



CEREN CARLI

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ SAĞ. BİL. ENST.

DOKTORA TEZİ

İSTANBUL-2024

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

GÜMÜŞ DİAMİN FLORÜRÜN FARKLI RESTORATİF
MATERYALLERİN DENTİNE BAĞLANMA DAYANIMI
ÜZERİNE ETKİSİ

CEREN CARLI

DANIŞMAN
DOÇ. DR. YELİZ GÜVEN

PEDODONTİ ANABİLİM DALI
PEDODONTİ PROGRAMI

İSTANBUL-2024

İTHAF

*“Bu doktora tez çalışmasını her zaman yanımda olarak beni destekleyen **aileme** ithaf ediyorum.”*

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince her konuda bilgi, deneyim ve önerileri ile bana yol gösteren, daima desteğini hissettiğim çok değerli danışman hocam **Sayın Prof. Dr. Figen Seymen'e**,

Danışmanım olduğu süre boyunca yardımını esirgemeyen, anlayış ve desteği ile bu süreci tamamlamamda büyük katkısı olan çok değerli danışman hocam **Sayın Doç. Dr. Yeliz Güven'e**,

Doktora eğitimim süresince kendilerinden çok şey öğrendiğim, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli hocalarım **Sayın Prof. Dr. Oya Aktören, Sayın Prof. Dr. Koray Gençay, Sayın Prof. Dr. Elif Bahar Tuna İnce, Sayın Prof. Dr. Arzu Pınar Erdem, Sayın Doç. Dr. Mine Koruyucu ve Sayın Doç. Dr. Yelda Kasımoğlu'na**,

Doktora eğitimime bilgi ve tecrübeleriyle katkıda bulunan hocalarım **Sayın Prof. Dr. Gamze Eren ve Sayın Prof. Dr. Elif Sepet'e**,

Doktora eğitimimin her aşamasında kıdemlim olarak her ihtiyacımdayanımdaya olup, tecrübesiyle destek olan **Dr. Sabiha Ceren İlisulu'ya**,

Doktora eğitimim süresince yardımları ve destekleri ile yanımda olan, bu süreci beraber yaşadığım başta dönem arkadaşlarım **Dr. Kardelen Beşkardeş ve Elif Büsra Gül** olmak üzere **Pedodonti Anabilim Dalı'ndaki değerli asistan arkadaşlarıma ve Pedodonti Anabilim Dalı çalışanlarına**,

Hayatımın her anında, her kararımdayanımdaya olan, beni ben yapan, maddi manevi her zaman destekçim olan **canım annem Nurten Aydın, canım babam Ahmet Aydın'a**,

Doktora eğitimim boyunca anlayış ve desteğini benden esirgemeyen, benimle beraber genel kültürüne dış hekimliğiyle ilgili bilgiler ekleyen hayat arkadaşım **Cem Carlı'ya**

Moral olarak en zayıf olduğum anlarda bile bakışı, dokunuşu ile beni motive eden biricik patili oğuşum **Pumpkin'e**

en içten ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ceren Carlı

İstanbul, 2024

İÇİNDEKİLER

İTHAF.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	xii
ÖZET	xv
ABSTRACT.....	xvi
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Diş Çürüğü	3
2.1.1. Mine Çürüğü	4
2.1.2. Dentin Çürüğü	5
2.2. Erken Çocukluk Çağı Çürüğü (EÇÇ).....	8
2.3. Demineralizasyon	10
2.4. Remineralizasyon	13
2.5. Dentin Remineralizasyonunda Kullanılan Ajanlar	15
2.5.1. Fluorid ajanları	15
2.5.2. Biyoaktif cam (Novamin).....	16
2.5.3. Kendiliğinden Birleşen Peptidler	17
2.5.4. Nano hidroksiapatit (nHAp).....	18
2.5.5. Bitkisel kaynaklı remineralizasyon ajanları	19
2.5.5.1. Üzüm Çekirdeği Ekstresi (Polifenoller)	19
2.5.5.2. Teobromin	21
2.5.5.3. Kitosan.....	21
2.5.6. Trikalsiyum Silikat (TKS).....	22
2.5.7. Gümüş Diamin Florür (GDF).....	23
2.5.7.1. Tarihçe.....	24
2.5.7.2. Kullanım Alanları.....	24
2.5.7.3. Etki Mekanizması	26

2.5.7.4. Toksisite	28
2.5.7.5. Olası Sorunları.....	28
2.5.7.6. Klinik Uygulama	30
2.5.7.7. Ticari Ürünler, Yüzdeler	30
2.6. Gümüş Modifiye Atravmatik Restoratif Tedavi (GMART)	31
2.7. Cam İyonomer Siman (CİS).....	33
2.8. Kompozit Rezin	35
2.8.1. Kompozit rezin bileşimi	36
2.8.1.1. Rezin matrisi.....	36
2.8.1.2. Doldurucu madde	36
2.8.1.3. Bağlayıcı Ajan.....	37
2.8.1.4. Foto aktivatör	37
2.9. Kompomer.....	37
2.10. Bağlanma Dayanımı Testleri.....	39
2.10.1. Dinamik testler	40
2.10.2. Statik testler.....	40
2.10.2.1. Makro test yöntemleri.....	41
2.10.2.2. Mikro test yöntemleri	42
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	43
3.1. GEREÇ.....	43
3.1.1. Restorasyon Öncesi Örnek Hazırlığında Kullanılan Gereçler.....	43
3.1.2. Restorasyon Aşamasında Kullanılan Gereçler	44
3.1.2.1. Advantage Arrest Gümüş Diamin Florür (Elelete Oral Care LLC, Florida ABD)	44
3.1.2.2. Kavite Hazırlayıcı (Cavity Conditioner, GC Corporation, Tokyo, Japonya)	44
3.1.2.3. G-Premio Bond Adeziv Sistem (GC Corporation Tokyo, Japonya)	45
3.1.2.4. G-aenial Posterior Kompozit (GC Corporation Tokyo, Japonya).....	45
3.1.2.5. Dyract XP Kompomer (Dentsply Sirona, New York, ABD)	46
3.1.2.6. Fuji IX GP Cam İyonomer Restoratif Sistem (GC Corporation Tokyo, Japonya).....	47
3.1.2.7. GC Capsule Applier Kapsül Tabancası (GC Corporation Tokyo, Japonya).....	47
3.1.2.8. Silamat S6 (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Litvanya).....	48

3.1.2.9. Elipar DeepCure-S Işık Cihazı (3M ESPE, MN, ABD).....	48
3.1.3. Deney Aşamasında Kullanılan Gereçler	49
3.1.3.1. Instron Universal Test Cihazı (Shimadzu Autograph AG-IS, Kyoto, Japonya)	49
3.1.3.2. SZX-7 Stereo Mikroskop (Olympus,Tokyo, Japonya).....	49
3.1.3.3. İnkübatör (ETÜV) (Termal Laboratuvar Aletleri, İstanbul, Türkiye).....	49
3.1.3.4. Yapay Tükürük Çözeltisi.....	50
3.1.3.5. Quanta FEG 250 Taramalı Elektron Mikroskobu (FEI, ABD)	50
3.2. YÖNTEM.....	50
3.2.1. Örnek Sayısının Belirlenmesi.....	50
3.2.2. Dişlerin Toplanması	51
3.2.3. Çalışma Gruplarının Oluşturulması.....	51
3.2.4. Örneklerin Hazırlanması	52
3.2.5. Kavite Hazırlayıcı ve GDF Uygulaması.....	52
3.2.6. Adeziv ve Restoratif Materyallerin Uygulanması	54
3.2.6.1. Cam İyonomer Siman Restorasyon Uygulaması.....	55
3.2.6.2. Kompomer Restorasyon Uygulaması.....	55
3.2.6.3. Kompozit Rezin Restorasyon Uygulaması.....	56
3.2.7. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testinin Uygulanması	57
3.2.8. Stereo Mikroskop ile Kırıkların Sınıflandırılması	58
3.2.9. Taramalı Elektron Mikroskobu İncelemesi	58
3.2.10. Sonuçların İstatistiksel Analizi.....	58
4. BULGULAR	59
4.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi Bulguları	59
4.2. Stereomikroskop İncelemesi Sonuçları	62
4.3. Taramalı Elektron Mikroskobu İncelemesi Sonuçları.....	70
5. TARTIŞMA	79
6. SONUÇ	105
KAYNAKLAR	107
FORMLAR	132
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI.....	137

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2-1: Ticari olarak temin edilebilen GDF solüsyonları (9).....	31
Tablo 4-1: Çift yönlü varyans analizi sonuçları	59
Tablo 4-2: Gruplarda iki ölçüm zamanına göre saptanan ortalama makaslama bağlanma dayanımı (MPa) ve standart sapma değerlerinin karşılaştırılmaları	60
Tablo 4-3: Stereomikroskop incelemesi ile belirlenen kırık tiplerinin (adeziv, koheziv, karma) gruplara göre dağılımı.....	62
Tablo 4-4: Her bir zaman diliminde ve zaman ayrımı yapmaksızın gruplara göre sıklıkların karşılaştırılması	63
Tablo 4-5: Her bir grupta ve grup ayrımı yapmaksızın zamanlara göre sıklıkların karşılaştırılması	65

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1: Başlangıç mine çürüğü histolojik tabakaları (32).....	5
Şekil 2-2: Dentin kimyasal bileşimi (36).	6
Şekil 2-3: Dentinde çürük lezyonunun şematik gösterimi (44).	8
Şekil 2-4: Erken çocukluk çağı çürüklerinin etyolojisi ve patogenezinde etkili olan faktörler (55).	9
Şekil 2-5: Demineralizasyon-remineralizasyon döngüsü (65).	11
Şekil 2-6: Farklı florid konsantrasyonlarının mine ve dentin demineralizasyonunu önleme yüzdesi (79).	14
Şekil 2-7: P11-4'ün diş çürükleri üzerindeki etki şekli. (A) Lezyonun etrafındaki kalsiyum hidroksiapatit kristalleri içeriye doğru çekilmesi ve peptit molekülleri ile etkileşime girmesi; (B) Oluşturulan iskele içerisinde yeni hidroksiapatit kristallerinin oluşumu (95).	18
Şekil 2-8: Kitosanın kimyasal yapısı	22
Şekil 3-1: Advantage Arrest Gümüş Diamin Florür.	44
Şekil 3-2: Kavite hazırlayıcı ajan.	44
Şekil 3-3: G-Premio Bond adeziv sistem.....	45
Şekil 3-4: G-aenial Posterior Kompozit restoratif sistem	46
Şekil 3-5: Dyract XP kompomer restoratif sistem	46
Şekil 3-6: Fuji IX GP cam iyonomer restoratif sistem.....	47
Şekil 3-7: Capsule Applier III kapsül tabancası.....	47
Şekil 3-8: Silamat S6 kapsül karıştırma cihazı	48
Şekil 3-9: Elipar DeepCure-S ışık cihazı	48
Şekil 3-10: Makaslama bağlanma dayanımı testinde kullanılan Instron Universal test cihazı	49
Şekil 3-11: Makaslama bağlanma dayanımı incelenecek örnek sayısının belirlenmesi için yapılan örneklem analiz grafiği.....	51
Şekil 3-12: Dişlerin gömülmesi için hazırlanan silikon kalıplar ve bölünen ara yüzey dışarıda kalacak şekilde akriliğe gömülmüş örnekler.	52
Şekil 3-13: Mikrofirça ile örneklerle kavite hazırlayıcı uygulaması.....	52
Şekil 3-14: GDF solüsyonunun kullanıldığı plastik gode	53
Şekil 3-15: GDF solüsyonunun mikrofirça ile yüzeye uygulanması	53

Şekil 3-16: Yapay tükürük içerisinde saklama kutusuna yerleştirilen örnekler.....	54
Şekil 3-17: Restoratif materyal uygulamasında kullanılan alüminyum kalıp	54
Şekil 3-18: Restoratif materyal uygulamasında kullanılan plastik kalıplar.	55
Şekil 3-19: CİS restorasyonun kapsül tabancası ile uygulanması	55
Şekil 3-20: Örneklere bonding uygulaması yapılması	56
Şekil 3-21: Kompomer restorasyonunun uygulanması	56
Şekil 3-22: Kompozit rezin restorasyonu tamamlanmış bir örnek.....	57
Şekil 3-23: Makaslama bağlanma dayanımı için hazırlanan düzenek.	58
Şekil 4-1: Gruplarda iki ölçüm zamanına göre saptanan ortalama makaslama bağlanma dayanımı (MPa) değerlerini) ve standart sapma değerlerini gösteren grafik.	60
Şekil 4-2: Her bir restorasyon materyali için GDF uygulamasından hemen sonra ya da 1 hafta sonra gerçekleştirilen restorasyonlar sonrası ölçülen makaslama bağlanma değerlerinin karşılaştırılması	61
Şekil 4-3: Grup 1'e ait adeziv kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü.	65
Şekil 4-4: Grup 2'ye ait koheziv kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü.....	66
Şekil 4-5: Grup 3'e ait adeziv kırık gözlemlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü.....	66
Şekil 4-6: Grup 4'e ait karma kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü.....	67
Şekil 4-7: Grup 5'e ait adeziv kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü.	67
Şekil 4-8: Grup 6'ya ait karma kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü.	68
Şekil 4-9: Zaman ayrımı yapmaksızın restoratif materyal ve kırılma tipi dağılımı grafiği.	69
Şekil 4-10: Restoratif materyal ayrımı yapmaksızın zamana bağlı kırılma tipi dağılımı grafiği.....	70
Şekil 4-11: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasının ardından cam iyonomer siman restorasyonu yapılan gruba ait adeziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (100X). (Restorasyonun dış yüzeyinden tamamen ayrıldığı alan beyaz ok ile gösterilmiştir)	71

Şekil 4-12: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasının ardından cam iyonomer siman restorasyonu yapılan gruba ait adeziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).	71
Şekil 4-13: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra cam iyonomer siman restorasyonu yapılan gruba ait koheziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (100X). (Restorasyonun dış yüzeyindeki parçası siyah ok ile gösterilmiştir)	72
Şekil 4-14: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra cam iyonomer siman restorasyonu yapılan gruba ait koheziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).	72
Şekil 4-15: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra cam iyonomer siman restorasyonu yapılan gruba ait karma kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (100X). (Restorasyonun dış yüzeyinden tamamen ayrıldığı alan beyaz ok ile, restorasyonun dış yüzeyindeki parçası siyah oklar ile gösterilmiştir)	73
Şekil 4-16: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra cam iyonomer siman restorasyonu yapılan gruba ait karma kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).	73
Şekil 4-17: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından sonra bonding ve kompomer restorasyon yapılan gruba ait adeziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (100X). (Restorasyonun dış yüzeyinden tamamen ayrıldığı alan beyaz ok ile gösterilmiştir)	74
Şekil 4-18: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından sonra bonding ve kompomer restorasyon yapılan gruba ait adeziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).	74
Şekil 4-19: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra bonding ve kompomer restorasyon yapılan gruba ait karma kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (100X). (Restorasyonun dış yüzeyinden tamamen ayrıldığı alan beyaz ok ile, restorasyonun dış yüzeyindeki parçası siyah oklar ile gösterilmiştir)	75
Şekil 4-20: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra bonding ve kompomer restorasyon yapılan gruba ait karma kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).	75
Şekil 4-21: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından sonra bonding ve kompozit rezin restorasyon yapılan gruba ait adeziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM	

görüntüsü (100X). (Restorasyonun dış yüzeyinden tamamen ayrıldığı alan beyaz ok ile gösterilmiştir)	76
Şekil 4-22: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından sonra bonding ve kompozit rezin restorasyon yapılan gruba ait adeziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).	76
Şekil 4-23: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra bonding ve kompozit rezin restorasyon yapılan gruba ait koheziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (100X). (Restorasyonun dış yüzeyindeki parçası siyah ok ile gösterilmiştir)	77
Şekil 4-24: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra bonding ve kompozit rezin restorasyon yapılan gruba ait koheziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).	77
Şekil 4-25: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından sonra bonding ve kompozit rezin restorasyon yapılan gruba ait karma kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (100X). (Restorasyonun dış yüzeyinden tamamen ayrıldığı alan beyaz ok ile, restorasyonun dış yüzeyindeki parçası siyah oklar ile gösterilmiştir).....	78
Şekil 4-26: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından sonra bonding ve kompozit rezin restorasyon yapılan gruba ait karma kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).	78

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

FDA: U.S. Food and Drug Administration (Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi)

ADA: American Dental Association (Amerikan Diş Hekimleri Birliği)

AAPD: American Academy of Pediatric Dentistry (Amerikan Çocuk Diş Hekimleri Akademisi)

EAPD: European Academy of Pediatric Dentistry (Avrupa Çocuk Diş Hekimleri Akademisi)

EPA: U.S. Environmental Protection Agency (ABD Çevre Koruma Ajansı)

ICDAS: International Caries Detection and Assessment System (Uluslararası Çürük Belirleme ve Değerlendirme Sistemi)

EÇÇ: Erken Çocukluk Çağı Çürükleri

GDF: Gümüş Diamin Florür

FV: Fluorid vernik

GMART: Gümüş Modifiye Atravmatik Restoratif Tedavi

MID: Minimal İnvaziv Diş Hekimliği

ART: Atravmatik Restoratif Tedavi

CİS: Cam İyonomer Siman

RMCİS: Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman

pH: Power of Hydrogen (asit-baz birimi)

$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$: Hidroksiapatit

HAp: Hidroksiapatit

$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$: Floroapatit

FHAp: Floroapatit

nHAp: Nano-hidroksiapatit

ppm: Milyonda bir birim

MMP: Metaloproteinaz

TMP: Sodyum trimetafosfat

F^- : Flor iyonu

Ca: Kalsiyum

NTI: Novamin Technology Inc.

HCA: Hidroksikarbonat Apatiti

PO_4^{-3} : Fosfat
 ZnCO_3 : Çinko karbonat
PA: Proantosiyanidin
NaF: Sodyum florür
 TiF_4 : Titanyum florid
 Ca_3SiO_4 : Trikalsiyum silikat
TCS: Trikalsiyum silikat
Ag: Gümüş
 Ag_3PO_4 : Gümüş fosfat
 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{F}$: Gümüş diamin florür
AgF: Gümüş florür
 CaF_2 : Kalsiyum florür
KI: Potasyum iyodür
Ba: Baryum
Zr: Zirkonyum
 Al^{3+} : Alüminyum
Sr: Stronsiyum
 ZrO_2 : Zirkonyum dioksit
°C: Derece, Celcius
 cm^3 : Santimetreküp
GPa: Gigapaskal
MPa: Megapaskal
kg: Kilogram
 m^2 : Metrekare
 μm : Mikrometre
 μ : Mikron
mg: Miligram
mm: Milimetre
 mm^2 : Milimetrekare
nm: Nanometre
mM: Milimolar
ml: Mililitre
M: Molarite

l: Litre

dk: Dakika

mW: Megawatt

nmol: Nanomol

μ mol: Mikromol

sn: Saniye

MIH: Molar insizör hipomineralizasyon

MMP: Metaloproteinaz

UDMA: Üretan dimetakrilat

HEMA: Monomer 2-hidroksietil metakrilat

TEGDMA: Trietilen glikol dimetakrilat

MPTS: Metakriloksi propil trimetoksi silan

ISO: Uluslararası Standartlar Organizasyonu

SBS: Shear Bond Strength (Makaslama bağlanma dayanımı)

SEM: Scanning electron microscope (Taramalı elektron mikroskobu)

UV: Ultraviole

BHT: Butillenmiş hidroksi tolüen

p: İstatistiksel anlam değeri

f: Cohen etki büyüklüğü değeri

mTBS: Micro Tensile Bond Strength (Mikro çekme bağlanma kuvveti)

SD: Standart deviasyon

ÖZET

Carlı C. Gümüş Diamin Florürün Farklı Restoratif Materyallerin Dentine Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Pedodonti Anabilim Dalı. Doktora Tezi. İstanbul. 2023.

Amaç: Bu çalışma, çürük süt azı dişlerine gümüş diamin florür (GDF) uygulanması sonrası çocuk diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerden cam iyonomer siman (CİS), kompomer ve kompozitin GDF uygulamasından hemen veya 1 hafta sonra yapılan restorasyonlarının makaslama bağlanma dayanımı (MBD) değerlerinin araştırılması amacıyla gerçekleştirildi. **Gereç ve Yöntem:** 27 çekilmiş çürük süt azı dişi çürük lezyonlarının ortasından ikiye bölünerek her biri 9 örnekten oluşan 6 gruba ayrıldı: 1.Grup; GDF (Advantage Arrest, Elevate Oral Care, ABD) uygulamasından hemen sonra CİS (Fuji IX GP, GC Corp., Japonya) 2.Grup; GDF uygulamasından 1 hafta sonra CİS 3.Grup; GDF uygulamasından hemen sonra kompomer (Dyract-XP, Dentsply Sirona, ABD) 4.Grup; GDF uygulamasından 1 hafta sonra kompomer 5.Grup; GDF uygulamasından hemen sonra kompozit (G-aenial Posterior, GC Corp., Japonya) 6.Grup; GDF uygulamasından 1 hafta sonra kompozit. Bir hafta sonra restoratif materyal uygulanacak olan gruplar 37°C’de yapay tükürükte bekletildi. 2 mm çap ve 2 mm yüksekliğe sahip restorasyon uygulamalarından 24 saat sonra Instron universal test cihazı ile MBD değerleri ölçüldü. Kırılma tipleri stereomikroskop (SZX-7, Olympus, Japonya) ile x40 büyütmede incelendi. Kırılma yüzeyleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile değerlendirildi. **Bulgular:** Gruplara göre zaman ayrımı yapmaksızın MBD ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p=0,038$). Tüm restoratif materyaller için GDF uygulanmasından 1 hafta sonra restore edilen gruplarda hemen restore edilen gruplara göre MBD değerlerinin daha yüksek olduğu ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı ($p=0,237$). **Sonuç:** Restorasyonların GDF uygulamasından hemen sonra veya 1 hafta sonra yapılmasının, restorasyonların çürük dentine bağlanma dayanımı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlendi.

Anahtar Kelimeler: gümüş diamin florür, dentin çürüğü, remineralizasyon, erken çocukluk çağı çürüğü, bağlanma dayanımı

ABSTRACT

Carlı C. Effect of Silver Diamine Fluoride on Dentin Bond Strength of Different Restorative Materials. İstanbul University, Institute of Health Science, Department of Pedodontics. PhD thesis. İstanbul. 2023.

Aim: This study was conducted to investigate shear bond strength (SBS) of various restorations (glass ionomer cement (GIC), compomer and composite) applied immediately or 1week after silver diamine fluoride (SDF) application in carious primary molars. **Materials and Methods:** In the study, 27 extracted carious primary molars were divided into two in the middle of the carious lesion to create 6 groups, each consisting of 9 samples: Group 1; GIC (Fuji IX GP, GC Corp., Japan)/immediately after SDF (Advantage Arrest, Elevate Oral Care, USA) Group 2; GIC/1week after SDF Group 3; Compomer (Dyract-XP, Dentsply-Sirona, USA)/immediately after SDF Group 4; Compomer/1week after SDF Group 5; Composite/immediately after SDF (G-aenial Posterior, GC Corp., Japan) Group 6; Composite/1week after SDF. The groups which restorative material would be applied after 1week were kept in artificial saliva at 37°C. 24 hours after the application of restorations with 2mm diameter/2mm height, SBS was measured with Instron universal testing device. Fracture types were examined with a stereomicroscope (SZX-7, Olympus, Japan) at x40 magnification. Fracture surfaces were evaluated by scanning electron microscopy (SEM). **Results:** Statistically significant difference was found between the mean SBS values of according to groups regardless of time ($p=0.038$). For all restorative materials, SBS values were found to be higher in the groups restored 1 week after SDF application than in the groups restored immediately, but this difference was not statistically significant ($p=0.237$). **Conclusion:** It was determined that making the restorations immediately after SDF application or 1 week later did not have a significant effect on the bond strength of the restorations to carious dentin.

Key Words: silver diamine fluoride, dentin caries, remineralization, early childhood caries, bond strength

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Diş çürüğünün dünya çapında 3,1 milyar insanı (%44) etkilediği, yaşam kalitesini önemli derecede düşürdüğü ve bireyler, aileler ve toplum için yüksek maliyetlere yol açtığı bilinmektedir. Diş çürükleri genetik, fizyolojik, çevresel ve davranışsal faktörlerin birleşiminin sonucu olarak gelişmektedir (1). Erken çocukluk çağı çürükleri (EÇÇ), küresel olarak yılda yaklaşık 1,8 milyar yeni vakanın gözlemlendiği en yaygın kronik çocukluk çağı hastalıklarından biridir (2).

Diş hekimliği hizmetlerine erişimin sınırlı olduğu durumlarda ve diş hekimliği erişilebilir olsa bile, sistemik, bilişsel veya fiziksel hastalığı olan ve özel tedavi gerektiren olgularda ya da dental anksiyete nedeni ile kooperasyonun sağlanamadığı çocuklarda sedasyon ve/veya genel anestezi gibi farmakolojik yaklaşımlardan kaçınmak için gümüş diamin florür (GDF) ve atravmatik restoratif tedavi (ART) yaklaşımları önemli bir rol oynamaktadır (3-5).

Gümüş antimikrobiyal özelliği nedeni ile ve florid çürükleri önleme, durdurma ve remineralize etme özelliklerinden dolayı diş hekimliği alanlarında uzun yıllardan beri kullanılmaktadır (6). GDF'nin çürük lezyonlarını durdurma mekanizması hem gümüş hem de floridin sinerjistik etkisi ile açıklanmaktadır (7). Araştırmalarda GDF'nin biyofilm oluşumunu engellediği, remineralizasyonu teşvik ettiği, demineralizasyonu önlediği, kolajen bozulmasını önlediği ve dentin tübüllerini tıkadığı sonucuna varılmıştır (7, 8). Bu özellikleri ile diş çürüğünün ve dentin aşırı duyarlılığının tedavisinde etkili bir ajan haline gelmektedir (9). Gümüş, bakterisidal “zombi” etkisi (10), biyofilmin enzimatik inhibisyonu (11), dentin kolajen yıkımının inhibisyonu (12) ve mineral içeriği kaybını önlemesi (13) yoluyla etki etmekte ve demineralizasyonu engellemektedir. Florid ise biyofilmi inhibe etmekte ve apatit çekirdeklenmesini ve remineralizasyonu sağlamaktadır (14).

Mevcut kanıtlar, sızdırmaz bir restorasyon sağlandığında, derin dentin çürüklerinde enfekte dentinin tamamının çıkarılmasının gerekli olmadığını göstermektedir (15). GDF ile enfekte olmuş dentini durdurmak ve sızdırmaz bir restorasyonla kapatmak, ikili fayda sağlayabilmektedir. GDF ve ART'nin birlikte kullanıldığı çürük tedavisindeki bu yeni paradigmaya gümüş modifiye atravmatik restoratif tedavi (GMART) adı verilmektedir (6). Aynı zamanda oluşan siyah

renklenmeyi maskelemek, kalan diş yapısının kırılma olasılığını ortadan kaldırmak, kaybedilen çiğneme fonksiyonunu dişlere geri kazandırmak gibi avantajları da bulunmaktadır (6, 16).

Bu tez çalışması, çürük süt azı dişlerine GDF uygulamasından hemen sonra ya da 1 hafta sonra cam iyonomer siman (CİS), kompomer ve kompozit rezin ile restore edilen restorasyonlarda, GDF uygulamasının restorasyonların makaslama bağlanma dayanımı değerlerine etkisinin araştırılması amacıyla gerçekleştirilmiştir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diş Çürüğü

Diş çürüğü multifaktöriyel bir hastalıktır. Diş çürükleri, genetik faktörlerin yanı sıra tükürük, beslenme, anatomi gibi birçok biyolojik faktörden etkilenmektedir. Bireysel ve toplumsal düzeyde kültürel, davranışsal ve sosyoekonomik faktörler de diş çürüğünün gelişimini etkileyebilmektedir (17).

Diş çürüğü, mikrobiyal kökenli organik asitlerin sebep olduğu demineralizasyon periyotlarını ve ardından tükürük bileşenleri, terapötik ajanlar ile sağlanan remineralizasyon periyotlarını içeren, ancak genel ağız ortamında demineralizasyona karşı dengenin korunamadığı dinamik bir sürecin sonucudur (18).

Mikroorganizmalar ile konakçı arasındaki dengesizliklere bağlı hastalıklar disbiyoz olarak bilinir; diş çürüğü bunlardan biridir. Diş çürükleri klasik bir enfeksiyon veya bulaşıcı hastalık örneği değildir. Ağız ortamını en yaygın şekilde değiştiren faktör, karbonhidratların sık tüketilmesidir ve sonuç olarak asit üretimine yol açmaktadır. Asitin aşırı üretimi, asit üreten (asidojenik) mikroorganizmaların seçilimine ve artmasına yol açmaktadır; bunlar da asit toleranslı (asidofilik) ve asidüritik (asidik koşullar altında asit üreten) (1, 19).

Diş çürüklerinin oluşması için ağız ortamında diş sert dokularının bulunması, karbonhidrat tüketimi ve asidüritik bakterilerin bulunması gerekmektedir (20). Tükürük ve bakteriler diş yüzeyine yapışan bir biyofilm oluşturmaktadır. Zamanla karbonhidratların var olması bakteriler için besin görevi görmekte ve bakteriler dişlerde mineral kaybına neden olan asitler üretmektedirler. Tükürüğün akış, seyreltme, tamponlama ve remineralizasyon kapasitesinin de çürüğün ilerlemesini ve gerilemesini etkileyen kritik faktörlerden olduğu kabul edilmektedir (21).

Diş çürüğü mine veya sementte başlayan ve demineralizasyon ve remineralizasyon döngüleri boyunca yavaş yavaş ilerleyen bir hastalıktır. Bu döngülerdeki denge bozulduğunda ve daha fazla demineralizasyon olayı meydana geldiğinde başlangıç çürük lezyonu gelişmektedir. Diş yapısının kavitasyonu, hastalık sürecinin geç evre gelişimidir. Kavitasyondan önce uygun bir ağız ortamı sağlanabilirse

çürük lezyonları remineralize edilebilmekte, kavitasyonlu dişlerde ise lezyonun ilerlemesi durdurulabilmektedir (22).

Diş çürüğüne ilişkin 'tek patojen, tek hastalık' anlayışı yerini günümüzde patojenitenin varlığı olarak mikrobiyal topluluğun bütünsel bir kavramına bırakmıştır (1). Diş çürüğüyle ilişkili tüm mikroorganizma türleri asidojenik ve asit toleranslı bir fenotipi paylaşmaktadır ancak hastalık için tanısal olan spesifik bir 'patojen' bulunmamaktadır. *Streptococcus mutans* gibi genellikle çürük 'patojenleri' olarak adlandırılan türler, çürüksüz kişilerde de sıklıkla bulunmakta ve çürük lezyonlarından izole edilen toplam bakteri topluluğunun <1%'ini oluşturmaktadır (23).

RNA teknikleri kullanılarak elde edilen son veriler, aktif çürük lezyonlarında 40 ila 160 arasında çürükle ilişkili organizmanın varlığına işaret etmektedir (17). *Veillonella*, *Fusobacterium* ve *Porphyrromonas*, aktif çürük lezyonlarında en sık görülen türler olarak görünmekte ve son çalışmalarda *Candida albicans*'ın, özellikle diş çürüklerinin ilerlemesinin sürdürülmesinde ikincil bir ajan olarak rol oynadığı bildirilmektedir (24).

Diş çürüğü, süt dişlerinde ve sürekli dişlerde yaşam boyunca ortaya çıkabilen bir hastalıktır. Çürüğün başlamasını ve ilerlemesini koruyucu faktörler ve patolojik faktörler arasındaki dengenin bozulması etkilemektedir (25, 26).

2.1.1. Mine Çürüğü

Mine tabakası insan vücudundaki en sert dokudur ve dişin aşınmaya dayanıklı dış tabakası olarak rol almaktadır. Dişi, canlı dokuya zarar verebilecek kimyasal, fiziksel ve termal etkilere koruyan bir bariyer oluşturmaktadır (27).

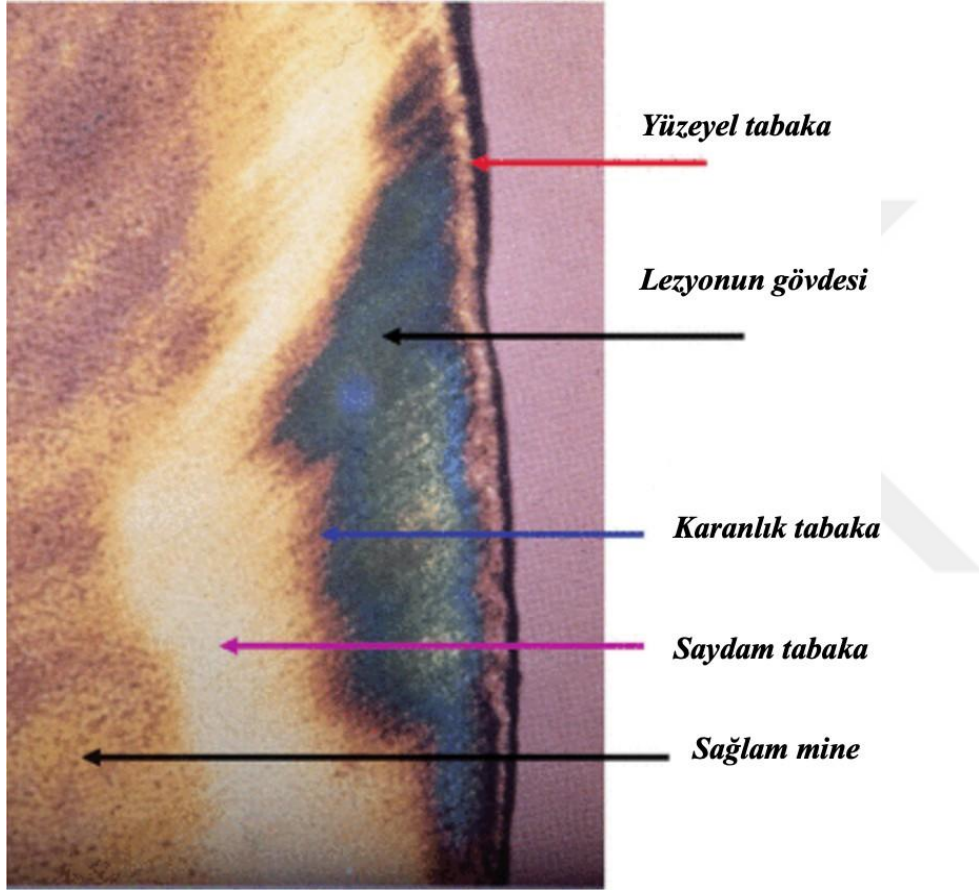
Periodontal olarak sağlıklı bir bireyde çürük mineden başlamaktadır. Minedeki ilk değişiklikler plak biyofilminin tutunduğu bölgelerde ortaya çıkmaktadır. Demineralizasyon, mikro gözenekli hale gelen ve beyaz nokta lezyonunun özelliği olan opak ve mat bir görünüme sahip olan mine yüzeyini değiştirmektedir (28).

Klinik muayenede, başlangıç mine erken çürük lezyonu beyaz opak bir nokta olarak görülmektedir. Sağlam mineden daha yumuşak ve beyazımsı rengi ile karakterize olup, havayla kurutulduğunda giderek daha beyaz hale gelmektedir (29).

Beyaz nokta lezyonları, sağlam bir mine yüzeyi ve yüzey altı demineralizasyonu ile karakterize, başlangıç aşamasındaki çürük lezyonlardır. Hidroksiapatitin mine

prizmalarının asidojenik mikroflora tarafından çözünmesi sonucu oluşmaktadır. Yeni başlayan çürük lezyonlarının klinik görünümü opak beyazdan sarı kahverengiye kadar değişebilmektedir. Bu tür lezyonların opak beyaz görünümü, minenin kırılma indeksini değiştiren mineral kaybının yarattığı iç gözeneklerden kaynaklanmaktadır (30).

Histolojik olarak başlangıç mine çürükleri yüzeyel tabaka, lezyon gövdesi, karanlık tabaka ve saydam tabaka olarak 4 bölgeye ayrılmaktadır (Şekil 2-1) (31).



