



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ

**FİSSÜR ÖRTÜCÜ UYGULAMALARINDAN ÖNCE GÜMÜŞ DİAMİN
FLORÜR UYGULANMIŞ DIŞLERDE ANTİBAKTERİYEL ETKİ VE
MİKROSİZİNTİ/BAĞLANMA DAYANIKLILIĞININ İN VİTRO
İNCELENMESİ**

DİLEK YILMAZ

UZMANLIK TEZİ

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

DOÇ.DR. MÜESSER AHU YILMAZ

İSTANBUL-2024

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışması ile elde edilmemiş bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarımı ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

DİLEK YILMAZ

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince desteğini her zaman hissettiğim, kendisinden çok şey öğrendiğim, her sorumu ve sorunumu çözen, tez çalışmamın başından sonuna kadar değerli fikirleri ile bana yol gösteren ve bana tüm olanakları sağlayan, minnettar olduğum çok sevdiğim danışman hocam Sayın **Doç. Dr. Müesser Ahu YILMAZ'a**.

Uzmanlık eğitimim boyunca kendisinden çok şey öğrendiğim, bilgi ve birikimini bizlerle her fırsatta paylaşan, bizlere yol gösteren, ufkumuzu genişletmeyi öğreten saygıdeğer Anabilim Dalı Başkanımız Sayın **Prof.Dr. Ali Recai MENTEŞ'e**,

Bizlere bilgi ve deneyimlerini aktaran, gelişimimize büyük katkı sağlayan ve yardımlarını eksik etmeyen, çalışma disipliniyle bize örnek olan saygıdeğer Sayın **Prof. Dr. Betül KARGÜL'e**.

Tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, tez çalışmamıza büyük katkıları olan Sayın **Prof. Dr. Emine Nursen TOPÇUOĞLU'na**,

Uzmanlık eğitimim süresince, mesleki bilgi ve tecrübelerini bizlerle paylaşan ve her zaman kapılarını açan **Prof. Dr. Sertaç PEKER, Prof. Dr. Başak DURMUŞ, Prof. Dr. Eda HAZNEDAROĞLU, Doç.Dr. Figen Eren, Dr. Öğr. Üyesi Ecem AKBEYAZ ŞİVET ve Dr. Öğr. Üyesi Betül ŞEN YAVUZ** hocalarıma,

İstatistiksel değerlendirmelerimizde yardımlarını esirgemeyen Sayın **Dr. Öğr. Üyesi Emrah Gökay Özgür'e**,

Tez çalışmamda “TDH-2023-10891” proje numarası ile finansal katkılarından dolayı Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı'na,

Uzmanlık eğitimimin ilk gününden itibaren yanımda olan, çok güzel anılar biriktirdiğimiz, koşulsuz güvendiğim arkadaşlarımdan, sohbetlerimizi ve paylaştıklarımızı asla unutmayacağım, birlikte çokça eğlendiğimiz **Senem İnce'ye**, eğlenceli kişiliği, tespitleri ve enerjisine hayran olduğum **İrem Gümüşkaya Kılıç'a**, iyi ve mantıklı düşüncelerin kaynağı olarak aklımıza ilk gelen; desteğini her zaman hissettiğim, çok sevdiğim **Çağla Kondo Torun'a**, neşesiyle ve güzel kalbiyle bulunduğu ortamı aydınlatan **Elif Kabacıoğlu'na**, tanıdığım olmaktan büyük mutluluk duyduğum, çok sevdiğim arkadaşım **Özge Koyuncu Meriç'e**

Tanıdığım olmaktan büyük mutluluk duyduğum uzmanlık sürecinde desteklerini her zaman hissettiğim aynı odayı paylaştığım arkadaşlarım **Neslihan ATMACA, Oğuzhan ÇAĞLAYAN, Seray ŞAHİN, Alp AKÇA, Narmin ASADOVA** ve ismini sayamadığım tüm asistan arkadaşlarıma,

Bugünlere gelmemde büyük emekleri olan, desteklerini her zaman hissettiren bu hayattaki en büyük şansım annem **Hamide Yılmaz**, babam **Mevlüt Yılmaz'a**, kardeşlerim **Duygu Yılmaz Erenler, Fatmanur Yılmaz ve Ayşe Yılmaz'a**

Tezimin son sürecinde motive ederek destek olan canım arkadaşım **Dz. Ütgm. M. Fuat Parlatan'a**

En içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez, Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından **‘Fissür Örtücü Uygulamalarından önce Gümüş Diamin Florür Uygulanmış Dişlerde Antibakteriyel Etki ve Mikrosızıntı/Bağlanma Dayanıklılığının İn Vitro İncelenmesi’** başlıklı uzmanlık tez projesi olarak ‘TDH-2023-10891’ numaralı proje kodu ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

KISALTMA VE SİMGELER LİSTESİ.....	i
ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
TABLOLAR LİSTESİ	vi
1. ÖZET	1
2. SUMMARY	3
3. GİRİŞ VE AMAÇ	5
4. GENEL BİLGİLER	7
4.1. Diş Çürüğü.....	7
4.1.1. Çürük gelişiminde etkili olan başlıca mikroorganizmalar.....	9
4.1.1.1. Mutans grubu streptokoklar.....	9
4.1.1.2. Laktobasiller	10
4.2. Pit Ve Fissür Çürükleri	11
4.2.1.1. Ağız ve diş bakımı.....	13
4.2.1.2. Florid uygulamaları	14
4.2.1.3. Gümüş diamin florür (GDF).....	16
4.2.1.3.1.Gümüş ve gümüş bileşikler.....	16
4.2.1.3.2.Gümüş diamin florür piyasa formları	18
4.2.1.3.3.Gümüş diamin florürün etki mekanizması	20
4.2.1.3.4.Gümüş diamin florürün diş dokuları üzerine etkisi.....	22
4.2.1.3.5. Gümüş diamin florür (GDF) kullanım endikasyonları ve kontrendikasyonları	23
4.2.1.3.6.Gümüş diamin florür kullanım avantajları/dezavantajları.....	24
4.2.1.3.7. Gümüş diamin florür klinik uygulaması.....	25
4.2.1.3.8.Gümüş diamin florür diğer uygulama alanları	26
4.2.1.3.9.Gümüş diamin florür güvenlik ve toksisite	26
4.2.1.3.10.Gümüş diamin florür aile ve hasta memnuniyeti.....	27
4.2.1.3.11. Gümüş diamin florürün restorasyonların bağlanma dayanımı üzerine etkisi.....	27
4.2.1.4. Fissür örtücüler	28
4.2.1.4.1.Fissür örtücü endikasyonları.....	29
4.2.1.4.2.Pit ve fissür örtücü olarak kullanılan materyaller.....	30
4.2.1.4.2.1. Cam iyonomer esaslı fissür örtücüler	30
4.2.1.4.2.2.Rezin modifiye cam iyonomer esaslı fissür örtücüler	31
4.2.1.4.2.3.Poliasit modifiye kompozit reçineler (PMKR).....	31
4.2.1.4.2.4.Rezin Esaslı Fissür Örtücüler	32
4.2.1.4.2.5.Organik modifiye seramikler (Ormocerler).....	32
4.3. In Vitro Çalışmalarda Fissür Örtücüleri Değerlendirmesi	32
4.3.1.Mikrosızıntı testleri.....	33
4.3.2.Antibakteriyel özelliklerinin değerlendirilmesi.....	33
4.3.3.Taramalı elektron mikroskobu analizi.....	35
5. GEREÇ VE YÖNTEM	36
5.1. Çalışmada Kullanılan Dişlerin Toplanması.....	36
5.1.2. Dişlerin deneye hazır hale getirilmesi	37
5.2. Çalışmada Kullanılan Restoratif Materyaller Ve İçerikleri.....	38
5.3. Çalışma Gruplarının Oluşturulması.....	41

5.4. Termosiklus İşlemi	44
5.5. Mikrosızıntı Deneyinin Yapılması	45
5.5.1.Boya penetrasyon testi.....	45
5.5.2.İşık mikroskobu ile değerlendirme	47
5.6. Bağlanma Yüzeyinin İncelenmesi	48
5.6.1.Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile bağlanma yüzey incelemesi	49
5.7. Antibakteriyel Ekinliklerinin Doğrudan Temas Testi Deneyi İle Ölçülmesi	49
5.7.1. Bakteri süspansiyonunun hazırlanması	50
5.7.2. Materyallerin kuyucuklara taşınması ve polimerize edilmesi	51
5.8. Verilerin İstatistiksel Analizi.....	57
6. BULGULAR.....	58
6.1. Mikrosızıntı Değerlendirme Bulguları	58
6.2. Bağlanma Yüzey Uzunluğu İnceleme Sonuçları.....	63
6.3. Antibakteriyel İnceleme Doğrudan Temas Testi Deneyi Sonuçları.....	68
7. TARTIŞMA.....	78
7.1. Deneylere Hazırlık Aşamalarının Tartışılması	79
7.2. Mikrosızıntı Deneyinin Tartışılması.....	82
7.2.1. Mikrosızıntı deneyinin yönteminin tartışılması.....	82
7.2.2. Mikrosızıntı ve bağlanma yüzey uzunluğu deney bulgularının tartışılması.....	86
7.3. Antibakteriyel Etkinliğin Değerlendirilmesi	94
7.4. Limitasyonlar.....	102
8. SONUÇLAR.....	103
9. KAYNAKLAR.....	105
10. EKLER	120
11. ÖZGEÇMİŞ	124

KISALTMA VE SİMGELER LİSTESİ

% : Yüzde işareti

< : Küçüktür

> : Büyüktür

±std : Standart Sapma

AAPD:Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi

ADA :Amerikan Diş Hekimleri Birliği(American Dental Association)

ADT : Agar Difüzyon Testi

AgNO₃:Gümüş Nitrat

APF : Asidüle Fosfat Florür

BHI: Brain Haert Infusion (Beyin Kalp İnfüzyonu)

Bis-GMA :Bisfenol gilisidil metakrilat

Ca : Kalsiyum

CFU/ml: Coloni Forming Unit/Mililitre (koloni/mililitre)

CLSM:Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop

CO₂: Karbondioksit

CPP-ACP : Kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat

DCT: Doğrudan Temas Testi

DMF : Çürük, kayıp, dolgulu dişler (Decay-missing-filled teeth)

DSÖ : Dünya Sağlık Örgütü

F : Fluor

FDA : ABD Gıda ve İlaç İdaresi (U.S. Food and Drug Administration)

GDF : Gümüş diamin florür

H₃PO₄ : Fosforik asit

HEMA : Hidroksi etil metakrilat
ICDAS : Uluslararası Çürük Tespiti ve Değerlendirme Sistemi

KI: Potasyum iyodür

LC:*Lactobacillus Casei*

Lactobacillus spp.: Laktik asit bakterileri cinsi

LED : Işık yayan diyot (Light Emitting Diode)

mg : Miligram

ml:Mililitre

n : Örneklem sayısı

NaF : Sodyum florür

NaOCl : Sodyum hipoklorit

nm:Nanometre

°C :Santigrat derece

OH:Hidroksil

p : Anlamlılık düzeyi

PMKR:Poliasit modifiye kompozit rezin

PO₄: Fosfat

ppm:Milyonda bir birim(parts per million)

RMCİS:Rezin modifiye cam iyonomer siman

S. Mutans: Streptococcus mutans

S. sobrinus : Streptococcus sobrinus

SEM : Taramalı elektron mikroskobu (scanning electron microscope)

SS: Standart Sapma

S mutans: Streptococcus mutans

sn : Saniye

SnF : Kalay florür

TEDGMA :Trietilenglikoldimetakrilat

UDMA: Üretan Dimetakrilat

Ultraviyole : UV

WHO: Dünya Sağlık Örgütü

μm : mikrometre



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Çürük gelişiminde rol oynayan faktörler (Fejerskov ve Manji, 1990).....	8
Şekil 2. <i>Streptococcus mutans</i> ve <i>Lactobacillus</i> bakterisi türlerinin diş çürüğü ile ilişkisi Caufield ve ark.,2015).	11
Şekil 3. Gümüş diamin florürün çürüğü durdurması üzerine öngörülen etkisi (Ballıkaya ve ark.2020 tarafından türkçeye çevrilmiştir.) (Hu ve ark., 2018).	21
Şekil 4. a) Dişlerin 3 cm çapındaki silindirik teflon kalıplara yerleştirilmesi b) Dişlerin soğuk akriliğe (İntegra, BG Dental, Turkey) gömülmesinin tamamlanması.	37
Şekil 5. Dişlerin plak ve yumuşak doku artıklarından temizlenmesi	38
Şekil 6. a) Dengen Caries Arrest SDF (Dengen Dental,Hindistan), b) GC Fuji Triage Kapsül (GCDental, Tokyo, Japan), c) Clinpro Sealant(3M ESPE, USA).	39
Şekil 7. a) Çalışmada kullanılan dental materyaller, b) Işık cihazı (Woodpecker Curing Light B).	40
Şekil 8. a) Grup IA örneklerle %38'lik GDF uygulaması b) Fuji Triage uygulaması c) Fuji Varnish uygulaması	42
Şekil 9. a) Grup IIA örneklerle %38'lik GDF uygulaması b) %37 lik fosforik jel uygulaması c) Fissür örtücü uygulaması d) Işık cihazı(Woodpecker Curing Light B) ile polimerize edilmesi.....	43
Şekil 10. Termosiklus Cihazı (Thermocycler THE-1100,SD,MechatronikGmbH,Almanya).	45
Şekil 11. Örneklerin çalışma gruplarına ayrılması	45
Şekil 12. İki kat tırnak cilası uygulanan bir örnek	46
Şekil 13. Isomet hassas kesim cihazı (Isomet1000, Beuhler Ltd.,Lake Bluff IL USA).....	47
Şekil 14. Çalışmada kullanılan ışık mikroskobu (Leica Microsystems Ltd.CH-9435 Heerbrugg, Almanya).	47
Şekil 15. Diş örneklerinden kesit alınması	48
Şekil 16. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) (Zeiss Evo MA10,Germany).....	49
Şekil 17. a) Çalkalayıcı (Biosan Mini Rocker MR-1, Mumbai, Hindistan), b) Etüv (Memmert GmbH +Co. KG, Almanya), c) Mikroplate Elisa Absorbans Okuyucu (MS4-Maxiread96)...50	50
Şekil 18. Hazırlanan Streptococcus mutans ve Lactobacillus casei bakterisi süspansiyonu	50
Şekil 19. Clinpro (3M ESPE,USA) fissür örtücü materyalinin kuyucuklara taşınması.	51
Şekil 20. Fuji Triage(GCDental,Tokyo,Japan) fissür örtücünün kuyucuklara taşınması.	52
Şekil 21. Fuji Triage(GCDental,Tokyo,Japan) fissür örtücünün kuyucuklara taşınması.	52
Şekil 22. Fissür örtücü uygulanmış kuyucuklara gümüş diamin florür solüsyonunun uygulanması.....	53
Şekil 23. <i>Streptococcus mutans</i> ve <i>Lactobacillus casei</i> gruplarının tamamlanması.	53
Şekil 24. Bakteri süspansiyonunun kuyucuklara eklenmesi.....	54
Şekil 25. Kuyucuklara BHI buvyonun eklenmesi.	55
Şekil 26. Taze besiyeri olan yeni kuyucuklara alınan bakterisi süspansiyonunun ekimi.	55
Şekil 27. Çalkalayıcıda (Biosan Mini Rocker MR-1, Mumbai,Hindistan)bakterisi süspansiyonun karıştırılması.....	56
Şekil 28. Mikroplate elisa absorbans okuyucu (MS4-MaxiRead96, MaxiLab Biotechnology) ile her bakteri için ölçüm yapılması.	57
Şekil 29. Mikrosızıntı skorlarının yüzde dağılımı.....	59
Şekil 30. Grup IA (Fuji Triage+5 dk gdf) x25 büyütmede skorlaması a) skor:1 b) skor:2 c) skor:3.	61
Şekil 31. Grup IB (Fuji Triage+1hf gdf) x25 büyütmede skorlaması a) skor:0 b) skor:1 c) skor:2 d) skor:3	62
Şekil 32. Grup IIA (Clinpro + 5 dk gdf) x25 büyütmede skorlaması a)skor:2 b) skor:3.	62
Şekil 33. Grup IIB (Clinpro+1hf gdf) x25 büyütmede skorlaması a) skor:1 b) skor:2 c) skor:3.	62
Şekil 34. Grup III (Clinpro) x25 büyütmede skorlaması a) skor: 0 b) skor:1.	63

Şekil 35. Grup IV (Fuji Triage) x25 büyütmede skorlaması a) skor: 1 b) skor:2 c) skor:3.	63
Şekil 36. Grup IA a)500x büyütülmüş sem görüntüsü b)1500x büyütülmüş sem görüntüsü c)2000x büyütülmüş sem görüntüsü d)4000x büyütülmüş sem görüntüsü.	65
Şekil 37. Grup IB a)500x büyütülmüş sem görüntüsü b)1500x büyütülmüş sem görüntüsü c)2000x büyütülmüş sem görüntüsü d)4000x büyütülmüş sem görüntüsü.	65
Şekil 38. Grup IIA a)500x büyütülmüş sem görüntüsü b)1500x büyütülmüş sem görüntüsü c)2000x büyütülmüş sem görüntüsü d)4000x büyütülmüş sem görüntüsü.	66
Şekil 39. Grup IIB a)500x büyütülmüş sem görüntüsü b)1500x büyütülmüş sem görüntüsü c)2000x büyütülmüş sem görüntüsü d)4000x büyütülmüş sem görüntüsü.	66
Şekil 40. Grup III a)500x büyütülmüş sem görüntüsü b)1500x büyütülmüş sem görüntüsü c)2000x büyütülmüş sem görüntüsü d)4000x büyütülmüş sem görüntüsü.	67
Şekil 41. Grup IV a)500x büyütülmüş sem görüntüsü b)1500x büyütülmüş sem görüntüsü c)2000x büyütülmüş sem görüntüsü d)4000x büyütülmüş sem görüntüsü.	67
Şekil 42. Materyal gruplarının <i>S. Mutans</i> üzerine etkisi 1. gün 20 saat sürecinde OD ölçüm grafiği.....	68
Şekil 43. Materyal gruplarının <i>S. Mutans</i> üzerine etkisi1. Hafta 20 saat sürecinde OD ölçüm grafiği.....	69
Şekil 44. Materyal gruplarının <i>Lactobacillus casei</i> üzerine etkisi 1. gün 20 Saat sürecinde OD ölçüm grafiği.....	73
Şekil 45. Materyal gruplarının <i>Lactobacillus casei</i> üzerine etkisi1. Hafta 20 saat sürecinde OD ölçüm grafiği.....	73

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. Gümüş diamin florürün ticari isimleri ve konsantrasyonları (Horst ve ark., 2016).	19
Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Materyaller	40
Tablo 3. Çalışmada Kullanılan Materyallerin Kimyasal İçeriği	41
Tablo 4. Çalışma gruplarının oluşturulması	41
Tablo 5. Williams ve winter skorlaması	48
Tablo 6. Mikrosızıntı skorlarının örnek sayılarına göre dağılımı	58
Tablo 7. Mikrosızıntı gruplarına ait ortalama, standart sapma, minimum-maksimum değerleri	59
Tablo 8. Mikrosızıntı deney gruplarının medyan ve istatistiksel analizinden elde edilen ‘p değerleri’	60
Tablo 9. Mikrosızıntı gruplarına ait istatistiksel farklılıkları belirten ‘p değerleri’	61
Tablo 10. Bağlanma yüzey uzunluk ölçümlerine ait medyan, ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri	63
Tablo 11. Bağlanma yüzey uzunluğu deney gruplarının medyan ve istatistiksel analizinden elde edilen ‘p değerleri’	64
Tablo 12. Tüm bağlanma yüzey uzunluğu deney gruplarına ait istatistiksel farklılıkları belirten ‘p değerleri’	64
Tablo 13. Tüm antibakteriyel SM materyal gruplarının ortalama, standart sapma ve ‘p	70
Tablo 14. <i>Streptococcus mutans</i> materyal gruplarının 1. Gün ve 1. Hafta OD ölçümlerinin ortalama, standart sapma ve p değerleri	71
Tablo 15. <i>Streptococcus mutans</i> materyal gruplarının gdf solüsyonu var(+) yok (-) ortalama OD ölçümlerinin istatistiksel karşılaştırılması	72
Tablo 16. Tüm antibakteriyel LC materyal gruplarının ortalama, standart sapma ve ‘p değerleri’	74
Tablo 17. <i>Lactobacillus casei</i> materyal gruplarının 1. Gün ve 1. Hafta OD ölçümlerinin ortalama, standart sapma ve p değerleri	76
Tablo 18. <i>Lactobacillus casei</i> materyal gruplarının gdf solüsyonu var(+) yok (-) ortalama OD ölçümlerinin istatistiksel karşılaştırılması	77

1. ÖZET

Tezin Başlığı: Fissür Örtücü Uygulamalarından Önce Gümüş Diamin Florür Uygulanmış Dişlerde Antibakteriyel Etki ve Mikrosızıntı/Bağlanma Dayanıklılığının İn Vitro İncelenmesi

Öğrencinin Adı Soyadı: Dilek Yılmaz

Danışmanın Adı Soyadı: Doç. Dr. Müesser Ahu Yılmaz

Anabilim Dalı: Pedodonti Anabilim Dalı

Amaç: Bu çalışmada, gümüş diamin florür (GDF) uygulamasının ardından farklı fissür örtücü materyalleri uygulanmış dişlerde oluşan mikrosızıntı oranları, bağlanma kapasitesi ve antibakteriyel etkinliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot: Çalışmada toplam 72 adet çekilmiş daimi molar diş, altı farklı gruba rastgele dağıtılmıştır. Gruplar, GDF uygulama süreleri (5 dakika ve 1 hafta) ve kullanılan fissür örtücü materyal türleri (Clinpro Sealant ve Fuji Triage) açısından farklılık göstermiştir. Mikrosızıntı değerlendirilmesi için konvansiyonel boya penetrasyon yöntemi kullanılmıştır. Örnekler, GDF ve fissür örtücü uygulamalarının ardından termal sıklusa maruz bırakılmış (5000 döngü, 5°C-55°C) ve ardından %0.5 bazik fuksin boya çözeltisine daldırılmıştır. Mikrosızıntı değerleri stereomikroskop altında (25X büyütme) Williams ve Winter skorlamasına göre değerlendirilmiştir. Bağlanma yüzey uzunluğu taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak analiz edilmiştir. SEM görüntüleri 500X, 1500X, 2000X ve 4000X büyütmelerde alınmış ve bağlanma yüzeyi detayları Image J yazılımı ile ölçülmüştür. Antibakteriyel etkinlik değerlendirmesi ise *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) ve *Lactobacillus casei* (ATCC 4646) suşları kullanılarak doğrudan temas testi yöntemiyle yapılmıştır.

Bulgular: Mikrosızıntı analizi sonuçlarına göre Fuji Triage uygulanan örneklerde, mikrosızıntı skorlarının %90.91'inin 0 bulunmuştur ($p<0,001$). Bununla birlikte, Clinpro Sealant kullanılan örnekler, daha yüksek mikrosızıntı değerleri %81.81'nin skor 2 ve skor 3 olduğu görülmüştür.. Fuji Triage'ın özellikle GDF uygulanmamış yüzeylerde mikrosızıntıyı azaltmada daha etkili olduğu gözlenmiştir. Mikrosızıntı skorları GDF uygulama süresine göre farklılık göstermiş, 1 hafta bekleme sonrası mikrosızıntının azaldığı tespit edilmiştir. Bağlanma yüzey uzunluğu açısından Clinpro Sealant kullanılan örnekler, en kısa bağlanma yüzey uzunlukları göstererek daha güçlü bir bağlanma kapasitesi sergilemiştir ($p<0,001$). Antibakteriyel etkinlik değerlendirmesinde, GDF uygulanmış yüzeylerde *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus casei* üremesinin anlamlı derecede azaldığı belirlenmiştir. Fuji Triage, özellikle *Lactobacillus*

casei üzerinde daha güçlü antibakteriyel etkinlik sergilemiştir. Clinpro sealant *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus casei* üzerinde etkili bir inhibisyon sağlamıştır.

Sonuç: Çalışma sonuçları, GDF uygulamasının ardından fissür örtücü materyal seçiminin mikrosızıntı kontrolü, bağlanma kapasitesi ve antibakteriyel etkinlik açısından önemli olduğunu göstermektedir. Mikrosızıntı açısından, Fuji Triage daha başarılı bulunurken, bağlanma kapasitesi açısından Clinpro Sealant üstünlük göstermiştir. Antibakteriyel etkinlik açısından her iki materyalin de GDF ile kombine edildiğinde etkili olduğu, ancak Fuji Triage'ın *Lactobacillus casei* üzerinde daha belirgin bir inhibisyon sağladığı belirlenmiştir. Bulgular, GDF'nin klinik uygulamalarında üzerine uygulanacak materyal ve uygulama süresinin önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gümüş diamin florür, fissür örtücü, mikrosızıntı, antibakteriyel etki, cam iyonomer siman, rezin esaslı fissür örtücü

2. SUMMARY

Title of Thesis: In Vitro Evaluation of Antibacterial Effect, Microleakage, and Bond Strength in Teeth Treated with Silver Diamine Fluoride Before Fissure Sealant Applications

Student Name, Surname: Dilek Yılmaz

Supervisor Name: Assoc. Prof. Müesser Ahu Yılmaz

Department: Department of Pediatric Dentistry

Aim: This study aimed to evaluate the microleakage rates, bonding capacity, and antibacterial efficacy in teeth treated with different fissure sealant materials following the application of silver diamine fluoride (SDF).

Materials and Methods: A total of 72 extracted permanent molar teeth were randomly divided into six different groups. The groups varied based on SDF application times (5 minutes and 1 week) and the types of fissure sealant materials used (Clinpro Sealant and Fuji Triage). The conventional dye penetration method was used to assess microleakage. After the application of SDF and fissure sealants, the samples underwent thermal cycling (5000 cycles, 5°C-55°C) and were then immersed in 0.5% basic fuchsin dye solution. Microleakage values were evaluated under a stereomicroscope (25X magnification) using Williams and Winter scoring. Bonding surface lengths were analyzed using a scanning electron microscope (SEM). SEM images were taken at 500X, 1500X, 2000X, and 4000X magnifications, and bonding surface details were measured using ImageJ software. Antibacterial efficacy was evaluated using the direct contact test method with *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) and *Lactobacillus casei* (ATCC 4646) strains.

Results: According to the microleakage analysis, 90.91% of the microleakage scores in samples treated with Fuji Triage were scored as 0 ($p<0.001$). In contrast, samples treated with Clinpro Sealant exhibited higher microleakage values, with 81.81% scoring 2 and 3. Fuji Triage was observed to be more effective in reducing microleakage, especially on surfaces without SDF application. Microleakage scores varied depending on the SDF application duration, with reduced microleakage observed after a 1-week waiting period. In terms of bonding surface length, samples treated with Clinpro Sealant showed the shortest bonding surface lengths, indicating stronger bonding capacity ($p<0.001$). For antibacterial efficacy, significant reductions in *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus casei* growth were observed on SDF-treated surfaces. Fuji Triage demonstrated stronger antibacterial efficacy, particularly against *Lactobacillus casei*. Clinpro Sealant effectively inhibited *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus casei*.

Conclusion: The study results indicate that the choice of fissure sealant material following SDF application plays a crucial role in controlling microleakage, bonding capacity, and antibacterial efficacy. Fuji Triage was found to be more successful in terms of microleakage, while Clinpro Sealant excelled in bonding capacity. Both materials were effective in antibacterial activity when combined with SDF; however, Fuji Triage provided more pronounced inhibition against *Lactobacillus casei*. The findings emphasize the importance of selecting appropriate materials and application durations in clinical practices involving SDF.

Keywords: Silver diamine fluoride, fissure sealant, microleakage, antibacterial effect, glass ionomer cement, resin-based fissure sealant



3. GİRİŞ VE AMAÇ

Diş çürüğü, özellikle çocuk ve ergen popülasyonunda en yaygın kronik hastalıklardan biri olup, ağız ve diş sağlığını olumsuz etkileyen önemli bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilir (Pitts,2004). Çürük oluşumu, diş minesinin asidik bakteri metabolizması sonucu demineralizasyonu başlar ve özellikle pit ve fissür bölgelerinde daha sık görülür (Fejerskov ve Kidd,2008). Bu bölgelerdeki derin ve dar anatomik yapılar, bakterilerin ve besin artıklarının birikimine elverişli ortamlar oluşturur, bu durum çürük riskini artırır (Simonsen, 2002).

Fissür örtücüler, dişlerin pit ve fissürlerini kapatarak bu bölgelerdeki çürük oluşumunu engelleyen etkili bir koruyucu yöntemdir (Bhuridej ve ark.,2005). Bu materyaller, mine yüzeyine uygulandıklarında fiziksel bir bariyer oluşturarak bakterilerin ve besin artıklarının bu alanlara girişini engeller ve böylece çürük oluşum riskini azaltır (Tinanoff ve Douglass,2001). Fissür örtücülerin etkinliği, uygulama tekniği, kullanılan materyalin türü ve diş yüzeyinin hazırlığı gibi faktörlere bağlıdır (Feigal,2000).

Gümüş diamin florür (GDF), diş çürüklerinin önlenmesi ve mevcut çürük lezyonlarının ilerlemesinin durdurulmasında kullanılan topikal bir ajandır (Horst ve ark.,2016). GDF, gümüş iyonlarının antibakteriyel özellikleri ile fluorürün remineralize edici etkilerini birleştirerek çürük lezyonlarının ilerlemesini durdurur ve yeni çürük oluşumunu engeller (Mei ve ark.,2013). GDF'nin antibakteriyel etkisi, çürüğe neden olan bakterilerin metabolik aktivitelerini inhibe ederek ve dental plak biyofilminin büyümesini engelleyerek gerçekleşir (Knight ve ark.,2006). Ayrıca, GDF uygulaması sonrası oluşan gümüş fosfat ve gümüş klorür gibi bileşikler, diş yüzeyinde koruyucu bir tabaka oluşturarak asit saldırılarına karşı direnç sağlar (Chu ve ark.,2002).

Ancak, GDF uygulamasının ardından diş yüzeyinde oluşan gümüş birikintileri ve pH değişiklikleri, sonrasında uygulanan fissür örtücü materyallerin bağlanma etkinliği ve mikrosızıntı özellikleri üzerinde potansiyel olumsuz etkilere neden olabilir (Yee ve ark.,2009). Bu durum, fissür örtücülerin etkinliğini azaltarak çürük önleme kapasitesini düşürebilir (Zhao ve ark.,2020). Bu nedenle, GDF uygulaması sonrası uygun fissür örtücü materyal seçimi ve uygulama protokollerinin belirlenmesi önem arz etmektedir (Wong ve ark.,2021).

Fissür örtücü materyaller arasında cam iyonomer esaslı ve rezin esaslı materyaller yaygın olarak kullanılmaktadır (Frencken ve ark.,2010). Cam iyonomer esaslı fissür örtücüler, kimyasal bağlanma mekanizmaları sayesinde nemli ortamlarda bile etkili bir yapışma sağlar ve florür

salınımı ile ek bir çürük önleyici etki sunar (Ngo ve ark.,2006). Rezin esaslı fissür örtücüler ise mekanik retansiyon yoluyla daha güçlü bir bağlanma sunar ve mikrosızıntıyı minimize eder (Croll ve ark.,2002). Ancak, GDF uygulaması sonrası bu materyallerin bağlanma performansı ve mikrosızıntı kontrolü konusunda literatürde sınırlı bilgi bulunmaktadır (Horst ve ark.,2016).

Bu çalışmanın amacı, GDF uygulamasının ardından farklı fissür örtücü materyallerle tedavi edilmiş dişlerde bağlanma yüzey uzunluğu, mikrosızıntı ve antibakteriyel etkinlik açısından karşılaştırmalı bir değerlendirme yapmaktır. Bu kapsamda:

1. GDF uygulama sürelerinin (5 dakika ve 1 hafta) fissür örtücü materyallerin bağlanma yüzey uzunluğu ve mikrosızıntı üzerindeki etkisi incelenecektir
2. Cam iyonomer esaslı (Fuji Triage) ve rezin esaslı (Clinpro Sealant) fissür örtücülerin bağlanma kapasitesi ve mikrosızıntı kontrolü açısından karşılaştırılması yapılacaktır
3. GDF uygulaması sonrası fissür örtücü materyallerin *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus casei* gibi çürük yapıcı bakterilere karşı antibakteriyel etkinlikleri değerlendirilecektir.

Bu araştırmanın sonuçları, GDF ile kombinasyon halinde kullanılan fissür örtücü materyallerin klinik uygulamalarında yol gösterici bilgiler sunmayı hedeflemektedir.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Diş Çürüğü

Diş çürüğü, dental plak mikroorganizmalarının fermente olabilen karbonhidratları organik aside dönüştürmesi sonucu, diş yapısındaki mineral kaybına yol açan ve zamanla dentin ile pulpa dokularını etkileyen multifaktöriyel bir hastalıktır (Kidd ve Fejerskov, 2004; Marsh ve ark., 2011). Çürük, ağız boşluğunda mevcut olan bakterilerin metabolik aktivitelerinin neden olduğu dinamik bir süreçtir ve demineralizasyon ile remineralizasyon arasında sürekli bir dengeye sahiptir (Selwitz ve ark., 2007). Demineralizasyon, asidik bir ortamın diş yüzeyindeki hidroksiapatit kristallerini çözmesiyle meydana gelirken; remineralizasyon, tükürükteki kalsiyum, fosfat ve florür iyonlarının diş minesine yeniden entegre olduğu bir iyileşme sürecidir (Featherstone, 2000; Marsh, 2012).

Diş çürüğünün etiyolojisinde mikrobiyal, çevresel, genetik ve davranışsal faktörler önemli rol oynar. En yaygın çürük yapıcı mikroorganizmalar arasında *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus* ve *Lactobacillus spp.* bulunmaktadır (Aas ve ark., 2008). Bu bakteriler, karbonhidrat metabolizması sırasında asit üreterek ağız pH'ını kritik seviyelerin (5,5'in altı) altına düşürür ve mine dokusunda mineral kaybına yol açar (Peterson ve ark., 2013). Bununla birlikte, çürük sadece bakterilerin varlığına değil, aynı zamanda diyet alışkanlıkları, tükürük akışı, genetik yatkınlık ve ağız hijyeni gibi çoklu faktörlerin etkileşimine de bağlıdır (van Loveren, 2001; Ten Cate, 2006).

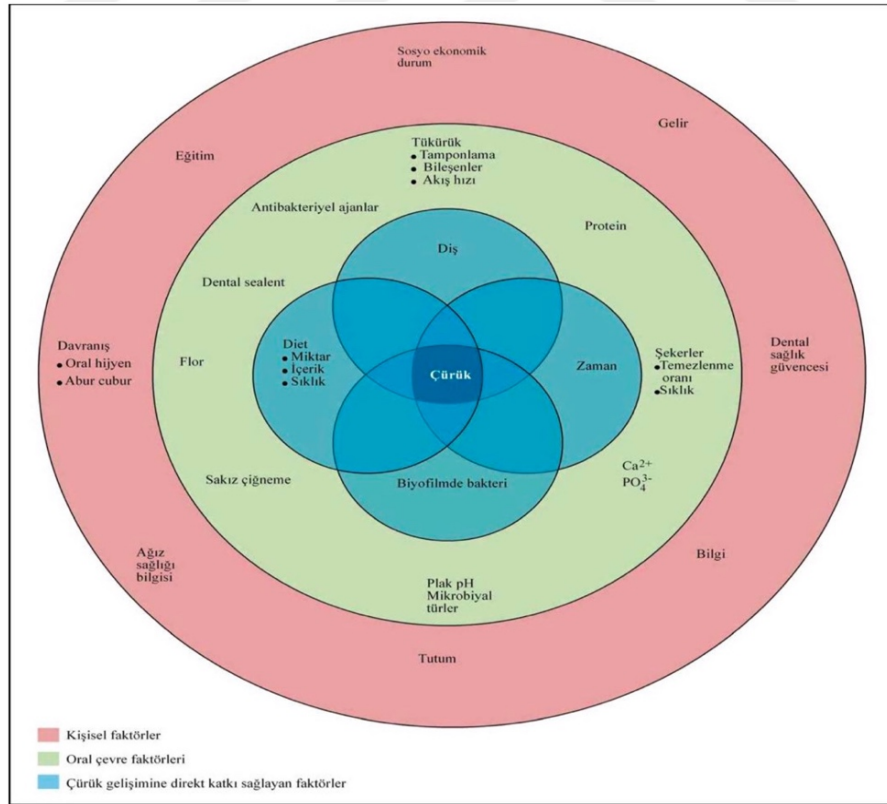
Diş yüzeyinde biriken dental plak, çürük gelişimi için kritik bir biyofilm ortamı oluşturur. Dental plak, diş yüzeyine yapışan bir bakteri topluluğundan oluşur ve bu biyofilm, ağız boşluğundaki pH seviyelerini düzenler (Marsh, 2003; Hojo ve ark., 2009). Çürük gelişim süreci, dental plaktaki mikrobiyal çeşitliliğin ve çevresel faktörlerin etkisiyle şekillenir. Özellikle sık karbonhidrat tüketimi, plak ekolojisini değiştirerek asidofilik ve asidojenik türlerin baskın hale gelmesine yol açar (Nasidze ve ark., 2009). Bu bakteriler, sadece asit üretmekle kalmaz, aynı zamanda plak pH'ını düşürerek daha dayanıklı asit-toleranslı bakterilerin büyümesini teşvik eder (Horiuchi ve ark., 2009).

Diş çürüğünün gelişimi üç ana faktörün etkileşimine bağlıdır: konakçı faktörleri (diş yüzeyi yapısı, tükürük akışı ve bileşimi), mikrobiyal faktörler (asidojenik ve asidofilik bakteriler) ve çevresel faktörler (diyet, ağız hijyeni, florür kullanımı) (Selwitz ve ark., 2007; Featherstone, 2000) (şekil 1). Tükürüğün tamponlama kapasitesi ve florür içeriği, remineralizasyon sürecini

destekleyen doğal koruyucu mekanizmalardır (Garcia-Godoy ve Hicks, 2008). Ayrıca, florürün çürük önleyici etkisi, diş minesindeki hidroksiapatit kristallerini florapatite dönüştürmesi ve mineral kaybını yavaşlatması ile ilişkilidir (Marinho ve ark., 2003).

Diş çürüğü, biyofilm içindeki mikrobiyal dengenin bozulmasıyla ortaya çıkar. Sağlıklı ağız florasında, diş yüzeyindeki bakteriler remineralizasyon ve demineralizasyon arasında bir denge sağlar. Ancak yüksek şeker tüketimi, ağız pH'ını düşürerek biyofilmin mikrobiyal kompozisyonunu değiştirir ve çürüğe neden olan bakterilerin baskın hale gelmesine yol açar (Marsh ve ark., 2011). Asidojenik bakterilerin metabolik aktiviteleri sonucu üretilen laktik, formik ve asetik asitler, hidroksiapatit kristallerinin çözünmesine neden olarak diş yapısında geri dönüşü olmayan hasar oluşturur (Garcia-Godoy ve Hicks, 2008).

Diş çürüğünün başlangıcı ve ilerlemesi, patolojik faktörler (asidojenik bakteriler, sık karbonhidrat tüketimi, tükürük disfonksiyonu) ile koruyucu faktörler (tükürük, florür, uygun diyet) arasındaki dengenin bozulması ile ilişkilidir (Kidd ve Fejerskov, 2004). Çürüğün önlenmesi, bu dengenin korunması ve remineralizasyon sürecinin desteklenmesi ile mümkün olabilir.



Şekil 1. Çürük gelişiminde rol oynayan faktörler (Fejerskov ve Manji, 1990).

4.1.1. Çürük gelişiminde etkili olan başlıca mikroorganizmalar

Diş çürüğü, ağız mikrobiyomundaki farklı mikroorganizmaların karmaşık etkileşimleri sonucu gelişen polimikrobiyal bir hastalıktır (Grigalauskienė ve ark., 2015). Çürük oluşumunda temel faktör, bakterilerin fermente olabilen karbonhidratları organik asitlere dönüştürerek ağız ortamında pH'ın kritik seviyelerin (5,5'in altı) altına düşmesine neden olmasıdır (Marsh ve ark., 2011). Bu durum, diş minesindeki hidroksiapatit kristallerinin çözünmesiyle sonuçlanır ve zamanla dentin ve pulpa dokularını etkileyen mineral kaybı meydana gelir.

Ağız mikrobiyomu, doğumdan itibaren çevresel, genetik ve davranışsal faktörlerle şekillenir. Steril bir ortamda doğan fetüs, doğum sırasında anneden veya bakıcıdan mikroorganizmalarla kolonize olur. Bu ilk kolonizasyon, genellikle ağız florasını oluşturan anaerop ve fakültatif anaerop bakterilerle başlar. Dişlerin sürmesiyle birlikte, bu bakteriler diş yüzeylerinde tutunarak dental biyofilmi oluşturur. Anneden çocuğa mikroorganizma aktarımı "dikey geçiş" olarak adlandırılırken, diğer bireylerden veya çevreden bulaş "yatay geçiş" olarak ifade edilir (Struzycka, 2014; Berkowitz, 2016). Çocukluk döneminde çürük oluşumunda etkili olan bakterilerin çoğu genellikle çevresel temastan, özellikle anneden kaynaklanır.

Mikrobiyal etkenlerin çürük oluşumundaki etkinliği, şu özelliklere bağlıdır:

- Diş yüzeyine tutunma ve biyofilm oluşturabilme kapasitesi,
- Sukroz ve diğer karbonhidratların metabolizmasıyla artan asit üretimi,
- Düşük pH koşullarına adaptasyon yeteneği,
- İntraselüler ve ekstraselüler polisakkarit üretimiyle mikrobiyal kalıcılık sağlama (Abranches ve ark., 2018).

4.1.1.1. *Mutans grubu streptokoklar*

Mutans streptokoklar, diş çürüğünün başlangıcında en önemli etiyolojik ajanlar arasında yer alır. Özellikle *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) ve *Streptococcus sobrinus*, çürük gelişiminde temel rol oynar (Abranches ve ark., 2018). Bu bakteriler, gram-pozitif, fakültatif anaerop ve katalaz-negatif özelliklere sahip olup, düşük pH ortamında hayatta kalabilme yetenekleri sayesinde yüksek karyojenite gösterirler (Grigalauskienė ve ark., 2015).

Streptococcus mutans 'ın çürük patogenezindeki rolü şunları içerir:

1. **Asit Üretimi:** Sukroz gibi fermente edilebilir karbonhidratlardan laktik asit üreterek diş yüzeyinde demineralizasyonu tetikler.
2. **Biyofilm Oluşumu:** Sukrozdan ekstraselüler glukan polimerleri sentezleyerek diş yüzeyine sıkıca yapışan ve patojenik mikrobiyal dental plak oluşumunu kolaylaştırır.
3. **Karbonhidrat Rezervi Oluşturma:** İntraselüler polisakkarit depolayarak düşük karbonhidratlı dönemlerde bile metabolik aktivitesini sürdürebilir (Marsh ve Martin, 2001).

Streptococcus sobrinus, *S. mutans* 'a kıyasla daha az sıklıkla izole edilmesine rağmen, diş çürüğünün ilerleme aşamalarında önemlidir. Bu bakteriler daha çok aproksimal alanlarda kolonize olur ve sukroz varlığında aktivitesi artar (Hardie ve Whiley, 1992). Yapılan çalışmalar, *S. sobrinus* 'un diş çürüğü progresyonuna katkıda bulunduğunu göstermektedir (Van Houte, 1994).

