlanma dayanımı değerleri (MPa)

Gruplar	n	Ort. ± SS	p
Kontrol	10	19,3 ± 4,1	a
%5 BAC	10	21,5 ± 5,6	a
%10 BAC	10	17,3 ± 3,8	ab
%15 BAC	10	12,7 ± 5	b

*Aynı sütun içerisindeki farklı küçük harfler arasında istatistiksel fark vardır ($p < 0,05$).

Farklı oranlarda BAC içeren orta dolduruculu fissür örtücülerin bağlanma dayanımı verileri incelendiğinde; %5 ve %10 oranında BAC içeren grupların makaslama bağlanma dayanımlarının kontrol grubuyla istatistiksel olarak benzer olduğu gözlenirken ($p > 0,05$), %15 oranında BAC içeren grubun kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük makaslama bağlanma dayanımı gösterdiği gözlemlendi ($p < 0,05$). %5 ve %10 oranında BAC içeren gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($p > 0,05$).

4.1.3 Farklı Oranlarda BAC İçeren Yüksek Dolduruculu (%55) Fissür Örtücülerin Makaslama Bağlanma Dayanımına ait Bulgular

Farklı oranlarda BAC içeren yüksek dolduruculu (%55) fissür örtücülerin makaslama bağlanma dayanımı değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri (ortalama, standart sapma, gruplara ait istatistiksel farklılıklar) Tablo 8’de gösterildi.

Tablo 8. Farklı oranlarda BAC içeren yüksek doldurucu fissür örtücülerin bağlanma dayanımı değerleri (MPa)

Gruplar	n	Ort. ± SS	p
Kontrol	10	15,2 ± 4,1	b
%5 BAC	10	18 ± 4,8	ab
%10 BAC	10	23,3 ± 3,4	a
%15 BAC	10	21,8 ± 5,4	a

*Aynı sütun içerisindeki farklı küçük harfler arasında istatistiksel fark vardır ($p < 0,05$).

Farklı oranlarda BAC içeren yüksek doldurucu fissür örtücülerin bağlanma dayanımı verileri incelendiğinde; %10 ve %15 oranlarında BAC içeren gruplar arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ($p > 0,05$) ancak bu iki grubun kontrol grubundan anlamlı derecede yüksek makaslama bağlanma dayanımı gösterdiği gözlemlendi ($p < 0,05$). %5 oranında BAC içeren grup ile kontrol grubu arasında istatistiksel bir fark olmadığı gözlemlendi ($p > 0,05$).

4.1.4 Eklenen BAC Miktarı Dikkate Alınmaksızın Farklı Doldurucu Oranlardaki Fissür Örtücülerin Makaslama Bağlanma Dayanımına ait Bulgular

Çalışmada değerlendirilen BAC ile modifiye edilen, farklı doldurucu oranlardaki fissür örtücü grupların makaslama bağlanma dayanımı değerlerine ait tanımlayıcı istatistik verileri (ortalama, standart sapma, gruplara ait istatistiksel farklılıklar) Tablo 9’de gösterildi.

Tablo 9. Eklenen BAC miktarı dikkate alınmaksızın farklı oranlarda doldurucu içeren fissür örtücülerin makaslama bağlanma dayanımına ait bulgular (MPa)

Gruplar	n	Ort.±SS	p
Fissured Nova (%7-9 doldurucu)	40	12 ± 5,3	b
Fissured Nova (%40 doldurucu)	40	17,7 ± 5,5	a
Fissured Nova (%55 doldurucu)	40	19,6 ± 5,4	a

*Aynı sütun içerisindeki farklı küçük harfler arasında istatistiksel fark vardır (p<0,05).

Farklı doldurucu oranlarının karşılaştırılması sonucu elde edilen verilerde düşük doldurucu içeren grubun makaslama bağlanma dayanımının diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu gözlemlendi (p<0,05), orta ve yüksek oranda doldurucu içeren grupların makaslama bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı gözlemlendi (p>0,05).

4.1.5 Fissür Örtücülerin Mine Yüzeyinden Kırılma Tipinin Belirlenmesine Ait Bulgular

Makaslama bağlanma dayanım testi uygulanan örneklerin kırılma yüzey alanları stereomikroskop kullanılarak incelendi ve kırılma tipleri adeziv, koheziv ve karma tip olarak sınıflandırıldı. Yapılan değerlendirmenin sonucunda elde edilen kırılma tipi verileri Tablo 10'da gösterildi. Makaslama bağlanma dayanım testi sonrasında, çalışmada kullanılan tüm materyallerin kırılma tipleri değerlendirildiğinde, gruplara ait örneklerin çoğunda karma tip kırılma olduğu gözlemlendi. Resim 26'de adeziv, Resim 27'de koheziv ve Resim 28'de karma tipte kırılmaya ait stereomikroskop görüntüleri verildi.

Tablo 10. Makaslama bağlanma dayanım testi uygulanan örneklerdeki kırılma tipinin dağılımı (n=10)

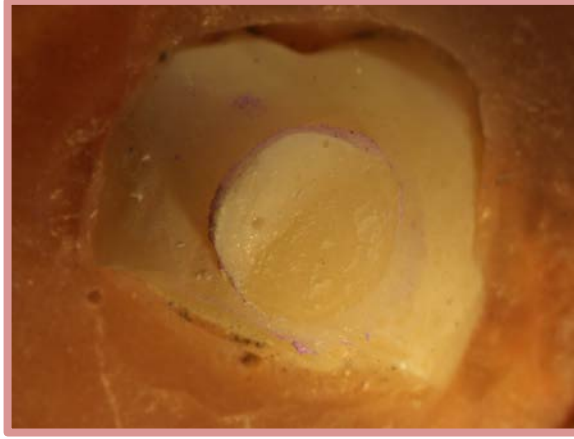
GRUPLAR		KIRILMA TİPLERİ		
		adeziv	koheziv	karma
%55 doldurucu	% 5 BAC	2	1	7
%40 doldurucu		1	1	8
%7-9 doldurucu		1	0	9
%55 doldurucu	% 10 BAC	2	0	8
%40 doldurucu		1	0	9
%7-9 doldurucu		1	0	9
%55 doldurucu	% 15 BAC	1	2	7
%40 doldurucu		1	0	9
%7-9 doldurucu		4	0	6
%55 doldurucu	Kontrol	2	1	7
%40 doldurucu		1	0	9
%7-9 doldurucu		2	0	8



Resim 26. Adeziv tipte kırılma



Resim 27. Koheziv tipte kırılma



Resim 28. Karma tip kırılma

4.2 Mikrosertlik Bulguları

Her bir fissür örtücü (%7-9, %40, %55 dolduruculu) materyalin Vicker's mikrosertlik değerine ait bulgular içerdikleri BAC oranına göre değerlendirildi.

4.2.1 Farklı Oranlarda BAC İçeren Düşük Dolduruculu (%7-9) Fissür Örtücülerin Mikrosertlik Testine Ait Bulguları

Farklı oranlarda BAC içeren düşük dolduruculu (%7-9) fissür örtücülerin Vicker's mikrosertlik değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri (ortalama, standart sapma, gruplara ait istatistiksel farklılıklar) Tablo 11'de gösterildi.

Tablo 11. Farklı oranda BAC içeren düşük dolduruculu (%7-9) fissür örtücülerin mikrosertlik değerleri (VHN)

Gruplar	n	Ort. ± SS	p
Kontrol	10	6,2 ± 1,4	b
%5 BAC	10	9,5 ± 5	a
%10 BAC	10	1,3 ± 0,7	c
%15 BAC	10	0,9 ± 0,4	c

*Aynı sütun içerisindeki farklı küçük harfler arasında istatistiksel fark vardır (p<0,05).

Farklı oranlarda BAC içeren düşük dolduruculu fissür örtücülerin mikrosertlik verileri incelendiğinde; %10 ve %15 oranında BAC içeren gruplar arasında istatistiksel olarak fark gözlenmezken ($p>0,05$), bu grupların BAC içermeyen kontrol grubundan anlamlı derecede düşük mikrosertlik değeri gösterdiği gözlemlendi ($p<0,05$). %5 oranında BAC içeren fissür örtücü grubu ise diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek mikrosertlik değeri gösterdiği saptandı ($p<0,05$).

4.2.2 Farklı Oranlarda BAC İçeren Orta Dolduruculu (%40) Fissür Örtücülerin Mikrosertlik Bulguları

Farklı oranlarda BAC içeren orta dolduruculu (%40) fissür örtücülerin Vicker's mikrosertlik değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri (ortalama, standart sapma, gruplara ait istatistiksel farklılıklar) Tablo 12'de gösterildi.

Tablo 12. Farklı oranda BAC içeren orta dolduruculu (%40) fissür örtücülerin mikrosertlik değerleri (VHN)

Gruplar	n	Ort. \pm SS	p
Kontrol	10	9,7 \pm 1,2	a
%5 BAC	10	7,7 \pm 1,2	b
%10 BAC	10	7,4 \pm 1	b
%15 BAC	10	5,6 \pm 1,4	c

*Aynı sütun içerisindeki farklı küçük harfler arasında istatistiksel fark vardır ($p<0,05$).

Farklı oranlarda BAC içeren orta dolduruculu fissür örtücülerin mikrosertlik verileri incelendiğinde; kontrol grubunun diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek mikrosertlik değeri gösterdiği gözlemlendi. %5 ve %10 oranında BAC içeren gruplar arasında istatistiksel olarak fark gözlenmezken ($p>0,05$), bu iki grubun kontrol grubundan anlamlı derecede düşük mikrosertlik değeri gösterdiği gözlemlendi ($p<0,05$). %15 oranında BAC içeren grupta ise en düşük mikrosertlik değeri görüldü ($p<0,05$).

4.2.3 Farklı Oranlarda BAC İçeren Yüksek Dolduruculu (%55) Fissür Örtücülerin Mikrosertlik Bulguları

Farklı oranlarda BAC içeren yüksek dolduruculu (%55) fissür örtücülerin Vicker's mikrosertlik değerlerine ait tanımlayıcı istatistik verileri (ortalama, standart sapma, gruplara ait istatistiksel farklılıklar) Tablo 13'da gösterildi.

Tablo 13. Farklı oranda BAC içeren yüksek dolduruculu (%55) fissür örtücülerin mikrosertlik değerleri (VHN)

Gruplar	n	Ort. ± SS	p
Kontrol	10	14,5 ± 0,8	b
%5 BAC	10	18 ± 2,5	a
%10 BAC	10	12,4 ± 1,9	c
%15 BAC	10	12,7 ± 0,9	bc

*Aynı sütun içerisindeki farklı küçük harfler arasında istatistiksel fark vardır ($p < 0,05$).

Farklı oranlarda BAC içeren yüksek dolduruculu fissür örtücülere ait mikrosertlik verileri incelendiğinde; %5 BAC içeren grubun mikrosertlik değerinin BAC içermeyen kontrol grubundan anlamlı derecede yüksek iken, %10 BAC içeren grubun mikrosertlik değerinin %5 BAC içeren gruptan ve kontrol grubundan anlamlı derecede düşük olduğu gözlemlendi ($p < 0,05$). %15 BAC içeren grup ile kontrol grubu arasında istatistiksel bir fark olmadığı gözlemlendi ($p > 0,05$).

4.2.4 Eklenen BAC Miktarı Dikkate Alınmaksızın Farklı Doldurucu Oranlardaki Fissür Örtücülerin Mikrosertlik Değerlerine ait Bulgular

Çalışmada değerlendirilen BAC ile modifiye edilen, farklı doldurucu oranlarına sahip fissür örtücü grupların mikrosertlik değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri (ortalama, standart sapma, gruplara ait istatistiksel farklılıklar) Tablo 14'de gösterildi.

Tablo 14. Eklenen BAC miktarı dikkate alınmaksızın farklı oranlarda doldurucu içeren fissür örtücülerin mikrosertlik değerlerine ait bulgular (VHN)

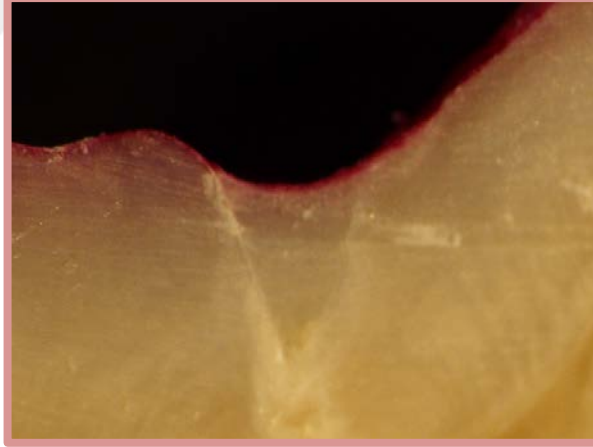
Gruplar	n	Ort. ± SS	p
Fissured Nova (%7-9 doldurucu)	40	4,5 ± 4,4	c
Fissured Nova (%40 doldurucu)	40	7,6 ± 1,9	b
Fissured Nova (%55 doldurucu)	40	14,4 ± 2,7	a

*Aynı sütun içerisindeki farklı küçük harfler arasında istatistiksel fark vardır (p<0,05).

Farklı doldurucu oranlarının karşılaştırılması sonucu elde edilen verilerde en yüksek mikrosertlik değeri %55 doldurucu grupta gözlenirken, en düşük mikrosertlik değeri ise %7-9 doldurucu içeren grupta gözlemlendi (p<0,05).

4.3 Mikrosızıntı Bulguları

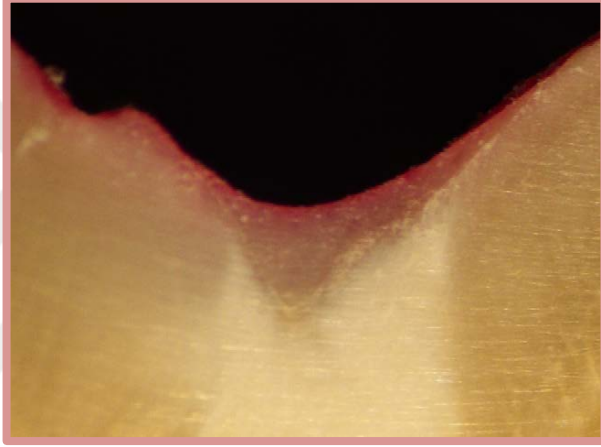
Çalışmamızda her bir dişe ait 3'er kesit yüzeyi değerlendirilerek tüm gruplardaki mikrosızıntı skorları belirlendi. Gruplarda saptanan farklı mikrosızıntı skorlarına ait görüntüler Resim 29, 30, 31, 32'de gösterildi.