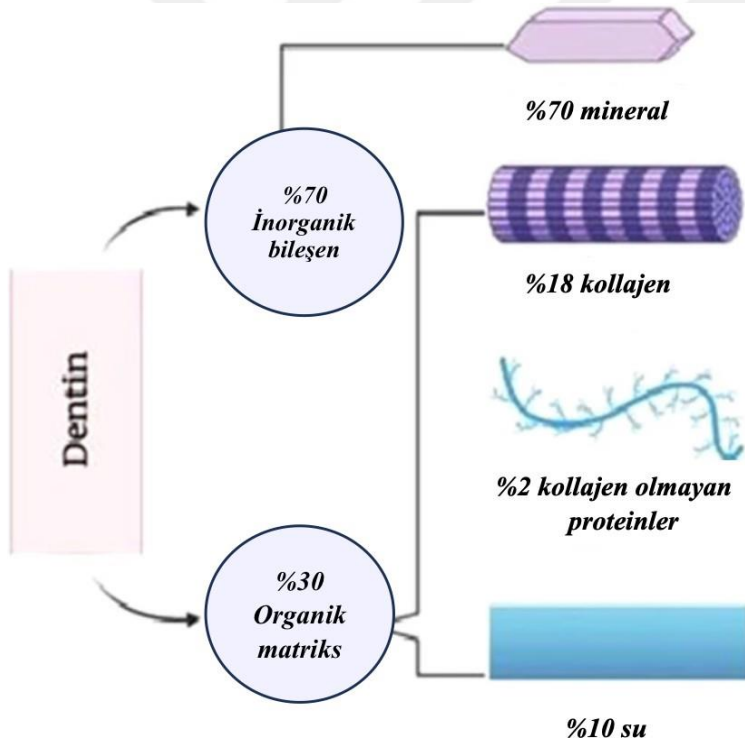
Şekil 2-1: Başlangıç mine çürüğü histolojik tabakaları (32).

Bu aşamada lezyon geri dönüşümlüdür ve remineralize olarak sağlıklı diş yapılarına dönüşebilmektedir. Demineralizasyon sürecinin devam ettiği durumda çürük ilerleyerek geri dönüşümsüz hale gelebilmektedir (33).

2.1.2. Dentin Çürüğü

Dentin, dentin tübülleri içindeki odontoblastların hücresel süreçlerini barındıran ve çiğneme stresinin dağıtılmasından sorumlu olan mineralize ve canlı bir dokudur (34).

Dentin kimyasal olarak yaklaşık %70 mineral (hacim olarak %40-45), %20 organik matriksten (hacim olarak %30) ve %10 sudan (hacim olarak %20-25) oluşmaktadır. Dentinin organik bileşeni %18 kolajen (%86 tip I ve tip III, V ve VI), %2 kolajen olmayan proteinler, proteoglikanlar, büyüme faktörleri, fosfolipitler ve enzimlerden oluşmaktadır (Şekil 2-2) (35, 36). Matriks, temel fibroblast büyüme faktörü, insülin benzeri büyüme faktörü, dönüştürücü büyüme faktörü- β ve kemik morfogenetik proteinleri gibi büyüme faktörleri için bir depo görevi görmektedir. Osteopontin ve osteokalsin gibi çeşitli kolajen olmayan proteinler dentin ve kemikte yaygındır; ancak dentin fosfoproteini spesifik olarak dentinde bulunan bir kolajen olmayan proteindir (37). Dentinin inorganik bileşenleri, kemikte bulunanlardan daha büyük, minede bulunanlardan çok daha küçük olan hidroksiapatit (HAp) kristallerini oluşturan kalsiyum ve fosfat iyonlarıdır (38).



Şekil 2-2: Dentin kimyasal bileşimi (36).

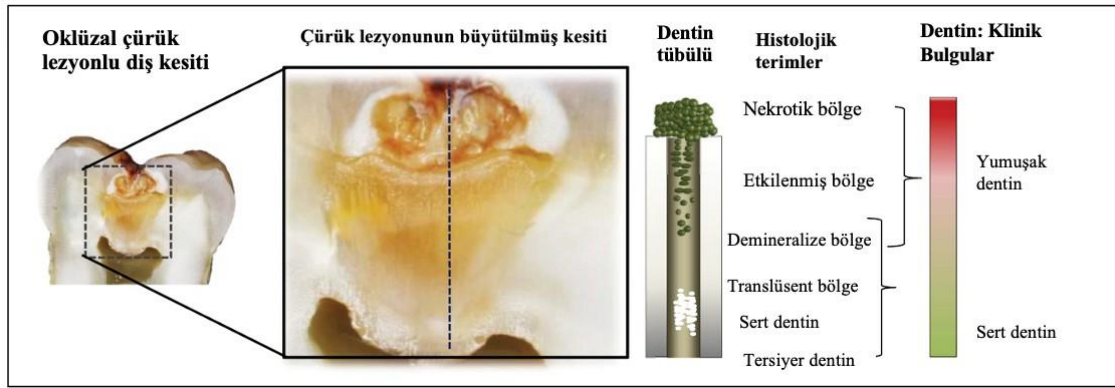
Biyolojik açıdan bakıldığında dentin matriksi, mine ile pulpa arasında veya pulpa ile çürük dentin açığa çıkmış kaviteye yer alan yarı geçirgen bir bariyer olarak tanımlanabilmektedir (39).

Mikroyapısal açıdan bakıldığında, dentindeki kolajen fibrilleri, çevredeki mineyi destekleyen matrisi güçlendiren mineral kristaller için bir iskele görevi görmektedir (39).

Biyomekanik açıdan bakıldığında, mineralize dentin matriksi, kırılğan minedeki çatlakların dentin-mine birleşim noktasından dentine yayılmasını önlemeye yardımcı olarak diş fonksiyonunu korumakta, böylece minenin kırılmasını önlemektedir (40).

Dentin sertliği dokunun mineral yoğunluğu ile doğru orantılıdır ve elastikiyet eksikliği ile doğrusal bir korelasyona sahiptir. Mineral yoğunluğu doku boyunca değişiklik göstermektedir; mineral yoğunluğu en fazla, en sert ve en az elastik dentin, dentin tübül kenarına yakın olan peritübüler dentin olarak adlandırılmaktadır (41). Tübüllerin çapı 2 ila 4 mikrometre arasında değişmektedir ve dentin tübüllerinin sayısı mm² başına yaklaşık 18000-21000'dir (42). Tübüllerin arasında daha elastik olan intertübüler dentin bulunmaktadır. Dentin tübül yoğunluğundaki değişiklikler, intertübüler ve peritübüler dentin oranlarındaki değişikliklerle ilişkilidir, dolayısıyla dokunun sertliğini ve mekanik özelliklerini etkilemektedir (35).

Çürük dentin iki histopatolojik bölgeye ayrılabilir. Bunlar çürükten enfekte olmuş dentin ve çürükten etkilenmiş dentindir. Periferik çürük ile enfekte olmuş bölge (mine-dentin birleşimine yakın) geri dönüşümsüz şekilde hasar görmüş, nekrotik ve uzun süreli bakteriyel kontaminasyon ve kolajenin proteolitik denatürasyonu ve inorganik bileşenin asit demineralizasyonu nedeniyle yumuşamıştır. Çürükten etkilenmiş dentin ise kolajen denatüre olmadığı için doğru koşullar altında onarılma potansiyeline sahip olan, çürük süreci nedeniyle geri dönüşümlü olarak hasar gören, çürükten etkilenen daha derin bölgedir (43). Şekil 2-3'te dentinde oluşan çürük lezyonunun şematik görünümü yer almaktadır.



Şekil 2-3: Dentinde çürük lezyonunun şematik gösterimi (44).

Çürükten etkilenmiş dentin, çürük gibi yumuşak uyaranlara tepki olarak oluşan, kolajen fibrillerinin çapraz bağlanmalarında küçük değişiklikler sunan reaksiyoner dentinin bir varyasyonu olarak kabul edilmektedir. Ek olarak, tübüller içindeki mineralize çökeltiler nedeniyle sağlam dentin ile kontrast oluşturmaktadır (45).

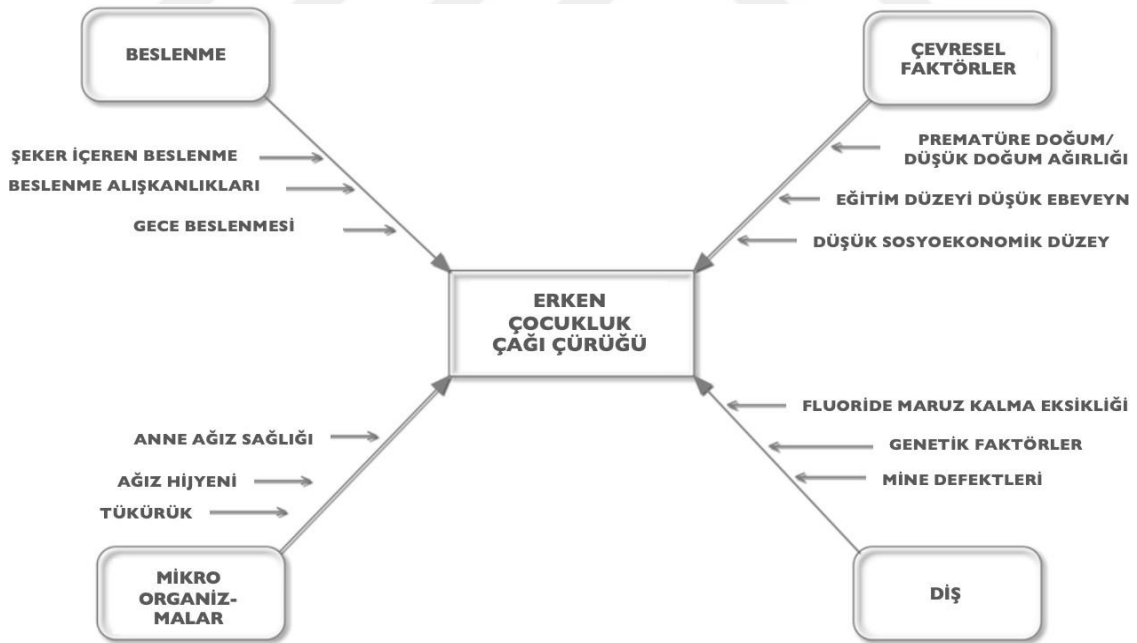
2.2. Erken Çocukluk Çağı Çürüğü (EÇÇ)

Bebeklik döneminde gözlenen diş çürüklerine ait tanımlama ilk kez 1930'lu yıllarda küçük çocukların siyah dişleri anlamına gelen 'Les dents noires de tout-petits' ifadesi kullanılarak yapılmış ve melanodontie infantile (çocukluk melanodontisi) olarak adlandırılmıştır (46). 1962 yılında Dr Elias Fass "nursing bottle mouth-biberon ağzı" terimini literatüre sokmuş ve zamanla bu terim değişerek "biberon çürüğü" olarak kullanılmaya başlanmıştır (47). İlerleyen yıllarda biberon kullanımının küçük çocuklarda diş çürüğü oluşumunda tek neden olmaması nedeni ile daha az spesifik bir terim olan erken çocukluk çağı çürükleri (EÇÇ) önerilmiştir (48). EÇÇ 6 yaşından küçük çocukların herhangi bir süt dişinde bir ya da daha fazla sayıda çürük (kaviteli veya kavitesiz lezyonlar), kayıp (çürük nedeniyle) veya dolgulu yüzey varlığı olarak tanımlanmaktadır (49, 50).

EÇÇ, erken çocukluk döneminde yaygın olarak görülmekte olan kronik hastalıklardan biri olarak bilinmektedir. Önlenebilir bir hastalık olmasıyla birlikte halen dünya çapında 600 milyondan fazla çocukta görülmekte ve büyük bölümü tedavi edilememektedir (51). Çocukların ve ailelerinin yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyen EÇÇ topluma gereksiz yük olan bir hastalıktır (50). Tedavi edilemeyen çürükler ağrıya, sepsise ve enfeksiyonda yayılmaya, yeme güçlüğü ve beslenme yetersizliğine, genel sağlıkta bozulmaya neden olabilmektedir (52). Pediatrik

popülasyonda, özellikle 3 yaşından küçük çocuklardaki diş çürüklerinin tedavisi, sıklıkla sedasyon ve genel anestezi gibi farmakolojik yaklaşımları gerektirmektedir. Bu yöntemler hem olası komplikasyonlar açısından risk taşımakta, hem de hasta için oldukça maliyetli olmaktadır (3).

EÇÇ, diğer çürük türlerinde olduğu gibi, diş sert dokularındaki demineralizasyon ve remineralizasyon arasındaki dengesizlik sonucunda oluşan, biyofilm aracılı, şeker kaynaklı, multifaktöriyel, dinamik bir hastalık olarak kabul edilmektedir. Diş çürüğü, bireyin çevresine bağlı biyolojik, davranışsal ve psikososyal faktörlerden etkilenmektedir. Şekil 2-4'te EÇÇ etiyolojisi ve patogenezinde etkili olan faktörler verilmiştir. EÇÇ, aşırı şeker tüketimiyle ilişkili diyabet, kardiyovasküler hastalık ve obezite gibi diğer bulaşıcı olmayan hastalıklarla ortak risk faktörlerini paylaşmaktadır. Aşırı şeker alımı, dişe yapışan bakterilerden uzun süreli asit üretimine ve ağız mikrobiyotasının bileşiminde ve biyofilm pH'sında bir değişime yol açmaktadır ve bu sürecin devamı durumunda diş yapıları demineralize olmaktadır (50, 53, 54).



Şekil 2-4: Erken çocukluk çağı çürüklerinin etiyolojisi ve patogenezinde etkili olan faktörler (55).

EÇÇ ile ilişkilendirilen sosyal/davranışsal risk faktörleri; yaşam boyu kötü ekonomik şartlar, kötü sağlık koşulları, ebeveyn ya da bakıcının düşük okur-yazarlık oranına sahip olması, çocuğun öğünlerde şeker içeren atıştırmalık veya içecekleri

tüketmesi, özellikle yatmadan önce doğal ya da ilave şeker içeren besinle biberon kullanımı, 12 aydan uzun ve özellikle gece emzirmeleri, anne veya bakıcının aktif dış çürüğünün olması ve çocuğun özel sağlık bakımı gereksiniminin olması şeklinde sıralanmaktadır (56, 57).

EÇÇ ile ilişkilendirilen klinik risk faktörleri olarak; henüz kaviteleşmemiş çürük lezyonları veya mine defektlerinin varlığı, çürüğe bağlı görünür kavite, dolgu, veya çekilmiş dişlerin olması ve dişlerde gözle görülür plak varlığı sayılabilmektedir (55, 56).

Florlu içme sularının tüketilmesi, florid içeren diş macunu ile günde iki kez dişlerin fırçalanması, diş hekimi tarafından topikal florid uygulamalarının gerçekleştirilmesi ve düzenli takip eden bir diş hekiminin olması gibi faktörler ise EÇÇ'den koruyucu faktörlerdir (56, 58).

EÇÇ'den korunma üç düzeyde gerçekleştirilebilmektedir. Birincil korunma hastalık henüz başlamadan alınabilecek önlemleri içerir. Ebeveynlerin/bakıcıların ve sağlık çalışanlarının ağız-diş sağlığı okuryazarlığının geliştirilmesi, çocukların içecek ve yiyecekler ile aldığı serbest şeker miktarının sınırlanması ve günlük olarak floride maruz bırakma birincil koruma kapsamında alınabilecek önlemlerdir. İkincil koruma çürük henüz başlangıç aşamasında iken ilerlemesinin durdurulması ya da remineralizasyonunun sağlanması ile kavitasyonun engellenmesi ile ilgili uygulamaları içerir. Florid verniği uygulamalarının sıklaştırılması (yılda iki yerine yılda dört kez uygulama) ya da azı dişlerinin fissür örtücüler ile örtülmesi şeklinde uygulamalar çürüğün ilerlemesini durdurmada oldukça etkili non-invaziv yöntemlerdir. Üçüncül korunma kaviteleşmiş lezyonların ilerlemesinin durdurulmasına yönelik noninvaziv ve invaziv uygulamaları içermektedir (50).

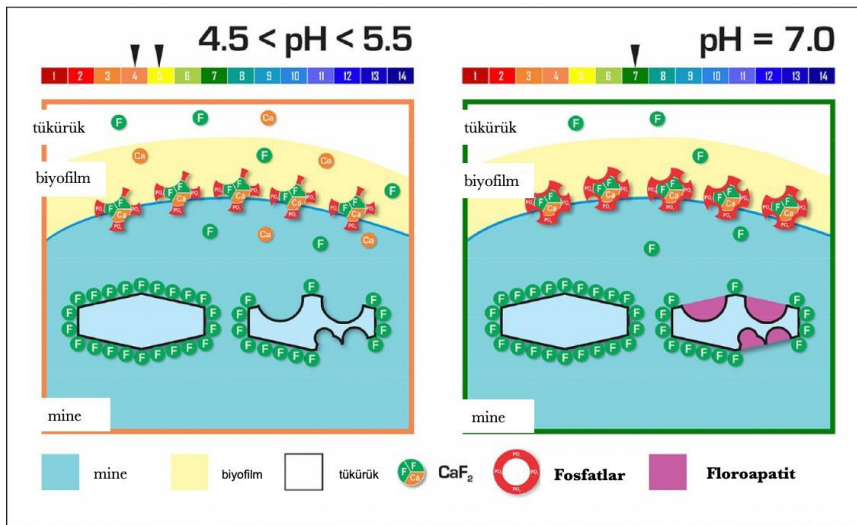
2.3. Demineralizasyon

Mine, dentin, sement ve kemik hem inorganik hem de organik bileşenlerin doğal bileşimleridir. Kemik, sement ve dentin özelleşmiş bağ dokularıdır, mine ise ektodermal kökenlidir. Özelleşmiş bağ dokuları (kemik, sement ve dentin) için organik bileşenlerin yaklaşık %90'ı tip I kolajen; kalanı ise kolajen olmayan proteinlerden oluşmaktadır. Mine ise çok az kolajen içermekte veya hiç içermemektedir ve organik matrisi, %90'ı amelogenin olan kolajen olmayan proteinden oluşmaktadır. Bu sert dokuların inorganik bileşeni, biyolojik apatit, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ 'den oluşmaktadır. Mine inorganik içeriği

(~%90 prizmatik kristaller), dentin ve kemik (~%70) ve semente (%45) göre daha fazla bulunmaktadır. Yüksek inorganik içeriği ile mine, vücuttaki diğer sert dokulardan daha sert ve daha dirençlidir. Dentin ise, yüksek organik içeriği ile mineden daha esnektir ve mine ve sement altında esnek bir tabaka sağlamaktadır (59, 60).

Demineralizasyon, ağız ortamındaki pH değerinin kritik değer olan pH 5.5'in altına düşmesi sonucunda diş dokusundaki HAp kristallerinin çözünmesi sonucu dişten kalsiyum ve fosfat iyonlarının uzaklaşması olarak tanımlanmaktadır. Dişlerin kimyasal demineralizasyonu, yiyecek veya içecek yoluyla tüketilen beslenme asidi ve ağızda var olan bakterilerin mikrobiyal saldırısı olmak üzere iki temel asit atağından kaynaklanmaktadır. Asidik bir atak veya tipik bir demineralizasyon süreci sırasında hem inorganik hem de organik matris bileşenlerinin kimyasal çözünmesi gerçekleşmektedir (59, 61, 62).

Çürük süreci kademeli bir süreçtir ve sürekli olarak kritik pH altında asidik koşullara uzun süreli maruz kalma epizotları ve ön mine çözünmesini (pH 5.5, demineralizasyon) ve arada plağın dinlenme pH'sına (pH 7.0, remineralizasyon) geri dönme periyotlarını içermektedir. Şekil 2-5'te pH 5.5'in altında demineralizasyon ve pH 7.0'da remineralizasyon döngüsü şematik olarak verilmiştir. Retantif diş alanlarında plak birikimi, rafine karbonhidratlardan yüksek bir beslenme ve sık karbonhidrat tüketimi, demineralizasyon ve remineralizasyon arasında olan dinamik dengenin bozulması, klinik olarak saptanabilir beyaz nokta lezyonlarının gelişimi ile sonuçlanmaktadır (63, 64).



Şekil 2-5: Demineralizasyon-remineralizasyon döngüsü (65).

Ağız boşluğu demineralizasyon ve remineralizasyon aktivitelerinin sürekli olarak gerçekleştiği dinamik bir ortamdır. Demineralizasyon ve remineralizasyon süreçleri arasında bulunan denge, diş yapısının sertliğini ve gücünü belirlemekte önemlidir. Demineralizasyon bakteri, beslenme ve tükürük bileşenleri arasındaki kimyadan kaynaklanmaktadır. Ağız boşluğunda pH'nın düşmesi demineralizasyona neden olmakta ve ağız ortamı, dışın mineral içeriğine bağlı olarak mineral iyonları bakımından kısmen doymuş hale gelmektedir. pH değerindeki düşüş, karbonhidratların varlığı ve plak bakterilerinin etkisiyle üretilen organik asitlere bağlıdır. Demineralizasyon aşaması uzun süre devam ettiğinde, aşırı mineral kaybı meydana gelmekte, bu da diş çürüğünün tipik özellikleri olan mine yapısının kaybına ve kaviteye yol açmaktadır. Bu çözünme pH normal seviyeye dönene kadar devam etmektedir. pH yükseldiğinde ise bunun tersi gerçekleşmekte ve mineralin organik asitler tarafından kristallerin çözünmesine karşı daha dirençli olan diş yapısının geri dönmesiyle sonuçlanmaktadır. Kristaller birbirleriyle birleşerek altıgen hatlara sahip büyük kristaller oluşturmaktadırlar (66, 67).

Sağlam dentindeki ekstrasfibriler mineral, nem veya proteinlere bağlı olarak oldukça esnek olan granüler bir yapıya sahiptir (68). Yapılan çalışmalarda intrafibriler mineralin demineralizasyona karşı oldukça dirençli olduğu ve kolajen fibrillerin sertliğinin intrafibriler mineralin varlığına bağlı olduğu ileri sürülmüştür. İntrafibriller mineralin demineralizasyona karşı daha yüksek direnci, remineralizasyon için önemli sonuçlara yol açabilmektedir. Kısmen demineralize dentin, kalan mineralle birlikte sağlam kolajen fibrilleri ve herhangi bir kayıp mineralin yeniden büyümesi için alan görevi görebilecek ilişkili kolajen olmayan proteinler içerebilmektedir (39).

Kısmi demineralizasyondan sonra kurutma, kolajen fibrillerinin çökmesine ve büzülmesine sebep olmaktadır, bu da kalan ekstrasfibriler granüler kristalitler üzerinde baskı uygulayarak elastik modül ve sertlik değerlerinin artışına neden olmaktadır. Kolajen fibrilleri ve kolajen olmayan proteinler açıkta kaldığında, yük altında deforme olabilen bir hale gelmektedir (69).

Dentin bileşenlerinin hacim oranlarının belirli bir demineralizasyon aşamasında sabitlendiği varsayıldığında, su içeriğindeki herhangi bir artış esas olarak, ekstrasfibriller bölmeden kaybedilen mineralin yerine konması için meydana gelmektedir. Böylece kolajen fraksiyonu hemen hemen aynı kalmaktadır (70). Ancak fibriller, yüklemeye

karşı düşük direnç sunan, nem açısından zengin bir ortamda asılı kalmaktadır. Sonuç olarak demineralize dentin sağlam dentinde bulunandan hacimce %20'den daha fazla su içermektedir ve hidrasyon demineralize dentinde daha büyük etkilere sebep olmaktadır (69).

2.4. Remineralizasyon

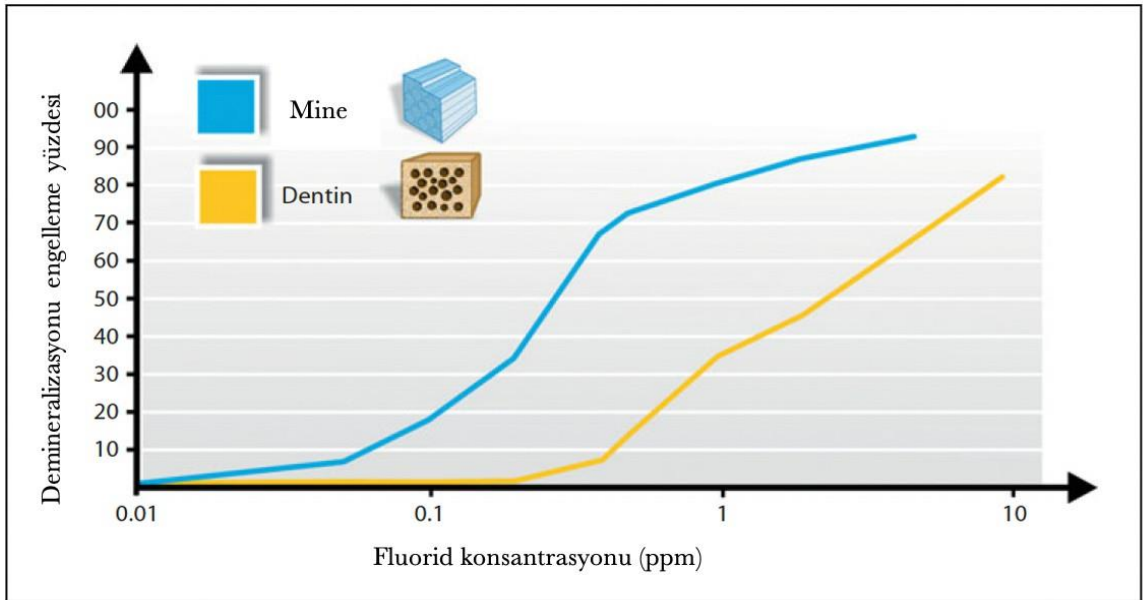
1970'lerin ortalarından itibaren diş hekimliği remineralizasyon kavramıyla ilgilenmeye başlamıştır. Karyojenik bakteriler tarafından karbonhidrat fermantasyonu sırasında üretilen asit yoluyla aralıklı demineralizasyon periyotları vardır. Dinlenme plak pH'ına dönüşün olduğu dönemler, remineralizasyonun oluşabileceği dönemlerdir. Bu süreç, çözünür kalsiyum, fosfat ve floridin ve çürüğe daha az dirençli mineral fazların HAp ve/veya fluoroapatit (FHAp)'e dönüşmesini içermektedir. Lezyonun onarımı veya iyileşmesi, mineralin mevcut hasarlı kristaller üzerinde birikmesi (kristal büyümesi) veya çekirdeklenme ile de novo kristal oluşumu ile gerçekleşebilmektedir. Kristaller, orijinal kristalinkine benzer bir boyuta sahip olabilmekte veya belirgin şekilde daha büyük olabilmektedir. Daha yakın kristallerle organik matris kaybı, minenin asit akışına karşı geçirgenliğini azaltarak çürük direncini artırabilmektedir. Minenin FHAp formundaki artan flor içeriği demineralizasyonun derecesini azaltmakta ve mineralin yeniden çökmesini desteklemektedir (63, 71).

Sürme sonrası olgunlaşmanın yanı sıra devam eden remineralizasyon süreci, mine çürüğü lezyonlarının yüzeysel kısmındaki flor içeriğinin artmasıyla örneklenmektedir. Bitişik sağlam mine ile karşılaştırıldığında, lezyonun yüzey bölgesi ve yüzeysel gövdesinin önemli ölçüde daha yüksek bir flor konsantrasyonu içerdiği not edilmiştir. Demineralizasyon ve remineralizasyon periyotları sırasında, mine lezyonlarının flor iyonlarını, kısmen demineralize HAp kristalleri üzerine adsorbe ettiği veya remineralizasyon periyotları sırasında FHAp'ı yeniden biriktirdiği gözlemlenmektedir. Mine yüzeyi boyunca asit ataklarına karşı artan bir direnç ve mineral çözünmesi için gereken kritik pH'da bir azalma ile sonuçlanmaktadır (71-74).

Remineralizasyon, yakın zamanda asitle hasar görmüş minenin hemen onarılması kadar basit olabilmekte ve bir lezyona dair klinik kanıt olmaksızın meydana gelebilmektedir. Klinik olarak saptanabilir bir beyaz nokta lezyonunu tersine çevirmek için uzun süreli mineral birikimi gerekmektedir. Remineralizasyonun derecesi ve hasarın ilerleyip ilerlemeyeceği, klinik olarak tespit edilip edilemeyeceği; plak ve

tükürükteki biyolojik faktörlere, diş minesinin bileşimine, ağız hijyenine, beslenme alışkanlıklarına ve önleyici maddelere maruz kalma miktarına bağlıdır. Son birkaç on yılda, farklı kalsiyum, fosfat ve florid formülasyonlarına sahip remineralize edici veya kalsifiye edici ajanlar geliştirilmekte ve hem yapay mine çürükleri hem de doğal olarak oluşan çürük lezyonları üzerine etkileri *in vitro* ve *in vivo* olarak test edilmektedir (29, 71, 75).

Minenin remineralizasyonu dentinin remineralizasyonundan farklıdır. Minenin remineralizasyonunda, demineralize olan doku tekrar remineralize edilmekte ve daha önce var olan doğal mineye kıyasla asit ataklarına karşı daha dayanıklı hale gelmektedir (76). Dentinin remineralizasyonu, yeni bir mineralize kolajen matrisinin rejenerasyonunu ve dentin tübülleri bloke eden, pulpa-dentin kompleksini koruyan HAp kristallerinin oluşumunu içermektedir (77). Dentinin remineralizasyonu, klinik ortamda veya laboratuvar ortamında minenin remineralizasyonu ile karşılaştırıldığında daha zordur (78). Dentindeki demineralizasyonu engellemek için gereken florid konsantrasyonu minenin demineralizasyonunu engellemek için gereken miktardan daha fazladır (Şekil 2-6).



Şekil 2-6: Farklı florid konsantrasyonlarının mine ve dentin demineralizasyonunu önleme yüzdesi (79).

Dentinin remineralizasyonu, kolajen fibriller arasında mineralin çökmesiyle veya fonksiyonel olarak yapısına bağlı olarak gerçekleşebilmektedir. Remineralizasyon olarak adlandırılan, mineralin gevşek demineralize dentin matrisine basit bir şekilde

çökeltilmesi, artan bir mineral içeriği sağlamaktadır, ancak dentin matrisinin organik bileşenleri ile optimal bir etkileşim sağlamayabilmektedir (68).

Tek başına mineral içeriği, remineralizasyon tedavisinin gerçek etkinliği hakkında yanıltıcı bilgi verebilmektedir. Mineral içeriğindeki değişikliklerin tek başına remineralize dentinin mekanik özelliklerinin iyileşmesiyle sonuçlanamayacağı öne sürülmüştür (39).

İdeal olarak, fibriller arasında intrafibriller ve ektrafibriller mineralin yeniden büyümesi, demineralize dentinin tam mekanik iyileşmesini sağlamaktadır. Bu normal dentine benzer özellikler sağlamakta ve başarılı bir fonksiyonel remineralizasyonu göstermektedir. Bu durumda kolajen fibriller yeniden katılan mineral tarafından güçlendirilmekte ve bu da yükün ektrafibriller mineral üzerine aktarılmasını kolaylaştırmaktadır. Hidrasyon altında mekanik özelliklerini geri kazandıran remineralize bir doku, mineral kristalitlerin kolajen matriksle sıkı bir ilişki içinde veya kimyasal olarak bağlı olduğunun bir göstergesidir (39).

2.5. Dentin Remineralizasyonunda Kullanılan Ajanlar

2.5.1. Fluorid ajanları

Fluorid en yaygın olarak kullanılan remineralizasyon ajanıdır (80). Yıllar boyunca, floridın diş çürüklerini azaltmada etkili olduğu kanıtlanmıştır. Mine asit ataklarına maruz kaldığında pH yükselmeye başlamakta ve etrafındaki florid varlığı minenin çözünmesini durdurmaktadır. pH yükseldikçe FHAp içeren yeni ve daha büyük florid kristallerinin oluşması ile oluşmakta, mine demineralizasyonu azaltmakta ve remineralizasyonu desteklemektedir. Fluorid mine üzerine çeşitli şekillerde etki etmektedir. İlk mekanizma olarak, floroapatit kristalleri hidroksiapatit kristallerine göre asit atakları karşısında daha fazla dirence sahiptir. İkincisi, kalsiyum ve fosfat iyonlarının kombinasyonu, yeni FHAp kristallerinin oluşumunu hızlandırarak remineralizasyonu desteklemektedir. Bakterilerin glikolitik yolunda çok önemli bir ara madde olan fosfoenol piruvat sentezine müdahale ederek asit üreten çürük yapıcı bakterileri inhibe etmektedir. Ek olarak florid, oral sert dokulara, oral mukozaya ve diş plağına tutunarak demineralizasyonu önlemekte ve remineralizasyonu desteklemektedir. Diş yüzeyindeki flor konsantrasyonları, diş çürüğü ve erozyona karşı direnci artırmaktadır. Çok sayıda in vitro çalışmada, istirahat halindeki plak ve tükürükte saatler sonra tespit edilen ve florid içeren diş temizleme ürünlerinin günlük kullanımından

kaynaklanan düşük flor düzeylerinin mine demineralizasyonu ve remineralizasyonu üzerinde önemli düzeyde etkiye sahip olduğu bulunmuştur (80-84).

10-100 ppm flor iyonu (F^-) varlığı çoğu plak bakterisinin asit üretimini engellemektedir. Asidik pH değerlerinde (5.5 veya altı), düşük seviyelerde F^- 'un (1-5 ppm) streptokokları inhibe ettiği bulunmuştur. Bu seviyeler özellikle florlu su içen veya florid içeren diş macunu kullanan kişilerin plaklarında gözlenmektedir (84).

Çürük lezyonlarının tedavisinde florid kullanımı, mine dokusunda demineralizasyonun önlenmesi ve engellenmesinin yanı sıra remineralizasyon sürecini desteklemek için köklü bir stratejidir (85). Ancak dentin dokusunda bu süreç, organik bileşenlerin büyük mekanik ve biyolojik etkiye sahip olduğu dentinin heterojenliği ve dinamiği nedeniyle daha karmaşık hale gelmektedir (86).

Dentin çürüğü sürecinde kolajen de dahil hücre dışı matrisin hemen hemen tüm bileşenlerini parçalayabilen metaloproteinazlar (MMP'ler) rol oynamaktadır. Son dönemde yapılan araştırmalar, organik matrisin proteolitik aktivitesinin inhibisyonunun yanı sıra diş substratları üzerindeki remineralizasyon etkilerini optimize etmek için florid ürünlerine diğer ajanların dahil edilmesini vurgulamaktadır (87). Bu ajanlar arasında, başta diş macunları olmak üzere florid taşıyıcılarda yaygın olarak test edilen inorganik siklik bir polifosfat olan sodyum trimetafosfat (TMP) bulunmaktadır (88, 89).

Dentinde yapılan çalışmalar, florid içeren diş macunlarına (1100 ppm F) hidrolize edilmemiş TMP eklenmesinin, dentin kolajeni üzerinde kalsiyum fosfatın çökmesine izin verdiğini ve bunun da dentin tübüllerinin obliterasyonuna yol açtığını göstermiştir. Bu etki TMP'nin dentin dokularına adsorbe etme ve sonuç olarak kalsiyum fosfat çökmesini tetikleyen elektron donör bölgelerini artırma kapasitesinden kaynaklanmaktadır (90).

Biyomimetik yaklaşım göz önüne alındığında, florid ile ilişkili TMP'nin kullanımı, dentin matrisini stabilize ederek ve güçlendirerek remineralizasyonu indüklemekte, biyolojik bozunma oranlarını azaltmakta ve mineral çekirdeklenmesini artırmaktadır (90).

2.5.2. Biyoaktif cam (Novamin)

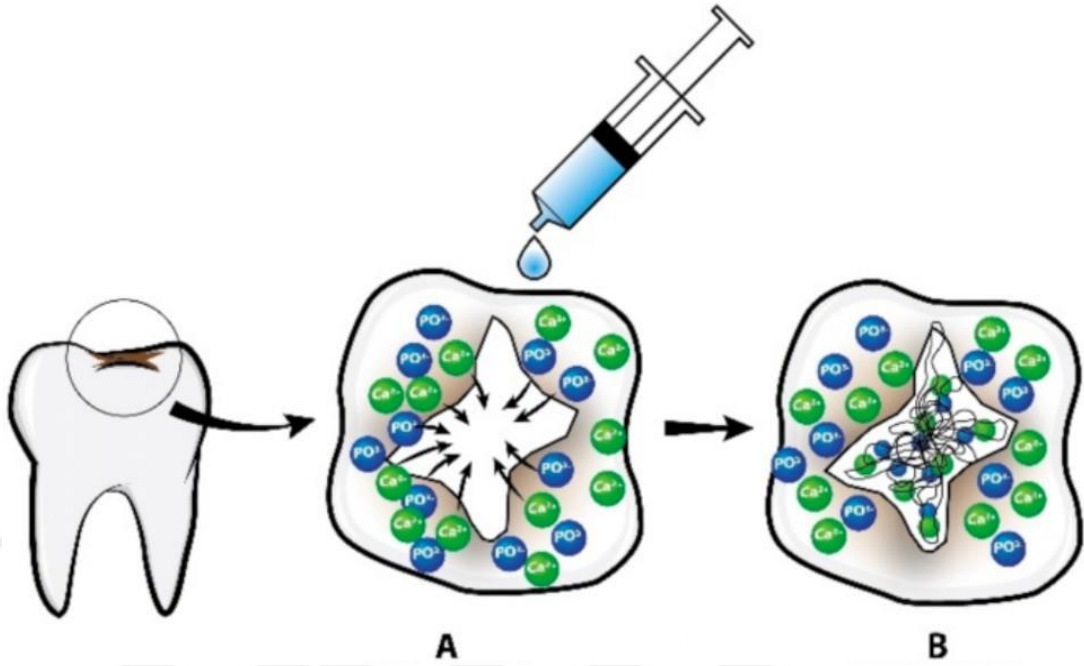
Biyoaktif cam, sodyum, kalsiyum, fosfor ve silikadan (sodyum-kalsiyum fosfosilikat) oluşan çok bileşenli inorganik bir bileşiktir. Su, tükürük veya diğer vücut

sıvılarıyla temas ettiğinde hidroksikarbonat apatit (HCA) kristallerinin oluşumuna yardımcı olmaktadır. Pulpa hücreleri üzerinde düşük sitotoksik etkiye sahiptir. Aynı zamanda mine ve dentin üzerinde remineralizasyon etkileri göstermektedir. Ek olarak, ağız içi bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitesi kanıtlanmıştır. Fonksiyonel grupları sayesinde fizyolojik koşullarda asidi nötralize etme ve kalsiyum iyonlarını absorbe etme yeteneğini göstermiştir. Biyomimetik mineralizasyon özellikleri nedeniyle umut verici bir remineralizasyon ajanıdır. Biyoaktif cam ve kalsiyum sodyum fosfosilikat içeren bir ürün olan NovaMin® (NovaMin Tech. Inc., Florida, ABD), *Streptococcus mutans* ve *Streptococcus sanguis*'e karşı antimikrobiyal aktiviteye sahiptir ve ayrıca dişin remineralizasyonuna yardımcı olmaktadır. Açık tübülleri bloke ederek ve kimyasal ve yapısal olarak biyolojik apatite eşdeğer olan HCA oluşturmak için optimum oranda kalsiyum (Ca^{2+}) ve fosfat (PO_4^{3-}) iyonları sağlayarak diş hassasiyetini de azaltmaktadır (80, 91, 92).