4.1.1.2. *Laktobasiller*

Lactobacillus spp., özellikle çürüğün ilerleme aşamalarında önemli rol oynayan gram-pozitif ve fakültatif anaerob bakterilerdir. Bu bakteriler, hem asidojenik hem de asidürik özelliklere sahiptir ve düşük pH ortamlarında hayatta kalma kapasiteleriyle çürük patogenezinde katkı sağlarlar (Ahirwar ve ark., 2021).

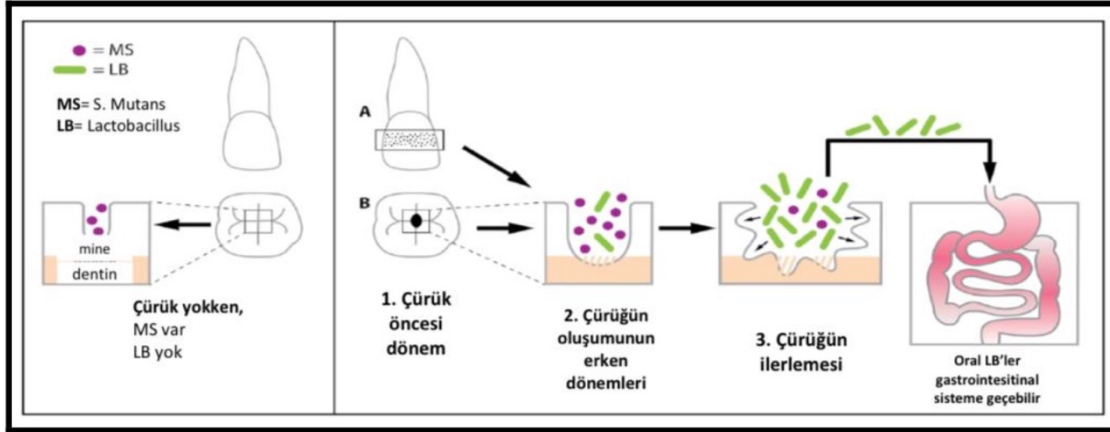
Laktobasillerin çürük oluşumundaki etkisi şu şekildedir:

1. Asit Üretimi: Sukrozun metabolizması sırasında organik asitler üreterek diş yüzeyinde demineralizasyonu artırır.
2. Düşük pH'a Adaptasyon: *Laktobasiller*, pH'ın 3 gibi düşük seviyelere ulaştığı koşullarda dahi hayatta kalabilir.
3. İlerleyen Lezyonlarda Dominasyon: Çürük başlangıcında düşük seviyede bulunmalarına rağmen, ilerleyen çürük lezyonlarında baskın hale gelirler (Van Houte, 1980).

Tükürükteki *Lactobacillus* miktarının $\geq 10^5$ cfu/ml seviyelerine ulaşması, çürük riskinin yüksek olduğunun bir göstergesidir (Jeong ve ark., 2006). Bununla birlikte, laktobasiller genellikle çürük başlamadan önce diş yüzeyine tutunmaz; ancak lezyon geliştikten sonra retansiyon alanlarında yoğunlaşırlar (Caufield ve ark., 2015).

S. mutans ve *Lactobacillus spp.*, diş çürüğü gelişiminde sinerjik bir etkiye sahiptir. *S. mutans* çürüğün başlangıcında etkili olurken, *Lactobacillus spp.* çürüğün ilerleyen aşamalarında baskın hale gelir. Özellikle retantif alanlar ve fissür bölgeleri gibi temizliğin

zor olduğu bölgelerde bu iki türün birlikte çalışarak çürük lezyonlarının hızla ilerlemesine neden olduğu bildirilmiştir (Loesche, 1986). *S. mutans* ve *Lactobacillus* türlerinin dişte tutunabilme ve çürük aşamalarıyla olan ilişkisi Şekil 2’de özetlenmiştir (Caufield ve ark.,2015).



Şekil 2. *Streptococcus mutans* ve *lactobacillus* bakteri türlerinin diş çürüğü ile ilişkisi Caufield ve ark.,2015).

4.2. Pit ve fissür çürükleri

Oklüzal yüzeyler, daimi dişlerin toplam yüzeyinin yalnızca %12,5'ini oluşturmalarına rağmen, okul çağındaki çocuklarda çürüklerin yaklaşık %50'si bu yüzeylerde meydana gelmektedir (Duangthip ve Lussi, 2003). Bu durum, oklüzal yüzeylerin karmaşık morfolojik yapısıyla ilişkilidir. Pit ve fissür çürükleri, dişlerin doğal morfolojik unsurlarından kaynaklanan anatomik zorlukların yanı sıra, bu bölgelerde meydana gelen plak birikimi ve mikrobiyal aktivite nedeniyle çürük gelişimi için yüksek risk taşır (Mejare ve ark., 2004).

Pit ve fissürlerin derinliği ve genişliği bireyden bireye değişiklik gösterir ve bu anatomik özellikler, çürük oluşum riskini belirlemede kritik bir rol oynar. Sığ fissürlerde mine kalınlığı genellikle 1,5–2 mm iken, dar ve derin fissürlerde bu kalınlık 0,2 mm'ye kadar düşebilir. Derin fissürler, diş fırçası kıllarının ulaşamadığı alanlarda bakterilerin kolonizasyonu ve besin artıkları birikimi için ideal bir ortam sağlar (Boudreau & Jerge, 1976). Ayrıca bu bölgelerde tükürük akışının sınırlı olması, remineralizasyonu önlerken florür penetrasyonunun etkinliğini de azaltır (Palti ve ark., 2008; Salama & Al-Hammad, 2002).

Pit ve fissürlerin kompleks yapısı nedeniyle, bu bölgeler bakteriyel biyofilm oluşumuna ve çürük yapıcı mikroorganizmaların kolonizasyonuna olanak tanır. Özellikle *Streptococcus*

mutans ve *Lactobacillus spp.* gibi bakteriler, dar ve derin fissürlerde asit üretimi yoluyla pH'ı düşürerek çürük gelişimini hızlandırır (Caufield ve ark., 1993; Zaura & Buijs, 2007).

Molar dişlerin erüpsiyon süreci, çürük gelişimi açısından kritik bir dönemdir. Bu süreçte, oklüzal yüzeylerin henüz tam anlamıyla erüpte olmamış olması nedeniyle temizlenmesi güçtür. Erüpsiyon sırasında tükürük erişimi sınırlıdır ve bu da remineralizasyonun yetersiz kalmasına yol açar (Carvalho ve ark., 1989). Bununla birlikte, erüpsiyon sonrası mine dokusu yeterince olgunlaşmamış olduğundan, bu dönem çürük gelişimi açısından yüksek risk taşır (Lussi ve ark., 2004). Mine dokusunun olgunlaşması, remineralizasyon ve demineralizasyon döngüleriyle zamanla gerçekleşir ve olgun mine dokusu çürüğe karşı daha dirençli hale gelir (Driessens ve ark., 1985).

Yeni sürmüş dişlerde Nasmyth zarının kalıntıları, florür uygulamalarının etkinliğini azaltarak fissür tabanında koruyucu etkinliği engelleyen bir bariyer oluşturabilir (Zaura & Buijs, 2007). Bunun yanında, erüpsiyonu tamamlanmamış dişlerin karşıt dişlerle temas etmemesi, çiğneme sırasında oluşan mekanik temizliği sınırlayarak plak birikimini artırır. Bu durum, özellikle molar dişlerin oklüzal yüzeylerinde plak birikimine bağlı olarak çürük gelişimi riskini yükseltir (Palti ve ark., 2008).

Pit ve fissür çürüklerinin sürme dönemiyle ilişkili risk faktörleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- İkinci enfeksiyon penceresi: Daimi birinci büyük azıların sürme döneminde, ağız florasında *Streptococcus mutans* ve diğer çürük yapıcı bakterilerin kolonizasyonu artar. Bu bakteriler, fissürlerin dar ve derin yapısında plak birikimini kolaylaştırır (Caufield ve ark., 1993).
- Morfolojik özellikler: Pit ve fissürlerin derin ve dar yapısı, bu bölgelerde çürük yapıcı bakterilerin retansiyonunu ve plak birikimini kolaylaştırır (Fejerskov ve ark., 1984).
- Hijyen eksikliği: Çocukların motor becerilerinin tam gelişmemiş olması ve ailelerin dişlerin sürme sürecinden habersiz olması nedeniyle bu bölgelerin temizliği yetersiz kalır (Araujo ve ark., 2002; Carvalho ve ark., 1989).

Günümüzde fissür çürüklerinin gelişiminin, fissür duvarlarında başlayarak mine prizmalarının yönüne doğru iki bağımsız lezyon şeklinde ilerlediği kabul edilmektedir. Bu lezyonlar zamanla birleşerek fissür tabanında tek bir lezyon haline gelir ve mine-dentin sınırına doğru ilerler (Hicks, 2009). Fissürlerin içindeki organik materyaller, başlangıçta asidik ataklara karşı bariyer oluşturabilse de, bu koruyucu etki çürüğün ilerlemesini önleyemez. Çürük ilerledikçe bu lezyon, mine ve dentin tabakalarını etkileyerek daha derin dokulara yayılır (Marsh, 2012).

Pit ve fissür çürüklerinin önlenmesinde en etkili yöntemlerden biri fissür örtücülerdir. Bu materyaller, retentif alanları kapatarak bakterilerin tutunmasını engeller ve çürük oluşum riskini azaltır (Feigal & Donly, 2006). Florür salınımı yapan fissür örtücüler, remineralizasyonu destekleyerek hem çürük gelişimini önler hem de diş yapısını güçlendirir. Özellikle yeni sürmüş dişlerde uygulanmaları önerilmektedir (Welbury ve ark., 2004).

4.2.1.Pit ve fissür çürüklerinin önlenmesinde koruyucu tedaviler

Diş çürüğü, ağız sağlığını etkileyen önemli bir halk sağlığı sorunudur ve özellikle pit ve fissür çürükleri çocuklarda yaygın olarak görülmektedir. Ailelerin çocuklarını çürüksüz dişlerle büyütebilmesi, genel sağlık üzerinde pozitif bir etki yaratarak yaşam kalitesini artırır. Bu bağlamda, dental hastalıkların önlenmesi ve toplum genelinde ağız sağlığını koruyucu uygulamaların geliştirilmesi, etkili bir ağız sağlığı stratejisinin temel taşıdır. Koruyucu diş hekimliği uygulamaları, diş çürüğüne karşı yürütülen mücadelenin vazgeçilmez bir parçasıdır (Petersen, 2003).

Koruyucu tedavilerde biyofilm kontrolü temel bir yaklaşımdır. Ağız içi biyofilm, çürük oluşumunda önemli bir rol oynar ve biyofilm kaynaklı hastalıkların önlenmesi, durdurulması veya geri çevrilmesi için uygulamalar, patojen sayısının azaltılmasını, dişlerin direncinin artırılmasını, sağlıklı diş eti dokusunun korunmasını ve tamir kapasitesinin artırılmasını hedeflemelidir (Ulusoy, 2010). Epidemiyolojik verilere göre, pit ve fissür çürüklerinden korunmaya yönelik yöntemlerde ilerleme kaydedilmiş olmasına rağmen, bu sorunun tam anlamıyla çözülmediği görülmektedir (Ahovuo-Saloranta ve ark., 2013).

Koruyucu uygulamaların temel prensibi, diş çürüğüne neden olan etkenlerden bir veya birkaçının değiştirilmesine dayanır. Bu doğrultuda bireye yönelik farklı seçenekler sunulmaktadır. Günümüzde koruyucu diş hekimliği uygulamaları; ağız ve diş bakım alışkanlıkları, topikal florid uygulamaları, pit ve fissür örtücülerin kullanımı, antimikrobiyal ajanlarla yapılan tedaviler gibi birçok yöntemle çeşitlendirilmiştir (Ulusoy, 2010).

4.2.1.1. Ağız ve diş bakımı

Mekanik plak kontrolü, diş yüzeyinden plak ve kalıntıların kaldırılmasında en sık kullanılan yöntemdir. Bunun için diş fırçası, diş ipi, dil temizleyicileri ve ultrasonik cihazlar kullanılmaktadır (Ulusoy, 2010). Ancak, pit ve fissürlerin karmaşık anatomik yapısı nedeniyle bu bölgelerden plakanın temizlenmesi oldukça zordur (Maltz ve ark., 2003). Özellikle motor becerileri sınırlı olan çocuklarda bu durum daha belirgin olup düz yüzeylere göre bu alanlarda

plaktan arındırma daha başarısız olabilmektedir (Arrow, 1998). Yapılan alışmalar, bu bölgelerin temizliği için elektrikli diş fırçalarının veya plak göstergesi içeren ürünlerin kullanılmasının etkinliği artırabileceğini önermektedir (Reddy ve ark., 2021).

4.2.1.2. Florid uygulamaları

Fluor, son elli yıldır diş rğn nlme ve remineralizasyonu destekleme konusunda ekonomik ve etkili bir çözüm olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Fluorun etkisi, dişlerin sürme öncesi ve sürme sonrası olmak üzere iki dönemde kendini gösterir. Sürme öncesinde fluor, amelogenezis aşamasında mine organik matrisinin oluşumunda katalizör rol oynarken; sürme sonrası döneminde düşük konsantrasyonlarda tükürükte bulunarak demineralizasyonu önler ve mineyi asitlere karşı daha dirençli hale getirir (Featherstone, 1999; Margolis ve Moreno, 1990).

Fluorun bakteri metabolizmasını inhibe ettiği ve plak yapışkanlığını azalttığı da gösterilmiştir. Özellikle *Streptococcus mutans* gibi rk yapıcı bakterilerin fluorla baskılandığı, bu nedenle rk oluşum riskinin düştüğü literatürde belirtilmektedir (Tinanoff ve ark., 2020).

Fluor, diş hekimliğinde hem sistemik hem de topikal yolla uygulanmaktadır. Sistemik uygulamalara örnek olarak içme suyunun fluorlanması, fluor tabletleri ve süt veya tuz gibi gıdalara fluor eklenmesi gösterilebilir. Dünya Sağlık rgt (DSÖ), içme suyunda 0.7 ppm fluor konsantrasyonunun rk önlemede etkili olduğunu bildirmektedir (WHO, 2021). Topikal uygulamalarda ise fluor içeren diş macunları, jeller, vernikler ve ağız çalkalama solüsyonları gibi ürünler kullanılmaktadır. Fluor verniklerinin nem izolasyonunun zor olduğu durumlarda bile etkili olduğu ve uzun süreli fluor salınımı sağladığı için özellikle çocuklarda kullanımı yaygınlaşmıştır (Mann ve ark., 2001). Ayrıca, verniklerin pit ve fissür örtücü uygulanmadan önce kullanılması, bu bölgelerin rğe karşı korunmasında etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Raadal ve ark., 1990).

Araştırmalar, koruyucu ajanların kombine kullanımının etkinliği artırdığını göstermektedir. Örneğin:

- Fluor vernikleri ile klorheksidinin birlikte uygulanması,
- Pit ve fissür rtclerinin topikal fluor uygulamalarıyla desteklenmesi,
- Ağız hijyeni eğitimlerinin fluor uygulamalarıyla birleştirilmesi, bu yöntemlerin rk önlemede daha yüksek başarı sağladığı literatürde bildirilmiştir (Kllestl ve ark., 1999; Matalon ve ark., 2010).

Yeni araştırmalar, fluorun özellikle çocuklarda erken dönemde uygulandığında çürük önleme etkisini daha da artırdığını ve farklı formülasyonların (örn. fluor jelleri ve yavaş salınımlı cihazlar) kullanımının çürük insidansını azalttığını desteklemektedir (Ahovuo-Saloranta ve ark., 2021; Gao ve ark., 2023). Ayrıca, fluorun pit ve fissür örtücülerle sinerjik bir etki yarattığı ve bu kombinasyonun çürük gelişimini önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir (Mei ve ark., 2018).

Sodyum fluorür (NaF), diş hekimliğinde en yaygın kullanılan topikal fluor ajanlarından biridir. Nötr pH'a sahip kararlı bir bileşiktir ve bu özelliği nedeniyle kompozit rezin restorasyonları olan, tükürük akış hızı azalmış veya asidik fluorürleri tolere edemeyen hastalar için tercih edilmektedir (Gündoğar ve Yıldız, 2015). Bununla birlikte, NaF içeren formülasyonların, remineralizasyon etkisinin yanı sıra antimikrobiyal özelliklere de sahip olduğu ve çürük gelişimini önemli ölçüde azalttığı bilinmektedir (Mei ve ark., 2018).

APF, %1.23 oranında sodyum fluorür içerir. Düşük pH'lı bir çözeltide fosforik asit eklenerek hazırlanır. Bu formülasyon, floroapatit oluşumunu artırarak diş yüzeyinin çürüğe karşı direncini güçlendirmek için geliştirilmiştir (Bruun, Thylstrup ve Uribe, 1983). APF, özellikle mine ve dentin üzerinde daha etkili remineralizasyon sağlamak için klinik uygulamalarda tercih edilmektedir (Featherstone, 1999).

Kalay fluorür (SnF₂), %8-10 oranında fluor içerir ve hem remineralizasyonu destekleyen hem de antimikrobiyal etkiye sahip bir ajandır. Mikrobiyal dental plak formasyonu ve plak pH'sının düşüşünü engelleyerek çürük oluşumunu baskıladığı belirtilmiştir (Svatun ve Attramadal, 1978). Bununla birlikte, SnF₂'nin estetik etkileri (mine yüzeyindeki renk değişikliği) ve düşük stabilitesi nedeniyle diğer fluor formları kadar yaygın kullanılmamaktadır (Chung ve ark., 2020).

Günümüzde sodyum fluorür, diş macunları, ağız çalkalama solüsyonları ve jeller gibi ürünlere eklenerek kolay uygulanabilir bir formatta sunulmaktadır. NaF içeren profesyonel jeller, diş hekimleri tarafından klinik uygulamalarda kullanılabileceği gibi, daha düşük konsantrasyonlu formülasyonlar evde kullanım için de önerilmektedir (Wei ve Yiu, 1993). Özellikle fluorlanmamış bölgelerde yaşıyan bireyler için NaF jelleri, çürük gelişimini kontrol altına almak adına etkili bir alternatif yöntem olarak görülmektedir (Zero ve ark., 1988).

Yüksek konsantrasyonlu fluorür jellerinin klinik etkinliği üzerine yapılan araştırmalarda, 10,000 ppm fluorür içeren jellerin yılda bir kez uygulanmasının çürük oluşumunda %23 azalma sağladığı; yılda iki kez uygulanmasının ise %33 azalma ile daha etkili olduğu bildirilmiştir (Murray, 1996; Ripa, 1991). Bu sonuçlar, yüksek risk grubundaki bireyler için düzenli profesyonel fluor uygulamalarının önemini vurgulamaktadır.

NaF içeren fluor vernikleri, özellikle yüksek fluorür konsantrasyonlarının kontrollü bir şekilde diş yüzeyine uygulanmasına imkan tanımaktadır. Vernik formülasyonları, ağız içerisinde 48-72 saat tutunarak uzun süreli fluorür salınımı sağlar ve çürük riskini etkili bir şekilde azaltır (Clark ve ark., 1985). Bununla birlikte, verniklerin nem izolasyonu zor olan durumlarda bile uygulanabilmesi, özellikle çocuk hastalarda kullanımını yaygınlaştırmıştır (Meyer ve ark., 2021).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, NaF içeren ürünlerin yalnızca çürük önlemede değil, aynı zamanda başlangıç lezyonlarını remineralize etmede de etkinliğini vurgulamaktadır. Bunun yanı sıra, NaF verniklerinin antimikrobiyal etkileri ve uzun süreli fluorür salınımı sağlayarak çürük insidansını daha fazla azaltma potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir (Gao ve ark., 2023; Tinanoff ve ark., 2020). Ayrıca, NaF'nin dentin hassasiyeti tedavisinde de kullanılabileceği ve etkili sonuçlar sağlayabileceği literatürde ifade edilmektedir (Knight ve ark., 2006).

4.2.1.3. Gümüş diamin florür (GDF)

4.2.1.3.1. Gümüş ve gümüş bileşikleri

Gümüş (Ag), 19. yüzyılın başlarından bu yana geniş spektrumlu antibakteriyel etkileri nedeniyle tıpta kullanılmaktadır. Gümüş iyonları, bakteriyel hücre duvarlarına zarar vererek ve DNA replikasyonunu bozarak mikroorganizmaları etkisiz hale getirme yeteneğine sahiptir. Özellikle antibiyotik direncinin artmasıyla birlikte gümüş bileşikleri tekrar önem kazanmıştır (Spadaro ve ark., 1979; Peng ve ark., 2012). Günümüzde gümüş nitrat (AgNO₃) ve gümüş sülfadiazin, yanıklar ve deri enfeksiyonları dahil çeşitli klinik durumlarda topikal olarak kullanılmaktadır (Atiyeh ve ark., 2007). Diş hekimliğinde, gümüş bileşiklerinin kullanımı 19. yüzyılın sonlarına dayanmaktadır. Gümüş nitrat, başlangıçta süt dişlerinde çürüklerin önlenmesi ve kavite dezenfeksiyonu için kullanılmıştır (Stebbins, 1891). Zamanla, gümüş bileşiklerinin çürük oluşumunu yavaşlatan etkileri üzerinde yapılan çalışmalar bu bileşiklerin önemini artırmıştır (James ve Parfitt, 1954; Everett ve ark., 1966).

1960'lardan itibaren gümüş ile fluor iyonlarının kombine edilmesiyle çürük ilerlemesinin önlenebileceği öne sürülmüştür. Bu dönemde Nishino, gümüş fluorürün dentinde lateral çürük yayılımını durdurabileceğini rapor etmiştir (Nishino, 1969). Devam eden yıllarda gümüş diamin fluorür (GDF) gibi daha stabil ve etkili bileşikler geliştirilmiştir. GDF ilk olarak 1969 yılında Japonya'da tanıtılmış bir çürük durdurucu ajan olarak bilinmektedir. GDF'nin, hem antibakteriyel hem de remineralizasyon özellikleriyle çürük ilerlemesini durdurduğu ve *S. mutans* kolonizasyonunu engellediği bildirilmiştir (Contreras ve ark., 2017; Firouzmandi ve ark., 2020).

Gümüş diamin fluorür, gümüş ve fluor iyonlarını bir araya getirerek antibakteriyel ve çürük önleyici etkiler sunan, topikal olarak uygulanan bir çözeltilidir. $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{F}$ ile formülize edilmektedir(Huang ve ark.,2019)Gümüş, florür ve amonyum iyonlarının bir arada bulunduğu su gibi renksiz ve kokusuz alkali bir çözeltilidir (Seifo.,2020). Çözelti içindeki amonyum iyonları stabilizatör olarak işlev görürken, gümüş iyonları antimikrobiyal aktiviteye katkıda bulunur ve florür remineralizasyon sürecine yardımcı olur. pH'ı 9-10 arasında değişebilmektedir ve metalik bir tada sahip olduğu belirtilmektedir(Yan ve ark.,2022).Ticari olarak kullanılan GDF çözeltileri genellikle %3,8 ila %38 arasında değişen konsantrasyonlara sahiptir ve en yaygın kullanılan formülasyon %38'dir. Bu konsantrasyon, yaklaşık 44.800 ppm fluor içerir ve diş hekimliğinde mevcut en yüksek fluor seviyesini sağlar (Zheng ve ark., 2022).

GDF'nin mekanizması, içerdiği gümüş iyonlarının antibakteriyel özellikleri ve fluor iyonlarının remineralizasyon etkilerinin birleşiminden oluşur. Gümüş iyonları, *S. mutans* gibi çürükle ilişkili bakterilerin büyümesini engellerken, fluor iyonları mine ve dentin üzerinde remineralizasyonu teşvik eder. Ayrıca, gümüş iyonlarının bakteriler üzerinde uzun süreli bir "zombi etkisi" gösterdiği, yani ölü bakteriler aracılığıyla diğer bakterilerin de etkisiz hale geldiği belirtilmiştir (Horst ve ark., 2016).

Amerikan Pediatrik Diş Hekimleri Birliği (AAPD) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO), SDF'nin çürük yönetiminde etkili bir yöntem olduğunu vurgulamaktadır. 2021 yılında, Dünya Sağlık Örgütü tarafından çocuklar için gerekli ilaçlar listesine alınarak çürük durdurucu bir ilaç olarak kabul edilmiştir (WHO, 2021). AAPD'nin kılavuzlarına göre, GDF aşağıdaki durumlarda kullanılabilir:

- Çürük riski yüksek bireyler,
- Klinik olarak pulpa tutulumu göstermeyen dentin çürükleri,
- Anestezi ve restoratif işlemler için iş birliği sağlanamayan çocuklar,
- Diş tedavisine erişimi kısıtlı bireyler (Crystal ve ark., 2017).

GDF, çürük lezyonlarının durdurulmasında ve non-restoratif kavite kontrolü stratejilerinde sıklıkla kullanılmaktadır. GDF uygulaması sonrası ilerlemesi durdurulmuş çürük lezyonlarının üzerine restoratif bir materyal uygulanarak hem estetik hem de fonksiyonel kazanç sağlanabilir (Strijp ve Loveren, 2018). Yapılan çalışmalar, GDF'nin dentine bağlanma dayanımını olumsuz etkilemediğini ve dokuların fonksiyon kazandırılmasında etkin bir ajan olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Quock ve ark., 2012; Wu ve ark., 2016).

Son yıllarda, GDF'nin dahil edildiği Gümüş ile Modifiye Atravmatik Restoratif Tedavi (SMART) protokolü, minimal invaziv tedavi yöntemleri arasında popülerlik kazanmıştır (Modasia ve ark., 2021). SMART, GDF uygulamasını ve atraumatik restoratif tedavi (ART)

yöntemini birleştirerek kavitedeki bakterilerin büyük bir kısmını etkisiz hale getirmeyi hedefler (Frencken ve ark., 1996). Bu yöntem sayesinde, GDF'nin antibakteriyel etkileri ile kavite içindeki mikroorganizma yükü azaltılırken, ART'ye uygun restorasyonlarla kalan bakterilerin oral ortamla ilişkisi kesilir. Böylelikle çürük süreci durdurulur, remineralizasyon sağlanır ve diş-pulpa yapısının vitalitesi korunabilir (Alvear Fa ve ark., 2016).

SMART protokolünde estetik endişeler, GDF'nin cam iyonomer restorasyonlarla etkileşimi sonucunda meydana gelen renk değişiklikleri nedeniyle gündeme gelmiştir. Ancak, bu yöntem sayesinde hem çürüğün ilerlemesi durdurulmakta hem de diş dokularında uzun vadeli koruma sağlanmaktadır. Bu avantajlar, estetik kaygıları önemsiz hale getirmektedir (Alvear Fa ve ark., 2016).

4.2.1.3.2.Gümüş diamin florür piyasa formları

2002'den itibaren, küresel çapta artan çürük prevalansını kontrol altına almak amacıyla yenilikçi yaklaşımlar geliştirilmiş ve Gümüş Diamin Florür (GDF), diğer kemopreventif ajanlarla (örneğin, florür verniki) karşılaştırıldığında üstün etkinlik göstermiştir (Chu ve Lo, 2008a; Gao ve ark., 2020; Mei ve ark., 2013). Minimal invaziv diş hekimliği konseptinin gelişmesiyle, GDF'nin atraumatik restoratif diş hekimliği protokollerinde kullanımı giderek önem kazanmıştır (Modasia ve ark., 2021).

2014 yılında, Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), GDF'yi medikal amaçlı kullanım için onaylamış ve 2015 yılından itibaren farklı ticari isimler altında piyasaya sürülmüştür (Horst ve ark., 2016). GDF ürünlerinin ticari olarak farklı ülkelerde çeşitli konsantrasyon ve içeriklerle sunulduğu bilinmektedir.

Tablo 1. Gümüş diamin florürün ticari isimleri ve konsantrasyonları (Horst ve ark., 2016).

ÜRÜN	%GDF	ÜRETİCİ FİRMA	ÜLKE	ANA İÇERİĞİ
Advantage Arrest	%38	Elevate Oral Care	ABD	GDF
Bioride	%38	Densply Industria & Comercio Ltd	Brezilya	GDF
Fagamin	%38	Tedequm SRL	Arjantin	GDF
Saforide	%38	Toyo Seiyaku Kasei Co. Ltd.	Japonya	GDF
e-SDF	%38	Kids-e-Dental	Hindistan	GDF
Dengen Caries Arrest	%38	Dengen Dental	Hindistan	GDF
Topamine	%38	Dentalife Australia Pty. Ltd.	Tayland	GDF
Riva Star	%38	SDI Dental Ltd.	Avustralya	GDF ve Potasyum İyodür (KI)
Cariestop	%12	Biodinamica	Brezilya	GDF
Ancarie	%30	Maquira, Maringa	Brezilya	GDF
Fluoroplat	%38	NAF Laboratory	Arjantin	GDF
Cariostatic	%10	Inodon Laboratorio	Brezilya	GDF
Saforide RC	%3,8	NAF Laboratory	Japonya	GDF

GDF, Amerika Birleşik Devletleri Tıp Enstitüsü'nün belirlediği altı kalite hedefini (güvenli, etkili, verimli, hızlı, hasta odaklı ve erişilebilir) karşılamaktadır. Çürük lezyonlarını durdurma etkisi ve minimal invaziv yapısı sayesinde sosyal yardım programları ve düşük gelir grupları için ideal bir çözüm sunmaktadır (Crystal ve Niederman, 2019). Ancak GDF'nin en belirgin dezavantajı, çürük lezyonlarının tedavisinden sonra gümüş partiküllerinin çökmesi sonucu ortaya çıkan siyah renklenmedir. Bu durum, özellikle ön dişlerde estetik kaygılar nedeniyle

kullanımını sınırlamaktadır. Ancak posterior bölgelerde, renklenme endişesi genellikle daha az önemlidir (Peng ve ark., 2020).

2017 yılında Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi (AAPD), çocuklar, yetişkinler ve özel sağlık bakım ihtiyaçları olan bireylerde GDF kullanımına yönelik bir rehber yayınlamıştır (Crystal ve ark., 2017). Bu rehber, 2021 yılında revize edilerek, çürüklerin tedavisinde GDF'nin kullanımını daha geniş bir perspektifte ele almıştır (AAPD, 2021). AAPD, çürük lezyonlarının önlenmesinde florür vernik kullanımına benzer şekilde, çürüklerin durdurulması amacıyla GDF kullanımını aktif olarak teşvik etmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), 2016 yılında yayınladığı 'Erken Çocukluk Çağı Çürüklerine Karşı Halk Sağlığı Müdahaleleri' raporunda, GDF'nin süt dişlerindeki dentin çürüklerini etkili bir şekilde durdurabildiğini ve tekrarını önleyebileceğini belirtmiştir (Phantumvanit ve ark., 2018). Ayrıca, Avrupa Pediatrik Diş Hekimliği Birliği (EAPD), 2019 yılında yayınladığı rehberde, Avrupa'da GDF'nin henüz rutin olarak kullanılmamasına rağmen, kullanımına olan ilginin hızla arttığını vurgulamıştır (Toumba ve ark., 2019).

4.2.1.3.3. Gümüş diamin florürün etki mekanizması

2018 yılında Zhao ve arkadaşları'nın yaptığı derlemede GDF'nin etki mekanizması 4 ana başlık altında incelenmiştir:

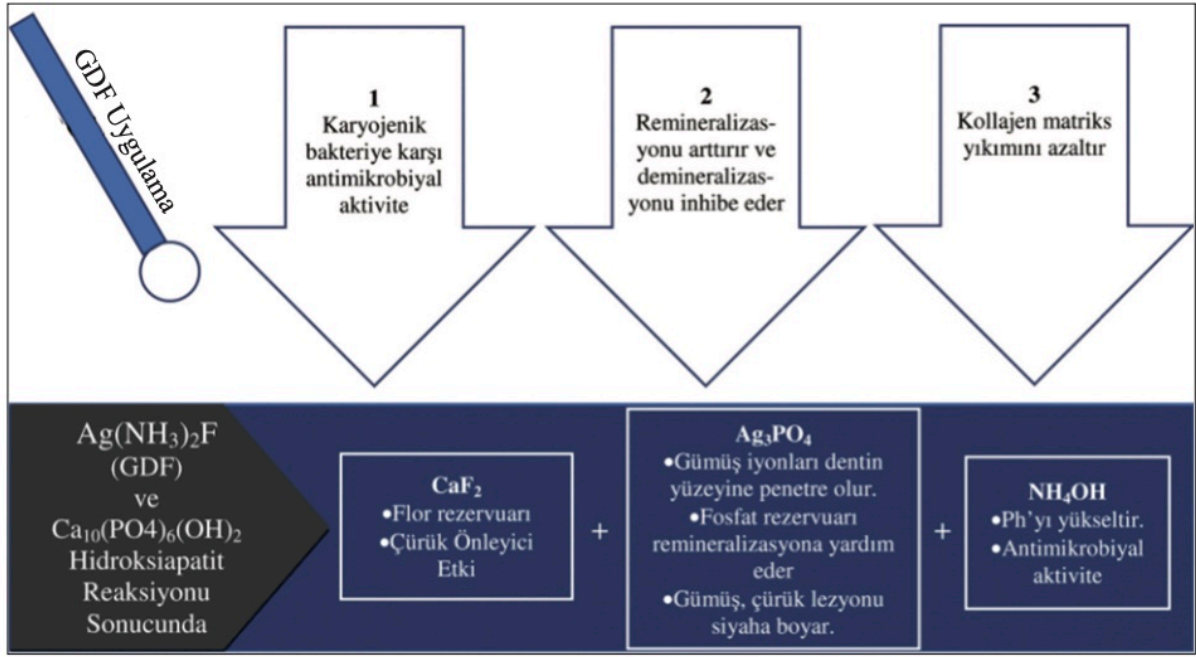
1. Çürük lezyonlarını durdurma ve çürüğü önleme etkisi
2. Antibakteriyel etkisi
3. Mine ve dentin demineralizasyonunu inhibe etmesi

ve remineralizasyonu artırması

4. Kollajenaz enziminin inhibisyonu ile kollajen matriks yıkımının önlenmesi (Zhao ve ark., 2018)

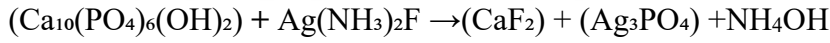
Çürük Lezyonlarını Durdurma ve Çürüğü Önleme Etkisi

GDF'nin çürük önleyici etkisi (Şekil 3), hem karyojenik bakteriler üzerindeki antibakteriyel özelliklerinden hem de dişin mineral yapıları üzerinde remineralizasyon sağlamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca organik matrisin bozunmasını önlemesiyle ilişkilidir (Zhao ve ark., 2018). Gümüş iyonları biyofilm oluşumunu engelleyen bakterisidal katyonlardır ve hidrojen bağlarını bozarak, hücre duvar sentezini ve bölünmesini durdurur (Wu ve ark., 2007). Gümüş iyonlarının "zombi etkisi" olarak bilinen mekanizmayla, ölü bakterilerin canlı bakterileri de öldürebildiği gösterilmiştir (Horst ve ark., 2016).



Şekil 3. Gümüş diamin florürün çürüğü durdurması üzerine öngörülen etkisi (Ballıkaya ve ark.2020 tarafından türkçeye çevrilmiştir.) (Hu ve ark., 2018).

GDF'nin kimyasal formülü olan $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{F}$, dişin mineral yapısında bulunan hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) ile reaksiyona girerek çürük önleme ve remineralizasyon için önemli bileşikler olan kalsiyum florür (CaF_2) ve gümüş fosfatı (Ag_3PO_4) oluşturur (Shah ve ark., 2014):



Bu reaksiyon sonucunda oluşan kalsiyum florür, florapatit oluşumu için bir rezervuar görevi görür ve hidroksiapatitin kristal yapısını güçlendirir. Ayrıca asidik saldırılara karşı direnç sağlayan gümüş fosfat, çözünmez bir yapıdadır (Shah ve ark., 2014; Rosenblatt ve ark., 2009).

Antibakteriyel etkisi;GDF'nin bakteriyel biyofilmde *Streptococcus mutans* gibi karyojenik bakteriler üzerinde güçlü bir antibakteriyel etkisi vardır (Mei ve ark., 2013). Gümüş iyonlarının proteinler ve DNA ile etkileşime girerek bakterilerin metabolik süreçlerini durdurduğu ve solunumunu engellediği bilinmektedir (Chu ve Lo, 2008). Bu özellik, özellikle çürük lezyonlarının ilerlemesini durdurmada kritik rol oynar.

Mine ve dentin demineralizasyonunu İnhibe Etmesi ve Remineralizasyonu Artırması;GDF, hem mine hem de dentine nüfuz ederek 25-200 mikron derinlikte remineralizasyonu destekler (ten Cate ve ark., 1998). Flor iyonları, hidroksiapatit ile reaksiyona girerek kalsiyum florür ve

florapatit oluşumunu sağlar. Ex vivo çalışmalar, GDF ile tedavi edilen çürük lezyonlarının, sağlam dentine benzer mikrosertlik kazandığını göstermiştir (Chu ve Lo, 2008).

Kollajenaz enzimlerinin inhibisyonu ile kollajen matriks yıkımının önlenmesi; Kollajenazlar ve matriks metalloproteinazlar (MMP'ler), dentin matriksinin bozunmasında önemli rol oynar. GDF'nin içeriğinde bulunan gümüş iyonları, bu enzimleri inhibe ederek dentin kollajeninin korunmasını sağlar (Chaussain-Miller ve ark., 2006; Mei ve ark., 2014).

Rosenblatt ve arkadaşları (2009), GDF'nin çürüğü durdurma oranının %96 olduğunu, buna karşın %5'lik sodyum florür vernik kullanımında bu oranın %55,7 olduğunu bildirmişlerdir. 2016'da yayınlanan bir meta-analizde, süt dişlerinde GDF'nin çürük durdurma etkinliği %81 olarak rapor edilmiştir (Gao ve ark., 2016).

4.2.1.3.4. Gümüş diamin florürün diş dokuları üzerine etkisi

Mine üzerine etkisi ;Gümüş diamin florür, mine yüzeyine uygulandığında hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) ile reaksiyona girerek kalsiyum florür (CaF_2) ve gümüş fosfat (Ag_3PO_4) oluşturur. Bu bileşikler, remineralizasyonu artıran flor rezervuarları ve asidik saldırılara karşı direnç sağlayan yapı taşlarıdır (ten Cate ve ark., 1998; Shah ve ark., 2014). Mei ve arkadaşları (2017), GDF'nin tükürükte bulunan kalsiyum ve fosfat iyonları ile etkileşime girerek florohidroksiapatit oluşturduğunu ve bu yolla minenin kristal yapısını güçlendirdiğini rapor etmişlerdir (Mei ve ark., 2017).

Yua ve arkadaşları (2018), GDF'nin NaF ile kombine edildiği durumlarda, yalnızca GDF ya da NaF uygulamalarına kıyasla, mine yüzeyinde daha yoğun ve sağlam kristaller oluşturduğunu bildirmiştir (Yua ve ark., 2018). Romoa ve arkadaşlarının (2020) in vitro çalışmasında, %12, %16 ve %30 konsantrasyondaki GDF'nin süt dişlerinde kavite olmayan çürük lezyonlarının derinliğini benzer oranlarda azalttığı ifade edilmiştir (Romoa ve ark., 2020).

Dentin üzerine etkisi ;Dentin remineralizasyonu, minerallerin kollajen fibrillerine intrafibriller ya da ektrafibriller olarak bağlanması ile sağlanır (Mei ve ark., 2012). GDF, dentin demineralizasyonunu ve kollajen matrisin yıkımını inhibe etme özelliklerine sahiptir (Mei ve ark., 2012). Yu ve arkadaşları (2018), NaF ile GDF'nin kombine uygulamasının remineralizasyon ve kollajen bozulmasının önlenmesi açısından yalnızca GDF uygulaması kadar etkili olduğunu, ancak biyofilm inhibisyonunda GDF'nin daha üstün olduğunu bildirmiştir (Yu ve ark., 2018).

Zhao ve arkadaşlarının (2020) çalışmasında, polietilen glikol ile modifiye edilmiş nano gümüş partiküller (PEG-AgNP), %2.5 NaF ve %12 GDF'nin yapay dentin çürüklerinde remineralizasyon etkisinin benzer olduğu rapor edilmiştir (Zhao ve ark., 2020). GDF uygulaması sonrası ışık polimerizasyonunun dentin sertliğini artırabileceği belirtilmiştir (Zhao ve ark., 2020). Toopchi ve arkadaşları (2021), GDF uygulaması sonrası LED ışık cihazı ile yapılan 40 saniyelik ışık uygulamasının dentin sertliğini anlamlı derecede artırdığını ve GDF'nin enfekte dentine penetrasyonunu desteklediğini ifade etmişlerdir (Toopchi ve ark., 2021). Ancak, Lau ve arkadaşları (2021), süt molar dişlerinde GDF'nin ışık ile sertleştirilmesinin gümüş iyonlarının penetrasyon derinliğini etkilemediğini, lazer ablasyon yöntemi ile smear tabakasının azaltılmasının gümüş penetrasyonunu artırdığını bildirmiştir (Lau ve ark., 2021).

Pulpa üzerine etkisi ;GDF, remineralize edici ve antibakteriyel etkileri ile tersiyer dentin oluşumunu teşvik edebilir (Korwar ve ark., 2015). Ancak, pulpaya çok yakın çürük lezyonlarına uygulandığında iritasyon riski bulunduğu ve bu konuda daha fazla klinik araştırmaya ihtiyaç olduğu belirtilmektedir (Korwar ve ark., 2015). Bununla birlikte, güncel çalışmalarda, pulpaya yakın uygulamalarda bile GDF'nin genellikle güvenli olduğu ve dentin bariyerinin korunduğu ifade edilmiştir (Crystal ve Niederman, 2019; Horst ve ark., 2016).

4.2.1.3.5. Gümüş diamin florür (GDF) kullanım endikasyonları ve kontrendikasyonları

Amerikan Pediatrik Diş Hekimleri Birliği (AAPD) tarafından yayımlanan rehberlere göre GDF, aşağıdaki durumlarda kullanılabilir (Crystal ve ark., 2017):

1. Yüksek çürük riski taşıyan, tedavi için birden fazla seans gerektiren çok sayıda lezyonu bulunan hastalar (Chu ve ark., 2012).
2. Anterior ve posterior süt dişlerinde dentine kadar ilerlemiş tedavi edilebilir çürük lezyonu olan çocuk hastalar (Crystal ve Niederman, 2019).
3. Klinik olarak pulpal tutulum göstermeyen aktif çürük lezyonları (Chu ve ark., 2008).
4. Genel anestezi altında tedavi edilmesi gereken, davranış problemi olan çocuklar (Horst ve ark., 2016).
5. Diş tedavisine erişimi sınırlı veya tedavi hizmeti alamayan bireyler (Crystal ve ark., 2017).
6. Mikro fırça ile ulaşılacak pozisyonda çürük lezyonları olan hastalar (Crystal ve ark., 2017).

Kullanım kontrendikasyonları

1. Tedavi edilecek dişte çürüğe bağlı spontan veya şiddetli ağrı (Horst ve ark., 2016).

2. Klinik ve radyolojik bulgularla doğrulanmış pulpaya yakın çürük lezyonları (Crystal ve Niederman, 2019).
3. GDF uygulaması sonrası oluşacak renklenmeyi hasta veya ebeveynin kabul etmemesi (Chu ve ark., 2008).
4. Gümüş bileşiklerine alerjisi bulunan hastalar (Crystal ve ark., 2017).