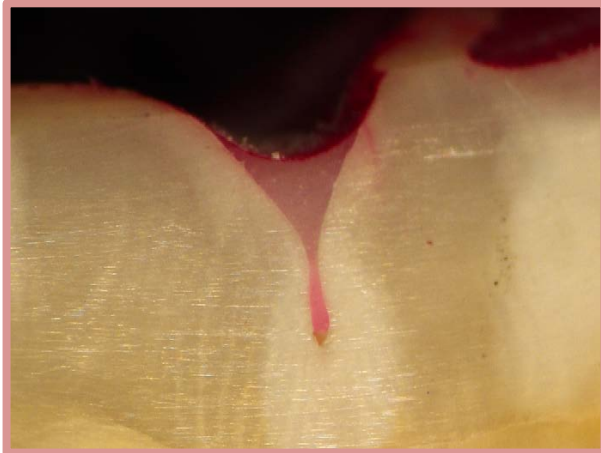
Resim 29. Fissür örtücü diş ara yüzeyinde gözlenen '0' skorunda mikrosızıntı



Resim 30. Fissür örtücü diş ara yüzeyinde gözlenen '1' skorunda mikrosızıntı



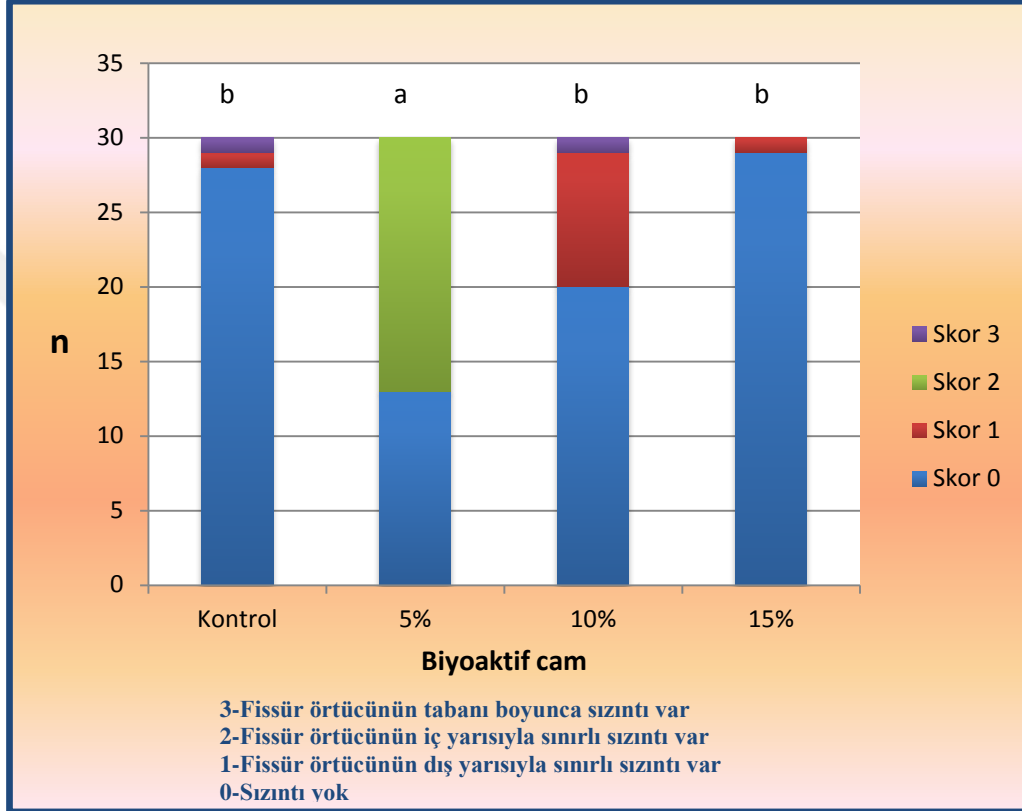
Resim 31. Fissür örtücü ara yüzeyinde gözlenen '2' skorunda mikrosızıntı



Resim 32. Fissür örtücü diş ara yüzeyinde gözlenen '3' skorunda mikrosızıntı

4.3.1 Düşük Dolduruculu (%7-9) Fissür Örtücülerin Mikrosızıntı Değerlerine Ait Bulgular

Farklı oranlarda BAC içeren düşük dolduruculu (%7-9) fissür örtücülerin mikrosızıntı skorlarının dağılımı Şekil 6'de gösterildi. Grup başına 10 diş ve diş başına 3 kesit olacak şekilde her grup için 30 kesitin mikrosızıntı ortalaması istatistiksel olarak hesaplandı (n=30).

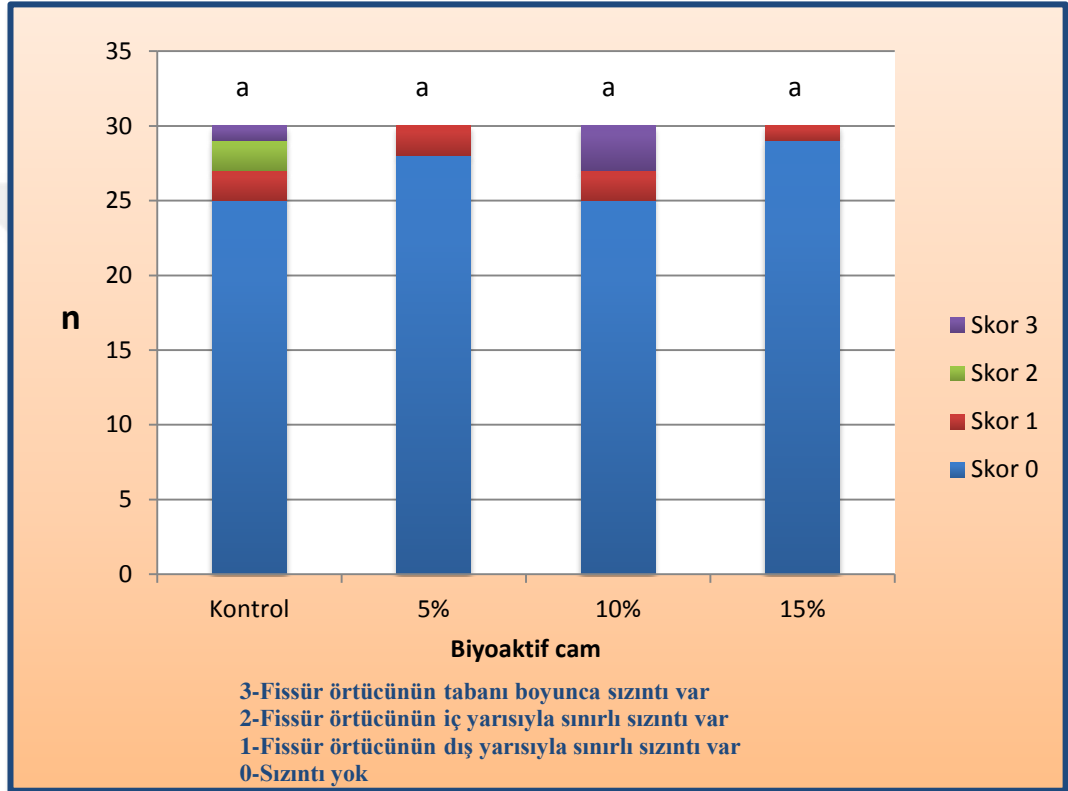


Şekil 6. Düşük dolduruculu (%7-9) fissür örtücülerin içerdikleri BAC oranına göre mikrosızıntı verileri *Farklı küçük harf bulunduran gruplar arasında istatistiksel fark vardır (p<0,05).

Mikrosızıntı açısından değerlendirilen grupların istatistiksel karşılaştırılmalarında; kontrol grubu, %10 ve %15 BAC içeren gruplar arasında istatistiksel bir fark olmadığı gözlenirken (p<0,05), bu grupların mikrosızıntı skor ortalamasının %5 BAC içeren gruptan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu gözlemlendi (p<0,05).

4.3.2 Orta Dolduruculu (%40) Fissür Örtücülerin Mikrosızıntı Değerlerine Ait Bulgular

Farklı oranlarda BAC içeren orta dolduruculu (%40) fissür örtücülerin mikrosızıntı skorlarının dağılımı Şekil 7’de gösterildi. Grup başına 10 diş ve diş başına 3 kesit olacak şekilde her grup için 30 kesitin mikrosızıntı ortalaması istatistiksel olarak hesaplandı (n=30).



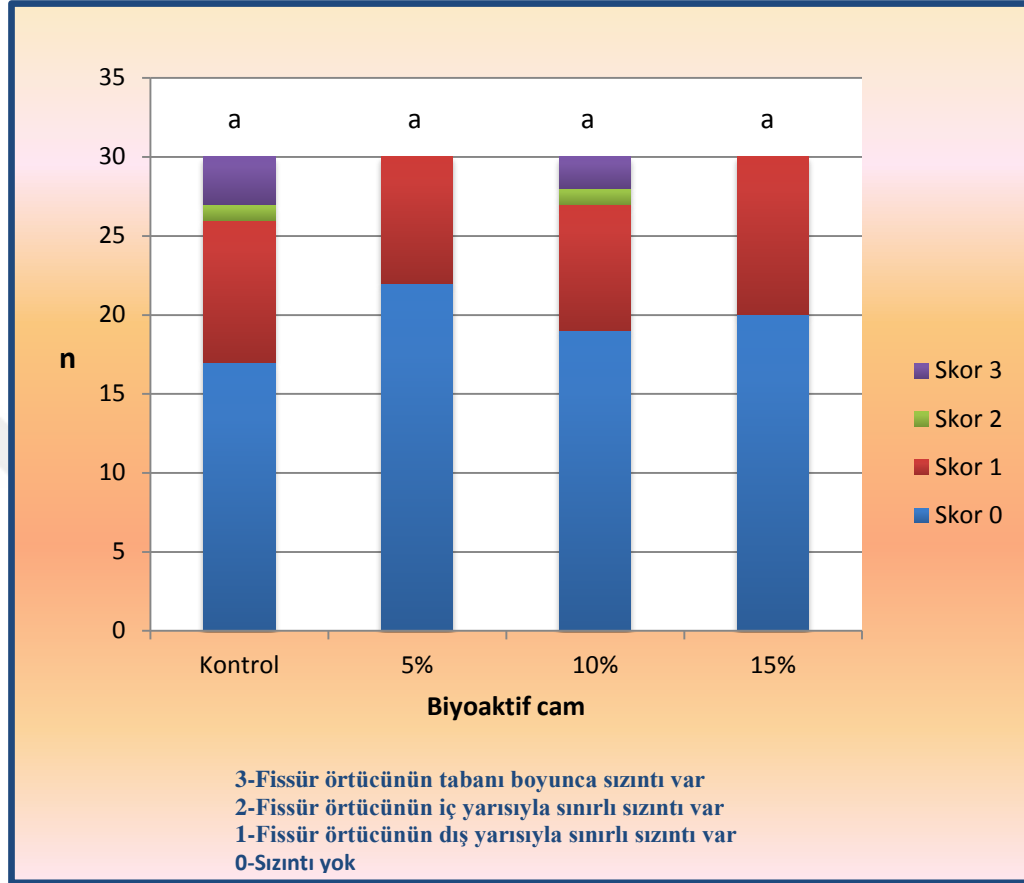
Şekil 7. Orta dolduruculu fissür örtücülerin içerdikleri BAC oranına göre mikrosızıntı verileri *Farklı küçük harf bulunduran gruplar arasında istatistiksel fark vardır (p<0,05).

Mikrosızıntı açısından incelenen grupların istatistiksel karşılaştırılmalarında; tüm gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark gözlenmedi (p>0,05).

4.3.3 Yüksek Dolduruculu (%55) Fissür Örtücülerin Mikrosızıntı Değerlerine Ait Bulgular

Farklı oranlarda BAC içeren yüksek dolduruculu (%55) fissür örtücülerin mikrosızıntı skorlarının dağılımı Şekil 8’de gösterildi. Grup başına 10 diş ve diş

başına 3 kesit olacak şekilde her grup için 30 kesitin mikrosızıntı ortalaması istatistiksel olarak hesaplandı (n=30).



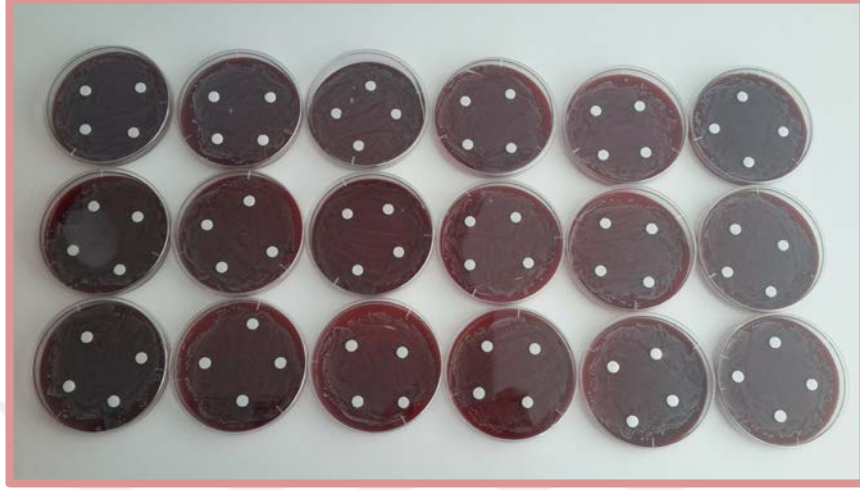
Şekil 4.3. Yüksek dolduruculu (%55) fissür örtücülerin içerdikleri BAC oranına göre mikrosızıntı verileri *Farklı küçük harf bulunduran gruplar arasında istatistiksel fark vardır ($p < 0,05$).

Mikrosızıntı açısından incelenen grupların istatistiksel karşılaştırılmalarında; tüm gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark gözlenmedi ($p > 0,05$).

4.4 Antibakteriyel Etkinlik Bulguları

Farklı miktarlarda doldurucu içeren fissür örtücülerin farklı oranlarda BAC materyali ile modifikasyonu sonucunda elde edilen yeni materyallerin antibakteriyel etkinliklerinin araştırıldığı bu çalışmada tüm gruplarda *S.mutans*'a karşı inhibisyon zonu oluşumuna rastlanmadı (Resim 33). Materyallerin seçilen mikroorganizma

üzerinde 24, 48 ve 72. saatler sonunda herhangi bir antibakteriyel etkinliklerinin olmadığı görüldü.



Resim 33. *S.mutans*'a karşı inhibisyon zonu oluşumunun değerlendirilmesi

5. TARTIŞMA

Diş çürüğü birçok etiyolojik nedene bağlı olarak oluşan kontrol edilebilir bir hastalıktır. Buna rağmen, çoğu ülkede önemli halk sağlığı problemlerinin başında gelmektedir. ‘Amerika Birleşik Devletleri Kamu Sağlığı Hizmetleri’nin 2000 yılında yayınladığı raporunda çocukluk çağı diş çürüklerinin yaygın görülen kronik bir hastalık olduğu vurgulanmaktadır (Health ve Services 2000).

Ağız ve diş sağlığının bozulmasının beraberinde getirdiği sosyal ve ekonomik problemlerin önüne geçebilmek için koruyucu önlemlerin alınması ve tedavilerde daha konservatif yaklaşımlara yönelmek büyük önem teşkil etmektedir. Son 30 yılda çürük yapıcı özelliği zengin olan batılı beslenme tarzına geçilmesiyle çürük diş sayısı artmakta ve ağız ve diş sağlığı alanındaki gelişmeler hastalıkları ortadan kaldırmaya tek başına yetmemektedir. Gelişmekte olan ülkelerde diş tedavilerinin maliyeti tüm halk sağlığı masraflarını aşmaktadır (Drewnowski ve Popkin 1997, Yee ve Sheiham 2002). Bu nedenlerden dolayı günümüz diş hekimliğinin hedefi koruyucu uygulamaları yaygınlaştırarak ağız ve diş sağlığının bozulmadan önce korunmasını sağlamaktır.