Biyoaktif cam ile dentin remineralizasyonu üzerine ilk çalışma Wang ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Sonuçlar, biyoaktif cam içeren diş macununun demineralize edilmiş numunelerin mineral içeriğinde artışa sebep olduğunu göstermiştir. Biyoaktif cam içeren diş macunu dentin tübüllerini tıkadığından ve asit tehdidine karşı direnç gösterdiğinden, dentin aşırı duyarlılığının ve dentin remineralizasyonunun tedavisinde kullanılmaktadır (93).

2.5.3. Kendiliğinden Birleşen Peptidler

Çürük lezyonların remineralizasyonunu öneren görece yeni bir yaklaşım, kendiliğinden birleşen bir peptid (Self Assembling Peptide) olan P11-4'ün uygulanmasıdır. P11-4 içeren solüsyonun uygulanması ile peptid molekülleri lezyonun içine dağılmakta ve daha sonra spontane olarak birleşerek 3 boyutlu fibriler yapıda doku iskeleleri oluşturmaktadırlar. Oluşan bu fibriler matrikse tükürükten Ca^{2+} - ve PO_4^{3-} bağlanması ile hidroksiapatit oluşumu gerçekleşmektedir (94). P11-4'ün diş çürükleri üzerindeki etki mekanizması şekil 2-7'de verilmiştir.



Şekil 2-7: P11-4'ün diş çürükleri üzerindeki etki şekli. (A) Lezyonun etrafındaki kalsiyum hidroksiapatit kristalleri içeriye doğru çekilmesi ve peptit molekülleri ile etkileşime girmesi; (B) Oluşturulan iskele içerisinde yeni hidroksiapatit kristallerinin oluşumu (95).

Yakın tarihli bir sistematik derlemede, P11-4'ün mine çürüklerini remineralize etmek için uygun bir tedavi seçeneği olduğu belirtilmiştir (96).

P11-4 peptidinin mineda kullanımının yanı sıra son zamanlarda dentin dokularına da uygulanabilirliği araştırılmıştır. P11-4'ün organik dentin bileşenleriyle etkileşiminin yanı sıra proteolitik aktivite üzerindeki etkisinin, bağlanma ara yüzeyine mekanik etkisinin ve yapay çürükten etkilenmiş dentinde nanosızıntı miktarının değerlendirildiği bir çalışmada; P11-4'ün kolajen tip I lifleri ile etkileşime girerek dentinin yapay çürüklerinde hibrit tabakanın bütünlüğünü iyileştirdiği ve kolajen lifinin proteolize karşı direncini artırdığı gözlenmiştir (94).

2.5.4. Nano hidroksiapatit (nHAp)

Son zamanlarda birçok farklı alanda nanoteknolojiye karşı gelişen ilgi, diş hekimliğinde partikül boyutları 50 ile 1000 nm arasında değişen ve farklı kristal morfolojilerine sahip sentetik nano hidroksiapatit (nHAP) yapılarının üretilmesini sağlamıştır (97).

nHAP son yıllarda birçok alanda koruyucu, terapötik ve rejeneratif tedavilerde kullanılmıştır. HAP, periodontal kemik rejenerasyonunda, doku mühendisliğinde, dentin aşırı duyarlılığında ve remineralizasyon ajanı olarak kullanılmakta olan bir mineraldir. Diş minesini partikül boyutları 20 ile 40 nm arasında değişen HAP kristallerinden oluşmaktadır. Nanometre parçacık boyutuna sahip bir HAP formu olan nHAP kristalleri daha biyouyumlu ve biyoaktif olarak öne çıkmaktadır. Bununla beraber daha küçük parçacık boyutuna bağlı olarak artan yüzey alanı sayesinde geleneksel apatitlere göre mineye daha yüksek bir afinite ve uyum yeteneğine sahip oldukları gösterilmiştir. Mine yüzeyinde biriken nHAP asidik çözeltilere karşı dirençlidir ve bu sayede mineyi demineralizasyondan koruyabilmektedir. nHAP'ın yapay çürük lezyonlar üzerinde remineralize edici etkisinin olduğu ve yeni bir mine tabakası oluşturduğu çalışmalarda gösterilmiştir (98, 99).

nHAP içeren diş macunlarının sıgır diş minesini ve dentin yüzey altı lezyonlarının remineralizasyonu üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği in vitro bir çalışmada, farklı nHAP diş macunları, mine ve dentin lezyonlarında benzer remineralizasyon kapasiteleri göstermiştir. Dentin için amin florürlü diş macununa göre nHAP veya $ZnCO_3/nHAP$ diş macunları ile daha yüksek remineralizasyon etkileri elde edilebildiği sonucuna varılmıştır (100).

28 çalışmanın dahil edildiği sistematik bir derlemedeki bulgular, nHAP'ın diş macunlarında kullanıldığında, başlangıç çürüklerinin remineralizasyonunda ve dentin demineralizasyonunun azaltılmasında, ayrıca beyaz nokta lezyonlarının ve dentin aşırı duyarlılığının azaltılmasında rol oynadığını göstermiştir (98).

2.5.5. Bitkisel kaynaklı remineralizasyon ajanları

2.5.5.1. Üzüm Çekirdeği Ekstresi (Polifenoller)

Polifenolik bileşikler (polifenoller) bitkilerin ikincil metabolitleridir. Polifenol açısından zengin yiyecek veya içeceklerin tüketiminin, antigingivit, antimikrobiyal, plak önleyici ve antikanserojen özellikleriyle ağız sağlığına fayda sağladığı bildirilmiştir. Polifenoller, mikrobiyal membran proteinleri, enzimler ve lipitlerle etkileşime girerek hücre geçirgenliğini değiştirmekte ve proteinlerin, iyonların ve makromoleküllerin geçişine izin vermektedir (101).

Proantosiyanidin (PA), biyoflavanoid içeren benzen-piran-fenolik asit moleküler çekirdeği olan bir polifenol çeşididir. Doğal olarak oluşan bir bitki metaboliti olan PA, doğal bir antioksidan ve serbest radikal temizleyicidir. PA gelişim sırasında çözünür kolajenin çözünmez kolajene dönüşümünü hızlandırmakta ve kolajen sentezini artırmaktadır. Vitis vinifera'nın tohumlarından elde edilen üzüm çekirdeği ekstresi, polifenolik bileşikler açısından zengindir ve serbest monomerik flavanoller, yani PA'lar içermektedir. Üzüm çekirdeği ekstresinde bulunan PA'lara örnek olarak yapı taşları olan kateşin, epikateşin ve epikateşin-3-O-gallat verilebilmektedir. Tıp bilimindeki başarılı uygulamaların ardından PA, yakın zamanda diş hekimliği alanında da kullanılmaktadır. Üzüm çekirdeği ekstresi çürük lezyonlarının remineralizasyonunu desteklemektedir. Çözünmeyen kompleksler oluşturarak lezyonun yüzeysel tabakasında mineral birikimine katkıda bulunmakta ve remineralizasyonu artırmak için kalsiyum ile birleşmektedir. Ayrıca, minenin organik kısmı ile PA-kolajen etkileşimi yoluyla etkileşime girerek, açığa çıkan kolajen matrisini stabilize edebilmektedir. Kolayca bulunabilmesi ve uygun maliyetli olması nedeniyle, çürük lezyonlarının noninvaziv tedavisi için etkili bir doğal ajan olarak kabul edilmektedir. Üzüm çekirdeği ekstresi gelecek vaat eden bir kariyostatik ajan olarak, diş macunu, jel, vernik ve gargaraya dahil edilebilmektedir. Ayrıca florid ve klorheksidinin topikal uygulamasına bir adjuvan veya alternatif olarak kullanılabilir (101-103).

PA açısından zengin üzüm çekirdeği ekstresinin, tedavi süresi çok kısa olduğunda (<30 s) bile etkili bir kolajen çapraz bağlayıcı olduğu tespit edilmiştir (104). PA'nın kolajen sentezini artırdığını ve çözünür kolajenin çözünmeyen kolajene dönüşümünü hızlandığını kanıtlayan çalışmalar bulunmaktadır. PA'lar biyolojik bozunma oranlarını azaltarak ve organik matrisin mekanik özelliklerini artırarak dentine özgü koruyucu etkilere neden olmaktadır (101).

Üzüm çekirdeği ekstresinin çürük önleyici özelliklerinin araştırıldığı sistematik bir derlemede, üzüm çekirdeği ekstresi, NaF, üzüm çekirdeği ekstresi + NaF içeren grupların dentin remineralizasyon özelliklerinin incelendiği çalışmalarda, gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı ve üzüm çekirdeği ekstresinin daha yüksek remineralizasyon ve mikrosertliğe neden olduğu bildirilmiştir (105).

2.5.5.2. Teobromin

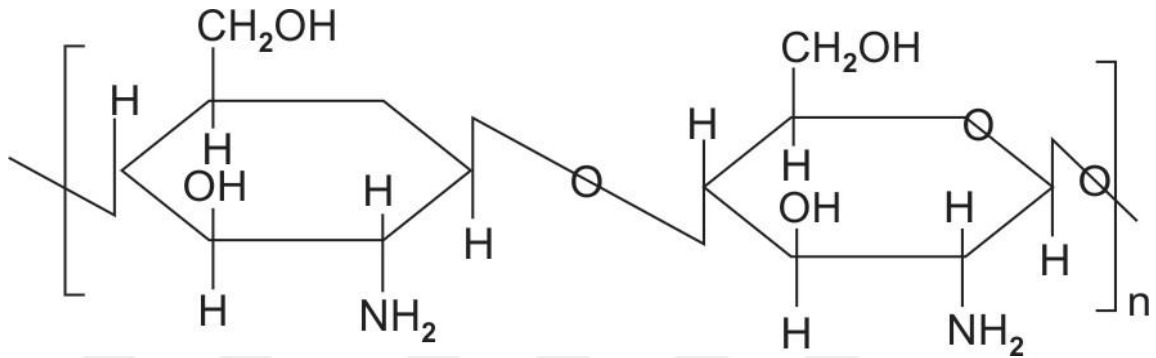
Teobromin (3,7-dimetilksantin), kakao bitkisinden üretilen birincil bir alkaloiddir. Çay ve diğer yiyeceklerle birlikte çikolatalarda bulunan suda çözünür, kristalimsi, acı bir tozudur. Kakao tohumlarından işlenmiş bir gıda olan çikolatanın herhangi bir biçimde tüketilmesi, genellikle diş çürüğü oluşumunun artmasıyla ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte, son yıllarda teobrominin etkili bir remineralize edici ajan ve fluoride olası bir alternatif olarak kullanılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Çürüğü azaltarak veya kristallliği artırarak remineralizasyonu desteklemektedir. Kalsiyum ve fosfat varlığında teobromin, mineyi güçlendiren ve sonunda kavitasyona yol açan asit ataklarına daha az duyarlı hale getiren, artan boyutta hidroksiapatit kristalitleri oluşturmaktadır (106-108). Ayrıca, çalışmalardan elde edilen sonuçlar, kakao çekirdeği kabuğunun *Streptococcus mutans*ları azaltmada etkili olduğunu ve düşük toksisite sergilediğini göstermektedir (109). Teobromin içeren diş macunu ticari olarak temin edilebilmekte ve ABD'de yaygın olarak kullanılmaktadır, ancak dünya çapında mevcut olan diğer remineralize edici ajanlardan nispeten daha az popülerdirler (106).

Teobromin içeren diş macununun 1 hafta süreyle kullanıldığında dentin tübüllerini tıkama özelliğine sahip olduğu bulunmuştur (110). Demineralize dentine 5 dakika veya 1 ay teobromin uygulamasının ardından remineralizasyon ve mikrosertlikte önemli ölçüde artış gözlemlenmiştir (111).

2.5.5.3. Kitosan

Kitinin deasetilasyonu ile üretilen bir polimer olan kitosan, bakterisidal ve/veya bakteriyostatik özellikler sağlaması sebebiyle diş çürüklerinin önlenmesine yönelik çalışmalarda kullanılmakta olan doğal bir maddedir. Bir mukopolisakkarit olan kitosanın kimyasal yapısı Şekil 2-8'de verilmiştir. İnsan bağışıklık sistemi için osteokondüktif, biyolojik olarak parçalanabilmekte olan ve toksik olmayan bir malzemedir. Diş hekimliğinde diş çürüğünün önlenmesinde, diş ve ortopedik implantların osseo entegrasyonunun gerektirdiği biyoaktif kaplamaların geliştirilmesinde ve yara iyileşme sürecinin uyarılmasında çeşitli patojenik bakterilere karşı bakterisidal ve/veya bakteriyostatik aktivitesi sebebiyle kullanılmaktadır. Düşük maliyet, biyobozunurluk, biyoyumumluluk ve antiinflamatuvar özellikler sergileyen bir lineer polisakkarit olan kitosan, diş çürüğü için önleyicidir. Asit ortamında kitosanın

amino grupları hidrojen iyonlarını yakalamakta ve bu da diğerleri arasında negatif yüklü olan hücre zarı, yumuşak doku, diş minesi gibi yüzeylere biyoyapışkanlık yeteneği veren genel bir pozitif yük sağlamaktadır. Biyoyumlu ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı kitosan, biyomateryal olarak geniş uygulama potansiyeli göstermektedir (112-114).



Şekil 2-8: Kitosanın kimyasal yapısı.

Kitosanın en çok araştırılmakta olan özellikleri, remineralizasyon özelliği ve mine ve dentin rejenerasyonundaki rolüdür. Kanıtlanmış biyoyumlu bir yapıya, antibiyotik özelliklere ve biyolojik parçalanabilirliğe sahip olan kitosan gibi doğal remineralize edici maddeler, dişlerin remineralizasyonu ve mine/dentin gibi diş dokularının rejenerasyonu için rejeneratif diş hekimliğinde geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Kitosanın yapısında bulunan aktif bölgeler sayesinde remineralizasyonda gerekli iyonlar için rezervuar görevi gören çeşitli biyoaktif maddelerle kolaylıkla birleşebilmektedir (78).

Kitosan, demineralize dentin lezyonlarında intrafibriler mineralizasyonu ve remineralizasyonu artırma ve ayrıca bağlanma performansını iyileştirme yeteneğine sahiptir. Bu özellikleri dentin demineralizasyonu veya dentin aşırı duyarlılığındaki tedavi potansiyelini ve indirekt pulpa kuafajı için olası bir malzeme olduğunu göstermektedir (115).

2.5.6. Trikalsiyum Silikat (TKS)

Kalsiyum silikat bazlı malzemeler (β -CaSiO₃, β -Ca₂SiO₄ ve Ca₃SiO₄) sert doku rejenerasyonunda önemli bir role sahiptir. Biyoaktivite, biyoyumluluk ve kemik benzeri apatit oluşumunu indüklemeye yeteneği göstermektedirler. Bu materyallerle ilgili literatürün çoğu, restoratif ve endodontik alanlardaki onarıcı rollerini vurgulamaktadır. Trikalsiyum silikat (TKS; Ca₃SiO₄) tükürük ile temas ettiğinde çözünmekte ve silanol

grubunu (Si-O) mine yüzeyinde biriktirmektedir. Bu fonksiyonel grup, Ca^+ iyonlarına bağlanabilmekte ve HAp çökmesini indükleyebilmektedir. Ayrıca tükürük fosfat grubu (PO_4^{3-}), silanol grubu aracılığıyla Ca^{2+} iyonlarını çekerek, mine remineralizasyonunda büyük rol oynayan kalsiyum fosfat açısından zengin bir tabaka oluşturmaktadır. TKS'nin florid ile kombine kullanımı demineralize mine üzerinde remineralizasyon etkisi göstermektedir (116-118).

Biyoseramiklerden biri olan Ca_3SiO_5 'in açığa çıkmış dentin tübüllerinde tıkama sağlamak için kullanılabileceği bildirilmiştir (119). Deneysel TKS bazlı TKS 50'nin, yapay olarak demineralize edilmiş dentini remineralize etme kapasitesine sahip olduğu ancak, remineralizasyon bölgesindeki genel mineral içeriği etkilenmemiş sağlam dentin içeriğinden hala daha düşük olduğundan, remineralizasyon etkinliğinin sınırlı olduğu bildirilmiştir (120).

2.5.7. Gümüş Diamin Florür (GDF)

Gümüş iyonlarının sahip olduğu geniş antimikrobiyal etki uzun yıllardır bilinmektedir. Aynı zamanda düşük toksisite, insan hücreleriyle iyi biyouyumluluk, düzenli iyon salınımı sayesinde uzun süreli antimikrobiyal etki ve düşük bakteri direnci gibi birçok avantaja sahiptir (121, 122).

Gümüşün, antimikrobiyal özellikleri sebebiyle 1800'lü yıllarda başlayan ve günümüzde de devam eden diş hekimliği ve tıp alanlarında kullanımı bulunmaktadır. Gümüş bileşikleri, süt dişlerinde gümüş nitratın çürük insidansında azalmayı sağlaması amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Sürekli dişlerde ise çürük oluşumunu önlemek amacıyla, kavite dezenfektanı olarak ve hassasiyet giderici ajan olarak da kullanımı bulunmaktadır. Ag, düşük pH altında demineralizasyonu azaltıp ve remineralizasyonu sağlama özelliğinden dolayı farklı remineralizasyon çalışmalarında kullanılmıştır (123, 124).

Ag iyonları, hücre zarından geçip, hücrenin fizyolojisini ve DNA sentezini bozarak mikroorganizmalara bakterisit etki göstermektedir. Bakteriyel enzim aktivitelerinde gerekli olan sistinin tiyo grubuna bağlanarak, enzim aktivitelerinde inhibisyon sağlamakta, metabolik süreçlerde bozulma ve bakterisit etkiye neden olabilmektedir. Tiol gruplarında oksitlenmeye neden olup dental plakta asidojeniteyi azaltmaktadır. Guanine bağlanarak ise DNA sentezini engellemektedir (125, 126).

GDF tarafından çürük lezyonu durdurma mekanizması hem gümüş hem de floridin sinerjistik etkisi ile açıklanmaktadır (7).

2.5.7.1. Tarihçe

GDF ilk olarak 1969'da Japonya'daki Osaka Üniversitesi'nde Mizuho Nishino'nun doktora tezinin bir parçası olarak araştırılmıştır. Mizuho Nishino, gümüşün güçlü antimikrobiyal özelliklerini yüksek doz floridin faydalarıyla birleştirmeye çalışmıştır. Bu formülasyon aynı zamanda dentin tübüllerini tıkayan ve aşırı duyarlılığı azaltan bir ajan olarak sonuçlanmıştır. Kısa bir süre sonra, “diamin gümüş florür” Japonya Sağlık ve Refah Bakanlığı Merkezi İlaç Konseyi'nden kariyostatik bir ajan olarak onay almıştır (127).

Alternatif bir diş tedavisi olarak GDF'nin *in vivo* ve *in vitro* çalışmalarının çoğu, başlangıçta, ağız sağlığı hizmetlerine erişimin sınırlı olduğu, gelişmekte olan Arjantin, Brezilya, Çin, Küba, Japonya ve Nepal'deki araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir (128).

GDF Ağustos 2014'te ABD Gıda ve İlaç İdaresi'nden (Food and Drug Administration- FDA) Sınıf II tıbbi cihaz olarak onay almıştır. Fiziksel olarak dentin tübüllerini tıkama yeteneği onun bir ilaçtan ziyade tıbbi bir cihaz olarak sınıflandırılmasına izin vermiş ve hızlandırılmış onayın yolunu açmıştır. Ekim 2016'da FDA GDF'nin çocuklarda ve yetişkinlerde diş çürümesini önleyici etkilerini göz önüne alarak "çıgır açan tedavi" ifadesini kullanmıştır. Bu ifade ağız sağlığı alanında ilk defa bir tedavi için kullanılmıştır (127).

Amerikan Çocuk Diş Hekimleri Akademisi (AAPD) tarafından ilk olarak 2017 yılında yayınlanan ve son revizyonunun 2023 yılında yapıldığı pedodonti hastaları için GDF kullanımına ilişkin bir rehber de bulunmaktadır (129).

2.5.7.2. Kullanım Alanları

GDF uygulamasının geleneksel restoratif tedavilere göre uygulamasının basit ve başarı oranının yüksek olması özellikle tedaviye erişim sağlama kısıtlılığı olan popülasyonlarda ve geleneksel tedavi uygulanamayan çocuk hastalarda önemli bir alternatif tedavi olmasını sağlamaktadır (130).

GDF klinikte geleneksel tedaviler için kooperasyonun sağlanamadığı hastalarda özellikle derin sedasyon veya genel anestezi gibi farmakolojik yaklaşımlardan kaçınmak

istenildiğinde, interproksimal alanlar dahil olmak üzere yeni başlayan lezyonların durdurulmasında, kök çürükleri, molar kesici diş hipomineralizasyonu (MIH), indirekt pulpa tedavisi, tekrarlayan çürük olgularında tedaviye erişim eksikliği olduğunda uygulanabilmektedir (131, 132).

GDF uygulamasından sonra üretilen florohidroksiapatit, remineralizasyonu desteklemektedir ve böylece tübül çapı bloke edilebilmekte veya azaltılabilmektedir. Bu da dentin aşırı duyarlılığının giderilmesini sağlamaktadır. Klinik çalışmalar, GDF'nin topikal uygulamasının, aşırı duyarlı sürekli dişleri olan erişkinlerde ağrıyı bir hafta içinde hafiflettiğini göstermiştir (9). Almeida Piovesan ve ark.'nın gerçekleştirdiği sistematik derlemede, %38'lik GDF'nin tek başına ya da diğer tedavilerle birlikte kullanımlarında, dentin hassasiyeti olgularında olumlu etkiler gösterdiği, güvenli ve etkili bir ajan olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (133).

Başarılı bir endodontik tedavi için kök kanalındaki mikroorganizmaların uzaklaştırılması gerekmektedir. Kök kanalı dezenfeksiyonu için çeşitli antibakteriyel ajanlar kullanılmakla birlikte çalışmalarda genellikle *Enterococcus faecalis*'in bu ajanlara direnci bildirilmiştir (134). GDF'nin endodontik tedavi sırasında kanal dezenfeksiyonu için kullanımına uygun %3,8'lik GDF solüsyonu (Saforide %3,8, Toyo Seiyaku Kasei Co. Ltd.) bulunmaktadır. Bu solüsyon %38'lik GDF çözeltisinin 1:10 oranında seyreltilmesi ile de elde edilebilmektedir. Üretici firma tarafından 24 saatte bir olmak üzere üç defa uygulanması tavsiye edilmektedir (135). Bir çalışmada, kök kanallarına 60 dk. boyunca %3,8'lik GDF solüsyonunun bırakılması ile *E. faecalis*'te %100 oranında azalma gözlemlendiği bildirilmiştir (136). GDF'nin antimikrobiyal kök kanal irrigasyonu veya seanslar arası pansuman için kullanılması önerilmektedir (135).

GDF'nin yaşlı bireylerde gözlenen kök çürüklerini durdurması üzerine yapılan sistematik incelemeler ve meta analizlerde; %38'lik GDF uygulamasının yaşlılarda kök çürüklerini önlediği ve durdurduğu belirtilmiştir (137, 138). Yaşlı bireylerde aktif kök çürüğü lezyonlarının GDF ile tedavi edildiği bir olgu serisinde, GDF'nin çürük lezyonu durdurma oranlarının çok yüksek olduğu ve uzun takip süreleri boyunca stabil olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak, bakım evlerinde kalan veya yatağa bağımlı yaşayan yaşlı hastalar için GDF tedavisi önerilmektedir (139).

Doğru teşhis ve uygun tedavi planlaması sonrası GDF uygulamasının, özellikle pandemi dönemlerinde hem minimal invaziv çocuk diş hekimliği hem de aerosol

içermeyen diş hekimliği (Aerosol Free Dentistry) için çok önemli olduğu belirtilmektedir (140).

ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), küçük çocuklarda ve hamile kadınlarda genel anestezi ve sedasyon ilaçlarının kullanımına ilişkin uyarılarda bulunmuştur. Yapılacak tedavilerin hastalığın kendisinden daha riskli olduğu durumlarda, tedavi yaklaşımlarının yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır (141). FDA'nın genel anestezi ile ilgili uyarıları göz önüne alındığında; GDF klinik olarak uygun olduğu durumlarda bir tedavi seçeneği olarak değerlendirilmelidir.

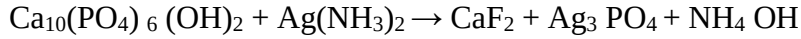
2.5.7.3. Etki Mekanizması

GDF'nin diş çürüklerini önleyici etkinliği çok sayıda çalışma ile kanıtlanmış olsa da, etki mekanizması tam olarak anlaşılamamıştır. Çalışmalarda genel olarak GDF'nin dört temel etki mekanizması bildirilmektedir. Bu etkiler karyojenik bakteriler üzerine, mine mineral içeriğine, dentin mineral içeriğine, dentin organik matrisine etki olarak sayılabilmektedir (8, 142).

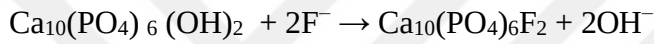
Çürük dentinde temel olarak dentin tübüllerinden ilerlemektedir. GDF dentin tübüllerini gümüş ve bileşikleri ile tıkamaktadır. Bu tıkayıcı etkisi sayesinde dentin tübüllerinden asidin difüzyonu ve mikroorganizmaların ilerlemesi engellenebilmektedir. Mikroorganizmalar dentin tübülleri boyunca ilerlemiş olsa bile, büyümeleri gümüşün oligodinamik etkisine bağlı olarak inhibe olmaktadır. GDF'nin dentin tübüllerini tıkaması nedeniyle, çürüğün etkileyebileceği dentin yüzey alanının azalacağı ve dentinin en kolay demineralize olan kısmı olan peritübüler bölgenin tıkayıcı maddelerle (gümüş parçacıkları) kaplanacağı da belirtilmektedir. Dentin tübüllerinin tıkanmasıyla ilişkili bu faktörler, tekrarlayan çürüklere karşı direncin artmasına katkıda bulunmaktadır (143-145).

%38'lik GDF kullanımı demineralizasyonu engellemekte ve demineralize dentindeki kolajeni bozulmadan korumaktadır. GDF'nin kolajenin enzimatik yıkımında önemli rol oynayan MMP'ler (özellikle MMP-2, MMP-8 ve MMP-9) üzerinde inhibe edici etki gösterdiği de belirtilmektedir. Dentin kolajen yıkımında rol alan proteolitik enzimler olan sistein katepsinlerinin aktiviteleri de GDF tarafından inhibe edilmektedir (8).

Bir diğerk mekanizma, GDF ile dişin mineral bileşeni arasındaki reaksiyon ürünlerinin karyostatik etkisidir. Dentine uygulanan GDF'nin flor iyonu 50–100 µ derinliğe kadar nüfuz etmektedir. GDF (Ag(NH₃)₂F) diş minerali hidroksiapatit (HA)(Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂) ile reaksiyona girerek diş çürüğünün önlenmesi ve remineralizasyon için önemli olan kalsiyum florürü (CaF₂) ve gümüş fosfatı (Ag₃PO₄) açığa çıkarmaktadır (146).



Diş üzerinde oluşan Ag₃PO₄ asit saldırıları karşısında çözünmemektedir. Bir reaksiyon ürünü olarak oluşan CaF₂, florapatit (Ca₁₀(PO₄)₆F₂) oluşumu için bir florid rezervuarı haline gelmekte ve HAp'ın kristalliğini arttırmaktadır (146).



GDF sodyum florür-fosfat, kalay florür ve sodyum florür'e göre ortalama 2-3 kat daha fazla flor tutulumu göstermektedir. Buna dayanarak GDF'nin kalay florür ve sodyum florürden daha etkin olduğu belirtilmiştir (14).

GDF ile dişin organik bileşeni arasındaki reaksiyon ürünlerinin anti-enzimatik etkileri, çürüğü durdurmak için bir diğerk etki mekanizmasıdır. Antibakteriyel özellikleri, enzim aktivitelerinin inhibisyonundan ve *Streptococcus mutans*'in karyojenik suşlarının dekstran kaynaklı aglütinasyonundan kaynaklanmaktadır. Dentinin kollejenaz ve tripsin direnci, diş yüzeyine GDF uygulandığında artmaktadır (147, 148).

GDF'nin antimikrobiyal etkisi, düşük konsantrasyonda bile uzun süreli bir etkiye sahiptir. Bu uzun süreli etki, ölü hücrelerin Ag rezervuarı görevi gördüğü ve yakındaki sağlıklı hücreleri daha da etkilediğı "zombi etkisi" olarak adlandırılmaktadır (10, 149). Ag tarafından öldürölen bakteriler, aynı bakterinin canlı kalan popölasyonuna karşı önemli biyosidal etki göstermektedir. Bu durum metal kaynaklı biyosidal etkinin iki özelliğinden kaynaklanmaktadır: Birincisi, metalik türler öldürme mekanizması tarafından devre dışı bırakılamamaktadır ve bu nedenle biyosidal etkilerini tekrar tekrar sürdürebilmektedirler; ikincisi, ölü bakteriler, diğerk canlı bakterilere karşı daha fazla etki için öldürücü metalik katyonların salınması için etkili bir sürekli salınım rezervuarı görevi görmektedirler (10). Derin çürüklere komşu diş tübüllerinde bakteri varlığının gözlenmesi normal iken, mevcut dişte derin çürük lezyonuna komşu dentin tübüllerinde

hiçbir bakteri görülmemesinin GDF'nin zombi etkisinin bir sonucu olduğu belirtilmiştir (150).

Streptococcus sobrinus, *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Actinomyces Naeslundii* gibi karyojenik bakterilerin sayılarında GDF uygulama sonrası önemli ölçüde düşüşler görülmektedir. GDF ayrıca *Streptococcus mutans*'ın diş yüzeylerine yapışmasını da engellemektedir (8, 151). Antimikrobiyal etki biyofilm adezyonunun engellenmesi, proteinlerin denatüre edilmesi, hücre duvarlarının yıkımı, ve DNA replikasyonunun inhibe edilmesi şeklinde gerçekleşmektedir (148).

Her bir aktivitenin GDF'nin gümüş bileşeninden mi yoksa florid bileşeninden mi kaynaklandığı hala belirsizdir (152). Bununla birlikte, GDF'nin klinik etkinliğinin, tek başına topikal florid uygulamalarından daha fazla olması gümüş iyonunun antimikrobiyal etkisinin GDF'nin antikaryojenik etkinliğine önemli bir katkı sağladığını düşündürmektedir (153). Ayrıca, amonyum bileşiklerinin antimikrobiyal aktivite gösterdiği ve kuarterner amonyum bileşiklerinin etkili bir dezenfektan sınıfı olduğu gösterilmiştir (154).

2.5.7.4. Toksisite

10 kg vücut ağırlığına karşılık 1 damla GDF, en fazla haftalık aralıklarla uygulandığında güvenli doz olarak kabul edilmektedir (155). 1 damla GDF ile lezyonun büyüklüğü ve konumuna bağlı değişiklik gösterebilmekle beraber ortalama 5-6 diş tedavi edilebilmektedir. Flor için olası toksik doz 5 mg/kg 'dır (79).

1 damla GDF 2,24 mg flor, %5 florid vernik ise 11,3 mg flor içermektedir. 1 damla GDF ve %5 florid vernik toplam 13,54 mg flor içerdiğinden GDF ve florid vernik aynı gün güvenle uygulanabilmektedir (5).

2.5.7.5. Olası Sorunları

GDF'nin kullanımı genel olarak güvenli bulunmakla birlikte kullanımı sonrası bazı sorunlar da görülebilmektedir. Bu olası sorunlar; gümüş alerjisi, ağız yaraları (yumuşak doku vazelinle kaplanmalı ve temastan kaçınılmalıdır), yumuşak dokuda lekelenme olasılığı (hasta/ebeveyne lekelenmenin kaybolması 2 gün ile 2 hafta arasında sürebileceğinin bilgisi verilmelidir), amonyak içeriği kaynaklı iltihaplı doku, diş eti iltihabı, hatta dil ile temas durumunda yanma hissi, metalik tat (florid vernik veya

ksilitol lolipopları ile hızla kaybolur), aktif çürükleri kalıcı olarak lekeleme (sağlıklı diş yapısı renk değiştirmez), diş rengindeki dolgular ve kuronlarda renk değişimi (bu renk değişimi geçicidir ve parlatılabilir) olarak sayılabilmektedir (156, 157).

GDF kullanımı sonrası aktif çürüklerde oluşan kalıcı lekelenmenin sebep olduğu kötü estetik sonucu sebebiyle GDF'nin ebeveyn ve çocuklar tarafından kabul edilebilirliğini araştıran birçok çalışma yapılmıştır (158-160). Crystal ve ark.'nın GDF lekelenmesinin ebeveyn tarafından kabul edilebilirliğinin araştırıldığı çalışmada; arka dişlerdeki lekelenme ön dişlerdeki lekelenmeye göre ebeveynler tarafından daha kabul edilebilir bulunmuştur. Her ne kadar ön dişlerde lekelenme istenmeyen bir durum olsa da çoğu ebeveyn (%70-76) bu seçeneği sedasyon veya genel anestezi gibi ileri davranışsal tekniklere tercih etmiştir. Çocukların davranışsal engellerinin sayısı arttıkça, ebeveynlerin kabul düzeyinin de arttığı ve ebeveynlerin tedaviyi kabul etme durumlarının sosyoekonomik durumlarına göre değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (158). Wajahat ve ark.'nın çocuklarındaki diş çürüğüne yönelik bir tedavi seçeneği olarak GDF'nin ebeveynler tarafından kabul edilebilirliğini değerlendirdikleri çalışmada; Haziran 2020 ile Ocak 2021 tarihleri arasında iki diş hastanesinin çocuk diş hekimliği bölümüne başvuran 2-10 yaş arası çocukların ebeveynleri arasında güvenilir bir anket kullanılarak kesitsel bir araştırma yapılmıştır. Çalışmaya dahil edilen 197 katılımcıdan 128'i GDF uygulamasını kabul edilebilir bulmuş; bunlardan 99'u tedavi için üst arka dişleri tercih etmiştir. Ebeveyn yaşının da kabul durumunu etkilediği bulunmuştur. 31-40 yaşları arasındaki velilerin daha genç veya daha ileri yaş gruplarına göre GDF tedavisi konusunda daha bilinçli olduğu gözlenmiştir (159). Seifo ve ark.'nın çocuklarda çürük lezyonlarının yönetiminde GDF kullanılması konusunda ebeveynlerin ve çocukların görüşlerini inceledikleri çalışmada, çocuk katılımcıların ön dişlerinin renginin değişmesi durumunda akranları tarafından sözlü alaya maruz kalma konusunda endişeli oldukları bulunmuştur. Ebeveynler ise GDF'nin özellikle kooperasyon sağlanamayan çocuklar için yararlı bir uygulama olduğunu düşünmekle birlikte, ön dişlere uygulandığında estetik olmayan görüntü nedeniyle okullarda çocuklarının sözlü alay konusu edilmeleri ile ilgili endişelerini dile getirmişlerdir. Ek olarak, ebeveynler siyah lekelenme nedeniyle çocuklarının ağız sağlığını ihmal ettikleri yönünde yargılanabileceklerini düşündüklerini belirtmişlerdir. Hem ebeveynler hem de çocuk katılımcılar tarafından, daha az görünen arka dişlere uygulandığında GDF daha kabul edilebilir olarak bulunmuştur (160).