4.2.1.3.6.Gümüş diamin florür kullanım avantajları/dezavantajları GDF kullanım avantajları:

1. İçeriğindeki flor iyonları remineralizasyonu desteklerken, gümüş iyonları güçlü antimikrobiyal etkinlik göstermektedir (Chu ve ark., 2008; Gao ve ark., 2016).
2. Lokal anesteziye ihtiyaç duyulmadan, ağrısız ve kolay uygulanabilir bir tedavi yöntemi sunar (Crystal ve ark., 2019).
3. Özellikle erken çocukluk çağı çürüğü (ECC) olan çocuklarda cerrahi müdahaleye gerek kalmadan etkili bir alternatif tedavi sunar (Horst ve ark., 2016).
4. Diş hekimliği hizmetlerine erişimin kısıtlı olduğu bölgelerde pratik bir seçenek olarak öne çıkar (Crystal ve Niederman, 2019).
5. Non-koopere ve özel bakım ihtiyacı olan bireylerde daha kolay uygulanabilir (Chu ve ark., 2012).
6. Çapraz enfeksiyon riski düşük olduğu için COVID-19 gibi pandemilerde daha güvenli bir seçenek olarak kullanılabilir (Timms ve ark., 2020).
7. Geleneksel yöntemlere kıyasla hasta memnuniyeti ve maliyet avantajı sağlamaktadır (Crystal ve Niederman, 2019).

Gümüş diamin florür kullanım dezavantajları:

1. Çürük lezyonlarının siyah boyanması: GDF uygulaması sonrası çürük lezyonlarının siyaha boyanması en belirgin dezavantajdır. Siyah renk, çürüğün durduğunun bir göstergesi olsa da estetik olarak rahatsız edici bulunabilir (Li ve ark., 2015).
2. Işığa hassasiyet: GDF bileşiği ışığa duyarlıdır ve koyu renkli kaplarda saklanması gerekmektedir (Chu ve ark., 2008).
3. Yüksek flor konsantrasyonu: %38 GDF'nin içeriğindeki yüksek flor konsantrasyonu (44,800 ppm), sık ve fazla uygulamalarda çocuklarda florozis riskine yol açabilir. Bu nedenle, uygulama miktarı ve sıklığı dikkatle kontrol edilmelidir (Horst ve ark., 2016).
4. Cilt ve kıyafetlerde lekeler: GDF, kıyafetlere ve cilde temas ettiğinde geçici lekelenmelere neden olabilir. Cilt üzerindeki boyanma zararlı olmamakla birlikte yaklaşık 7 gün içinde kendiliğinden kaybolur (Pardue, 2018).

5. Metalik tat ve tahriş: GDF uygulaması sırasında metalik bir tat oluşturabilir ve mukoza ile temasında geçici beyaz yanıklara neden olabilir. Bu yanıklar genellikle 1-2 gün içinde iyileşir (Crystal ve Niederman, 2019).

4.2.1.3.7. Gümüş diamin florür klinik uygulaması

Yapılan araştırmalarda, GDF uygulanmadan önce çürüğün uzaklaştırılması veya uzaklaştırılmaması arasında çürüğü durdurma etkisi bakımından bir fark olmadığı belirtilmiştir (Craig ve ark., 2012). Bununla birlikte, GDF'nin etkinliğini ve dentin içine penetrasyonunu artırmak amacıyla kavite açılması gerektiği fikri halen araştırılmaktadır (Mathew ve ark., 2012). Ayrıca, yılda bir kez GDF uygulanmasının, yılda dört kez %5 sodyum florür vernik uygulanmasına göre çürüğü durdurmada daha etkili olduğu bildirilmiştir (Lo ve ark., 2001). GDF uygulama sıklığının artması, çürük durdurma oranını da artırmaktadır. Örneğin, yılda iki kez GDF uygulamanın, yılda bir kez uygulamaya kıyasla daha etkili olduğu, yılda üç kez GDF uygulamanın ise çürüğü durdurmada en yüksek etkiyi sağladığı ifade edilmiştir (Fung ve ark., 2016; Ballıkaya ve ark., 2018). İlk uygulamanın ardından üçüncü ayda, sonrasında ise iki yıl boyunca altı ayda bir tekrarlanması önerilmektedir (Horst ve ark., 2016).

Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Birliği (AAPD) rehberlerine göre, Gümüş Diamin Florür uygulama basamakları şu şekilde sıralanmaktadır:

1. Çürük dentinine GDF'nin daha iyi penetre olabilmesi için yumuşak doku eklentileri ve debrislerin uzaklaştırılması gerekebilir.
2. Pamuklu rulolar, lastik örtü veya vazelin gibi izolasyon materyalleriyle GDF'nin yumuşak dokularla temasını engellemek gereklidir.
3. Her hasta için randevu başına bir damladan fazla GDF uygulamamak gerekir.
4. Dişi basınçlı havayla kuruttuktan sonra, GDF'yi mikro fırça ile mümkünse bir dakika boyunca doğrudan çürük lezyonlarına uygulayınız.
5. Uygulama sonunda, tepkimeye girmemiş fazla GDF'yi uzaklaştırmak için pamuk pelet veya gazlı bezle lezyonları siliniz.
6. GDF uygulamasının ardından tüm dişlere ince bir tabaka %5 sodyum florür vernik uygulayınız (Hu ve ark., 2018).

GDF uygulamasından sonra çürük aktivitesi genellikle 2-4 hafta boyunca takip edilir. Lezyonların koyu ve parlak bir görünüme sahip olması, diş yüzeyinin sertliğinin artması beklenir. Çocuğun çürük aktivitesine bağlı olarak üç ila altı aylık takip randevuları önerilmektedir. Özellikle plak indeksi yüksek olan çocuklarda diş çürüğü ile ilişkili risk

faktörlerini en aza indirmek önemlidir. Çürük lezyonlarının durumu için her üç ayda bir takip yapılması ve iki yıl boyunca yılda iki kez GDF uygulanması tavsiye edilmektedir (Meenakshi, 2019).

4.2.1.3.8.Gümüş diamin florür diğer uygulama alanları

GDF yalnızca çürük lezyonlarının durdurulmasında değil, dentin hassasiyeti, lazer uygulamaları ve kök kanal dezenfeksiyonu gibi diğer alanlarda da kullanılmaktadır.

Dentin hassasiyeti: GDF ve Potasyum İyodür (GDF+KI) kombinasyonlarının dentin hassasiyetini azaltmada etkili olduğu gösterilmiştir. Gümüş iyonlarının dentin tübülleri içinde proteinlerin çökmesine neden olarak duyarsızlaştırıcı etki sağladığı belirtilmiştir (Craig ve ark., 2012).

Lazer ile birlikte kullanımı: Dental lazer uygulamaları, florür alımını artırmak için GDF ile birlikte kullanılabilir. Nd:YAG lazerin, florür alımını teşvik ettiği bildirilmiştir (Bahar ve ark., 1994). GDF'nin CO2 ve Er:YAG lazer ile kombinasyonunun Nd:YAG ve diyet lazerlere kıyasla daha etkili olduğu ifade edilmiştir (Mei ve ark., 2015). Ayrıca, CO2 lazer ve GDF'nin birlikte uygulanmasının, mine çürüğü derinliğini azalttığı ve yüzey sertliğini artırdığı belirtilmiştir (Luk ve ark., 2021).

4.2.1.3.9.Gümüş diamin florür güvenlik ve toksisite

Literatürde, gümüş diamin florür (GDF) uygulaması sonrasında ciddi bir komplikasyon bildirilmemiştir (Crystal ve ark., 2019). Bununla birlikte, %38'lik GDF çözeltisinin 44.800 ppm florür içermesi, florozis ve toksisite açısından endişelere yol açabilmektedir. Bu konuda çocuklarda yapılmış yeterli sayıda çalışma olmamasına rağmen, yetişkinlerde yapılan çalışmalarda GDF uygulaması sonrası serum florür seviyeleri ölçülmüş ve bu seviyelerin toksik doz sınırının altında olduğu belirtilmiştir (DenBesten ve ark., 2011). Vasquez ve arkadaşlarının altı yetişkin üzerinde yaptığı bir çalışmada, her bireyin üç dişine GDF uygulanmış ve uygulamadan dört saat sonra serum florür ve gümüş konsantrasyonları ölçülmüştür. Elde edilen değerlerin, Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (U.S. Environmental Protection Agency, EPA)'nın belirlediği oral referans doz sınırlarının oldukça altında olduğu rapor edilmiştir (Vasquez ve ark., 2012). Genç bir çocukta tüm süt dişlerine GDF uygulansa bile florür toksisitesi riski oldukça düşüktür (Yan ve ark., 2022).

4.2.1.3.10. Gümüş diamin florür aile ve hasta memnuniyeti

GDF kullanımının en önemli dezavantajlarından biri, çürük lezyonlarının siyaha boyanması nedeniyle estetik kaygılara yol açmasıdır. Bu durum, özellikle estetiğin önemli olduğu anterior dişlere uygulandığında hasta ve ebeveynleri olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, hastaların ve ebeveynlerin tedavi sonrası olası sonuçlar hakkında bilgilendirilmesi büyük önem taşır.

Cernigliaro ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, sedasyon veya genel anestezinin hemen uygulanmadığı durumlarda GDF'nin ara tedavi yöntemi olarak etkili olduğu belirtilmiştir. Çalışmada, çocukların %91,7'sinin ve ebeveynlerin %87,5'inin GDF tedavisinden memnun olduğu rapor edilmiştir (Cernigliaro ve ark., 2019). Huebner ve arkadaşlarının ebeveynlerle yaptığı bir anket çalışmasında, ebeveynlerin %30'u çocuklarının diş ve diş etlerinde değişiklik fark ettiklerini, ancak bu değişikliklerden genel olarak rahatsız olmadıklarını ifade etmişlerdir (Huebner ve ark., 2020).

Yawary ve arkadaşları, nonkoopere 2-10 yaş arası çocuklarda %38'lik GDF ile yapılan tedavinin, altı aylık bir süreç sonunda genel anesteziye olan ihtiyacı %88 oranında azalttığını ve bu çocukların oral sağlıkla ilişkili yaşam kalitelerinin belirgin şekilde iyileştiğini rapor etmişlerdir (Yawary ve ark., 2019). Ali ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada ise, çocukların GDF uygulaması sırasında daha az rahatsızlık ve ağrı hissettikleri, uygulama süresinin kısa olması nedeniyle GDF'nin atraumatik restoratif tedaviye (ART) göre daha kabul edilebilir bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Ali ve ark., 2021).

4.2.1.3.11. Gümüş diamin florürün restorasyonların bağlanma dayanımı üzerine etkisi

Gümüş diamin florür (GDF), diş çürüklerini yönetmek için basit uygulanabilen, düşük maliyetli ve etkili bir ajandır. GDF'nin, özellikle çocuklarda çürük ilerleme hızını azaltarak ve pulpa tutulumundan önce çürüğü durdurarak diş sağlığını korumaya yardımcı olduğu kanıtlanmıştır (Crystal ve ark., 2017). Ancak GDF, çürük lezyonlarında meydana getirdiği siyah renklenme nedeniyle estetik açıdan önemli bir dezavantaj taşır. Bu renklenmeyi maskelemek ve diş dokusunun fonksiyonel ve estetik bütünlüğünü sağlamak için GDF uygulanan dişlere cam iyonomer siman (CİS) veya kompozit restorasyonlar uygulanabilir (Zhao ve ark., 2019).

GDF veya GDF+KI uygulamalarının restoratif materyallerin bağlanma dayanımı üzerinde çeşitli etkileri olduğu bildirilmektedir. GDF'nin diş yüzeyi ile reaksiyonu, restorasyon ile diş arasında oluşan hibrit katmanın mekanik özelliklerini etkileyerek bağlanma kuvvetini azaltabilir (Burgess ve Vaghela, 2018). Bununla birlikte, GDF'nin bağlanma dayanımı üzerindeki etkisine dair literatürde çelişkili sonuçlar bulunmaktadır (Greenwall-Cohen ve ark., 2020).

Puwanawiroj ve arkadaşları tarafından yapılan bir in vitro çalışmada, %38 GDF'nin CİS'in dentine bağlanma dayanımı üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı bulunmuştur (Puwanawiroj ve ark., 2018). Benzer şekilde Zhao ve arkadaşları, GDF'nin KI ile kombine veya yalnız uygulanmasının, CİS'in bağ kuvvetini olumsuz etkilemediğini belirtmişlerdir (Zhao ve ark., 2019). Bunun yanı sıra, Fröhlich ve arkadaşlarının sistematik incelemesi, GDF uygulamasında durulama adımı yapılmasının veya yapılmamasının CİS'in bağlanma dayanımı üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını göstermiştir (Fröhlich ve ark., 2022).

Kompozit rezin restorasyonlarda, GDF uygulamasının bağlanma dayanımını etkileyebileceği düşünülmektedir. Bunun nedeni, dentin tübüllerinde gümüş parçacıklarının birikmesi ve bağlanma mekanizmasının mikromekanik tutunmaya dayanmasıdır (Fröhlich ve ark., 2020). Ancak bazı çalışmalar, GDF'nin kompozit rezin bağlanma kuvvetine olumsuz bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Wu ve arkadaşları, süt dişlerinde GDF'nin kompozit rezin bağlanma dayanımı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir (Wu ve ark., 2016). Benzer şekilde Duker ve arkadaşları, yapay olarak demineralize edilmiş dentin üzerinde GDF uygulamasının kompozit rezin bağlanma kuvvetini azaltmadığını belirtmişlerdir (Duker ve ark., 2019).

4.2.1.4. Fissür Örtücüler

Daimi dişlerin okluzal yüzeylerinde bulunan pit ve fissürler, çürük gelişimine yatkın bölgelerdir. Bu yatkınlığın, pit ve fissürlerin morfolojik yapıları ve fiziksel boyutlarının mikroorganizmalar için barınak görevi görmesi ve bu alanların zor temizlenmesine bağlı olarak plak retansiyonunun fazla olması ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Beslot-Neveu ve ark., 2012; Fejerskov ve Kidd, 2008). Bu nedenle, derin ve dar pit-fissürlerde plağa karşı fiziksel bariyer oluşturmak için fissür örtücülerin kullanımı önerilmektedir. Günümüzde fissür örtücüler, küçük ve büyük azı dişlerinin pit ve fissürlerine mine asitlemesini takiben uygulanan ve yeterli polimerizasyon ile bakteriyel plaktaki mikroorganizmaların çoğalmasını engelleyerek sağlıklı diş dokularını koruyan materyaller olarak tanımlanmaktadır (Tianoff ve Douglass, 2001). Fissür örtücüler, kimyasal dayanıklılık, biyouyumluluk ve klinik başarı gibi özellikleriyle ön plana çıkmaktadır (Veiga ve ark., 2014).

İlk kez 18. yüzyıl başlarında Hunter, azı dişlerin okluzal yüzeylerinin uygun bir materyalle örtülmesinin çürüklerin önlenmesine yardımcı olabileceğini ileri sürmüştür (Hunter, 1778). Daha sonra Wilson, pit ve fissürlerin çinko fosfat siman ile örtülmesini önermiştir (Wilson, 1895).

1967 yılında Cueto ve Buonocure tarafından asitleme yönteminin ardından siyanoakrilat içeren ilk fissür örtücünün kullanılması, modern fissür örtücülerin başlangıcı olarak kabul edilmektedir (Cueto ve Buonocure, 1967). Cam iyonomer simanların fissür örtücü olarak ilk kullanımı ise McLean ve Wilson tarafından gerçekleştirilmiştir. Cam iyonomer simanlar, flor salınımı ile çürük önleyici özellik sağlasa da mekanik dayanıklılık açısından sınırlamalara sahiptir (McLean ve ark., 1994). Günümüzde cam iyonomer simanlara rezin ilave edilerek geliştirilen rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RM-GİS) ve poliasit modifiye kompozit rezinler (PMKR) kullanılmaktadır (Pardi ve ark., 2003; Gungor ve ark., 2004).

Amerikan Diş Hekimleri Birliği (ADA), Bisfenol A glisidil metakrilat (Bis-GMA) içeren rezin bazlı fissür örtücülerin güvenilirliğini 1983 yılında onaylamıştır. Günümüzde de birçok fissür örtücü, Bis-GMA esaslı rezinlerden oluşmaktadır (Bowen, 1982; McDonald, 2005).

İdeal Fissür Örtücünün Özellikleri

- Oral dokularla biyouyumlu olmalıdır.
- Uygulama kolaylığı sağlamalıdır.
- Fissürlere iyi penetre olabilmesi için yeterli akışkanlığa sahip olmalıdır.
- Ağız ortamındaki mekanik ve termal kuvvetlere karşı direnç göstermelidir.
- Uygulanan yüzeyde çürük önleyici etkiler sağlamalıdır.
- Uzun süreli tutuculuk göstermelidir (Welbury ve ark., 2004).

Renkli fissür örtücüler ise estetik avantajları nedeniyle klinik kontrolü kolaylaştırmaktadır. Kargül ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, flor içeren renkli fissür örtücülerin estetik kabul edilebilirliğinin yüksek olduğu ve okluzal çürük oluşumunu anlamlı derecede engellediği belirtilmiştir (Kargül ve ark., 2009).

4.2.1.4.1.Fissür örtücü endikasyonları

Fissür örtücü uygulama kararı, dişin klinik durumu, bireyin medikal ve sosyal risk faktörleri, ağız hijyen alışkanlıkları ve flor kullanım durumu göz önünde bulundurularak verilmelidir (Beauchamp ve ark., 2008). Yüksek çürük riski taşıyan bireylerde fissür örtücü uygulaması önerilmektedir (Feigal, 2002). Bununla birlikte, çürük risk seviyesi düşük olsa dahi dar ve derin pit ve fissürlere sahip bireylere de fissür örtücü uygulanması gerektiği savunulmaktadır (Grewal ve Chopra, 2008).

Griffin ve arkadaşlarının çalışmasında, mineden dentine ilerleyen çürük lezyonlarına fissür örtücü uygulandığında çürük ilerlemesinin durdurulabildiği belirtilmiştir. Bu durum,

kavitasyon oluşmamış lezyonlarda %83, kavitasyon oluşmuş lezyonlarda ise %65 başarı oranıyla desteklenmiştir (Griffin ve ark., 2008).

Fissür örtücü uygulaması gerektiren durumlar:

- Derin ve dar pit-fissürler.
- Çürük veya restorasyon bulunan dişlerin sağlıklı komşu yüzeyleri.
- Fiziksel veya zihinsel engeli olan bireyler.
- Çürük risk seviyesi yüksek bireyler (Welbury, 2005; Locker ve ark., 2003).

4.2.1.4.2.Pit ve fissür örtücü olarak kullanılan materyaller

Fissür örtücü materyaller tarihsel süreçte birçok değişiklik geçirmiş ve gelişmiştir. Günümüzde kullanılan fissür örtücüler, kimyasal bileşimlerine göre; siyanoakrilatlar, poliüretanlar, polikarboksilat simanlar, cam iyonomer simanlar (CİS), reçine modifiye cam iyonomer simanlar (RM-CİS), poliasit modifiye kompozit reçineler (PMKR), Bis-GMA esaslı reçineler ve son yıllarda organik modifiye seramikler (ormoserler) olarak sınıflandırılabilir. Modern klinik uygulamalarda en sık kullanılanlar Bis-GMA esaslı reçine ve cam iyonomer esaslı materyallerdir (Beauchamp ve ark., 2008).

4.2.1.4.2.1. Cam iyonomer esaslı fissür örtücüler

Cam iyonomer simanlar (CİS), ilk kez 1972 yılında Wilson tarafından tanıtılmış ve o zamandan beri dental restoratif, kaide ve yapıştırma materyali olarak yaygın kullanılmıştır (O'Mullane, 1994). CİS, düşük viskozite, biyoyumluluk, mine ve dentine kimyasal bağlanma yeteneği, asitlere dayanıklılık ve florür salınımı özellikleri nedeniyle fissür örtücü olarak tercih edilmektedir (Croll, 1990; McLean, 1992). Ancak, sertleşme sırasında neme duyarlılık, düşük mekanik direnç ve estetik uyum eksikliği gibi dezavantajları bulunmaktadır (Forss ve Halme, 1998).

Cam iyonomer simanların fissür örtücü olarak kullanımında tutuculuk oranları değişiklik göstermektedir. McLean ve Wilson'un çalışmalarında, ilk yıl sonunda tutuculuk oranı %84, ikinci yıl sonunda ise %78 olarak rapor edilmiştir (McComb ve Tam, 2001). Cam iyonomerlerin düşük tutuculuklarına rağmen, fissür örtücü olarak çürük önleme etkinlikleri birçok çalışmada doğrulanmıştır (Yengopal ve ark., 2009). Ayrıca, cam iyonomer simanların fissür örtücü olarak uygulandıktan sonra bile tabanda kalan materyalin florür salınımı devam ederek çürük önleme etkisi sürmektedir (Ashley, 2003).

Cam iyonomerler, rezin esaslı materyallere kıyasla nemden daha az etkilenir ve henüz sürmekte olan dişlerde geçici fissür örtücü olarak kullanılabilir. Daimi dişlerin sürmesi tamamlandıktan

sonra ise daha dayanıklı ve estetik bir rezin esaslı fissür örtücü ile değiştirilmesi önerilmektedir (Welbury ve ark., 2004).

Fuji Triage, yüksek viskoziteli cam iyonomer siman esaslı bir fissür örtücü olup, florür salınımının yüksekliğiyle bilinir. GC Fuji Triage'nin klinik avantajları şunlardır:

Fuji Triage, ilk uygulama sonrasında maksimum florür salınımı sağlar ve zamanla sabit bir düzeyde devam eder. Bu özellik, çürük riskini azaltmada önemli bir avantajdır (Croll ve ark., 2007).

Cam iyonomer esaslı bir materyal olması nedeniyle, nemli ortamlarda dahi etkin bir şekilde uygulanabilir. Bu özellik, özellikle tam sürmemiş dişlerin fissür örtücü ile korunmasında önemlidir (Welbury ve ark., 2004).

Fuji Triage hem primer dişlerde hem de sürekli dişlerde koruyucu materyal olarak kullanılır. Pembe veya beyaz renk seçeneği sunar. Pembe versiyonu, özellikle uygulama sonrası klinik değerlendirmelerde kolaylık sağlar ve gerektiğinde kontrolün daha rahat yapılmasına olanak tanır.

Fuji Triage'nin retansiyon oranı, rezin esaslı fissür örtücülere kıyasla daha düşüktür (Sungurtekin ve ark., 2010). Ancak, materyal fissürden düşse bile tabanda kalan cam iyonomer florür salmaya devam ettiği için çürük önleme etkisi sürer (Ashley, 2003).

4.2.1.4.2.2. Rezin modifiye cam iyonomer esaslı fissür örtücüler

RM-CİS'ler, cam iyonomer simanların mekanik direnç eksikliğini gidermek amacıyla geliştirilmiştir. Bu materyallerin yapısına %20 oranında reçine eklenmesiyle fiziksel özellikler iyileştirilmiş, ancak sertleşme sürecinde asit-baz reaksiyonunda bir miktar yavaşlama görülmüştür. RM-CİS'ler hem kimyasal hem de mikromekanik bağlanma sağlayarak mine prizmalarına ve dentin tübüllerine daha iyi tutunmaktadır (Nalbant, 2002).

RM-CİS'ler, flor salınımı özelliğiyle geleneksel cam iyonomerlerden daha üstün çürük önleme potansiyeline sahiptir. Oliveira ve arkadaşlarının bir çalışmada, RM-CİS'in 1 yıllık takipte adezyon, aşınma direnci ve çürük önleme özellikleri açısından reçine esaslı fissür örtücülere alternatif olabileceği gösterilmiştir (Oliveira ve ark., 2008).

4.2.1.4.2.3. Poliasit modifiye kompozit reçineler (PMKR)

PMKR'ler, hem estetik özellikler hem de kimyasal bağlanma kapasitesine sahip materyallerdir. F salınımı cam iyonomerlere göre daha düşük olmakla birlikte, asit dirençleri ve mekanik özellikleri iyileştirilmiştir. PMKR'lerin kullanıldığı çalışmalarda, özellikle erken sürme dönemindeki dişlerde retansiyon oranlarının düşük olduğu bildirilmiştir (Yakut ve Sönmez, 2006).

4.2.1.4.2.4.Rezin Esaslı Fissür Örtücüler

Bis-GMA esaslı rezin, yüksek retansiyon oranları, mikrosızıntıyı azaltma ve çürük önleme etkinliği nedeniyle sıkça tercih edilir. Rezin esaslı fissür örtücüler, polimerizasyon yöntemlerine göre; kimyasal olarak polimerize olanlar (2. jenerasyon), ultraviyole ışıqla polimerize olanlar (1. jenerasyon) ve görünür ışıqla polimerize olanlar (3. jenerasyon) şeklinde sınıflandırılır. Günümüzde genellikle LED ışıqla polimerize olan 3. jenerasyon fissür örtücüler kullanılmaktadır (Simonsen, 2002).

Clinpro Fissür Örtücü ve Özellikleri:

Clinpro™ Sealant (3M ESPE), florür salınımı olan, ışıqla polimerize edilen ve renk değişimi ile kullanım kolaylığı sağlayan Bis-GMA esaslı bir rezin materyalidir.

Clinpro, uygulama sırasında renkli bir görünüm sunar ve polimerizasyon sonrası opak bir hale gelir. Bu özellik, uygulama sırasında materyalin yerleşim kontrolünü kolaylaştırır (Garcia-Godoy ve ark., 2002).Florür salınımı sayesinde çürük önleme etkinliği artar. Rezin esaslı bir materyal olmasına rağmen florür salınımı cam iyonomer kadar yüksek değildir.

Rezin esaslı yapısı, mine yüzeyine iyi bir adezyon sağlar ve uzun süreli retansiyon avantajı sunar (Welbury ve ark., 2004). Clinpro Fissür Örtücü, özellikle tam sürmüş ve kuru alan izolasyonunun sağlanabildiği sürekli dişlerde ideal bir seçimdir. Yüksek viskoziteye sahip olmaması, fissürlere kolayca penetre olmasını sağlar ve mikrosızıntıyı azaltır (Simonsen, 2002). Clinpro gibi rezin esaslı fissür örtücüler, uygulama sırasında kuru alan izolasyonu gerektirir. Nem kontrolünün sağlanamadığı durumlarda Fuji Triage gibi cam iyonomer esaslı materyaller daha uygun olabilir.

4.2.1.4.2.5.Organik modifiye seramikler (Ormoserler)

Ormoserler, düşük polimerizasyon büzülmesi, yüksek aşınma direnci ve diş dokusuna benzer yapılarıyla modern bir alternatif sunmaktadır. Bu materyallerin fissür örtücü olarak kullanımı, mineye yüksek bağlanma kuvveti ve estetik uyumu sayesinde özellikle tercih edilmektedir (Cehreli ve ark., 2009).

4.3. In Vitro Çalışmalarda Fissür Örtücüleri Değerlendirmesi

Restoratif materyallerin klinik performanslarının değerlendirilmesinde in vitro ve in vivo olmak üzere birçok yöntem bulunmaktadır. Bağlanma dayanımı, mikrosızıntı gibi yöntemler materyalin hem fiziksel özellikleri hem de klinik performansları hakkında fikir sahibi olunmasını sağlar (Powers ve Sakaguchi ,2006).

4.3.1.Mikrosızıntı testleri

Mikrosızıntı, restoratif materyal ile diş dokusu arasına sıvı, iyon veya bakteri sızması olarak tanımlanır ve restorasyon başarısızlığının önde gelen nedenlerinden biridir (Kidd, 1976). Bu olumsuz etki, genellikle restoratif materyalin termal genleşme katsayısının diş dokusuyla uyumsuz olması, polimerizasyon büzülmesi, okluzal kuvvetlere maruz kalma ve uygulama sırasında kurallara uyulmaması gibi faktörlere bağlanır (Fabianelli ve ark., 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 ve ark.,2007;Ayyıldız ve ark.,2009). Fissür örtücülerin devamlılığında önemli rol oynayan mikrosızıntı ancak örtücünün mine yüzeyine tam olarak penetre olması ve bir yüzey oluşturmasıyla önlenabilir (Barnes ve ark.,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, mikroskopik inceleme yöntemleri ve multi-foton lazer kullanılmasıdır (Taylor ve Lynch 1992, Tiritöğlu 1994, Ayyıldız ve ark.,2009).

Bahsedilen yöntemler arasında en yaygın ve pratik olanı boya penetrasyonudur. Boya penetrasyonu testinde; metilen mavisi (%0,2-10), bazık 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 ları kullanılmaktadır (Ayyıldız ve ark.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 ve ark.,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 ve ark.2002).

4.3.2.Antibakteriyel özelliklerinin değerlendirilmesi

Restoratif materyaller ile mikroorganizmaların etkileşiminin restorasyonun uzun ömürlülüğü ve etkinliği ile ilişkili olduğu yaygın bir şekilde kabul edilmektedir. Restoratif materyallerin

antimikrobiyal aktivitelerini değerlendiren in vitro birçok farklı yöntemlerle çalışmalar yapılmaktadır. Bu yöntemler arasında en sık kullanılanlar, agar difüzyon testi (ADT) ve doğrudan temas testidir (DCT). Günümüzde ADT yöntemindeki kısıtlamalar ve çalışma zorluğu nedeniyle DCT antibakteriyel değerlendirme çalışmalarında sıklıkla tercih edilmektedir.

Agar Difüzyon testi, çözünebilen ve çevresindeki sulu ortama difüze olabilen komponentlerin aktivitesini ölçme esasına dayanmaktadır. ADT için düşük çözünürlükteki dental restoratif materyallerin gereksiniminin olması metodun en büyük eksikliğidir. Materyallerin, mikrobiyostatik ve mikrobisidal özelliklerinin ayrımı ADT ile yapılamamaktadır. Ayrıca test sonucunda belirli mikroorganizmaya karşı materyalin antibakteriyel aktivitesi medyunda çözünen materyal özelliklerinden de etkilenmektedir (Tobias 1998; Matalon ve ark. 2003).

ADT’ de hazırlanan materyaller katılaşmış agar üzerine açılan standart çukurlara doldurulmakta veya emici kağıt diskler\plaklar üzerine yayılmış olan patlar agar üzerine yerleştirilmekte ve çevrelerinde oluşan inhibisyon zonlarının çapı ölçülmektedir (Weiss ve ark. 1996; Matalon ve ark. 2003). Bu yöntemde agar besiyerindeki değişiklikler, bakteri türleri, inhibitör ajanların difüzyon kapasitesi ve hücresel yoğunluk, inhibisyon zonlarının oluşumunu etkilemektedir (Estrela ve ark. 2000).

Doğrudan temas testi, test mikroorganizmaları ve test materyali arasındaki etkileşimi, materyallerin çözünürlüğü ve difüze olma özelliklerinden bağımsız, doğrudan ve sıkı temas kurarak ölçen bir yöntemdir (Weiss ve ark. 1996). Bu yöntemde bakteri üremesinde etkili olduğu düşünülen test materyali ile bakteri arasında direkt kontakt sağlanarak etkinlik nicel olarak ölçülmektedir (Leinstein ve ark 2005).

Matalon ve ark. ADT ve DCT yöntemlerini karşılaştırmışlar ve ADT’nin nitelik belirten, DCT’nin ise nicelik belirten ve bakteriyel çoğalma hızı ile canlılık hakkında hassas ve yüksek tekrarlanabilir bilgiler sağlayan bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir (Matalon ve ark. 2003).

Optik yoğunluk ölçümlerinin yapılarak mikrobiyal çoğalmanın görüntülenmesi ısı kontrollü spektrofotometre ve ona uygun yazılım ile sağlanmaktadır (Weiss ve ark. 1996; Hegde ve ark. 2008). DCT kullanılarak yapılan çalışmalarda spektrofotometre cihazı ile turbidometrik ölçümlerle elde edilen veriler farklı dalga boylarında hesaplanabilmektedir (Lewinstein ve ark. 2005; Matalon ve ark. 2005; Beyth ve ark. 2006; Penmetsa ve ark. 2014; Yalcin ve ark. 2014).

4.3.3.Taramalı elektron mikroskobu analizi

Elektron mikroskopları biyolojik örneklerin incelenmesi ve değerlendirilmesi için önemli bir görüntüleme aracı olarak bildirilmektedir. Çok sayıda elektron mikroskopu çeşitleri var olmakla birlikte diş hekimliğinde günümüzde sıklıkla taramalı elektron mikroskoplarının (SEM) kullanımı tercih edilmektedir (Arana-Chavez ve ark.,2019).

SEM, çeşitli biyolojik yapıların topografik olarak görselleştirilmesini ve bu sayede yüksek kalitede görüntüler elde edilmesine olanak tanıyan bir elektron mikroskobu çeşididir. Numune yüzeyinden çeşitli oranlarda büyütme sağlayarak üç boyutlu gerçekçi görüntülerin elde edilmesini sağlamaktadır. Sert yüzeylerden yüksek çözünürlükte görüntüler elde edebilme özelliğiyle diş minesinin yüzeyinin veya iç yapısının incelenmesinde de oldukça uygun bir yöntem olduğu belirtilmektedir (Fischer ve ark.,2012, Risnes ve ark.,2019).

Görüntüleri birleştirebilme özelliği, ayırım gücünün ve odak derinliğinin yüksek olması diğer mikroskoplara göre avantaj sağlamaktadır. Son teknolojik gelişmelerle ayırım gücü 0,05 nm'ye kadar azaltılmıştır ve büyütme olanaklarının x5000-300000 arasında değişebileceği belirtilmektedir. Çalışma prensibinde görüntüleme sistemi, numune hücresi ve optik kolon kısımları yer almaktadır. Yüksek voltaj ile elektronların örnek üzerine odaklanması sonrasında bu elektron demetlerinin örnek üzerinde taranması ve oluşan etkilerin kaydedilmesi prosedürleri ile çalışmaktadır (120).

5. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız için Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 24.11.2022 tarihli toplantısında ve 2022/104 protokol numaralı etik kurulu onayı alındı.

Bu tez çalışması in vitro koşullarda, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'nda, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ar-Ge laboratuvarında, Marmara Üniversitesi Nanoteknoloji ve Biyomalzemeler Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde, İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Mikrobiyoloji Laboratuvar'ında gerçekleştirilmiştir.

Cam iyonomer esaslı bir fissür örtücü olan Fuji Triage (GC Dental, Tokyo, Japan) ile fluor içeren rezin esaslı bir fissür örtücü olan Clinpro Sealant (3M ESPE, USA) uygulamadan önce gdf uygulanan dişlerde başarıyı değerlendirmeyi amaçladığımız çalışmamız üç aşamada gerçekleşmiştir.

Araştırma üç aşamada ve in vitro koşullarda gerçekleştirilmiştir;

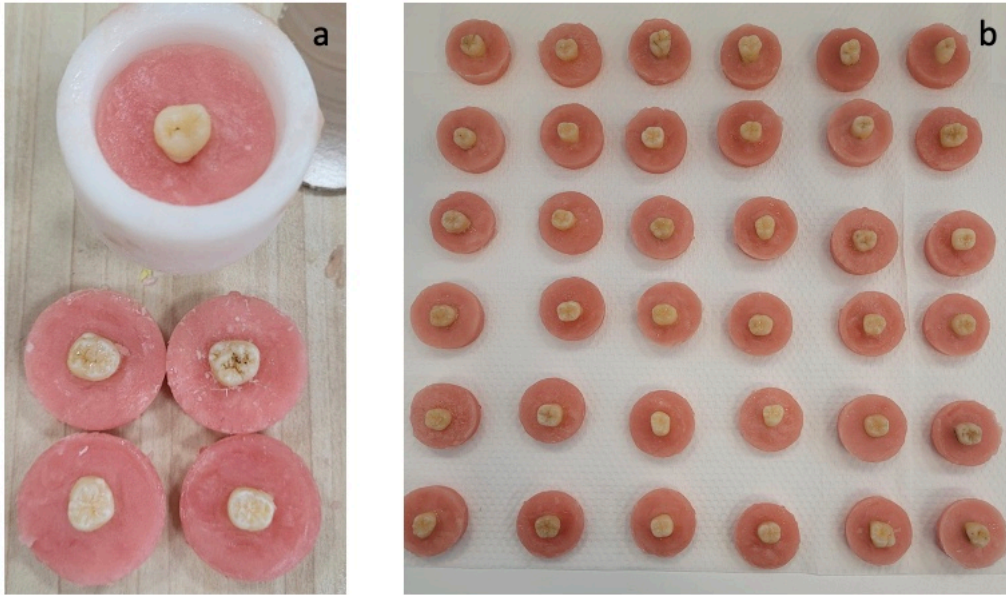
1. Mikrosızıntının incelenmesi
2. Bağlanma yüzey uzunluğunun incelenmesi
3. Materyallerin antibakteriyel etkinliklerinin değerlendirilmesi

5.1. Çalışmada Kullanılan Dişlerin Toplanması

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'na başvuran hastalardan, farklı nedenlerle (cerrahi, ortodontik vb.) çekim endikasyonu olan, çürüksüz, mine hipomineralizasyonu bulunmayan, mine yüzeyinde çekime bağlı defekt bulunmayan toplam 72 adet alt ve üst büyük azı dişi hastalardan onam alınarak toplandı. Dişler üzerindeki sert ve yumuşak doku artıkları periodontal küret ile uzaklaştırıldı, dişler polisaj fırçası ve pomza temizlendi. Çalışmada kullanılabilir hale getirilen dişler % 0.1 timol solüsyonu içerisinde oda sıcaklığında muhafaza edildi.

5.1.2. Dişlerin deneye hazır hale getirilmesi

Dişler, çalışma kapsamında kullanılacak olan cihazların örnek yuvaları ile uyumlu olan 3 cm çapındaki ve 1,5 cm yüksekliğindeki silindirik teflon kalıpların merkezlerine pembe mum ile oklüzal yüzleri yer düzlemine paralel olacak şekilde sabitlendi (Şekil4a). Mine-sement sınırının 2 mm altından itibaren kökleri akrilik rezin içinde kalacak şekilde soğuk akrile (İntegra, BG Dental, Turkey) gömüldü (Şekil4b). Dişlerin üzerindeki plak ve yumuşak doku artıkları mikromotora takılan kıl fırça ve pomza patı kullanılarak temizlendi (Şekil5). Çiğneyici yüzeyleri basınçlı hava-su spreyi ile yıkanmış, pomza artığı kalmamasına özen gösterilmiştir ve çalışma başlayana kadar haftada bir değiştirilen serum fizyolojik içerisinde +4°C’de saklanmıştır.



Şekil 4. a) Dişlerin 3 cm çapındaki silindirik teflon kalıplara yerleştirilmesi **b)** Dişlerin soğuk akriliğe (İntegra, BG Dental, Turkey) gömülmesinin tamamlanması.



Şekil 5. Dişlerin plak ve yumuşak doku artıklarından temizlenmesi

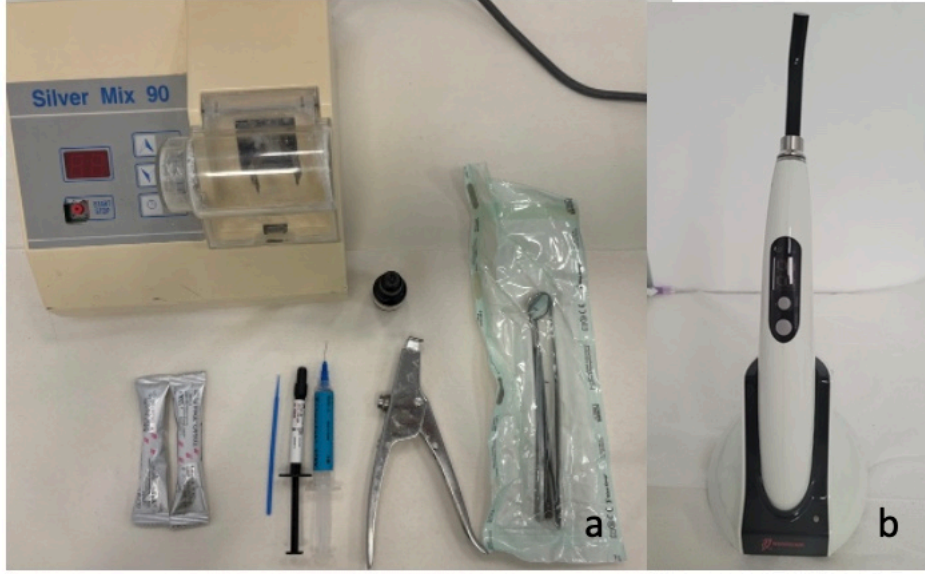
5.2. Çalışmada Kullanılan Restoratif Materyaller ve İçerikleri

Çalışmada, gruplara göre farklı uygulama zamanları ile %38 gdf solüsyonu (Dengen Caries Arrest,Hindistan) dişlerin okluzal yüzeylerine uygulanmıştır. Dişlere fissür örtücü materyali olarak fluor içerikli rezin esaslı Clinpro Sealant (3M ESPE,USA) ve florid içeriği yüksek cam iyonomer esaslı Fuji Triage (GC Dental, Tokyo, Japan) dişlerin pit ve fissürlerine uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan materyaller (Şekil 6-7) ve Tablo 2’de kimyasal içerikleri Tablo3’de yer almaktadır. LED ışık kaynakları 1990’lı yılların ortalarında geliştirilerek kullanıma sunulmuştur. Bu sistemde ortama elektrik verildiğinde, elektronlar iki ayrı yarı iletkeninden geçerek LED lambadan 450-500 nm dalga boyunda görülebilir mavi ışık yayılması sağlanmaktadır (Amussen ve Peutzfeldt 2002, Çekiç ve Ergün 2007).

LED ışık cihazlarının QTH cihazlardan farkı, gereken nitelikteki ışığı üretirken enerjiyi yüksek verimle kullanmasıdır. Halojen ışık cihazları kapasitesinin sadece %0,5’ini kullanarak istenen özellikteki ışığı üretebilirken LED ışık kaynaklarında üretilen ışığın yaklaşık %95’i polimerizasyon için istenen niteliktedir. Bu durum sayesinde LED ışık kaynakları; yüksek güçte ışık veren, kablosuz ve pille dahi çalışabilen, fan soğutmasına gerek duymayan sistemler olarak dikkat çekmektedir (Civelek ve Özel 2004). LED ışık cihazları, ışık gücü 1200 mW/cm² düzeyinde ışık üretebilmektedir (Leonard 2002). Halojen lambaların ömrü 50-100 saat arasında olmasına rağmen, LED lambaların ömrü yaklaşık 10000 saat civarındadır. LED’lerin diğer avantajları arasında küçük olmaları, taşınabilir olmaları ve çok sessiz çalışmaları sayılabilir (Soh ve ark 2003, Çekiç ve Ergün 2007).



Şekil 6. a) Dengen Caries Arrest SDF (Dengen Dental,Hindistan), **b)** GC Fuji Triage Kapsül (GCDental, Tokyo, Japan), **c)** Clinpro Sealant(3M ESPE, USA).



Şekil 7. a) Çalışmada kullanılan dental materyaller, **b)** Işık cihazı (Woodpecker Curing Light B).