Son yıllarda koruyucu diş hekimliği programlarının yaygınlaşmasına bağlı olarak diş çürükleri de önemli ölçüde azalmıştır (Fejerskov 2004). Fakat oklüzal yüzeylerdeki çürük insidansı halen yüksek olarak izlenmektedir (Marthaler 2004). *Feigal ve ark.*’ları daimi dişlenme döneminde olan 12 yaşındaki çocuklarda, oklüzal yüzey çürüklerinin tüm çürük yüzeylerin %67’sinden daha fazlasını oluşturduğunu ve bu yaş grubunun %65’inde daimi birinci büyük azı dişlerin ya restorasyonlu ya da çürük olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle oklüzal yüzeylerin korunmasına yönelik çalışmalar daha da önemli hale gelmektedir (Feigal 2002).

Yapılan çalışmalarda çürük riski yüksek çocuklarda henüz sürmekte olan daimi birinci büyük azı dişlerinin oklüzal yüzeylerinde çürüklerin erken geliştiği ve hızlı bir şekilde ilerlediği görülmüştür (Fennis-le *et al.* 1998, Achong *et al.* 1999). Karışık dişlenme döneminde hem çocuk hem de aile sürmekte olan daimi büyük azı dişinden habersiz olabilmekte ve yetersiz el becerisi nedeniyle iyi bir hijyen sağlanamamaktadır. Bununla beraber dişlerin oklüzyona gelmemeleri de plak

retansiyonuna neden olarak çürük oluşumunu tetikleyebilmektedir (Carvalho *et al.* 1989).

Koruyucu diş hekimliği uygulamalarından pit ve fissür örtücü uygulamaları oklüzal çürüklerin önlenmesinde en sık tercih edilen ve en etkili koruyucu uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır (Mc Donald *et al.* 2004). Günümüzde rezin ve cam iyonomer esaslı fissür örtücüler sıklıkla kullanılmaktadır. Resin esaslı fissür örtücüler mineye yüksek tutuculuk göstermesi ve koruyucu etkileri açısından en başarılı materyaller olarak kabul görmektedir (Feigal 2002, Poulsen *et al.* 2006). ADA tarafından 2008 yılında yayınlanan bildiride, çürük riski yüksek çocuk ve erişkinlerin süt veya daimi dişlerine pit ve fissür örtücü uygulanması gerektiği belirtilmiştir. Aynı bildiride nem izolasyonunun sağlanabildiği takdirde rezin esaslı fissür örtücülerin ilk tercih edilen seçenek olması gerektiği bildirilmiştir (Beauchamp *et al.* 2008). Bu nedenle çalışmamızda pedodonti kliniklerinde geniş kullanım alanı olan ve klinik olarak başarılı bir materyal kabul edilen rezin esaslı fissür örtücülerini değerlendirdik.

Bu tez çalışmasında; rezin esaslı, yeterli düzeyde akıcılığı olan ve F salımı yapabilen *Fissured Nova* marka fissür örtücü kullanıldı. Resin materyallerin mekanik özellikleri; doldurucuların içsel özellikleri, doldurucu oranı ve boyutları (Hosseinipour *et al.* 2010), reçine ile doldurucuların bağlanması (Sideridou ve Karabela 2009), doldurucunun organik matriks içinde dağılımı (Noohom *et al.* 2009) ve reçinelerin özellikleri (Asmussen ve Peutzfeldt 1998) gibi birçok faktöre bağlıdır. Doldurucu oranının fissür örtücünün mekanik özellikleri üzerinde en güçlü etkiye sahip olduğu ve doldurucu içeriğindeki en küçük değişikliklerin bile mekanik özellikleri etkileyebileceği bildirilmiştir (Ilie ve Hickel 2009). Bu nedenle çalışmamızda *Fissured Nova*'nın düşük, orta ve yüksek doldurucu oranlı tipleri kullanıldı.

F'lerin çürük oluşumuna karşı koruyucu etkinliğinin anlaşılması, F uygulamaları ile ilgili birçok öneriyi beraberinde getirmiştir. Bunlardan biri de pit ve fissür örtücülere F ilavesi ile antibakteriyel etkinliği sağlamaktır (ten Cate 1999, Featherstone 2000). Bazı araştırmalarda fissür örtücü materyallere F eklenmesiyle çürük oluşumunu engellemede yüksek başarı sağlandığı bildirilmiştir (Rawls ve Zimmerman 1983, Carlsson *et al.* 1997, Garcia-Godoy *et al.* 1997). Fakat F açığa

çıkararak birçok fissür örtücü sisteminde F iyonlarının gerçek anlamda antimikrobiyal özellik göstermediği görülmüştür (Matalon *et al.* 2010). Başka bir çalışmada cam iyonomer esaslı ve rezin esaslı fissür örtücüler F salma ve reşarj etkinlikleri açısından karşılaştırılmış ve rezin içerikli fissür örtücü olan *Fissurit F*'in cam iyonomer esaslı fissür örtücülere göre daha az F saldığı görülmüştür (Bayrak *et al.* 2010). Günümüzde F salan rezin esaslı fissür örtücüler piyasaya sürülmüş olsa da bu tip fissür örtücülerin F salımı yapmayanlara göre daha üstün olduklarını gösteren yeterli sayıda klinik çalışma yoktur (Ulusoy 2010, Ritter AV 2011). Bunun yanı sıra rezin esaslı fissür örtücülere çözünebilir NaF tuzunun eklenmesi konusunda bazı endişeler vardır. Dental ve Craniofasial Araştırma Enstitüsü'nün çalışmasına göre fissür örtücü materyalden F tuzunun çözünmesi fissür örtücünün mekanik özelliklerini zayıflatıp, çürük önlemede etkinliğini azaltmaktadır (Research 1985).

Fissür örtücülerin antibakteriyel ve remineralize edici etkinliğini arttırmak amacıyla F salan formları üretildiği gibi; CPP-ACP veya klorheksidin eklenmiş formları da geliştirilmiştir (Ulusoy 2010). Araştırmalarda CPP-ACP içerikli fissür örtücülerin remineralizasyonu arttırdığı (Rao ve Malhotra 2011), klorheksidin içerikli fissür örtücülerin ise materyal yüzeyinde bakteri birikimini engellediği bildirilmiştir (Ulusoy 2010).

Nano teknolojinin gelişmesi ile birlikte dental restoratif materyallerin yapısına nano boyutlarda inorganik partiküller ilave edilerek, materyallerin estetik ve fiziksel özelliklerinin ve biyoyumluluklarının daha da geliştirilebileceği bildirilmiştir (Mitra *et al.* 2003).

Geleneksel ürünlerle karşılaştırıldıklarında nanomateryallerin daha üstün özellikler sağlamalarının nedenlerinden en önemlisi nanopartiküllerin düşük miktarlarda bile yüksek oranda iyon serbestleyebilmeleridir, bir diğer neden ise küçük boyut ve yüksek yüzey alanına sahip olmalarından dolayı materyalin içeriğine kuvvetlendirici olarak farklı doldurucuların eklenebilmesidir (Melo *et al.* 2013).

Bu çalışmada da son yıllarda diş hekimliğinde kullanım alanı bulan biyoyumlu ve antimikrobiyal özelliği olduğu bildirilen BAC nanopartikülleri fissür örtücülerin içeriğine eklendi. Yeni oluşturulan materyallere ait makaslama bağlanma dayanımı, mikrosertlik, mikrosızıntı ve antibakteriyel özellikler *in vitro* koşullarda araştırıldı.

Laboratuvar testleri yeni materyallerin geliştirilmesinde ve değerlendirilmesinde klinik testlere göre daha basit yapılabilmesi, standardizasyonu sağlamanın daha kolay olması, daha kısa sürede sonuç vermeleri ve daha az maliyet gerektirmeleri gibi avantajlara sahiptirler. Bunun yanında *in vitro* çalışmalarda çok fazla değişkenin varlığı nedeni ile farklı zamanlarda ve farklı laboratuvarlarda aynı materyallerin kullanılmasına rağmen farklı sonuçlar elde edilebilmektedir (Van Meerbeek *et al.* 2003).

BAC'ın kompozit rezin ve cam iyonmer simanın yapısına etkilerinin incelendiği çalışmalarda karıştırma aşaması el ile 20 saniyeden 30 dakikaya kadar değişen sürelerde gerçekleştirilmiştir (Yudovin-Farber *et al.* 2008, Yudovin-Farber *et al.* 2010). Atai ve ark. ise nanopartiküllerin kompozit rezinlere el ile mekanik olarak karıştırılması sonucunda materyal içinde boşluk kalmasının kaçınılmaz olduğunu buna karşılık büyük boyutlardaki karıştırma ekipmanları yardımı ile materyalin mekanik özelliklerinde artış sağlanabileceğini bildirmişlerdir (Atai *et al.* 2012). Bizim çalışmamızda da BAC partikülleri 1000-1450 rpm ve sonsuz değişken hızlı 6 bıçaklı türbin tip karıştırıcı kullanılarak eklendi ve bu şekilde homojen bir karışım elde edilmeye çalışıldı.

Çiğneme kuvvetlerinin ve ağız ortamında gün boyu devam eden pH ve sıcaklık değişimlerinin etkisiyle materyal dış ara yüzeyinde stresler (makaslama, gerilim) oluşmaktadır. Bu nedenle oluşan bu streslere karşı restoratif materyallerin kopma gücünü belirleyen bağlanma dayanımı tayini önemli bir yer tutar (Van Meerbeek *et al.* 2003). Bağlanma dayanım kuvvetlerinin *in-vitro* ortamda değerlendirilmesinde genellikle makaslama ve gerilim testlerinden yararlanılmaktadır (De Munck *et al.* 2005, Heintze ve Zimmerli 2011). Birçok çalışmada bu iki test yöntemi kıyaslanmış ve elde edilen verilerin paralellik gösterdiği görülmüştür (Van Meerbeek *et al.* 2003, Özyeşil *et al.* 2009). Bu tez çalışmasında da fissür örtücülerin mineye tutunma kuvveti makaslama bağlanım dayanımı ile belirlendi.

Gerilim ve makaslama bağlantı testlerinde istenen düz mine yüzeyi, minenin dış bükey yapısı nedeniyle güç olmaktadır. Araştırmacılar bununla ilgili olarak bağlantı yüzeylerinin standardize edilebilmesi amacıyla tercih edilen bukkal ve lingual yüzeylerin silikon karbid zımpara kağıdı ile zımparalanmasını önermektedir (Barroso *et al.* 2005, Tulunoğlu *et al.* 1999, Goracci *et al.* 2004). Bu nedenle çalışmamızda

bukkal ve lingual mine yüzeyleri 600 grit'lik silikon karbid zımpara kağıdı kullanılarak su soğutması altında düzgün hale getirildi.

Makaslama bağlanma dayanımı ölçülmesi sırasında geniş bağlantı yüzeylerinden yararlanılması çoğunlukla koheziv kırılmalara neden olabilmektedir. Bu tarz kırılma materyalin adeziv bağlanma dayanımını tam olarak ortaya koyamamaktadır (Van Meerbeek *et al.* 2003, Heintze ve Zimmerli 2011). Yapılan çalışmalara bakıldığında küçük bağlantı alanına sahip örneklerde daha çok adeziv kırılmanın meydana geldiği ve bu yüzeylerde yüksek bağlantının olduğu bildirilmektedir (De Munck *et al.* 2005, Heintze ve Zimmerli 2011). Bu çalışmada da diğer çalışmalara benzer olarak fissür örtücüler standart kalıplar yardımıyla mine yüzeyine uygulanarak bağlantı yüzeyi 3 mm çapında olan fissür örtücü örnekleri elde edildi.

Restoratif materyallerin fiziksel özellikleri hakkında bilgi veren diğer bir yöntem de yüzey sertlik testleridir. Materyallerin sertlik derecelerinin belirlenmesinde Knoop, Vicker's, Brinell, Rockwell gibi test yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Ancak bunlardan Rockwell ve Brinell testleri kırılma materyaller için uygun olmadığından, dental materyallerin sertliklerinin ölçülmesinde daha çok Knoop ve Vicker's testlerinden yararlanılmaktadır (Zaimoğlu 1988, Taşveren 2005). Bu çalışmada materyallerin sertlik ölçümü Vicker's mikrosertlik test yöntemiyle gerçekleştirildi. Yüzey sertlik ölçümü sırasında rezin esaslı materyallerde delici ucun materyalin matriks yapısını veya doldurucudan zengin bölgeyi çentiklemesine bağlı olarak ölçülen sertlik değerlerinde farklılıklar olabilmektedir (Mandikos *et al.* 2001, Demirel *et al.* 2003). Bu nedenle çalışmamızda her bir örnek materyal için 2 farklı bölgeden yüzey sertlik ölçümü gerçekleştirildi.

Restoratif materyallerin klinik ömrü ve etkinliğinin tahmin edilebilirliği için önemli bir değerlendirme kriteri olan mikrosızıntı testi, yeni materyallerin incelenmesinde değerli bir test olarak görülmektedir (Türkün ve Ergücü 2004, Karadağ 2005). Geçmişten bu yana mikrosızıntı değerlendirmesi yapılırken; kimyasal ajanlar, boya penetrasyon, hava basıncı yöntemi, radyoizotoplar, nötron aktivasyon analizi, elektrokimyasal çalışmalar, multi-foton lazer ve mikrobiyolojik inceleme testleri gibi birçok yöntemden yararlanılmıştır. Bu çalışmada da ekonomik olması, kolay temin edilebilmesi, uygulanmasının pratik olması, hatasız ölçümlere

olanak tanınması, sert dokularla reaksiyona girmemesi ve toksik olmaması nedeniyle boya penetrasyon yöntemi tercih edilmiştir (Taylor ve Lynch 1992, Tiritoğlu 1994, Duangthip ve Lussi 2002, Ayyıldız *et al.* 2009).

Boya sızıntı testinde metilen mavisi, bazik fuksin, floresan, kristal viyole, anilin mavisi, gümüş nitrat, toluidin mavisi, eritrosin ve Rodamin B gibi özel boyalar kullanılmaktadır (Ayyıldız *et al.* 2009, Erdemir ve Yaman 2011). Mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan boya çözeltilerini inceleyen bir derlemede, çalışmaların %40,8'inde bazik fuksin, %26,5'inde gümüş nitrat, %20'sinde metilen mavisinin kullanıldığı belirtilmiştir (Türkün ve Ergücü 2004). Sıklıkla tercih edilen boya olan bazik fuksinin yapılan çalışmalarda %0,5 ile %5 arasındaki konsantrasyonlarda kullanıldığı gözlenmektedir (Crim *et al.* 1985, Nalcaci *et al.* 2007). Çalışmalarda örneklerin bazik fuksin için boya çözeltisinde bekletme süresinin 24-48 saat olması gerektiği bildirilmiştir (Türkün ve Ergücü 2004). Bu nedenle çalışmamızda boya sızıntı test yönteminde %2'lik konsantrasyonda bazik fuksin çözeltisi kullanılmış ve örnekler 24 saat boyunca bu çözeltide bekletilmiştir.

Mikrosızıntı çalışmaları yapılırken ağız ortamındaki koşulları taklit etmek amacıyla test edilen örnekler mekanik ya da termal siklus ile yaşlandırma işlemi uygulanmaktadır (Taylor ve Lynch 1992, Tiritoğlu 1994, Koyuturk *et al.* 2008). En sık tercih edilen yöntem olan termal siklus ile ağız ortamında oluşabilecek yüksek ve düşük sıcaklık dereceleri taklit edilip, diş ve restoratif materyal arasındaki genleşme farklılığından doğan gerçeğe en yakın sızıntı değerleri elde edilmeye çalışılmaktadır (Tiritoğlu 1994). Termal siklus uygulamasıyla ilgili araştırmalarda herhangi bir standart yöntemin olmadığı buna karşılık en çok 5°C ve 55°C arasındaki termal döngünün tercih edildiği bildirilmiştir (Vineet ve Tandon 2000, Pardi *et al.* 2006, Lupi-Pégurier *et al.* 2007, Hamamcı *et al.* 2010). Bu çalışmamızda da örnekler 5°C ve 55°C'lik su içerisinde, 30'ar sn bekletilip 500 siklus uygulanarak yaşlandırma işlemi gerçekleştirildi.