2.5.7.6. Klinik Uygulama

Bir GDF uygulama kitinde; GDF solüsyonu, tek kullanımlık godeler, mikro fırçalar, vazelin, pamuklu çubuklar, pamuk rulolar, gazlı bez, diş ipi, plastik astarlı hasta önlüğü/ tabla örtüsü, koruyucu gözlükler, florid vernik, ısırma bloğunun bulunması gerekmektedir (155, 161).

Klinik uygulama için öncelikle hastaya koruma gözlüğü ve plastik astarlı önlüğün takılması ile hastanın korunması ve tabla örtüsünün yerleştirilmesi ile de klinik korumasının sağlanması önerilmektedir. Bunun yanı sıra perioral bölgeye vazelin uygulanması ve dişlerin fırçalanması gerekmektedir. Ardından izolasyon sağlanmalı ve diş kurutulmalıdır. GDF bir mikro fırça ile 1-3 dakika boyunca uygulanmalıdır. GDF lezyonun üzerine doyurulmalı ve emilmesi beklenmelidir. Uygulama yapılırken tek kullanımlık plastik gode kullanılmalıdır. Sadece istenilen dişlere solüsyonu uygulamak için dikkatli olunmalıdır (132, 155, 162, 163).

GDF'nin kanıtlanmış etkinliğinin sağlanabilmesi için florid vernik uygulaması gerekli değildir. Ancak GDF uygulamasının ardından florid vernik uygulaması GDF'nin kötü tadının maskelenmesine, GDF'nin uygulanan yüzeyde kalmasına ve diğer yüzeylerde istenmeyen lekelerin önlenmesine yardımcı olmaktadır (164, 165).

GDF'nin haftada birden fazla kez uygulanmasından kaçınılması önerilmektedir. Yılda iki defa yapılan uygulama, restore edilmemiş çürük lezyonları için en etkili doz olarak bulunmuştur. GDF lezyonun büyüklüğüne ve konumuna, hastanın risk düzeyine bağlı olarak yeniden uygulanmaktadır. GDF uygulamasından sonra restorasyon yapıldığında veya kontrollerde lezyon parlak ve sert, stabil ve asemptomatik olduğunda, tekrarlayan GDF uygulaması gerekmemektedir. Aşırı duyarlılık tedavisinde ise ihtiyaç duyuldukça uygulanabilmektedir (130, 161, 166).

2.5.7.7. Ticari Ürünler, Yüzdeler

GDF yaygın olarak %38 oranında kullanılmaktadır. Farklı konsantrasyonlarda (%3,8, %10, %12, %30) formları da mevcuttur, ancak klinik araştırmalar bunun çocuklarda diş çürüklerini önlemede %38 kadar etkili olmadığını göstermiştir (13, 131). Ticari olarak temin edilebilen GDF solüsyonlarının üretilen ülke, üretici firma, ticari isim ve yüzdeleri Tablo 2-2'de verilmiştir.

Tablo 2-1: Ticari olarak temin edilebilen GDF solüsyonları (9).

%GDF	Ticari İsim	Üretici Firma	Ülke
%38	Advantage Arrest	Elevate Oral Care	ABD
%38	Bioride	DENTSPLY Industrial & Commercial Ltd.	Brezilya
%38	e-SDF	Kids-e-Dental	Hindistan
%38	Dengen Caries Arrest	Dengen Dental	Hindistan
%38	Fagamin	Tedequim SRL	Arjantin
%38	Fluoroplat	NAF Laboratory	Arjantin
%38	Riva Star	SDI Dental Ltd.	Avustralya
%38	Saforide	Toyo Seiyaku Kasei Co. Ltd.	Japonya
%38	Topamine	Dentalife Australia Pty. Ltd.	Tayland
%30	Ancárie	Maquira, Maringá	Brezilya
%30	Cariestop	Biodinamica	Brezilya
%12	Ancárie	Maquira, Maringá	Brezilya
%12	Cariestop	Biodinamica	Brezilya
%10	Cariestatic	Inodon Dentistry	Brezilya
%3,8	Saforide RC	Toyo Seiyaku Kasei Co. Ltd.	Japonya

%38'lik GDF solüsyonunun süt dişlerindeki çürükleri durdurma ve oluşmasını önlemedeki etkinliği ve yetişkin hastaların kök çürüklerini durdurmasındaki etkinliği sistematik incelemeler tarafından desteklenmektedir (167). %38'lik GDF solüsyonu %24-27 gümüş, %7,5-11 amonyak ve %5-6 flordan oluşmaktadır. %38'lik GDF solüsyonu 44.800 ppm flor ve 255.000 ppm gümüş iyonu içermektedir (167, 168).

2.6. Gümüş Modifiye Atravmatik Restoratif Tedavi (GMART)

Çürük tedavisi iki model ile sağlanabilmektedir. Bunlar tedavi edici model ve geleneksel invaziv yaklaşımları içeren cerrahi modeldir. Diş sağlığını optimize etmek tedavi edici modelin ana prensibidir. Çürüklerin başlamadan oluşması önlenmeli, başladıysa durdurulmalı ve mümkün olduğunca hasar tersine çevrilmelidir (157).

Son yıllarda, dünya genelinde özellikle çocuklarda çürük lezyonlarının tedavisi ile ilgili yaklaşımların değiştiği gözlenmektedir. Çocuklarda çürük dokuların invaziv

şekilde temizlenmesi ve uygun bir materyal ile restorasyonunun yapılması yoluyla gerçekleştirilen geleneksel çürük tedavisi gerek çocuk ve ebeveyn gerek diş hekimleri için zorlayıcı olabilmektedir. Bu nedenle, invaziv olmayan teknikler kullanarak sağlam diş yapısının korunmasını amaçlayan minimal invaziv diş hekimliği (MID), atravmatik restoratif tedavi (ART), GDF ve GMART gibi teknikler geleneksel tekniklerin yerini almıştır (6). Minimal invaziv diş hekimliği ve biyoaktif biyomimetik materyallerin bir diğer faydası, daha hızlı uygulanabilir olmaları ve daha az invaziv prosedürlere ihtiyaç göstermeleridir. Mevcut kanıtlar, sızdırmaz bir restorasyonun gerçekleştirilmesi koşuluyla, derin çürük lezyonlarında tüm enfekte dentinin çıkarılmasının gerekli olmadığını göstermektedir. Bu uygulama şekli ART, GDF ve cam iyonomer siman (CİS) kullanılarak yapılabilmektedir. GDF ve ART'yi birlikte kullanan çürük tedavisindeki bu yeni yöntem, gümüş modifiye atravmatik restoratif teknik (GMART) olarak adlandırılmaktadır (15). Bu teknik ile çocuklarda geleneksel restoratif tedavilere geçici bir alternatif sunulmakta ve hem çürük lezyonunun durdurulmasına hem de aerosol riski olmadan dişin restore edilmesine olanak sağlanmaktadır. GMART tekniği, iki materyali birleştirmektedir. Çürük lezyon önce GDF ile tedavi edilmekte ve daha sonra CİS ile restore edilmektedir. Durdurmak ve remineralize etmek için GDF, restorasyon ve remineralizasyon için ise CİS kullanılmaktadır (169, 170).

CİS'ler, kimyasal ve mikromekanik adezyon yoluyla diş sert dokularına bağlanmakta ve biyofilm oluşumunu ve tekrarlayan çürükleri azaltmaya yardımcı olabilecek floru serbest bırakmaktadırlar (171).

GDF uygulaması, restorasyon yapılmadan hemen önce veya çürük lezyonlar durana, hassasiyet kaybolana veya hasta diş hekimliği ortamına alışana kadar yapılabilmektedir. Restorasyon yapılmadan önce GDF kullanılması çürük lezyonun ilerlemesini ve geri dönüşümsüz pulpitis görülme ihtimalini azaltabilmektedir. GMART tekniğini kullanmak sadece çürüğü durdurmakla kalmayıp, aynı zamanda pulpa canlılığını korurken daha iyi mine remineralizasyonunu desteklemektedir (169, 172).

GMART'ın; hızlı, basit, ağrısız olması, muayenede tedaviye başlanması, dental ortamlarda rahatlık ve güven oluşturmaları, zaman kazandırması, lokal anestezi ve/veya el aleti ihtiyacını ortadan kaldırması, sedasyon veya genel anestezi ihtiyacını geciktirmesi veya önlemesi, molar kesici diş hipomineralizasyonu (MIH) olan dişlerde hassasiyeti azaltması, atravmatik olması, olumlu bir diş deneyimi ve görünümü

oluşturması, hasta, ebeveyn ve diş hekimi için stresi azaltması, tekrarlayan çürük görülme oranını azaltmaya yardımcı olmak için uzun süreli flor salınımına izin vermesi; fissürlerde ya da kaviteli lezyonlarda GDF ile lezyonun durdurulması sonrası restore edilmesi, biyofilmin temizlenebilirliğini artırması ve GDF'yi yeniden uygulamaya devam etme ihtiyacını ortadan kaldırması gibi faydaları bulunmaktadır (169, 173).

2.7. Cam İyonomer Siman (CİS)

Diş çürüğünden etkilenen dişleri restore etmek için farklı tipte direkt restoratif materyaller kullanılmaktadır. CİS tüm dünyada diş hekimliğinde en çok kullanılmakta olan restoratif materyallerden biridir. Diş hekimliğinde geniş uygulama alanı bulmaları; biyoyumlu olmaları, florid salınımı yapmaları, kullanımlarının kolay olması ve adeziv özelliklerinin iyi olması ile ilişkilidir (174). Çalışmalarda dentine benzer elastisite modülüne sahip olmaları ve flor salınımı yapmaları gibi nedenler ile kompozit rezinlere alternatif bir materyal olarak CİS kullanımının arttığı görülmektedir (175). Özellikle çocuk diş hekimliğinde süt dişlerinin oklüzal ve proksimal kaviterinde restorasyon materyali olarak kullanılmasının yanısıra, fissür örtücü, kaide materyali olarak da kullanılabilmektedir. Ayrıca ortodontik braketlerin yapıştırılmasında kullanılan bonding ajanlarının yapısında da bulunmaktadır. ART yaklaşımında da kaviterin doldurulmasında CİS tercih edilmektedir (176, 177).

İngiltere Hükümet Kimya Laboratuvarı (Londra, BK) 1969'da geleneksel CİS'i geliştirmiştir (174). CİS'ler, polialkenoik asit ve floro-alümino silikat cam arasındaki asit-baz reaksiyonuyla sertleşen su bazlı malzemelerdir. Bu asit-baz reaksiyonu sırasında, zayıf polimerik asitler organik cam tozu ile reaksiyona girmektedir. Bir CİS genellikle iki fazdan oluşmaktadır: bazik cam fazı (yani, asitle parçalanabilen floro-alüminosilikat tozu) ve polimer sıvısından oluşan asit fazı. CİS tozu ve sıvısının karıştırılmasıyla asit-baz kimyasal reaksiyonu gerçekleşmektedir. Asit cam tozu ile reaksiyona girdiğinde, polialkenoik asit zincirleri ile çapraz bağlar oluşturmak üzere metal iyonları (Ca^{2+} ve Al^{3+}) salınmaktadır (178). CİS malzemelerinin sertliği, metal iyonlarının çapraz bağlanmasının ve polialkenoat moleküllerinin nötralizasyonunun birleşik etkisi ile oluşmaktadır (179). CİS'in dentine adezyonu hem kimyasal bağlanma hem de mikromekanik kilitlenme ile sağlanmaktadır (180).

Geleneksel CİS'in diş yapısına kimyasal bağlanması, nemli ortamlarda dahi iyi bağlanabilmesi, biyoyumluluğu, uzun süreli flor salınımı yapması ve klinik uygulama

kolaylığı gibi birçok avantajı bulunmaktadır. CİS'ler ortama biyolojik olarak faydalı olan fluor, sodyum, fosfat ve silikat gibi biyolojik olarak aktif iyonları saldıklarından biyoaktif maddelerdir (174). Geleneksel CİS'ler rezin ile modifiye edilmiş veya seramikle güçlendirilmiş CİS'lere göre daha az toksik özellik göstermektedirler. Biyouyumluluklarını korumak için, içeriği değiştirilen CİS'lerin geliştirilmesinde öncelikle biyouyumlu materyallerin eklenmiş olmasına dikkat edilmesi veya en azından eklenen materyallerin nihai biyouyumluluk üzerindeki etkilerinin araştırılması gerekmektedir (181, 182).

Geleneksel CİS'lerin neme karşı hassas olmaları, mekanik dayanımlarının düşük olması ve zayıf estetik özellikler gibi dezavantajları bulunmaktadır. Bu malzemelerin kötü estetiğe sahip olmalarının sebebi yarı saydam olmaları ve daha az renk seçeneğine sahip olmalarıdır. CİS'in, aşınmaya karşı daha az dirençli olması zamanla yüzey pürüzlülüğünün artmasına neden olmaktadır. CİS ile karşılaştırıldıklarında, kompozit rezinler daha küçük partiküllerin varlığı sayesinde daha pürüzsüz yüzeye sahiptir. Geleneksel CİS'lerin düşük bükülme dayanımı, düşük kırılma direnci ve çığneme hareketlerinde kırılma ve elastik deformasyon gibi zayıf mekanik özellikleri bulunmaktadır (183, 184).

Geleneksel CİS malzemeleriyle ilgili sorunların üstesinden gelmek için, 1989'da rezin modifiye CİS (RMCİS) materyali ilk kez kullanıma girmiştir (185). RMCİS'ler daha iyi bir bağlanma için geleneksel kimyasal sertleşme sistemine ek olarak ışıkla sertleşmenin sağlanabilmesi için polimerize edilebilir bir monomer olan 2-hidroksietil metakrilat (HEMA) içermektedir. Resin ilavesi nedeniyle, CİS'lerin bağlanma, gerilme ve basma dayanımları gibi mekanik özellikleri korunmakta ve nemli ortamdaki çözünürlükleri ise azalmaktadır. RMCİS materyallerde CİS'in likit kısmına ilave edilen monomer ultraviyole ışınlama sonrası polimerize olmakta, bunu mekanik dayanımı artıran klasik asit-baz reaksiyonu takip etmektedir. Bu geliştirilmiş mekanik dayanım sayesinde, RMCİS klinik diş hekimliğinde, özellikle liner/kaide, yapıştırma ajanları ve restoratif materyaller gibi çok sayıda spesifik uygulama için kullanılmaktadır. RMCİS'lar flor salınımı ve klinik kullanım kolaylığı gibi geleneksel CİS'lerin klinik avantajlarını korumakla birlikte geleneksel CİS'lere göre daha estetik özellik göstermektedirler. RMCİS'lerin fiziksel özellikleri de iyileştirilmiştir, ancak diş çürüğünü önlemede önemli olan flor salınım miktarlarının geleneksel CİS'lere göre

daha düşük olduğu belirtilmektedir. Klinik uygulamada geleneksel CİS'in pulpaya yakın olarak uygulanması önemli bir sorun oluşturmaz iken, derin kavitelerde RMCİS kullanımından kaçınmak gerekmektedir (185-187).

Yüksek viskoziteli CİS'ler, geleneksel CİS'lerin toz/likit oranlarının artırılması, cam partiküllerinin boyutlarının küçültülmesi ve daha büyük moleküler ağırlıklı asit kullanılması ile elde edilmişlerdir. Tüm bu modifikasyonlar ile malzemenin bükülme dayanımı önemli ölçüde artmakta ve geleneksel CİS'lerin başlıca başarısızlık nedeni olan kohezif kırılma riski azalmaktadır (188). Yüksek viskoziteli CİS'lerin florid salımı ve yeniden şarj mekanizmaları, geleneksel CİS'ler ile benzerdir. Yüksek viskoziteli CİS'lerin iki ticari formları bulunmaktadır: el ile karıştırılan toz-likit formu ve amalgamatörde karıştırılan kapsül formu (188, 189).

Dünya Sağlık Örgütü, ART restorasyonları için altın standart olarak yüksek viskoziteli CİS olan FUJI IX kullanımını önermektedir. Mine ve dentine kimyasal olarak bağlanan, mine demineralizasyonunu engelleyen ve tekrarlayan çürüklere neden olma potansiyeli daha az olan biyouyumlu bir malzemedir. Bu estetik restorasyonlar, asit ataklarının çürük lezyonuna ulaşmasını engellemekte ve minerallerin lezyondan kaybını önlemektedirler. Böylece çürüklerin durdurulmasını sağlamaktadırlar (190).

Son dönemde, materyallerin fiziksel özelliklerini bozmadan biyouyumluluk sağlayan ve remineralizasyona neden olan "akıllı" malzemeler üzerine yapılan çalışmalara odaklanılmıştır. CİS restorasyonlarının mekanik performansını iyileştirmek için nanopartiküllerin kullanımı ve termo-ışıkla sertleştirilmenin kullanımı dahil olmak üzere başka modifikasyonlar da önerilmiştir. CİS'lerin mekanik özelliklerini artırmak için, aralarında takviye fazlarının (biyoaktif cam partikülleri, ZrO₂ gibi metal oksitler, hidroksiapatit gibi mineraller, N-vinil pirrolidon gibi polimerik malzemeler, selüloz nanokristalleri, lifler veya seramik katkı maddeleri dahil) eklenmesi de dahil olmak üzere çeşitli yaklaşımlar düşünülmüştür. Bu yeni geliştirilen malzemelerin klinik performansı hakkında çok az şey bilinmektedir. Her strateji, mekanik özellikleri bir dereceye kadar iyileştirmiştir; ancak henüz klinik olarak uygulanmamaktadır (176, 177, 191-193).

2.8. Kompozit Rezin

Kompozit rezin, günümüzde her diş hekimi muayenehanesinde kullanılan diş hekimliği malzemelerinden biridir (194). Amalgam restorasyonlar ağız boşluğunda

estetik ve biyouyumluluk açısından çeşitli sorunlara neden olabilmektedir. Bu sorunların giderilebilmesi için, estetik, fiziksel ve mekanik özellikleri çok iyi olan kompozit rezinler geliştirilmiştir. (195). Restoratif diş hekimliğinde kompozit rezin malzemelerinin kullanımı, fiziksel ve mekanik özelliklerindeki gelişmeler sayesinde son birkaç on yılda önemli ölçüde artış göstermiştir (196). Son dönemde estetik restorasyon materyalleri olan dolgular ve bonding ajanlarındaki teknolojik gelişmeler hızla artmaktadır. Kompozit rezinler yüksek basınç dayanımına, aşınma direncine, uygulama kolaylığına ve yüksek yarı saydamlığa sahiptirler (194, 197).

2.8.1. Kompozit rezin bileşimi

2.8.1.1. Rezin matrisi

Günümüzde kompozit rezin içeriğinde en yaygın kullanılan monomerik matrisler 2,2-bis[4(2-hidroksi-3-metakriloksi-propiloksi)-fenil] propan (Bis-GMA) ve üretan dimetakrilattır (UDMA). Her iki monomer de monomer zincirinin her iki ucunda polimerizasyon sırasında artacak olan reaktif karbon çift bağına sahiptir. Monomer, özellikle Bis-GMA yüksek viskoziteye sahiptir, bu nedenle dolgu maddesi eklendikten sonra klinik kıvam elde etmek için seyreltici eklenmektedir. Kompozit rezin karışımının viskozitesini azaltmak ve kontrol etmek için trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) veya Bis-EMA6 gibi difonksiyonel karbon çift bağına sahip düşük moleküler ağırlıklı bileşikler kullanılmaktadır. 2018 yılında, bir kompozit rezinin hacimsel büzülmesini ve polimerizasyon stresini kontrol etmek için yeni bir metakrilat monomer türü tanıtılmıştır. Çapraz bağ yoğunluğunu azaltmak için metakrilat grupları arasındaki mesafenin artırılması gerçekleştirilmiştir. Diğer bir yaklaşım ise monomer sertliğini arttırmak olmuştur (198, 199). Düşük büzülmeli metakrilat monomerine örnek olarak dimer asit, DuPont monomeri ve FIT-852 sayılabilmektedir. Polimerizasyon tarafından üretilen büzülmeyi ve iç gerilimi azaltmak amacıyla siloran adı verilen bir monomer sistem geliştirilmiştir. Siloran ismi siloksan ve oksirandan (epoksi) gelmektedir. Siloksan ve oksiranın işlevi, sırasıyla kompozit rezine hidrofobik özellik kazandırmak ve katyonik polimerizasyon yoluyla halka çapraz bağını açmaktır (200).

2.8.1.2. Doldurucu madde

Kompozit rezini güçlendirmek ve ışıkla sertleştirme sürecindeki büzülmeyi ve termal genleşmeyi azaltmak amacıyla şeffaf mineral dolgu maddeleri kullanılmaktadır. Genellikle dolgu maddesi bileşimi kompozit hacminin %30-70'i veya ağırlığının %50-

85'i arasındadır. Borosilikat, alüminyum silikat, erimiş kuvars, lityum alüminyum silikat (negatif termal genleşme katsayısına sahip beta-ökriptit), iterbiyum florür ve baryum (Ba), zirkonyum (Zr), stronsiyum (Sr) ve çinko camlarının "yumuşak cam" ve "sert cam" larını içermektedir. Kuvars kimyasal olarak inert olma avantajına sahiptir ancak aynı zamanda çok sert olması sebebiyle karşıt diş veya karşıt restorasyonda aşınmaya sebep olma dezavantajı bulunmaktadır. Çok ince parçacıklara öğütülmesinin veya yok edilmesinin zor olması sebebiyle ise kompozit rezinin cilalanması zordur. Amorf silika, kuvars ile aynı bileşime ve kırılma indisine sahiptir. Amorf silika, kuvars gibi kristal ve sert olmaması sebebiyle kompozit yüzey yapısının aşındırıcılığında azalma sağlamakta ve kompozit rezininin parlatma yeteneğini arttırabilmektedir (201, 202).

2.8.1.3. Bağlayıcı Ajan

Bağlayıcı madde, takviye fazı ile matris fazını birleştirmek için kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan bağlama maddesi, silikon organik bileşiği olan silan bağlama maddesi olarak adlandırılan, 3-metakrilloxipropiltrimetoksisilan (MPTS)'dir. Düşük büzülmeli siloran monomer epoksi, 3-glisidoksiipropiltrimetoksisilan içeren kompozit, dolguyu oksiran matrisine bağlamak için kullanılmaktadır (202).

2.8.1.4. Foto aktivatör

Kompozit rezinin polimerizasyon süreci, ısı, kimyasal veya radyant enerji şeklinde harici bir enerji ile metakrilat monomer yapısından serbest radikallerin salınmasıyla başlamaktadır. Kimyasal olarak sertleşebilen rezinlerde aktivasyon iki pat arasındaki reaksiyon sonucu oluşmaktadır. Bir pat benzoil peroksit başlatıcı materyalden, diğer pat ise tersiyer amin aktivatöründen oluşmaktadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılmakta olan dental fotoaktivatör, sarımsı kompozit restorasyonla sonuçlanan kanarya sarısı rengine sahip olan kafurkinondur. Kafurkinonda görülen ışık Emilimi 425-495 nm aralığındadır. 1990'larda diş beyazlatma materyallerinin kullanımı artmış ve bu da fotoaktivatör olarak Lucirin® TPO'nun geliştirilmesine yol açmıştır. Lucirin® TPO'da görülen ışık Emilimi 390 - 410 nm aralığındadır (203).

2.9. Kompomer

Yaygın olarak kompomerler olarak bilinen poliasit ile modifiye edilmiş kompozit rezinler, özellikle süt dişi çürüklerinin restorasyonlarında kullanılmaktadırlar. Bu malzeme kompozitlerin estetiğini, CİS'in flor salınımı ve adezyon yetenekleriyle

birleştiren yeni bir dental materyal olarak diş hekimlerine 1990'ların başında tanıtılmıştır (204). %72 (ağırlıkça) stronsiyum florosilikat cam içermektedirler (205). Kompomerler, renk uyumu, marjinal renk değişikliği, anatomik form, marjinal bütünlük ve sekonder çürük gelişimi açısından kompozitlerle karşılaştırılabilir bir klinik performansa sahiptirler. Kompomerlerin fiziksel ve mekanik özellikleri kompozit rezinlere göre daha düşüktür, ancak flor salınımı avantajı bulunmaktadır. Kompozitler ve kompomerler arasındaki temel fark, kompomerlerin polimerizasyonundan sonra su emilimi yoluyla iyon salma mekanizmasına sahip olmasıdır. Polimerizasyon, kompozit rezinlerde gözlemlenen mekanizmaya benzer bir bağlanma sürecine neden olmaktadır; ancak sonraki su emilimi, asidik grupların iyonlaşmasına ve cam iyonomerlere benzer bir şekilde flor salınımı yapan bir asit-baz reaksiyonuna yol açmaktadır (206, 207). Fluoridin antikaryojenik özelliği süt dişlerinde kompomerin tercih edilmesinin önemli bir nedenidir (208).

Kompomerlerin temel özellikleri su içermemeleri ve bileşenlerinin çoğunun kompozit rezinler ile aynı olmasıdır. Tipik olarak bunlar, trietilen glikol dimetakrilat gibi viskozite azaltıcı seyrelticilerle karıştırılan bisGMA veya türevleri ve/veya üretan dimetakrilat gibi hacimli makro monomerlerdir. Bu polimer sistemleri kuvars veya silikat cam (SrAlFSiO_4) gibi reaktif olmayan inorganik tozlar ile doldurulmaktadır. Tozlar, dolgu maddesi ile sertleşen malzemenin matrisi arasındaki bağı güçlendiren bir silan ile kaplanmaktadır. Kompomerler, geleneksel kompozit rezinlerden farklı ek monomerler ve bu nedenle çok küçük bir bileşen olarak asidik fonksiyonel gruplar içermektedirler. Bu tipte en yaygın kullanılmakta olan monomer, 2-HEMA'nın bütan tetrakarboksilik asitle bir di-esteri olan TCB'dir. Ek olarak kompomerler, CİS'de kullanılanlara benzer reaktif cam tozları da içermektedirler. Kompomerler suyu absorbe edecek şekilde tasarlanmıştır ve su ile ıslanması kütlelerinde %2-3,5 arası bir artışa yol açabilmektedir. Bu su emme işleminin karboksilik asit grubunun nötralizasyonunu içerdiği gösterilmiştir. Nötralizasyon, su difüzyon hızı tarafından kontrol edilmektedir ve bu nedenle oldukça yavaş bir süreçtir. Nötrleşmeyi desteklemek için kompomerlerin suyu emdiği mekanizmanın fiziksel özelliklerini olumsuz etkilediği bulunmuştur. Bu mekanizma, mekanik özelliklerinde önemli değişiklikler olmaksızın orta miktarda su absorbe ettiği bilinen geleneksel kompozit rezinlerden farklıdır (209-211).

Restoratif diş hekimliğinde kullanılan dental materyallerden flor salınımı birkaç faktöre bağlıdır. Malzemenin, flor içeren doldurucu madde miktarı, reçine matrisinin türü ve polimerizasyon işlemi önemli bir rol oynamaktadır. Dental materyallerden flor salınımında önemli olan, sıvı partiküllerin materyalin kararlı yapısına nüfuz etmesine ve kontrollü difüzyon yoluyla flor salınımına izin veren, esas olarak materyalin matriksindeki sıvıların adsorpsiyonudur. Rezin matrisinin özellikleri difüzyon hızını ve emilen suyun hacmini belirlemektedir (212-214).

Kompomer malzemelerin polimerizasyonunda kullanılan ışıkla sertleştirme cihazının polimerizasyon derinliği, artık monomerlerin miktarını ve polimerizasyon derecesini etkilemektedir. Yeterli süre ve verimde gerçekleştirilemeyen polimerizasyon işleminin, malzemenin biyolojik ve mekanik özelliklerinde negatif yönde bir etkiye sebep olduğu bildirilmiştir. Diş tedavilerinin çocuklar için daha kabul edilebilir olması amacıyla renklendirici partiküller ilave edilerek farklı renklere kompomerler elde edilmiştir. Bu durumda uygulanan kompomer malzemenin rengi ve ışıkla sertleşen ünite ile doldurucu arasındaki mesafe gibi faktörler, ışınlama süresinden bağımsız olarak yeterli polimerizasyon derinliği elde etmek ve artık monomer miktarının azalmasını sağlamak için önemli hale gelmiştir. Renk ve viskozite, kompomerlerde artık monomer salınımını etkileyen faktörlerdir (215, 216).

2.10. Bağlanma Dayanımı Testleri

İdeal bir bağlanma dayanımı testinde aranan özellikler doğru sonuç vermesi, klinik olarak güvenilir olması, teknik hassasiyetinin az olması ve maliyetinin düşük olmasıdır (217). Bu testler kalitatif tarama testleri ve kantitatif testler olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Kalitatif testler bağ sorunlarını incelemekte ve kantitatif testler bağın yük kapasitesini ve ömrünü tahmin etmektedir. Bağ gücü laboratuvar yöntemleri ve klinik performans ile değerlendirilebilmektedir. Temel olarak bağ alanının boyutuna bağlı olarak bir makro ya da mikro test kurulumu kullanılarak statik olarak ölçülebilmektedir. Nominal bağ kuvveti, uygulanan maksimum kuvvetin bağlantı yüzeyinin kesit alanına bölünmesiyle hesaplanmaktadır (218). Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) Teknik Spesifikasyonu No. 11405, restoratif materyaller ile diş yapısı arasındaki adeziv bağın kalite testi için farklı test yöntemlerinin temel özelliklerini ve aynı zamanda substrat seçimi, saklanması ve kullanımı hakkında da

rehberlik sağlamaktadır. Ayrıca bağ kuvveti ölçümleri için bazı özel test yöntemleri bildirmiştir (219).

Klinik deneyler, diş restorasyonlarının başarısının değerlendirilmesinde kullanılan nihai testler olmakla birlikte, ağız boşluğu içindeki çeşitli streslerin restorasyonlar üzerindeki eşzamanlı etkileri nedeniyle başarısızlığın kesin nedenini belirlemede yetersiz kalmaktadır. Bunun yanı sıra malzemelerin kırılma direncine ilişkin klinik çalışmaların yürütülmesi de son derece zordur. Diş hekimliğinde mekanik testler, diş malzemelerinin özelliklerini değerlendirmeyi ve davranışını tahmin etmeyi, gerçek biyolojik koşulları taklit etmeyi ve daha sonra kullanılacak yöntemleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Hiçbir mekanik test metodolojisi, ağız içindeki mevcut olan tüm klinik değişkenleri tamamen simüle edememekle beraber, in vitro çalışmalar, farklı materyallerin davranışlarını kısa sürede değerlendirmeye ve karşılaştırmaya olanak tanımaktadır ve klinik uygulama için kılavuzlar oluşturmak için çok yararlı olmaktadır. Laboratuvar testleri, belirli bir parametre/özellik hakkında hızlı ve kolay bir şekilde veri toplamaktadır. Diğer tüm değişkenlerin sabit tutulması ile belirli bir parametreyi ölçmek mümkündür. Çeşitli deney grupları, bir çalışma kurulumunda aynı anda test edilebilmektedir. Bir laboratuvar testinde amaç, klinik sonucu tahmin etmeyi sağlamak için veri toplamaktır. Laboratuvar bağlanma dayanımı testleri, statik veya dinamik testler olabilmektedir (220, 221).

2.10.1. Dinamik testler

Klinik koşullar altında, bir restorasyonun adeziv arayüzü, akut çekme gerilimlerine neredeyse hiç maruz kalmamaktadır. Çiğneme sırasında üretilen döngüsel, kritik altı yüklere daha çok maruz kalmaktadır. Klinik işleyişin daha iyi simülasyonu için statik bağ gücü verilerinin dinamik yorgunluk verileriyle desteklenmesi gerekmektedir (222, 223).

2.10.2. Statik testler

Statik testlerde, numunenin dinamik durumda olduğu dinamik testlerden farklı olarak, test numunesi durağan durumdayken yük uygulanmaktadır. Statik testler, bağ alanı $>3 \text{ mm}^2$ olan makro testler ve $<3 \text{ mm}^2$ bağ alanı olan mikro testler olarak kategorize edilmektedir (220).

2.10.2.1. Makro test yöntemleri

Makro bağ kuvveti makaslama (shear), çekme (tensile) veya dışarı itme (push-out) protokolü kullanılarak ölçülebilmektedir (224).

2.10.2.1.1. Makro-makaslama testi

Kullanım kolaylığı ve hızı nedeniyle, makaslama bağlanma dayanımı tekniği, en sık kullanılan makro bağlanma testi yöntemi olmaya devam etmektedir. Bir makaslama bağlanma testinde, birbirine bağlanmış iki malzeme kırılma meydana gelene kadar makaslama kuvvetiyle yüklenmektedir. Numune hazırlığının ardından, test genellikle hemen, 24 saat sonra veya 37 °C'de birkaç aya kadar suda depolamanın ardından gerçekleştirilebilmektedir (224, 225).

Bağlanma dayanımı testlerinden sonra meydana gelen kırık tipleri kırılmanın gerçekleştiği yüzey incelenerek adeziv kırık, kohezif kırık ve karma kırık olarak sınıflandırılabilir. Diş yüzeyi ile restoratif materyal arasında kırılma meydana geldiğinde adeziv kırık, kırılma tamamen restoratif materyalde veya dentin yapısında meydana geldiğinde kohezif kırık, adeziv ve kohezif kırık kombinasyonu meydana geldiğinde ise karma kırık olarak sınıflandırılmaktadır (226, 227).

2.10.2.1.2. Makro-çekme testi

Bir çekme bağlanma testinde, test numunesinin her iki tarafına da yük uygulanmaktadır. Numune, aktif veya pasif kavrama yöntemleriyle tutulabilmektedir. Aktif kavrama yöntemi, örneğin yapıştırıcı veya kelepçe gibi kavrama cihazına mekanik olarak sabitlenmesini içerirken, pasif kavrama yönteminde, numune, yapıştırıcı veya mekanik kavrama yardımı olmaksızın bir test cihazına yerleştirilmektedir. Çekme testinde, gerilmeler ara yüzeyde kaymaya göre çok daha homojendir ve bunun sonucu olarak maksimum ana gerilme değerleri nominal dayanıma daha yakındır (228).

2.10.2.1.3. Dışarı itme testi

Dışarı itme "Push-out" testi ilk olarak 1970 yılında diş hekimliğinde kullanılmak üzere tanımlanmıştır. Dışarı itme testinin kök kanal dentinine bağlanmayı incelemek için kullanımı 1996'da bildirilmiştir. Bu yöntemde yük, universal test makinesine monte edilmiş bir piston aracılığıyla uygulanmaktadır. Piston, kök kanal duvarına dokunmadan test materyalinin neredeyse tamamını kapsamalıdır. Bu yöntem, kök kanal patlarının

adezyonunu ve kök kanallarına yapıştırılan postların bağlanmasını test etmek için kullanışlıdır (229, 230).

2.10.2.2. Mikro test yöntemleri

Mikro bağlanma dayanımı testleri üç tipe ayrılmaktadır. Bunlar; test numunelerine uygulanan gerilimlere dayalı olarak mikro makaslama (shear), mikro çekme (tensile) ve mikro dışarı itme (push-out) testleridir (218).

2.10.2.2.1. Mikro makaslama testi

3 mm² veya daha az enine kesit alanlarıyla makaslama bağlanma dayanımı testi, mikro makaslama testi (μ SBS) olarak adlandırılmaktadır. Mikro makaslama testinin test protokolü, doğrudan numune hazırlamaya, adezyon sistemlerinin verimli bir şekilde taranmasına, çeşitli alt tabakaların bölgesel ve derinlik profilinin çıkarılmasına ve dişlerin korunmasına izin vermektedir. Bu, mikro makaslama testinin mikro çekme testine göre ek avantajları olabileceği anlamına gelmektedir, çünkü numune elde etmek için erken mikro çatlamayı indükleyebilecek kesit alma prosedürlerine ihtiyaç duyulmamaktadır (218, 231).

2.10.2.2.2. Mikro çekme testi

Mikro çekme testinde, yapıştırma işleminden sonra daha fazla numune işlemi veya mikro numunelerin hazırlanması gerekmektedir. Dişlerin daha ekonomik kullanımını (bir diştten elde edilen çoklu mikro numunelerle), bölgesel farklılıkların daha iyi kontrolünü (örn. düzensiz yüzeyler) ve çok küçük alanlar ve daha küçük alanlardan dolayı bozulan bağların mikroskobik incelemelerini kolaylaştırmak gibi avantajları vardır. Bu küçük numunelerin hazırlama güçlüğü, dehidrasyon potansiyeli, 5 MPa'dan düşük bağlanma kuvvetlerini ölçmenin zorluğu, tutarlı geometriye sahip numuneler üretmenin zorluğu, numunelerin kolayca hasar görebilmesi ve kırılma sonrası numunelerin kaybolma olasılığı veya kırılması ise dezavantajları olarak sayılabilmektedir (218, 232, 233).

2.10.2.2.3. Mikro dışarı itme (μ PO) testi

Mikro dışarı itme testi, numune kalınlığının 1 mm²'ye eşit veya daha az olduğu dışarı itme testinin bir modifikasyonudur. Kök kanal patlarının adezyonunu ve kök kanallarına yapıştırılan postların bağ kuvvetini ölçerken mikro dışarı itme tekniği güvenilir sonuçlar vermektedir (234, 235).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması, çürük süt azı dişlerine GDF uygulanması sonrası çocuk diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerden CİS, kompomer ve kompozitin rezinin GDF uygulamasından hemen veya 1 hafta sonra yapılan restorasyonlarının makaslama bağlanma dayanımı değerlerinin araştırılması amacıyla *in vitro* koşullar altında İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'nda gerçekleştirildi.