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Materyaller

MATERYAL	KATEGORİ	ÜRETİCİ FİRMA
GC FUJİ TRIAGE	Cam iyonomer içerikli fissür örtücü materyali	GC Dental,Tokyo, Japonya
CLINPRO SEALANT	Fluor içeren rezin içerikli fissür örtücü materyali	3M ESPE,USA
DENGEN CARIES ARREST SDF	%38 Gümüş Diamine Florid Solüsyonu	DENGEN DENTAL (Hindistan)
CharmEtch-37HV	%37 ortofosforik asit jeli	Güney Kore

Tablo 3. Çalışmada Kullanılan Materyallerin Kimyasal İçeriği

MATERYAL	İÇERİK
GC FUJİ TRIAGE	Toz: Alümina-floro-silikat cam (amorf yapıda) Likit: Poliakrilik asit (30-40%) özel bileşen (10-15%)
CLINPRO SEALANT	Bisfenol A-Glisidil Metakrilat, Trietilen glikol dimetakrilat, Üretan Dimetakrilat, Bütile hidroksitoluen, Difeniliyodonium hekzaflorofosfat, Tetrabütilamonyum Tetrafloroborat , Etil 4-dimetilamino benzoat
DENGEN CARİES ARREST SDF	%38 Gümüş Diamine Florid Solüsyonu

5.3. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

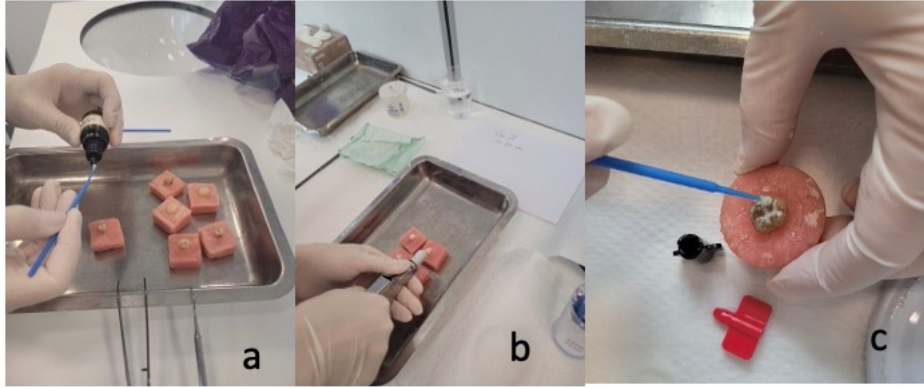
Dişler çalışmada oluşturulan 6 farklı gruba rastgele olarak dağıtılmıştır. Gruplarda yapılan işlemler tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Çalışma gruplarının oluşturulması

GRUPLAR	YAPILAN İŞLEM
IA	GDF uygulaması sonrası (5 dk sonra) + Fuji Triage
IB	GDF uygulaması sonrası (1 hafta sonra) + Fuji Triage
IIA	GDF uygulama sonrası (5 dk sonra) + Clinpro
IIB	GDF uygulama sonrası (1 hafta sonra) + Clinpro
III	Fuji Triage
IV	Clinpro

GRUP IA: Diş yüzeyi fırça ile temizlendikten sonra su ile yıkandı ve pamuk pelet yardımıyla kurulandı. Dişin okluzal yüzeylerine %38’lik GDF (Dengen Caries Arrest SDF) üretici talimatlarına uygun şekilde 2-3 damla ürün bir mikro fırça yardımıyla uygulandıktan sonra 2 dakika beklenip sonrasında 1 dakika boyunca fırçayla aktif bir şekilde uygulandı(Şekil8a). Ürünün fazlası diş yüzeyinden pamuk pelet ile uzaklaştırıldı ve hava spreyi ile hafifçe kurutuldu. 5 dk beklendikten sonra cam iyonomer bazlı fissür örtücü materyali olan GC Fuji

Triage (GC Dental,Tokyo, Japan) öncelikle materyalin kapsül içinde homojen dağılımını sağlamak amacıyla çalkalandı. ve aktivasyon için kapsülün renkli kısmı sert bir yüzeye bastırıldı.Kapsül uygulayıcı tabanca yardımıyla bir kez aktiflendikten sonra Silver Mix 90 (GC Europe, Leuven, Belçika) karıştırma cihazının haznesine takıldı ve 10 saniye karıştırıldı. Karıştırma cihazından alınan kapsül uygulayıcı tabancaya takıldı. Tabanca iki kez aktiflenir ve hazırlanmış ve hafifçe kurutulmuş diş yüzeyine yarı akışkan haldeki fissür örtücü yerleştirildi(Şekil8b).Parmak basıncı ile dişin pit ve fissürlerine yayılması sağlandı.Materyal parlaklığı kaybetmeye başladığında yüzeye vernik materyali (Fuji Varnish, GC) fırça yardımı ile sürülerek 20 sn. ışınlandı ve işlem tamamlandı(Şekil8c).

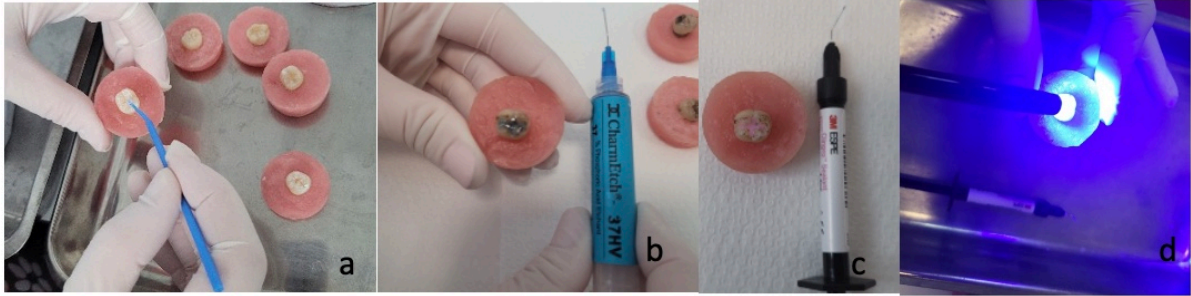


Şekil 8. a)Grup IA örneklerle %38’lik GDF uygulaması b) Fuji Triage uygulaması c) Fuji Varnish uygulaması

GRUP IB: Diş yüzeyi fırça ile temizlendikten sonra su ile yıkandı ve pamuk pelet yardımıyla kurulandı. Kavite yüzeylerine %38’lik gdf (Dengen Dental, Hindistan) üretici talimatlarına uygun şekilde 2-3 damla ürün bir mikro fırça yardımıyla uygulandıktan sonra 2 dakika beklenip sonrasında 1 dakika boyunca fırçayla aktif bir şekilde uygulandı. Ürünün fazlası diş yüzeyinden pamuk pelet ile uzaklaştırıldı ve hava spreyi ile hafifçe kurutuldu. 1 hafta distile suda bekletilen örnekler 1 hafta sonra fissür örtücü uygulaması için hava spreyi kullanılarak fissür örtücünün uygulanacağı okluzal yüzeyler hafif kurutuldu. Cam iyonomer bazlı fissür örtücü materyali olan GC Fuji Triage (GC Dental,Tokyo,Japan) öncelikle materyalin kapsül içinde homojen dağılımını sağlamak amacıyla çalkalandı ve aktivasyon için kapsülün renkli kısmı sert bir yüzeye bastırıldı(Resim 4). Kapsül uygulayıcı tabanca yardımıyla bir kez aktiflendikten sonra Silver Mix 90 (GC Europe, Leuven, Belçika) karıştırma cihazının haznesine takıldı ve 10 saniye karıştırıldı.Karıştırma cihazından alınan kapsül uygulayıcı tabancaya takıldı. Tabanca iki kez aktiflendi ve hazırlanmış ve hafifçe kurutulmuş diş yüzeyine yarı akışkan haldeki fissür örtücü

yerleştirildi. Parmak basıncı ile dişin pit ve fissürlerine yayılması sağlandı. Materyal parlaklığı kaybetmeye başladığında yüzeye vernik materyali (Fuji Varnish, GC) fırça yardımı ile sürülerek 20 sn ışınlanır ve işlem tamamlandı.

GRUP IIA: Diş yüzeyi fırça ile temizlendikten sonra su ile yıkandı ve pamuk pelet yardımıyla kurulandı. Dişin okluzal yüzeylerine %38'lik gümüş diamin florür (Dengen Dental, Hindistan) üretici talimatlarına uygun şekilde 2-3 damla ürün bir mikro fırça yardımıyla uygulandıktan sonra 2 dakika beklenip sonrasında 1 dakika boyunca fırçayla aktif bir şekilde uygulandı (Şekil 9a). Ürünün fazlası diş yüzeyinden pamuk pelet ile uzaklaştırıldı ve hava spreysi ile hafifçe kurutuldu. 5 dk beklendikten sonra fissür örtücünün uygulanacağı okluzal yüzeylere 20 sn % 37' lik fosforik asit jeli (CharmEtch 37 HV) uygulandı (Şekil 9b). Hava-su spreysi ile 15 sn yıkama ve 10 sn kurutma yapıldı. Clinpro sealant fissür örtücü dişin pit ve fissürlerine uygulandıktan sonra hava kabarcığı oluşmasını önlemek için dental sond ile yayıldı (Şekil 9c) ve ışık cihazı (Woodpecker Curing Light B) ile 20 sn polimerize edildi (Şekil 9d). Fissür örtücü uygulanmış diş yüzeyi nemli bir pamuk peletle silindikten sonra diş serum fizyolojik içerisine bırakıldı.



Şekil 9. a) Grup IIA örneklerine %38'lik GDF uygulaması **b)** %37 lik fosforik jel uygulaması **c)** Fissür örtücü uygulaması **d)** Işık cihazı (Woodpecker Curing Light B) ile polimerize edilmesi

GRUP IIB: Diş yüzeyi fırça ile temizlendikten sonra su ile yıkandı ve pamuk pelet yardımıyla kurulandı. Kavite yüzeylerine %38'lik gdf (Dengen Dental, Hindistan) üretici talimatlarına uygun şekilde 2-3 damla ürün bir mikro fırça yardımıyla uygulandıktan sonra 2 dakika beklenip sonrasında 1 dakika boyunca fırçayla aktif bir şekilde uygulandı. Ürünün fazlası diş yüzeyinden pamuk pelet ile uzaklaştırıldı ve hava spreysi ile hafifçe kurutuldu. 1 hafta distile suda bekletilen örnekler 1 hafta sonra fissür örtücü uygulaması için hava spreysi kullanılarak fissür örtücünün uygulanacağı okluzal yüzeyler hafif kurutuldu. Fissür örtücünün uygulanacağı okluzal

yüzeylere 20 sn % 37' lik fosforik asit jeli (CharmEtch 37 HV) uygulandı.Hava-su spreyi ile 15 sn yıkama ve 10 sn kurutma yapıldı. Rezin esaslı fissür örtücü dişin pit ve fissürlerine uygulandıktan sonra hava kabarcığı oluşmasını önlemek için dental sond ile yayıldı ve ışık cihazı (Woodpecker Curing Light B) ile 20 sn polimerize edildi.Fissür örtücü uygulanmış diş yüzeyi nemli bir pamuk peletle silindikten sonra diş serum fizyolojik içerisine bırakıldı

GRUP III: Diş yüzeyi fırça ile temizlendikten sonra su ile yıkandı ve pamuk pelet yardımıyla kurulandı. Cam iyonmer bazlı fissür örtücü materyali olan GC Fuji Triage (GC Europe, Leuven, Belçika) öncelikle materyalin kapsül içinde homojen dağılımını sağlamak amacıyla çalkalandı. ve aktivasyon için kapsülün renkli kısmı sert bir yüzeye bastırıldı. Kapsül uygulayıcı tabanca yardımıyla bir kez aktiflendikten sonra Silver Mix 90 (GC Europe, Leuven, Belçika) karıştırma cihazının haznesine takıldı ve 10 saniye karıştırıldı. Karıştırma cihazından alınan kapsül uygulayıcı tabancaya takıldı. Tabanca iki kez aktiflenir ve hazırlanmış ve hafifçe kurutulmuş diş yüzeyine yarı akışkan haldeki fissür örtücü yerleştirildi. Parmak basıncı ile dişin pit ve fissürlerine yayılması sağlandı.Materyal parlaklığı kaybetmeye başladığında yüzeye vernik materyali (Fuji Varnish, GC) fırça yardımı ile sürülerek 20 sn. ışınlanır ve işlem tamamlandı.

GRUP IV: Diş yüzeyi fırça ile temizlendikten sonra su ile yıkandı ve pamuk pelet yardımıyla kurulandı. Fissür örtücünün uygulanacağı okluzal yüzeylere 20 sn % 37' lik fosforik asit jeli (CharmEtch 37 HV) uygulandı.Hava-su spreyi ile 15 sn yıkama ve 10 sn kurutma yapıldı. Rezin esaslı fissür örtücü dişin pit ve fissürlerine uygulandıktan sonra hava kabarcığı oluşmasını önlemek için dental sond ile yayıldı ve ışık cihazı (Woodpecker Curing Light B) ile 20 sn polimerize edildi.Fissür örtücü uygulanmış diş yüzeyi nemli bir pamuk peletle silindikten sonra diş serum fizyolojik içerisine bırakıldı .

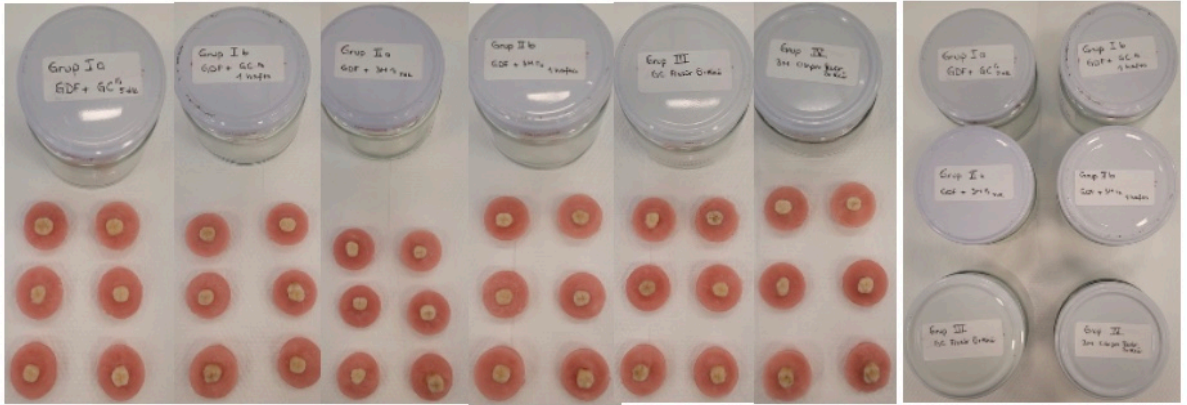
5.4. Termosiklus İşlemi

Fissür örtücü uygulamalarının tamamlanmasının ardından tüm örnekler $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ve $55 \pm 2^{\circ}\text{C}$ su banyolarında, bekletme süresi 15 sn ve transfer süresi 10 sn olmak üzere 5000 kez termal siklus işlemi uygulandı. Bu işlem Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ar-Ge Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.(Thermocycler THE-1100, SD Mechatronik GmbH, Almanya) (Şekil10).



Şekil 10. Termosiklus Cihazı (Thermocycler THE-1100,SD,MechatronikGmbH,Almanya).

Termal siklus işlemi tamamlanan 72 örnek mikrosızıntı değerlendirilmesi için 36 örnek ve bağlanma yüzeyi değerlendirilmesi için 36 örnek olacak şekilde ayrılmıştır (Şekil11)

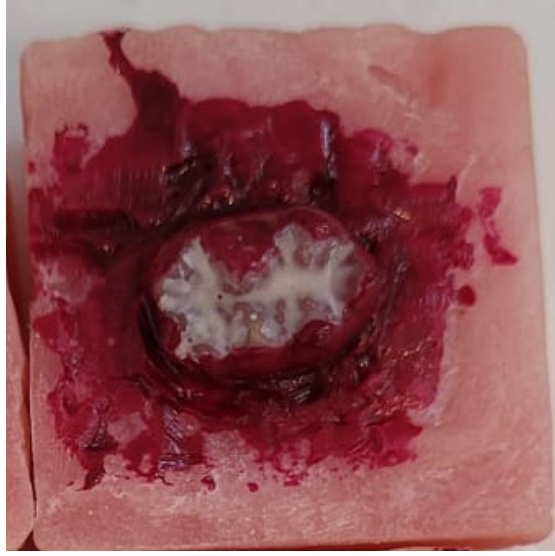


Şekil 11. Örneklerin çalışma gruplarına ayrılması

5.5. Mikrosızıntı Deneyinin Yapılması

5.5.1.Boya penetrasyon testi

Termosiklus sonrası hazırlanan örneklerin mikrosızıntı değerlendirilmesi için konvansiyonel boya penetrasyon yöntemi kullanıldı. Uygulanacak boyanın fissür örtücü uygulanmış alanlar dışına penetrasyonunu önlemek için, akrilik bloklar içindeki dişlerin çiğneyici yüzeylerindeki fissür örtücülerin çevresinde 1 mm açıklık kalacak şekilde iki kat tırnak cilası (Flormar, Kocaeli, Türkiye) sürüldü (Şekil 12).



Şekil 12. İki kat tırnak cilası uygulanan bir örnek

Bu işlemin ardından örnekler %0,5'lik bazik fuksin çözeltisi (Wako Pure Chemical Industry, Osaka, Japonya) içerisinde 24 saat süre ile boya penetrasyonu için bekletildi. Bazik fuksin solüsyonundan çıkarıldıktan sonra örnekler akan musluk suyu altında yıkandı.

Dişlerin her birinden hassas kesim cihazında (Isomet1000, Buehler Ltd., Lake Bluff,IL,USA) elmas disk ile su soğutmalı cihazda birbirine paralel olacak şekilde bukkolingual yönde kesit alındı(Şekil13.Bu işlem Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ar-Ge Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 13. Isomet hassas kesim cihazı (Isomet1000, Beuhler Ltd.,Lake Bluff IL USA).

5.5.2. Işık mikroskobu ile değerlendirme

Mikrosızıntı değerlendirilmesi için kesitlere ait görüntüler stereomikroskop (Leica Microsystems Ltd. CH- 9435 Heerbrugg, Almanya) ile X25 büyültmede incelenmiştir (Şekil14).



Şekil 14. Çalışmada kullanılan ışık mikroskobu (Leica Microsystems Ltd.CH-9435 Heerbrugg, Almanya).

Fissür örtücülerin mikrosızıntısının değerlendirilmesinde Williams ve Winter Skorlaması'na göre tek bir araştırmacı tarafından puanlanmış ve kayıt edilmiştir. Williams ve Winter skorlaması tablo 5' de verilmiştir.

Tablo 5. Williams ve winter skorlaması

SKOR	BOYA PENETRASYONU
0	Diş yüzeyi ile fissür örtücü arasında hiç boya penetrasyonu yok
1	Diş yüzeyi ile fissür örtücü arasındaki yüzey uzunluğunun 1/3 ünden daha azında boya penetrasyon varlığı
2	Diş yüzeyi ile fissür örtücü arasındaki yüzey uzunluğunun 1/3 ünden daha fazla 2/3 ünden daha azında boya penetrasyon varlığı
3	Diş yüzeyi ile fissür örtücü arasındaki yüzey uzunluğunun 2/3 ünden daha fazlasında boya penetrasyonu varlığı

5.6. Bağlanma Yüzeyinin İncelenmesi

Termal siklus işleminin ardından bağlanma yüzeylerinin incelenmesi için dişlerin her birinden hassas kesim cihazında (Isomet1000, Buehler Ltd., Lake Bluff,IL,USA) elmas disk ile su soğutmalı cihazda birbirine paralel olacak şekilde bukkolingual yönde kesit alındı(Şekil15). Bu işlem Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ar-Ge Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 15. Diş örneklerinden kesit alınması

5.6.1.Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile bağlanma yüzey incelemesi

Diş örneklerinden alınan kesitler Marmara Üniversitesi Nonoteknoloji ve Biyomalzemeler Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde sem incelemesinden önce yeterli iletkenliği sağlamak için püskürtmeli kaplayıcı (Quorum SC7620,ABD) ile 180 saniye boyunca altın-paladyum ile kaplandı.Kesitlere ait görüntüler taramalı elektron mikroskobunda (Zeiss EVO MA10, Carl ZEISS, Germany) incelendi (Şekil16) ve görüntüler 4 farklı büyütme altında incelenmiştir.



Şekil 16. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) (Zeiss Evo MA10,Germany).

Kesitlerden elde edilen 500x,1500x,2000x,4000x büyütmelere ait görüntüler elde edildi. Elde edilen kesitlere ait görüntülerden ortalama bağlanma yüzey uzunluğunu ölçmek için görüntüler Image-J yazılımı (NIH, Bethesda, MD) kullanılarak analiz edilmek üzere bir mikro bilgisayara aktarılmıştır.

5.7. Antibakteriyel Ekinliklerinin Doğrudan Temas Testi Deneyi ile Ölçülmesi

Bu çalışma Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı ve İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Mikrobiyoloji Bilim Dalı'nda gerçekleştirildi.

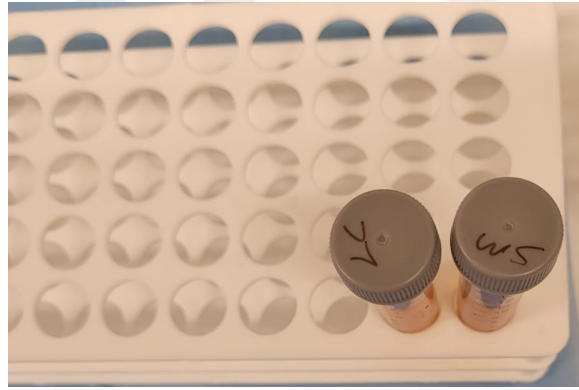
Fissür örtücü materyallerin antibakteriyel etkileri doğrudan temas testi yöntemi (Lewinstein ve ark.,2005; Penmetsa ve ark.,2014; Yalcin ve ark.,2014) ile değerlendirildi. Antibakteriyel özelliklerin değerlendirilmesi amacı ile çürük oluşumunda önemli rolü olan; *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) ve *Lactobacillus casei* (ATCC 4646) bakterilerinin standart suşları kullanıldı. Çalışmada çalkalayıcı (Biosan Mini Rocker MR-1,Mumbai, Hindistan)(Şekil17a), Etüv (Memmert GmbH +Co. KG, Almanya) (Şekil17b), Mikroplate Elisa Absorbans Okuyucu (MS4-Maxiread96) kullanılmıştır(Şekil 17c).



Şekil 17. a) Çalkalayıcı (Biosan Mini Rocker MR-1, Mumbai, Hindistan), **b)** Etüv (Memmert GmbH +Co. KG, Almanya), **c)** Mikroplate Elisa Absorbans Okuyucu (MS4-Maxiread96).

5.7.1. Bakteri süspansiyonunun hazırlanması

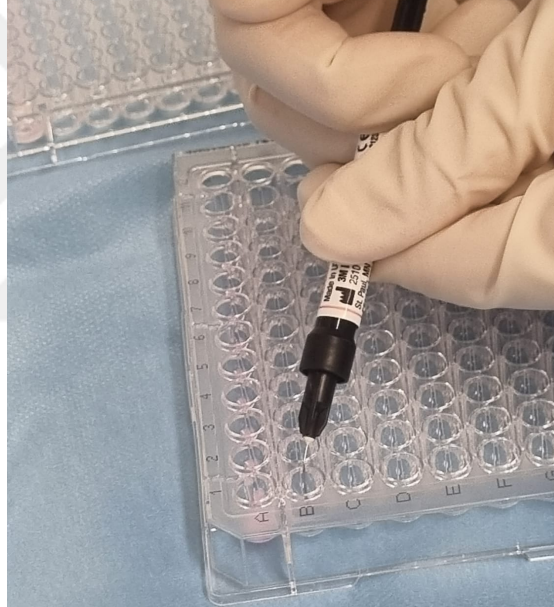
Çalışmada kullanılan *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus casei* bakterilerinin standart suşları İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Mikrobiyoloji Bilim Dalı Laboratuvarı'ndan temin edildi. Çalışmada *Streptococcus mutans*'ın Brain Heart Infusion Agar (Oxoid, ABD) besiyerine ekilerek 24 saatlik, *Lactobacillus casei*'nin Rogosa Agar (Oxoid, ABD) besiyerine ekilerek 48 saatlik inkübasyon sonucu elde edilen taze kültürleri kullanıldı (Şekil18). Bu kültürlerden Brain Heart infuzyon buyyonu (Oxoid, ABD) içeren tüplerde bir kat daha sulandırılarak yaklaşık 10^6 cfu/ml olacak şekilde bakteri süspansiyonu hazırlandı.



Şekil 18. Hazırlanan *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus casei* bakteri süspansiyonu

5.7.2. Materyallerin kuyucuklara taşınması ve polimerize edilmesi

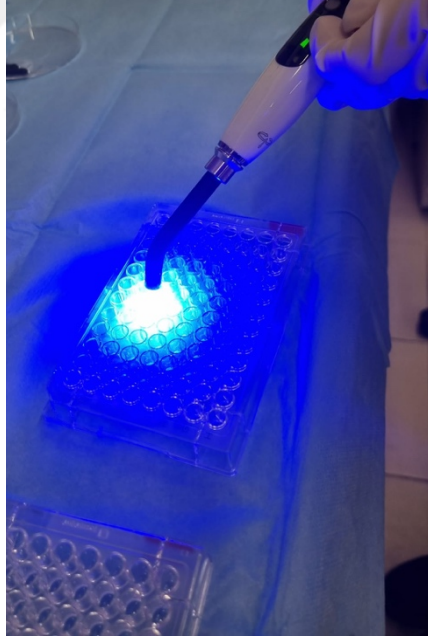
Clinpro fissür örtücü materyali kendi özel şırıngası kullanılarak(şekil19) Fuji Triage fissür örtücü materyali kendi özel taşıyıcı tabancası kullanılarak (şekil20) 96 kuyucuklu steril petride (Greiner,Sigma-Aldrich) kuyucuklara taşındı,plakalarda bulunan 12 sıra kuyucuktan 11 kuyucuk kullanılmış, 1 kuyucuk boş bırakıldı ve bu materyaller daha sonra Woodpecker Curing Light B LED ışık cihazı ile üretici firmanın önerileri doğrultusunda polimerize edildi (Şekil21). Solüsyon uygulanacak uygulanacak gruplara polimerizasyon tamamlandıktan sonra gümüş diamin florür solüsyonu her kuyucuğa eşit ve birer damla olacak şekilde uygulandı (Şekil22). Her fissür örtücü materyali için 30 deney grubu, 3 negatif kontrol grubu olmak üzere 33 kuyucukta çalışıldı; her bakteri suşu için 4 set olmak üzere toplam 8 set oluşturuldu (Şekil23). 1 hafta sonra ölçümü için hazırlanan 4 set ise çalışma süreleri öncesinde 37 °C'lik nemli ortamda etüvde bekletildi.



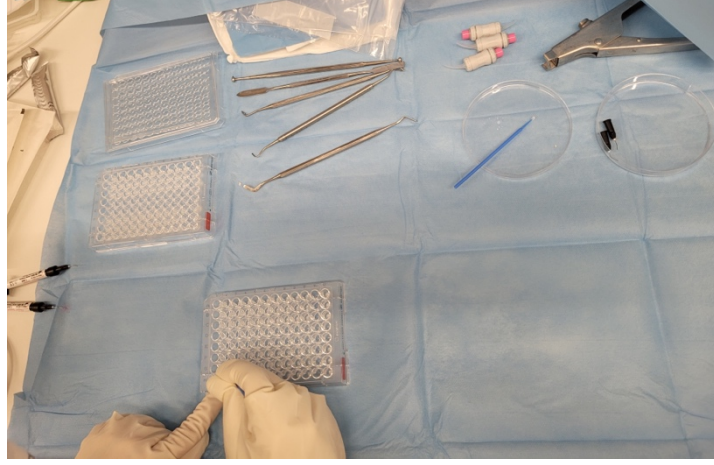
Şekil 19. Clinpro (3M ESPE,USA) fissür örtücü materyalinin kuyucuklara taşınması.



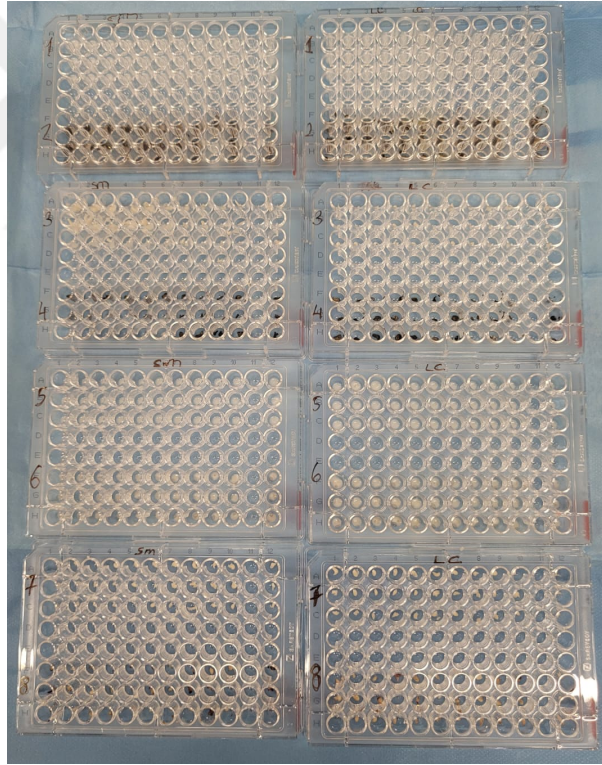
Şekil 20. Fuji Triage(GCDental,Tokyo,Japan) fissür örtücünün kuyucuklara taşınması.



Şekil 21. Fuji Triage(GCDental,Tokyo,Japan) fissür örtücünün kuyucuklara taşınması.



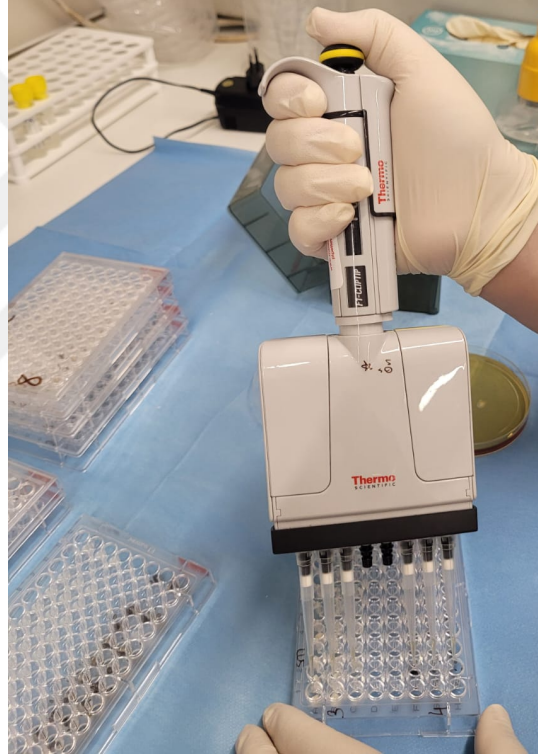
Şekil 22. Fissür örtücü uygulanmış kuyucuklara gümüş diamin florür solüsyonunun uygulanması.



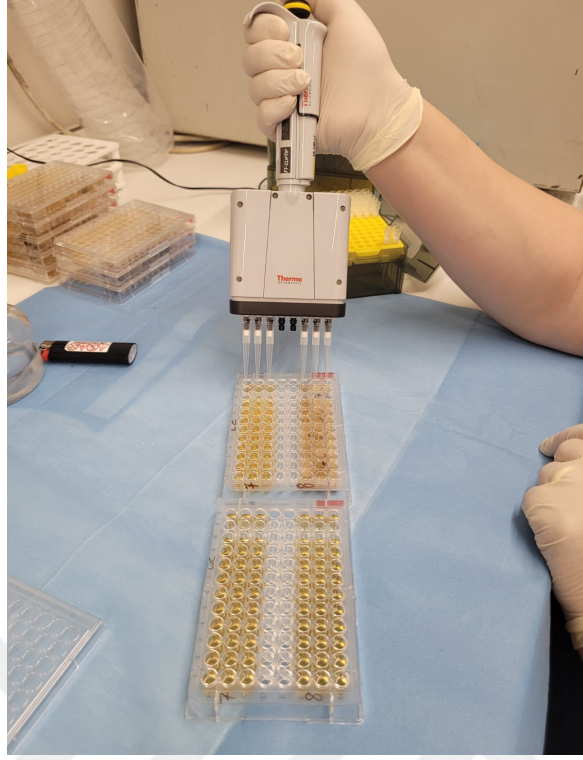
Şekil 23. *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus casei* gruplarının tamamlanması.

5.7.3. Örneklerin hazırlanması ve doğrudan temas testi

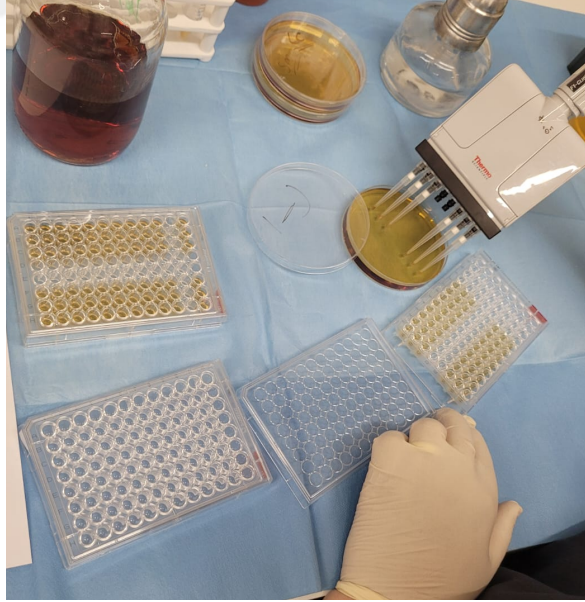
Oluşturulan deney gruplarının 1.gün ve 1 haftalık bekletme süresi sonrası bakteri ile temas edilmesi sağlandı. Deney materyalinin uygulandığı 30 kuyucuk üzerine 10 mikrolitre (μl) bakteri süspansiyonu (Şekil24) ve 3 materyal kaplı kuyucuğa ise sadece steril buyyon eklendi (negatif kontrol); etüvde 37 °C de 1 saat inkübasyon sağlandı. Bakteriler ve materyaller arasında doğrudan temas sağlandıktan sonra 220 μl BHI buyyon, materyallerin bulunduğu bütün kuyucuklara mikropipet yardımı ile eklendi ve 2 dakika karıştırıldı (Şekil 25); daha sonra bu kuyucuklardan yine mikropipet kullanımı ile 10 μl bakteri süspansiyonu alınarak 220 μl taze besiyeri olan yeni kuyucuğa aktarıldı (Şekil26) ve çalkalayıcıda (Biosan Mini Rocker MR-1, Mumbai,Hindistan) bakteri süspansiyonun karıştırıldı (Şekil 27).



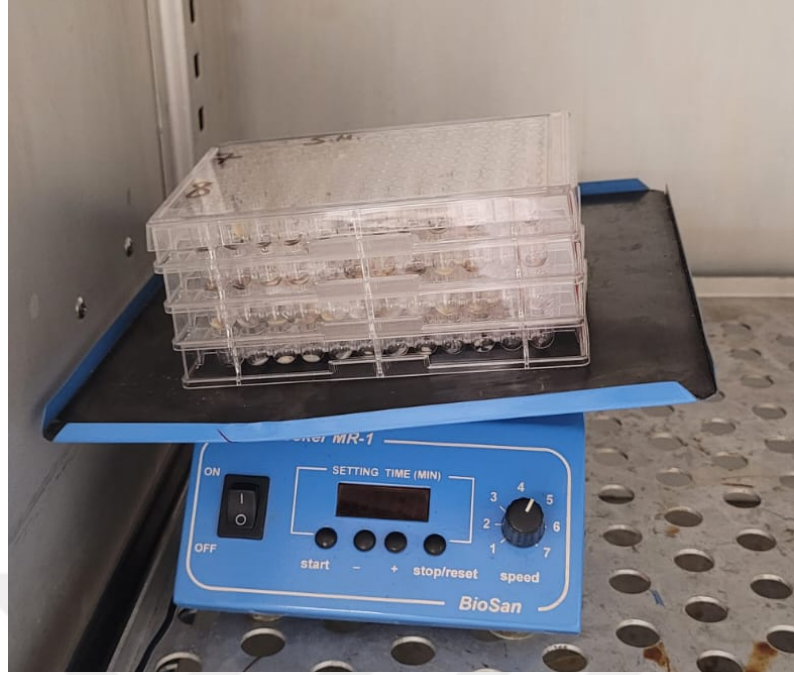
Şekil 24. Bakteri süspansiyonunun kuyucuklara eklenmesi.



Şekil 25. Kuyucuklara BHI buvyonun eklenmesi.

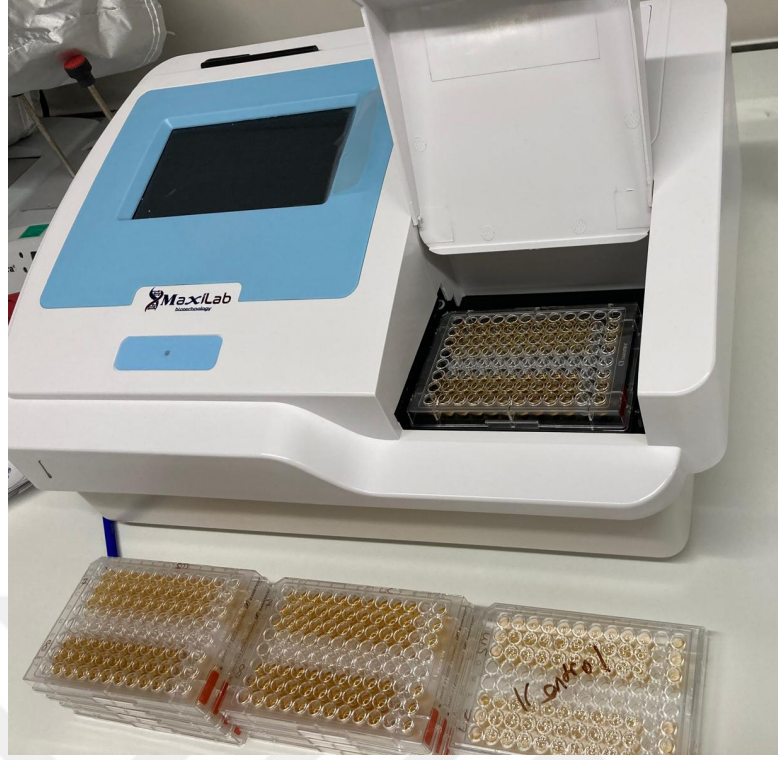


Şekil 26. Taze besiyeri olan yeni kuyucuklara alınan bakteri süspansiyonunun ekimi.



Şekil 27. Çalkalayıcıda (Biosan Mini Rocker MR-1, Mumbai,Hindistan) bakteri süspansiyonunun karıştırılması.

Streptococcus mutans standart suşu bulunan örneklerde 1.gün ve 1.hafta 21 saat süresince her saat, *Lactobacillus casei* standart suşu bulunan örnekler için 1.gün ve 1.hafta 20 saat süresince her saatte ölçüm yapmak üzere Microplate Elisa Absorbance Reader (MS4-MaxiRead96, MaxiLab Biotechnology) ile 630 nm’ de absorbans değerleri her bakteri için ayrı ayrı ölçülmüştür (Şekil 28) ve bakteriyel üreme değerlendirilmiştir.



Şekil 28. Mikroplate elisa absorbans okuyucu (MS4-MaxiRead96, MaxiLab Biotechnology) ile her bakteri için ölçüm yapılması.

5.8. Verilerin İstatistiksel Analizi

Çalışmamızda elde edilen veriler “Statistical Package for the Social Science” (SPSS 29.0 for Windows, SPSS Inc, USA) paket programı aracılığı ile analiz edilmiştir.

Tanımlayıcı veriler, ortalama, standart sapma, medyan ve çeyrekler arası aralık olarak ifade edilmiştir. Normal dağılım göstermeyen değişkenlerin gruplar arası karşılaştırması için Kruskal-Wallis testi ,çoklu karşılaştırmaları ise Bonferroni testi kullanılmıştır.Normal dağılan değişkenlerin iki grupta karşılaştırılmasında Student t testi kullanılmıştır. $P < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

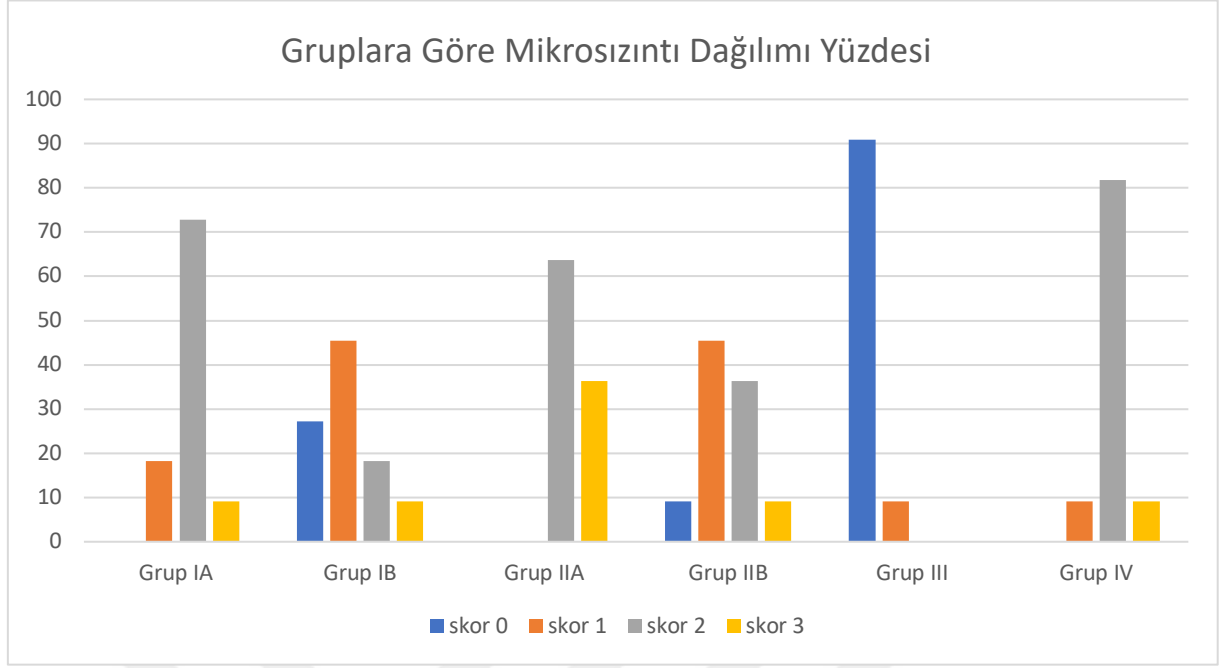
6. BULGULAR

6.1. Mikrosızıntı Değerlendirme Bulguları

Çalışmamızda her dişe ait 2'şer kesit yüzeyi değerlendirilerek tüm gruptaki mikrosızıntı skorları belirlendi. Grupların mikrosızıntı skorlarının örnek sayılarına göre dağılımı ve mikrosızıntı skorlarının dağılım yüzdeleri gibi değerlendirme bulguları Tablo 6 ve Şekil 29' de gösterilmiştir. Grupların mikrosızıntı skorlarının örnek sayısına göre dağılımı incelendiğinde ise Fuji Triage materyali uygulanan (Grup III) örneklerdeki 0 ve 1 skorlarının yoğunluğu dikkat çekti (Tablo 1). Şekil 1'deki % dağılımları da incelendiğinde mikrosızıntı skorunun 0 olduğu örneklerin %90,91'inin Fuji Triage (Grup III) oluşturduğu görüldü.

Tablo 6. Mikrosızıntı skorlarının örnek sayılarına göre dağılımı.

GRUP NO	MİKROSIZINTI SKORLARI			
	0	1	2	3
GRUP IA (n=11)	0	2	8	1
GRUP IB (n=11)	3	5	2	1
GRUP IIA (n=11)	0	0	7	4
GRUP IIB (n=11)	1	5	4	1
GRUP III (n=11)	10	1	0	0
GRUP IV (n=11)	0	1	9	1



Şekil 29. Mikrosızıntı skorlarının yüzde dağılımı.

Gruplarda görülen mikrosızıntı skorlarının ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum mikrosızıntı değerleri Tablo 7’de yer almaktadır.

Tablo 7. Mikrosızıntı gruplarına ait ortalama, standart sapma, minimum-maksimum değerleri.