Mikrosızıntı değerlendirmelerinde sızıntı derinliği restorasyonun farklı yerlerinde farklılık göstereceğinden diştten tek bir kesit almak güvenilir sonuç vermeyebilir. Bu nedenle literatürdeki diğer çalışmalarda olduğu gibi biz de çalışmamızda her bir örnekten 3 kesit alarak daha güvenilir sonuçlar elde etmeye çalıştık (Raskin *et al.* 2003). Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmaların %96,7'sinde

mikrosızıntının iki boyutlu değerlendirildiği belirtildiğinden, biz de iki boyutlu yöntemle stereomikroskop kullanılarak örneklerin boya penetrasyon derecelerini inceledik (Türkün ve Ergücü 2004).

Fissür örtücüler gibi dental materyallerin antibakteriyel özelliklerinin değerlendirildiği en önemli testlerden biri; birçok örneğin aynı anda değerlendirilebildiği, ucuz ve kolay yapılan bir test olan agar difüzyon test yöntemidir. Biz de çalışmamızda fissür örtücü materyallerin antibakteriyel etkinliklerini değerlendirmek amacıyla agar difüzyon testinden yararlandık (Ribeiro ve Ericson 1991, Türkün *et al.* 2008, Naorungroj *et al.* 2010). Testlerin tekrarlanabilir olması, aynı agar üzerinde farklı materyallerin incelenebiliyor olması, materyallerde gözlenen antibakteriyel aktivitenin belirli sürelerde devam edip etmediğinin incelenebilmesi bu metodun tercih edilebilir olmasına olanak sağlamıştır (Ribeiro ve Ericson 1991, Botelho 2003). Bu avantajların yanında bu metodun bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Örneğin, agar difüzyon testinde test edilen materyalin bakteriyostatik mi bakterisidal mi olduğu bilinmemektedir. Ayrıca test ile sadece başlangıçtaki antibakteriyel özelliğin sorgulandığı, zamanla ağız içerisindeki restorasyon üzerine veya restorasyon ile dış ara yüzeyine kolonize olmuş bakterilerle ilgili bilgi edinilemediği bildirilmiştir (Ölmez *et al.* 1996).

Agar difüzyon test tekniğinde uygun agarın seçimi oldukça önemlidir. Agar seçiminden hem test yerindeki mikroorganizmaların gelişim oranı hem de besiyerindeki mikroorganizmaların boyutları etkilenebilmektedir. Doğru sonuç alabilmek için dikkat edilmesi gereken diğer bir husus da agarın kalınlığının standart olması gerekliliğidir. Agarın petrideki kalınlığı yaklaşık 4 mm, agar içine yerleştirilen örnek diskler arası mesafe 22 mm ve disklerin petri kabının kenarına olan uzaklığı en az 14 mm olmalıdır. Ayrıca test sonuçlarının standardizasyonu ve tekrarlanabilirliği için sıcaklığın 37°C olması gereklidir (Tobias 1988). Çalışmamızda bu özellikler dikkate alınarak agar difüzyon test yöntemi ile antibakteriyel etkinlik araştırıldı.

BAC'ların sert doku oluşumunu uyarması ve antibakteriyel özellikleri sayesinde koruyucu diş hekimliğinde ağız bakım ürünleriyle beraber kullanılması konusunda çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Alauddin 2004, Kaur *et al.* 2014). Çocuk diş hekimliği alanında ise BAC içerikli materyallerinin fissür çürüklerinin

önlenmesinde ve başlangıç çürük lezyonlarının remineralizasyonunda başarılı olabileceği düşünülmektedir (Kaur *et al.* 2014)

BAC'ın dental materyallere eklendiği çalışmalarda restoratif materyal olarak genellikle cam iyonomer siman tercih edilmiştir (Matsuya *et al.* 1999, Ana *et al.* 2003, Yli-Urpo *et al.* 2003). Literatürde BAC'ların kompozitlerin yapısına eklenerek araştırıldığı iki çalışma bulunmaktadır (Khvostenko *et al.* 2013, Korkut *et al.* 2016). BAC'ın rezin esaslı fissür örtücülere eklendiği sadece 1 çalışma bulunmaktadır ve bu çalışmada BAC eklenen fissür örtücünün asidi nötralize etme kapasitesi, bükülme dayanımı ve su emme özelliklerine bakılmıştır (Yang *et al.* 2013). Bizim çalışmamızda ise rezin yapıdaki farklı doldurucu içerikli fissür örtücülerin içerisine %5, %10 ve %15 oranlarında BAC ilave ederek materyallerin makaslama bağlanma dayanımı, mikrosertlik, mikrosızıntı ve antibakteriyel özellikleri araştırıldı.

Günümüzde BAC içerikli dental kompozitlerin geliştirilmesiyle ilgili çeşitli endişeler mevcuttur. Bunlardan ilki BAC'ın doldurucu olarak kompozit matrikse iyi şekilde yapışamaması ve bunun sonucunda düşük mekanik özelliklerin ortaya çıkmasıdır. İkincisi ise kompozitin iyonları filtre etmesi nedeniyle zaman içerisinde mekanik özelliklerinde negatif yönde değişimdir. Bunlara rağmen BAC içeren kompozitler ile diş arasındaki mikroaralıklarda sekonder çürük oluşumunu yavaşlatmak için yeterli antimikrobiyal etki ve remineralizasyon aktivitesi sağlanabileceği unutulmamalıdır (Khvostenko *et al.* 2013).

BAC içerikli fissür örtücülerle ilgili sekonder çürük oluşumunu önlemeye yönelik stratejiler; demineralize diş dokusunun remineralizasyonu ve asit nötralizasyonunu içermektedir. Forsback ve ark.'larının dentin disk örnekleriyle yaptığı çalışmaya göre BAC'ın vücut sıvılarıyla temasa geçtiğinde diş yapısına benzer hidroksiapatit tabakası oluşturarak biyomimetik özellik gösterdiği belirtilmiştir. Bu süreç demineralize diş yapısının remineralize olma potansiyelini arttırmaktadır (Forsback *et al.* 2004). Diğer bir çalışmada ise sekonder çürük oluşumunu önlemeye yönelik hazırlanan 45S5 BAC içerikli rezin esaslı fissür örtücü materyalin, fissür örtücü ile diş arasındaki karyojenik asit pH'ını artırma performansına bakılmıştır. Sonucunda 45S5 BAC doldurucu içerikli fissür örtücünün hızlı bir şekilde laktik asit solüsyonundaki pH'ı arttırdığı görülmüştür. Bu durum 45S5 cam partiküllerinden çözünebilir Na ve Ca iyonlarının sıvı ortamda açığa

çıkması ve sıvı ortam pH değerinin artması gibi yüzey reaksiyonlarına bağlanmaktadır (Yang *et al.* 2013).

BAC'ların *S. mutans*'lar gibi çürük yapıcı patojenlerin ürettiği asidi nötralize etmesi dışında, bakterilere karşı antibakteriyel etkinliklerinin olduğu da düşünülmektedir. Literatürde BAC'ların antibakteriyel özellikleriyle ilgili az sayıda çalışma yer almaktadır. *In vitro* yapılan bir çalışmada BAC içerikli patin *S. mutans* gibi oral mikroorganizmalar üzerine antibakteriyel etkisi olduğu görülmüştür (Stoor *et al.* 1998). Yapılan güncel bir çalışmada ise %5, %10 ve %30 oranlarında BAC partikülleri kompozit rezin materyale doldurucu olarak eklenmiştir. *In vitro* koşullarda deneysel kompozitlerin *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı sulu süspansiyondaki antimikrobiyal aktiviteleri, *S. mutans*'a karşı ise biofilm içerisindeki antimikrobiyal aktiviteleri değerlendirilmiştir. %10 oranında BAC içeren kompozitlerin bulunduğu süspansiyonlardaki *E. coli* ve *S. aureus* canlılıklarının 90. dakika sonunda belirgin olarak azaldığı görülürken, %30 oranında BAC içeren kompozitlerin bulunduğu süspansiyonlarda her iki bakteri canlılığının daha da azaldığı bildirilmiştir. Kompozit diskler üzerinde oluşturulan biofilm içerisindeki *S. mutans*' a karşı %5 oranında BAC içeren örneklerde antimikrobiyal etkinlik tespit edilmemiştir. %10 ve %30 oranında BAC içeren örneklerde ise *S. mutans* canlılığında belirgin azalma belirlenerek, antimikrobiyal etkinlik tespit edilmiştir (Korkut *et al.* 2016).

Martins ve ark. yaptıkları bir çalışmada biyoaktif camın total veya parsiyel kristalizasyonu ile elde edilen biyoaktif cam seramiğin anaerobik bakterilere karşı geniş antimikrobiyal özellik gösterdiğini bildirmiştir (Martins *et al.* 2011). *Hu ve ark.* *S. aureus*, *Staphylococcus epidermidis* ve *E. coli* mikroorganizmaları ile süspansiyonlar hazırlayarak yaptıkları bir çalışmada BAC'ın bakteri hücre duvarını yıkıma uğratarak güçlü bir antimikrobiyal etkinlik gösterdiğini bildirmişlerdir (Hu *et al.* 2009).

Yapılan bir diğer çalışmada konvansiyonel ve RMCİS'lara ağırlıkça %30, %10 ve %0 oranında BAC materyali eklenerek materyallerin *S. mutans* üzerindeki antibakteriyel etkinliği değerlendirilmiştir. Agar diffüzyon testi sonucunda %30 oranında BAC içeren iki cam iyonomer simanın da *S. mutans*' ın büyümesini inhibe ettiği gözlenirken, diğer örneklerde ise herhangi bir inhibisyon görülmemiştir.

Araştırmacılar bu inhibisyonu yüksek orandaki BAC materyali tarafından sağlanan yüksek pH seviyesiyle ilişkilendirmektedir. Bununla birlikte cam iyonomer simana yeterli oranda BAC eklenmediğinde, BAC tarafından oluşan pH değişiminin cam iyonomer siman tarafından etkisizleştirilip, *S. mutans*'a karşı antimikrobiyal etki oluşmadığını bildirmişlerdir (Yli-Urpo *et al.* 2003).

Agar plaklarla yapılan bazı *in vitro* çalışmalarda BAC partikülleri herhangi bir bakteriyel inhibisyon reaksiyonu göstermediği rapor edilmiştir (Stoor *et al.* 1996, Geyer *et al.* 1999). Stoor *ve ark.*'nın agar plaklarla yaptığı bir çalışmada değerlendirilen BAC'ın *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia* ve *Actinobacillus actinomycetemcomitans* gibi periodontal patojenlerin büyümesinde değişikliğe neden olmadığı bildirilmiştir (Stoor *et al.* 1996).

Bizim çalışmamızda ise farklı oranda BAC içeren rezin esaslı fissür örtücü örnekleriyle gerçekleştirilen agar difüzyon testinde *S. mutans*'a karşı bakteriyel zon oluşumuna rastlanmadı. Çalışmalarda nemli ortamda rezin içerisindeki BAC'ın aktive olarak iyon salımı gerçekleştirdiği bildirilmiştir (Kokubo *et al.* 2003). Materyalin yüzeyindeki oksijenin inhibe ettiği polimerize olmamış tabakada da BAC'ın yoğun olduğu ve bu yapının antibakteriyel etki gösterdiği bildirilmiştir (Rich *et al.* 2002). Ancak çalışmamızda rezin esaslı fissür örtücünün yüzeyindeki BAC'ın antimikrobiyal etkinliği gözlenmemiştir. Literatürde dental materyallere BAC eklenerek antibakteriyel etkinliğin değerlendirildiği çalışmaların bazılarında materyal antibakteriyel özellik gösterirken bazılarında antibakteriyel etkinlik görülmemiştir. Bu durumun nedenleri çalışmalarda tercih edilen yöntemlerin farklı olması ve farklı testlerin kullanılması ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca bakteri kültür ortamının bileşimi, test edilen mikroorganizma, pH ve örneğin çözünürlüğü de çalışmaların sonuçlarında farklılığa neden olabilmektedir (Martins *et al.* 2011). Bu nedenle rezin esaslı fissür örtücü içerisine eklenen BAC'ın *S. mutans*'ın çoğalması için gerekli olan düşük pH'ı nötralize edebilmesi ve karyojenik bakterilerin çoğalmasını engelleyici etkisini gösterebilmesinin yapılacak olan yeni çalışmalarda değerlendirilmesi gerekmektedir.

Literatürde BAC'ın restoratif bir materyale eklenerek bağlanma dayanımının değerlendirildiği sadece bir adet çalışma bulunmakta ve bu çalışmada da cam iyonomer siman kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda ise cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin ağırlıkça %10 ve %30 oranında BAC ile

modifikasyonunun, kontrol grubuyla benzer bağlanma dayanımı göstererek bağlantıya olumsuz bir etki oluşturmadığı bildirilmiştir (Korkut 2013). Bizim çalışmamızda ise bu çalışmaya benzer olarak her 3 farklı dolduruculu fissür örtücü grubunda, %5 oranında BAC ile modifiye edilen gruplar ile kontrol grupları arasında makaslama bağlanma dayanımı değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. %15 oranında BAC ile modifikasyon sonucunda düşük ve orta dolduruculu gruplarda kontrol grubundan düşük makaslama bağlanma dayanımı gözlenirken, yüksek dolduruculu grupta ise kontrol grubundan yüksek makaslama bağlanma dayanımı belirlendi.

Bu çalışmada içerdikleri BAC oranı dikkate alınmadığında en yüksek makaslama bağlanma dayanımını yüksek dolduruculu fissür örtücü göstermiş ve doldurucu oranı azaldıkça bağlanma dayanımının azaldığı görülmüştür. *Papacchini ve ark.* yaptıkları bir çalışmada pit ve fissür örtücü olarak kullanılan farklı materyallerin bağlantı değerlerini karşılaştırmıştır. Buna göre %67 oranında inorganik doldurucu içeren *Unifil Flow* materyalinin, %60 oranında inorganik doldurucu içeren *Eliteflo* materyaline göre belirgin olarak daha yüksek bağlantı değeri gösterdiği belirtilmiştir. Bu durum yüksek dolduruculu ve düşük polimerizasyon büzülmesi gösteren *Unifil Flow* materyalinin, sertleşme sırasında yeni oluşan bağlantı ara yüzeyinde daha az stres oluşturmaya bağlanmaktadır (Papacchini *et al.* 2005). Bizim çalışmamızda da bu çalışmaya paralel olarak düşük, orta ve yüksek doldurucu içerikli fissür örtücü grupları birbirleriyle karşılaştırıldığında; yüksek dolduruculu fissür örtücünün en yüksek, düşük dolduruculu fissür örtücünün en düşük, orta dolduruculu fissür örtücünün ise ikisinin arasında bağlantı değeri gösterdiği görüldü.