Bu tez çalışması İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 30/04/2021 tarih ve 104 sayılı toplantısında görüşülerek etik yönden uygun bulunmuş ve onay alınmıştır (Dosya No: 2021/27). Çalışmada kullanılan çekilmiş dişlere sahip gönüllüler ve aileleri için çalışmanın amacını, kapsamını, yararlarını ve olası risklerini belirten 'Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu' hazırlanmış, gönüllülere ve ailelerine okutularak imzalı onayları alınmıştır (Ek 1. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu ve Gönüllü Onay Formu).

3.1. GEREÇ

3.1.1. Restorasyon Öncesi Örnek Hazırlığında Kullanılan Gereçler

- Dental scaler (Leibinger Dental, Mühlheim, Almanya)
- Mikromotor (W&H, Bürmoos, Avusturya)
- Anguldurva (W&H, Bürmoos, Avusturya)
- Polisaj fırçası (Stoddard Manufacturing Co. Ltd., Hertfordshire, İngiltere)
- C Tipi silikon ölçü (Zhermack, Marl, Almanya)
- Soğuk akrilik (Imicryl, Konya, Türkiye)
- Piyasemen (W&H, Bürmoos, Avusturya)
- Elmas separe (Meisinger, Neuss, Almanya)

3.1.2. Restorasyon Aşamasında Kullanılan Gereçler

3.1.2.1. Advantage Arrest Gümüş Diamin Florür (Elelete Oral Care LLC, Florida ABD)

Advantage Arrest (Şekil 3-1) %38 oranında GDF içeren gümüş ve floridin sinerjist etkisinden faydalanan bir remineralizasyon ajanıdır. %25 Gümüş, %5,5 Flor, %8 Amonyak içermektedir. 44.800 ppm flor ve 255.000 ppm gümüş iyonu içermektedir. 1 damlası ile 5 yüzey tedavi edilebilmektedir.



Şekil 3-1: Advantage Arrest Gümüş Diamin Florür.

3.1.2.2. Kavite Hazırlayıcı (Cavity Conditioner, GC Corporation, Tokyo, Japonya)

Kavite hazırlayıcı (Şekil 3-2) koyu mavi renkli, CİS materyal uygulanmasından önce dentin smear tabakasını çıkarmak ve dentin ve mine yüzeyini hazırlamak için tasarlanmış %20 poliakrilik asit çözeltisidir. Diş ile restorasyon arasındaki bağın artmasını sağlamaktadır. İçeriğindeki %3 Alüminyum Klorür Heksahidrat bileşeni ise dentin tübüllerini kapatarak hassasiyeti önlemektedir.



Şekil 3-2: Kavite hazırlayıcı ajan.

3.1.2.3. G-Premio Bond Adeziv Sistem (GC Corporation Tokyo, Japonya)

G-Premio Bond (Şekil 3-3), tüm asitleme modlarıyla uyumlu olan, tek şişe halinde bulunan universal bir bonding ajanıdır. Uygularken görülmesi rahat bir sarı rengi vardır. Akışkan yapısına karşın yüksek doldurucu ve foto başlatıcılara sahip olması sayesinde güçlü bağlantı tabakası oluşturur. 5 sn hava basıncıyla kurutma prosedürü ile 3 µm'lik bir film kalınlığına ulaşır. Üç fonksiyonel monomerden (4-MET, MDP ve MDTP) oluşan bileşimi vardır. Formülünde HEMA içermemesi sayesinde renklenmeye sebep olmamaktadır.



Şekil 3-3: G-Premio Bond adeziv sistem.

3.1.2.4. G-aenial Posterior Kompozit (GC Corporation Tokyo, Japonya)

G-aenial (Şekil 3-4), 2 tip önceden polimerize edilmiş reçine dolgu maddesinin birleşiminden oluşan bir mikro doldurucu hibrit kompozit olarak sınıflandırılır. Matris, dolgu maddeleri, pigment ve foto-başlatıcılardan oluşur. Matris, üretan dimetakrilat (UDMA) ve dimetakrilat ko-monomerlerinin bir karışımından oluşur, Bis-GMA içermez. Mikro dolgu maddelerinin dahil edildiği bir reçine matrisinin polimerleştirilmesi ve daha sonra polimerize edilmiş reçinenin ortalama 16-17µ boyutunda parçacıklar halinde öğütülmesiyle üretilirler. Katalizör olarak kamforkinon ve amin kombinasyonunu kullanır. Işık aktivasyonu kuvars halojen, plazma veya LED ışık üniteleri ile gerçekleştirilebilir.



Şekil 3-4: G-aenial Posterior Kompozit restoratif sistem.

3.1.2.5. Dyract XP Kompomer (Dentsply Sirona, New York, ABD)

Dyract XP (Şekil 3-5), üretilen dimetakrilat (UDMA), karboksilik asitle modifiye edilmiş dimetakrilat (TCB rezin), trimetakrilat rezin, trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA), kafurkinon, etil-4-dimetilaminobenzoat, butillenmiş hidroksi tolüen (BHT), UV stabilizatörü, stronsiyum-alümino-sodyum-floro-silikat cam, yüksek oranda dağılmış silikon dioksit, stronsiyum florür, demir oksit ve titanyum dioksit pigmentlerinin bileşiminden oluşan ön ve arka dişlerde bulunan tüm kavite sınıflarına yönelik, ışıqla sertleşen bir restoratif materyaldir. Cam iyonomer materyallerin flor salınımını ve ışıqla sertleşen bir kompozitin gücü ve estetiğini birleştirir. Sürekli olarak flor iyonları salar, diş restorasyon arayüzünde asit tamponu görevi görür ve arayüz çürüklerinin önlenmesini etkili bir şekilde destekler. Kullanımı asitleme gerektirmez. 90 sn çalışma süresi ve 10 sn sertleşme süresi vardır. Sertleşme derinliği 2 mm (800mW/cm²)’dir.



Şekil 3-5: Dyract XP kompomer restoratif sistem.

3.1.2.6. Fuji IX GP Cam İyonomer Restoratif Sistem (GC Corporation Tokyo, Japonya)

Fuji IX GP (Şekil 3-6) geleneksel, kendi kendine sertleşen, kondanase edilebilen, kapsül formu ile kullanım kolaylığı sunan bir cam iyonomer restorasyon materyalidir. Yüksek aşınma direncine sahiptir. Asitleme ve bonding uygulanmasına gerek olmadan mine ve dentine yüksek bağlanma direncine sahiptir. Flor salınımı yapar. Sınıf I-II ve V kavitelerin restorasyonlarında, kompozit rezin ve amalgam restorasyonların altına kaide materyali olarak ve kor yapımında kullanılmaktadır. Her kapsülde 0,35 gr toz, 0,10 ml likit bulunmaktadır. Karıştırma süresi 10 sn, çalışma süresi 2 dk ve sertleşme süresi 6 dk'dır.



Şekil 3-6: Fuji IX GP cam iyonomer restoratif sistem.

3.1.2.7. GC Capsule Applier Kapsül Tabancası (GC Corporation Tokyo, Japonya)

GC Capsule Applier III (Şekil 3-7), kapsüllerdeki tüm GC malzemeleriyle birlikte kullanılır. Kapsülü önceden etkinleştirir ve malzemeyi dağıtır. Otoklavlanabilir ve temizlenmesi kolaydır.



Şekil 3-7: Capsule Applier III kapsül tabancası.

3.1.2.8. Silamat S6 (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Litvanya)

Silamat S6 (Şekil 3-8); cam iyonomer simanlar, amalgam ve önceden dozajlanmış kapsül veya enjeksiyon kapsül içindeki diğer dental materyallerin universal karışım işlemi olarak kullanılan bir cihazdır. Özel “sekizli- hareket”i, ortalama 4500 rpm dönüş hızı ile iyi ve homojen karıştırma sonuçlarını garanti eder.



Şekil 3-8: Silamat S6 kapsül karıştırma cihazı.

3.1.2.9. Elipar DeepCure-S Işık Cihazı (3M ESPE, MN, ABD)

Elipar DeepCure-S (Şekil 3-9) ışık cihazı, dalga boyu 480 nm, ışık yoğunluğu 1,470 mW/cm² (-%10/+%20) olan LED polimerizasyon cihazıdır.



Şekil 3-9: Elipar DeepCure-S ışık cihazı.

3.1.3. Deney Aşamasında Kullanılan Gereçler

3.1.3.1. Instron Universal Test Cihazı (Shimadzu Autograph AG-IS, Kyoto, Japonya)

Instron Universal test cihazı (Şekil 3-10) zemin modelleri, gelişmiş kompozitler, güçlü metaller, alaşımlar, bağlantı elemanları, hava-uzay malzemeleri, otomotiv yapıları, çelik plakaların testlerinde kullanmak amacıyla tasarlanmış ve değişen ihtiyaçlar için esneklik sağlayan bir laboratuvar cihazıdır. Makaslama bağlanma dayanımının ölçülmesinde kullanılmıştır.



Şekil 3-10: Makaslama bağlanma dayanımı testinde kullanılan Instron Universal test cihazı.

3.1.3.2. SZX-7 Stereo Mikroskop (Olympus,Tokyo, Japonya)

Olympus SZX-7 stereo mikroskop görüntüyü 7 kat büyütebilmektedir. Görüntü sağlamak için çözünürlüğü yüksek bir gelişmiş optik sistem olan Galilean sistemini kullanır.

3.1.3.3. İnkübatör (ETÜV) (Termal Laboratuvar Aletleri, İstanbul, Türkiye)

İnkübatör sıcaklık çalışma sınırları ortam sıcaklığı +5°C ile 80°C aralığında olan ve bu sıcaklık aralıklarında ayarlanan süre kadar çalışıp süre bitiminde çalışmasını durduran veya süresiz çalışabilen tıp, ilaç ve gıda laboratuvarlarında, bakteriyolojik çalışmalarda kuluçka ve inkübasyon amaçlı kullanılan bir laboratuvar kabinidir.

3.1.3.4. Yapay Tükürük Çözeltisi

Çalışmada hazırlanan yapay tükürük çözeltisi pH=7 olacak şekilde hazırlandı. Çözelti içeriği 1 mM CaCl₂, 2 mM KH₂PO₄, 50 mM KCl, 1M KOH ve %0,01 NaN₃'ten oluşturuldu.

3.1.3.5. Quanta FEG 250 Taramalı Elektron Mikroskobu (FEI, ABD)

Quanta FEG 250 Taramalı Elektron Mikroskobu numune hücresi, optik kolon ve görüntüleme sistemi olarak üç ana kısımdan oluşan; görüntünün yüksek voltaj ile hızlandırılmış elektronların numune üzerine odaklanması, bu elektron demetinin numune yüzeyinde taratılması sırasında elektron ve numune atomları arasında oluşan çeşitli girişimler sonucunda meydana gelen etkilerin uygun algılayıcılarda toplanması ve sinyal güçlendiricilerinden geçirildikten sonra bir katot ışınları tüpünün ekranına aktarılmasıyla elde edildiği bir mikroskop çeşididir.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Örnek Sayısının Belirlenmesi

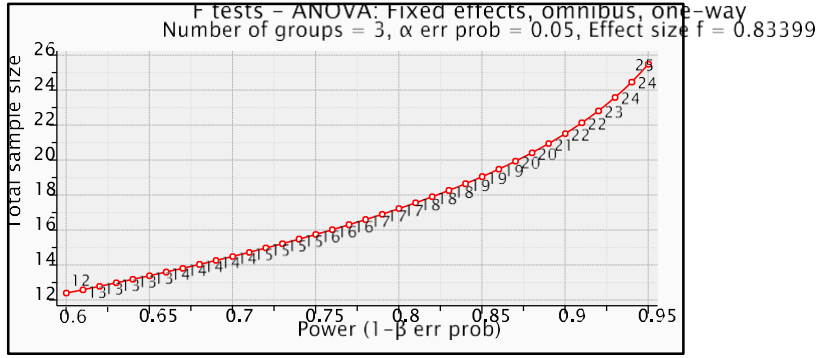
Örnek sayısı güç analizi kullanılarak GPower protokolü ile belirlenmiştir. %95 güven (1- α), %96 test gücü (1- β) ve f=0,834 etki büyüklüğü ile her bir grupta en az 9 örnek olacak şekilde gruplar oluşturulmuştur (236). Yapılan örneklem analiz grafiği Şekil 3-11'de yer almaktadır.

GPOWER PROTOKOLÜ

F tests - ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way

Analysis: A priori: Compute required sample size

Input:	Effect size f	= 0.8339898
	α err prob	= 0.05
	Power (1- β err prob)	= 0.95
	Number of groups	= 3
Output:	Noncentrality parameter λ	= 18.7795526
	Critical F	= 3.4028261
	Numerator df	= 2
	Denominator df	= 24
	Total sample size	= 27



Şekil 3-11: Makaslama bağlanma dayanımı incelenen örnek sayısının belirlenmesi için yapılan örneklem analiz grafiği.

Her bir grup için 9 örnek gerektiğinden 6 grup için toplam örnek sayısı 54 olarak belirlenmiştir.

3.2.2. Dişlerin Toplanması

Bu çalışmada çürük ya da ortodontik nedenlerle İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı tarafından çekim endikasyonu konulmuş ve İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı kliniğinde çekimleri gerçekleştirilmiş, dentin-mine birleşimi ile pulpa odası tavanı arasındaki uzaklığın yarısından fazlasında çürük bulunan, en az iki yüzeyi sağlam olan 27 adet süt azı dişi toplandı. Toplanan dişler deneyler başlayana kadar %10'luk formalin solüsyonu içerisinde bekletildi.

3.2.3. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

27 adet çekilmiş çürük süt azı dişi üç farklı restorasyon materyalinin bağlanma dayanımını ölçmek için rastgele üç gruba ayrıldı. Her gruptaki çürük süt azı dişleri iki farklı zaman değerlendirmesi için çürük lezyonun ortasından ikiye bölündü.

Grup 1: GDF uygulamasından hemen sonra CİS restorasyonu yapıldı.

Grup 2: GDF uygulamasından 1 hafta sonra CİS restorasyonu yapıldı.

Grup 3: GDF uygulamasından hemen sonra kompomer restorasyonu yapıldı.

Grup 4: GDF uygulamasından 1 hafta sonra kompomer restorasyonu yapıldı.

Grup 5: GDF uygulamasından hemen sonra kompozit rezin restorasyonu yapıldı.

Grup 6: GDF uygulamasından 1 hafta sonra kompozit rezin restorasyonu yapıldı.

3.2.4. Örneklerin Hazırlanması

İkiye bölünerek hazırlanan dişler silikondan hazırlanmış kalıpların içine soğuk akrilik (IMICRYL, Türkiye) ile ikiye bölündüğü yüzey dışarıda kalacak şekilde gömüldü (Şekil 3-12).



Şekil 3-12: Dişlerin gömülmesi için hazırlanan silikon kalıplar ve bölünen ara yüzey dışarıda kalacak şekilde akriliğe gömülmüş örnekler.

3.2.5. Kavite Hazırlayıcı ve GDF Uygulaması

Tüm örneklerin çürük yüzeylerine 10 sn boyunca mikrofırça yardımı ile kavite hazırlayıcı uygulandı (Şekil 3-13). Ardından örnekler su ile yıkandı ve hava spreyi ile kurutuldu.



Şekil 3-13: Mikrofırça ile örneklerle kavite hazırlayıcı uygulaması.

GDF solüsyonu tek kullanımlık plastik bir godeye damlatıldı (Şekil 3-14). Tüm örneklerde kavite hazırlayıcı ile hazırlanan yüzeylere mikrofırça yardımı ile 1-3 dk boyunca uygulandı (Şekil 3-15).



Şekil 3-14: GDF solüsyonunun kullanıldığı plastik gode.



Şekil 3-15: GDF solüsyonunun mikrofırça ile yüzeye uygulanması.

Bir hafta sonra restoratif materyal uygulanacak olan gruplar yapay tükürük içerisinde 37 °C’de etüv içerisinde bekletilmek üzere saklama kutusuna yerleştirildi (Şekil 3-16).



Şekil 3-16: Yapay tükürük içerisinde saklama kutusuna yerleştirilen örnekler.

3.2.6. Adeziv ve Restoratif Materyallerin Uygulanması

Grup 1, Grup 3 ve Grup 5’in restoratif materyal uygulaması GDF uygulamasından hemen sonra; Grup 2, Grup 4 ve Grup 6’nın restoratif materyal uygulaması ise GDF uygulamasının ardından 1 hafta yapay tükürük içerisinde 37 °C’de etüv içerisinde bekletildikten sonra yapıldı. Grup 1 ve Grup 2 CİS ile, Grup 3 ve Grup 4 kompomer ile, Grup 5 ve Grup 6 ise kompozit rezin ile restore edildi.

2 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde restorasyonlar için alüminyum kalıp (Şekil 3-17) ve 2 mm iç çapında hortum 2 mm yüksekliğinde kesilerek hazırlanan plastik kalıplar kullanıldı (Şekil 3-18).



Şekil 3-17: Restoratif materyal uygulamasında kullanılan alüminyum kalıp.



Şekil 3-18: Restoratif materyal uygulamasında kullanılan plastik kalıplar.

3.2.6.1. Cam İyonomer Siman Restorasyon Uygulaması

Cam iyonomer siman olarak Fuji IX GP kapsüller kullanıldı. Kapsül önce sallandı, ardından butona basıp aktive edildi ve Silamat S6 ile 10 sn karıştırıldı. Uygulama kapsül tabancası ile yapıldı (Şekil 3-19).



Şekil 3-19: CİS restorasyonun kapsül tabancası ile uygulanması.

3.2.6.2. Kompomer Restorasyon Uygulaması

Kompomer restorasyon öncesi G-Premio Bond ile bonding uygulaması yapıldı. G-Premio bond önce çalkalanıp restorasyon yapılacak bölgeye bonding fırçası ile uygulandı (Şekil 3-20). 10 sn beklemenin ardından 5 sn hava spreyi ile inceltildi ve 10

sn Elipar DeepCure-S ışık cihazı ile polimerize edildi. Dyract XP kompomer kalıp içerisine uygulaması tabancasıyla yapıldı (Şekil 3-21) ve fulvar ile kondanse edildi. Elipar DeepCure-S ışık cihazı ile 20 sn polimerize edildi.



Şekil 3-20: Örneklerle bonding uygulaması yapılması.



Şekil 3-21: Kompomer restorasyonunun uygulanması.

3.2.6.3. Kompozit Rezın Restorasyon Uygulaması

Kompozit rezin restorasyon öncesi G-Premio Bond ile bonding uygulaması yapıldı (Şekil 3-23). G-Premio bond önce çalkalanıp restorasyon yapılacak bölgeye bonding fırçası ile uygulandı. 10 sn beklemenin ardından 5 sn hava spreyi ile inceltildi ve 10 sn Elipar DeepCure-S ışık cihazı ile polimerize edildi. Restorasyon için G-aenial

posterior kompozit ağız spatülü ile kalıp içerisine yerleştirildi ve fulvar ile kondanse edildi. Elipar DeepCure-S ışık cihazı ile 20 sn polimerize edildi (Şekil 3-22). Şekil 3-29’da kompozit rezin restorasyonu tamamlanmış bir örnek yer almaktadır.



Şekil 3-22: Kompozit rezin restorasyonu tamamlanmış bir örnek.

3.2.7. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testinin Uygulanması

Makaslama bağlanma dayanımı testleri restoratif materyal uygulamalarından 24 saat sonra yapıldı.

Hazırlanan örneklerin makaslama bağlanma dayanımı ölçümleri İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı’nda bulunan Instron Universal test cihazında gerçekleştirildi. Uç olarak yeni bıçak sırtı metal parça hazırlatıldı. Bıçak sırtı şeklindeki metal parça sivri olan kısmı dişe paralel, restorasyon-diş birleşim yüzeyine dik ve mümkün olan en yakın mesafede olacak şekilde konumlandırıldı (Şekil 3-23). Restorasyon diştten tamamen ayrılana kadar, 0,5 mm/dk hızla kuvvet uygulandı. Restorasyonların kopma değerleri MPa cinsinden, cihazın kendi yazılım programı (Trapezium 2, Shimadzu Corp., Kyoto, Japonya) tarafından hesaplandı.



Şekil 3-23: Makaslama bağlanma dayanımı için hazırlanan düzenek.

3.2.8. Stereo Mikroskop ile Kırıkların Sınıflandırılması

Kırılma tiplerini sınıflandırmak için örneklerin kırılma yüzeyleri stereo mikroskop kullanılarak x40 büyütme ile incelendi. İnceleme sonucunda örnekler adeziv kırık, kohezif kırık ve karma kırık olarak sınıflandırıldı.

3.2.9. Taramalı Elektron Mikroskobu İncelemesi

Her gruptan seçilen kırık numuneler, taramalı elektron mikroskobunda (SEM) (Quanta FEG 250, FEI, USA) incelendi. Kırılma yüzeyleri taramalı elektron mikroskobu altında x100'den x4000 büyütme kadar incelenerek mikro fotoğrafları alındı.

3.2.10. Sonuçların İstatistiksel Analizi

Veriler Minitab v13 ile analiz edildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Grupların restoratif materyal (CİS, kompomer, kompozit rezin) ve zamana (GDF uygulamasından hemen sonra, GDF uygulamasından 1 hafta sonra) göre bağlanma değerlerinin karşılaştırılmasında genelleştirilmiş lineer modeller kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Tukey HSD testi ile değerlendirildi. Analiz sonuçları ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunuldu. Önem düzeyi $p < 0,05$ olarak alındı. Gruplara ve zamana göre kırık tiplerinin karşılaştırılmasında Pearson Ki-Kare Testi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Bonferroni Düzeltmeli Z Testi ile yapıldı. Analiz sonuçları frekans (yüzde) olarak sunuldu. Önem düzeyi $p < 0,05$ olarak alındı.

4. BULGULAR

4.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi Bulguları

Makaslama bağlanma dayanımı testi değerlerine grupların, zamanın (GDF uygulamasından hemen sonra ya da 1 hafta sonra restorasyonun yapılması) ve grup ve zamanın birlikte anlamlı etkisinin olup olmadığının çift yönlü varyans analizi ile değerlendirme sonuçları Tablo 4-1’de görülmektedir.

Tablo 4-1: Çift yönlü varyans analizi sonuçları.

	Kareler Toplam	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi eta kare
Grup	311,18	2	155,592	3,49	0,038	0,127
Zaman	63,85	1	63,849	1,43	0,237	0,029
Grup*Zaman	14,57	2	7,285	0,16	0,850	0,007

F: Varyans analizi test istatistiği, Sd: Serbestlik derecesi, $R^2=15,41\%$, Düzeltilmiş $R^2=6,6\%$

Restoratif materyalin GDF uygulamasından ne kadar süre sonra uygulandığı dikkate alınmadığında, grupların makaslama bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi ($p=0,038$).

GDF uygulamasından hemen sonra restoratif materyal uygulanması ve 1 hafta sonra uygulanmasının grupların makaslama bağlanma dayanımı değerlerine istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olmadığı saptandı ($p=0,237$).

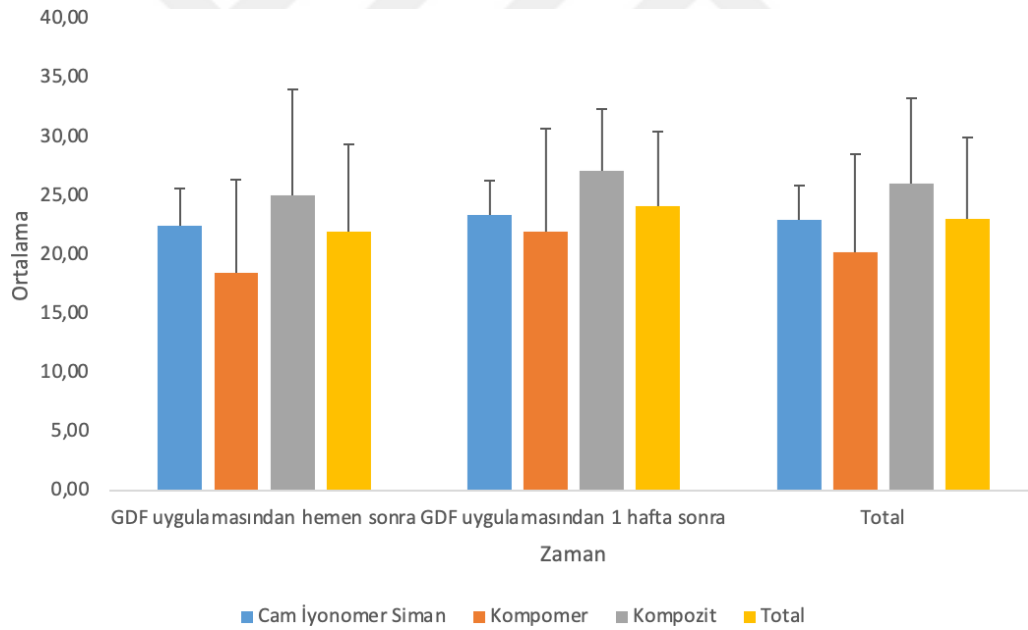
Grup zaman etkileşimine göre ortalama makaslama bağlanma değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p=0,850$).

Gruplarda iki ölçüm zamanına göre saptanan ortalama makaslama bağlanma dayanımı (MPa) ve standart sapma değerlerinin karşılaştırılmaları Tablo 4-2’de ve grafik olarak ise Şekil 4-1’de görülmektedir.

Tablo 4-2: Gruplarda iki ölçüm zamanına göre saptanan ortalama makaslama bağlanma dayanımı (MPa) ve standart sapma değerlerinin karşılaştırılmaları.

	Gruplar			Total
	CİS	Kompomer	Kompozit Resin	
Zaman				
GDF uygulanmasından hemen sonra	22,52±3,12	18,49±7,94	25,05±9,00	22,02±7,41
GDF uygulanmasından 1 hafta sonra	23,45±2,88	21,97±8,81	27,16±5,25	24,19±6,31
Total	22,99±2,95 ^{ab}	20,23±8,33 ^b	26,11±7,23 ^a	23,11±6,91

^{a-b}: Aynı harfe sahip zaman/grup türleri arasında fark yoktur.

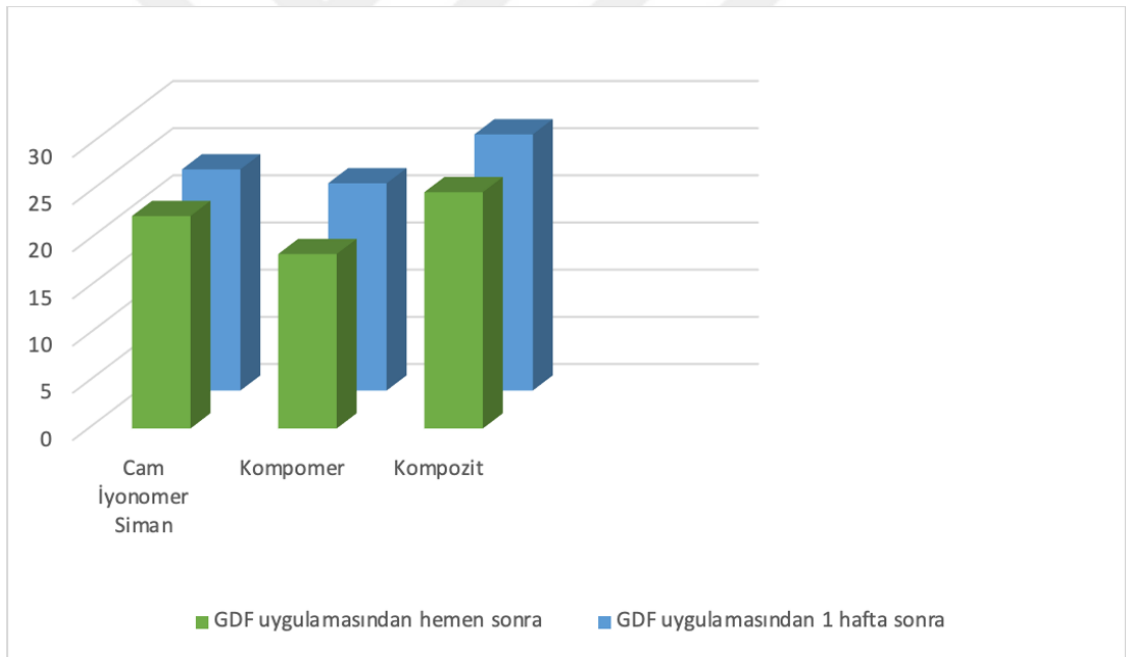


Şekil 4-1: Gruplarda iki ölçüm zamanına göre saptanan ortalama makaslama bağlanma dayanımı (MPa) değerlerini ve standart sapma değerlerini gösteren grafik.

Tüm gruplar arasında en düşük makaslama bağlanma dayanımı değerleri uygulamadan hemen sonra kompomer ile restorasyon uygulanan grupta görülürken, en yüksek makaslama bağlanma dayanımı değerleri GDF uygulamasından 1 hafta sonra kompozit rezin ile restorasyon uygulanan grupta gözlemlendi.

Her bir zaman değişkeni için en yüksek makaslama bağlanma dayanımı kompozit rezin restorasyon grubunda, sonra CİS restorasyon, en düşük ise kompomer restorasyon grubunda ölçüldü.

Tüm restoratif materyallerde GDF uygulamasından 1 hafta sonra restorasyon yapılması sonucunda makaslama bağlanma dayanımı değerleri, hemen yapılan restorasyon değerlerinden daha yüksek çıkmasına karşın bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Şekil 4-2) ($p>0,05$).



Şekil 4-2: Her bir restorasyon materyali için GDF uygulamasından hemen sonra ya da 1 hafta sonra gerçekleştirilen restorasyonlar sonrası ölçülen makaslama bağlanma değerlerinin karşılaştırılması.

4.2. Stereomikroskop İncelemesi Sonuçları

Tüm gruplar için makaslama bağlanma dayanımı testi sonrası kırılan örneklerde stereomikroskop incelemesi ile belirlenen kırık tiplerinin (adeziv, koheziv, karma) gruplara göre dağılımı Tablo 4-3'te görülmektedir.

Tablo 4-3: Stereomikroskop incelemesi ile belirlenen kırık tiplerinin (adeziv, koheziv, karma) gruplara göre dağılımı.

Grup	Kırılma Tipi (n=9)		
	Adeziv Kırık	Koheziv Kırık	Karma Kırık
GDF uygulamasından hemen sonra CİS restorasyon	1	2	6
GDF uygulamasından 1 hafta sonra CİS restorasyon	-	2	7
GDF uygulamasından hemen sonra kompomer restorasyon	6	-	3
GDF uygulamasından 1 hafta sonra kompomer restorasyon	3	-	6
GDF uygulamasından hemen sonra kompozit rezin restorasyon	4	-	5
GDF uygulamasından 1 hafta sonra kompozit rezin restorasyon	3	1	5

GDF uygulamasından 1 hafta sonra yapılan restorasyonlarda; gruplara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p=0,255$). Restoratif materyal olarak CİS uygulanan grupta adeziv kırık tipi görülmez iken, kompomer ve kompozit uygulanan gruplarda bu değer %33,3 olarak gözlemlendi. Restoratif materyal olarak CİS uygulanan grupta koheziv kırık tipi görülme oranı %22,2 ve kompozit rezin uygulanan grupta bu değer %11,1 olarak gözlemlendi. Kompomer uygulanan grupta koheziv kırık gözlenmedi. Restoratif materyal olarak CİS uygulanan grupta karma kırık tipi görülme oranı %77,8, kompomer uygulanan grupta %66,7 ve kompozit rezin uygulanan grupta bu değer %55,6 olarak gözlemlendi.

GDF uygulamasından hemen sonra yapılan restorasyonlarda; gruplara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p=0,076$). Restoratif materyal olarak CİS uygulanan grupta adeziv kırık tipi görülme

oranı %11,1, kompomer uygulanan grupta %66,7 ve kompozit rezin uygulanan grupta bu değer %44,4 olarak gözlendi. Restoratif materyal olarak CİS uygulanan grupta koheziv kırık tipi görülme oranı %22,2 iken kompomer ve kompozit uygulanan gruplarda koheziv kırık gözlenmedi. Restoratif materyal olarak CİS uygulanan grupta karma kırık tipi görülme oranı %66,7, kompomer uygulanan grupta %33,3 ve kompozit rezin uygulanan grupta bu değer %55,6 olarak gözlendi.

Zaman ayrımı yapmaksızın; gruplara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulundu ($p=0,016$). Restoratif materyal olarak CİS uygulanan gruplarda adeziv kırık tipi görülme oranı %5,6, kompomer uygulanan gruplarda %50 ve kompozit rezin uygulanan gruplarda bu değer %38,9 olarak gözlendi. Restoratif materyal olarak CİS uygulanan gruplarda koheziv kırık tipi görülme oranı %22,2, kompomer uygulanan gruplarda %0 ve kompozit rezin uygulanan gruplarda bu değer %5,6 olarak gözlendi. Restoratif materyal olarak CİS uygulanan gruplarda karma kırık tipi görülme oranı %72,2, kompomer uygulanan gruplarda %50 ve kompozit rezin uygulanan gruplarda bu değer %55,6 olarak gözlendi. Bu farklılık gruplara göre karma kırık görülme oranlarında görüldü. Restoratif materyal olarak CİS uygulanan gruplarda karma kırık görülme oranı diğer gruplardan anlamlı bir farklılık gösterdi. Tüm bu karşılaştırmalar Tablo 4-4'te görülmektedir.

Tablo 4-4: Her bir zaman diliminde ve zaman ayrımı yapmaksızın gruplara göre sıklıkların karşılaştırılması.

Zaman		Grup			Test İstatistiği	p*
		CİS	Kompomer	Kompozit rezin		
Uygulamadan 1 hafta sonra	Kırık Tipi					
	Adeziv kırık	0 (0)	3 (33,3)	3 (33,3)	5,333	0,255
	Koheziv kırık	2 (22,2)	0 (0)	1 (11,1)		
	Karma kırık	7 (77,8)	6 (66,7)	5 (55,6)		
Uygulamadan hemen sonra	Kırık Tipi					
	Adeziv kırık	1 (11,1)	6 (66,7)	4 (44,4)	8,455	0,076
	Koheziv kırık	2 (22,2)	0 (0)	0 (0)		
	Karma kırık	6 (66,7)	3 (33,3)	5 (55,6)		
Toplam	Kırık Tipi					
	Adeziv kırık	1 (5,6)	9 (50)	7 (38,9)	12,13	0,016
	Koheziv kırık	4 (22,2)	0 (0)	1 (5,6)		
	Karma kırık	13 (72,2) ^a	9 (50) ^b	10 (55,6) ^b		

*Pearson Ki-Kare Testi; a-b: Aynı harfe sahip gruplar arasında bir fark yoktur

Restoratif materyal olarak CİS uygulanan gruplarda; zamanlara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p=0,584$). GDF uygulamasından 1 hafta sonra yapılan restorasyonlarda adeziv kırık tipi görülmez iken, GDF uygulamasından hemen sonra yapılan restorasyonlarda bu oran %11,1 olarak gözlemlendi. Hem GDF uygulamasından 1 hafta sonra hem de GDF uygulamasından hemen sonra yapılan restorasyonlarda koheziv kırık tipi görülme oranı %22,2 olarak belirlendi. GDF uygulamasından 1 hafta sonra yapılan restorasyonlarda karma kırık tipi görülme oranı %77,8 iken, GDF uygulamasından hemen sonra yapılan restorasyonlarda bu oran %66,7 olarak gözlemlendi.

Restoratif materyal olarak kompomer uygulanan gruplarda; zamanlara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p=0,157$). GDF uygulamasından 1 hafta sonra yapılan restorasyonlarda adeziv kırık tipi görülme oranı %33,3 iken GDF uygulamasından hemen sonra yapılan restorasyonlarda bu oran %66,7 olarak belirlendi. GDF uygulamasından 1 hafta sonra yapılan restorasyonlarda karma kırık tipi görülme oranı %66,7 iken GDF uygulamasından hemen sonra yapılan restorasyonlarda bu oran %33,3 olarak gözlemlendi.

Restoratif materyal olarak kompozit rezin uygulanan gruplarda; zamanlara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p=0,565$). GDF uygulamasından 1 hafta sonra yapılan restorasyonlarda adeziv kırık tipi görülme oranı %33,3 iken, GDF uygulamasından hemen sonra yapılan restorasyonlarda bu oran %44,4 olarak gözlemlendi. GDF uygulamasından 1 hafta sonra yapılan restorasyonlarda koheziv kırık tipi görülme oranı %11,1 iken GDF uygulamasından hemen sonra yapılan restorasyonlarda koheziv kırık gözlenmedi. GDF uygulamasından hemen sonra ve 1 hafta sonra yapılan restorasyonlarda karma kırık tipi görülme oranı %55,6 olarak belirlendi.