Gruplar	N	Ort+_SS	Min-Max
Grup IA	11	1,99+_0,539	1-3
Grup IB	11	2,36+_-0,516	2-3
Grup IIA	11	1,09+_0.943	0-3
Grup IIB	11	1,45+_0.820	0-3
Grup III	11	0,09+_0,302	0-1
Grup IV	11	2+_0,447	1-3

Tablo 8. Mikrosızıntı deney gruplarının medyan ve istatistiksel analizinden elde edilen ‘p değerleri’

Gruplar	N	Medyan(Q1-Q3)	P
Grup IA	11	2,00(2,00-2,00)	<0,001
Grup IB	11	1,00(0-2,00)	
Grup IIA	11	2,00(2,00-3,00)	
Grup IIB	11	1,00(1,00-2,00)	
Grup III	11	0(0-0)	
Grup IV	11	2,00(2,00-2,00)	

*p<0,05 düzeyinde anlamlı,Kruskal Wallis testi

Mikrosızıntı skor dağılımları açısından grup IA, grup IB, grup IIA, grup IIB, grup III ve grup IV arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir(**p<0,001**). (Tablo8)

En düşük mikrosızıntı değeri Grup III’te görülmüştür. Grup IA , IIA, IV’ te daha yüksek mikrosızıntı değerleri gözlemlenmiştir(Tablo9).

Gruplar ikili karşılaştırıldığında;

*Grup IB ile grup IIB arasında mikrosızıntı skor dağılımları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p=0,395).

*Grup IB ile grup III arasında mikrosızıntı skor dağılımları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir (**p=0,031**)

*Grup IIB ve grup IV mikrosızıntı skor dağılımları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p=0,143).

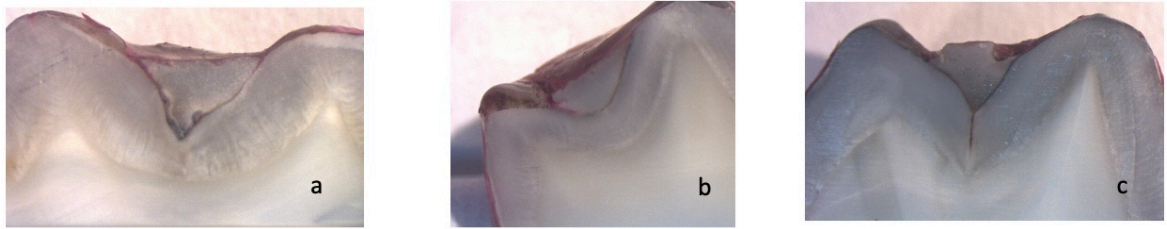
*Grup III ile grup IV mikrosızıntı skor dağılımları açısından grup III istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük mikrosızıntı skoru göstermiştir(**p<0,001**).

***Grup IB** ile **Grup IIA** ve **Grup IV** arasında da anlamlı farklılıklar (**p < 0,001** ve **p = 0,021**) bulunmuş.

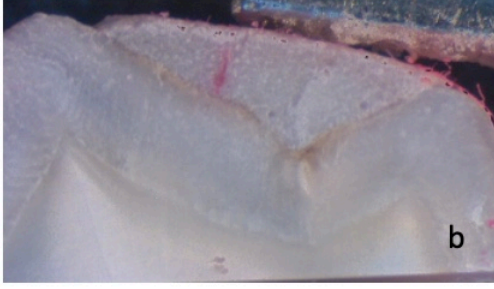
Tablo 9. Mikrosızıntı gruplarına ait istatistiksel farklılıkları belirten ‘p değerleri’

Gruplar	IA	IB	IIA	IIB	III	IV
IA		0,040	0,233	0,229	<0,001**	0,795
IB			<0,001**	0,395	0,031**	0,021**
IIA				0,017**	<0,001**	0,351
IIB					0,003**	0,143
III						<0,001**

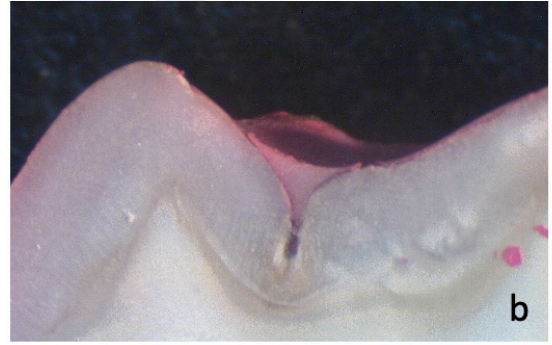
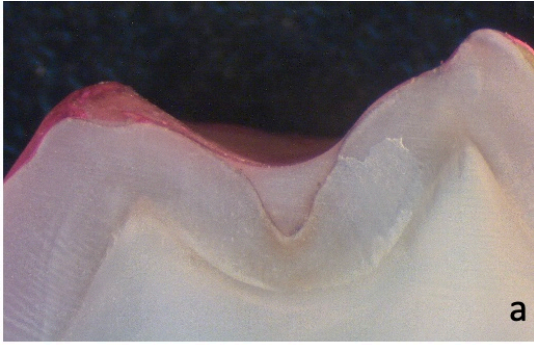
*p<0,05 düzeyinde anlamlı, Bonferroni Test



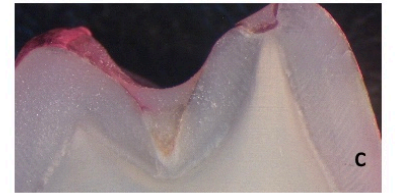
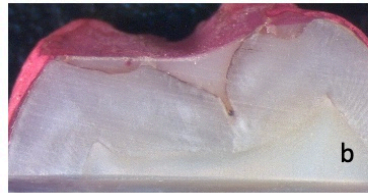
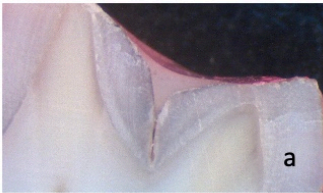
Şekil 30. Grup IA (Fuji Triage+5 dk gdf) x25 büyütmede skorlaması a) skor:1 b) skor:2 c) skor:3.



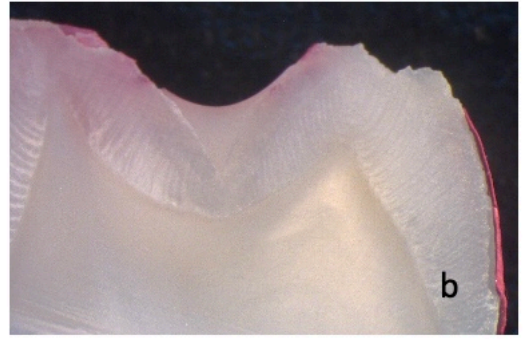
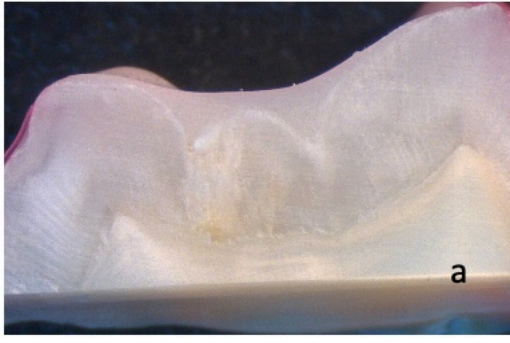
Şekil 31. Grup IB (Fuji Triage+1hf gdf) x25 büyütmede skorlaması a) skor:0 b) skor:1 c) skor:2 d) skor:3



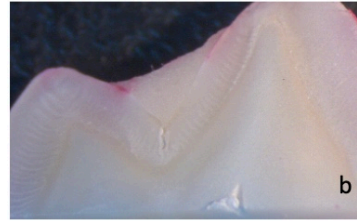
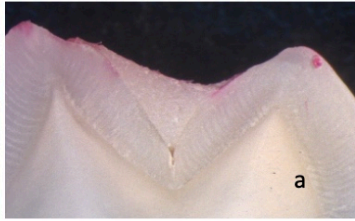
Şekil 32. Grup IIA (Clinpro + 5 dk gdf) x25 büyütmede skorlaması a) skor:2 b) skor:3.



Şekil 33. Grup IIB (Clinpro+1hf gdf) x25 büyütmede skorlaması a) skor:1 b) skor:2 c) skor:3.



Şekil 34. Grup III (Clinpro) x25 büyütmede skorlaması a) skor: 0 b) skor:1.



Şekil 35. Grup IV (Fuji Triage) x25 büyütmede skorlaması a) skor: 1 b) skor:2 c) skor:3.

6.2. Bağlanma Yüzey Uzunluğu İnceleme Sonuçları

Çalışmamızda her dişe ait 2'şer kesit yüzeyi değerlendirilerek J image programı ile bağlanmalar içinde oluşan aranmaların ölçümü (bağlanma yüzey uzunlukları) belirlendi. Grupların bağlanma yüzey uzunluk ölçümlerine göre ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerlendirme bulguları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Bağlanma yüzey uzunluk ölçümlerine ait medyan, ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri.

Gruplar	N	Medyan	Ort+_SS	Min-Max
Grup IA	11	7535	8053+_3116,2125	3364-13356
Grup IB	11	10317	10205,909+_3234,9	4148-15017
Grup IIA	11	3268	3550+_1468,37	1507-6285
Grup IIB	11	3325	3911+_1968,45	1781-7211
Grup III	11	11936	11256,9+_4503	5060-19,156
Grup IV	11	2561	2880,18+_1170,2	1542-5309

Bağlanma yüzey uzunluğu açısından grup IA, grup IB, grup IIA, grup IIB, grup III ve grup IV arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir($p<0,001$)(Tablo11).

Tablo 11. Bağlanma yüzey uzunluğu deney gruplarının medyan ve istatistiksel analizinden elde edilen ‘p değerleri’

Gruplar	N	Medyan(Q1-Q3)	P
Grup IA	11	7535(6051-10199)	<0,001**
Grup IB	11	10317(7976-12410)	
Grup IIA	11	3268(2427-4554)	
Grup IIB	11	3325(2251-6050)	
Grup III	11	11936(7364-12772)	
Grup IV	11	2561(2058-3129)	

* $p<0,05$ düzeyinde anlamlı, Kruskal Wallis testi

Bağlanma yüzey uzunluğu deney grupları ikili karşılaştırıldığında;

Grup IB ile grup IIB arasında bağlanma yüzey uzunluğu açısından istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($p<0,001$).

Grup IB ile grup III arasında bağlanma yüzey uzunluğu açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p=0,876$).

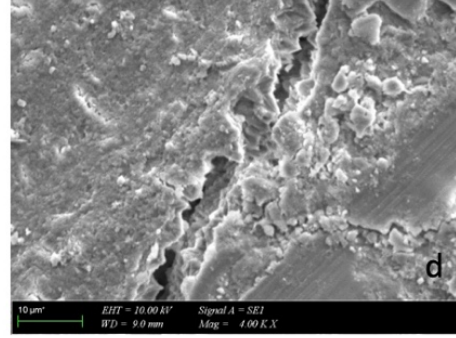
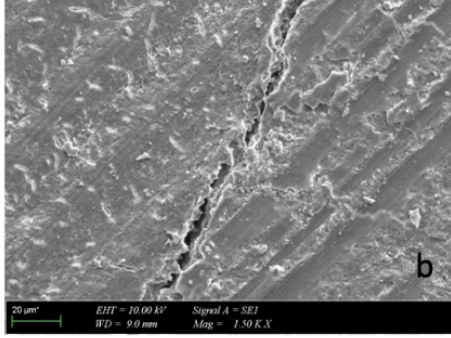
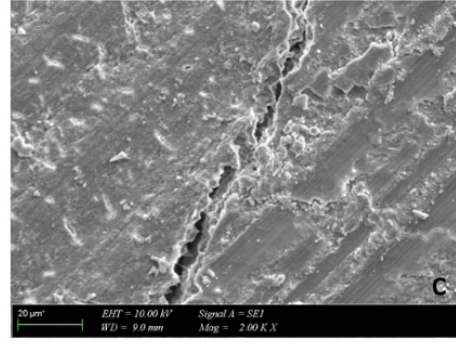
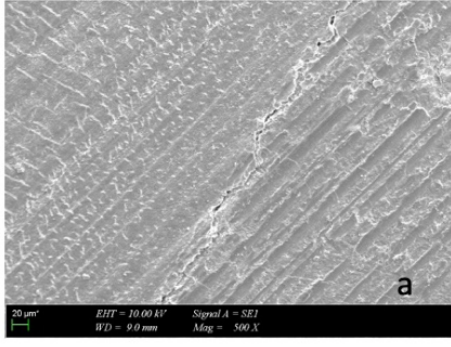
Grup IIB ve grup IV bağlanma yüzey uzunluğu açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p=0,417$).

Grup III ile grup IV bağlanma yüzey uzunluğu açısından grup III istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük bağlanma yüzey uzunluğu göstermiştir ($p<0,001$)(Tablo12).

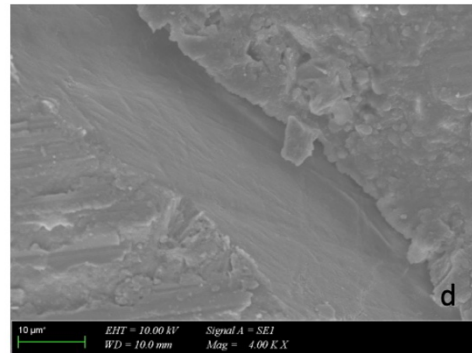
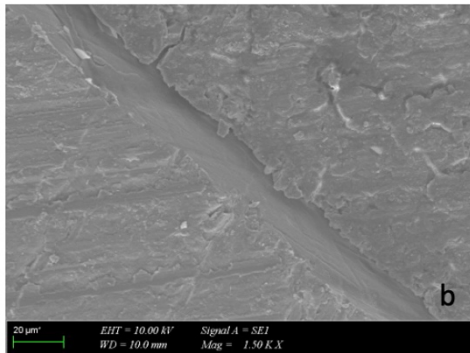
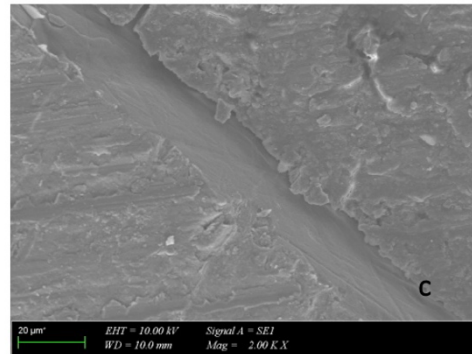
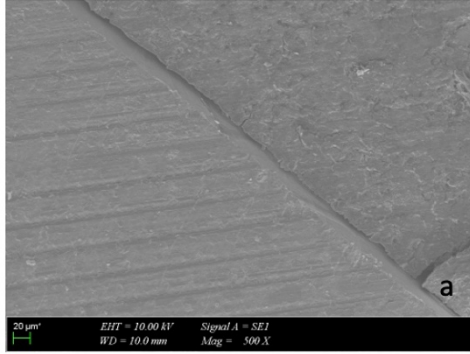
Tablo 12. Tüm bağlanma yüzey uzunluğu deney gruplarına ait istatistiksel farklılıkları belirten ‘p değerleri’

Gruplar	IA	IB	IIA	IIB	III	IV
IA		0,334	0,005**	0,008**	0,262	<0,001**
IB			<0,001**	<0,001**	0,876	<0,001**
IIA				0,859	<0,001**	0,527
IIB					<0,001**	0,417
III						<0,001**

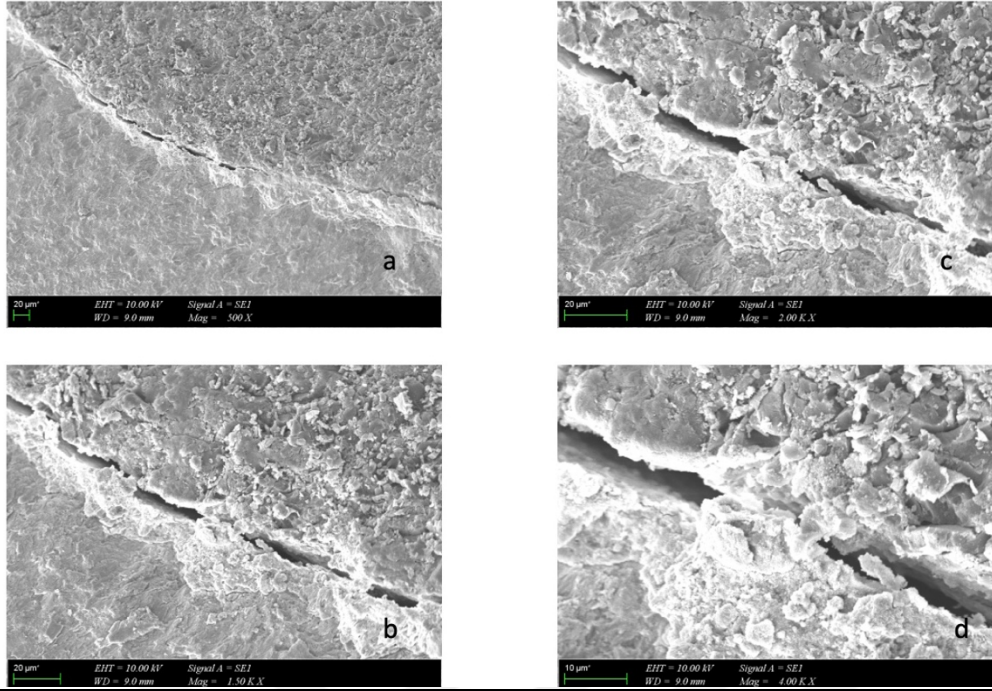
* $P<0,05$ düzeyinde anlamlı, Bonferroni testi



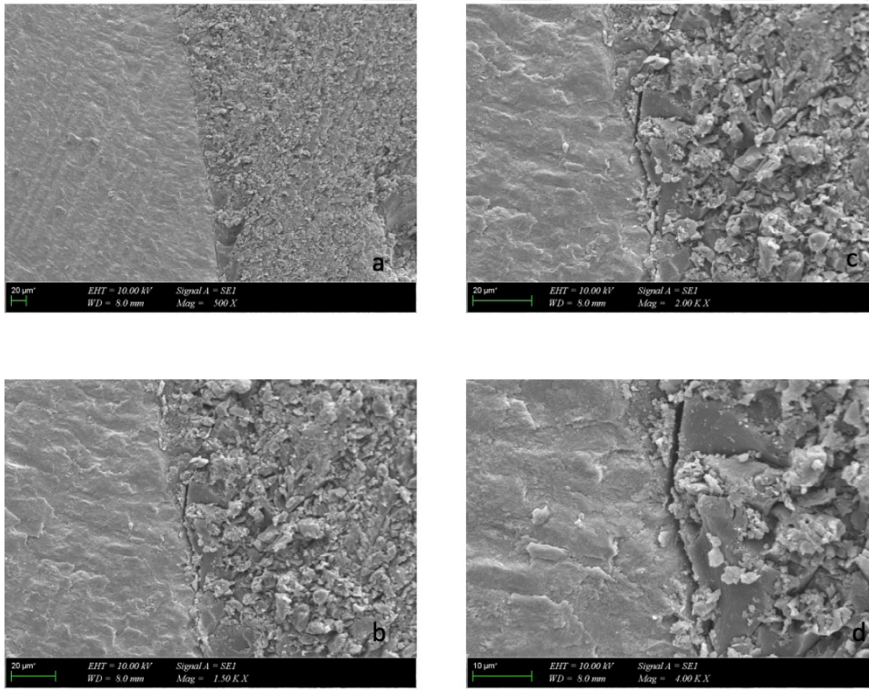
Şekil 36. Grup IA a)500x büyütülmüş sem görüntüsü b)1500x büyütülmüş sem görüntüsü c)2000x büyütülmüş sem görüntüsü d)4000x büyütülmüş sem görüntüsü.



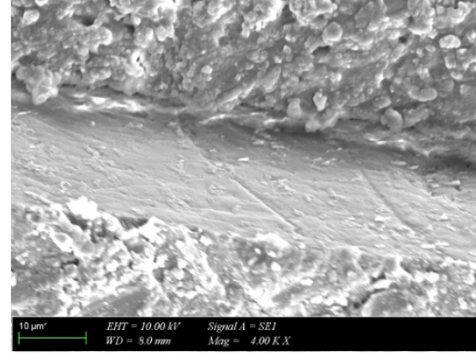
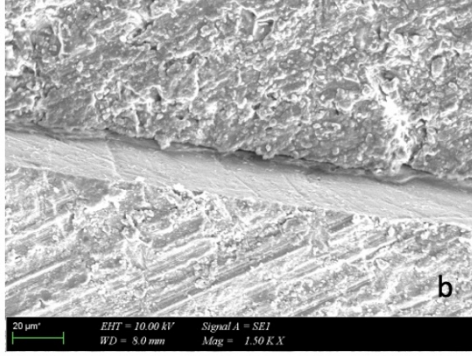
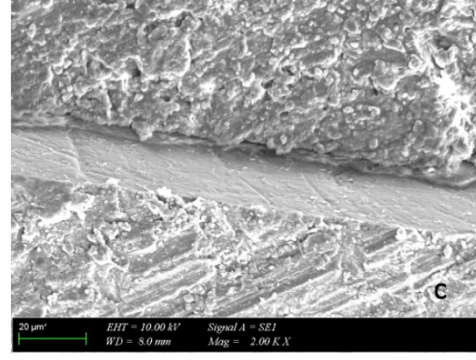
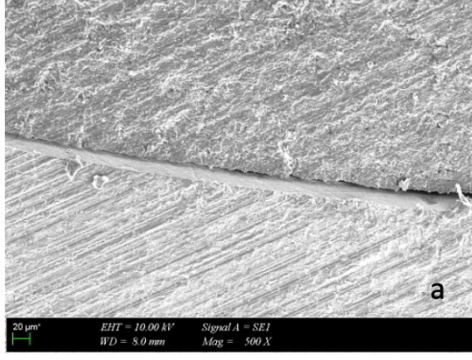
Şekil 37. Grup IB a)500x büyütülmüş sem görüntüsü b)1500x büyütülmüş sem görüntüsü c)2000x büyütülmüş sem görüntüsü d)4000x büyütülmüş sem görüntüsü.



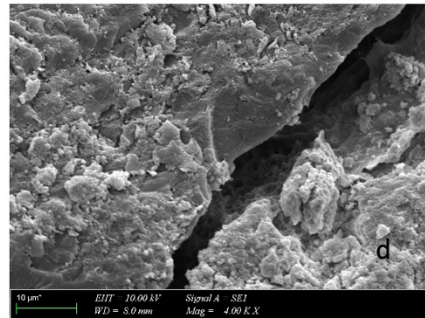
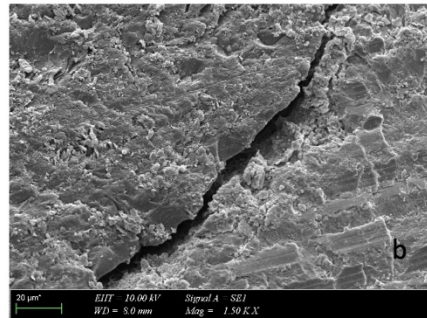
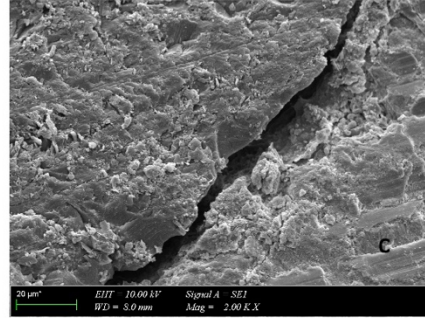
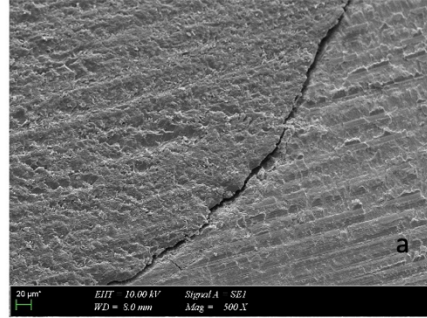
Şekil 38. Grup IIA a)500x büyütülmüş sem görüntüsü b)1500x büyütülmüş sem görüntüsü c)2000x büyütülmüş sem görüntüsü d)4000x büyütülmüş sem görüntüsü.



Şekil 39. Grup IIB a)500x büyütülmüş sem görüntüsü b)1500x büyütülmüş sem görüntüsü c)2000x büyütülmüş sem görüntüsü d)4000x büyütülmüş sem görüntüsü.



Şekil 40. Grup III a)500x büyütülmüş sem görüntüsü b)1500x büyütülmüş sem görüntüsü c)2000x büyütülmüş sem görüntüsü d)4000x büyütülmüş sem görüntüsü.



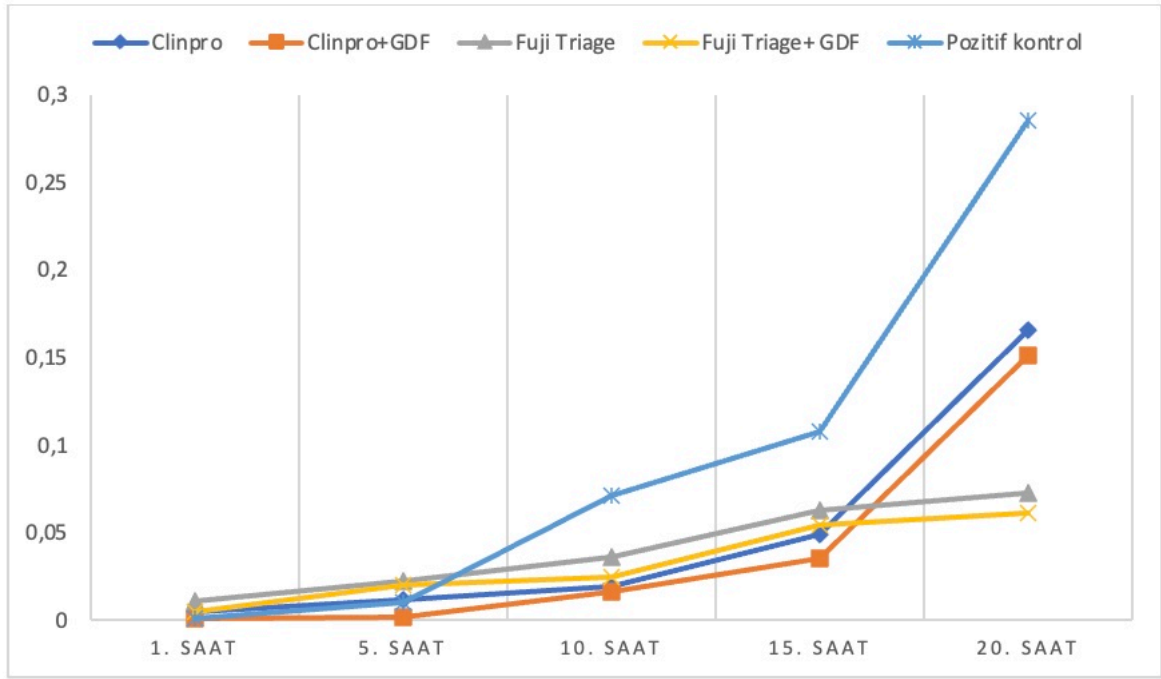
Şekil 41. Grup IV a)500x büyütülmüş sem görüntüsü b)1500x büyütülmüş sem görüntüsü c)2000x büyütülmüş sem görüntüsü d)4000x büyütülmüş sem görüntüsü.

6.3. Antibakteriyel İnceleme Doğrudan Temas Testi Deneyi Sonuçları

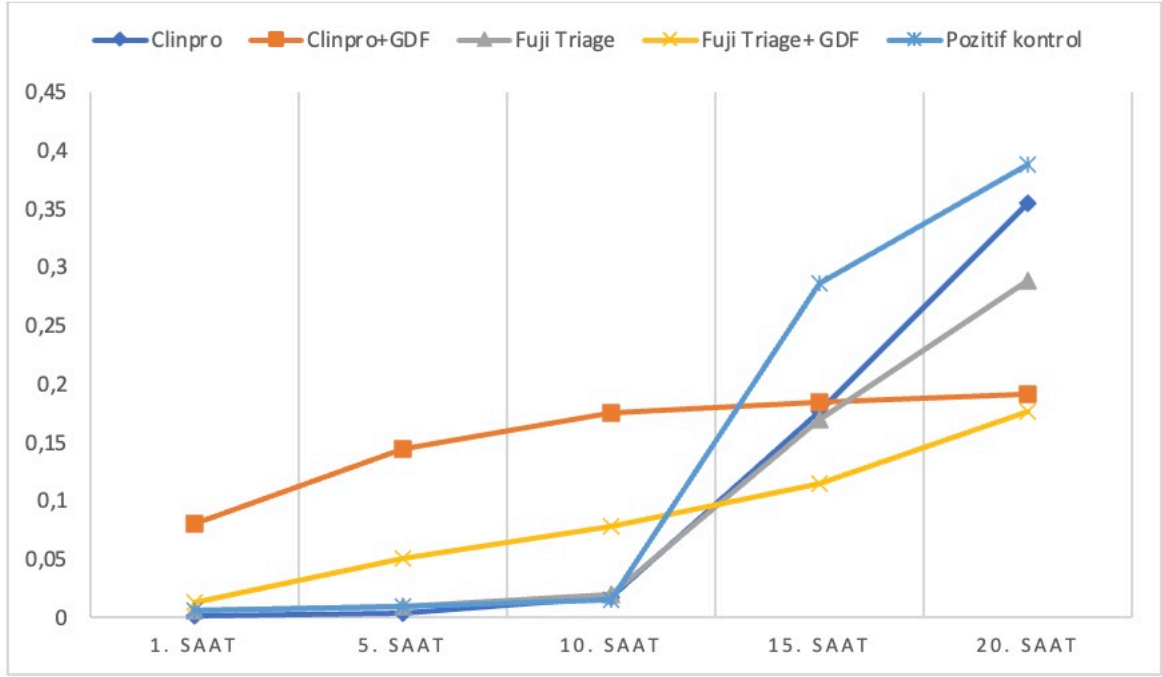
Fissür örtücü ve GDF materyallerinin antibakteriyel etkinliği spektrofotometrik olarak elde edilen OD bulgular ile değerlendirildi.

6.3.1. Fissür örtücü materyallerin *S. mutans* üzerine antimikrobik etkinliklerinin incelenmesi

Materyal gruplarının *S. Mutans* üzerine etkisi 1. gün ve 1. hafta 20. Saat ölçüm grafikleri şekil 42 ve şekil 43' te gösterilmiştir.



Şekil 42. Materyal gruplarının *S. Mutans* üzerine etkisi 1. gün 20 saat sürecinde OD ölçüm grafiği.



1. Hafta 20 saat ölçüm grafiği

Şekil 43. Materyal gruplarının *S. Mutans* üzerine etkisi 1. Hafta 20 saat sürecinde OD ölçüm grafiği.

S. Mutans üzerine antimikrobik etkisinin incelenmesi için oluşturulan tüm materyal grupların ortalama OD değerlerine ilişkin bulgular ve bulguların istatistiksel olarak karşılaştırılması Tablo13’de verilmiştir.

S. Mutans üzerine antimikrobik etkisinin incelenmesi için oluşturulan materyal gruplarında; Clinpro ile fuji triage ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($P=0,474$).

GDF solüsyonu var (+) yok (-) grupları arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde fark bulunmuştur. GDF solüsyonu (+) grubu, GDF solüsyonu (-) grubuna kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bir antimikrobiyal etkiye sahiptir ($P<0,001$).

1. Gün ve 1. Hafta arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($P=0,185$).

Tablo 13. *S. Mutans* üzerine antimikrobik etkisinin incelenmesi için oluşturulan materyal gruplarında ortalama, standart sapma ve ‘p değerleri’

Gruplar	N	Ort+-SS	P
Clinpro	118	278+-146	0,474
Fuji Triage	117	293+-173	
GDF (+)	120	389+-143	0,001**
GDF (-)	115	176+-88	
1. Gün	118	271,7+-157,2	0,185
1. Hafta	117	299,4+-163,9	

*p<0,05 düzeyinde anlamlı, Student t testi

S. Mutans üzerine antimikrobik etkisinin incelenmesi için oluşturulan materyal gruplarında 1. Gün ve 1. Hafta arası istatistiksel karşılaştırılması Tablo 14’te verilmiştir.

S. Mutans üzerine antimikrobik etkisinin incelenmesi için oluşturulan materyal gruplarında; Clinpro materyal gruplarının 1. Gün ve 1. Hafta arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Clinpro 1. Günde daha yüksek antibakteriyel etkinlik göstermiştir(P=0,003).

Fuji Triage materyal gruplarının 1. gün ve 1. Hafta arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır(p=0,421)

GDF solüsyonu olmayan grupların 1. Gün ve 1. Hafta arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. GDF solüsyonu olmayan grupların antibakteriyel etkinliği 1. Haftada azalmıştır(P=0,015).

GDF solüsyonu olan grupların 1. Gün ve 1. Hafta arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (P=0,480).

Clinpro materyal gruplarının gdf solüsyonu yok 1. Gün ve 1. Hafta gruplar arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Antibakteriyel etkinlik 1. Haftada azalmıştır(P<0,001).

Clinpro materyal gruplarının gdf solüsyonu var 1. gün ve 1. Hafta gruplar arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır(P=0,246).

Fuji Triage materyal gruplarının gdf solüsyonu yok 1. gün ve 1. Hafta gruplar arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($P=0,243$).

Fuji Triage materyal gruplarının gdf solüsyonu var 1. gün ve 1. Hafta gruplar arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($P=0,982$).

Tablo 14. *S. Mutans* üzerine antimikrobik etkisinin incelenmesi için oluşturulan materyal gruplarında 1. Gün ve 1. Hafta OD ölçümlerinin ortalama, standart sapma ve p değerleri.

GRUPLAR	Ort+-SS		P
	1. gün	1. hafta	
CLINPRO	238,4+-76,82	319+-185,7	0,003**
TRIAGE	306,1+-203,2	280,1+-138,03	0,421
GDF (-)	357,9+-162,7	421,61+-113,9	0,015**
GDF(+)	182,5+-80,3	170,8+-95,6	0,480
CLINPRO GDF(-)	288,2+-36	463+-132,3	<0,001**
CLINPRO GDF(+)	188,5+-74,1	164,8+-79,6	0,246
TRIAGE GDF (-)	427,6+-206	380,2+-73	0,243
TRIAGE GDF (+)	176+-87,3	176,6+-110	0,982

* $p<0,05$ düzeyinde anlamlı, Student t testi

Materyal gruplarının *S. Mutans* üzerine antimikrobik etkisinin incelenmesi için oluşturulan materyal gruplarında GDF solüsyonu uygulaması var (+) uygulaması yok (-) ortalama OD ölçümlerinin istatistiksel karşılaştırılması Tablo15'te verilmiştir.

Materyal gruplarının *S. Mutans* üzerine antimikrobik etkisinin incelenmesi için oluşturulan materyal gruplarında;

Clinpro materyal gruplarının gdf solüsyonu var yok gruplar arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. GDF solüsyonu varlığı Clinpro'nun antimikrobiyal etkinliğini yükseltmiştir ($P<0,001$).

Fuji Triage materyal gruplarının gdf solüsyonu var yok gruplar arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. GDF solüsyonu varlığı Fuji Triage materyal gruplarının antibakteriyel etkinliğini artırmıştır (**P<0,001**).

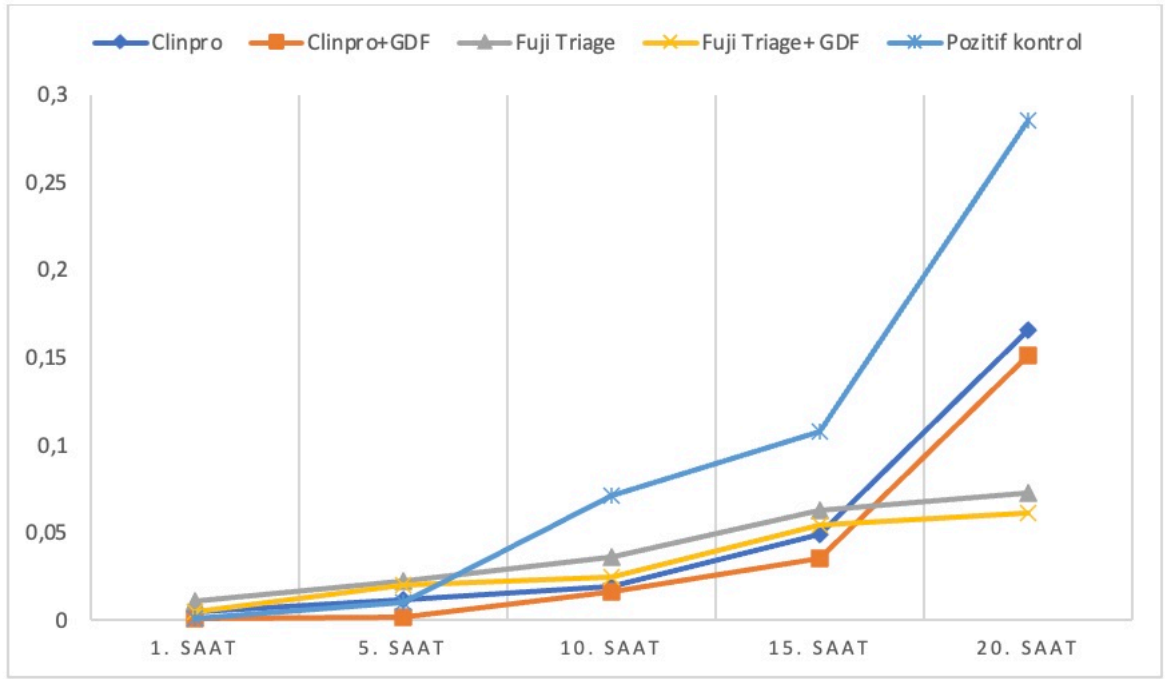
Tablo 15 .Materyal gruplarının *S. Mutans* üzerine antimikrobik etkisinin incelenmesi için oluşturulan materyal gruplarında GDF solüsyonu var(+) yok (-) ortalama OD ölçümlerinin istatistiksel karşılaştırılması

	GDF	N	Ort+-SS	P
CLINPRO	Yok	60	375,6+-130,6	<0,001**
	Var	58	177,1+-77,1	
TRIAGE	Yok	60	403,9+155,1	<0,001**
	Var	57	176,3+-98,6	

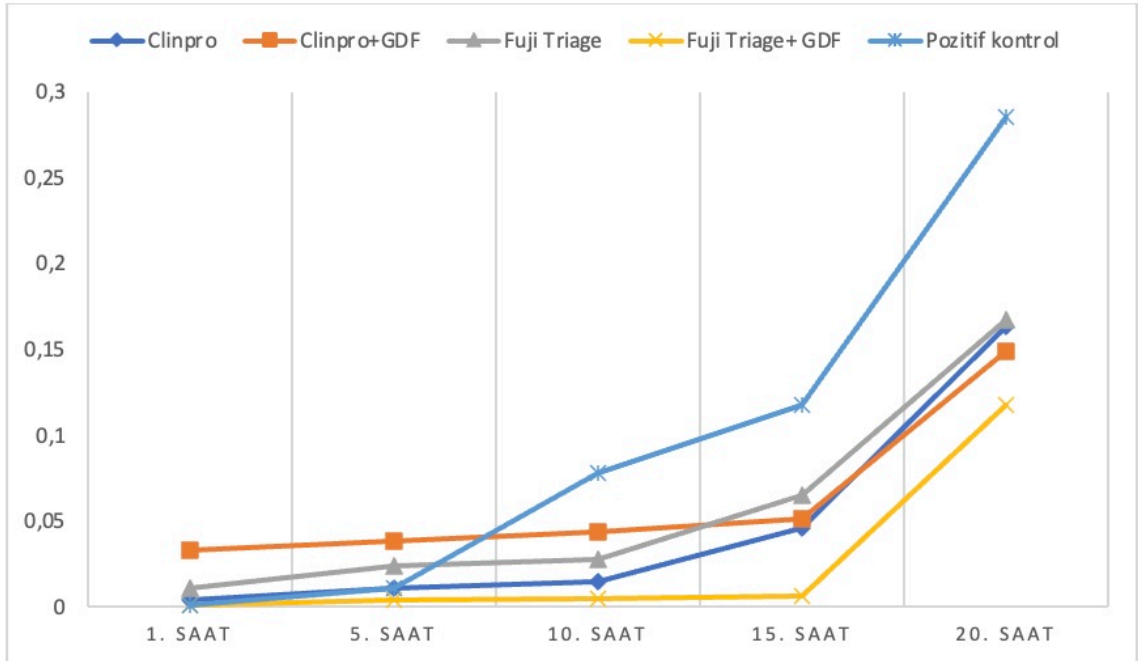
*p<0,05 düzeyinde anlamlı, Student t testi

6.3.2. Fissür Örtücü Materyallerinde *Lactobacillus Casei* Üzerine Antimikrobik Etkinliklerinin Değerlendirilmesi

Materyal gruplarının *Lactobacillus casei* üzerine etkisi 1. gün ve 1. hafta 20. Saat ölçüm grafikleri şekil 44 ve şekil 45’ te gösterilmiştir.



Şekil 44. Materyal gruplarının *Lactobacillus casei* üzerine etkisi 1. gün 20 Saat sürecinde OD ölçüm grafiği.



Şekil 45. Materyal gruplarının *Lactobacillus casei* üzerine etkisi 1. Hafta 20 saat sürecinde OD ölçüm grafiği.

Lactobacillus casei üzerine etkisinin incelenmesi için oluşturulan tüm materyal gruplarının ortalama OD değerlerine ilişkin bulgular ve bulguların istatistiksel olarak karşılaştırılması Tablo16’da verilmiştir.

Lactobacillus casei üzerine etkisinin incelenmesi için oluşturulan tüm materyal gruplarının; Clinpro ile fuji triage ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Fuji triage clinproya göre antibakteriyel etkinliği daha yüksektir (**P<0,001**).

GDF solüsyonu var(+) yok(-) grupları arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde fark bulunmuştur. GDF (+) grupları daha yüksek antibakteriyel etkinlik göstermiştir (**P=0,043**).

1. Saat ve 1. Hafta arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır(P=0,171).

Tablo 16. Materyal gruplarının *Lactobacillus casei* üzerine etkisinin incelenmesi için oluşturulan tüm materyal gruplarının ortalama, standart sapma ve ‘p değerleri’

Gruplar	N	Ort+-SS	P
Clinpro	120	210,6+-87,5	<0,001**
Fuji Triage	117	130,7+-74,2	
GDF (+)	120	159,4+-74,7	0,043**
GDF (-)	117	183,3+-103	
1.Saat	118	163,1+-101	0,171
1.Hafta	119	179,2+-78,1	

*p<0,05 düzeyinde anlamlı, Student t testi

Materyal gruplarının *Lactobacillus casei* üzerine etkisinin incelenmesi için oluşturulan tüm materyal gruplarının 1. Gün ve 1. Hafta arası istatistiksel karşılaştırılması Tablo 17’de verilmiştir.

Materyal gruplarının *Lactobacillus casei* üzerine etkisinin incelenmesi için oluşturulan tüm materyal gruplarının;

Clinpro materyal gruplarının 1.gün ve 1. Hafta arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır(p=0,227).

Fuji Triage materyal gruplarının 1.gün ve 1. hafta arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Fuji triage antimikrobiyal etkinlik 1. Haftada belirgin şekilde azalmıştır(**p<0,001**).

GDF solüsyonu olmayan grupların 1.gün ve 1. hafta arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. GDF solüsyonu olmayan gruplarda antibakteriyel etkinlik 1. haftada belirgin şekilde azalmıştır(**P<0,001**).