In vitro çalışmalarda materyallerin bağlanma dayanımları değerlendirilirken, bağlanma kuvvetinin belirlenmesinin tek başına yeterli olmadığı, aynı zamanda materyalin diş dokusundan ayrılma tipinin de değerlendirilmesi gerektiği bildirilmektedir (Eliades *et al.* 2005). Karma tipte kırılma, bağlantı testi sırasındaki homojen olmayan kuvvetlerden kaynaklanan bir kırılma şeklidir (Özyeşil *et al.* 2009). Bizim çalışmamıza ait analizlerde de örneklerin çoğunda karma tipte kırılmanın görülmesi uygulanan kuvvetin oluşturacağı stresin materyal içerisinde düzensiz dağılımından kaynaklanabilir. Ayrıca çalışmamızda adeziv tip kırılmanın az

görülmesinin nedenleri kullanılan *Fissured Nova* marka fissür örtücünün sıkışma direncinin zayıf olması ve fissür örtücünün asitlenen mine yüzeyine yeterli düzeyde makaslama bağlanma dayanımı göstermesi olabilir.

Çalışmamızda değerlendirilen tüm farklı doldurucu gruplarda; %15 oranında BAC ile modifikasyonun, %5 oranında BAC ile modifikasyona göre daha düşük mikrosertlik değeri göstermesinin yüksek oranlardaki BAC'ın rezinin yapısında farklı etkileşimlere neden olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Yapılan bir çalışmada da belirtildiği gibi doldurucu ilavesinin belirli bir sınırı olduğu, bu sınır aşıldığında mekanik özelliklerin daha fazla artmayacağı ve hatta %20 ve üzeri oranlarda doldurucu ilavesinin mekanik dayanımı azaltabileceği bildirilmiştir (Chen *et al.* 2011). Düşük oranlardaki nanopartiküllerin rezin içerisinde nispeten daha iyi dağılım gösterip mekanik dayanımı arttırdığı, yüksek oranlara çıkıldığında ise nanopartiküllerin demetler halinde yığılma göstererek oluşan defektler sonucunda mekanik özelliklerde azalmaya yol açtığı çalışmalarda bildirilmiştir (Chen *et al.* 2011, Sadat-Shojai *et al.* 2010). Başka bir çalışmada ise mekanik özellikteki bu azalmanın nanopartiküllerin yığılmasından kaynaklı bozulmalardan değil, daha çok nanopartiküllerin rezin materyalin polimerizasyonuna olan olumsuz etkisiyle ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Tavassoli Hojati *et al.* 2013).

Rezin materyallerin mikrosertliği doldurucu hacmi ve boyutu dışında rezin mikroyapısının morfolojisine de bağlıdır. Buna bağlı olarak doldurucu partiküller ile matriks arasındaki zayıf bağlantı materyalin mekanik özelliğini zayıflatabilir (Khvostenko *et al.* 2013). Bizim çalışmamızda olduğu gibi %15 oranlarında eklenen BAC'ın fissür örtücünün mikrosertliğinde azalmaya neden olmasının, BAC partiküllerinin rezin matriks yapısına güçlü bir bağlantı oluşturamamasından ileri geldiği düşünülebilir. %5 gibi düşük oranda eklenen BAC materyali rezin matriks içerisinde güçlü bir bağlantı oluşturamasa bile matriks içerisinde iskelet görevi görerek sertliği arttırmış olabilir. Bu nedenle bu çalışmaya göre mikrosertlik değerlendirmesinde %5 oranında eklenen BAC oranı optimum oran olarak görülmektedir.

Çalışmamızdaki fissür örtücülerin BAC oranını dikkate almadan doldurucu oranlarına göre mikrosertliklerini kıyasladığımızda; %55 oranında doldurucu içeren örnekler diğer gruplara göre yüksek mikrosertlik değeri göstermiştir. En düşük

mikrosertlik değerini ise %7-9 oranında doldurucu içeren fissür örtücü örnekleri göstermiştir. Bu durum doldurucu partikül miktarının artmasıyla yüzey sertliğinin arttığını gösteren çalışmalarla da desteklenmektedir (Jung *et al.* 2002).

Mikrosızıntı verileriyle ilgili istatistiksel sonuçları incelediğimizde; düşük dolduruculu fissür örtücülerin %5 oranında BAC içeren grubunun mikrosızıntı değerinin kontrol grubundan istatistiksel olarak yüksek olduğu tespit edildi. Orta ve yüksek dolduruculu fissür örtücülerin her birinin %5, %10 ve %15 oranında BAC içeren gruplarının mikrosızıntı değerlerinin istatistiksel olarak kontrol gruplarından farklı olmadığı görüldü.

Doldurucu oranı dikkate alınmadığında tüm gruplar arasında ‘0’ skorunun en fazla görüldüğü ve ‘3’ skorunun hiç görülmediği grup %15 oranında BAC içeren fissür örtücü grubudur. Çalışmada değerlendirilen %15 oranında BAC içeren örneklerin göstermiş olduğu düşük mikrosızıntı skorları rezin materyallerde gözlenen polimerizasyon büzülmesi ile ilişkilendirilebilir. Rezin materyallerin en büyük dezavantajlarından biri olan polimerizasyon büzülmesi ile materyal diş ara yüzeyinde mikroaralık meydana gelir ve takiben mikrosızıntının olması ve bakteri geçişinin kolaylaşması restorasyonda başarısızlığa neden olabilir (Davidson ve Feilzer 1997). Çalışmamızda fissür örtücünün %15 oranında BAC ile modifikasyonu ile mikrosızıntısının daha az gözlenmesi, rezin esaslı fissür rtcdeki organik matriks oranının azalması sonucu polimerizasyon büzülmesinin de azalmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

Literatürde BAC ile modifiye edilen rezin esaslı fissür örtücülere ait mikrosızıntı çalışması bulunmazken, cam iyonomer esaslı fissür örtücülere eklenmiş BAC’ın mikrosızıntıya etkisinin değerlendirildiği 1 adet çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre ağırlıkça %30 oranında BAC ilave edilen cam iyonomer fissür örtücülerin mikrosızıntı değerleri kontrol grubundan yüksek, %10 oranında BAC içeren fissür örtücülerin mikrosızıntıları ise kontrol grubuna benzer değerde bulunmuştur. Aynı çalışmada %10’luk grupta görülen düşük mikrosızıntı değeri klinik açıdan tatmin edici bulunmamıştır (Korkut 2013).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yüksek, orta ve düşük doldurucu içerikli fissür örtücülerin her birine ayrı ayrı ağırlıkça %5, %10, %15 ve %0 oranlarında BAC ile modifikasyon gerçekleştirilip; elde edilen yeni materyallerin makaslama bağlanma dayanımı, mikrosertlik, mikrosızıntı ve antibakteriyel etkinliklerinin karşılaştırıldığı çalışmamızın sonuçları aşağıdaki gibidir:

- Düşük doldurucu içerikli fissür örtücüye %5 oranında BAC eklenmesi makaslama bağlanma dayanımını değiştirmezken, %10 ve %15 oranlarında BAC eklenmesi makaslama bağlanma dayanımı düşürmüştür.
- Orta doldurucu içerikli fissür örtücüye %5 ve %10 oranlarında BAC eklenmesi fissür örtücünün makaslama bağlanma dayanımını değiştirmezken, %15 oranında BAC eklenmesi bağlanma dayanımını düşürmüştür.
- Yüksek doldurucu içerikli fissür örtücüye %10 ve %15 oranlarında BAC eklenmesi fissür örtücünün makaslama bağlanma dayanımını arttırırken, %5 oranında BAC eklenmesi bağlanma dayanımını değiştirmemiştir.
- Tüm gruplar ele alındığında (BAC oranı dikkate alınmadan) yüksek doldurucu içerikli fissür örtücünün en yüksek bağlanma dayanımı değeri gösterdiği ve doldurucu oranı azaldıkça bağlanma dayanımının düştüğü görülmüştür.
- Düşük doldurucu içerikli fissür örtücüye %5 oranında BAC eklenmesi mikrosertliği istatistiksel olarak arttırırken, %10 ve %15 oranlarında BAC eklenmesinin mikrosertliği düşürdüğü bulunmuştur.
- Orta doldurucu içerikli fissür örtücüye eklenen BAC oranı arttıkça fissür örtücünün mikrosertliği düşmüştür.
- Yüksek doldurucu içerikli fissür örtücüye %5 oranında BAC eklenmesi mikrosertliği arttırırken, %10 ve %15 oranlarında BAC eklenmesi mikrosertliği düşürmüştür.
- Fissür örtücünün doldurucu oranının artmasıyla materyallerin mikrosertliğinin arttığı belirlendi. Doldurucu oranının materyalin sertliğini olumlu yönde arttırdığı sonucuna varılmıştır.
- Orta ve yüksek doldurucu içerikli fissür örtücülere %5, %10 ve %15 oranlarında BAC eklenmesi fissür örtücünün sızıntısını olumsuz yönde etkilememiştir. Düşük

dolduruculu fissür örtücüye ise %5 oranında BAC eklenmesi mikrosızıntıyı arttırmıştır.

- Çalışmada değerlendirilen farklı oranda BAC eklenen ve eklenmeyen fissür örtücülerin hepsinde agar disk difüzyon testinde *S. mutans*'a karşı 24, 48 ve 72. saatin sonunda antimikrobiyal etkinlik tespit edilmemiştir.

Çalışmada elde edilen verilere göre rezin esaslı fissür örtücüye eklenen BAC'ın katkı miktarına bağlı olarak materyalin fiziksel özelliklerini etkilediği görülmektedir.

Sonuç olarak fissür örtücüye eklenen %5 oranındaki BAC'ın agar disk difüzyon testinde antibakteriyel etkinliği arttırmamasına rağmen fissür örtücünün mikrosertliğini attırdığı, bağlanma dayanımını ise istatistiksel olarak fark göstermeyecek şekilde yükselttiği görülmüştür. Ayrıca fissür örtücüye %5 oranında BAC eklenmesi genel olarak fissür örtücülerin mikrosızıntısını olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür.

ÖZET

Farklı Oranlardaki Biyoaktif Cam ile Modifiye Edilen Rezin Esaslı Fissür Örtücülerin Antibakteriyel ve Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi

Günümüzde restoratif materyallerin gelişimine paralel olarak koruyucu diş hekimliğinde önemli yer tutan pit ve fissür örtücülerin birçok farklı tipi üretilmektedir. Diş hekimliğindeki bu gelişmelerden bir tanesi de remineralize edici ve antibakteriyel özelliğe sahip olduğu bildirilen biyoaktif camın (BAC) restoratif materyallere eklenerek kullanılmasıdır. Bu çalışmanın amacı farklı oranlarda BAC eklenen rezin esaslı fissür örtücülerin fiziksel özelliklerinin ve antibakteriyel etkinliklerinin araştırılmasıdır.

Çalışmada yüksek, orta ve düşük doldurucu içerikli rezin esaslı fissür örtücülerin her birine ağırlıkça %5, %10 ve %15 oranlarında BAC eklendi. BAC eklenmeyen fissür örtücüler kontrol grubu olarak kullanıldı. Elde edilen yeni materyallerin makaslama bağlanma dayanımı, mikrosertlik, mikrosızıntı ve antibakteriyel etkinlikleri değerlendirildi. Fissür örtücülerin mineye olan makaslama bağlanma dayanımı üniversal test cihazı ile değerlendirildi. Disk şeklinde hazırlanan fissür örtücülerin mikrosertlikleri Vicker's testi ile belirlendi. Mikrosızıntı değerlendirmesinde boya penetrasyon yöntemi kullanıldı. Fissür örtücülerin *S. mutans* üzerine antibakteriyel etkisi agar difüzyon test yöntemi ile değerlendirildi.

Çalışmada uygulanan testler sonucunda fissür örtücüye %5 oranında BAC eklenmesinin fissür örtücününün makaslama bağlanma dayanımını değiştirmediği görülmüştür ($p>0,05$). %5 oranında BAC eklenen fissür örtücüler kontrol grubundan yüksek mikrosertlik değeri gösterirken, %10 ve %15 oranlarda BAC eklenenlerin mikrosertlikleri kontrol grubundan düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Fissür örtücünün doldurucu oranının artmasıyla makaslama bağlanma dayanımı ve mikrosertliğinin arttığı görülmüştür. Ayrıca fissür örtücüye %5 oranında BAC eklenmesinin genel olarak fissür örtücününün mikrosızıntısını olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür. Agar disk difüzyon testi ile değerlendirilen farklı oranlarda BAC içeren tüm örneklerde *S. mutans*'a karşı antibakteriyel etkinlik tespit edilmemiştir.

Sonuç olarak rezin esaslı fissür örtüçülere %5 oranında BAC eklenmesi fissür örtücülerin mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilemediği için tavsiye edilebilir.

Anahtar sözcükler: antibakteriyel etkinlik, biyoaktif cam, makaslama bağlanma dayanımı, mikrosertlik, mikrosızıntı, rezin esaslı fissür örtücü

ABSTRACT

Comparative Evaluation of Antibacterial and Physical Characteristics of Resin-Based Fissure Sealants Modified With Bioactive Glass In Different Proportions

Nowadays many different types of pit and fissure sealants are marketed in preventive dentistry with the development of restorative materials. One of these developments in dentistry is the use of bioactive glass (BAG) which is reported to have remineralization and antibacterial activity added into restorative materials. The aim of this study was to evaluate the antibacterial and physical characteristics of resin-based fissure sealants modified with bioactive glass in different proportions.

In this study 5%, 10% and 15% BAG by weight was added to each high, medium and low filler containing resin based fissure sealants. BAG free sealants were used as control group. Shear bond strength, microhardness, microleakage and antibacterial activity of created new materials were evaluated. Shear bond strength to the enamel of fissure sealants was evaluated with universal test machine. Microhardness of the disc-shaped prepared fissure sealants was determined by Vicker's test. Dye penetration method was used in microleakage evaluation. Antibacterial effect of fissure sealants on *S. mutans* was evaluated by agar diffusion test method.

As a result of the tests used in this study it was shown that adding BAG in sealants in 5% proportions did not change shear bond strength ($p>0.05$). While added 5% BAG added fissure sealants showed higher hardness values than control group, fissure sealants with high proportions of BAG such as 10% and 15% showed lower hardness values than control group ($p<0.05$). It has been observed that shear bond strength and microhardness increases by increasing the amount of filler of fissure sealants. It has also been observed that adding 5% BAG to fissure sealant mostly did not affect microleakage of sealants negatively. In all samples containing different ratios of BAG, any antibacterial activity could not be determined against *S. mutans* in agar diffusion test.

Adding BAG with the ratio of 5% to fissure sealants can be recommended for its non-negative effects on the mechanical properties of fissure sealants.