Restoratif materyal ayrımı yapmaksızın; zamanlara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p=0,338$). GDF uygulamasından 1 hafta sonra yapılan restorasyonlarda adeziv kırık tipi görülme oranı %22,2 iken GDF uygulamasından hemen sonra yapılan restorasyonlarda bu oran %40,7 olarak gözlemlendi. GDF uygulamasından 1 hafta sonra yapılan restorasyonlarda koheziv kırık tipi görülme oranı %11,1 iken GDF uygulamasından hemen sonra yapılan restorasyonlarda bu oran %7,4 olarak gözlemlendi. GDF uygulamasından 1 hafta sonra

yapılan restorasyonlarda karma kırık tipi görülme oranı %66,7 iken GDF uygulamasından hemen sonra yapılan restorasyonlarda bu oran %51,9 olarak gözlemlendi. Tüm bu karşılaştırmalar Tablo 4-5'te görülmektedir.

Tablo 4-5: Her bir grupta ve grup ayrımı yapmaksızın zamanlara göre sıklıkların karşılaştırılması.

Grup	Kırık Tipi	Zaman		Test İstatistiği	p*
		Uygulamadan 1 hafta sonra	Uygulamadan sonra		
CİS	Kırık Tipi				
	Adeziv kırık	0 (0)	1 (11,1)	1,077	0,584
	Koheziv kırık	2 (22,2)	2 (22,2)		
	Karma kırık	7 (77,8)	6 (66,7)		
Kompomer	Kırık Tipi			2,000	0,157
	Adeziv kırık	3 (33,3)	6 (66,7)		
	Karma kırık	6 (66,7)	3 (33,3)		
Kompozit rezin	Kırık Tipi			1,143	0,565
	Adeziv kırık	3 (33,3)	4 (44,4)		
	Koheziv kırık	1 (11,1)	0 (0)		
	Karma kırık	5 (55,6)	5 (55,6)		
Toplam	Kırık Tipi			2,171	0,338
	Adeziv kırık	6 (22,2)	11 (40,7)		
	Koheziv kırık	3 (11,1)	2 (7,4)		
	Karma kırık	18 (66,7)	14 (51,9)		

*Pearson Ki-Kare Testi

Şekil 4-3'te Grup 1'e (GDF uygulamasından hemen sonra CİS restorasyon) ait adeziv kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü yer almaktadır.



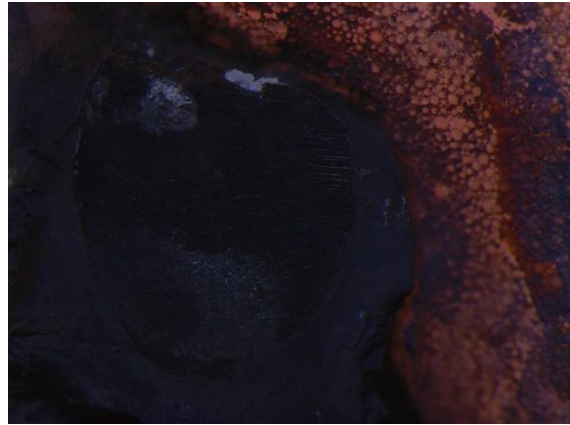
Şekil 4-3: Grup 1'e ait adeziv kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü.

Şekil 4-4'te Grup 2'ye (GDF uygulamasından 1 hafta sonra CİS restorasyon) ait koheziv kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 4-4: Grup 2'ye ait koheziv kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü.

Şekil 4-5'te Grup 3'e (GDF uygulamasından hemen sonra kompomer restorasyon) ait adeziv kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 4-5: Grup 3'e ait adeziv kırık gözlemlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü.

Şekil 4-6'da Grup 4'e (GDF uygulamasından 1 hafta sonra kompomer restorasyon) ait karma kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 4-6: Grup 4'e ait karma kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü.

Şekil 4-7'de Grup 5'e (GDF uygulamasından hemen sonra kompozit rezin restorasyon) ait adeziv kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü yer almaktadır.



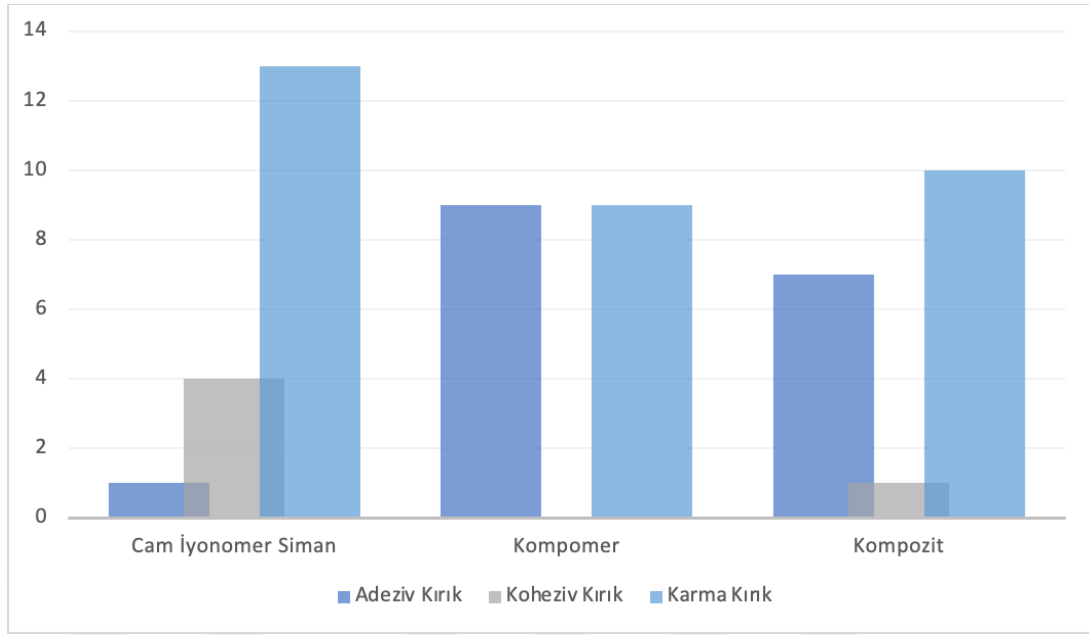
Şekil 4-7: Grup 5'e ait adeziv kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü.

Şekil 4-8’de Grup 6’ya (GDF uygulamasından 1 hafta sonra kompozit) ait karma kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü yer almaktadır.



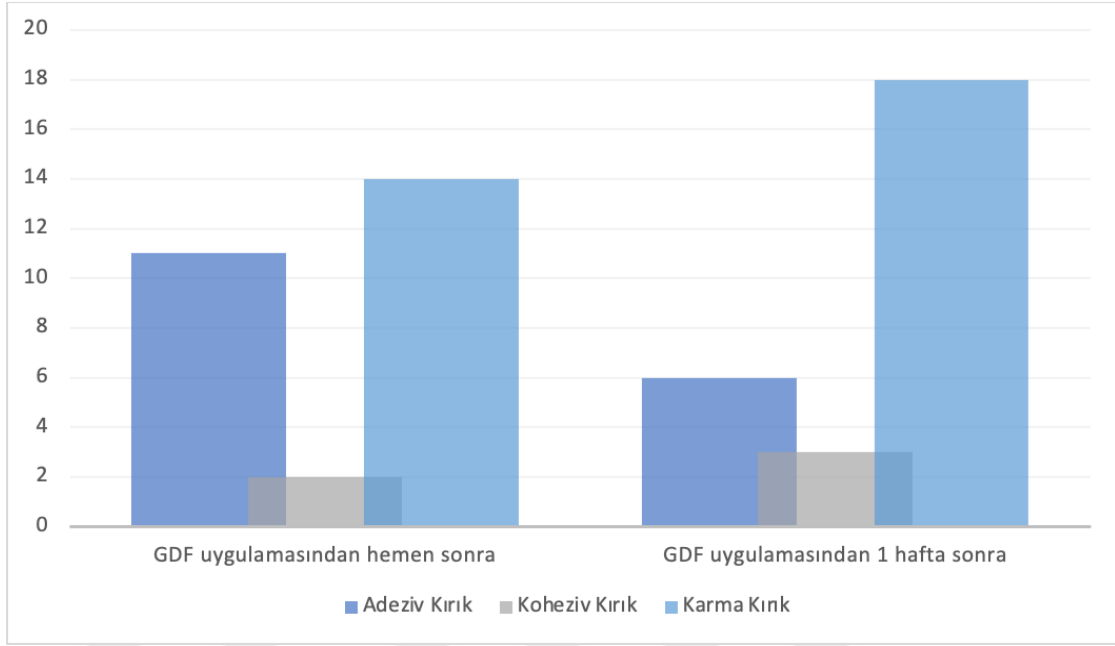
Şekil 4-8: Grup 6’ya ait karma kırık gözlenmiş bir örneğin stereomikroskop görüntüsü.

Zaman faktörü dikkate alınmadığında, restoratif materyal olarak CİS kullanılan toplam 18 örnekte 1 adeziv kırık, 4 koheziv kırık ve 13 karma kırık gözlemlendi. Restoratif materyal olarak kompomer kullanılan toplam 18 örnekte 9 adeziv kırık ve 9 karma kırık gözlemlendi. Restoratif materyal olarak kompozit rezin kullanılan toplam 18 örnekte ise 7 adeziv kırık, 1 koheziv kırık ve 10 karma kırık gözlemlendi (Şekil 4-9). Zaman ayrımı yapmaksızın; gruplara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulundu ($p=0,016$). Bu farklılık gruplara göre karma kırık görülme oranlarında görüldü. Restoratif materyal olarak CİS uygulanan gruplarda karma kırık görülme oranı diğer gruplardan anlamlı bir farklılık gösterdi.



Şekil 4-9: Zaman ayırımı yapmaksızın restoratif materyal ve kırılma tipi dağılımı grafiği.

Uygulanan restoratif materyal tipi dikkate alınmadığında; GDF uygulamasından hemen sonra restorasyon yapılan toplam 27 örnekte 11 adeziv kırık, 2 koheziv kırık, 14 karma kırık gözlemlendi. GDF uygulamasından 1 hafta sonra restorasyon yapılan toplam 27 örnekte 6 adeziv kırık, 3 koheziv kırık ve 18 karma kırık gözlemlendi (Şekil 4-10). Restoratif materyal ayırımı yapmaksızın; zamanlara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p=0,338$).

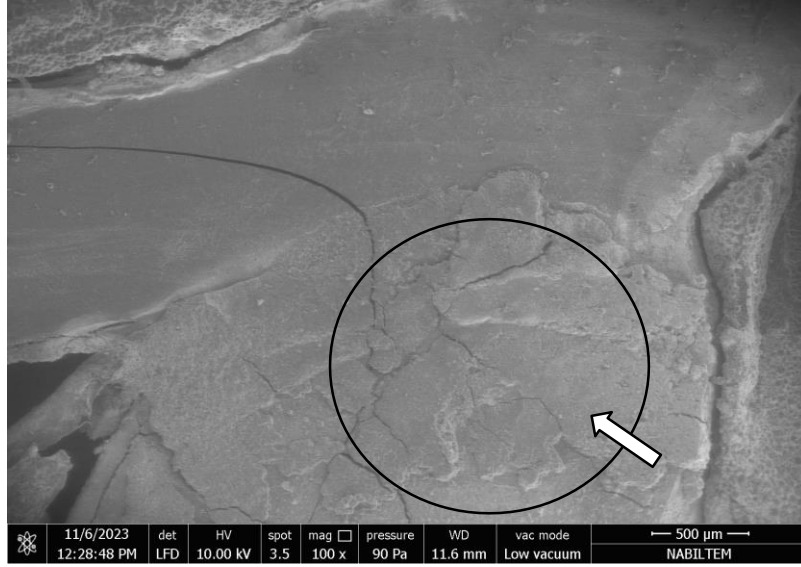


Şekil 4-10: Restoratif materyal ayrımı yapmaksızın zamana bağlı kırılma tipi dağılımı grafiği.

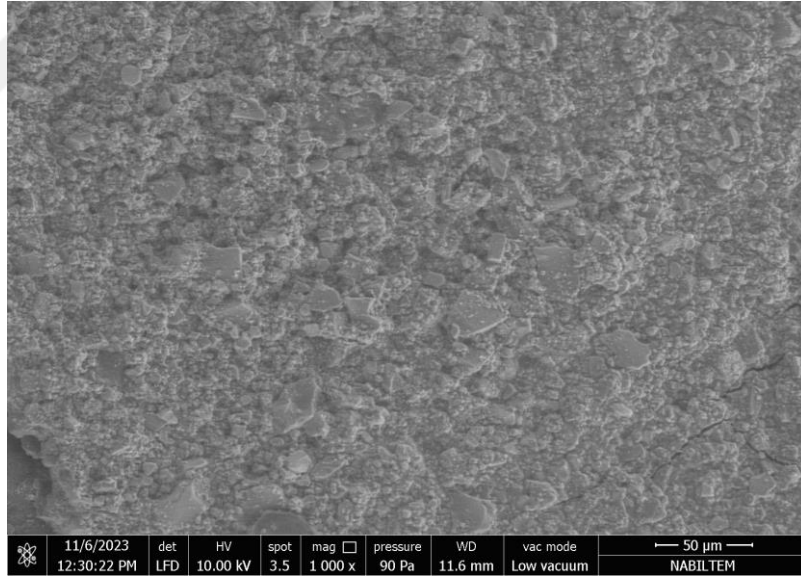
Restoratif materyal ve zaman ayrımı yapmaksızın en çok gözlenen kırık türü karma kırık (32), sonra adeziv kırık (17), en az gözlenen ise koheziv kırık (5) oldu.

4.3. Taramalı Elektron Mikroskobu İncelemesi Sonuçları

Cam iyonomer siman restorasyonda adeziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyinde yapılan taramalı elektron mikroskobu incelemesine ait x100 büyütme görüntüsü Şekil 4-11’de, x1000 büyütme görüntüsü ise Şekil 4-12’de yer almaktadır.

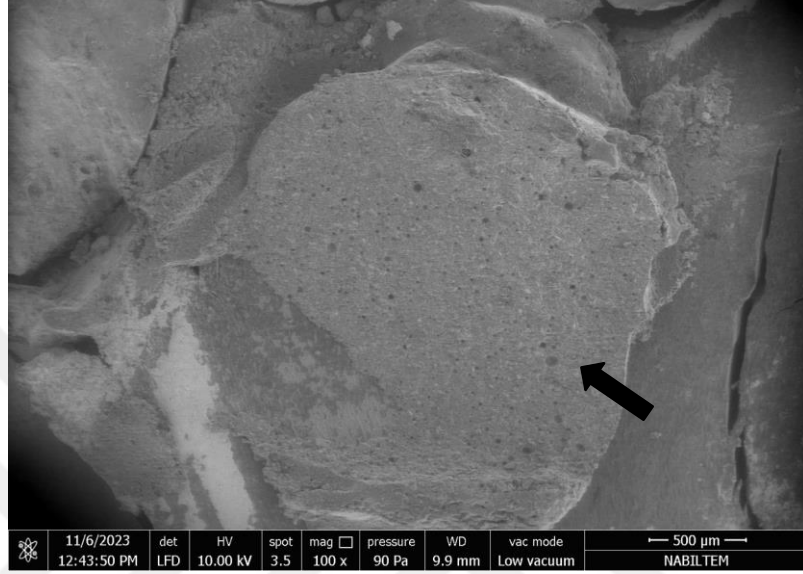


Şekil 4-11: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasının ardından cam iyonomer siman restorasyonu yapılan gruba ait adeziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (100X). (Restorasyonun diş yüzeyinden tamamen ayrıldığı alan beyaz ok ile gösterilmiştir)

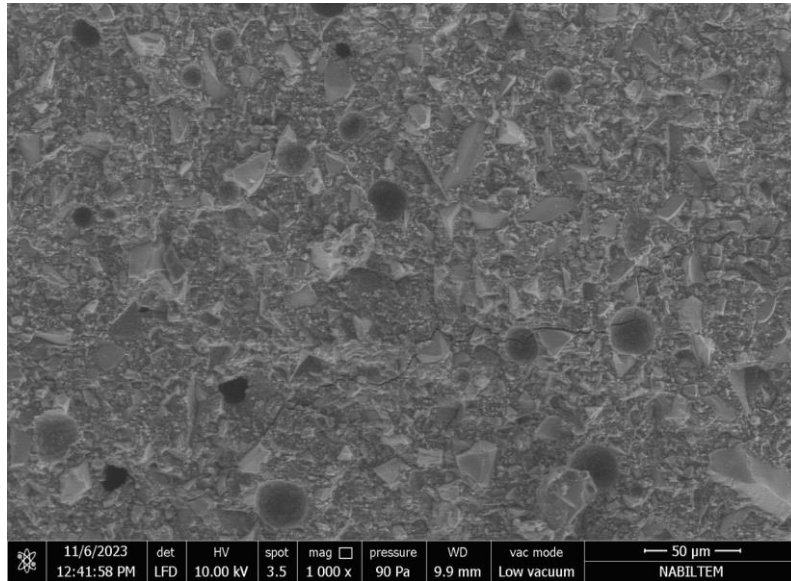


Şekil 4-12: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasının ardından cam iyonomer siman restorasyonu yapılan gruba ait adeziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).

Cam iyonomer siman restorasyonda koheziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyinde yapılan taramalı elektron mikroskobu incelemesine ait x100 büyütme görüntüsü Şekil 4-13'te, x1000 büyütme görüntüsü ise Şekil 4-14'te yer almaktadır.

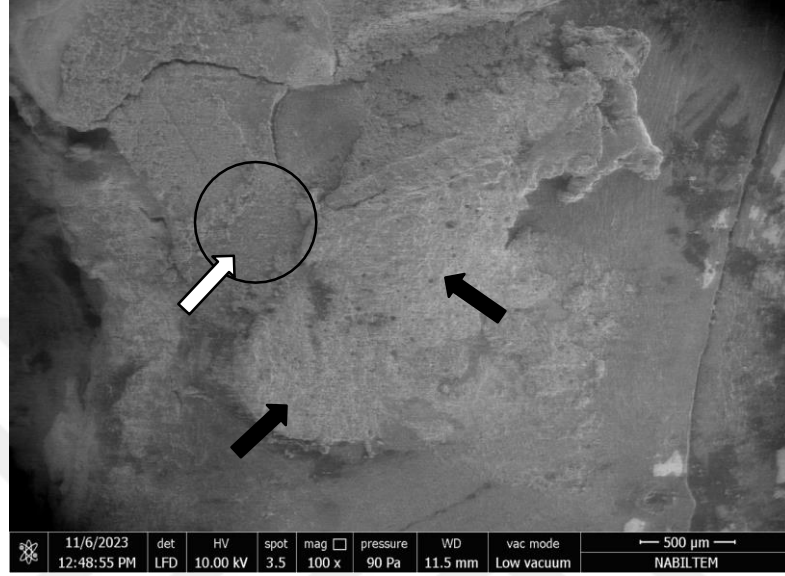


Şekil 4-13: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra cam iyonomer siman restorasyonu yapılan gruba ait koheziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (100X). (Restorasyonun dış yüzeyindeki parçası siyah ok ile gösterilmiştir)

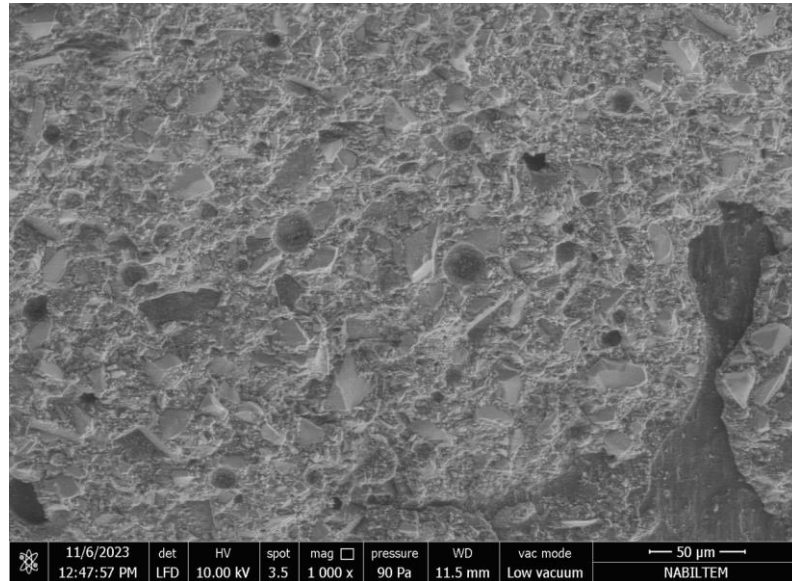


Şekil 4-14: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra cam iyonomer siman restorasyonu yapılan gruba ait koheziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).

Cam iyonomer siman restorasyonda karma kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyinde yapılan taramalı elektron mikroskobu incelemesine ait x100 büyütme görüntüsü Şekil 4-15'te, x1000 büyütme görüntüsü ise Şekil 4-16'da yer almaktadır.

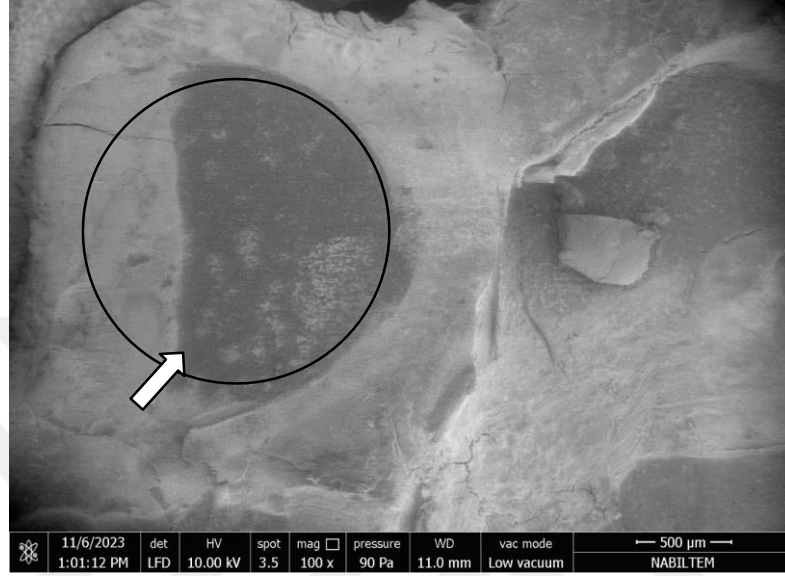


Şekil 4-15: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra cam iyonomer siman restorasyonu yapılan gruba ait karma kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (100X). (Restorasyonun dış yüzeyinden tamamen ayrıldığı alan beyaz ok ile, restorasyonun dış yüzeyindeki parçası siyah oklar ile gösterilmiştir)

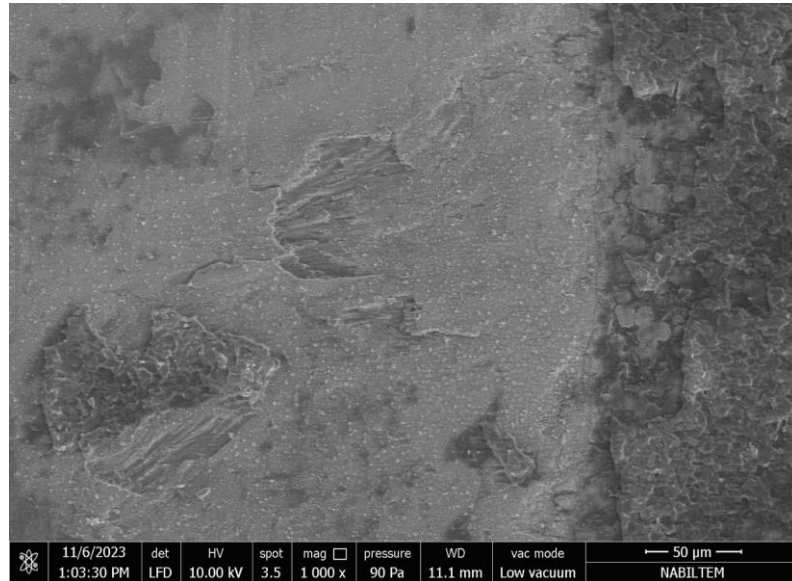


Şekil 4-16: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra cam iyonomer siman restorasyonu yapılan gruba ait karma kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).

Kompomer restorasyonda adeziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyinde yapılan taramalı elektron mikroskobu incelemesine ait x100 büyütme görüntüsü Şekil 4-17’de, x1000 büyütme görüntüsü Şekil 4-18’de yer almaktadır.

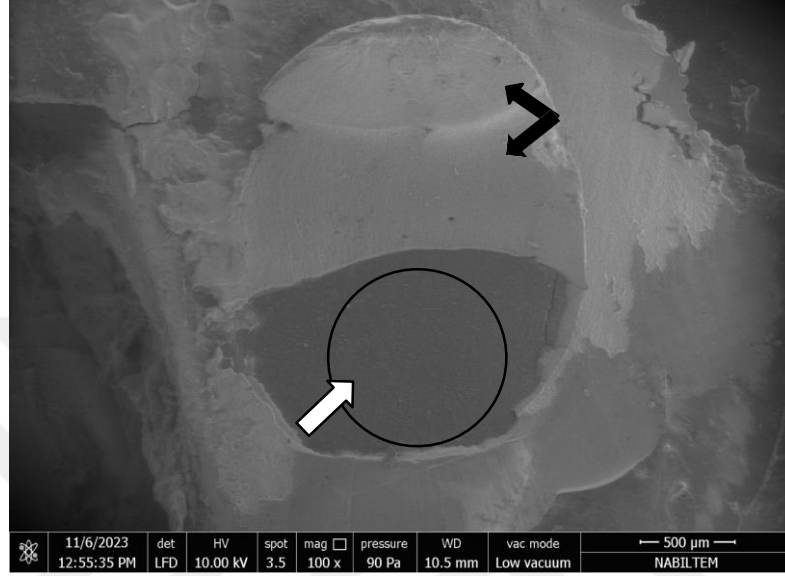


Şekil 4-17: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından sonra bonding ve kompomer restorasyon yapılan gruba ait adeziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (100X). (Restorasyonun dış yüzeyinden tamamen ayrıldığı alan beyaz ok ile gösterilmiştir)

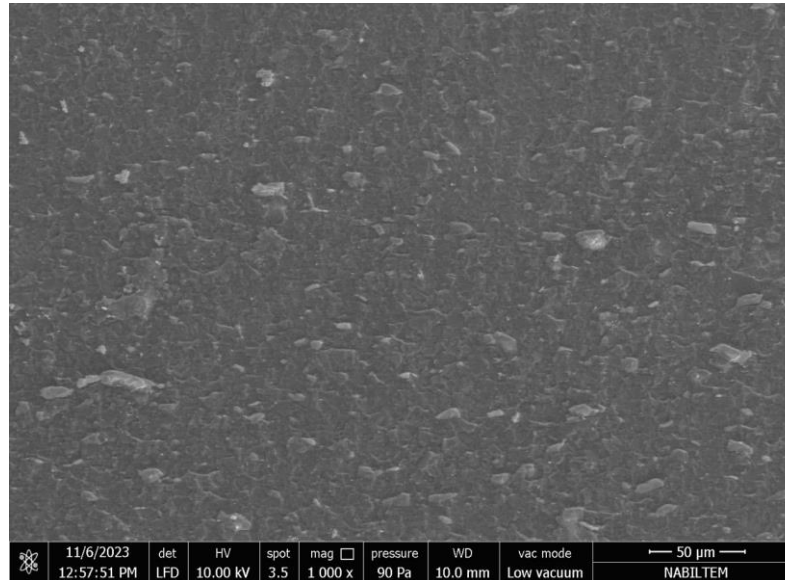


Şekil 4-18: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından sonra bonding ve kompomer restorasyon yapılan gruba ait adeziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).

Kompomer restorasyonda karma kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyinde yapılan taramalı elektron mikroskobu incelemesine ait x100 büyütme görüntüsü Şekil 4-19’da, x1000 büyütme görüntüsü ise Şekil 4-20’da yer almaktadır.

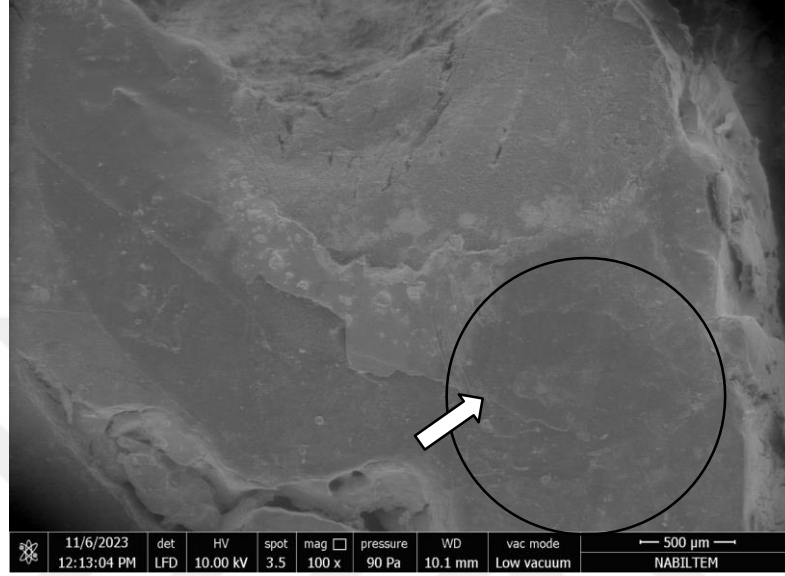


Şekil 4-19: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra bonding ve kompomer restorasyon yapılan gruba ait karma kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (100X). (Restorasyonun dış yüzeyinden tamamen ayrıldığı alan beyaz ok ile, restorasyonun dış yüzeyindeki parçası siyah oklar ile gösterilmiştir)

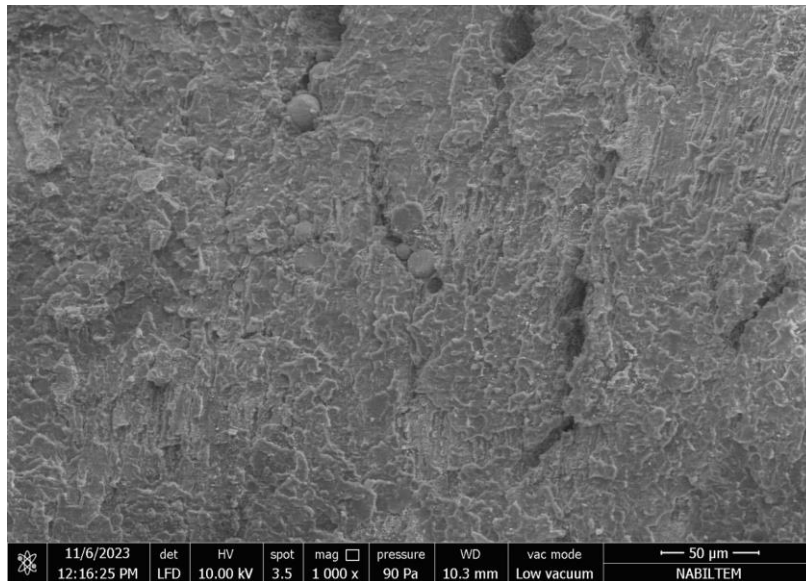


Şekil 4-20: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra bonding ve kompomer restorasyon yapılan gruba ait karma kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).

Kompozit resin restorasyonda adeziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyinde yapılan taramalı elektron mikroskobu incelemesine ait x100 büyütme görüntüsü Şekil 4-21’de, x1000 büyütme görüntüsü ise Şekil 4-22’de yer almaktadır.



Şekil 4-21: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından sonra bonding ve kompozit resin restorasyon yapılan gruba ait adeziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (100X). (Restorasyonun dış yüzeyinden tamamen ayrıldığı alan beyaz ok ile gösterilmiştir)

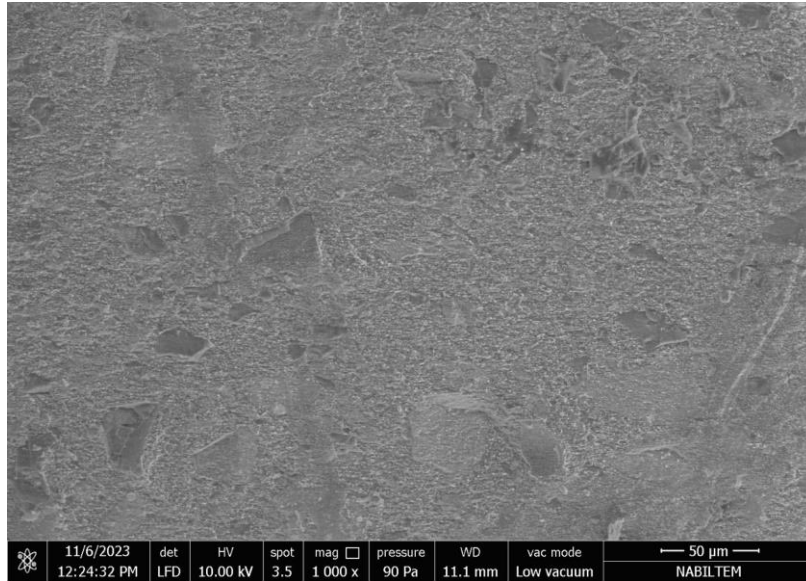


Şekil 4-22: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından sonra bonding ve kompozit resin restorasyon yapılan gruba ait adeziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).

Kompozit resin restorasyonda koheziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyinde yapılan taramalı elektron mikroskobu incelemesine ait x100 büyütme görüntüsü Şekil 4-23'te, x1000 büyütme görüntüsü ise Şekil 4-24'te yer almaktadır.

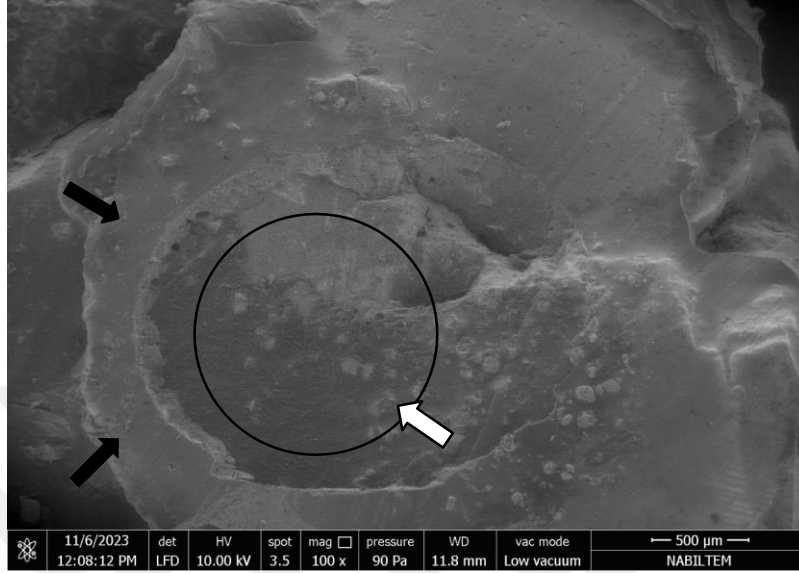


Şekil 4-23: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra bonding ve kompozit resin restorasyon yapılan gruba ait koheziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (100X). (Restorasyonun dış yüzeyindeki parçası siyah ok ile gösterilmiştir)

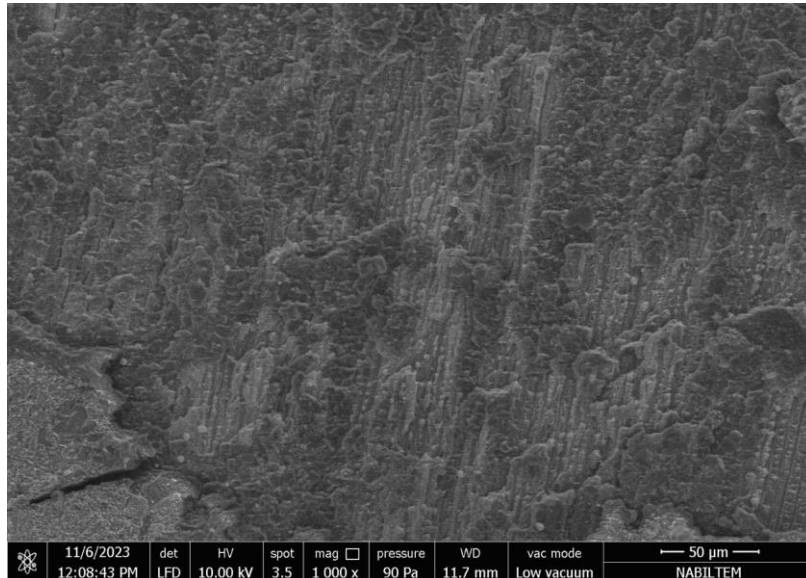


Şekil 4-24: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından 1 hafta sonra bonding ve kompozit resin restorasyon yapılan gruba ait koheziv kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).

Kompozit rezin restorasyonda karma kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyinde yapılan taramalı elektron mikroskobu incelemesine ait x100 büyütme görüntüsü Şekil 4-25’de, x1000 büyütme görüntüsü ise Şekil 4-26’da yer almaktadır.