GDF solüsyonu olan grupların 1.gün ve 1. hafta arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır(p=0,287)

Clinpro materyal gruplarının gdf solüsyonu yok 1.gün ve 1. hafta gruplar arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır(p=0,101)

Clinpro materyal gruplarının gdf solüsyonu var 1.gün ve 1. hafta gruplar arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır(p=0.581).

Fuji Triage materyal gruplarının gdf solüsyonu yok 1.gün ve 1. Hafta gruplar arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Gdf solüsyonu olmayan gruplar antibakteriyel etkinlik 1. haftada azalmıştır (**p<0,001**).

Fuji Triage materyal gruplarının gdf solüsyonu var 1.gün ve 1. hafta gruplar arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır(p=0,259),

Tablo 17. Materyal gruplarının *Lactobacillus casei* üzerine etkisinin incelenmesi için oluşturulan tüm materyal gruplarının 1. Gün ve 1. Hafta OD ölçümlerinin ortalama, standart sapma ve p değerleri

GRUPLAR	Ort+-SS		P
	1.saat	1. hafta	
CLINPRO	220,3+-86,7	200,9+-88,1	0,227
TRIAGE	103,9+-78,5	157,1+-59,5	<0,001**
GDF (-)	133,6+-96,6	185,1+-23,7	<0,001**
GDF(+)	193,5+-97	173,2+-108,5	0,287
CLINPRO GDF(-)	214,6+-71,25	192,1+-16,8	0,101
CLINPRO GDF(+)	225,9+-100,7	209,8+-123,8	0,581
TRIAGE GDF (-)	52,6+-19,3	178,2+-27,6	<0,001**
TRIAGE GDF (+)	158,8+-81	135,3+-74,7	0,259

*p<0,05 düzeyinde anlamlı, Student t testi

Materyal gruplarının *Lactobacillus casei* üzerine etkisinin incelenmesi için oluşturulan tüm materyal gruplarının gdf solüsyonu uygulaması var (+) uygulaması yok (-) ortalama OD ölçümlerinin istatistiksel karşılaştırılması Tablo18’de verilmiştir.

Materyal gruplarının *Lactobacillus casei* üzerine etkisinin incelenmesi için oluşturulan tüm materyal gruplarının;

Clinpro materyal gruplarının gdf solüsyonu var (+) yok (-) gruplar arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır(p=0,367).

Fuji Triage materyal gruplarının gdf solüsyonu var (+) yok (-) gruplar arası ortalama OD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. GDF solüsyonu Fuji Triage materyalin antibakteriyel etkinliğini artırmıştır (**P=0,021**).

Tablo 18. Materyal gruplarının *Lactobacillus casei* üzerine etkisinin incelenmesi için oluşturulan tüm materyal gruplarının GDF solüsyonu var(+) yok (-) ortalama OD ölçümlerinin istatistiksel karşılaştırılması

	GDF	N	Ort+-SS	P
CLİNPRO	Var	60	203,3+-52,5	0,367
	Yok	60	217,8+-112,3	
TRIAGE	Var	60	115,4+67,5	0,021**
	Yok	57	146,9+-78,1	

*p<0,05 düzeyinde anlamlı, Student t testi

7. TARTIŞMA

Diş çürüğü, yiyecek artıkları ve bakterilerin retansiyonuna anatomik olarak daha yatkın olan pit ve fissür bölgelerinde daha sıklıkla görülmektedir. Pit ve fissür örtücü uygulanması, bu bölgelerde fiziksel bir bariyer oluşturur. Mineye adezyonu yüksek olan, antibakteriyel ve remineralizasyon içeriklere sahip pit ve fissür örtücüler güvenilir bir çürük önleme yöntemi olarak kabul edilmiştir (Yeolekar ve ark.,2015).

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 ve ark.,2004). Günümüzde rezin ve cam iyonomer esaslı fissür örtücüler sıklıkla kullanılmaktadır. Retansiyon açısından, cam iyonomer fissür örtücülerin, rezin esaslı fissür örtücülere kıyasla, diştten retansiyon kaybı yaşama riskinin 5 kat daha fazla olduğu bulunmuştur (AAPD,2023).

AAPD 2023 yılında yayınlanan klinik bildirisinde, çürük riski yüksek bireylerde fissür örtücülerin kullanımının artırılmasını vurgulamaktadır. Ayrıca, klinisyenlere risk değerlendirmesi yapmalarını kolaylaştıracak geçerli ve güvenilir bir araç geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir (AAPD,2023).

Güncel bir çürük önleyici ajan olan Gümüş Diamin Florürün (GDF), antibakteriyel özellikte olduğu, biyofilm oluşumunu engelleyerek çürüğün ilerlemesini durdurduğu ve remineralizasyonu kolaylaştırdığı bildirilmiştir (Nantanee, Santiwong, Trairatvorakul, Hamba ve Tagami, 2016). GDF solüsyonları, 1970’li yıllardan beri terapötik ajan olarak kullanılmaktadır (Yamaga ve ark.,1972). GDF, 2014 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nde FDA (Food and Drug Administration)’ın onayını almış, 2015 yılında ise satışa sunulmaya başlanmıştır (Horst ve ark., 2016).

GDF, antibakteriyel etkileri gümüşten ve remineralize edici etkileri florürden gelen, genç çocuklarda ve özel bakım ihtiyaçları olan kişilerde çürük lezyonlarının yönetimi için umut verici bir tedavi ajanıdır (Mei ve ark.,2013). Birçok in vitro çalışma, spesifik kariyojenik bakterileri azaltma etkinliğini ve mine ve dentin üzerindeki remineralizasyon potansiyelini belgelemiştir. GDF ayrıca biyofilm ile de etkileşime girerek, diş dokularını demineralize eden yerel çevresel dengesizliğe neden olan bakterileri öldürebilir (Mei ve ark.,2013; Chu ve ark.,2008).

7.1. Deneylere Hazırlık Aşamalarının Tartışılması

İn vitro çalışmalarda insan dişi yerine sığır dişlerinin kullanılabileceği bildirilmiştir (Mellberg, 1992). Sığır dişlerinin daha kolay ve fazla sayıda bulunabilmeleri, uniform mine kalınlığına sahip olmalarından dolayı örneklerin daha büyük hazırlanabilmeleri ve insan dişlerine göre varyasyonlarının az olması gibi avantajları bulunmaktadır. Fakat sığır dişleri yapı olarak daha pörözdür ve buna bağlı olarak demineralizasyon-remineralizasyona karşı daha duyarlıdır (Edmunds ve ark., 1988; Lynch ve Ten Cate, 2006). Sığır dişleri ile insan dişlerinde çürük lezyonlarının ilerleme hızlarını karşılaştıran bir çalışmada yapay olarak oluşturulan çürük lezyonlarının, sığır diş minelerinde ilerleme hızının daimi insan diş minelerine göre 3 kat daha fazla olduğu gösterilmiştir (Featherstone ve Rodgers, 1981). Yapılan bir çalışmada adeziv sistemlerin sığır dişi dentinine bağlanma dayanımlarının insan dişi dentinine bağlanma dayanımlarından daha düşük olduğu gösterilmiştir (Denys ve ark.,1990). Bu nedenle çalışmamızda gerçek değerlere en yakın sonuçlara ulaşabilmek için herhangi bir çürük, çatlak, hipoplazi içermeyen ve kök gelişimini tamamlamış olan çekilmiş insan 3. büyük azı dişleri kullanılmıştır

Çekilmiş insan dişleri üzerinde yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde; deneylere dahil edilen dişlerin seçilme kriterlerinde dişlerde çürük, çatlak ya da kırık olmamasına dikkat edilmiştir. Genellikle herhangi bir yaş sınırlaması kriterler arasına dahil edilmemiş olup; molar veya premolar dişleri üzerinde deneyler gerçekleştirilmiştir (Celiberti ve Lussi,2007;Zhou ve ark.,2012;Memarpour ve ark.,2019).

Bizim çalışmamızda; farklı nedenlerle (cerrahi, ortodontik vb.) çekim endikasyonu olan, çürüksüz, mine hipomineralizasyonu bulunmayan, mine yüzeyinde çekime bağlı defekt bulunmayan toplam 72 adet alt ve üst büyük azı dişi gönüllü onam formunu onaylayan kişilerden elde edilip kullanılmıştır.

Çekilen dişlerin deney zamanına kadar saklandığı koşullar ve geçen süre in vitro koşullarda yapılan çalışmaların sonuçlarını etkileyen önemli bir faktördür. Mine yapısının bozulmaması ve bakteriyel infiltrasyonun olmaması tüm solüsyonların temel amacıdır. Solüsyonlar genelde ayda bir değiştirilmektedir. Birçok araştırmada dişler; timol (Sfondrini ve ark.,2001) kloramin T (Dorminey ve ark.,2003), formaldehit (Pithon ve ark.,2016), yapay tükürük (Preira ve ark.,2013), salin (Sorel ve ark.,2002), distile su (Buyukyılmaz ve ark.,2003), etil alkol(Oztoprak ve ark.,2007) gibi solüsyonlar içerisinde bekletilmiştir. İn vitro çalışmalarda bakteriyel kontaminasyonun engellenmesi amacıyla dişlerin timol içeren distile su içerisinde saklanması

önerildiğinden (Attam ve ark.,2009), çalışmamızda dişler deney süresine kadar %0,1 timol içeren distile su içinde saklanmış ve çekimden sonra 3 ay içerisinde kullanılmıştır.

Güncel bir çürük önleyici ajan olan GDF, antibakteriyel özellikte olduğu, biyofilm oluşumunu engelleyerek çürüğün ilerlemesini durdurduğu ve remineralizasyonu kolaylaştırdığı bildirilmiştir (Nantanee, Santiwong, Trairatvorakul, Hamba ve Tagami, 2016). GDF solüsyonları, 1970'li yıllardan beri terapötik ajan olarak kullanılmaktadır (Yamaga ve ark.,1972). GDF, 2014 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde FDA (Food and Drug Administration)'ın onayını almış, 2015 yılında ise satışa sunulmaya başlanmıştır (Horst ve ark., 2016). GDF %10'luk, %12'lik %30'luk %38'lik gibi farklı konsantrasyonlarda kullanılabilir (Gao ve ark., 2016). Yapılan çeşitli derleme çalışmalarında çürüklerin önlenmesi ve başlamış çürük lezyonlarının durdurulması amacıyla kullanılması için %38'lik GDF solüsyonu önerilmektedir (Sharma ve Puranik, 2015; Horst ve ark., 2016; Gao ve ark., 2016).

GDF gibi minimal invaziv tedavi seçenekleri ile ilgili olarak toplumun farkındalığı ve talebi artmaktadır. GDF uygulamasından sonra diş yapısında kalıcı siyahımsı renk değişikliği uygulamanın önemli dezavantajlarından biridir. GDF ile tedavi edilen dişlerdeki siyahımsı renk değişikliğini gidermek ve maskelemek için çeşitli restoratif materyaller kullanılmıştır. Yapılan restorasyonlar yalnızca siyah renklenmeyi maskelemekle kalmayıp, kalan diş yapısının kırılma olasılığını ortadan kaldırmak, kaybedilen çiğneme fonksiyonunu dişlere geri kazandırmak gibi faydalar da sağlamaktadırlar. Amerikan Diş Hekimleri Birliği'nin çürük lezyonlar için restoratif olmayan tedavilere ilişkin mevcut klinik uygulama kılavuzlarında %38'lik GDF uygulaması da yer almakta ve sıklıkla restoratif tedavilerle birlikte kullanıldığına dikkat çekmektedir, ancak uygulanacak restorasyon çeşidi veya restorasyonun uygulanma zamanı hakkında öneride bulunmamaktadır (Slayton ve ark.,2018). Bu tez çalışmasında, %38'lik GDF uygulanmış daimi diş okluzal yüzeyi pit ve fissür üzerine farklı zamanlarda (GDF uygulamasından hemen sonra veya GDF uygulamasından bir hafta sonra) uygulanan iki farklı fissür örtücü materyalin antibakteriyel özellik, antibakteriyel, bağlanma yüzey uzunluğu değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

GDF uygulamasından sonra restorasyonun geciktirilmesinin daha iyi bir ağız sağlığı stratejisi sağlayabileceğini düşündürmekte olan çalışmalar bulunmaktadır (Ng ve ark.,2020- Aldosari ve Al-Sehaibany,2022). Ng ve arkadaşlarının CİS restorasyonun GDF'den hemen sonra ya da 1 hafta sonra yapılmasının bağlanma dayanımına etkisini de araştırdıkları çalışmada; en güçlü bağlanma dayanımı demineralize dentine GDF'den önce kavite hazırlayıcı uygulanan ve CİS'in

GDF uygulamasından 1 hafta sonra yapıldığı grupta bulunmuştur (Ng ve ark.,2020). Aldosari ve Al-Sehaibany'nin, GDF uygulamasından sonra restorasyonun hemen veya 1 hafta sonra yapılmasının bağlanma dayanımına etkisini araştırdıkları çalışmada; GDF uygulamasından 1 hafta sonra restorasyon yapılan gruplarda bağlanma dayanımı değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir (Aldosari ve Al-Sehaibany, 2022). Bizim çalışmamızda da Clinpro restorasyonunda, 1 hafta sonra mikrosızıntı değerinde azalma gözlenmiştir, ancak bu azalma anlamlı değildir.

Yapılan çalışmalarda GDF solüsyonu uygulanırken, iki farklı yöntem kullanılmıştır. Bazı çalışmalarda gümüş diamin florür uygulanıp yeterli süre beklenildikten sonra, yıkanarak fazla solüsyon uzaklaştırılırken (Quockve ark., 2012), bazı çalışmalarda ise yıkama işlemi yapılmamıştır (Chan ve ark., 2018). Bizim çalışmamızda %38'lik gümüş diamin florür solüsyonu üretici talimatlarına uygun şekilde 2-3 damla ürün bir mikro fırça yardımıyla dişin okluzal yüzeyindeki pit ve fissürlerine 1 dakika boyunca fırçayla aktif bir şekilde uygulandı. Yıkama yapılmadan örnekler kurutuldu.

Bu çalışmada cam iyonomer içerikli fissür örtücü ve rezin içerikli fissür örtücü (Fuji Triage ve Clinpro) kullanılmıştır. Aşınmaya karşı dayanıklıdır, diş yapısına kimyasal olarak bağlanır, gerçek bir cam iyonomer olarak diş benzeri bir termal genleşme katsayısına sahiptir ve etkileyici miktarlarda şarj edilebilir florür salar. Kapsüller şeklinde mevcuttur. Geriatrik ve pediatrik restorasyonlar (stres olmayan bölgeler) için uygun bir üründür ve ara restoratif onarımlar (IRM) için idealdir (Chan ve ark., 2018).

Çalışmamızda Fuji Triage uygulandıktan sonra örtücü yüzeyleri hidrasyon ve dehidrasyonun önlenmesi için GC Fuji Varnish ile izole edilmiştir. Ayrıca örtücülerin dehidrasyonunun önlenmesi için örnekler deneylerden önce ve deneyler sürecinde nemli ortamda saklanmıştır. Ancak Selecman ve arkadaşlarının, mikrosızıntı çalışmalarında Fuji Triage'in yüzeyini GC Fuji Varnish ile örtmelerine karşın benzer çatlakların oluştuğunu bildirmişlerdir.(Selecman ve ark.,2007). Bu nedenle Fuji Triage'in klinik uygulamaları esnasında, yüzeyinde oluşabilecek mikroçatlak riskinin ortadan kaldırılabilmesi için yüzeyinin vazelin veya GC Fuji Varnish yerine daha güçlü bir izolasyon ajanı ile örtülmesinin yararlı olacağı düşünülmüştür.

Çalışmamızda mikrosızıntı ve bağlanma yüzey uzunluğu inceleme testlerinde kullanılacak olan dişler, fissür örtücülerin uygulanıp polimerizasyonları tamamlandıktan sonra klinik koşulların laboratuvar ortamına taşınabilmesi amacıyla 24 saat süreyle 37 °C'de distile su içerisinde bekletilmiştir (Aranda ve ark., 2005; Powers ve Tate, 2005).

7.2. Mikrosızıntı Deneyinin Tartışılması

7.2.1. Mikrosızıntı deneyinin yönteminin tartışılması

Dental restorasyonlar ağız içerisinde sürekli olarak sıcaklık ve pH değişimlerine maruz kalmaktadır. Diş dokuları ve restoratif materyallerin ısısal genleşme katsayıları arasındaki farklılık nedeniyle diş-restorasyon arayüzünde zamanla mikro boşluklar oluşabilmekte ve buna bağlı olarak mikrosızıntı meydana gelebilmektedir (Tanrıverdi, Belli ve Alptekin, 1995; Wahab, Shaini ve Morgano, 2003). Mikrosızıntı çalışmalarının büyük çoğunluğunda ağız ortamındaki koşulların taklit edilebilmesi amacıyla örneklerle mekanik ya da termal siklus ile yaşlandırma işlemi uygulanmaktadır (Taylor ve Lynch, 1992; Tiritoglu, 1994; Alani ve Toh, 1997; Koyutürk ve ark., 2008). Yaşlandırma işlemi için en sık tercih edilen yöntem termal siklus olup ağız ortamında oluşan sıcak ve soğuk aşırı uç değerler taklit edilerek, diş ve restoratif materyal arasındaki ısı genleşme katsayılarından kaynaklanan sorunların ortaya çıkarılmasına ve gerçeğe en yakın sızıntı değerlerinin elde edilmesine çalışılmaktadır (Tiritoglu, 1994). Yaşlandırma işleminin test sonuçlarına etkisi konusunda farklı görüşler mevcuttur. Bir grup araştırmacı termal siklus işleminin fissür örtücülerin mikrosızıntısını etkilemediğini savunmaktadır (Xalabarde ve ark., 1998; Nalçacı ve ark., 2007). Buna karşın termal siklus ve mekanik yükleme işlemlerinin, fissür örtücülerin mikrosızıntısını anlamlı düzeyde arttırdığı; bu nedenle mikrosızıntı çalışmaları planlanırken, deneylerin doğruluk payının artırılması amacıyla mutlaka yaşlandırma işlemi uygulanmasının gerektiğini belirten çok sayıda çalışma mevcuttur (Duangthip ve Lussi, 2003a; Duangthip ve Lussi, 2003b; Pardi ve ark., 2006; Ganesh ve Shobha, 2007; Lupi-Pegurier ve ark., 2007; Askarizadeh ve ark., 2008; Asselin ve ark., 2008; Koyutürk ve ark., 2008).

Ağız ortamındaki en soğuk ve en sıcak derecelerin yansıtılabilmesi amacıyla termal siklus esnasında uygulanan sıcaklık değerleri 0-68 °C arasında değişmekte olup genellikle 5-55 °C arasındaki sıcaklık değişimlerinin kullanıldığı gözlenmektedir (Duangthip ve Lussi, 2003a; Duangthip ve Lussi, 2003b; Pardi ve ark., 2006; Ganesh ve Shobha, 2007; Lupi-Pegurier ve ark., 2007; Askarizadeh ve ark., 2008; Asselin ve ark., 2008). Termal siklus esnasında uygulanan termal döngü sayısı da değişmektedir (Mandras ve ark., 1991).

Termal siklus yönteminde kullanılan banyoların sıcaklığı, inkübasyon zamanı, banyolar arası transfer zamanı veya siklusun tekrar sayısı ile ilgili bir standart bulunmamaktadır ve

mikrosızıntının değerlendirildiği çalışmalarda bu değerler ile ilgili çok geniş bir skala bulunmaktadır (Gale ve ark.,1999).

Gorseta ve arkadaşlarının self adeziv fissür örtücü, geleneksel fissür örtücü ve cam iyonmer fissür örtücülerin mikrosızıntı üzerine etkilerini değerlendirdikleri in vitro çalışmalarında; fissür örtücü uygulanmış diş örneklerine, inkübasyon zamanı 10 sn, transfer zamanı 5 sn olacak şekilde 5°C ve 55°C'lik banyolarda toplam 1800 devirlik termal siklus uygulamışlardır.(Gorseta ve ark.,2019).Vijayakumar ve arkadaşlarının florür salan pit ve fissür örtücülerin mikrosızıntı değerlerini inceledikleri in vitro çalışmalarında, fissür örtücü uygulanmış diş örneklerine, inkübasyon zamanı 30 sn olacak şekilde 5°C, 37°C ve 55°C'lik banyolarda toplam 500 devirlik termal siklus uygulamışlardır. (Vijayakumar ve ark.,2019). Memarpour ve arkadaşlarının fissür örtücülerin içeriğine katılan nanohidroksiapatit partiküllerin mikrosızıntı ve remineralizasyon üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, demineralize edilmiş ve fissür örtücü uygulanmış diş örneklerine, inkübasyon zamanı 30 sn, transfer zamanı 15 sn olacak şekilde 5°C ve 55°C'lik banyolarda toplam 1000 devirlik termal siklus uygulamışlardır.(Memarpour ve ark.,2019) Hatırlı ve arkadaşlarının, farklı fissür örtücü materyallerinin termal siklus ve fırçalama simülasyonu sonrası mikrosızıntı ve penetrasyon derinliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında; fissür örtücü uygulanmış diş örneklerine, inkübasyon zamanı 100 sn, transfer zamanı 5 sn olacak şekilde 5°C ve 55°C'lik banyolarda toplam 1000 devirlik termal siklus uygulamışlardır.(Hatırlı ve ark.,2018). Celiberti ve arkadaşlarının yapay ve doğal mine çürüklerine uygulanan fissür örtücünün penetrasyon kabiliyeti ve mikrosızıntı özelliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında; diş örneklerine, inkübasyon zamanı 30 sn olacak şekilde 5°C ve 55°C'lik banyolarda toplam 5000 devirlik termal siklus uygulamışlardır (Celiberti ve ark.,2007)

Bizim çalışmamızda da Celiberti ve arkadaşlarının çalışmalarına benzer şekilde (Celiberti ve ark.,2007) fissür örtücü uygulanmış diş örneklerine, oral kavitedeki termal değişikliklerin taklit edilebilmesi amacıyla inkübasyon zamanı 15 saniye, transfer zamanı 15 saniye olacak şekilde 5°C ve 55°C'lik banyolarda toplam 5000 devirlik termal siklus uygulanmıştır ve Thermocycler (THE-1100, SD Mechatronik GmbH, Almanya) cihazı kullanılmıştır.

Ağız ortamında nispeten uzun dönemde gerçekleşen ısısal değişimleri daha iyi yansıtabilmek amacıyla bu çalışmada termal siklus devir sayısı, Memarpour ve arkadaşlarının (Memarpour ve ark.,2019) çalışmalarında örneklere uygulanan termal siklus devir sayısından daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Fissür örtücülerin altında gerçekleşebilen mikrosızıntının değerlendirilmesini amaçlayan in vitro çalışmalarda bakteri penetrasyon testleri, radyoizotop yöntemleri, kimyasal ajanların

kullanımı, SEM ve boya penetrasyon testlerinden faydalanılmaktadır. Restorasyon uygulanmış dişin boyar maddeye daldırılarak, rezin materyal ile diş sert dokusu arasındaki mikrosızıntı gerçekleşmiş bölgelerde renklenme gözlenmesi esasına dayanan boya penetrasyon testi, mikrosızıntının değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde, %0.5'lik bazik fuksin, %1-2'lik metilen mavisi ve %50'lik gümüş nitrat, boyar madde olarak en sık tercih edilen materyallerdir (Yavuz ve ark.,2013). Ayrıca eritrosin (%2), Rodamin B (%0.2), toluidin mavisi (%0.25), anilin mavisi (%2), kristal viyole (%0.05) ve floresan (%2-20) boya ları da kullanılabilir (Crim,1981; Mathis ve ark.,1990).

Marks ve arkadaşlarının fissür örtücülerin dental adezivlerle birlikte kullanımının mikrosızıntı ve penetrasyon derinliği üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında; termal siklus sonrasında diş örneklerinin apikal uçları boya penetrasyonunu önlemek amacıyla mumla kapatılmış, diş örnekleri fissür örtücülerin 1 mm çevresinden 2 kat tırnak cilasıyla kaplanmıştır. Hazırlanan örnekler %1'lik metilen mavisi içeren boya solüsyonunda, oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. Boya solüsyonundan çıkarılan örnekler yıkanıp kurutularak akrilik bloklara gömülmüş, su soğutması altında yüksek hızlı elmas testere ile 3 parçaya ayrılmıştır. Elde edilen 4 yüzey, ışık mikroskobu altında 40x büyütme ile iki farklı araştırmacı tarafından skorlanmıştır (Marks ve ark.,2009). Nahvi ve arkadaşlarının self etch fissür örtücülerin ve geleneksel fissür örtücülerin adeziv sistemlerle birlikte kullanımının mikrosızıntı üzerine etkilerini etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında; termal siklus sonrasında diş örneklerinin apikal uçları boya penetrasyonunu önlemek amacıyla mumla kapatılmış, diş örnekleri fissür örtücülerin 1 mm çevresinden 2 kat tırnak cilasıyla kaplanmıştır. Hazırlanan örnekler %5'lik metilen mavisi içeren boya solüsyonunda, oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. Boya solüsyonundan çıkarılan örnekler yıkanıp kurutularak akrilik bloklara gömülmüş, su soğutması altında yüksek hızlı elmas testere ile 2 parçaya ayrılmıştır. Elde edilen 2 yüzey, stereomikroskop altında 40x büyütme ile tek bir araştırmacı tarafından skorlanmıştır (Nahvi ve ark.,2018). Hatırlı ve arkadaşlarının farklı fissür örtücü materyallerin termal siklus ve fırçalama simülasyonu sonrası mikrosızıntı ve penetrasyon derinliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında; termal siklus ve fırçalama simülasyonu sonrasında diş örneklerinin apikal uçları boya penetrasyonunu önlemek amacıyla mumla kapatılmış, diş örnekleri fissür örtücülerin 1 mm çevresinden 2 kat tırnak cilasıyla kaplanmıştır. Hazırlanan örnekler %0,5'lik bazik fuksin solüsyonunda, oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. Boya solüsyonundan çıkarılan örnekler yıkanıp kurutularak, su soğutması altında yüksek hızlı elmas testere ile 3 parçaya ayrılmıştır. Elde edilen 4 yüzey, stereomikroskop altında 40x büyütme ile tek bir araştırmacı tarafından skorlanmıştır (Hatırlı ve ark.,2018)

Bizim çalışmamız da ölçümlerin hızlı olması, kullanılan boyanın ucuz olması, tekniğin kimyasal reaksiyon veya radyasyon içermemesi gerekçesi ile mikrosızıntının değerlendirilmesinde boya penetrasyon testinden faydalanılmıştır. Termal siklus sonrasında diş örnekleri fissür örtücülerin 1 mm çevresinden 2 kat tırnak cilasıyla kaplanmıştır. Hatırlı H ve arkadaşlarının 2018 yılındaki çalışmalarına benzer şekilde, hazırlanan örnekler %0,5'lik bazik fuksin solüsyonunda, oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. Boya solüsyonundan çıkarılan örnekler yıkanıp kurutularak, su soğutması altında yüksek hızlı elmas testere ile 2 parçaya ayrılmıştır. Elde edilen örnekler stereomikroskop altında 25x büyütme ile tek bir araştırmacı tarafından skorlanmıştır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, mikrosızıntının belirlenmesinde kullanılan birkaç farklı skorlama yöntemi olduğu görülmüştür.

Prabakar ve arkadaşları, Hatırlı ve arkadaşları ve Marks ve arkadaşları, yaptıkları çalışmalarda, kesit aldıkları dişlerden elde ettikleri yüzeylerdeki mikrosızıntı değerlerini, Blackwood ve arkadaşlarının ve Overbo ve arkadaşlarının önerdikleri skorlama sistemine göre puanlamışlardır. Bu sistemde, incelenen yüzeylerde gözlenen boya penetrasyonunun derinliğine göre 0, 1, 2 ve 3 mikrosızıntı puanları verilmiştir. Boya penetrasyonu gözlenmiyorsa 0, boya penetrasyonu fissür derinliğinin üst yarısında gözleniyor"sa 1, boya penetrasyonu fissür derinliğinin alt yarısında gözleniyor ancak fissür tabanını içermiyorsa 2, boya penetrasyonu fissür tabanında gözleniyorsa 3 değerleri kaydedilmiştir.(Prabakar ve ark.,2020;Hatırlı ve ark.,2018;Marks ve ark.,2009;Blackwood ve ark.,2002;Overbo ve ark.,1990)

Gorseta arkadaşları ve Nahvi ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarda, kesit aldıkları dişlerden elde ettikleri yüzeylerdeki mikrosızıntı değerlerini, Williams ve Winter kriterlerine göre skorlamışlardır. Gorseta ve ark.,2019;Nahvi ve ark.,2018)Bu kriterler doğrultusunda, diş yüzeyi ile fissür örtücü arasında hiç boya penetrasyonu gözlenmiyorsa 0, diş yüzeyi ile fissür örtücü arasındaki yüzey uzunluğunun 1/3'ünden daha azında boya penetrasyonu varlığı gözleniyorsa 1, diş yüzeyi ile fissür örtücü arasındaki yüzey uzunluğunun 1/3'ünden daha fazla, 2/3'ünden daha azında boya penetrasyonu varlığı gözleniyorsa 2, diş yüzeyi ile fissür örtücü arasındaki yüzey uzunluğunun 1/3'ünden daha azında boya penetrasyonu varlığı gözleniyorsa 3 değerleri kaydedilmiştir. Küçükyılmaz ve arkadaşları ile Celiberti ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalarda, kesit aldıkları dişlerden elde ettikleri yüzeylerdeki mikrosızıntı değerlerini, boya penetrasyonu gerçekleşen kısımların uzunluğunu diş ve fissür örtücü arasındaki tüm yüzeyin uzunluğuna oranlayarak ifade etmişlerdir. (Küçükyılmaz ve ark.,2016; Celiberti ve ark.,2007)

Bu çalışmada; kesit alınan diş örneklerinden elde edilen yüzeylerin mikrosızıntı değerleri, Gorseta ve arkadaşlarının ile Nahvi ve arkadaşlarının çalışmalarında kullandıkları Willims ve Winter kriterlerine göre skorlanmıştır. (Gorseta ve ark.,2019; Nahvi ve ark.,2018)

7.2.2. Mikrosızıntı ve bağlanma yüzey uzunluğu deney bulgularının tartışılması

Bizim çalışmamızda, gümüş diamin florür (GDF) uygulamasının ardından farklı fissür örtücü materyallerin mikrosızıntı ve bağlanma yüzeyi uzunluğu üzerindeki etkileri değerlendirildi. Bulgularımız, bağlanma yüzeyi uzunluğunun fazla olduğu durumlarda bağlanmanın zayıf, yüzey adaptasyonunun yetersiz olduğunu ve bunun mikrosızıntıyı artırabileceğini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, literatürde bildirilen bazı çalışmalarla hem uyumlu(Haznedaroğlu ve ark.,2012;Fröchlich ve ark.,2019) hem de çelişkili (Gupta ve ark., 2019; Uzel ve ark.,2013) bulunmuştur.

Çalışmamızda, Fuji Triage kullanılan ve GDF uygulanmayan örneklerde düşük mikrosızıntı değerleri bulunurken, bağlanma yüzey uzunluğu değerlerinin yüksek olması, bağlanma ve yüzey adaptasyon mekanizmalarının farklı boyutlarını yansıtan çelişkili bir sonuç ortaya koymaktadır. Fuji Triage, cam iyonmer esaslı bir materyal olarak kimyasal bağlanma ile dokulara bağlanmaktadır. Ancak GDF'nin mine yüzeyinde oluşturduğu kimyasal değişimlerin, özellikle florid iyonlarının ve gümüş bileşiklerinin yüzey pürüzlülüğünü artırarak bağlanmayı olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir. Frencken ve arkadaşları cam iyonmer materyallerin nemli ortamlarda ve yüzey hazırlığı gerektiren durumlarda bağlanma etkinliklerinin azaldığı bildirilmiştir (Frencken ve ark., 2010; Ngo ve ark., 2006). Bağlanma başarısının yalnızca mikrosızıntı değerleriyle ölçülmediğini ve bağlanma yüzeyi uzunluğu gibi diğer parametrelerin de dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Çalışmamızda, rezin esaslı fissür örtücü uygulanan örnekler en düşük bağlanma yüzey uzunluğunu göstermiştir (medyan: 2561 µm). Bu durum, rezin esaslı olan örtücülerin mine yüzeyiyle daha iyi bir bağlanma sağladığını göstermektedir. Resin esaslı materyaller, mine yüzeyine mekanik ve mikroskobik düzeyde penetrasyon sağlayarak daha güçlü bir bağ oluşturabilir. GDF uygulamasının ardından yüzeyin hazırlanması için fosforik asit jeli kullanılması, yüzeyin bağlanma özelliklerini iyileştirerek daha güçlü bir yapışma sağlamış olabilir. Bu sonuç, rezin esaslı fissür örtücülerin bağlanma performansının yüksek olduğunu gösteren literatürle uyumludur (Tao ve ark., 2021; Vasquez ve ark., 2012).

GDF uygulaması sonrası bekleme süresi bağlanma performansını etkileyen önemli bir faktör olarak gözlemlenmiştir. Grup IB (GDF sonrası 1 hafta bekleme) ve Grup IA (GDF sonrası 5

dakika bekleme) karşılaştırıldığında, Grup IB’de bağlanma yüzey uzunluğu daha düşük bulunmuştur. Bu sonuç, GDF uygulamasından sonra geçen sürenin, yüzey reaksiyonlarının stabilize olmasına ve daha iyi bir bağlanma sağlayan bir yüzey oluşturmaya olanak tanıdığını göstermektedir. Bekleme süresinin bağlanma performansı üzerindeki bu olumlu etkisi, özellikle rezin esaslı fissür örtücü daha belirgin olabilir. Mei ve arkadaşları GDF'nin rezin bazlı fissür örtücülerle uyumlu şekilde kullanılabileceği, ancak cam iyonomer bazlı materyallerin bağlanma performansının yüzey hazırlığına daha bağımlı olduğu bildirilmiştir (Mei ve ark., 2013; Knight ve ark., 2006). Ayrıca, rezin esaslı materyallerin mekanik bağlanma özellikleri sayesinde, GDF’nin yüzeyde oluşturduğu değişimlerden daha az etkilendiği belirtilmiştir (Tao ve ark., 2021).

Osama ve arkadaşları 2024 yılında yaptıkları çalışmalarında mikrosızıntı testi için %38 GDF uygulanmış dentin grubu ile kontrol grubu arasında mikrosızıntı ölçümleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını bulmuştur (Osama ve ark.,2024). Bu bulgular, GDF uygulamasının mikrosızıntı üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmadığını göstermektedir. Benzer şekilde Quock ve arkadaşları 2018 yılında ekskavatör ile temizlenen daimi birincil molar dişlere %38 GDF uygulanıp cam iyonomer siman ile restore ettikleri çalışmalarında %38 GDF solüsyonunun mikrosızıntı açısından anlamlı fark olmadığı ve mikrosızıntı oranları üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığını bulmuştur (Quock ve ark.,2018).

Soliman ve arkadaşları %38 GDF solüsyonu uygulanmış grup ve kontrol grubu arasında mikro sızıntı açısından anlamlı bir fark olmadığını ve rezin modifiye cam iyonomer siman ile restore edilen süt dişlerinin sızdırmazlığı üzerinde bir etkisi bulunmadığı sonucuna varmıştır (Soliman ve ark.,2021).Çalışmamızda ise, GDF uygulamasının özellikle Fuji Triage ve Clinpro Sealant gibi materyallerle mikrosızıntı değerlerini artırdığı bulunmuştur. Özellikle, GDF uygulanan gruplarda mikrosızıntı skorlarının kontrol gruplarına göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Hassanen ve arkadaşlarının 2022 yılında yaptığı çalışmalarında GDF uygulanmayan cam iyonomer grubunda mikrosızıntı değerlerinde oklüzal yüzeyde (758.77 ± 69.65) daha yüksek bir ortalama değer kaydedilirken bu değer gingival yüzeyle (643.74 ± 83.77) karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlıydı (Hassanen ve ark.,2022). Çalışmada cam iyonomer bazlı materyallerin daha düşük mikrosızıntı değerleri sunduğu raporlanmıştır. Cam iyonomerlerin, hidrofilik yapıları ve fluor salınım özellikleri sayesinde daha düşük mikrosızıntıya neden olduğu belirtilmiştir. Hassanen, rezin esaslı fissür örtücülerde fosforik asit aşındırma işleminin mikrosızıntıyı azalttığını, ancak cam iyonomerlerin bu işlem olmaksızın bile benzer sonuçlar

sunduğunu göstermiştir. Bizim çalışmamızda da cam iyonomer bazlı fissür örtücülerin, rezin esaslı örtücülere kıyasla daha düşük mikrosızıntı sunduğu gözlemlenmiştir.

Mei ve arkadaşlarının 2021 yılında yaptığı çalışmada, GDF'nin, hem bakteriyel penetrasyonu hem de sıvı infiltrasyonunu engelleyen uzun süreli bir bariyer oluşturduğunu ve mikrosızıntıyı azalttığını bildirmiştir. Mei ve arkadaşları GDF'nin uzun süreli etkisini vurgulamış ve cam iyonomer bazlı materyallerle uyumlu olduğunu bulmuşlardır (Mei ve ark.,2021). Ancak, çalışmamızda Grup IB (GDF + Fuji Triage, 1 hafta sonra) ve Grup IIB (GDF + Clinpro, 1 hafta sonra) gruplarında, mikrosızıntı skorlarının Fuji Triage'ın tek başına kullanıldığı Grup III'ten daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum, GDF'nin zamanla yüzeydeki etkisinin azalabileceğini veya fissür örtücü ile entegrasyon süresinin önemli bir faktör olduğunu düşündürmektedir.

Borges ve arkadaşlarının 2020 yılında yaptığı çalışmada GDF'nin fissür örtücü uygulamalarından önce kullanıldığı durumlarda mikrosızıntıyı artırabileceğini, bunun yüzey hazırlama protokollerine bağlı olabileceğini rapor etmişlerdir (Borges ve ark.,2020). Yüzeyde kalan GDF kalıntıları, özellikle rezin esaslı fissür örtücülerle yapılan uygulamalarda bağlanma başarısını olumsuz etkileyebilir (Borges ve ark.,2020). Bu bulgu, çalışmamızda GDF uygulanan rezin esaslı fissür örtücülerde daha yüksek mikrosızıntı değerlerinin bulunması ile uyumludur.

Dina ve arkadaşlarının 2020 yılında yaptığı çalışmada GDF' nin cam iyonomer restorasyonun (Fuji IX) mikrosızıntısı ve kesme bağlanma kuvveti üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. 1. Grup GDF ile tedavi edilen ve ardından cam iyonomer restorasyon yapılan örnekleri içerirken 2. Grup GDF uygulanmadan cam iyonomer restorasyon yapılan örnekleri içerdi. Mikrosızıntı analizinde her iki yüzeydeki her iki grup karşılaştırıldığında, en yüksek ortalama değer, oklüzal yüzeyde GDF uygulanmamış cam iyonomer grubunda (758.77 ± 69.65) kaydedildi. En düşük değer ise gingival yüzeyde GDF uygulanmış cam iyonomer grubunda (109.12 ± 5.58) kaydedildi. GDF uygulanmasının mikrosızıntıyı önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir. Özellikle GDF uygulanmış gruplarda mikrosızıntı değerleri uygulanmamış gruplara göre çok daha düşük bulunmuştur (Dina ve ark.,2020) Bizim çalışmamızda da bu çalışmanın sonuçlarından farklı olarak GDF uygulamasının mikrosızıntı skorlarını arttırdığı bulunmuştur.

Pérez-Hernández ve arkadaşlarının pit ve fissür örtücünün diş minesine bağlanması ve mikrosızıntısında GDF'nin etkisini belirlemek için yaptığı çalışmada; 120 çürüksüz veya başlangıç çürüğü olan molar dişleri rastgele 4 gruba ayrılmıştır. Grup 1 ve 3'e önce GDF

uygulamasından sonra fissür örtücü uygulaması, Grup 2 ve 4'e ise doğrudan fissür örtücü uygulaması yapılmıştır. Grup 1 ve 2'de bağlanma dayanımı ölçülmüş, Grup 3 ve 4 mikrosızıntı testine tabi tutulmuştur. GDF'li numunelerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunmadığı belirtilmiştir. GDF uygulanmayan örneklerin %81,6'sında, GDF uygulanan örneklerin ise %47'sinde mikrosızıntı gözlenmiş ve bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak, fissür örtücü uygulamasından önce GDF uygulanmasının bağlanma kuvvetlerini artırdığı, mikrosızıntıyı ise azalttığı vurgulanmıştır (Perez-Hernandez ve ark.,2018). Bu bulgular, GDF uygulamasından sonra fissür örtücü uygulamasının geçerli bir tedavi kararı olduğunu ve estetik açıdan küçük bir değişiklikle çürüklerin minimal invaziv tedavisi olarak daha kolay ve etkili bir seçenek olabileceğini, ayrıca bunun gelecekteki araştırmalar için bir konu olabileceğini öne sürmektedir. Bizim çalışmamızda Grup III (Fuji Triage), diğer gruplara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Fuji Triage'ın hidrofilik yapısı ve cam iyonomer esaslı materyallerin nem toleransı, bu grupta mikrosızıntının azalmasında önemli bir rol oynamış olabilir. Özellikle Grup IB (Fuji Triage + GDF uygulamasından 1 hafta sonra) ve **Grup IIB** (Clinpro + GDF uygulamasından 1 hafta sonra) gruplarında mikrosızıntı skorlarının daha düşük olduğu görülmüştür. Bu bulgu, GDF'nin mine yüzeyinde zamanla daha kararlı bir yapı oluşturduğunu ve bu yapının fissür örtücülerin bağlanmasını olumlu etkilediğini göstermektedir. GDF'nin diş yüzeyinde bir direnç tabakası oluşturduğu ve bu tabakanın hem mikrosızıntıyı azalttığı hem de bağlanma kuvvetini artırdığı bildirilmiştir (Pérez-Hernández ve ark., 2018). Ancak, bu etkinin, rezin esaslı materyallerle cam iyonomer esaslı materyallere kıyasla daha düşük olduğu düşünülmektedir. Buna karşın, GDF'nin kısa süre içinde uygulandığı gruplar olan Grup IA (Fuji Triage + GDF uygulamasından 5 dk sonra) ve Grup IIA (Clinpro + GDF uygulamasından 5 dk sonra), istatistiksel olarak daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Bu bulgu, GDF'nin uygulama sonrası hemen fissür örtücüyle kaplanmasının mine yüzeyinde optimal bağlanma için yeterli hazırlığı sağlamadığına işaret etmektedir. Ayrıca, GDF'nin içeriğinde bulunan amonyak ve gümüş iyonlarının, rezin esaslı fissür örtücülerin bağlanma mekanizmasını olumsuz etkileyebileceği bildirilmiştir (Pérez-Hernández ve ark., 2018).

Uzel ve arkadaşlarının 2013 yılında yaptıkları çalışmada GDF solüsyonu uygulanmayan kontrol grubu ile %38 GDF solüsyonu uygulanan deney grubu arasında mikrosızıntı açısından önemli bir fark bulunmamıştır (Uzel ve ark., 2013). Bu bulgu, GDF'nin mikrosızıntı üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını öne sürmektedir. Ancak, çalışmamızda Fuji Triage kullanılan ve GDF uygulanmayan grup, mikrosızıntı açısından en başarılı sonuçları göstermiştir. Bu

durum, GDF'nin bazı materyallerle kombinasyonunda yüzey bağlanmasını olumsuz etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Mei ve arkadaşları 2016 yılında yayınlanan *in vitro* çalışmalarında küçük azı dişlerinde dört grup oluşturulmuş, GDF'nin cam iyonomer ve kompozit restorasyon materyalleri üzerindeki etkisi sekonder çürük oluşumu açısından değerlendirilmiştir. Çalışmada, termal siklus sonrası dişler 28 gün boyunca bakteri içeren çözeltilerde bekletilmiştir. Sonuç olarak GDF uygulamasının kompozit ve cam iyonomer restorasyon materyallerinin sekonder çürük oluşumunu azaltarak restorasyon dayanıklılığını arttırdığını tespit etmişler (Mei ve ark.,2016). Bizim çalışmamızda, GDF uygulamasının özellikle rezin esaslı materyallerde mikrosızıntı skorlarını artırdığı tespit edilmiştir.