Keywords: antibacterial activity, bioactive glass, microhardness, microleakage, resin based fissure sealant, shear bond strength

KAYNAKLAR

- Achong RA, Briskie D, Hildebrandt G, Feigal R, Loesche WJ. Effect of chlorhexidine varnish mouthguards on the levels of selected oral microorganisms in pediatric patients. *Pediatric dentistry*, 1999; 21: 169-175.
- Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, Hiiri A, Nordblad A, Makela M *et al.* Sealants for preventing dental decay in the permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev*, 2013; 3: CD001830.
- Ahovuo-Saloranta A, Hiiri A, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV. Pit and fissure sealants for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev*, 2008; 4:
- Akpata E, Farid M, Al-Saif K, Roberts E. Cavitation at radiolucent areas on proximal surfaces of posterior teeth. *Caries research*, 1996; 30: 313-316.
- Alanen P, Holsti ML, Pienihakkinen K. Sealants and xylitol chewing gum are equal in caries prevention. *Acta Odontol Scand*, 2000; 58: 279-284.
- Alauddin SS. 2004. *In vitro remineralization of human enamel with bioactive glass containing dentifrice using confocal microscopy and nanoindentation analysis for early caries defense*. University of Florida.
- Allan I, Newman H, Wilson M. Antibacterial activity of particulate bioglass against supra- and subgingival bacteria. *Biomaterials*, 2001; 22: 1683-1687.
- Ana ID, Matsuya S, Ohta M, Ishikawa K. Effects of added bioactive glass on the setting and mechanical properties of resin-modified glass ionomer cement. *Biomaterials*, 2003; 24: 3061-3067.
- Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR 2013. *Phillips' science of dental materials*, Elsevier Health Sciences.
- Araujo AM, Naspitz GM, Chelotti A, Cai S. Effect of Cervitec on mutans streptococci in plaque and on caries formation on occlusal fissures of erupting permanent molars. *Caries Res*, 2002; 36: 373-376.
- Arrow P. Oral hygiene in the control of occlusal caries. *Community Dent Oral Epidemiol*, 1998; 26: 324-330.
- Ashley P. Glass-ionomers have cariostatic effect. *Evidence-Based Dentistry*, 2003; 4: 79-79.
- Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of UEDMA BisGMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. *Dent Mater*, 1998; 14: 51-56.
- Atai M, Pahlavan A, Moin N. Nano-porous thermally sintered nano silica as novel fillers for dental composites. *Dental materials*, 2012; 28: 133-145.
- Atar N, Önen, A. Rezin-Modifiye Cam İyonomer Simanların ve Poliasit-Modifiye Kompozit Rezinlerin Konservatif Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2000; 24: 3-4, 29-38.
- Autio-Gold J. The role of chlorhexidine in caries prevention. *Oper Dent*, 2008; 33: 710-716.
- Ayaz DF, Tağtekin D, Yanikoğlu F. Dentine bağlanma ve değerlendirme metodları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2011; 2011:
- Ayyıldız S, Uyar A, Yuzugullu B. Diş hekimliğinde mikrosızıntı ve inceleme yöntemleri. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg*, 2009; 19: 219-226.
- Azarpazhooh A, Limeback H. Clinical efficacy of casein derivatives: a systematic review of the literature. *J Am Dent Assoc*, 2008; 139: 915-924; quiz 994-915.
- Barnes DM, Kihn P, Von Fraunhofer JA, Elsabach A. Flow characteristics and sealing ability of fissure sealants. *Oper Dent*, 2000; 25: 306-310.

- Barroso JM, Torres CP, Lessa FC, Pecora JD, Palma-Dibb RG, Borsatto MC. Shear bond strength of pit-and-fissure sealants to saliva-contaminated and noncontaminated enamel. *J Dent Child (Chic)*, 2005; 72: 95-99.
- Bayrak S, Tunc ES, Aksoy A, Ertas E, Guvenc D, Ozer S. Fluoride release and recharge from different materials used as fissure sealants. *Eur J Dent*, 2010; 4: 245-250.
- Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donly K, Feigal R, Gooch B *et al.* Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *The Journal of the American Dental Association*, 2008; 139: 257-268.
- Benderli Y, Yücel T. Posterior kompozit dolgu materyallerinin yüzey sertliği yönünden değerlendirilmesi-The evaluation of the surface hardness of posterior composite filling materials. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 1994; 28: 228-232.
- Bodecker C. Eradication of enamel fissures. *Dent Items Int*, 1929; 51: 859.
- Bonucci E. Ultrastructural organic-inorganic relationships in calcified tissues: cartilage and bone vs. enamel. *Connect Tissue Res*, 1995; 33: 157-162.
- Borsatto MC, Corona SA, Alves AG, Chimello DT, Catirse AB, Palma-Dibb RG. Influence of salivary contamination on marginal microleakage of pit and fissure sealants. *Am J Dent*, 2004; 17: 365-367.
- Botelho MG. Inhibitory effects on selected oral bacteria of antibacterial agents incorporated in a glass ionomer cement. *Caries Res*, 2003; 37: 108-114.
- Bowen R. Composite and sealant resins: past, present and future. *Pediatr Dent*, 1982; 4: 10-15.
- Brown L, Kaste L, Selwitz R, Furman L. Dental caries and sealant usage in US children, 1988-1991: selected findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *The Journal of the American Dental Association*, 1996; 127: 335-343.
- Brunner TJ, Stark WJ, Boccaccini AR. Nanoscale bioactive silicate glasses in biomedical applications. *Nanotechnologies for the Life Sciences*, 2007;
- Burwell AK, Litkowski LJ, Greenspan DC. Calcium sodium phosphosilicate (NovaMin): remineralization potential. *Adv Dent Res*, 2009; 21: 35-39.
- Callister WD, Retwisch DG 2013. *Malzeme bilimi ve Mühendisliği*, Nobel.
- 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: 115-119.
- Carvalho JC, Ekstrand KR, Thylstrup A. Dental plaque and caries on occlusal surfaces of first permanent molars in relation to stage of eruption. *J Dent Res*, 1989; 68: 773-779.
- Caufield PW, Cutter GR, Dasanayake AP. Initial acquisition of mutans streptococci by infants: evidence for a discrete window of infectivity. *J Dent Res*, 1993; 72: 37-45.
- Ceyhan T, Gunay V, Capoglu A, Sayrak H, Karaca C. Production and characterization of a glass-ceramic biomaterial and in vitro and in vivo evaluation of its biological effects. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2007; 41: 307-313.
- Chen L, Yu Q, Wang Y, Li H. BisGMA/TEGDMA dental composite containing high aspect-ratio hydroxyapatite nanofibers. *Dent Mater*, 2011; 27: 1187-1195.
- Combe EC 1986. *Notes on dental materials*, Churchill Livingstone.
- Craig RG 1997. *Restorative Dental Materials*, Mosby-Year Book, USA, Inc Courier Westford.
- Crim GA, Swartz ML, Phillips RW. Comparison of four thermocycling techniques. *J Prosthet Dent*, 1985; 53: 50-53.
- Croll TP. Glass ionomers for infants, children, and adolescents. *J Am Dent Assoc*, 1990; 120: 65-68.

- Cueto EI, Buonocore MG. Sealing of pits and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention. *J Am Dent Assoc*, 1967; 75: 121-128.
- Davidson C, Feilzer A. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *Journal of dentistry*, 1997; 25: 435-440.
- De Craene GP, Martens LC, Dermaut LR, Surmont PA. A clinical evaluation of a light-cured fissure sealant (Helioseal). *ASDC J Dent Child*, 1989; 56: 97-102.
- De Moor RJ, Verbeeck RM, De Maeyer EA. Fluoride release profiles of restorative glass ionomer formulations. *Dent Mater*, 1996; 12: 88-95.
- De Munck JD, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M *et al.* A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal of dental research*, 2005; 84: 118-132.
- Decker EM, Von Ohle C, Weiger R, Wiech I, Brex M. A synergistic chlorhexidine/chitosan combination for improved antiplaque strategies. *J Periodontal Res*, 2005; 40: 373-377.
- Deliktaş DD, Ulusoy N. Farklı ışık cihazlarının hibrit ve nanohibrit kompozit rezinlerin yüzey sertliğine etkisi. *A Ü Diş Hek Fak Derg*, 33: 1-10.
- Demirel F, Saygılı G, Şahmalı S. Comparative mechanical property characterization of three indirect composite resin materials compared with two direct composites. *Polymers for Advanced Technologies*, 2003; 14: 380-386.
- Drewnowski A, Popkin BM. The nutrition transition: new trends in the global diet. *Nutrition reviews*, 1997; 55: 31-43.
- Driessens FC, Heijligers HJ, Borggreven JM, Woltgens JH. Post-eruptive maturation of tooth enamel studied with the electron microprobe. *Caries Res*, 1985; 19: 390-395.
- Duangthip D, Lussi A. Variables contributing to the quality of fissure sealants used by general dental practitioners. *Operative dentistry*, 2002; 28: 756-764.
- Duangthip D, Lussi A. Effects of fissure cleaning methods, drying agents, and fissure morphology on microleakage and penetration ability of sealants in vitro. *Pediatr Dent*, 2003; 25: 527-533.
- Dunn WJ, Bush AC. A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-based light-curing units. *J Am Dent Assoc*, 2002; 133: 335-341.
- Efflandt S, Magne P, Douglas W, Francis L. Interaction between bioactive glasses and human dentin. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 2002; 13: 557-565.
- Efflandt SE, Cook RF, Francis LF. Apatite growth on bioactive glass in artificial saliva. MRS Proceedings, 2000a. Cambridge Univ Press, LL2. 5.
- Efflandt SE, Lopes M, Ko C-C, Perdigao J, Douglas WH, Francis LF. Bioactive glass paste in molars of mini-pigs: an in vivo study. MRS Proceedings, 2000b. Cambridge Univ Press, LL2. 4.
- Eliades G, Watts D, Eliades T 2005. Dental Hard Tissues and Bonding: Interfacial Phenomenon and Related Properties. Springer, Berlin.
- Elliott JC. Structure, crystal chemistry and density of enamel apatites. *Ciba Found Symp*, 1997; 205: 54-67; discussion 67-72.
- Erdemir U, Yaman BC. Diş hekimliğinde mikrosızıntı ve milrosızıntı araştırma yöntemleri/Microleakage in dentistry and microleakage evaluation techniques *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 2011; 45: 25-35.
- Ersoy M, Emre Ö, Gökçe K. Farklı uygulama yöntemlerinin kompozit rezinlerin mikrosertlikleri üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2007; 17: 28-31.
- Fabianelli A, Pollington S, Davidson C, Cagidiaco MC, Goracci C. The relevance of microleakage studies. *International Dentistry SA*, 2007; 9: 64-74.

- Featherstone J. Dental caries: a dynamic disease process. *Australian dental journal*, 2008; 53: 286-291.
- Featherstone JD. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol*, 1999; 27: 31-40.
- Featherstone JD. The science and practice of caries prevention. *J Am Dent Assoc*, 2000; 131: 887-899.
- Feigal RJ. The use of pit and fissure sealants. *Pediatric dentistry*, 2002; 24: 415-422.
- Feigal RJ, Donly KJ. The use of pit and fissure sealants. *Pediatric Dentistry*, 2006; 28: 143-150.
- Fejerskov O. Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. *Caries Res*, 2004; 38: 182-191.
- Fejerskov O, Josephsen K, Nyvad B. Surface ultrastructure of unerupted mature human enamel. *Caries Res*, 1984; 18: 302-314.
- Fennis-Le YL, Verdonshot EH, Burgersdijk RC, Konig KG, Van 'T Hof MA. Effect of 6-monthly applications of chlorhexidine varnish on incidence of occlusal caries in permanent molars: a 3-year study. *J Dent*, 1998; 26: 233-238.
- Forsback AP, Areva S, Salonen JI. Mineralization of dentin induced by treatment with bioactive glass S53P4 in vitro. *Acta Odontol Scand*, 2004; 62: 14-20.
- Forss H, Halme E. Retention of a glass ionomer cement and a resin-based fissure sealant and effect on carious outcome after 7 years. *Community Dent Oral Epidemiol*, 1998; 26: 21-25.
- Gaffar A, Afflitto J, Nabi N. Chemical agents for the control of plaque and plaque microflora: an overview. *Eur J Oral Sci*, 1997; 105: 502-507.
- Garcia-Godoy F, Abarzua I, De Goes MF, Chan DC. Fluoride release from fissure sealants. *J Clin Pediatr Dent*, 1997; 22: 45-49.
- Gateva N, Dikov V. Bond strength of self etch adhesives with primary and permanent teeth dentin-in vitro study. *J of IMAB*, 2012; 18: 168-173.
- Geyer G, Schott C, Schwarzkopf A. Effects of alloplastic bone substitutes on bacterial growth. *HNO*, 1999; 47: 25-32.
- Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Cardoso PE, Ferrari M. Influence of substrate, shape, and thickness on microtensile specimens' structural integrity and their measured bond strengths. *Dent Mater*, 2004; 20: 643-654.
- 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: 59.
- Griffin SO, Oong E, Kohn W, Vidakovic B, Gooch BF, Group CDCDSSRW *et al*. The effectiveness of sealants in managing caries lesions. *J Dent Res*, 2008; 87: 169-174.
- Gungor H, Altay N, Alpar R. Clinical evaluation of a polyacid-modified resin composite-based fissure sealant: two-year results. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON-*, 2004; 29: 254-260.
- Gwinnett AJ. Structure and composition of enamel. *Oper Dent*, 1992; Suppl 5: 10-17.
- Haghighi R, Naderi N. Comparison of calcium hydroxide and bioactive glass after direct pulp capping in primary teeth. *Journal of Dentistry*, 2007; 4:
- Hamamcı N, Akkurt A, Başaran G. In vitro evaluation of microleakage under orthodontic brackets using two different laser etching, self etching and acid etching methods. *Lasers in medical science*, 2010; 25: 811-816.
- Hara AT, Zero DT. The caries environment: saliva, pellicle, diet, and hard tissue ultrastructure. *Dent Clin North Am*, 2010; 54: 455-467.

- Health UDO, Services H. Oral health in America: a report of the Surgeon General. *Rockville, MD: US Department of Health and Human Services, National Institute of Dental and Craniofacial Research, National Institutes of Health*, 2000; 63: 74-94.
- Heifetz SB, Yaari A, Proskin HM. Retention of a fluoride-releasing sealant compared with its non-fluoride analogue: interim results of a clinical study after an average of eight months. *J Clin Dent*, 2004; 15: 1-5.
- Heintze SD, Zimmerli B. Relevance of in vitro tests of adhesive and composite dental materials. A review in 3 parts. Part 3: in vitro tests of adhesive systems. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 2011; 121: 1024-1040.
- Hench L, Jones J 2005. *Biomaterials, artificial organs and tissue engineering*, Elsevier.
- Hench LL. The story of Bioglass. *J Mater Sci Mater Med*, 2006; 17: 967-978.
- Hicks J, Flaitz, C.M. 2009. *Pit ve fissür örtücüler ve konservatif adeziv restorasyonlar: Bilimsel ve klinik temeller*. In: *Çocuk Diş Hekimliği: Bebeklikten Ergenliğe*, Ankara: Atlas Kitapçılık.
- Hicks J, Garcia-Godoy F, Flaitz C. Biological factors in dental caries: role of saliva and dental plaque in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 1). *J Clin Pediatr Dent*, 2003; 28: 47-52.
- Hicks MJ, Flaitz CM. Epidemiology of dental caries in the pediatric and adolescent population: a review of past and current trends. *J Clin Pediatr Dent*, 1993; 18: 43-49.
- Holme KR, Perlin AS. Chitosan N-sulfate. A water-soluble polyelectrolyte. *Carbohydr Res*, 1997; 302: 7-12.
- Hosseinalipour M, Javadpour J, Rezaie H, Dadras T, Hayati AN. Investigation of Mechanical Properties of Experimental Bis-GMA/TEGDMA Dental Composite Resins Containing Various Mass Fractions of Silica Nanoparticles. *Journal of Prosthodontics*, 2010; 19: 112-117.
- Hu S, Chang J, Liu M, Ning C. Study on antibacterial effect of 45S5 Bioglass. *J Mater Sci Mater Med*, 2009; 20: 281-286.
- Huang S, Gao S, Cheng L, Yu H. Remineralization potential of nano-hydroxyapatite on initial enamel lesions: an in vitro study. *Caries Res*, 2011; 45: 460-468.
- Hunter J 1778. *A Practical Treatise on the Disease of the Teeth*, Johnson.
- Hyatt TP 1923. *Prophylactic Odontotomy. The Dental Cosmos*.
- Ilie N, Hickel R. Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clin Oral Investig*, 2009; 13: 427-438.
- Imazato S. Antibacterial properties of resin composites and dentin bonding systems. *Dent Mater*, 2003; 19: 449-457.
- Imazato S, Imai T, Russell RR, Torii M, Ebisu S. Antibacterial activity of cured dental resin incorporating the antibacterial monomer MDPB and an adhesion-promoting monomer. *J Biomed Mater Res*, 1998; 39: 511-515.
- Jabbarifar E, Mohammad Razavi S, Ahmadi N. Histopathologic responses of dog's dental pulp to mineral trioxide aggregate, bio active glass, formocresol, hydroxyapatite. *Dental Research Journal*, 2008; 4: 83~ 87.
- Jedrychowski JR, Caputo AA, Kerper S. Antibacterial and mechanical properties of restorative materials combined with chlorhexidines. *J Oral Rehabil*, 1983; 10: 373-381.
- Jones JR. Review of bioactive glass: from Hench to hybrids. *Acta Biomater*, 2013; 9: 4457-4486.
- Jung M, Bruegger H, Klimek J. Surface geometry of three packable and one hybrid composite after polishing. *Operative dentistry*, 2002; 28: 816-824.