Şekil 4-25: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından sonra bonding ve kompozit rezin restorasyon yapılan gruba ait karma kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (100X). (Restorasyonun dış yüzeyinden tamamen ayrıldığı alan beyaz ok ile, restorasyonun dış yüzeyindeki parçası siyah oklar ile gösterilmiştir)



Şekil 4-26: Kavite hazırlayıcı ve GDF uygulamasından sonra bonding ve kompozit rezin restorasyon yapılan gruba ait karma kırık gözlenen örneğin kırılma yüzeyi SEM görüntüsü (1000X).

5. TARTIŞMA

Diş çürükleri çocuklarda ve yetişkinlerde sıklıkla görülen önemli kronik hastalıklardandır (237). Küresel Hastalık Yüğü Araştırması'nda, değerlendirilen 291 tıbbi durum arasında en yaygın olanının tedavi edilemeyen çürükler olduğı belirlenmiştir. Büyük ölçüde önlenabilir bir hastalık olmasına karşın prevalansı son 30 yılda neredeyse hiç azalmamıştır (1).

Eskiden biberon çürüğü olarak adlandırılan EÇÇ, çocukluk çağının önemli bir kronik hastalığı ve halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir (238). EÇÇ'nin yalnızca kötü beslenme alışkanlıkları ile ilişkili olmadığı, etyolojisinin çok faktörlü olduğı bilinmektedir. Bu faktörler arasında karyojenik bakteriler, ebeveyn ve çocuklarda yetersiz ağız hijyeni uygulamaları, yetersiz flor alımı, mine hipoplazisi gibi faktörler yer almaktadır (239). Karyojenik mikroorganizmaların sayısının azaltılması ve dengeli bir ağız mikro ortamının oluşturulması ile dişin yeniden mineralize olması sağlanabilmekte ve çürüğün ilerlemesi durdurulabilmektedir. Bu nedenle çürüğün durdurulması, hastanın veya ebeveynin/bakıcının davranışsal modifikasyonlarını gerektirmekte ve bireyin gerekli değişiklikleri yapma konusundaki uyumuna dayanmaktadır (17).

Fluorid içeren ağız ürünlerinin yaygın kullanımı, son 70 yılda diş çürüğünün prevalansında ve şiddetinde önemli düşüşlere neden olmakla birlikte bu düşüş toplumların tüm kesimlerinde gerçekleşmemiştir (240). Düşük gelirli grupların beslenmelerinde yüksek miktarda şeker alımına daha meyilli oldukları görülmüştür. Sosyoekonomik düzeyleri farklı gruplar arasında çürük görülme sıklıkları açısından da farklılıklar gözlemlenmektedir (241). Düşük gelir gruplarında çürüklerin çoğunun tedavi edilmeden kaldığı görülmüştür. Yaşam kalitesini önemli derecede düşürdüğü ve bireyler, aileler ve toplum için yüksek maliyetlere yol açtığı bilinmektedir (242).

Gümüş iyonlarının sahip olduğı geniş antimikrobiyal etki uzun yıllardır bilinmektedir. Aynı zamanda düşük toksisite, biyouyumluluk, düzenli iyon salınımı sayesinde uzun süreli antimikrobiyal etki ve düşük bakteri direnci gibi birçok avantaja sahiptir (121, 122).

Diş Hekimliği hizmetleri erişilebilir olsa bile, ciddi hastalığı olan ve özel tedavi gerektiren küçük çocuklara geleneksel tedavinin uygulanması zor olabilmektedir (5). Bu zorluğun üstesinden gelmek için, sedasyon ve/veya genel anestezi gibi farmakolojik yaklaşımlar sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemler hem olası komplikasyonlar açısından risk taşımakta, hem de hasta için oldukça maliyetli olmaktadır (3).

Çürük yönetiminde restoratif olmayan tedavilerin kullanımına ilişkin ADA (Amerikan Dişhekimleri Birliği) klinik uygulama kılavuzunda kavitasyonlu (tüm yüzeyler) çürükleri olan hastalar için iki öneri sunulmuştur. Öneri 1: Süt dişlerinin herhangi bir kuronal yüzeyindeki kavitasyonlu çürükleri durdurmak için, uzman paneli klinisyenlere %5'lik NaF verniği (3 hafta boyunca haftada bir) yerine %38'lik GDF solüsyonu (yılda iki kez) kullanılmasını önermektedir (Orta kanıt düzeyi, güçlü öneri). Öneri 2: Sürekli dişlerde herhangi bir kuronal yüzeydeki kavitasyonlu çürükleri durdurmak için, uzman paneli klinisyenlerin %5'lik NaF verniği (3 hafta boyunca haftada bir) yerine %38'lik GDF solüsyonu (yılda iki kez) kullanılmasını önermektedir (Düşük kanıt düzeyi, şartlı öneri) (243).

GDF kullanımını destekleyen ADA ve AAPD yönergeleri ve FDA'nın genel anestezi uyarısı dikkate alındığında; GDF uygulamasının klinik olarak uygun olan olgularda bir tedavi seçeneği olarak sunulabileceği belirtilmektedir.

Zheng ve ark.'nın 2023 yılında yayınlanan ve anaokulu çocuklarında EÇÇ'nin durdurulmasında GDF'nin etkinliğinin araştırıldığı klinik çalışma, 2008 yılında 14 anaokulundan yaşları 3-5 arasında değişen 1749 çocuğun dahil edilmesi ile pilot çalışma olarak başlamıştır. Ağız içi muayeneleri yapılan 1749 çocuktan 786 çocuğun 3.262 çürük dişine ebeveyn onayı alınarak GDF uygulanmıştır. Pilot uygulamanın başarılı olması bu halk sağlığı hizmetinin 2013 yılında 100 anaokuluna kadar genişletilmesini sağlamıştır. 2010'dan 2019'a kadar uygulanan hizmet ile 53.821 çocuğun 218.333 çürük süt dişinde 161.354 diş taraması ve GDF tedavisi gerçekleştirilmiştir. Katılımcı çocuklar arasında EÇÇ prevalansının 2010'da %43 iken 2019'da %34'e kadar düştüğü bildirilmiştir. 3 yaşındaki 222 çocuğun takibi, her yıl GDF uygulamanın 3 yıl içinde EÇÇ'nin %67'sini durdurduğunu ortaya çıkarmıştır. Çocukların katılım oranı ve ebeveynlerinin hizmetten memnuniyet oranı her yıl %90'ın üzerinde olarak bildirilmiştir (244). Chibinski ve ark.'nın 2017 yılında yayınlanan sistematik derleme ve meta-analiz raporuna göre; GDF kullanımının diğer tedavilere veya plasebolara göre süt diş

çürüklerinin kontrolünde/durdurulmasında %89 daha etkili olduğu bildirilmiştir. Kanıt kalitesi yüksek olarak derecelendirilmiştir (168). Romero ve Lippert'in 2021 yılında yayınlanan ve GDF'nin çürüğe bitişik diş sert dokusu üzerindeki dolaylı çürük önleyici etkisini inceledikleri çalışmalarında; GDF uygulanmış dentinin 48 saat sonra bile remineralize olduğu ve flor saldıgı tespit edilmiştir. Klinik bulgularla uyumlu olarak, bu kimyasal modelde %38'lik GDF sadece demineralize dişlere uygulandığında, komşu sağlam minede demineralizasyonu tamamen engellemiştir (245).

Thomas ve ark.'nın 2020 yılında yayınlanan ve GDF uygulamasının erken çocukluk çürüğü olan ve tedavi bekleme listesinde bulunan hastaların acil ziyaretlerini azaltıp azaltmadığını belirlemek için yaptıkları çalışmalarına, GDF ile tedavi edilen 97 hasta ve GDF ile tedavi edilmeyen 216 hasta dahil edilmiştir. Dental acil durumların oranının, GDF grubunda kontrol grubuna göre yaklaşık yüzde 80 daha düşük olduğu ve GDF uygulanmış yüzeylerin yüzde 81'inin kontrol randevusunda durmuş olduğunun gözlemlendiği bildirilmiştir. Sonuçlar GDF'nin erken çocukluk çağı çürüğü olan çocuklar için tedavi bekleme listelerindeyken acil durum ziyaretlerini azaltmaya yardımcı olduğunu ve süt dişlerinde çürüğün ilerlemesinin durdurulmasında etkili olduğunu göstermiştir (246). Roberts-Thomson ve ark.'nın 2019 yılında yayınlanan ve kaviteli çürük süt azı dişlerinin tedavisinde AgF uygulamasının ve ART'nin etkinliklerinin karşılaştırıldığı çalışmalarına, 4-8 yaş arasındaki 210 çocuğun 384 dişi dahil edilmiş ve 9 ay-4 yıl arası takip edilmiştir. Diş ağrısı, çekim, antibiyotik kullanımı ve daha kapsamlı restoratif tedavi gibi olumsuz sonuçlar çalışmanın birincil sonuçları olarak kabul edilmiştir. Bu olumsuz sonuçların her iki tedavi grubunda da nadir olduğu; ART ile tedavi edilenlere göre AgF ile tedavi edilen çocuklarda negatif sonuçların görülme oranının 0.18 kat daha düşük olduğu bildirilmiştir (247).

Hammersmith ve ark.'nın 2020 yılında yayınladıkları çalışmalarında, süt dişlerinin arayüz çürüklerine hem GDF hem florid verniği uygulanmış ve GDF'nin çürüklerin ilerlemesinin durdurulmasına olan etkileri incelenmiştir. Yaşları 4-13 arasında değişen 131 hastanın 185 interproksimal çürük süt dişi 12 ay takip edilmiştir. Sonuç olarak, 12 aylık kontrolde çürük lezyonlarının çoğunluğunda (n=155, %84.0) radyografik olarak ilerleme olmadığı saptanmıştır. Süt dişleri, süt birinci azı dişleri ve süt ikinci azı dişleri arasında çürüğün ilerlemesinin durmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir (248). Griffith'in 2021 yılında yayınlanan ve

227 derin dentin çürüklü sürekli dişin GDF ile tedavisinin değerlendirildiği tedavide; GDF uygulanan dişlerin %95'inde çürüğün pulpaya ilerlemesinin durduğu, yalnızca 13 dişte endodontik tedavi gerektiği gözlenmiştir. Derin dentin çürüklü dişlerde GDF uygulamasının çeşitli nedenlere bağlı olarak kanal tedavisinin uygulanmasının zor olduğu yaşlı hastalarda avantaj sağlayacağı belirtilmiştir (249). Fung ve ark.'nın 2018 yılında yayınlanan randomize klinik çalışmasında, %12'lik GDF ve %38'lik GDF solüsyonlarının, iki periyodik uygulama sonucu (yılda bir kere ve yılda iki kere) süt dişlerinde kaviteli derin dentin çürüklerini durdurmasındaki etkinliği araştırılmıştır. Çalışmaya katılan 3-4 yaş aralığındaki 888 çocuk (519 erkek, 369 kız) 4 gruba ayrılmıştır: Grup 1: Her 12 ayda bir uygulanan %12'lik GDF, Grup 2: Her 6 ayda bir uygulanan %12'lik GDF, Grup 3: Her 12 ayda bir uygulanan %38'lik GDF, Grup 4: Her 6 ayda bir uygulanan %38'lik GDF. GDF ile tedavi edilen çürüklerin durumunu araştırmak için anaokulunda altı ayda bir tek bir denetçi tarafından klinik muayeneler yapılmıştır. Başlangıçta 4.220 çürük diş yüzeyine sahip 888 çocuğa GDF uygulaması yapılmış ve 3.790 çürük diş yüzeyi (%89,8) olan 799 (%90) çocuğun 30 aylık muayene sonuçları değerlendirilmiştir. Çürük durma oranları grup 1, 2, 3 ve 4 için sırasıyla %55,2, %58,6, %66,9 ve %75,7 olarak belirlenmiştir. %38 konsantrasyonundaki GDF solüsyonunun, süt dişlerindeki aktif çürüklerin durdurulmasında %12'lik GDF'den daha etkili olduğu bulunmuş ve ağız hijyeni kötü olan çocuklarda, GDF uygulama sıklığının yılda bir uygulama yerine altı ayda bir yapılmasının daha başarılı sonuçlar vereceği sonucuna ulaşılmıştır (250).

Rodrigues ve ark.'nın 2020 yılında yayınlanan ve okul öncesi çocuklarda %30'luk GDF ile ve ART ile tedavi sonrası ağız sağlığı ile ilgili yaşam kalitesini (OHRQoL) araştırdıkları çalışmalarında, çürük tedavisinden önce (T1), 15 gün sonra (T2) ve üç ay sonra (T3) OHRQoL değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, hem GDF hem de ART ile tedavinin okul öncesi çocukların ağız sağlığı ile ilgili yaşam kalitesi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu, ancak GDF ve ART tedavileri arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmiştir (251). Caroline ve ark.'nın 2018 yılında yayınlanan klinik çalışmalarında, yaşları 3-5 arasında değişen 59 çocuğun çürük süt azı dişlerine GDF uygulanmış ve uygulama sonrası çürüklerin %89,36'sının ilerlemesinin durduğu ve çocukların yaşam kalitesinin önemli ölçüde arttığı gözlenmiştir (252). Martin ve ark.'nın 2020 yılında yayınlanan prospektif pilot çalışmalarında, çocuklarda kaviteli çürüklerin tedavisinde GDF ve %5 florid vernik uygulamasının etkinliği incelenmiştir.

Çalışmada ek olarak, GDF tedavisinin ağız sağlığıyla ilişkili yaşam kalitesi (OHRQoL) üzerine etkisi de değerlendirilmiştir. Yaşları 3-5 arasında değişen, 40 çocuğun 239 kaviteli çürüğünün dahil edildiği çalışmada, çürüklere önce %38'lik GDF ve sonrasında %5'lik florid vernik uygulanmış ve bu uygulama 4 ay sonra tekrarlanmıştır. Olgular 8 ay sonra yeniden değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, ilk uygulama sonrası lezyonların %74,1'inde, ikinci uygulama sonrası ise tüm lezyonların %96,2'sinde çürüğün durduğu bildirilmiştir. Günde 2 kere düzenli diş fırçalayan çocuklarda başarı oranının arttığı gözlenmiştir. GDF tedavi başarısının ağız sağlığı ile ilişkili yaşam kalitesi üzerine ise bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (165).

Konu ile ilgili *in vivo* ve *in vitro* çalışmalar, sistematik incelemeler ve meta analizler %38'lik GDF uygulamasının çürükleri durdurma ve önlemedeki başarısının yüksek olduğunu göstermektedir (165, 168, 244-246, 248-250, 252, 253). Bu tez çalışmasında çürükleri durdurma ve önlemedeki yüksek başarısı, ağız sağlığı ile ilgili yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkileri gibi nedenleri ile klinik kullanımı giderek artan %38'lik GDF solüsyonu (Advantage Arrest, Elevete Oral Care LLC, Florida ABD) kullanılmıştır.

Ballıkaya ve ark.'nın 2021 yılında yayınlanan prospektif, randomize kontrollü klinik çalışmalarında, MIH'tan etkilenen sürekli azılarda gözlenen başlangıç çürük lezyonlarının tedavisinde GDF ve GMART örtücülerin etkinlikleri değerlendirilmiştir. Çalışmaya EAPD kriterlerine göre MIH tanısı konmuş en az 2 tam sürmüş sürekli azı dişi olan, çürük lezyonlarının ICDAS 1 ve ICDAS 2 seviyesinde olduğu, 6-13 yaş arası 48 çocuğun 112 dişi dahil edilmiştir. Her bir grupta 56 diş olmak üzere gruplardan biri GDF (Riva Star, SDI, Bayswater, Avustralya) ile, diğeri ise GMART uygulaması ile tedavi edilmiştir. ART dolgu materyali olarak yüksek viskoziteli bir cam iyonomer olan Equia Forte (GC Europe, Leuven, Belçika) kullanılmıştır. Dişler 1. 6. ve 12. aylarda değerlendirilmiştir. Sonuç olarak MIH'tan etkilenen dişlerde hem GDF hem de GMART uygulamaları, çürüklere karşı kısa dönemde koruyucu etki gösterirken, hassasiyete karşı da etkili bir duyarsızlaştırma sağlamıştır. Renk değişimini önleme özelliği olan materyal (GDF+KI) kullanılmasına karşın sadece 6 dişin 12. Ay değerlendirilmesinde renk değişikliği gözlenmemiştir (171).

Zhao ve ark.'nın 2017 yılında yayınlanan çalışmalarında, servikal bölgedeki CİS restorasyonlarında GDF ve KI tedavisinin sekonder çürük gelişimini önleme ve

restorasyona komşu dentinde renk değişikliği üzerine etkilerini incelemişlerdir. GDF ve sonrasında KI tedavisinin CİS restorasyonlarında sekonder çürük gelişimini engellediği, ancak tek başına GDF tedavisi kadar etkili olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, GDF + KI tedavisi restorasyon kenarında belirgin bir lekelenmeye neden olmuş, ancak renk değişiminin yoğunluğu sadece GDF tedavisine göre daha az olmuştur (254).

Kamble ve ark.'nın çalışmalarında, süt azı dişlerine %38'lik GDF solüsyonu uygulamasından sonra potasyum iyodür (KI) ve glutatyon (GSH) uygulanmasının dişteki renk değişikliğine etkisi incelenmiştir. Çalışmada 30 çürük süt azı dişi rastgele üç gruba ayrılmıştır: Grup A: %38'lik GDF, Grup B: %38'lik GDF + KI, Grup C: %38'lik GDF + GSH. Tüm gruplarda solüsyon uygulamalarının ardından dişler cam iyonomer simanla restore edilmiştir. Spektrofotometre kullanılarak yapılan renk değerlendirilmesi ve görsel muayene üç zaman aralığı noktasında (1. gün, 1. hafta ve 4. hafta) kaydedilmiştir. Tüm numuneler için renk farkı ΔE ($\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$) yardımıyla değerlendirilmiş ve hesaplanmıştır. Spektrofotometre sonuçları, Grup A'nın (%38'lik GDF) tüm zaman aralıklarında en fazla renk değişikliği sergilediğini, Grup C (%38'lik GDF + GSH)'nin ise renk değişikliğini azaltmada etkili olduğunu göstermiştir. Grup B (%38'lik GDF + KI)'nin ise zamanla renk değişimini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Potasyum iyodürün, %38'lik GDF uygulamasından sonra renk değişikliğini etkili bir şekilde azaltabildiği ve glutatyonun da renk değişikliğini azaltacak alternatif bir ajan olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (255).

Turton ve ark.'nın randomize kontrollü klinik çalışmalarında GDF ve AgF uygulanan gruplarda potasyum iyodürlü ve potasyum iyodürsüz iki farklı uygulama yapılmış ve sonuç olarak süt dişlerinde çürüğün ilerlemesinin durması ve lezyon görünümü değerlendirilmiştir. 12 aylık sonuçlarda hem GDF hem AgF için KI uygulanan gruplarda, KI uygulanmayan gruplara göre daha zayıf çürük kontrolü sağladığı saptanmıştır. Ek olarak, KI uygulanan alt gruplarda 12 ay sonra pulpanın da etkilendiği çürük görülme oranının KI uygulanmayan gruplara göre yaklaşık 2 kat daha yüksek olduğu gözlenmiştir. KI uygulanmayan dişlerde siyah renklenme oranı uygulananlara göre 6 kat daha fazla görülmüştür. Sonuç olarak, KI uygulamasının lekelenmeyi azalttığı, ancak çürük ilerlemesini durdurucu etkiyi azalttığı belirlenmiştir. (256).

Bazı çalışmalar KI'nin lekelenmeyi en aza indirdiğini, ancak bu etkinin uzun vadeli olmayabileceğini bildirmektedir. Ayrıca KI ilavesinin gümüşün uzun süreli antimikrobiyal etkilerini azaltma potansiyeli de bulunmaktadır. KI'nın bu olumsuz özellikleri nedeni ile bu tez çalışmasında KI ilavesi tercih edilmemiş, çürükleri durdurma ve önlemede başarısı yüksek, %38'lik GDF solüsyonu (Advantage Arrest, Eleve Oral Care LLC, Florida ABD) kullanılmıştır.

Zhao ve ark.'nın GDF ve CPP-ACP'nin CİS restorasyonundan önce uygulanmasının sekonder çürükleri önlemede etkisini araştırdıkları çalışmada, hem GDF hem de CPP-ACP'nin CİS restorasyonlarda dış lezyon derinliğini anlamlı oranda azalttığı bulunmuştur. GDF ve CPP-ACP'nin CİS restorasyon uygulamasına dahil edilmesinin sekonder kök çürüğü gelişimini önleyebileceği sonucuna varılmıştır (257).

Eslami ve ark.'nın 2021 yılında gerçekleştirdikleri in vitro çalışmada, GDF'nin CİS ile birlikte kullanıldığı durumlarda, CİS öncesi GDF uygulama sıklığının çürük dentini remineralize etme etkinliği araştırılmıştır. Sonuç olarak, CİS öncesi bir veya iki kez GDF uygulamasının derin dentin çürüklerinin remineralizasyonunda etkili olduğu, ancak ikiden fazla kez GDF uygulamanın dentin remineralizasyonu üzerine ek bir faydasının olmadığı bildirilmiştir (253).

Mei ve ark.'nın CİS ve kompozit rezin restorasyonlarda sekonder çürüklerin önlenmesinde %38'lik GDF kullanımının etkisini araştırdıkları çalışmada, her dişte 4 adet kavite açılarak 4 grup oluşturulmuştur: 1.grup: 3 dk. GDF uygulamasının ardından CİS restorasyon, 2.grup: CİS restorasyon, 3.grup: 3 dk. GDF uygulamasının ardından kompozit rezin restorasyon, 4.grup: kompozit rezin restorasyon. Termal döngü ve sterilizasyondan sonra dişler, 28 gün boyunca *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus acidophilus* içeren %5'lik sukroz çözeltisinde bekletilmiş ve mikrobilgisayarlı tomografi ile lezyon derinliği değerlendirilmiştir. Dış-restorasyon arayüzünün dış lezyon derinliği, GDF uygulamasından sonra yapılan restorasyonlarda daha az gözlemlenmiştir. CİS ve kompozit rezin restorasyonlardan önce %38'lik GDF uygulamasının sekonder çürüklere karşı direnci artırabileceği sonucuna varılmıştır (258). Kavitasyonlu lezyonlarda GDF uygulamasından sonra CİS restorasyonu yapılması ile restore edilen dişin fonksiyonuna devam edebilmesi ve gıda sıkışması olasılığının azaltılması gibi avantajlara ek olarak, marjinal çürüklere karşı direncin de

artması nedeni ile ART'lerde restoratif başarısızlığı önlemek için GDF kullanımı desteklenmektedir.

GDF uygulamasının yapılan restorasyonların bağlanma dayanımı değerlerini olumsuz etkilemediği ve sekonder çürük oluşumuna direnci artırdığını gösteren çalışmalar (257, 258), çürüğün invaziv olarak temizlendiği doğrudan restorasyonlarda da başarı oranını artırmak için GDF'nin restoratif tedaviye dahil edilebileceğini düşündürmektedir.

Bu tez çalışmasında tedaviye erişim sağlama kısıtlılığı olan ve geleneksel tedavi uygulanamayan çocuk hastalarda iyi bir tedavi seçeneği olarak sunulan GDF uygulamasının bağlanma başarısını araştırmak hedeflenmiş ve bu nedenle çürük süt azı dişlerinin kullanılması tercih edilmiştir. GDF solüsyonu daha çok yaşı küçük hastalarda uygulandığı için bu çalışmada süt dişleri kullanılmıştır. Sağlam süt dişi çekim endikasyonlarının azlığı nedeniyle yapay olarak demineralize edilmiş sağlam dişlerin kullanımı tercih edilmemiş, doğrudan çürük süt azı dişleri kullanılmıştır.

Klinik deneyler, diş restorasyonlarını değerlendirmek için nihai testlerdir; ancak, ağız boşluğu içindeki restorasyonlar üzerinde çeşitli streslerin eşzamanlı etkisi nedeniyle başarısızlığın kesin nedenini belirleyememektedirler ve malzemelerin kırılma direncine ilişkin klinik çalışmaların yürütülmesi son derece zordur. Diş Hekimliğinde mekanik testler, diş malzemelerinin özelliklerini değerlendirmeyi ve davranışını tahmin etmeyi, gerçek biyolojik koşulları taklit etmeyi ve daha sonra kullanılacak yöntemleri belirlemeyi amaçlamaktadırlar. Hiçbir mekanik test metodolojisi, ağız içindeki mevcut olan tüm klinik değişkenleri tamamen simüle edemese de, *in vitro* çalışmalar, farklı materyallerin davranışlarını kısa sürede değerlendirmeye ve karşılaştırmaya olanak tanımaktadır ve klinik uygulama için kılavuzlar oluşturmak için yararlı olmaktadır. Laboratuvar testleri, belirli bir parametre/özellik hakkında hızlı ve kolay bir şekilde veri toplamayı sağlamaktadırlar. Diğer tüm değişkenler sabit tutularak belirli bir parametreyi ölçmek mümkün olmaktadır (220, 221). Tüm bu nedenlere bağlı olarak bağlanma dayanımının değerlendirilmesinde *in vitro* testler *in vivo* testlere göre daha çok tercih edilmektedir. Bu tez çalışmasında da bağlanma dayanımı değerlerinin ölçülmesi *in vitro* koşullar altında gerçekleştirilmiştir.

Dişlerin çekiminden sonra dentinde oluşan değişikliklerin bağlanma dayanımı değerlerini etkilediği bilinmektedir. Bağlanma dayanımı değerlerinin ölçülmesi için

ideal zaman dişin çekiminden hemen sonra olarak belirtilmesiyle birlikte bu durum pratik uygulamada pek mümkün olmamaktadır. Dentindeki önemli değişimlerin dişin çekiminden sonraki ilk günler ya da haftalarda oluştuğu bilinmektedir. Bu nedenle dişlerin çekim sonrası en az 1 ay ile en fazla 6 ay arası bir süre bekletilmesinin uygun olduğu belirtilmektedir (259). Bu çalışmada da, çekilmiş çürük süt azı dişleri ISO standartlarına uygun olarak çekimden sonra en fazla 6 ay bekletilmiştir.

Çekilen dişlerin saklandığı solüsyon ve bu solüsyonda bekleme süresi de bağlanma dayanımı test sonuçları üzerinde etkili olmaktadır. Nötral pH'ya sahip olmaları sebebiyle serum fizyolojik ve distile su dişlerin saklanması sıklıkla tercih edilen solüsyonlar olarak bildirilmiştir. Bu solüsyonların içerisine sodyum hipoklorit, formalin, gluteralehit, kloramin T ve timol gibi antibakteriyel özellikteki içerikler herhangi bir mikroorganizma çoğalmasını engellemek amacıyla katılabilmektedir (260, 261). Bu tez çalışmasında çekimden sonra dişlerin üzerinde olan yapışık dokular el aletleri ile uzaklaştırılmış ve dişler yıkandıktan sonra %10'luk formalin solüsyonu içerisinde bekletilmiştir. Solüsyon iki haftada bir yenilenmiştir.

Farklı dişlerin, dentine ve mineye bağlanma dayanımı değerlerinin farklı sonuçlar verebileceğini gösteren kanıtlar bulunmaktadır. Gönüllü hastanın yaşı, kültürel düzeyi ve beslenme alışkanlıkları, sağlık durumu gibi değişkenleri tam olarak kontrol etmek veya dişlerin kompozisyonunu ve yapısını standardize etmek mümkün olmamaktadır (259). Bu tez çalışmasında çekilen süt dişleri rastgele 3 grubu ayrılmıştır. Ardından zaman faktörünü değerlendirirken değişkenleri minimize etmek adına dişler çürük lezyonun ortasından ikiye bölünerek alt gruplar oluşturulmuştur.

Bağlanma dayanımı deneylerinde restorasyonun uygulanacağı standart, tekrarlanabilir, düz bir yüzey gereklidir. Restorasyonun diş üzerindeki açısının doğru olması da önem göstermektedir. Örneklerin hazırlanması sırasında yüzeyin planlanması ve açısını kontrol etmek için diş, kendiliğinden sertleşen reçine veya sert alçı kullanılarak gömülmelidir (219). Bu tez çalışmasında, çürük lezyonun ortasından ikiye bölünen dişler, bölünen yüzey yukarıda kalacak şekilde soğuk akrilik içerisine gömülmüştür. Gömüldükten hemen sonra ISO standartlarında da önerildiği gibi su içerisine yerleştirilmiştir.

İsmail ve ark.'nın numune boyutunun ve yükleme tekniğinin makaslama bağlanma dayanımı değerleri ve kırılma sonrası yüzeylerde gözlenen kırık tipleri

üzerindeki etkisini değerlendirdikleri çalışmada, makro ve mikro örneklerin makaslama bağlanma dayanımları tel halka ve bıçak sırtı uç ile ölçülmüştür. Tel halkanın temas noktası tel tarafından üretilen kavisli bir yüzey olduğu; bu nedenle tel halkayı kullanırken tam olarak ara yüzde yükleme elde etmenin mümkün olmadığı bildirilmiştir. Tel halka ile test sırasında telde bükülme, telin kayma olasılığı; bıçak sırtı uç kullanımındaki düz yüzey ile uç arasındaki hizalanmanın sağlanamaması sebepleriyle makaslama bağlanma dayanımı için bıçak sırtı uç kullanımı ve mikro numunelerin, yüksek ortalama gerilime sahip olmalarına rağmen, makro örneklerden daha yüksek adeziv başarısızlık yüzdeleri göstermeleri sebebi ile mikro boyutlu numunelerin kullanımı önerilmiştir (262). Braga ve ark.'nın çalışmasında ise bağlanma dayanımı değerlerinin, daha küçük bağlanma alanları ve yüksek elastik modüllü kompozitlerin kullanımıyla artma eğiliminde olduğu ve makaslama bağlanma dayanımı yöntemleri arasında bıçak sırtı uç kullanımının en yüksek gerilim konsantrasyonuna sahip olduğu gösterilmiştir (228). Çalışmalardaki öneriler göz önüne alınarak bu çalışmada 2 mm çapına sahip restorasyonların bağlanma dayanımı değerleri bıçak sırtı uç kullanılarak ölçülmüştür.

Restorasyonlar tamamlandıktan sonra bağlanma dayanımı testlerinin gerçekleştirilme zamanı da çalışmalar için önem taşımaktadır. Price ve Hall yaptıkları çalışmada altı farklı adeziv sisteminin 10 dakikalık ve 24 saatlik bekleme sonrası makaslama bağlanma dayanımı değerlerini karşılaştırmışlardır. 10 dakikalık bekleme sonrası ölçülen ortalama makaslama bağlanma dayanımı değerleri 17 MPa'nın altında ve 24 saatlik bekleme sonrası ölçülen bağlanma dayanımı değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olarak bulunmuştur (263). ISO standartlarında belirtilen de örneklerin test aşamasından önce materyallerin neme dayanıklılığının ayırt edilebilmesi için 37 ± 2 °C'de 24 saat sıvı içerisinde bekletilmesi gerektiğidir (219). Bu tez çalışmasında da, makaslama bağlanma dayanımı deneyi için hazırlanmış örnekler 24 saat 37°C yaparak tükürük solüsyonunda bekletilmiş ve sonrasında makaslama bağlanma dayanımı değerleri ölçülmüştür.

İdeal bir bağlanma dayanımı testinde aranan özellikler doğru sonuç vermesi, klinik olarak güvenilir olması ve tekniğe daha az duyarlı olmasıdır. Nispeten karmaşık olmaması ve ucuz test protokollerinin kullanımını içermesi beklenmektedir (217). Kullanım kolaylığı ve hızı nedeniyle, makaslama bağlanma dayanımı tekniği, en sık

kullanılan bağlanma testi yöntemi olmaya devam etmektedir (224, 225). Çekme bağlanma dayanımı testlerinde, küçük numunelerin emek yoğunluğu, teknik talep, dehidrasyon potansiyeli, 5 MPa'dan düşük bağ kuvvetlerini ölçmenin zorluğu, tutarlı geometriye sahip numuneler üretmenin zorluğu, numunelerin kolayca hasar görebilmesi ve kırılma sonrası numunelerin kaybolma olasılığı veya kırılması dezavantajları olarak sayılabilmektedir (218, 232, 233). Makaslama bağlanma dayanımı testleri, çekme bağlanma dayanımı testleri ile karşılaştırıldıklarında ağız ortamındaki kuvvetleri daha iyi taklit edebildiği belirtilmektedir (264). Bu nedenle, bu tez çalışmasında da bağlanma dayanımı değerleri makaslama bağlanma dayanımı tekniği ile ölçülmüştür.

Makaslama bağlanma dayanımı testi sonuçlarını etkileyen bir diğer önemli etken ise bağlanma dayanımının ölçüldüğü cihazın kırıcı ucunun numunenin kırılması için örneğe yaklaşma hızı olarak bildirilmektedir. Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) makaslama bağlanma dayanımı testlerinde yükün 0,45 mm/dk ila 1,05 mm/dak aralığında hızla uygulanmasını önermiştir (219). Naves ve ark.'nın uygulanan yükün farklı yaklaşma hızlarının restore edilmiş küçük azı dişlerinin bağlanma dayanımı ve kırılma modu üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada; 0,5 mm/dk, 1,0 mm/dk, 2,5 mm/dk, 5,0 mm/dk ve 10,0 mm/dk olmak üzere farklı yaklaşma hızlarını incelemişlerdir. 0,5-5,0 mm/dk arasında değişen örneğe yaklaşma hızlarının, bağlanma dayanımı değerleri ve kırılma modunu etkilemediği; ancak yaklaşma hızının 10 mm/dk'ya artırılmasının bağlanma dayanımı değerlerini önemli ölçüde azalttığı ve aynı zamanda hasar modunun büyüklüğünü de önemli ölçüde değiştirdiği bulunmuştur (265). Hara ve ark.'nın farklı yaklaşma hızlarının makaslama bağlanma dayanımına etkisini araştırdıkları çalışmada dört ayrı hız (0,50, 0,75, 1 ve 5 mm/dk) değerlendirilmiştir. 1 ve 5 mm/dak hızlarda makaslama bağlanma dayanımı değerlerinin 0,50 ve 0,75 mm/dak hızlarına göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu; adeziv kopma oranlarının ise daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu durumu yüksek hızlarda kuvvet uygulamanın kuvvetin yön değiştirmesi (bağlantı yüzeyi yerine rezin veya dentine doğru yönelmesi) ile sonuçlanmasıyla açıklamışlar ve 0,50 mm/dk ve 0,75 mm/dk hızlarının tercih edilmesini önermişlerdir (266). Braga ve ark.'nın çalışmasında ise 0,50 mm/dk ve 10 mm/dk arasındaki yaklaşma hızlarının makaslama bağlanma dayanımı değerleri üzerinde anlamlı bir farka neden olmadığı saptanmıştır (228). Bu tez çalışmasında, Hara ve ark. ile Naves ve ark.'nın önerdiği şekilde restorasyon diştten tamamen ayrılana kadar 0,5 mm/dk hızla kuvvet uygulanmıştır.

Rinsathon ve ark.'nın farklı GDF uygulama protokollerinin yapay dentin çürüğü ve CİS restorasyonları arasındaki makaslama bağlanma dayanımı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, sağlam dentin yüzeylerinde yapay çürükler oluşturulmuş ve örnekler rastgele 5 gruba ayrılmıştır: Grup 1: kontrol grubu. Grup 2: dentin conditioner uygulaması, GDF uygulaması ve durulama. Grup 3: dentin conditioner uygulaması ve GDF uygulaması. Grup 4: GDF uygulaması, durulama ve dentin conditioner uygulaması. Grup 5: GDF uygulaması ve dentin conditioner uygulaması. Grup 4 ve Grup 5 ile karşılaştırıldığında Grup 2 ve Grup 3'te daha derin gümüş penetrasyonu gözlenmiştir. GDF uygulaması sonrası CİS restorasyonlarının bağlanma dayanımları, Grup 3 ve Grup 5'te daha düşük ölçülmüştür. Sonuç olarak araştırmacılar çürük dentin yüzeyinin Grup 2 ve Grup 4 protokolü ile tedavi edilmesini önermişler ve GDF uygulanan çürük dentinin CİS ile restore edilmeden önce durulanması gerekliliğini vurgulamışlardır (267). Bu çalışmada da Rinsathon ve ark.'nın çalışmasında önerildiği gibi tüm örnek gruplarında GDF uygulanmasından önce dentin smear tabakasını çıkarmak ve diş ile restorasyon arasındaki bağın artmasını sağlamak amacıyla kavite hazırlayıcı (Cavity Conditioner, GC, Tokyo, Japonya) kullanılmıştır.