Ballıkaya ve arkadaşlarının yaptığı hipomineralize molarların (MIH) başlangıç çürük lezyonlarının gümüş diamin florür (SDF) veya gümüş modifiye atramatik restoratif tedavi (SMART) yöntemleriyle yönetimini değerlendiren bir yıllık prospektif, randomize klinik çalışma da 12 aylık takipte, SMART uygulamalarında %88,7 oranında başarılı retansiyon elde edilmiştir. Ancak kenar renklenmesi sıkça görülmüş ve mikro sızıntı ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte, renklenmenin genellikle restorasyon başarısızlığına işaret etmediği belirtilmiştir(Ballıkaya ve ark.,2021).Bizim çalışmamız da Fuji Triage kullanılan Grup III'te mikrosızıntının en düşük olduğu gözlemlenmiştir. SMART çalışmasında da cam iyonomer simanın (Equia Forte) güçlü retansiyon sağladığı belirtilmiştir. Bu benzerlik, cam iyonomer materyallerin mikro sızıntıyı azaltma potansiyelini vurgular. SMART çalışmasında kullanılan Equia Forte, mikromekanik bağlanma ve flor salınımı ile mikro sızıntıyı azaltmada etkili bir yöntem olarak tanımlanmıştır. Çalışmamızdaki Fuji Triage materyali ile elde edilen düşük mikro sızıntı değerleri, bu bulgularla uyumludur ve Fuji Triage'ın düşük mikro sızıntı skorları ile SMART çalışmasındaki Equia Forte'nin güçlü performansı, cam iyonomer siman bazlı materyallerin mikro sızıntıyı azaltmada etkinliğini göstermektedir.

Unverdi ve arkadaşlarının hipomineralize molarlar (MIH) üzerinde gümüş diamin florür + potasyum iyodür (SDF + KI) ve Gümüş Modifiye Atraumatik Restoratif Teknik (SMART) uygulamalarının üç yıllık klinik sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmada SMART uygulaması (SDF + KI + GIC), SDF + KI'ya göre daha yüksek bir çürük önleme oranı sunmuştur. Çürük önleme oranları, 12. ayda: Her iki grupta %100, 36.ayda: SDF + KI için %65,4, SMART için %94,7 bulunmuştur. 18. aydan sonra her iki grup için de hassasiyet gözlemlenmemiştir.

SMART uygulamasında 12. ayda %88,7, 36. ayda %66,6 oranında tutunma başarısı elde edilmiştir (Unverdi ve ark.,2024).Çalışmamızdaki Fuji Triage ile yapılan uygulamalarda en düşük mikrosızıntı değerleri elde edilmiştir. SMART çalışmasında da cam iyonomer simanın etkinliği (Equia Forte ile %66,6 retansiyon oranı) uzun vadede mikro sızıntının düşük olduğunu destekler niteliktedir.

Mikrosızıntı skorlarının düşük olduğu gruplarda (tezinize göre Grup III ve SMART çalışmasında SMART grubu), hem materyalin hem de tekniğin etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bizim çalışmada, fissür örtücü materyallerin mikrosızıntı düzeyleri ve farklı uygulama protokollerinin mikrosızıntıya etkisi detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Mikrosızıntı, fissür örtücü materyallerin başarısını belirlemede önemli bir parametre olup, çürük riskini azaltmada kritik rol oynamaktadır.

Al-Jobair 'in 2013 yılında yaptığı in vitro çalışmada rezin bazlı (Clinpro) ve cam iyonomer bazlı (Fuji Triage) fissür örtücü materyaller farklı kontaminasyon koşullarında uygulandığında (kuru, tükürük, su, tükürük kontaminasyonu sonrası hava ile kurutma) mineye penetrasyonları ve adaptasyonları elektron mikroskobu (SEM) analizi yardımıyla karşılaştırılmıştır. Kuru ortamlarda ikisi arasında penetrasyon ve adaptasyon açısından istatistiksel bir fark yok iken nemli ortamlarda cam iyonomer bazlı fissür örtücünün daha iyi penetre olduğu ve fissürlere adaptasyonuun daha iyi olduğu gözlenmiştir (Al-Jobair, 2013). Çalışmamız Fuji Triage'ın GDF sonrası düşük mikrosızıntı değerleriyle benzer bir üstünlük gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ancak Clinpro Sealant'ın GDF uygulaması sonrası artan mikrosızıntı değerleri, bu materyalin bağlanma mekanizmalarının GDF'nin etkilerine karşı daha duyarlı olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, fissür örtücü seçimi yapılırken hem materyal özelliklerinin hem de klinik uygulama koşullarının dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.Bizim çalışmamızda özellikle cam iyonomer esaslı fissür örtücüde düşük mikrosızıntıya rağmen bağlanma yüzey uzunluğunun fazla olması, cam iyonomer esaslı materyallerin yüzeyi doldurma kapasitesine rağmen bağlanma stabilitesinin yetersiz olduğunu düşündürmektedir.Rezin esaslı fissür örtücülerde daha dar bağlanma yüzeyi uzunluğu bulunmuştur. Resin esaslı materyallerin hidrofobik yapısı, bağlanma yüzeyiyle homojen bir bütünleşme sağlamasını destekler. Ancak bu materyallerde bağlanma yüzeyi uzunluğunun kısa olması, daha iyi bir yüzey adaptasyonu ile ilişkilendirilebilir.Özellikle Grup IIA (Clinpro + GDF uygulamasından 5 dk sonra)'da, GDF uygulaması sonrası rezin esaslı fissür örtücünün bağlanma performansını olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir. Bu durum, GDF'nin yüzeyde oluşturduğu reaksiyon tabakasının bağlanma mekanizmasına engel olmasıyla açıklanabilir.

GDF uygulanan gruplarda (Grup IA,IB,IIA,IIB) bağlanma yüzey uzunluğunun artması, GDF'nin diş yüzeyinde reaksiyona girerek düzensiz bir tabaka oluşturmasıyla ilişkili olabilir. Bu tabaka fissür örtücünün mine yüzeyine homojen bir şekilde bağlanmasını engelleyerek bağlanma yüzeyi uzunluğunu artırmış olabilir. Bu durum özellikle GDF uygulanan rezin esaslı gruplarda daha belirgin olmuştur.

Prabahar ve arkadaşlarının 2022 yılında yaptığı çalışmada rezin bazlı bir fissür örtücü (Clinpro), kimyasal sertleşen düşük viskoziteli ve yüksek flor salınlı cam iyonomer bir fissür örtücü (GC Fuji Triage), ve pit ve fissür örtücü olarak kullanılan bir akışkan kompozit (Filtek Z350 XT) değerlendirilmiştir. Mikrosızıntı düzeyleri ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarında en az mikrosızıntı Filtek Z350 XT'de, ardından Clinpro ve en yüksek mikrosızıntı ise GC Fuji Triage kapsülünde gözlenmiştir. Bizim çalışmamızın sonuçları GDF uygulanmamış fuji triage grubunda en düşük mikrosızıntı skorları göstermiştir. Bu farklılıklar, Uygulama teknikleri ve ortam koşullarının malzeme performansı üzerinde belirgin etkisi olduğu belirtilmiştir. Mikrosızıntı sonuçlarının bu tekniksel değişkenlere duyarlıdır.

Wang ve arkadaşlarının 2020 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, farklı restoratif cam iyonomer simanların mikrosızıntı seviyeleri ve ısı uygulamasının bu mikrosızıntı üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada dört farklı cam iyonomer siman türü kullanılmıştır: geleneksel cam iyonomer (GC Fuji IX), rezin modifiye cam iyonomer (GC Fuji II LC), yüksek viskoziteli cam iyonomer (GC EQUIA Fil) ve cam karbomer (GCP Glass Fill). Her bir materyal, kontrol grubu ve 20, 40, 60 saniye ısı uygulaması yapılan gruplar olarak dört alt gruba ayrılmıştır. Termal siklus işlemi sonrasında mikrosızıntı değerlendirmesi yapılmıştır. Wang ve arkadaşları, cam iyonomer simanların dentin yüzeyine yüksek adeziv özellik sunduğunu ve nem toleransı sayesinde mikro boşluk oluşumunu engellediğini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da Fuji Triage'ın düşük mikrosızıntı değerleri, bu materyalin nemli ortam koşullarında dahi başarılı kenar uyumu sağladığını destekler niteliktedir. Özellikle Fuji Triage'ın uzun süreli flor salınımı, restorasyon kenarlarında antibakteriyel etkinliği artırarak mikrosızıntıyı önlemeye katkıda bulunabilir (Wang ve ark.,2020). Çalışmamızda Grup III'teki düşük mikrosızıntı skorları da bu bulgularla uyumludur.

Ganesh ve Shobha 2017 yılında yaptıkları in vitro çalışmada rezin bazlı fissür örtücü (Concise) ve cam iyonomer bazlı fissür örtücü(Fuji VII) mikrosızıntı değerlerini karşılaştırmışlar ve mikrosızıntı açısından rezin bazlı materyallerin daha iyi sızdırmazlık özelliğinin olduğunu rapor etmişlerdir (Ganesh ve Shobha, 2007). Ancak bizim çalışmamızda, Fuji Triage kullanılan

grup (Grup III), düşük mikrosızıntı değerleri ile ön plana çıkmıştır. GDF'nin cam iyonomer ve rezin bazlı materyaller üzerindeki farklı etkileri, klinik uygulamalarda materyal seçiminde dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir.

Bizim çalışmamızla benzer sonuçları olan bir çalışma da Küçükyılmaz ve arkadaşları farklı içerikli cam iyonomer fissür örtücülerin (Fuji Triage, Fuji VII EP, GCP Seal) mikrosızıntılarını karşılaştırdıklarında, gruplar arasında en az mikrosızıntı Fuji Triage grubunda en fazla mikrosızıntı ise GCP Seal grubunda görülmüştür. Mikrosızıntının cam karbomer simanlarda daha fazla olmasını yetersiz mikromekanik bağlanmaya ve diğer materyallere göre akışkanlığının daha az olması ile açıklamışlardır (Küçükyılmaz ve ark.,2017).

Garrocho Rangel ve arkadaşlarının deproteinizasyon tekniği kullanılarak ve kullanılmadan fissür örtücü materyali uygulanmış dişlerin mikrosızıntı ve retansiyon başarıları karşılaştırmıştır. Fissür örtücü retansiyon başarı oranı her iki grupta aynı olmasına rağmen deproteinizasyon uygulanmış grubun mikrosızıntı değerleri daha az olduğu rapor edilmiştir. Bu uygulamanın mikrosızıntıya etkisi olduğunu vurgulanırken, fissür örtücü retansiyonuna bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir (Garrocho-Rangel ve ark., 2015). Yüzey hazırlık tekniklerinin mikrosızıntıyı azaltmadaki etkisini ortaya koyarken, bizim çalışmamız GDF'nin benzer bir etkiye sahip olup olmadığını sorgulamaktadır. Bizim çalışmamız da GDF uygulanan gruplarda mikrosızıntı değerlerinin artmış olduğu görülmüştür. Her iki çalışmada, yüzey hazırlık yöntemleri ve materyal seçiminin mikrosızıntı üzerinde kritik bir etkiye sahip olduğunu vurgulamaktadır.

Şimşek Derelioğlu ve arkadaşlarının 2014 yılında yaptığı çalışmada Rezin (Grandio Seal) ve cam iyonomer (Fuji Triage) içerikli fissür örtücülerin mikrosızıntı değerleri incelenmiş ve en yüksek mikrosızıntı değerlerinin cam iyonomer grubunda görüldüğü ifade edilmiştir (Simsek Derelioğlu ve ark.,2014). Bazı çalışmalarda cam iyonomer içerikli fissür örtücü materyallerin rezin içerikliye göre anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı görüldüğü belirtilmektedir (Profundidade,2005; Ashwin ve ark.,2007). Çalışmamızda, cam iyonomer esaslı Fuji Triage'ın mikrosızıntı değerlerinin düşük olması, bu bulgularla uyumlu bulunmuştur.

7.3. Antibakteriyel Etkinliğin Değerlendirilmesi

Oral kavitedeki mikrobiyata besin kaynağı, nem, ısı ve bakteriyel popülasyonun gelişebileceği yüzey varlığı açısından oldukça zengindir; mikrobiyatadaki dengesizlikler bakteriyel biyofilm oluşumu artırabilmektedir.

Streptokok türlerinin özellikle *Streptococcus mutans* ve *Streptococcus sobrinus*'un çürük lezyonunun başlangıcı ile laktobasil türlerinin ise çürük lezyonunun ilerlemesi ile ilişkili olduğu; *Streptococcus mutans*'ın dental biyofilm içinde bulunduğu ve çürük lezyonu için primer etkili ajan olduğu bildirilmektedir. *Streptococcus mutans*'ın glukozil transferaz enzimi ile ekstrasellüler glukan sentezleme yeteneği biyofilm oluşumu açısından önem taşımakta ve *Streptococcus mutans* diş çürüğü oluşumunda kritik virülans faktör olarak kabul edilmektedir (Walter ve ark.,2007; Li ve ark., 2009; Penmetsa ve ark., 2014). Asit üretme kapasitesine sahip olan laktobasillerin asidik ortamda büyüüp canlı kalabilme yetenekleri bulunduğu ve bazı türlerinin homolaktik fermentasyon ile laktik asit üretimi, diğer türlerinin ise heterolaktik fermentasyon ile laktik asit, karbondioksit, asetik asit ve etanol oluşturdıkları belirtilmektedir (Badet ve Thebaud ,2008).

Bu çalışmada, dental materyallerin antibakteriyel özelliklerini değerlendiren birçok çalışmaya benzer şekilde (Matalon ve ark.,2005; Beyth ve ark., 2006; Penmetsa ve ark., 2014; Yalcın ve ark., 2014) *Streptococcus mutans* ve laktobasil türlerinden *Lactobacillus casei* bakterilerinin standart suşları kullanıldı.

Diş hekimliğinde kullanılan materyallerin antibakteriyel etkinliklerinin değerlendirilmesinde agar difüzyon testi, doğrudan temas testi, planktonik çoğalma inhibisyon testi ve in vitro enfekte dentin yöntemi gibi farklı yöntemler kullanılabilir (Matalon ve ark. 2003; Naorungroj ve ark. 2010; Shanmugaavel ve ark. 2015).

Antibakteriyel etkinliğin doğrudan temas testi yöntemi ile analiz edildiği çalışmalarda, mikroorganizma ve materyalin doğrudan ve tam teması sağlanmakta ve mikroorganizmanın canlılığı incelenmektedir. Temas genişliğinin boyutuna hassas olmayan ve tekrarlanabilir özellik gösterebilen doğrudan temas yöntemi ile suda eriyemeyen materyallerin nicel değerlendirilmesi gerçekleştirilmekte, çok sayıda türün aynı plak üzerinde standart ölçümlerinin yapılarak mikrobiyal çoğalmanın görüntülenmesi sağlanmaktadır (Weiss ve ark. 1996; Hegde ve ark. 2008). Doğrudan temas testi kullanılarak yapılan çalışmalarda spektrofotometre cihazı ile turbidometrik ölçümlerle elde edilen veriler farklı dalga boylarında değerlendirilebilmektedir (Lewinstein ve ark. 2005; Beyth ve ark. 2006; Matalon ve ark. 2012;

Penmetsa ve ark. 2014; Yalcin ve ark. 2014). Bizim çalışmamızda, fissür örtücü materyallerin antibakteriyel etkinliği Penmetsa ve arkadaşlarının uyguladıkları yöntemle (Penmetsa ve ark. 2014) benzer olarak doğrudan temas testi yöntemi ile ölçülmüştür.

Antibakteriyel aktivitelerin araştırıldığı çalışmalar incelendiğinde ölçüm yapılan zamanlarda farklılıklar bulunduğu görülmektedir. Bazı araştırmacılar kısa süreli OD incelerken (Sampath ve ark., 2011; Yalçın ve ark., 2014; Koriyucu ve ark., 2015), bazı araştırmacılar uzun süreli OD ölçümü yapmışlardır (Lewinstein ve ark. 2005; Matalon ve ark. 2005; Hegde ve ark. 2008; Penmetsa ve ark. 2014). Bizim çalışmamızda da fissür örtücülerin 1. Saat ve 1. hafta antibakteriyel özellikleri değerlendirildi. *Streptococcus mutans* standart suşu bulunan örneklerde 1. Saat ve 1. hafta sonunda 21 saat boyunca antibakteriyel etkinlik; *Lactobacillus casei* standart suşu bulunan örneklerde 1. Saat 1.hafta sonunda 21 saat boyunca antibakteriyel etkinlik mikropleyt spektrofotometre cihazında (MS4-Maxiread96, MaxiLab Biotechnology) turbidometrik (optik yoğunluk- OD) olarak 630 nm'lik dalga boyunda ölçüldü ve kaydedildi.

Çalışmamızda, GDF'nin antibakteriyel etkileri *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus casei* gibi çürük oluşumunda önemli rol oynayan bakterilere karşı değerlendirilmiştir. GDF'nin güçlü antibakteriyel özelliklere sahip olduğunu ve bu etkinin fissür örtücü materyal türüne ve uygulama protokollerine bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. Clinpro grubunda GDF uygulanan ve uygulanmayan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). GDF'nin var olduğu durumda antibakteriyel etkinlikte belirgin bir artış görülmektedir. GDF'nin Clinpro ile kullanımı, bakteriyel inhibisyonda daha güçlü bir etki sağlamıştır. Triage grubunda da GDF uygulanan ve uygulanmayan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). Triage ile GDF kullanımı, antibakteriyel etkinliği önemli ölçüde artırmıştır. Her iki materyalde de GDF uygulanması, bakteriyel inhibisyon açısından anlamlı bir iyileşme sağlamıştır. Bu durum, GDF'nin çürük oluşumunda rol oynayan *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus casei* gibi bakterilere karşı etkin bir antibakteriyel ajan olduğunu doğrulamaktadır. GDF uygulandığında ise her iki materyal de benzer antibakteriyel etkinlik seviyelerine ulaşmıştır GDF'nin her iki materyal ile birlikte kullanımı, antibakteriyel etkinliği artırarak çürük riskini azaltabilir.

Karaduran ve arkadaşlarının 2024 yılında yayınladığı çalışmada, gümüş diamin florür (GDF), GDF/potasyum iyodür (GDF/KI) ve nanosilver florür (NSF) çözeltilerinin *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus casei* üzerindeki antibakteriyel etkileri değerlendirilmiştir. Çalışma, disk difüzyon testleri ve çift tür biyofilm modelleri kullanılarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar konfokal lazer taramalı mikroskopi (CLSM) ve taramalı elektron mikroskopisi (SEM) ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, GDF ve GDF/KI'nin *S. mutans* ve *L. casei*'ye karşı belirgin antibakteriyel

aktivite gösterdiğini, NSF'nin ise daha düşük etkinlik sergilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca, GDF'nin antibakteriyel etkinliğinin KI eklenmesiyle azalmadığı belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde *S. mutans* ve *L. casei* üzerinde GDF'nin güçlü antibakteriyel etkinliği bulunmuştur.

Alessa ve arkadaşlarının yaptıkları gümüş diamin florür ve florür verniğin antibakteriyel etkinliğini değerlendirdikleri çalışmada, özellikle %38 GDF uygulamasının *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus acidophilus* üzerindeki etkinliğini ortaya koymuştur. Çalışmada, GDF grubunun antibakteriyel etkinlik açısından florür verniğine göre anlamlı derecede üstün olduğu ve kontrol grubunda hiçbir inhibisyon gözlenmediği belirtilmiştir. Bu çalışmada bizim çalışmamız ile paralel olarak GDF'nin üstün bir antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu bulunmuştur (Alessa ve ark.,2024).

Chakraborty ve arkadaşlarının, 2021 yılında yayınlanan klinik çalışmalarında; %38'lik GDF solüsyonunun tükürükte varolan *S. mutans* üzerindeki antimikrobiyal etkinliğini değerlendirmişlerdir. Çalışmaya 3-10 yaş arasında yer alan, sınıf I veya sınıf II kavitasyonlu ART tekniğinin uygulanabileceği en az iki diş çürüğüne sahip süt veya sürekli dişleri olan ve herhangi bir sistemik hastalığı olmayan 20 adet çocuk hasta dahil edilmiştir. Hastalardan tedavi öncesinde tükürük örneği alınmış sonra %38'lik GDF solüsyonu uygulamasını takiben ART tekniği ile dişler restore edildikten hemen sonra, 1., 3. ve 6. ayda tekrar tükürük örnekleri toplanılmıştır. Yapılan değerlendirmenin sonucunda GDF'nin tükürükteki *S. mutans* koloni sayısını azalttığı ve hem bakterisidal hem de bakteriostatik etkilere sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Chakraborty ve ark.2021). Bizim çalışmamızda, GDF'nin in vitro ortamda *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus casei* üzerindeki etkinliği test edilmiş ve GDF'nin bakteri süspansiyonlarında benzer şekilde güçlü antibakteriyel etkiler gösterdiği bulunmuştur. Bu, GDF'nin hem klinik hem de in vitro ortamlarda etkili bir antibakteriyel ajan olduğunu göstermektedir. Çalışmamızda, GDF'nin antibakteriyel etkisinin 1. gün ve 1. hafta ölçümleri arasında anlamlı bir değişiklik göstermemesi ($p > 0.05$), GDF'nin uzun süreli koruma sağladığını desteklemektedir. Bu bulgu, Chakraborty ve arkadaşlarının GDF'nin kalıcı bir antibakteriyel etki sağladığı sonucuyla uyumludur.

Mei ve arkadaşlarının 2013 yılında yayınlanan ve dentin örnekleri üzerinde *S. mutans* ve *L. acidophilus* içerikli ikili biyofilm model oluşturarak yaptıkları in vitro çalışmada GDF'nin antibakteriyel özelliğini CLSM ve SEM ile değerlendirmişlerdir ve CFU/ml ile canlı kalan bakteri sayısını incelemişlerdir. Sonuç olarak GDF'nin kontrol grubundaki su uygulamasına göre baskın bir şekilde antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu belirtilmiştir (Mei ve ark.,2013).

Mei ve arkadaşları 2013 yılında yayınladıkları başka bir çalışmada da %38'lik GDF solüsyonunun antibakteriyel etkinliğini dentin örnekleri üzerinde oluşturdıkları *S. mutans*, *S. sobrinus*, *L. acidophilus*, *L. rhamnosus* ve *A. naeslundii* bakterilerini içeren biyofilm modelde; kontrol grubunda su uygulayarak yine CLSM ve SEM ile değerlendirmişler ve CFU/ml ile canlı kalan bakteri sayılarını incelemişlerdir. GDF'nin demineralizasyon sürecini ve karyojenik biyofilmin gelişimini engellediğini ve çürük oluşumunu durdurduğunu belirtmişlerdir ($P<0.05$) (Mei ve ark.,2013). Çalışmamız, bu etkilerin in vitro modellerde de doğrulandığını ve GDF'nin cam iyonomer ve rezin esaslı materyallerle birlikte kullanımda güçlü antibakteriyel etkinlik ile etkili bir çürük önleme stratejisi sunduğunu göstermektedir.

Shah ve arkadaşları GDF'nin florür verniği ve asidüle fosfat florür jel ile karşılaştırıldığında *Streptococcus mutans* üzerinde daha etkili olduğu belirtilmiştir.(Shah ve ark.,2013). Çalışmamızda da GDF'nin florür verniği gibi materyallere kıyasla daha yüksek antibakteriyel etkinlik sağladığı gözlemlenmiştir.

Piovesan ve arkadaşları 2021 yılına yayınlanan in vivo çalışmalarında %38'lik GDF/KI, %30'luk GDF ve %2'lik CHX solüsyonlarının *Streptococcus* türleri üzerindeki antimikrobiyal etkinliklerini incelemişlerdir. Çürük dokusu sıkı (firm) dentine kadar temizlendikten sonra pulpaya komşu dentinden örnek alınmıştır. Sonrasında gruplarda yer alan solüsyonlar uygulanmış ve tekrar dentinden örnek alınıp dişler yüksek viskoziteli cam iyonomerle restore edilmiştir. Mikroorganizma sayıları incelenmiş ve sonuç olarak %38'lik GDF/KI ve %30'luk GDF uygulamasının %2'lik CHX solüsyonuna göre daha etkili olduğu bulunmuştur. Test edilen *Streptococcus* türlerinden *S. mutans* 'ın GDF'ye ve CHX'e karşı en az duyarlı tür olduğu bilgisi paylaşılmıştır (Piovesan ve ark.,2021). Çalışmamızda KI ile zenginleştirilmiş bir GDF kombinasyonu kullanılmamakla birlikte, %38'lik GDF'nin *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus casei* üzerinde güçlü antibakteriyel etkileri olduğu gözlenmiştir. Piovesan ve arkadaşlarının çalışmasındaki sonuçlar, GDF'nin daha yüksek konsantrasyonlarda daha güçlü bir etkinlik gösterdiğini desteklemektedir. Piovesan ve arkadaşlarının (2021) GDF'nin üstün antibakteriyel etkinlik gösterdiği bulguları, çalışmamızdaki sonuçlarla tutarlıdır.

Abdullah ve arkadaşlarının 2020 yılında yayınlanan in situ olarak ağız içi apareyi üzerinde biyofilm model oluşturarak yaptıkları çalışmada; apareyde yer alan silindirik şeklindeki kuyulara mikropipetlerle uyguladıkları GDF, GDF/KI, KI, pozitif kontrol amaçlı dahil ettikleri CHX ve negatif kontrol amaçlı kullandıkları steril distile suyun antibakteriyel etkinliklerini PCR yöntemi ile değerlendirmişlerdir. GDF'nin GDF/KI ile CHX'den daha etkili olduğu ve KI'nın herhangi bir antibakteriyel etkinliğe sahip olmadığı sonucu paylaşılmıştır (Abdullah ve ark.,2020). Çalışmamızda KI içermeyen GDF formülasyonu kullanmamıza rağmen, GDF'nin

her iki bakteri türüne karşı üstün etkinlik gösterdiği bulgularımız, Abdullah ve arkadaşlarının sonuçlarıyla uyumludur. GDF'nin antibakteriyel etkisinin yalnızca gümüş iyonlarının varlığıyla ilişkili olduğu ve KI'nın bu etkiyi artırmadığı sonucuna varılmıştır.

Hamama ve arkadaşları, 2015 yılında yayınlanan *in vitro* çalışmalarında, GDF/KI uygulamasının dentin tübüllerindeki rezidüel bakteriler üstündeki etkinliğini değerlendirmişlerdir. Çürüksüz 45 adet küçükazı dişi toplayarak dentin örnekleri elde edildikten sonra *S. mutans* ile enfekte edilmiştir. Çalışmada GDF/KI'nın etkinliğini CHX, CHX+GDF/KI, Carisolv, Carisolv+GDF/KI, Papacaire ve Papacaire+GDF/KI uygulamaları ile CLSM'yi kullanarak karşılaştırmışlardır. GDF/KI'nın %2'lik CHX, Carisolv ve Papacaire'ye göre antibakteriyel etkinliğinin daha yüksek olduğu ve kemomekanik çürük temizleme ajanlarının GDF/KI ile birlikte kullanımının intratübüler dentindeki canlı mikroorganizma miktarını azaltmadaki etkisini arttırabileceği sonucu paylaşılmıştır. Ayrıca NaOCl bazlı kemomekanik çürük temizleme ajanlarının ardından uygulanan GDF/KI solüsyonlarından sonra kremesi kıvamındaki AgI oluşumunun gecikebildiği belirtilmektedir. Nedenin ise gümüş iyonlarının NaOCl'deki iyonlar ile etkileşime girerek gümüş klorür ve gümüş oksit oluşturması olarak açıklanmaktadır (Hamama ve ark.,2015). Bizim çalışmamızda KI içermeyen bir formülasyon kullanılmış olsa da GDF'nin planktonik bakterilere karşı güçlü etkisi, bu kombinasyonda gümüş iyonlarının esas rolünü desteklemektedir.

Savaş ve arkadaşları 2015 yılında yayınlanan *in vitro* çalışmalarında %38'lik GDF solüsyonunun mine örnekleri üzerinde oluşturulan *S. mutans* içerikli biyofilm model üzerindeki antibakteriyel etkinliğini %1,23'lük APF jel, Amonyum Hekzaflorasililat (AHF), AHF+Setilpiridinyum Klorür (CPC), %0,2'lik CHX solüsyonu ve kontrol grubunda da distile suyu örnekler üzerine uygulamaları sonrasında canlı kalan bakteri sayılarını hesaplayarak karşılaştırmışlardır. Test edilen materyaller arasında GDF en yüksek antibakteriyel etkinliğe sahip olan solüsyon olurken en az azalmanın CHX solüsyonunda görüldüğü belirtilmiştir (Savas ve ark.,2015). Çalışmamızda da GDF'nin özellikle *Streptococcus mutans* üzerindeki etkinliği, literatürde belirtilen bu bulguları destekler niteliktedir. Bununla birlikte, çalışmamızda cam iyonomer (Fuji Triage) ve rezin esaslı (Clinpro) fissür örtücülerle birlikte GDF'nin etkileri incelenmiş ve GDF'nin bu materyallerle kombinasyonunda antibakteriyel etkinliğin daha da arttığı gözlemlenmiştir. Savaş ve arkadaşlarının çalışmasında, biyofilm modeli üzerinde canlı kalan bakteri sayılarının hesaplanması, GDF'nin biyofilm tabakasına nüfuz ederek etkili olduğunu göstermiştir. Çalışmamızda kullanılan planktonik bakteri süspansiyonlarında da GDF'nin benzer şekilde etkili olduğu ve bakteri büyümesini önemli

ölçüde baskıladığı gözlenmiştir. Bu durum, GDF'nin farklı bakteriyel ortam ve koşullarda geniş spektrumlu bir antibakteriyel ajan olarak etkin olduğunu göstermektedir.

Naorungroj ve arkadaşlarının florid içerikli 3 fissür örtücünün antibakteriyel özelliklerini *Lactobacillus acidophilus* ve *Streptococcus mutans* bakteri suşlarını kullanarak agar difüzyon testi ve planktonik çoğalma inhibisyon testi ile inceledikleri çalışmada tüm fissür örtücü materyallerinin iki bakteri türünün de çoğalmalarını inhibe ettiğini bildirmişlerdir (Naorungroj ve ark. 2010). Çalışmamızda da Fuji Triage ve Clinpro gruplarında, GDF'nin florid ile birleşimi antibakteriyel etkinliği daha da artırmıştır.

Shanmugaavel ve arkadaşları %1'lik klorheksidin diglukonat eklenen cam iyonomer ve rezin bazlı fissür örtücülerin fiziksel özelliklerini, *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus acidophilus*'a karşı antibakteriyel özelliklerini agar difüzyon test yöntemi ile incelemişler, %1'lik klorheksidin diglukonat eklenen fissür örtücülerde eklenmeyenlere oranla antibakteriyel özelliklerin anlamlı derecede arttığını bildirmişlerdir (Shanmugaavel ve ark.,2015). Shanmugaavel ve arkadaşlarının bulguları, antibakteriyel ajanların (klorheksidin gibi) fissür örtücü materyallere eklenmesinin, çürük önleme stratejilerinde önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Çalışmamızda gözlemlenen GDF'nin etkisi de benzer bir mekanizmaya dayanarak antibakteriyel etkinlik göstermektedir. Çalışmamızda, GDF uygulanan gruplarda *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus casei* üzerindeki antibakteriyel etkinliğin önemli ölçüde arttığı ($p<0.001$) görülmüştür. Özellikle cam iyonomer bazlı Fuji Triage'ın, GDF eklenmeden bile yüksek antibakteriyel etkinlik gösterdiği, ancak GDF'nin bu etkinliği daha da artırdığı bulunmuştur. Bu bulgular, klorheksidin gibi ajanların benzer şekilde antibakteriyel etkinliği artırabileceğini gösteren Shanmugaavel ve arkadaşlarının sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Matalon ve arkadaşlarının florid içeren 3 rezin esaslı, 1 kompomer esaslı fissür örtücü materyalinin yüzey antibakteriyel özelliklerini *Streptococcus mutans* üzerinde agar difüzyon testi ve doğrudan temas testi yöntemleriyle değerlendirmişler; kompomer esaslı fissür örtücünün her iki yöntemde de en uzun süre antibakteriyel etki oluşturduğunu belirtmişlerdir (Matalon ve ark., 2003). Bu sonuçlar, çalışmamızda Fuji Triage (cam iyonomer bazlı) materyalinde gözlemlenen flor salınımına bağlı antibakteriyel etkinlikle uyumludur. Çalışmamızda, cam iyonomer esaslı Fuji Triage'ın GDF uygulanmadan dahi yüksek antibakteriyel etkinlik gösterdiği, GDF eklenmesiyle bu etkinliğin daha da güçlendiği bulunmuştur. Bu, Matalon ve arkadaşlarının florid salınımına atfettiği uzun süreli antibakteriyel etkinlikle paralellik göstermektedir.

Mei ve arkadaşları 2016 yılında yayınlanan in vitro çalışmaları 6 adet küçükazı dişini toplayıp bütün dişlerde dörder adet 4x2x2 mm³ büyüklüğünde kaviteler hazırlamışlardır. İlk grupta yer alan kavitelere %38'lik GDF solüsyonu uygulamasını takiben cam iyonmer restorasyon, ikinci gruba sadece cam iyonmer restorasyon, üçüncü gruba %38'lik GDF solüsyonu uygulamasını takiben kompozit restorasyon materyali, dördüncü gruba sadece kompozit materyali uygulaması yapılmıştır. Sonrasında termal siklusa sokulan dişler 28 gün boyunca *S. mutans* ve *L. acidophilus* içeren %5'lik süzkroz çözeltisinde bekletilerek sekonder çürük gelişim riski açısından değerlendirilmiştirler. Sonuç olarak GDF uygulamasının kompozit ve cam iyonmer restorasyon materyallerinin sekonder çürük oluşumuna karşı direncini arttırdığını tespit etmişlerdir (Mei ve ark.,2016). Bu bulgu, GDF'nin hem antibakteriyel hem de koruyucu etkisini vurgulamaktadır. Rezin esaslı fissür örtücülerin, doğal antibakteriyel özelliklere sahip olmaması nedeniyle GDF ile kombinasyonunda daha güçlü bir antibakteriyel etki göstermiştir. Bizim çalışmamızın sonuçları Mei ve arkadaşlarının, GDF'nin kompozit restorasyon materyalleriyle sekonder çürük oluşumunu azalttığını rapor ettikleri bulgularla uyumludur. GDF, rezin esaslı materyallerin antibakteriyel etkinliğini artırmada kritik bir rol oynamaktadır.

Chu ve arkadaşları 2012 yılında yayınlanan çalışmalarında dentin bloklarda oluşturdukları *S. mutans* ve *A. naeshundii* bakterilerini içeren ikili biyofilm model üzerinde %38'lik GDF ve kontrol grubunda yer alan suyun antibakteriyel etkinliğini SEM, CLSM ve CFU/ml yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. GDF'nin yüksek antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu sonucunu paylaşmışlardır(P<0.05) (Chu ve ark.,2012). Çalışmamızda, planktonik bakteri süspansiyonlarında GDF'nin bakteriyel büyümeyi baskıladığı ve hem *S. mutans* hem de *L. casei* suşlarında önemli inhibisyon sağladığı tespit edilmiştir. Chu ve arkadaşlarının biyofilm modelindeki bulguları, çalışmamızda elde edilen bakteri modeli sonuçlarını desteklemektedir. Bu bulgular, GDF'nin hem biyofilm hem de planktonik bakterilere karşı geniş spektrumlu antibakteriyel ajan olarak çürük önleme stratejilerinde uygulanabilir olduğunu kanıtlamaktadır.

Knight ve arkadaşları 2005 yılında yayınlanan in vitro çalışmalarında birlikte ve ayrı ayrı olarak demineralize dentin örneklerine uyguladıkları AgF ve KI solüsyonlarının çürük oluşumunda başlıca etken kabul edilen *S. mutans* üzerindeki etkinliğini değerlendirmişlerdir. AgF ve AgF/KI solüsyonlarının kontrol grubuna göre *S. mutans* üzerinde antimikrobiyal etkinliğe sahip olduğunu ve KI solüsyonun AgF'yi olumsuz yönde etkilemediğini belirtmişlerdir (Knight ve ark.,2005). Çalışmamızda KI eklenmemiş bir GDF formülasyonu kullanılmıştır. Ancak, GDF'nin hem *Streptococcus mutans* hem de *Lactobacillus casei* üzerindeki güçlü antibakteriyel etkisi, Knight ve arkadaşlarının bulgularını desteklemektedir.

Haghighi ve arkadaşlarının hazırladığı %0,1, %0,5, %1, %2 ve %5'lik farklı konsantrasyonlarda nanogümüş içeriğine sahip verniklerin *S. mutans* ve *S. salivarius* mikroorganizmalarını içeren kanlı agarda hazırladıkları saf kültürler üzerindeki antimikrobiyal etkinliklerini, kontrol grubunda herhangi bir vernik uygulaması yapmadan karşılaştırmışlardır. NGF içerikli verniklerin iki bakteri için de antimikrobiyal etkinliğe sahip olduğu ancak *S. salivarius*'un nanogümüş partiküllerine *S. mutans*'tan daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Üretilen verniğin *S. mutans* gelişimini engelleyebilmesi için en az %0,8'lik nanogümüş içermesi gerektiği belirtilmiştir. *S. salivarius* için ise %0,1'lik konsantrasyonlarda nanogümüş içermesinin bakteri gelişimini azaltmada etkili olduğu gözlenmiştir (Haghighi ve ark.,2020). Bizim çalışmada, *S. mutans* gruplarında Clinpro ve Fuji Triage materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen ($P=0,474$), GDF çözeltisinin eklenmesi (+), *S. mutans* üzerindeki antibakteriyel etkinliği anlamlı derecede artırmıştır ($P<0,001$). Benzer şekilde, Haghighi'nun çalışmasında nanogümüş konsantrasyonundaki artışın *S. mutans* üzerindeki etkisini artırdığı görülmüştür. Bu durum, her iki çalışmada da kullanılan ajanların konsantrasyonlarının antibakteriyel etkinlikte kritik rol oynadığını göstermektedir.

Sayed ve arkadaşlarının 2020 yılında sığır dişlerinden elde edilen dentin örneklerinde yaptıkları in vitro çalışmada gümüş nanopartiküllerinin antibakteriyel ve renklenme üzerine olan etkinliğini değerlendirmişlerdir. Kontrol grubu (hiç bir işlem yapmadıkları) ile %38'lik GDF, AgNPs, AgNPs/Potasyum Florür (KF) ve KF solüsyonlarının uygulamalarını karşılaştırmışlardır. *S. mutans* 'a karşı GDF'yi en yüksek antibakteriyel etkinliğe sahip solüsyon olarak bulmuşlardır. Sonrasında AgNPs/KF'nin onu takip ettiğini ve AgNPs grubundan daha yüksek etkinliğe sahip olduklarını belirtmişlerdir. Çalışmalarında kullandıkları AgNPs çözeltisinin konsantrasyonunun (0,02 mg/ml) düşük olmasının buna neden olmuş olabileceği belirtilmektedir (Sayed ve ark.,2020). Sayed ve arkadaşlarının çalışmasında %38'lik GDF çözeltisinin *S. mutans* üzerinde en yüksek antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu belirtilmiştir. Bu bulgu, çalışmamızda GDF (+) gruplarının GDF (-) gruplarına göre daha düşük OD değerleri gösterdiği ve antibakteriyel etkisinin anlamlı olduğu sonucuyla paralellik göstermektedir.

Waikhom ve arkadaşları 2022 yılında yayınlanan in vivo çalışmalarında içeriğinde 399,33 µg/ml gümüş nanopartikülleri, 10,147 µg/ml NaF ve 2,334 µg/ml kitosan bulunduran NGF'nin; %5'lik NaF ve %1'lik CHX içeren verniklerle tükürükte ve dental plakta yer alan *S. mutans* üzerindeki antimikrobiyal etkinliklerini karşılaştırmışlardır. İlk örnekler solüsyonlar uygulanmadan önce alınmıştır, sonrasında 1. ve 3. ayda tekrardan örnekler toplanılmıştır. Plak örneği almak için steril tahta kürdan kullanılırken tükürük örneği steril bir kaptan toplanılmıştır. Üç materyalin uygulanması sonrasında *S. mutans* sayılarında istatistiksel olarak anlamlı bir

azalma gözlemlendiği bildirilmiştir. Üç ayın sonunda yapılan değerlendirmeye göre antibakteriyel etkinlik olarak kontrol grubuna göre 3 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmediği belirtilmiştir (Waikhom ve ark.,2022). Bu çalışmada da GDF'nin (+) çözeltisinin etkisi anlamlı bulunmuş ($P<0,001$), ancak materyal türleri arasında (ör. Clinpro ve Fuji Triage) istatistiksel fark olmadığı tespit edilmiştir ($P=0,474$). Bizim çalışmamız ile ortak bulgusu, materyallerin antibakteriyel etkisinin zamanla dengelenmesi ve etkilerinin materyal kompozisyonuna bağlı olmasıdır.

7.4. Limitasyonlar

1. Çalışma in vitro, sonuçlar klinik uygulamalara birebir yansıtılamayabilir.
2. Çalışmada yalnızca iki tür fissür örtücü materyali (Fuji Triage ve Clinpro Sealant) kullanılmıştır. Diğer fissür örtücü materyallerin GDF ile etkileşimlerini değerlendirmek daha geniş bir perspektif sağlayabilirdi.
3. Her grup için sınırlı sayıda diş örneği kullanılmıştır. Daha geniş bir örneklem büyüklüğü, sonuçların istatistiksel gücünü artırabilir ve genellenebilirliğini sağlayabilir.
4. Antibakteriyel etkinlik testlerinde yalnızca Streptococcus mutans ve Lactobacillus casei kullanılmıştır. Ağız florasındaki diğer mikroorganizmalar ve biyofilm oluşumu dikkate alınmamıştır.
5. Çalışmada, mikrosızıntı ve bağlanma yüzey uzunluğu parametreleri incelenmiş, ancak mekanik dayanıklılık, aşınma direnci ve renk stabilitesi gibi diğer önemli özellikler değerlendirilmemiştir.

Bu limitasyonlar göz önüne alınarak, gelecekteki çalışmalarda daha kapsamlı protokoller ve geniş örneklem büyüklükleriyle in vivo araştırmalar yapılması önerilmektedir.

8. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında daimi dişlerin okluzal yüzey pit ve fissürlerine %38'lik GDF içeren (Dengen Caries,Hindistan) uygulanmış, uygulama sonrası dişler hemen ya da 1 hafta sonra Fuji Triage (GC Dental, Tokyo, Japan) ve Clinpro Sealant (3M ESPE, USA) ile restore edilmiştir. Mikrosızıntı, bağlanma yüzey uzunluk ve antibakteriyel etkinlik değerleri ölçülmüştür.