- Kallestal C, Wang NJ, Petersen PE, Arnadottir IB. Caries-preventive methods used for children and adolescents in Denmark, Iceland, Norway and Sweden. *Community Dent Oral Epidemiol*, 1999; 27: 144-151.
- Kanca J. Improving bond strength through acid etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. *The Journal of the American Dental Association*, 1992; 123: 35-43.
- Karadağ AGS. Mikrosızıntı araştırma teknikleri ve mikrosızıntıyı etkileyen faktörler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2005; 15: 80-87.
- Kaur G, Pandey OP, Singh K, Homa D, Scott B, Pickrell G. A review of bioactive glasses: Their structure, properties, fabrication and apatite formation. *J Biomed Mater Res A*, 2014; 102: 254-274.
- Khvostenko D, Mitchell J, Hilton T, Ferracane J, Kruzic J. Mechanical performance of novel bioactive glass containing dental restorative composites. *Dental Materials*, 2013; 29: 1139-1148.
- Kidd EA. Microleakage: a review. *J Dent*, 1976; 4: 199-206.
- Kokubo T, Kim H-M, Kawashita M. Novel bioactive materials with different mechanical properties. *Biomaterials*, 2003; 24: 2161-2175.
- Konig KG. Dental morphology in relation to caries resistance with special reference to fissures as susceptible areas. *J Dent Res*, 1963; 2: 461-476.
- Korkut E. Biyoaktif cam ile modifiye edilen cam iyonomer esaslı fissür örtücünün fiziksel özelliklerinin araştırılması. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, (Yrd. Doç. Dr. Murat Selim Botsalı), 2013.
- Korkut E, Torlak E, Altunsoy M. Antimicrobial and mechanical properties of dental resin composite containing bioactive glass. *J Appl Biomater Funct Mater*, 2016.
- Koyuturk AE, Kusgoz A, Ulker M, Yesilyurt C. Effects of mechanical and thermal aging on microleakage of different fissure sealants. *Dent Mater J*, 2008; 27: 795-801.
- Krishnan V, Lakshmi T. Bioglass: A novel biocompatible innovation. *J Adv Pharm Technol Res*, 2013; 4: 78-83.
- Kuhnisch J, Mansmann U, Heinrich-Weltzien R, Hickel R. Longevity of materials for pit and fissure sealing--results from a meta-analysis. *Dent Mater*, 2012; 28: 298-303.
- Kumar V, Itthagarun A, King N. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on remineralization of artificial caries-like lesions: an in vitro study. *Australian dental journal*, 2008; 53: 34-40.
- Kükürtcü B. 2015. Biyoaktif cam ve cam-seramik malzemelerin üretimi ve yapay vücut sıvısı içerisindeki davranışlarının incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, İstanbul, (Prof. Dr. Sadriye Küçükbayrak), 2015.
- Lee BS, Kang SH, Wang YL, Lin FH, Lin CP. In vitro study of dentinal tubule occlusion with sol-gel DP-bioglass for treatment of dentin hypersensitivity. *Dent Mater J*, 2007; 26: 52-61.
- Lee H, Ocumpaugh DE, Swartz ML. Sealing of developmental pits and fissures. II. Fluoride release from flexible fissure sealers. *J Dent Res*, 1972; 51: 183-190.
- Locker D. Measuring oral health: a conceptual framework. *Community Dent Health*, 1988; 5: 3-18.
- 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*, 2003; 195: 375-378.
- Lopez L, Berkowitz R, Zlotnik H, Moss M, Weinstein P. Topical antimicrobial therapy in the prevention of early childhood caries. *Pediatr Dent*, 1999; 21: 9-11.

- Lupi-Pégurier L, Bertrand M-F, Genovese O, Rocca J-P, Muller-Bolla M. Microleakage of resin-based sealants after Er: YAG laser conditioning. *Lasers in medical science*, 2007; 22: 183-188.
- Macedo NL, Matuda Fda S, Macedo LG, Gonzales MB, Ouchi SM, Carvalho YR. Bone defect regeneration with bioactive glass implantation in rats. *J Appl Oral Sci*, 2004; 12: 137-143.
- Makinen KK, Bennett CA, Hujoel PP, Isokangas PJ, Isotupa KP, Pape HR, Jr. *et al.* Xylitol chewing gums and caries rates: a 40-month cohort study. *J Dent Res*, 1995; 74: 1904-1913.
- Maltz M, Barbachan E Silva B, Carvalho DQ, Volkweis A. Results after two years of non-operative treatment of occlusal surface in children with high caries prevalence. *Braz Dent J*, 2003; 14: 48-54.
- Mandikos MN, Mcgivney GP, Davis E, Bush PJ, Carter JM. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2001; 85: 386-395.
- Mann J, Vered Y, Babayof I, Sintes J, Petrone ME, Volpe AR *et al.* The comparative anticaries efficacy of a dentifrice containing 0.3% triclosan and 2.0% copolymer in a 0.243% sodium fluoride/silica base and a dentifrice containing 0.243% sodium fluoride/silica base: a two-year coronal caries clinical trial on adults in Israel. *J Clin Dent*, 2001; 12: 71-76.
- Margolis HC, Moreno EC. Physicochemical perspectives on the cariostatic mechanisms of systemic and topical fluorides. *J Dent Res*, 1990; 69 Spec No: 606-613; discussion 634-606.
- Marthaler T. Changes in dental caries 1953–2003. *Caries research*, 2004; 38: 173-181.
- Martins CH, Carvalho TC, Souza MG, Ravagnani C, Peitl O, Zanotto ED *et al.* Assessment of antimicrobial effect of Biosilicate(R) against anaerobic, microaerophilic and facultative anaerobic microorganisms. *J Mater Sci Mater Med*, 2011; 22: 1439-1446.
- 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: 9-13.
- Matalon S, Slutzky H, Mazor Y, Weiss EI. Surface antibacterial properties of fissure sealants. *Pediatr Dent*, 2003; 25: 43-48.
- Mathewson RJ, Primosch RE, Robertson D 1995. *Fundamentals of pediatric dentistry*, Quintessence.
- Matsuya S, Matsuya Y, Ohta M. Structure of bioactive glass and its application to glass ionomer cement. *Dental materials journal*, 1999; 18: 155-166.
- Mc Donald R, Avery D, Dean J 2004. *Dentistry for children and adolescent*, United States of America: Mosby Elsevier.
- Mccomb D, Tam LE. Diagnosis of occlusal caries: Part I. Conventional methods. *J Can Dent Assoc*, 2001; 67: 454-457.
- Mcdonald Ralph E ADR 1994. *Dentistry for children and adolescent Mosby-Year Book*, USA, Inc Courier Westford Inc.
- Mcdonald Re ADR, Dean Ja 2005. *Dentistry for children and adolescent*, USA, Inc Courier Westford.
- McInnes P, Dickinson G. The effect of thermocycling in microleakage analysis. *Dental Materials*, 1992; 8: 181-184.
- Mclean JW. Clinical applications of glass-ionomer cements. *Oper Dent*, 1992; Suppl 5: 184-190.
- Mclean JW, Nicholson JW, Wilson AD. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int*, 1994; 25: 587-589.

- McClean JW, Wilson AD. Fissure sealing and filling with an adhesive glass-ionomer cement. *Br Dent J*, 1974; 136: 269-276.
- Mejäre I, Lingström P, Petersson LG, Holm AK, Twetman S, Källestål C *et al.* Caries-preventive effect of fissure sealants: a systematic review. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2003; 61: 321-330.
- Melo MA, Guedes SF, Xu HH, Rodrigues LK. Nanotechnology-based restorative materials for dental caries management. *Trends Biotechnol*, 2013; 31: 459-467.
- Meyer-Lueckel H, Tschoppe P, Kielbassa AM. Effect of various Ca²⁺/PO₄(³⁻) concentrations of linseed-based saliva substitutes on enamel in vitro. *J Oral Rehabil*, 2006; 33: 760-766.
- Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc*, 2003; 134: 1382-1390.
- Morphis TL, Toumba KJ, Lygidakis NA. Fluoride pit and fissure sealants: a review. *Int J Paediatr Dent*, 2000; 10: 90-98.
- Mueninghoff L, Dunn S, Leinfelder K. Comparison of dye and ion microleakage tests. *American journal of dentistry*, 1990; 3: 192-194.
- Nalbant D. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar. *Acta Odontologica Turcica*, 2002; 19: 47.
- Nalcaci A, Ulusoy N, Kucukesmen C. Effect of LED curing modes on the microleakage of a pit and fissure sealant. *Am J Dent*, 2007; 20: 255-258.
- Naorungroj S, Wei H-H, Arnold RR, Swift EJ, Walter R. Antibacterial surface properties of fluoride-containing resin-based sealants. *Journal of dentistry*, 2010; 38: 387-391.
- Newbrun E. Preventing dental caries: current and prospective strategies. *J Am Dent Assoc*, 1992; 123: 68-73.
- Newburn 1989. *Cariology*, London, Quintessence Pub Co. Inc., London.
- Nicholson JW. Polyacid-modified composite resins ("compomers") and their use in clinical dentistry. *Dent Mater*, 2007; 23: 615-622.
- Noohom W, Jack KS, Martin D, Trau M. Understanding the roles of nanoparticle dispersion and polymer crystallinity in controlling the mechanical properties of HA/PHBV nanocomposites. *Biomed Mater*, 2009; 4: 015003.
- O'Brien W. Polymeric restorative materials: composites and sealants. *O'Brien WJ. Dental Materials and Their Selection*. Chicago: Quintessence, 1997; 97-113.
- O'mullane DM. Introduction and rationale for the use of fluoride for caries prevention. *Int Dent J*, 1994; 44: 257-261.
- Oilo G. Bond strength testing--what does it mean? *International dental journal*, 1993; 43: 492-498.
- Oliveira FS, Da Silva SM, Machado MA, Bijella MF, Lima JE, Abdo RC. Resin-modified glass ionomer cement and a resin-based material as occlusal sealants: a longitudinal clinical performance. *J Dent Child (Chic)*, 2008; 75: 134-143.
- Oral O, Lassila LV, Kumbuloglu O, Vallittu PK. Bioactive glass particulate filler composite: Effect of coupling of fillers and filler loading on some physical properties. *Dent Mater*, 2014; 30: 570-577.
- Oshiro M, Yamaguchi K, Takamizawa T, Inage H, Watanabe T, Irokawa A *et al.* Effect of CPP-ACP paste on tooth mineralization: an FE-SEM study. *J Oral Sci*, 2007; 49: 115-120.
- 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. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 2007; 80: 18-24.
- Ökte Z. Florozis ve diş sağlığı. *Tıbbi Jeoloji Sempozyumu, 6-8 Şubat, Ankara*, 2008; 106-108.
- Ölmez A, Ayhan H, Alaçam A, Kutlar S. Farklı yapıştırma materyallerinin antibakteriyel etkileri. *Acta Odontologica Turcica*, 1996; 13: 93.

- Özyeşil A, Günel Ş, Belli S, Eskitascioglu G. İki farklı bağlanma dayanımı testinin karşılaştırılması (Mikroshear ve Mikrotensile). *SÜ Dişhek Fak Derg*, 2009; 18: 118-121.
- 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: 459-467.
- Papacchinia F, Cury ÁH, Goracci C, Chieffi N, Tay FR, Polimeni A *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: 375-380.
- 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: 386-391.
- Pardi V, Sinhoreti MA, Pereira AC, Ambrosano GM, Meneghim Mde C. In vitro evaluation of microleakage of different materials used as pit-and-fissure sealants. *Braz Dent J*, 2006; 17: 49-52.
- Perez-Lajarin L, Cortes-Lillo O, Garcia-Ballesta C, Cozar-Hidalgo A. Marginal microleakage of two fissure sealants: a comparative study. *J Dent Child (Chic)*, 2003; 70: 24-28.
- 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 Dent Oral Epidemiol*, 2003; 31 Suppl 1: 3-23.
- Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci*, 1997; 105: 97-116.
- Pine CM, Mcgoldrick PM, Burnside G, Curnow MM, Chesters RK, Nicholson J *et al*. An intervention programme to establish regular toothbrushing: understanding parents' beliefs and motivating children. *Int Dent J*, 2000; Suppl Creating A Successful: 312-323.
- Poskus LT, Latempa AMA, Chagas MA, Silva EMD, Leal MPDS, Guimarães JGA. Influence of post-cure treatments on hardness and marginal adaptation of composite resin inlay restorations: an in vitro study. *Journal of Applied Oral Science*, 2009; 17: 617-622.
- Poulsen S, Laurberg L, Vaeth M, Jensen U, Haubek D. A field trial of resin-based and glass-ionomer fissure sealants: clinical and radiographic assessment of caries. *Community Dent Oral Epidemiol*, 2006; 34: 36-40.
- Powers JM, Sakaguchi RL 2006. *Craig's restorative dental materials*, 13/e, Elsevier India.
- Preston AJ, Mair LH, Agalamanyi EA, Higham SM. Fluoride release from aesthetic dental materials. *J Oral Rehabil*, 1999; 26: 123-129.
- Raadal M, Laegreid O, Laegreid KV, Hveem H, Wangen K. Evaluation of a routine for prevention and treatment of fissure caries in permanent first molars. *Community Dent Oral Epidemiol*, 1990; 18: 70-73.
- Ram D, Mamber E, Fuks AB. Clinical performance of a non-rinse conditioning sealant in three paediatric dental practices: a retrospective study. *Int J Paediatr Dent*, 2005; 15: 61-66.
- Rao A, Malhotra N. The role of remineralizing agents in dentistry: a review. *Compend Contin Educ Dent*, 2011; 32: 26-33; quiz 34, 36.
- Raskin A, Tassery H, D'hoore W, Gonthier S, Vreven J, Degrange M *et al*. Influence of the number of sections on reliability of in vitro microleakage evaluations. *American journal of dentistry*, 2003; 16: 207-210.
- Rawls HR, Zimmerman BF. Fluoride-exchanging resins for caries protection. *Caries Res*, 1983; 17: 32-43.

- Research NIOD. Fluoride-releasing sealants. *J Am Dent Assoc*, 1985; 110: 90.
- Reynolds E, Cai F, Cochrane N, Shen P, Walker G, Morgan M *et al*. Fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *Journal of Dental Research*, 2008; 87: 344-348.
- Reynolds E, Cai F, Shen P, Walker G. Retention in plaque and remineralization of enamel lesions by various forms of calcium in a mouthrinse or sugar-free chewing gum. *Journal of dental research*, 2003; 82: 206-211.
- Ribeiro J, Ericson D. In vitro antibacterial effect of chlorhexidine added to glass-ionomer cements. *Scand J Dent Res*, 1991; 99: 533-540.
- Rich J, Jaakkola T, Tirri T, Närhi T, Yli-Urpo A, Seppälä J. In vitro evaluation of poly (ϵ -caprolactone-co-DL-lactide)/bioactive glass composites. *Biomaterials*, 2002; 23: 2143-2150.
- Ripa L. The current status of pit and fissure sealants. A review. *Journal (Canadian Dental Association)*, 1985; 51: 367.
- Ripa LW. Dental materials related to prevention--fluoride incorporation into dental materials: reaction paper. *Adv Dent Res*, 1991; 5: 56-59.
- Ritter Av RM, Wright Jt. Managing early stages of dental caries. *Journal of Cosmetic Dentistry*, 2011; 26: 80.
- Rose RK. Binding characteristics of *Streptococcus mutans* for calcium and casein phosphopeptide. *Caries Res*, 2000; 34: 427-431.
- Sadat-Shojai M, Atai M, Nodehi A, Khanlar LN. Hydroxyapatite nanorods as novel fillers for improving the properties of dental adhesives: synthesis and application. *Dental Materials*, 2010; 26: 471-482.
- Saito S, Tosaki S, Hirota K. Characteristics of glass-ionomer cements. *Advances in glassionomer cements*. Chicago: Quintessence, 1999; 15-50.
- Sakaguchi RL, Powers JM 2012. *Craig's restorative dental materials*, Elsevier Health Sciences.
- Sakallıoğlu U YÜ. İnterproksimal kemikiçi defektlerin rekonstrüksiyonunda biyoaktif cam içerikli alloplastların etkinliğinin incelenmesi. *Hacettepe Üni Dişhek Fak Derg*, 2006; 30: 17-24.
- Salar DV, Garcia-Godoy F, Flaitz CM, Hicks MJ. Potential inhibition of demineralization in vitro by fluoride-releasing sealants. *The Journal of the American Dental Association*, 2007; 138: 502-506.
- San-Martin L, Ogunbodede EO, Kalenderian E. A 50-year audit of published peer-reviewed literature on pit and fissure sealants, 1962-2011. *Acta Odontol Scand*, 2013; 71: 1356-1361.
- Sanders BJ, Gregory RL, Moore K, Avery DR. Antibacterial and physical properties of resin modified glass-ionomers combined with chlorhexidine. *J Oral Rehabil*, 2002; 29: 553-558.
- Schwengberg S, Bohlen H, Kleinsasser N, Kehe K, Seiss M, Walther UI *et al*. In vitro embryotoxicity assessment with dental restorative materials. *J Dent*, 2005; 33: 49-55.
- Seppä L, Kärkkäinen S, Hausen H. Caries Trends 1992–1998 in Two Low–Fluoride Finnish Towns Formerly with and without Fluoridation. *Caries research*, 2000; 34: 462-468.
- Sideridou ID, Karabela MM. Effect of the amount of 3-methacyloxypropyltrimethoxysilane coupling agent on physical properties of dental resin nanocomposites. *Dent Mater*, 2009; 25: 1315-1324.
- Silverstone LM, Hicks MJ, Featherstone MJ. Oral fluid contamination of etched enamel surfaces: an SEM study. *J Am Dent Assoc*, 1985; 110: 329-332.

- Simonsen RJ. Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatr Dent*, 2002; 24: 393-414.
- Siso Ş, Hürmüzlü F. Çürük aktivite testleri (Caries activity tests). *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi (Journal of Cumhuriyet University Dental Faculty)*, 2005; 8: 113-118.
- Sonugelen M, Artunç C, Güngör M. Farklı yöntemlerle polimerize edilen estetik restoratif materyallerde aşınma ve sertliğin incelenmesi. *E Ü Diş Hek Fak Derg*, 2000; 21: 1-10.
- Stoor P, Kirstilä V, Söderling E, Kangasniemi I, Herbst K, Yli-Urpo A. Interactions between bioactive glass and periodontal pathogens. *Microbial ecology in health and disease*, 1996; 9: 109-114.
- Stoor P, Soderling E, Salonen JI. Antibacterial effects of a bioactive glass paste on oral microorganisms. *Acta Odontol Scand*, 1998; 56: 161-165.
- Subramaniam P, Babu KL, Naveen HK. Effect of tooth preparation on sealant success--an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent*, 2009; 33: 325-331.
- Sundstrom B, Zelander T, Lobo R. Some observations on the morphology of in vitro decalcified incipient enamel caries. *Odontol Revy*, 1972; 23: 1-7.
- Sungurtekin E, Öznurhan F, Öztaş N. Pit ve fissür sealant uygulamaları: Sistematik bir derleme. *Acta Odontologica Turcica*, 2010; 27: 145.
- Taifour D, Frencken JE, Van't Hof MA, Beiruti N, Truin GJ. Effects of glass ionomer sealants in newly erupted first molars after 5 years: a pilot study. *Community Dent Oral Epidemiol*, 2003; 31: 314-319.
- Tarsi R, Muzzarelli RA, Guzman CA, Pruzzo C. Inhibition of Streptococcus mutans adsorption to hydroxyapatite by low-molecular-weight chitosans. *J Dent Res*, 1997; 76: 665-672.
- Taşveren S. İki farklı restoratif materyalin yüzey sertliklerinin karşılaştırılması *C.Ü. Diş Hek Fak Derg*, 2005; 8: 94-97.
- Tavassoli Hojati S, Alaghemand H, Hamze F, Ahmadian Babaki F, Rajab-Nia R, Rezvani MB et al. Antibacterial, physical and mechanical properties of flowable resin composites containing zinc oxide nanoparticles. *Dent Mater*, 2013; 29: 495-505.
- Taylor M, Lynch E. Microleakage. *Journal of dentistry*, 1992; 20: 3-10.
- Tekçe N, Demirci M, Tuncer S. Dentin bağlayıcı sistemlerin bağlanma dayanıklılığını değerlendirme yöntemleri-Evaluation of Bonding Durability of Dentin Bonding Systems. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 2013; 47: 73-91.
- Ten Cate JM. Current concepts on the theories of the mechanism of action of fluoride. *Acta Odontol Scand*, 1999; 57: 325-329.
- Thylstrup A. Clinical evidence of the role of pre-eruptive fluoride in caries prevention. *J Dent Res*, 1990; 69 Spec No: 742-750; discussion 820-743.
- Tinanoff N, Douglass J. Clinical decision making for caries management in children. *Pediatric dentistry*, 2001; 24: 386-392.
- Tirapelli C, Panzeri H, Soares RG, Peitl O, Zanotto ED. A novel bioactive glass-ceramic for treating dentin hypersensitivity. *Braz Oral Res*, 2010; 24: 381-387.
- Tiritoğlu M. Kenar sızıntısı belirleme yöntemleri. *Ege Dişhek. Fak. Derg*, 1994; 15: 132.
- Tobias RS. Antibacterial properties of dental restorative materials: a review. *Int Endod J*, 1988; 21: 155-160.
- Tulunoglu O, Bodur H, Uctasli M, Alacam A. The effect of bonding agents on the microleakage and bond strength of sealant in primary teeth. *J Oral Rehabil*, 1999; 26: 436-441.
- Türkün LS, Türkün M, Brugger S. Long-Term Antibacterial Effects and Physical Properties of a Chlorhexidine-Containing Glass Ionomer Cement. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 2008; 20: 29-44.

- Türkün Ş, Ergücü Z. Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerin karşılaştırılması. *Acta Odontologica Turcica*, 2004; 21: 143.
- Tüter G, Bodur A, Yalım M, Gürhan İ. Çeşitli kemik greft materyalleri üzerine insan dişeti fibroblast ataçmanının in-vitro değerlendirilmesi. *Acta Odontologica Turcica*, 1998; 15: 95.
- Ulu O, Dörter C. Fissür örtücüler ve kullanım alanları. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi*, 2008; 42: 25-30.
- Ulusoy AT. Pedodontide Güncel Koruyucu Yaklaşımlar *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2010; 28-37.
- Van Loveren C. Sugar alcohols: what is the evidence for caries-preventive and caries-therapeutic effects? *Caries Res*, 2004; 38: 286-293.
- Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P *et al.* Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*, 2003; 28: 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: 1064-1067.
- Vineet D, Tandon S. Comparative evaluation of marginal integrity of two new fissure sealants using invasive and non-invasive techniques: a SEM study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2000; 24: 291-297.
- Vrbic V. Retention of a fluoride-containing sealant on primary and permanent teeth 3 years after placement. *Quintessence Int*, 1999; 30: 825-828.
- Wang S, Gao X, Gong W, Zhang Z, Chen X, Dong Y. Odontogenic differentiation and dentin formation of dental pulp cells under nanobioactive glass induction. *Acta Biomater*, 2014; 10: 2792-2803.
- Watt RG. Strategies and approaches in oral disease prevention and health promotion. *Bull World Health Organ*, 2005; 83: 711-718.
- Welbury R DM, Hosey Mt 2005. *Pediatric Dentistry*, NewYork, Oxford University Press.
- Welbury R, Raadal M, Lygidakis NA, European Academy of Paediatric D. EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. *Eur J Paediatr Dent*, 2004; 5: 179-184.
- Williams P, Schramke D, Stockton L. Comparison of two methods of measuring dye penetration in restoration microleakage studies. *Operative dentistry*, 2002; 27: 628-635.
- Wilson I. Preventive dentistry. *Dent Dig*, 1895; 1: 70-72.
- Woronko G, St. Germain H, Meiers J. Effect of dentin primer on the shear bond strength between composite resin and enamel. *Operative dentistry*, 1996; 21: 116-121.
- Xalabarde A, Garcia-Godoy F, Boj JR, Canaida C. Fissure micromorphology and sealant adaptation after occlusal enameloplasty. *J Clin Pediatr Dent*, 1996; 20: 299-304.
- Xu X, Ling L, Wang R, Burgess JO. Formulation and characterization of a novel fluoride-releasing dental composite. *Dent Mater*, 2006; 22: 1014-1023.
- Yakut N, Sonmez H. Resin composite sealant vs. polyacid-modified resin composite applied to post eruptive mature and immature molars: two year clinical study. *J Clin Pediatr Dent*, 2006; 30: 215-218.
- Yang SY, Piao YZ, Kim SM, Lee YK, Kim KN, Kim KM. Acid neutralizing, mechanical and physical properties of pit and fissure sealants containing melt-derived 45S5 bioactive glass. *Dent Mater*, 2013; 29: 1228-1235.
- Yee R, Sheiham A. The burden of restorative dental treatment for children in Third World countries. *Int Dent J*, 2002; 52: 1-9.
- Yengopal V, Mickenautsch S, Bezerra AC, Leal SC. Caries-preventive effect of glass ionomer and resin-based fissure sealants on permanent teeth: a meta analysis. *Journal of oral science*, 2009; 51: 373-382.

- Yildiz E, Dörter C, Efes B, Koray F. A comparative study of two fissure sealants: a 2-year clinical follow-up. *Journal of oral rehabilitation*, 2004; 31: 979-984.
- Yli-Urpo H, Närhi T, Söderling E. Antimicrobial effects of glass ionomer cements containing bioactive glass (S53P4) on oral micro-organisms in vitro. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2003; 61: 241-246.
- Yudovin-Farber I, Beyth N, Nyska A, Weiss EI, Golenser J, Domb AJ. Surface characterization and biocompatibility of restorative resin containing nanoparticles. *Biomacromolecules*, 2008; 9: 3044-3050.
- Yudovin-Farber I, Beyth N, Weiss EI, Domb AJ. Antibacterial effect of composite resins containing quaternary ammonium polyethyleneimine nanoparticles. *Journal of Nanoparticle Research*, 2010; 12: 591-603.
- Zaimoğlu A, Can G, Ersoy E, Aksu L. Dis hekimliginde maddeler bilgisi. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi* 1993; 17: 87-90.
- Zaimoğlu L. Görünür ışınla polimerize olan bir kompozit reçinede yüzey sertliğinin tespiti. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi* 1988; 15: 59-63.
- Zehnder M, Luder HU, Schatzle M, Kerosuo E, Waltimo T. A comparative study on the disinfection potentials of bioactive glass S53P4 and calcium hydroxide in contralateral human premolars ex vivo. *Int Endod J*, 2006; 39: 952-958.
- Zero DT. In situ caries models. *Adv Dent Res*, 1995; 9: 214-230; discussion 231-214.
- Zero DT. Dental caries process. *Dent Clin North Am*, 1999; 43: 635-664.

1. Araştırmanın Tam Adı / Referans No: 274 – 72

17.04.2014

Farklı oranlardaki biyoaktif cam ile modifiye edilen rezin esaslı fissür örtücülerin antibakteriyel ve fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi

2. Sorumlu Araştırmacı

Adı Soyadı	Unvanı ve Uzmanlık Alanı	Çalıştığı Kurum	Telefon ve Mail Adresi
Mustafa ALTUNSOY	Yrd. Doç. Dr. / Pedodonti	Şifa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	05056648736 dtaltunsoy@gmail.com
Sağlık Bakanlığına başvurulmasına gerek var mı?		Evet <input type="checkbox"/>	Hayır <input checked="" type="checkbox"/>

3. Şifa Üniversitesi Etik Kurul Başvurusu Kararı

Üniversitemiz Klinik Araştırmalar Etik Kurulu' nun 15.04.2015 tarih ve 72 nolu toplantısına sunulan araştırma dosyanız ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup bilimsel ve etik ilkelere uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.

4. Şifa Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Üye Listesi

Prof. Dr. Hüseyin VURAL (Etik Kurul Başkanı)	Yrd. Doç. Dr. Nazım İNTEPE (Etik Kurul Başkan Yardımcısı)
Prof. Dr. E. Alp ALAYUNT Üye	Prof. Dr. Yavuz AKBAS Üye
Prof. Dr. Hakan MOLLAOĞLU Üye	Prof. Dr. Serkan GÜÇLÜ Üye
Prof. Dr. Feri ÖZGÜNER Üye	Doç. Dr. Mustafa GÖREGEN Üye
Yrd. Doç. Dr. Ömer DEMİR Üye	Yrd. Doç. Dr. İbrahim Eren AKÇİÇEK Üye
Yrd. Doç. Dr. Murat YALÇIN Üye	Avukat İsmail SARI Üye
Alaattin ŞAHİN Üye	Mehmet ÇELİK Üye

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Samsun'da doğdu. İlkokul eğitimini Samsun Atatürk İlköğretim Okulu'nda, ortaokul ve lise eğitimini Samsun Milli Piyango Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2004 yılında başladığı Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden 2009 yılında mezun oldu. Mezuniyetin ardından İstanbul'da özel bir klinikte 3 yıl çalıştıktan sonra 2013 yılında Şifa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimine başladı. Üniversitenin kapatılmasından sonra uzmanlık eğitiminin kalan 4 ayını Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde tamamladı. Evlidir ve yabancı dil olarak İngilizce bilmektedir.