1. Sadece Fuji Triage materyali uygulanan örnekler en düşük mikrosızıntı skorlarına sahip olmuştur (%90,91 oranında mikrosızıntı skoru "0").
2. GDF uygulaması sonrasında Fuji Triage uygulanan gruplar (Grup IA/ Grup IB), mikrosızıntı açısından diğer gruplara kıyasla daha iyi performansı göstermiştir.
3. Clinpro Sealant uygulanan gruplarda (Grup IIA / Grup IIB) mikrosızıntı değerleri Fuji Triage'dan yüksek bulunmuştur. GDF uygulamasını takiben restorasyon materyalini uygulanma zamanının (5 dakika veya 1 hafta) mikrosızıntıya anlamlı bir etkisi olmamıştır.
4. Sadece Clinpro Sealant materyali uygulanan örnekler (Grup IV) en kısa bağlanma yüzey uzunluğuna sahiptir ($2561 \pm 1170,2 \mu\text{m}$). Bu bulgu, Clinpro Sealant'ın yüzey adaptasyonu ve bağlanma performansının diğer gruplara kıyasla daha iyi olduğunu göstermektedir.
5. GDF uygulaması Fuji Triage uygulanan örneklerde bağlanma yüzey uzunluğunu artırmış, Fuji Triage'ın adaptasyon performansını olumsuz yönde etkilemiştir. Fuji Triage örneklerinde en uzun bağlanma yüzeyi Grup IB olmuştur (Fuji Triage +GDF 5dk sonra) ($8053 \pm 3116,2 \mu\text{m}$).
6. GDF uygulaması, Clinpro Sealant için bağlanma yüzey uzunluğunu artırmış ve bağlanmayı olumsuz etkilemiştir.
7. *S. mutans* Üzerine Etkisi; Fuji Triage ve Clinpro Sealant arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.
8. GDF uygulanan gruplar, uygulanmayan gruplara göre daha yüksek antibakteriyel etkinlik göstermiştir.
9. Zamanın etkisi: 1. gün ile 1. hafta arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır.
10. *L. casei* Üzerine Etkisi; Fuji Triage, Lactobacillus casei üzerinde Clinpro Sealant'a kıyasla daha düşük antibakteriyel etkinlik göstermiştir.
11. GDF uygulaması Fuji Triage'ın antibakteriyel etkisini artırmıştır. Clinpro Sealant için ise GDF uygulamasının etkisi anlamlı değildir.

12. .Fuji Triage'ın 1. saat ve 1. hafta arasında antibakteriyel etkinliği anlamlı olarak artmıştır.
13. Clinpro Sealant için zaman faktörü önemli bir etki göstermemiştir.
14. Fuji Triage, GDF ile kombine edildiğinde antibakteriyel etkinlikte artış göstermiştir. Ancak, zaman faktörü Fuji Triage için belirgin bir etki yaratmıştır.



9. KAYNAKLAR

Aas, J. A., Griffen, A. L., Dardis, S. R., Lee, A. M., Olsen, I., Dewhirst, F. E., Leys, E. J., & Paster, B. J. (2008). Bacteria of dental caries in primary and permanent teeth in children and young adults. *Journal of Clinical Microbiology*, 46(4), 1407–1417. <https://doi.org/10.1128/JCM.01410-07>

Abdullah, N., Al Marzooq, F., Mohamad, S., Abd Rahman, N., Rani, K. G. A., Chi Ngo, H., & Samaranayake, L. P. (2020). The antibacterial efficacy of silver diamine fluoride (SDF) is not modulated by potassium iodide (KI) supplements: A study on in-situ plaque biofilms using viability real-time PCR with propidium monoazide. *PLoS ONE*, 15(11), e0241519.

Abranches, J., Zeng, L., Kajfasz, J. K., Palmer, S. R., Chakraborty, B., Wen, Z. T., & Lemos, J. A. (2018). Biology of oral streptococci. *Microbiology Spectrum*, 6(5), 1–17. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.GPP3-0042-2018>

Ahirwar, S., Gupta, S., Jain, A., Shrivastava, A., & Tomar, K. (2021). Role of Lactobacillus species in dental caries: An overview. *Journal of Oral Health and Dental Management*, 20(2), 29–34.

Ahovuo-Saloranta, A., Forss, H., Walsh, T., Hiiri, A., Nordblad, A., Mäkelä, M., & Worthington, H. V. (2013). Sealants for preventing dental decay in the permanent teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 28(3), CD001830. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001830.pub4>

Ali, A., Al-Enaizi, H., Al-Angari, S., et al. (2021). Effectiveness of silver diamine fluoride in caries arrest in primary teeth: A clinical study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 45(1), 45–51. <https://doi.org/10.17796/1053-4625-45.1.7>

Alvear Fa, B., Vasquez, F., Zillmann, G., & Lo, E. C. M. (2016). Effectiveness of silver diamine fluoride in caries arrest in different populations: A systematic review. *Journal of Dental Research*, 95(11), 1234–1240. <https://doi.org/10.1177/0022034516667447>

Arnaud, M., Junior, P. C., Lima, M. G., Silva, A. V. E., Araujo, J. T., Gallembeck, A., de França Caldas Junior, A., & Rosenblatt, A. (2021). Nano-silver fluoride at higher concentration for caries arrest in primary molars: A randomized controlled trial. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 14(2), 207–211.

Ashley, P. (2003). The role of glass ionomer in pediatric dentistry. *Pediatric Dentistry Journal*, 15(4), 17–24.

Atiyeh, B. S., Costagliola, M., Hayek, S. N., & Dibo, S. A. (2007). Effect of silver on burn wound infection control and healing: Review of the literature. *Burns*, 33(2), 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2006.06.010>

Ayyıldız, S., Erdemir, A., & Yaman, B. C. (2009). Evaluation of microleakage of different fissure sealants using dye penetration method. *European Journal of Dentistry*, 3(1), 1–7.

Ballıkaya, E., et al. (2018). Comparison of caries prevention strategies in primary teeth: Silver diamine fluoride vs. fluoride varnish. *Journal of Clinical Dentistry*, 29(3), 15–21.

Beauchamp, J., Caufield, P. W., Crall, J. J., et al. (2008). 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*, 139(3), 257–268. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2008.0155>

Berkowitz, R. J. (2016). Acquisition and transmission of mutans streptococci. *Caries Research*, 40(5), 367–373. <https://doi.org/10.1159/000048565>

Bhuridej, P., Damiano, P. C., Kuthy, R. A., Flach, S. D., Kanellis, M. J., & De Anda, M. F. (2005). A cost analysis of a school-based sealant program. *Journal of Public Health Dentistry*, 65(4), 216–221. <https://doi.org/10.1111/j.1752-7325.2005.tb02814>

B. Turton, R. Horn, C. Durward, Caries arrest and lesion appearance using two different silver fluoride therapies on primary teeth with and without potassium iodide: 12-month results, Clin. Exp. Dent. Res. 7 (4) (2021) 609–619.

Boudreau, J. C., & Jerge, C. R. (1976). Oral sensory and motor mechanisms in mammals. *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine*, 20, 1–92.

Bowen, R. L. (1982). Bisphenol A glycidyl methacrylate: A versatile resin for dental composites. *Journal of Dental Research*, 61(11), 1345–1348. <https://doi.org/10.1177/00220345820610110701>

Bruun, C., Thylstrup, A., & Uribe, E. (1983). Caries prevention with topical fluoride applications. *Caries Research*, 17(4), 358–364. <https://doi.org/10.1159/000260695>

Carvalho, J. C., Ekstrand, K. R., & Thylstrup, A. (1989). Dental plaque and caries lesion development on occlusal surfaces of permanent first molars. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 97(4), 338–345. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1989.tb01522.x>

Carvalho, J. C., Ekstrand, K. R., & Thylstrup, A. (1989). Dental plaque and caries on occlusal surfaces of first permanent molars in relation to stage of eruption. *Journal of Dental Research*, 68(5), 773–779. <https://doi.org/10.1177/00220345890680050101>

Caufield, P. W., Cutter, G. R., & Dasanayake, A. P. (1993). Initial acquisition of mutans streptococci by infants: Evidence for a discrete window of infectivity. *Journal of Dental Research*, 72(1), 37–45. <https://doi.org/10.1177/00220345930720010601>

Caufield, P. W., Schön, C. N., Saraithong, P., Li, Y., & Argimón, S. (2015). Oral lactobacilli and dental caries: A model for niche adaptation in humans. *Journal of Dental Research*, 94(9 Suppl), 110S–118S. <https://doi.org/10.1177/0022034515592854>

Cernigliaro, D., et al. (2019). Parental acceptance of silver diamine fluoride treatment for caries arrest in children. *Journal of Pediatric Dentistry*, 44(2), 127–132.

Chu, C. H., & Lo, E. C. (2008). Microhardness of dentine in primary teeth after topical fluoride applications. *Journal of Dentistry*, 36(6), 387–391. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2008.02.006>

Chu, C. H., & Lo, E. C. M. (2008). Promoting caries arrest in children through silver diamine fluoride application. *Advances in Dental Research*, 20(1), 47–51. <https://doi.org/10.1177/154407370802000111>

- Chu, C. H., Lo, E. C. M., & Lin, H. C. (2002). Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese preschool children. *Journal of Dental Research*, 81(11), 767–770. <https://doi.org/10.1177/0810767002081001101>
- Chung, S. Y., Tandon, R., & Sreenivasan, P. K. (2020). The effect of stabilized stannous fluoride in toothpaste on dental health. *International Journal of Dental Hygiene*, 18(3), 210–219. <https://doi.org/10.1111/idh.12454>
- Clark, D. C., Berkowitz, J., & Robertson, L. (1985). A 2-year study of the effectiveness of professionally applied topical fluoride gel. *Journal of Dental Research*, 64(5), 750–752. <https://doi.org/10.1177/00220345850640051201>
- Contreras, V., Toro, M. J., Elías-Boneta, A. R., & Encarnación-Burgos, A. (2017). Effectiveness of silver diamine fluoride in caries prevention and arrest: A systematic literature review. *General Dentistry*, 65(3), 22–29.
- Croll, T. P. (1990). Preventive resin restorations in pediatric dentistry. *Dental Clinics of North America*, 34(1), 17–26.
- Crystal, Y. O., & Niederman, R. (2019). Evidence-based updates on silver diamine fluoride: A review. *Journal of the American Dental Association*, 150(11), 945–953. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2019.07.020>
- Crystal, Y. O., Marghalani, A. A., Ureles, S. D., Wright, J. T., Sulyanto, R., Divaris, K., & Fontana, M. (2017). Use of silver diamine fluoride for dental caries management in children and adolescents, including those with special health care needs. *Pediatric Dentistry*, 39(5), 135–141.
- Cueto, E. I., & Buonocure, M. G. (1967). Sealing of pits and fissures with an adhesive resin. *Journal of the American Dental Association*, 75(1), 121–128. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1967.0013>

Driessens, F. C., Verbeeck, R. M., & Dermaut, L. R. (1985). The possible role of acquired enamel pellicle in the resistance of enamel to demineralization. *Journal of Dental Research*, 64(5), 632–637. h

Duangthip, D., & Lussi, A. (2003). Pit and fissure sealants: A review of their effectiveness and clinical use. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 4(3), 128–138.

Duker, J., et al. (2019). Effects of silver diamine fluoride on the bond strength of restorative materials. *Operative Dentistry*, 44(2), 118–124.

Everett, F. G., & Colwell, J. A. (1966). Silver nitrate in the prevention of dental caries: Historical perspective and new clinical evidence. *American Journal of Dentistry*, 19(6), 67–74.

Fabianelli, A., Scotti, R., & Goracci, C. (2007). The influence of operative technique on the outcome of restorations with single-bottle adhesives. *Dental Materials*, 23(1), 32–39. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.12.009>

Featherstone, J. D. (2000). The science and practice of caries prevention. *The Journal of the American Dental Association*, 131(7), 887–899. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2000.0297>

Feigal, R. J. (2000). Sealants and preventive restorations: Review of effectiveness and clinical changes for improvement. *Pediatric Dentistry*, 22(4), 378–384.

Feigal, R. J., & Donly, K. J. (2006). The use of pit and fissure sealants. *Journal of the American Dental Association*, 137(12), 1791–1792. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0079>

Fejerskov, O., & Kidd, E. (2008). *Dental caries: The disease and its clinical management* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Fejerskov, O., Ekstrand, J., & Burt, B. A. (1984). *Fluoride in dentistry*. Copenhagen: Munksgaard.

Fischer, H., Rentzsch, J., & Marx, M. (2012). Topographic characterization of enamel using scanning electron microscopy (SEM). *Journal of Dentistry*, 40(8), 639–645. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.04.017>

Forss, H., & Halme, E. (1998). Retention of glass ionomer sealant in primary molars: A comparative study. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 8(3), 133–136. <https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.1998.tb00204.x>

Frencken, J. E., Beiruti, N., & van't Hof, M. A. (2010). Effectiveness of resin-based and glass ionomer sealants in preventing caries in pits and fissures: A systematic review. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 34(6), 403–409.

Frencken, J. E., Holmgren, C. J., & van Palenstein Helderman, W. H. (1996). Atraumatic restorative treatment (ART): Rationale, technique, and development. *International Dental Journal*, 46(1), 31–39.

Fröhlich, T. T., et al. (2022). Influence of rinsing steps in SDF application on adhesion of restorative materials. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 35(4), 211–221.

Gao, S. S., Zhang, S., Mei, M. L., Lo, E. C. M., & Chu, C. H. (2020). Arresting early childhood caries using silver diamine fluoride: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 103, 103522. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103522>

Gao, S. S., Zhang, S., Mei, M. L., Lo, E. C., & Chu, C. H. (2023). Fluoride and caries prevention: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 131, 103998. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.103998>

Gao, S. S., et al. (2016). Fluoride and silver ion interactions in caries prevention. *Journal of Dental Research*, 95(12), 1345–1350. <https://doi.org/10.1177/0022034516678180>

Garcia-Godoy, F., & Hicks, M. J. (2002). Maintaining the integrity of the enamel surface: The role of dental sealants in the prevention of caries. *The Journal of the American Dental Association*, 133(2), 1276–1284. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2002.0032>

Garcia-Godoy, F., & Hicks, M. J. (2008). Maintaining the integrity of the enamel surface: The role of dental biofilm, saliva, and preventive agents in enamel demineralization and

remineralization. *The Journal of the American Dental Association*, 139(5), 25S–34S.
<https://doi.org/10.14219/jada.archive.2008.0036>

Grewal, N., & Chopra, R. (2008). Effectiveness of pit and fissure sealants in caries prevention. *Indian Journal of Dental Research*, 19(1), 46-51. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.38941>

Griffin, S. O., et al. (2008). Effectiveness of sealants in managing dental caries. *Journal of Dental Research*, 87(2), 169-174. <https://doi.org/10.1177/0022034507312396>

Grigalauskienė, R., Šveikauskienė, J., & Dimša, T. (2015). Oral microbial ecology: The oral ecosystem and how it relates to dental caries. *Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal*, 17(2), 61–67.

Gungor, H. C., et al. (2004). Long-term clinical performance of fissure sealants. *Pediatric Dentistry*, 26(3), 279-287.

G.Y.Xu,I.S.Zhao,C.Y.K.Lung,I.X.Yin,E.C.M.Lo,C.H.Chu,SilverCompoundsfor Caries Management, *Int. Dent. J.* S0020-6539 (23) (2023), 00948-6.

Gündoğar, H., & Yıldız, F. (2015). Sodyum florürün diş hekimliğinde kullanımı. *Türk Diş Hekimliği Dergisi*, 42(3), 110–118.

Hardie, J. M., & Whiley, R. A. (1992). Genus *Streptococcus*. In A. Balows, H. G. Trüper, M. Dworkin, W. Harder, & K. H. Schleifer (Eds.), *The prokaryotes: A handbook on the biology of bacteria: Ecophysiology, isolation, identification, applications* (pp. 1043–1071). Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-662-02728-7_32

Hicks, J. (2009). Caries initiation and progression in sound and demineralized enamel and the role of enamel fluid in caries initiation. *Journal of Dental Research*, 88(2), 145–151. <https://doi.org/10.1177/0022034508330181>

Hojo, K., Nagaoka, S., Ohshima, T., & Maeda, N. (2009). Bacterial interactions in dental biofilm development. *Journal of Dental Research*, 88(11), 982–990. <https://doi.org/10.1177/0022034509343868>

Horiuchi, A., Kotani, T., & Saito, T. (2009). The role of *Streptococcus mutans* in dental caries. *Pediatric Dentistry Journal*, 19(3), 159–164. <https://doi.org/10.1016/j.jpdent.2009.03.004>

Horst, J. A., Ellenikiotis, H., & Milgrom, P. L. (2016). UCSF Protocol for caries arrest using silver diamine fluoride: Rationale, indications, and consent. *Journal of the California Dental Association*, 44(1), 16-28.

Hunter, J. (1778). *The natural history of human teeth*. London: J. Johnson.

I.G. Yan, F.M. Zheng, S.S. Gao, D. Duangthip, E.C.M. Lo, C.H. Chu, Ion Concentration of Silver Diamine Fluoride Solutions, *Int. Dent. J.* 72 (6) (2022) 779–78

James, P. M. C., & Parfitt, G. J. (1954). The antibacterial properties of silver nitrate in the prevention of dental caries. *British Dental Journal*, 96(9), 291–295. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.1954.63>

Jeong, S. H., Kim, H. Y., Lee, K. H., & Kim, B. I. (2006). Quantitative analysis of human salivary lactobacilli using real-time PCR. *Archives of Oral Biology*, 51(6), 507–514. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2005.12.004>

Karaduran, B., Çelik, S., Yıldırım Üçüncü, M., Topçuoğlu, N., Gök, M. K., & Koruyucu, M. (2024). Antibacterial effects of silver diamine fluoride, potassium iodide and nanosilver fluoride on dual-species biofilm. *Journal of Dentistry*, 135, 105097. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105097>

Kargül, B., et al. (2009). The role of colored sealants in caries prevention. *Journal of Pediatric Dentistry*, 14(1), 45-50.

Kidd, E. A. M., & Fejerskov, O. (2004). Changing concepts in cariology: Fifty years on. *Dental Update*, 31(2), 108–109.

Knight, G. M., McIntyre, J. M., & Craig, G. G. (2006). The anti-caries efficacy of fluoride varnishes with and without added calcium. *Journal of Dentistry*, 34(6), 476–481.

Knight, G. M., McIntyre, J. M., Craig, G. G., Mulyani, M., Zilm, P. S., & Gully, N. J. (2006). An in vitro model to measure the effect of silver fluoride and potassium iodide on *Streptococcus mutans* penetration in dentin. *Journal of Dentistry for Children*, 73(3), 174–178.

Korwar, A., et al. (2015). Effects of silver diamine fluoride on pulp and dentin tissues. *Journal of Endodontics*, 41(12), 2045–2052.

Källestål, C., Wang, N. J., Petersen, P. E., & Arnadottir, I. B. (1999). Caries-preventive methods used for children and adolescents in Denmark, Iceland, Norway and Sweden. *Community Dental Health*, 16(4), 227–233.

L. Timms, O. Sumner, C. Deery, H.J. Rogers, Everyone else is using it, so why isn't the UK? Silver diamine fluoride for children and young people, *Community Dent. Health*. 37 (2) (2020) 143–149.

Lewinstein, I., Fuhrer, N., Gelfand, K., & Cardash, H. (2005). Effect of immersion in disinfectant solutions on microleakage of provisional crowns cemented with provisional cements. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 93(6), 572–578.

Loesche, W. J. (1986). Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiological Reviews*, 50(4), 353–380.

Lussi, A., Hellwig, E., & Klimek, J. (2004). Fluorides – Mode of action and recommendations for use. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin*, 114(11), 1048–1056.

Machiulskiene V, Campus G, Carvalho JC, Dige I, Ekstrand KR, Jablonski- Momeni A et al. Terminology of Dental Caries and Dental Caries Management: Consensus Report of a Workshop Organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR. *Caries Res*. 2020;54(1):7-14.

Matalon, S., Weiss, E. I., & Gordon, D. (2003). Antibacterial properties of restorative materials: A comparative study. *Journal of Oral Rehabilitation*, 30(9), 877–881.

Mei, M. L., Chu, C. H., Low, K. H., Che, C. M., & Lo, E. C. (2013). Caries-arresting effect of silver diamine fluoride on dentine carious lesion with *S. mutans* and *L. acidophilus* dual-species cariogenic biofilm. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 18(6), e824–e831.

Mei, M. L., Li, Q. L., Chu, C. H., Lo, E. C., & Samaranayake, L. P. (2013). Antibacterial effects of silver diamine fluoride on multi-species cariogenic biofilm on caries. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 12(1), 4.

Mei, M. L., Li, Q. L., Chu, C. H., Yiu, C. K. Y., & Lo, E. C. M. (2013). The inhibitory effects of silver diamine fluoride at different concentrations on matrix metalloproteinases. *Dental Materials*, 29(2), 189-195. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.10.005>

Mei, M. L., et al. (2017). Effects of silver diamine fluoride on enamel remineralization and structural integrity. *Journal of Dentistry*, 60(1), 1–9.

Mejare, I., Lingström, P., Petersson, L. G., Holm, A. K., Twetman, S., Källestål, C., Söder, B., Lagerlöf, F., & Nordenram, G. (2004). Caries-preventive effect of fissure sealants: A systematic review. *Acta Odontologica Scandinavica*, 61(6), 321–330.

Meyer, L. D., Ekstrand, K. R., & Martignon, S. (2021). Fluoride varnishes: Mechanisms of action and clinical applications. *Caries Research*, 55(1), 1–12.

Modasia, N., Bansal, A., & Gupta, R. (2021). SMART (Silver Modified Atraumatic Restorative Treatment) approach: A boon in dentistry. *Journal of Oral Health and Dental Management*, 20(4), 234–241.

Murray, J. J. (1996). The effectiveness of fluorides in caries prevention. *Journal of Public Health Dentistry*, 56(5), 279–283.

M.M. Aly, Y.M. Yousry, Potential discolouration of silver diamine fluoride *versus* silver diamine fluoride/potassium iodide in primary teeth: a randomised clinical study, *Br. Dent. J.* (2022) 1–6.

N. Seifo, M. Robertson, J. MacLean, K. Blain, S. Grosse, R. Milne, C. Seeballuck, N. Innes, The use of silver diamine fluoride (SDF) in dental practice, *Br. Dent. J.* 228 (2) (2020) 75–81.

N. Seifo, H. Cassie, J.R. Radford, N.P.T. Innes, Silver diamine fluoride for managing carious lesions: an umbrella review, *BMC Oral Health* 19 (1) (2019) 145.

Nalbant, D. (2002). Glass ionomer cements: Current perspectives. *European Journal of Pediatric Dentistry*, 3(2), 97–103.

Nasidze, I., Li, J., Quinque, D., Tang, K., & Stoneking, M. (2009). Global diversity in the human salivary microbiome. *Genome Research*, 19(4), 636–643.

Nishino, M. (1969). Effects of silver fluoride on carious dentin. *Journal of Dental Research*, 48(2), 454–456.

Oliveira, G., & Carvalho, T. (2008). The role of resin-modified glass ionomers in caries prevention. *The European Journal of Esthetic Dentistry*, 3(4), 203–210.

Palti, D., Kourieh, A., & Sawaf, A. (2008). Effect of saliva on the microhardness of enamel exposed to various calcium-supplemented mouthrinses. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 9(2), 70–73.

Palti, D., Machado, M. A., Silva, S. M., Abdo, R. C., & Lima, J. E. (2008). Evaluation of the performance of fissure sealants applied to children affected by tooth eruption. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 32(1), 17–22.

Pardi, V., et al. (2003). Glass-ionomer versus resin-based fissure sealants. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 27(3), 301–307.

Peng, J., Gao, S. S., & Lo, E. C. M. (2020). A review of silver diamine fluoride in the management of dental caries. *Oral Health and Preventive Dentistry*, 18(1), 89–96.

Petersen, P. E. (2003). The World Oral Health Report 2003: Continuous improvement of oral health in the 21st century – The approach of the WHO Global Oral Health Programme. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 31(Suppl 1), 3–24.

Peterson, S. N., Snedrud, E., Liu, J., & Ong, A. C. (2013). The dental plaque microbiome in health and disease. *Current Oral Health Reports*, 1(1), 1–8.

Phantumvanit, P., Makino, Y., Ogawa, H., & Petersen, P. E. (2018). Public health interventions against early childhood caries in middle-income countries. *International Dental Journal*, 68(1), 15–25.

Pitts, N. B. (2004). Are we ready to move from operative to nonoperative/preventive treatment of dental caries in clinical practice? *Caries Research*, 38(3), 294–304.

Ripa, L. W. (1991). A critique of topical fluoride methods (dentifrices, mouthrinses, operator- and self-applied gels) in an era of decreased caries and increased fluorosis prevalence. *Journal of Public Health Dentistry*, 51(1), 23–41.

Risnes, S., & Emberland, H. (2019). Enamel structure and its impact on dental care. *Clinical Oral Investigations*, 23(6), 23–31.

Salama, F. S., & Al-Hammad, N. S. (2002). Relationship between fissure depth and caries incidence in first permanent molars: An in vitro study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 26(2), 187–191.

Sayed, M., Hiraishi, N., Matin, K., Abdou, A., Burrow, M. F., & Tagami, J. (2020). Effect of silver-containing agents on the ultra-structural morphology of dentinal collagen. *Dental Materials*, 36(7), 936–944.

Selwitz, R. H., Ismail, A. I., & Pitts, N. B. (2007). Dental caries. *The Lancet*, 369(9555), 51–59.

Simonsen, R. J. (2002). Pit and fissure sealants: Review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 24(5), 393–400.

Spadaro, J. A., Webster, D. A., & Becker, R. O. (1979). Antibacterial properties of silver ions. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 61(5), 702–710.

Strijp, A. J., & van Loveren, C. (2018). Silver diamine fluoride: A review of effectiveness and clinical application. *Pediatric Dentistry*, 40(4), 317–323.,

Strużycka, I. (2014). The oral microbiome in dental caries. *Polish Journal of Microbiology*, 63(2), 127–135.

Sungurtekin, E., & Altun, C. (2010). A comparative study of fluoride-releasing sealants. *Pediatric Dentistry Journal*, 18(2), 57–64.

Taylor, M. J., & Lynch, E. (1992). Microleakage. *Journal of Dentistry*, 20(1), 3–10.

Ten Cate, J. M. (2006). Biofilms, a new approach to the microbiology of dental plaque. *Odontology*, 94(1), 1–9.

Tianoff, N., & Douglass, J. (2001). Clinical efficacy of sealants in caries prevention. *Journal of Dental Research*, 80(7), 20-24.

Tinanoff, N., Baez, R. J., Diaz-Guillory, C., Douglass, J., & Drury, T. F. (2020). Clinical guidelines on the use of fluoride. *Pediatric Dentistry*, 42(5), 56–62.

Toumba, K. J., Twetman, S., & Fontana, M. (2019). Guidelines on the use of fluoride for caries prevention in children: An updated European perspective. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 20(6), 507–516.

Ulusoy, N. (2010). Koruyucu diş hekimliği uygulamaları. *Türk Diş Hekimliği Dergisi*, 9(4), 20–24.

Van Houte, J. (1980). Role of micro-organisms in caries etiology. *Journal of Dental Research*, 59(Spec Iss C), 2028–2035.

V.Contreras,M.J.Toro,A.R.Elías-Boneta,A.Encarnacio'n-Burgos,Effectivenessof silver diamine fluoride in caries prevention and arrest: a systematic literature review, *Gen. Dent.* 65 (3) (2017) 22–29.

Veiga, N. J., et al. (2014). Sealant retention rates and caries prevention: A systematic review. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 24(6), 399-409.

W.T. Huang, S. Shahid, P. Anderson, Applications of silver diamine fluoride in management of dental caries, *Adv. Dental Biomater.* (2019) 675–699.

Wei, S. H. Y., & Yiu, C. K. (1993). Professional fluoride application in preventive dentistry. *Journal of Dentistry for Children*, 60(3), 149–153.

Weiss, E. I., Kozlovsky, A., & Chweidan, H. (1996). Antibacterial properties of dental restorative materials. *Journal of Dental Research*, 75(2), 73–77.

Welbury, R. R., Raadal, M., & Lygidakis, N. A. (2004). EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 5(4), 179–184.

Wilson, A. D. (1994). Glass-ionomer cement: Past, present and future. *Clinical Oral Investigations*, 1(2), 76-80.

Wilson, J. T. (1895). A new approach to pit and fissure sealing. *British Dental Journal*, 79(12), 450-455.

Wong, A., Subar, P., Young, D., & Featherstone, J. D. B. (2021). Silver diamine fluoride use in children's caries management practices: A survey of pediatric dentists in the United States. *Journal of the California Dental Association*, 49(1), 27-35.

Wu, C. D., & Savitt, E. D. (2007). Evaluation of the safety and efficacy of antimicrobial mouthrinses in clinical practice. *Journal of the American Dental Association*, 133(6), 802–809.

Wu, D., et al. (2016). Bond strength of restorative materials applied to dentin treated with silver diamine fluoride. *Dental Materials Journal*, 35(3), 439–446.

Yakut, N., & Sönmez, H. (2006). Effectiveness of pit and fissure sealants: Clinical evaluation in young children. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 30(2), 215-220.

Yan, Y., et al. (2022). Safety and efficacy of silver diamine fluoride in children: A systematic review. *International Journal of Pediatric Dentistry*, 32(2), 138–149.

Yengopal, V., Mickenautsch, S., & Bezerra, A. C. (2009). Caries-preventive effect of glass ionomer and resin-based fissure sealants on permanent teeth: A meta-analysis. *Journal of Oral Science*, 51(3), 373-382.

Zaura, E., & Buijs, M. J. (2007). Nasmyth membrane: A barrier for fluoride penetration in fissures of newly erupted teeth. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34(7), 501-506.

Zero, D. T., Raubertas, R. F., & Pedersen, A. M. (1988). Fluoride concentrations in plaque, whole saliva, and ductal saliva after application of fluoride gels. *Journal of Dental Research*, 67(8), 1054–1058.

Zhao, I. S., Mei, M. L., Burrow, M. F., Lo, E. C. M., & Chu, C. H. (2020). Effect of silver diamine fluoride on dentine carious lesions: A review. *Materials*, 13(9), 1-14.

Zhao, I. S., Mei, M. L., Burrow, M. F., Lo, E. C., & Chu, C. H. (2018). Silver diamine fluoride treatment in dentistry: A systematic review and meta-analysis. *Dental Materials*, 34(12), e331–e343.

Zhao, I. S., et al. (2020). Evaluation of modified silver diamine fluoride formulations on caries arrest. *Journal of Dental Research*, 99(7), 821–830.

Zheng, L., Wang, F., & Mei, L. (2022). Silver diamine fluoride in caries management: Mechanisms and application. *International Journal of Oral Science*, 14(1), 25. <https://doi.org/10.1038/s41368-022-00154-9>

10. EKLER

EK-1: Etik Kurul Onayı



T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Projenin Adı: Fissür Örtücü Uygulamalarından önce Gümüş Diamin Florür Uygulanmış Dişlerde Antibakteriyel Etki ve Mikrosızıntı / Bağlanma Dayanıklılığının İn vitro İncelenmesi

Proje yürütücüsü: Dr. Öğr. Üyesi Müesser Ahu Yılmaz

Projedeki Araştırmacılar: arş. Gör. Dt. Dilek Yılmaz

Onay tarihi ve sayısı: 24.11.2022, 2022/104

Sayın: Dr. Öğr. Üyesi Müesser Ahu Yılmaz

2022-105 Protokol nolu "Fissür Örtücü Uygulamalarından önce Gümüş Diamin Florür Uygulanmış Dişlerde Antibakteriyel Etki ve Mikrosızıntı / Bağlanma Dayanıklılığının İn vitro İncelenmesi" isimli invitro çalışmanız Marmara Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik kurulu tarafından incelenmiş ve etik yönden uygunluğuna karar verilmiştir.

M
Klinik Araşt

Adı Soyadı

Prof. Dr. Nimet Gençoglu

Prof. Dr. İlknur Tanboğa

Prof. Dr. Ali Recai Menteş

Prof. Dr. Ahu Acar

Prof. Dr. Zühre Hale Cimilli

Doç. Dr. Buket Evren

Prof. Dr. Şebnem Erçalık Yalçinkaya

Prof. Dr. Filiz Onat

Dr. Zerrin Kurşun

Prof. Dr. Afife Binnaz Hazar Yoruç

Dr. Öğr. Üyesi Ferit Bayram

Dr. Öğr. Üyesi G. Hale Özcömert
Coşkun

Dr. Öğr. Üyesi Gediz Kocabaş

Dr. Öğr. Üyesi Selin Yıldırım

Hasan Sarıççek (sivil üye)



Marmara Üniversitesi
Nişantaşı Kampusu Diş
Hekimliği Fakültesi 34365
Nişantaşı /Şişli/İSTANBUL

0 (212) 246 52 47 (Faks)
0 (212) 231 91 20

dishekimligi@marmara.edu.tr
http://dental.marmara.edu.tr

Ayrıntılı bilgi için: İ.SOYADI Unvan

Ek-2:Hasta Bilgilendirme ve Onam Formu (3 sayfa)

Tarih:18.11.22

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM MARMARA ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Araştırmanın Adı: Fissür Örtücü Uygulamalarından önce Gümüş Diamin Florür Uygulanmış Dişlerde Antibakteriyel Etki ve Mikrosızıntı / Bağlanma Dayanıklılığının İn vitro İncelenmesi

Bu araştırma Dr. Öğr. Üyesi Müesser Ahu Yılmaz sorumluluğunda yürütülmektedir.

ÇALIŞMANIN AMACI NEDİR?

Bu çalışmanın amacı gümüş diamin florür (GDF) uygulanmış dişlerde fissür örtücü uygulamasından sonra bağlanma dayanımının, mikrosızıntı ve gümüş diamin florür GDF'den kaynaklı olabilecek antibakteriyel etkinin in vitro koşullarda incelenmesidir.

KATILMA KOŞULLARI NEDİR?

Bu çalışmaya dahil edilebilmeniz için gerekli şartları sağlayan çekilmiş dişlerinizi sorumlu doktora vermeniz gerekmektedir.

NASIL BİR UYGULAMA YAPILACAKTIR?

Çekilmiş dişlerin mine kısımları ayrılıp alınarak çeşitli ajanlar uygulanacak ve fiziksel özellikler incelenecektir.

Çekim endikasyonu olan dişinizin lokal veya genel anestezi altında çekimi ardından diş temizlenip araştırmacılar tarafından çalışma süresine kadar uygun koşullarda saklanacaktır.

Diş çekimi ister zor ister rutin bir çekim olsun cerrahi bir işlemdir ve geri dönüş yoktur. Her cerrahi işlemden olduğu gibi bazı riskler mevcuttur. Bu riskler aşağıdakilerle sınırlı olmamak üzere şöyle sıralanabilir:

1. Şişlik ve/veya kızarıklık, cerrahi alanda rahatsızlık,
2. Ağız bölgelerinde gerilmeye bağlı kızarıklık ve çatlama,
3. Enfeksiyon gelişmesi ve yaranın geç iyileşmesi,
4. Kuru soket; genellikle yetersiz bakımı sebebiyle cerrahiden birkaç gün sonra başlayan çene ağrısı; özellikle yirmi yaş dişleri olmak üzere alt çene çekimlerinde daha sık rastlanır.
5. Özellikle geniş dolgu ve kuronların varlığında komşu dişin zarar görmesi,
6. Dişetlerinde, dudakta, dilde, dişlerde ve çene ucunda duyu kaybı veya duyu azalması. Özellikle yirmi yaş dişi gibi kökleri sinirlere yakın olan dişlerde görülebilir. Hemen her zaman hissizlik normale döner fakat çok nadir olarak kalıcı olabilir.
7. Trismus, iltihap veya şişmeye bağlı olarak ağız açmada kısıtlılık olabilir.
8. Kanama-şiddetli kanama sık değildir. Fakat sızıntı şeklinde kanama birkaç saat devam eder.
9. Çekimden sonra keskin köşeler ve kemik basamakları çekim boşluklarında oluşabilir. Bunlar yeni bir cerrahi müdahaleyle düzeltilirler.
10. Kök parçalarının tam çıkarılmaması. Sinüsler veya sinirler gibi önemli oluşumlara zarar vermemek için bazen küçük kök parçaları bırakılabilir.
11. Sinüs ilişkisi; üst çene arka dişlerin kökleri sinüslere çok yakındır ve bazı durumlarda kök parçaları sinüse kaçabilir veya sinüsler ile ağız arasında bir açıklık oluşabilir; bu durumlarla özel ilgilenilmesi gerekir.

12. Çene kırıkları; çok nadir olmakla birlikte zor ve derin gömülü diş çekimlerinde oluşması mümkündür.

Cerrahi işlemlerin çoğu rutindir ve önemli komplikasyonlar beklenmemektedir. Oluşan komplikasyonlar da küçük ve kolayca tedavi edilebilen durumlardır.

SORUMLULUKLARIM NEDİR?

Araştırma ile ilgili olarak Dr. Öğr. Üyesi Müesser Ahu Yılmaz sizi uygulama dışı bırakabilme yetkisine sahiptir.

KATILIMCI SAYISI NEDİR?

Çalışmamız için 33 adet büyük azı dişine ihtiyaç vardır. Bu sebeple maksimum katılımcı sayısı 90 olarak belirlenmiştir. Aynı hastada birden çok diş çekim endikasyonu bulunması halinde katılımcı sayısı azaltılabilir.

KATILIMIM NE KADAR SÜRECEKTİR?

Katılımın süresi, diş çekimi ile sınırlıdır.

ÇALIŞMAYA KATILMA İLE BEKLENEN OLASI YARAR NEDİR?

Bu araştırmada sizin için beklenen tıbbi bir yarar veya zarar söz konusu değildir.

ÇALIŞMAYA KATILMA İLE BEKLENEN OLASI RİSKLER NEDİR?

Çalışma katılımında beklenen olası bir risk yoktur. Çekim işlemine bağlı oluşabilecek riskler, yukarıda belirtilmiştir.

ARAŞTIRMA SÜRECİNDE BİRLİKTE KULLANILMASININ SAKINCA LI OLDU ĞU BİLİ NEN İ LAÇLAR/BESİNLER NELERDİR?

Araştırma sürecinde birlikte kullanılmasının sakıncalı oldu ğu bilinen ilaç veya besin yoktur.

HANGİ KOŞULLARDA ARAŞTIRMA DIŞI BIRAKILABİLİRİM?

Çekilen dişin çürük, kırık, daha önce dolgu ya da kanal tedavisi benzeri işlem yapılmış olması durumunda çalışmada kullanılamayacağı için dişiniz sorumlu doktor tarafından alınmayacaktır.

ARAŞTIRMA SÜRESİNCE ÇIKABİLECEK SORUNLAR İÇİN KİMİ ARAMALIYIM?

Uygulama süresi boyunca, zorunlu olarak araştırma dışı ilaç almak durumunda kaldığınızda Sorumlu araştırmacıyı önceden bilgilendirmek için, araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki ya da di ğer rahatsızlıklarınız için 0505 245 11 78 no.lu telefondan Dr.Öğr. Üyesi Müesser Ahu Yılmaz'a başvurabilirsiniz.

ÇALIŞMA KAPSAMINDAKİ GİDERLER KARŞILANACAK MIDIR?

Gider söz konusu değildir.

ÇALIŞMAYA KATILMAM NEDENİYLE HERHANGİ BİR ÖDEME YAPILACAK MIDIR?

Bu araştırmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır.

ARAŞTIRMAYA KATILMAYI KABUL ETMEMEM VEYA ARAŞTIRMADAN DURUMUNDA NE YAPMAM GEREKİR?

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; reddetme veya vazgeçme durumunda bile sonraki bakımınız garanti altına alınacaktır. Araştırmacı, uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle isteğiniz dışında ancak bilginiz dahilinde sizi araştırmadan çıkarabilir, Bu durumda da sonraki bakımınız garanti altına alınacaktır. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler ve çekilmiş dişiniz bilimsel amaçla kullanılmayacaktır.

KATILMAMA İLİŞKİN BİLGİLER KONUSUNDA GİZLİLİK SAĞLANABİLECEK MİDİR?

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlsa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir, Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

Çalışmaya Katılma Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren 3 sayfalık metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Bu formu imzalamakla yerel yasaların bana sağladığı hakları kaybetmeyeceğimi biliyorum.

Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

GÖNÜLLÜ veya VELİSİNİN		İMZASI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
TEL.&FAKS		
TARİH		

SORUMLU ARAŞTIRMACI: Dr. Öğr. Üyesi Müesser Ahu YILMAZ

Tarih:

İmza:

11. ÖZGEÇMİŞ

A.KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	Dilek Yılmaz
Akademik unvan/pozisyon	Araştırma Görevlisi
Görev yeri	Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı
Telefon numarası	0541 200 00 00
E-posta adresi	dilekyilmaz93@gmail.com / dilek.yilmaz@marmara.edu.tr

EĞİTİM BİLGİLERİ

Yıl	Bölüm	Kurum	Derece
2009-2013	Lise	Semiha Şakir Anadolu Lisesi	Lise
2014-2019	Diş Hekimliği	Kocaeli Üniversitesi	Lisans
2021-Halen	Peodonti/Diş Hekimliğinde Uzmanlık	Marmara Üniversitesi	Devam ediyor

İŞ TECRÜBESİNE AİT BİLGİLER

Tarih Aralığı	Kurum	Görev
2021- halen	Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	Araştırma Görevlisi

C.AKADEMİK ÇALIŞMALAR

Poster Sunumları

1. Dilek Yılmaz, Başak Durmuş·Amelogenesis İmperfekta Görülen Çocuk Hastada Tedavi Planlaması:Olgu Sunumu. 26. Türk Diş Hekimleri Birliği Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi 8-11 Eylül 2022,İstanbul
2. Dilek Yılmaz, Mehmet Sertaç Peker. Karışık Dişlenme Dönemindeki Çocuklarda Ön Çapraz Kapanış İlişkisinin Hareketli Apareyler ile Tedavisi. 28. Uluslararası Türk Pedodonti Derneği Kongresi 6-9 Ekim 2022,Antalya
3. Dilek Yılmaz,Başak Durmuş,Serap Turan. Treatment Approach in a Spontaneous Case with X-Linked Hypophosphatemic Rickets:A Case Report. IAPD 3rd Global Summit Pulp Therapy Rooted in Evidence November 8-10,2024 Porto,Portugal

Sözlü Sunumlar

- 1.Dilek Yılmaz, Müesser Ahu Yılmaz. Travmatik Yaralanma Sonucu Lateral Lüksasyon Gösteren İmmatür Maksiller Santral Dişin Tedavisi:Olgu Sunumu. IV. Çürümeden Koru Sempozyumu 8-9 Mayıs 2023,İstanbul

Katıldığı Kongre, Sempozyum, Seminer ve Eğitimler

IAPD 3rd Global Summit Pulp Therapy Rooted in Evidence, PORTUGAL,2024

Dr. Öğr. Üyesi Ezgi Tüter Bayraktar, “Kuron Kırıklarının Direkt Restorasyonu: Klinik Protokoller” uygulamalı kurs, İSTANBUL, 2024

Dr. İsmail Davut Çapar,Attended to the 3nd module of Advanced Endodontics Hands on Course held in İSTANBUL, 2024

Dr.Uğur Tokay,Endodontics and Restoration in Pediatric Dentistry with Case Sharing and Practice-Oriented,İSTANBUL,2023

IV. Çürümeden Koru Sempozyumu, İSTANBUL, 2023

28. Uluslararası Türk Pedodonti Derneği Kongresi, ANTALYA, 2022

TDB 26. Uluslararası Diş hekimliği Kongresi, İSTANBUL, 2022.

TDB 24.Uluslararası Diş hekimliği Kongresi, ANKARA, 2018.

TDB 23.Uluslararası Diş hekimliği Kongresi, İSTANBUL, 2017.