Quock ve ark.'nın GDF'nin kompozit rezinin dentine mikro çekme bağlanma dayanımı üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada; 42 çürüksüz, çekilmiş azı dişi, her biri yedi diştten oluşan altı gruba ayrılmıştır: Grup 1: Self-etch adezyon stratejisi, Grup 2: %12'lik GDF + Self-etch adezyon stratejisi, Grup 3: %38'lik GDF + Self-etch adezyon stratejisi, Grup 4: Etch-and-rinse adezyon stratejisi, Grup 5: %12'lik GDF + Etch-and-rinse adezyon stratejisi, Grup 6: %38'lik GDF + Etch-and-rinse adezyon stratejisi. Çalışma sonucunda farklı konsantrasyonlarda GDF uygulanan deney gruplarının hiçbirisi, kontrol grupları ile karşılaştırıldığında bağlanma dayanımı açısından önemli bir fark göstermemiştir. Etch-and-rinse adezyon stratejisi kullanılan gruplarda bağlanma dayanımı daha yüksek bulunmakla birlikte bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. %38'lik GDF uygulanan gruplarda self-etch ve etch-and-rinse adezyon stratejisi uygulanması arasında bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamış, %12'lik GDF uygulanan gruplarda ise self-etch adezyon stratejisi uygulanan grupta etch-and-rinse adezyon stratejisi uygulanan gruba göre bağlanma dayanımı azalmıştır. Sonuç olarak %38'lik GDF uygulamasından sonra kullanılan adezyon stratejisinin bağlanma dayanımı üzerine etkisinin olmadığı belirtilmiştir (268). Bu çalışmada da Quock ve ark.'nın bu bulgusu doğrultusunda kompozit ve kompomer

ile restore edilen gruplarda hem self-etch hem etch-and-rinse adezyon stratejilerinde kullanılan ve çeşitli çalışmalarda başarılı sonuçlar veren universal bir adeziv olan G-Premio Bond kullanılmıştır.

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 (243). Bu tez çalışmasında, %38'lik GDF uygulanmış süt dişi dentini üzerine farklı zamanlarda (GDF uygulamasından hemen sonra veya GDF uygulamasından bir hafta sonra) uygulanan üç farklı restoratif materyalin makaslama bağlanma dayanımlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çocuk diş hekimliğinde en çok kullanılmakta olan restoratif materyallerden olan CİS, kompomer ve kompozit rezin kullanılmıştır. CİS olarak %100 viskoziteli ve posterior dişlerde kullanım endikasyonu bulunan, yüksek aşınma direncine sahip Fuji IX GP kapsülleri, kompomer olarak ön ve arka dişlerdeki tüm kavitelerde kullanımı uygun, polimerizasyon derinliği 2 mm olan Dyract XP, kompozit rezin olarak arka dişlerde kullanım endikasyonu bulunan çiğneme kuvvetlerine direnç gösterebilen G-aenial Posterior kompozit restoratif sistem kullanılmıştır.

Dünya Sağlık Örgütü, ART restorasyonları için altın standart olarak yüksek viskoziteli bir CİS olan Fuji IX'u önermektedir. Yüksek viskoziteli CİS olan Fuji IX mine ve dentine kimyasal olarak bağlanan, mine demineralizasyonunu engelleyen ve tekrarlayan çürüklere neden olma potansiyeli oldukça az olan biyouyumlu bir malzemedir. Estetik bir restorasyon materyali olan Fuji IX, asitlerin biyofilmden çürük lezyonuna yayılmasını engelleyerek ve minerallerin lezyondan kaybını önleyerek

çürüğün durmasına neden olmaktadır (190). Bu tez çalışmasında da CİS olarak Fuji IX GP kapsülleri kullanılmıştır.

GDF uygulamasından sonra restorasyonun geciktirilmesinin daha iyi bir ağız sağlığı stratejisi sağlayabileceğini düşündürmekte olan çalışmalar bulunmaktadır (269-272). Ng ve ark.'larının 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 (269). 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 (270). Alsagob ve ark.'nın kullanılan restoratif materyal ve restorasyonun uygulanma zamanının GDF lekelenmesine etkisini araştırdıkları çalışmada, 30 çürük diş bu çalışmada olduğu gibi çürük lezyonun ortasından ikiye bölünerek 60 örnek oluşturulmuştur. Restoratif materyal olarak bu çalışmada da kullanılmış olan CİS ve kompozit rezin kullanılmıştır. Biri kontrol grubu olmak üzere toplam 5 grup oluşturulmuştur: 1.grup kontrol, 2.grup GDF + hemen kompozit rezin, 3.grup GDF + hemen CİS, 4.grup GDF + 2 hafta sonra kompozit rezin, 5.grup GDF + 2 hafta sonra CİS. Renk değişiklikleri çalışma boyunca çeşitli zamanlarda ölçülmüştür. Tüm gruplarda başlangıç rengi ile son ölçümdeki renk arasındaki değişim karşılaştırıldığında, 4.grup ve 5.grup başlangıça göre en az değişimi gösteren gruplar olarak tespit edilmiştir. Laboratuvar koşullarında, çürük diş örneklerine GDF'den sonra restorasyon uygulamasının iki hafta geciktirilmesinin renklenmeyi önemli ölçüde azalttığı sonucuna varılmıştır (271). Aldosari ve Al-Sehaibany'nin bir başka çalışmasında, demineralize dentine GDF uygulamasının ardından yapılan restorasyon çeşidi ve restorasyonun yapılma zamanının dişteki renk değişimine etkisi araştırılmıştır. Restoratif materyal olarak kompozit rezin, RMCİS ve CİS kullanılmış ve restorasyon uygulama zamanı GDF uygulamasından hemen sonra veya 1 hafta sonra olarak ayrılarak çalışma grupları oluşturulmuştur. Her örneğin renk farkı (ΔE) ve görsel renk değişiklikleri ($L^*a^*b^*$) bir spektrofotometre kullanılarak hesaplanmıştır. En yüksek renk stabilitesi CİS'de, ardından RMCİS'de, en düşük renk stabilitesi ise kompozit rezin grubunda gözlenmiştir. Restorasyonun yapılma zamanı olarak, GDF uygulamasından 1 hafta sonra yapılan gruplarda, GDF uygulamasından hemen sonra

yapılan gruplara göre tedavi edilen demineralize dentinin siyahımsı lekelenmesini maskelemek için daha iyi renk stabilitesine sahip olduğu bulunmuştur (272). Amerikan Diş Hekimleri Birliği'nin çürük lezyonlar için restoratif olmayan tedavilere ilişkin mevcut klinik uygulama kılavuzlarında %38'lik GDF uygulaması da yer almakta ancak uygulanacak restorasyon çeşidi veya restorasyonun uygulanma zamanı hakkında öneride bulunmamaktadır (243). Bu çalışmada restorasyonların yapılma zamanı olarak GDF uygulamasından hemen sonra yapılan restorasyonların ve GDF uygulamasından bir hafta sonra yapılan restorasyonların makaslama bağlanma dayanımı değerleri ölçülmüştür.

Farahat ve ark.'nın GDF+KI uygulanması sonrası farklı bonding uygulamaları (etch-and-rinse ve universal bonding) kullanılarak yapılan silindirik kompozit rezin restorasyonlarının makaslama bağlanma dayanımlarını karşılaştırdıkları çalışmada: GDF+KI uygulanan gruplar için universal adeziv ajanı kullanılan grupta ölçülen makaslama bağlanma dayanımının total-etch adeziv uygulanan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu bulunmuştur. GDF+KI'nın uygulanmadığı gruplarda ise adeziv ajanlar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Kırılma yüzeylerinin stereomikroskop incelemelerinde ise grupların çoğunda ağırlıklı olarak karma kırık tipi gözlenmiştir. GDF+KI uygulanmayan gruplarda bonding sistemleri arasında bağlanma dayanımı açısından herhangi bir farklılık gözlenmez iken, GDF+KI uygulanan gruplarda bonding sistemlerinin bağlanma dayanımı başarısı üzerine farklı etkiler göstermesi GDF uygulanan gruplarda uygulanan bonding ajanının önemini göstermektedir (273). Bu tez çalışmasında da kompomer ve kompozit rezinin restoratif materyal olarak kullanıldığı gruplarda, Farahat ve ark.'nın çalışmasında da daha başarılı sonuçlar gösteren bir universal bonding sistem (G-Premio bond, GC, Tokyo, Japonya) kullanılmıştır. Ek olarak, kırılma tipi olarak da benzer şekilde en çok karma kırık gözlenmiştir.

Wu ve ark.'nın süt azı dişlerinin dentinine GDF uygulamasının kompozit rezinlerin mikro makaslama bağlanma dayanımları üzerine etkisini araştırmak amacı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında; her biri 12 örnekten oluşan kontrol ve GDF grubu olmak üzere iki grup oluşturulmuştur. Bağlanma dayanımı ve yüzey morfolojisinin incelendiği çalışmada, kontrol ve GDF gruplarına ait ortalama bağlanma değerleri sırasıyla $162,09 \pm 81,08$ ve $139,85 \pm 88,53$ olarak belirlenmiş ve iki grup arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır. SEM görüntüleri, kontrol grubunda kırıkların çoğunluğunun adeziv-dentin birleşiminde meydana geldiğini, GDF grubunda ise kırılmaların çoğunlukla adezivlerde meydana geldiğini göstermiştir. Araştırmacılar bu durumu GDF ön uygulamasının yapıldığı örneklerde adezivin dentine bağlantısının GDF uygulanmayan örneklerle göre daha güçlü olduğu şeklinde yorumlamışlardır. Sonuç olarak, dentine %38'lik GDF ile ön işlem uygulanmasının kompozit rezin restorasyonun dentine bağlanma gücünü etkilemediği bildirilmiştir. Gözlenen kırılma paternleri ise GDF ön uygulamasının adeziv ve dentin arasındaki bağlanma kuvvetinin daha güçlü olmasını sağlayabileceğini düşündürmüştür (274). Bu çalışmada tüm gruplarda en çok gözlenen kırık türü karma kırık sonra adeziv kırık, en az gözlenen ise koheziv kırık olmuştur. Adeziv ve karma kırık tiplerinin gözlenmesi GDF'nin uygulanan materyalin dentine bağlantısını artırması ile ilişkilendirilebilir.

Ekiz ve ark.'nın %38'lik GDF'nin kompozit rezinlerin bağlanma dayanımı üzerindeki etkilerini TiF_4 ve NaF solüsyonları ile karşılaştırarak değerlendirdiği çalışmada; 20 adet insan üçüncü büyük azı dişi rastgele her biri 20 örnekten oluşan 4 gruba ayrılmış; birinci grupta %38'lik GDF, ikinci grupta %2'lik NaF, üçüncü grupta %2'lik TiF_4 ve son grupta dentin yüzeylerine deiyonize su uygulanmıştır. Hazırlanan dentin yüzeyleri %37'lik fosforik asit ile aşındırılmış ve bonding ajanı uygulanmıştır. Toplam 4 mm kalınlığında kompozit rezin yerleştirilmiş ve polimerize edilmiştir. Hazırlanan mikro boyutlu numuneler kırılincaya kadar çekme kuvveti uygulanmıştır. Kontrol grubu en yüksek bağlanma kuvveti değerini gösterirken onu sırasıyla NaF, TiF_4 ve GDF grupları izlemiştir. GDF grubunun ortalamasının NaF ve kontrol gruplarından önemli ölçüde düşük olduğu saptanmıştır. GDF solüsyonunun kompozit rezinlerin bağlanma gücünü önemli ölçüde azalttığı, diğer flor içeren solüsyonların ise dentinin bağlanma gücünü etkilemediği sonucuna varılmıştır (275).

Velagala ve ark.'nın GMART tekniği ile geleneksel CİS ile tedavi edilen çürük süt dişi dentini arasındaki mikro çekme bağlanma dayanımını değerlendirdikleri çalışmada; 40 adet çürük süt azı dişi, çürük lezyonun ortasından kesildikten sonra eşit olarak test ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Test örneklerine bir damla %38'lik GDF solüsyonu ve kontrol grubundaki örneklerle ise deiyonize su uygulanmıştır. Örnekler 14 gün boyunca 37°C'de yapay tükürük içerisinde saklanmış ve dentin yüzeyleri Fuji IX GP Extra ile restore edilmiştir. Yapay tükürükte 24 saat bekletildikten sonra

numunelerde mikro çekme bağlanma dayanımı testi gerçekleştirilmiştir. Test grubu için ortalama mikro çekme bağlanma dayanımı $7,39 \pm 2,3$ MPa ve kontrol grubu için $7,20 \pm 1,98$ MPa olarak saptanmıştır. Örnekler kırık tipini belirlemek için stereomikroskopla 40x büyütme altında değerlendirilmiştir. Her iki grupta da en sık görülen kırılma türünün karma kırık olduğu bildirilmiştir. GDF'nin, çürük dentine uygulanan CİS restorasyonunun bağlanma dayanımını olumsuz etkilemediği sonucuna varılmıştır (276). Daha sert bir dentin yüzeyi, daha az kolajen bozulması veya dentin proteinlerinin sabitlenmesi, gelişmiş bağlanma dayanımının olası nedenleri olarak düşünülmektedir.

Puwanawiroj ve ark.'nın çürük dentine GDF uygulamasının cam iyonomer siman ile çürük süt dişi dentini arasındaki mikro makaslama bağlanma dayanımı üzerindeki etkisini araştırmak ve kırılma sonrası yüzeylerde gözlenen kırık tiplerini değerlendirmek için gerçekleştirdikleri çalışmada; 40 adet çürük süt azı dişi çürük lezyonun ortasından ikiye bölünmüş ve örnekler $\%38$ 'lik GDF (test grubu) ve deiyonize su (kontrol grubu) uygulanmıştır. Örnekler yapay tükürükte 14 gün 37°C 'de saklanmış ve dentin yüzeyleri Fuji IX GP Extra ile restore edilmiştir. Restorasyonu tamamlanan örnekler yapay tükürük içerisinde 24 saat bekletildikten sonra, mikro makaslama bağlanma dayanımı testi uygulanmıştır. $\%38$ 'lik GDF ve deiyonize su uygulanan gruplarda ortalama mikro makaslama bağlanma kuvvetleri sırasıyla 7.4 ± 5.1 MPa ve 6.3 ± 4.6 MPa olarak saptanmış ve gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak GDF'nin, cam iyonomer siman ile çürük süt dişi dentini arasındaki bağlanma gücünü in vitro koşullarda olumsuz etkilemediği bildirilmiştir. Kırık yüzeyleri incelendiğinde ise karma tip kırıkların daha çok gözlemlendiği belirtilmiştir (277).

Bu tez çalışmasında da Puwanawiroj ve ark. ile Velagala ve ark.'nın çalışmalarına benzer şekilde, örnekler çürük lezyonun ortasından 2'ye bölünerek gruplar oluşturulmuş, $\%38$ 'lik GDF (Advantage Arrest) ve CİS olarak Fuji IX (GC Corporation, Tokyo, Japonya) kullanılmıştır. Her iki çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde bu çalışmada da CİS ile restore edilen gruplarda en çok karma kırık gözlenmiştir. En çok karma kırık gözlenmesinin nedeninin, GDF uygulanmış bölgenin yapısı ve normal dentinden daha elastik özellikte olan çürük dentin yapısıyla ilgili olduğu düşünülmektedir.

Pérez-Hernández ve ark.'nın pit ve fissür örtücünün diş minesine bağlanması ve mikrosızıntısında GDF'nin etkisini belirlemek için yaptığı çalışmada; 120 çürüksüz veya başlangıç çürüğü olan azı dişi rastgele 4 gruba ayrılmıştır. Grup 1 ve 3'e önce GDF uygulaması ardından fissür örtücü uygulaması, Grup 2 ve 4'e ise doğrudan fissür örtücü uygulaması yapılmıştır. Grup 1 ve 2'de Instron ile bağlanma dayanımı ölçülmüş, Grup 3 ve 4 mikrosızıntı testine tabi tutulmuştur. GDF'siz numunelerin %18,1'i ve GDF'li numunelerin %100'ü mine üzerinde kalmıştır. GDF'li numunelerde bağlanma dayanımı ortalama $6,89 \pm 3,09$ MPa iken, GDF uygulanmayan grupta bu değer ortalama $6,42 \pm 3,35$ Mpa olarak saptanmış ve 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 (278).

Ng ve ark. dentinin yapay çürük lezyonlarının CİS ile restorasyonu öncesi GDF uygulamasının makaslama bağlanma dayanımı üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, ek olarak GDF öncesi kavite hazırlayıcı kullanımının ve CİS restorasyonun GDF'den hemen sonra ya da 1 hafta sonra yapılmasının etkisini de araştırmışlardır. Çalışmada, GDF uygulanan ve GDF uygulanmayan gruplar arasında bağlanma dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. En güçlü bağlanma dayanımı demineralize dentine GDF'den önce kavite hazırlayıcı uygulanan ve cam iyonomer simanın GDF uygulamasından 1 hafta sonra yapıldığı grupta bulunurken, en düşük bağlanma dayanımı GDF uygulamasından hemen sonra CİS restorasyon yapılan grupta bulunmuştur. Kavite hazırlayıcı ve GDF sonrası CİS'in hemen uygulandığı grupta makaslama bağlanma dayanımının CİS'in GDF'den bir hafta sonra uygulandığı gruba göre %62 oranında daha düşük olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar GDF sonrası hemen CİS uygulandığında ve GDF'nin yüzeyde tam penetre olabilmesi için yeterli süre verilmediğinde, dentin yüzeyinde henüz reaksiyona girmemiş GDF kalıntılarından oluşan bir tabaka kaldığını ve bunun da CİS'e biomekanik adezyonu azalttığını öne sürmüşlerdir. Gümüş, amonyak ve florür iyonları içeren sıvı GDF tabakası CİS'in hem kimyasal bağlanmasını hem de mekanik kilitlenmesini olumsuz etkileyebilmektedir. Ek olarak, GDF'nin uygulandığı tedavi seansı sonrası başka bir seansta restoratif materyalin uygulanması ile GDF'nin etkinliğinin değerlendirilmesinin de mümkün olacağı

belirtilmiştir (269). Bu tez çalışmasında da tüm örnek gruplarında dentin smear tabakasını çıkarmak ve diş ile restorasyon arasındaki bağın artmasını sağlamak amacıyla kavite hazırlayıcı (Cavity Conditioner, GC, Tokyo, Japonya) kullanılmış ve Ng ve arkadaşlarının çalışmasına benzer şekilde restorasyonlar GDF uygulamasından hemen sonra veya 1 hafta sonra yapılmıştır. Bu tez çalışmasında, Ng ve ark.'nın çalışmasından farklı olarak GDF sonrası hemen CİS restorasyonu yapılan grup ile GDF'den 1 hafta sonra CİS yapılan grup arasında makaslama bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir. Sonuçlar arasındaki bu farklılığın Ng. ve ark.'nın çalışmasında süt dişleri yerine dentin tübül yapısı farklı olan sürekli azı dişleri kullanılmış olmasından ve çürük dişler yerine sağlam dişler kullanılıp yapay çürük lezyonları oluşturularak çalışma yapılmış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Aldosari ve Al-Sehaibany'nin çalışmasında, GDF uygulamasından sonra restorasyonun hemen veya 1 hafta sonra yapılmasının mikro çekme bağlanma dayanımına etkisi araştırılmıştır. Gruplar önce uygulanacak restoratif materyal çeşidine göre üç gruba (kompozit rezin, CİS, RMCİS) ayrılmış, sonrasında her grup üç alt gruba ayrılmıştır. Alt grup A: kontrol grubu-restoratif materyalin sağlam dentin üzerine uygulanması, alt grup B: demineralize dentine GDF uygulamasının ardından restorasyonun hemen yapılması, alt grup C: GDF uygulamasından 1 hafta sonra restorasyonun yapılması. En yüksek mikro çekme bağlanma dayanımı kompozit rezin grubunda gözlenmiş, bunu sırasıyla RMCİS ve CİS grubu takip etmiştir. Çoklu karşılaştırmalar değerlendirilmiş ve kullanılan restoratif materyalden bağımsız olarak, GDF uygulamasından 1 hafta sonra restorasyon yapılan gruplarda mikro çekme bağlanma dayanımında artış olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu artış kompozit uygulanan gruplarda istatistiksel olarak anlamlı değil iken, RMCİS ve geleneksel CİS uygulanan gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kırılma sonrası stereomikroskop ile kırık tipi incelemesi yapılmış ve en sık gözlenen kırık tipi adeziv kırık olarak saptanmıştır (270). Bu tez çalışmasında da Aldosari ve Al-Sehaibany'nin çalışmasında olduğu gibi restorasyonlar GDF uygulamasından hemen sonra veya 1 hafta sonra yapılmıştır. Bu tez çalışması da benzer şekilde GDF uygulamasından 1 hafta sonra yapılan restorasyonları içeren tüm gruplarda restoratif materyal ayrımı yapmaksızın bağlanma dayanımı değerlerinde artış gözlenmesine ve benzer şekilde en yüksek bağlanma dayanımı değerleri kompozit rezin ile restorasyon yapılan grupta

ölçülmesine karşın gruplar arasında bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir. Bu tez çalışmasının kırık tipi inceleme sonucunda ise Aldosari ve Al-Sehaibany'nin çalışmasından farklı olarak en çok karma kırık gözlenmiştir. Bunun nedeninin Aldosari ve Al-Sehaibany'nin çalışmasından farklı olarak bu çalışmada kavite hazırlayıcı ve universal bonding sistem (G-Premio bond) kullanılmasının olabileceği düşünülmüştür.

Abdullah ve ark.'nın GDF uygulaması sonrasında üç farklı restoratif materyalin süt dişi dentinine makaslama bağlanma dayanımını araştırdıkları çalışmada, restoratif materyal olarak CİS, rezin modifiye biyoaktif cam iyonmer (ACTIVA, Pulpdent Corp., Watertown, ABD) ve kompozit rezin kullanılmıştır. GDF uygulanan gruplarda restoratif materyaller ortalama makaslama bağlanma dayanımı değerleri açısından karşılaştırıldığında, kompozit grubunun rezin modifiye biyoaktif cam iyonmer grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek, CİS grubu ile ise benzer bağlanma dayanımı gösterdiği belirlenmiştir (279). Bu çalışmada da Abdullah ve ark.'nın çalışmasına benzer şekilde GDF uygulaması sonrası kompozit ya da CİS restoratif materyal uygulanması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Aldowsari ve ark.'nın GDF tedavisinden sonra üç ayrı restoratif materyalin makaslama bağlanma dayanımını araştırdıkları çalışmada restoratif materyal olarak RMCİS (Fuji IX, GC Corporation, Tokyo, Japonya), kendiliğinden adezivli bir restoratif materyal (Surefil One, Dentsply Sirona, Konstanz, Almanya) ve kompozit rezin (Neo Spectra ST LV, Dentsply Sirona, Charlotte, NC, ABD) kullanılmıştır. En yüksek bağlanma dayanımı kompozit rezin ile en düşük bağlanma dayanımı ise RMCİS ile restore edilen grupta gözlenmiştir. Bağlanma dayanımına ek olarak, örneklerin kırık yüzeyleri stereomikroskop altında x40 büyütme ile incelenmiştir. Başarısızlık tipine göre değerlendirme yapıldığında; kompozit rezin %100 oranında adeziv başarısızlık gösterirken, diğer gruplarda adeziv ve karma kırık tipleri gözlenmiştir. Sonuç olarak, kompozit rezin ile yapılan restorasyonun RMCİS ve kendiliğinden adezivli restoratif materyale göre GDF uygulanan demineralize dentin yüzeylerine istatistiksel olarak anlamlı derecede daha güçlü bir bağlanma dayanımı gösterdiği bildirilmiştir (280). Bu çalışmada da Aldowsari ve ark.'nın çalışmasında olduğu gibi en yüksek ortalama makaslama bağlanma dayanımı değerleri zaman ayrımı yapmaksızın (hem GDF uygulamasından hemen sonra yapılan hem de 1 hafta sonra yapılan restorasyonlarda)

kompozit ile restore edilen grupta gözlenmiş olmakla birlikte, bu fark Aldowsari ve ark.'nın çalışmasında olduğu gibi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu farklılığın, bu çalışmada Aldowsari ve ark.'nın çalışmasından farklı olarak sağlam sürekli diş yerine, çürük süt dişi kullanılmasına ve süt dişleri ve sürekli dişlerin tübül yapılarının farklılık göstermesine veya uygulanan bonding sistemi farklılığına bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Siqueira ve ark.'nın çalışmasında farklı GDF solüsyonlarının, farklı universal bonding ajanlarının ve farklı adezyon stratejilerinin bağlanma dayanımı üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan 69 adet çekilmiş, çürüksüz azı dişinde yapay çürük lezyonları oluşturulmuş ve 12 deney grubuna ayrılmıştır. GDF kullanımına ilişkin üç grup oluşturulmuştur: Grup 1: GDF uygulanmayan çürük dentin lezyonu (kontrol); Grup 2: %12'lik GDF (Cariestop Biodinâmica; Rio de Janeiro, Brezilya); Grup 3: %38'lik GDF (Riva Star, SDI, Bayswater, Avustralya). Universal bonding ajanı olarak Clearfil Universal Bond Quick (CUQ, Kuraray Noritake; Tokyo, Japonya) ve Scotchbond Universal (SBU, 3M Oral Care; St Paul, MN, ABD); adezyon stratejisi olarak etch-and-rinse ve self-etch adezyon stratejileri çalışmaya dahil edilmiştir. Uygulanan her iki GDF konsantrasyonu için, iki bonding ajanı da kontrollerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek ortalama bağlanma dayanımı göstermiştir. Bonding ajanları self-etch adezyon stratejisine göre kullanıldığında %38'lik GDF uygulanan grupta %12'lik GDF uygulanan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bağlanma dayanımı gözlenmiştir. Adezyon stratejileri karşılaştırıldığında ise anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Mikro çekme bağlanma dayanımı testi sonrasında örneklerin çoğunluğunda (%98) adeziv ve karma kırık gözlenmiştir. GDF uygulanan yüzeyde, fosforik asit öncesi gümüş iyonlarını içeren kalıntı smear tabakası gözlenmiş ve fosforik asit uygulamasından sonra bu parçacıkların daha fazlasının dentin tübüllerinde biriktiği gözlenmiştir. Özellikle %38'lik GDF uygulamasından sonra, asitleme öncesi, yüzeydeki mineral birikiminde önemli bir artış gözlenmiştir. Ca artışının GDF konsantrasyonu ile orantılı olduğu anlamına geldiği ve fazla Ca varlığında, self-etch adezyon stratejisinde adezivler ve dentin arasında daha fazla etkileşimin oluşmasının beklendiği bildirilmiştir. GDF uygulamasının, bağlanma dayanımını artırdığı ve yapay dentin çürük lezyonlarında mineralleri arttırmakta olduğu sonucuna varılmıştır (281). Bu çalışmada Siqueira ve ark.'nın çalışmasında başarılı bulunan GDF konsantrasyonu %38'lik GDF (Advantage

Arrest) ve universal bonding ajanının (G-Premio bond, GC, Tokyo, Japonya) self-etch uygulaması yapılmıştır. Siqueira ve ark.'nın çalışmasına benzer şekilde en çok karma ve adeziv kırık gözlenmiştir.

Salimian ve ark.'nın süt dişlerinde CİS restorasyon öncesi GDF uygulamasının makaslama bağlanma dayanımı üzerine etkisini etkisinin araştırdıkları çalışmada; 48 anterior sağlıklı süt dişi kullanılmış ve örnekler her biri 12 diştten oluşan dört gruba ayrılmıştır. Grup 1 kontrol grubu olup, sağlıklı süt dişlerinden oluşturulmuştur. Grup 2 örnekleri demineralize edilmiş ancak GDF uygulaması yapılmamıştır. Grup 3 ve Grup 4'te demineralize edilmiş örneklerle 10 sn boyunca %38'lik GDF uygulanmış ve 5 sn boyunca hava spreyi ile kurutulmuştur. GDF işlemlerinden sonra, Grup 4 örneklerinin yüzeysel minesini, cilalama diskleri (3M ESPE, USA) kullanılarak cilalanmış, ardından kısa süreliğine durulanmış ve 5 sn hava spreyi ile kurutulmuştur. Tüm gruplar yapay tükürük içinde saklanmış ve yüzey işleminden sonra, CİS (Fuji II, GC, Tokyo, Japonya) restorasyonundan önce 1 hafta boyunca 37°C'de inkübatörde bekletilmiştir. Ortalama makaslama bağlanma dayanımı değerlerinin kontrol grubunda üç deney grubuna göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Ortalama makaslama bağlanma dayanımı Grup 3'te (GDF ile tedavi edilen demineralize dişler) Grup 2'ye ve Grup 4'e göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Grup 2 ve Grup 4 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Kırık tiplerinin görülme sıklığı arasında anlamlı bir fark gözlenmediği bildirilmiştir. GDF uygulanmış demineralize mine yüzeyinde makaslama bağlanma dayanımı değerlerinde, GDF uygulanmamış demineralize mine yüzeyine göre anlamlı derecede artış olduğu ancak bu artan değerlerin sağlıklı diş minesindeki bağlanma dayanımı değerlerinden anlamlı derecede daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır (282). Bu çalışmada Salimian ve ark.'nın çalışmasından farklı olarak çürük süt dişlerinin dentin yüzeyleri kullanılmıştır. Ancak kullanılan GDF (Advantage Arrest, Elevete Oral Care LLC, Florida ABD) ve makaslama bağlanma dayanımı testi yöntemleri benzerlik göstermektedir. Salimian ve ark.'nın çalışmasında GDF uygulamasının CİS'in demineralize mineye bağlanma dayanımını artırmasının nedeninin HAp ve FHAp'ı organik matriks içinde tutması ve yüzey mikro sertliğini artırması olabileceği düşünülmektedir.

Jonna ve ark.'nın GDF ve KI çözeltisi uygulamasının kompozit rezinin çürük süt dişi dentinine mikro çekme bağlanma dayanımı üzerindeki etkisini araştırdıkları

çalışmada, proksimal veya oklüzal çürüklere sahip, en az iki yüzeyi sağlam olan 69 çürük süt azı dişi 3 gruba ayrılmıştır. Grup A örneklerine GDF (Fagamin, Tedequim SRL, Cordoba, Arjantin) + KI çözeltisi, Grup B örneklerine sadece GDF, Grup C örneklerine ise deiyonize su uygulaması yapılmıştır. Üç grup arasındaki mikro çekme bağlanma dayanımı değerleri Grup C'de en yüksek, ardından Grup B ve en az Grup A'da ölçülmüş ancak aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. GDF veya GDF + KI çözeltisinin uygulanmasının çürük süt dişlerinde kompozit rezin-dentin arayüzünün bağlanma dayanımı üzerinde engelleyici bir etkiye sahip olmadığı sonucuna varılmıştır (283). Bu çalışmada Jonna ve ark.'nın çalışmasında olduğu gibi doğal çürük dentinin mikro yapısı, yapay olarak demineralize edilmiş dentinden farklı olduğu için çürük süt dişleri kullanılmıştır. Jonna ve ark.'nın çalışmasındaki gruplar arası bağlanma dayanımı farklılıklarının anlamlı olmamasının sebebi grup içi örneklerin bağlanma dayanımı değerleri arasındaki farklılıklar olabileceği düşünülmektedir. Bu sapmanın nedeninin ise çalışmaya hem oklüzal hem de proksimal çürük içeren süt dişlerinin dahil edilmesi olabileceği düşünülmektedir. Dentin tübüllerinin yönünün bu iki bölgede farklı olması bağlanma dayanımları arasında değişikliğe yol açabilmektedir.

Uchil ve ark.'nın 3 farklı GDF uygulama protokolünün RMCİS'in çürük süt dişi dentinine mikro çekme bağlanma dayanımı üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, 36 sağlam süt azı dişi mikrobiyolojik çürük oluşturma sonrasında 4 gruba ayrılmıştır. Grup 1: Çürük dentin yüzeyi 20 sn %10'luk poliakrilik asit (GC Dentin Conditioner, GC Dental Corporation, Tokyo, Japonya) uygulaması ardından su ile yıkanmış ve bir pamuk pelet ile kurutulmuştur. Grup 2: Çürük dentin yüzeyine %38'lik GDF (Fagamin®, Tedequim Company, Córdoba, Arjantin) (44,800 ppm florür) uygulaması ardından su ile yıkanmıştır. Grup 3: Çürük dentin yüzeyine %37'lik fosforik asit (3M™ ESPE™ Scotchbond Etchant, 3M ESPE, St. Paul, Minnesota, ABD) uygulaması sonrası Grup 2'deki gibi %38'lik GDF uygulaması yapılmıştır. Grup 4: Çürük düz dentin yüzeyine Grup 3'teki gibi asit uygulaması ve Grup 2'deki gibi %38'lik GDF uygulaması ardından %10'luk KI çözeltisi uygulaması yapılmıştır. Çürük dentinin farklı yüzey işlemlerinden sonra 4 mm kalınlığında RMCİS (GC Gold Label Light Cured Universal Restorative Material, GC Corporation, Tokyo, Japonya) restorasyon yapılmıştır. Tamamlanan örnekler 7 gün distile suda bekletildikten sonra mikro çekme bağlanma dayanımı testi gerçekleştirilmiştir. Grup 1'in en düşük, Grup 3'ün en yüksek ortalama bağlanma dayanımı sahip olduğu ancak gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak

anlamalı olmadığı bildirilmiştir. Kırık tipini belirlemek için örnekler SEM (JSM-6380 LA, JEOL, Akishima, Japonya) ile incelenmiş ve en çok adeziv kırık ardından karma kırık gözlemlendiği bildirilmiştir. Grup 1 ile diğer grupların kırık tipleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur. GDF'nin asitle pürüzlendirme ve KI ile birlikte veya asitsiz olarak uygulanmasının, RMCİS'in süt dişlerinin çürük dentinine bağlanma dayanımını etkilemediği sonucuna varılmıştır (284). En yüksek bağlanma dayanımı değerlerinin Grup 3'te görülmesinin sebepleri; %37 fosforik asit uygulaması ile smear tabakasının kaldırılması ve GDF uygulamasının dentin tübüllerini Ag ile tıkamasının RMCİS'in mikromekanik bağlanmasını kolaylaştırması olabileceği düşünülmektedir. Grup 3 ve Grup 4'te karma kırıkların da görülmesinin sebebi olarak ise daha yüksek bağlanma dayanımına sahip olmaları düşünülmektedir. Bu çalışmada Uchil ve ark.'nın çalışmasında olduğu gibi çok adeziv kırık görülen grup, en düşük bağlanma dayanımına sahip olan grup olmuştur.

Intajak ve ark.'nın GDF uygulamasının farklı adezyon stratejileri ve farklı bonding ajanları ile kompozit rezinin bağlanma dayanımına etkisini inceledikleri çalışmada, örnekler GDF (Saforide, Bee brand Medico Dental, Osaka, Japonya) uygulanan ve uygulanmayan olmak üzere 2 ana gruba ayrılmıştır. Her grup farklı adezyon stratejisi ve bonding ajan kullanımına göre 6 alt gruba ayrılmıştır: Self-etch ve etch-and-rinse adezyon stratejisi, Scotchbond Universal Plus Bonding (SUP; 3 M ESPE, St Paul, MN, ABD), G2-Bond Universal Bonding (G2B; GC Corporation, Tokyo, Japonya) ve Clearfil Mega Bond 2 (MB2; Kuraray Noritake, Tokyo, Japonya). Etch-and-rinse sistemde %35'lik fosforik asit (Ultradent, South Jordan, UT, ABD) kullanılmıştır. Bonding ajanlarının uygulanmasından sonra 2 mm kalınlığında 2 kat rezin kompozit (Clearfil AP-X, Kuraray Noritake, Tokyo, Japonya) ile restorasyon yapılmıştır. Restorasyonu tamamlanan örneklerden 24 sa bekletmenin ardından mikro çekme bağlanma dayanımı testi için 1 x 1 mm² kesit alanına sahip numuneler oluşturulmuştur. Tüm gruplarda GDF uygulanmış dişlerde anlamlı derecede daha düşük bağlanma dayanımı gözlenmiştir. Etch-and-rinse adeziv stratejisi kullanıldığında bağlanma dayanımı değerlerinde bonding ajanları arasında anlamlı bir fark gözlenmemiş ancak self-etch adeziv stratejisi kullanıldığında G2-Bond Universal Bonding Scotchbond Universal Plus Bonding'ten anlamlı derecede yüksek bağlanma dayanımı gözlenmiştir. Bağlanma dayanımı testi sonrasında numunelerin kırık tipleri ışık mikroskobu (Magnifier Light, Asone, Osaka, Japonya) ile x20 büyütme ile

incelenmiştir. GDF uygulanmış gruplarda daha yüksek oranda adeziv kırık gözlenmiştir. GDF uygulamasının dentine bağlanma dayanımına olumsuz bir etki gösterdiği ve GDF uygulanmış dentinde etch-and-rinse adezyon stratejisi tercih edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır (285). Intajak ve ark.'nın çalışmasındaki GDF'nin bağlanma dayanımına olumsuz etki etmesinin, mikro yapısı çürük dişlerden farklı olan sağlam sürekli azı dişlerinin kullanılması ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür.

Muniz ve ark.'nın çürük dentin lezyonlarına GDF uygulamasından hemen sonra ve 2 yıl suda bekletme sonrası oluşturdıkları örneklerde dentine adezyon özelliklerinin değerlendirilmesi amacı ile gerçekleştirdikleri çalışmada, 96 sağlam azı dişi kullanılmış, yapay dentin çürükleri oluşturulmuş ve 12 deney grubuna ayrılmıştır. Çalışmada öncelikle GDF uygulamasına göre 3 ana grup oluşturulmuştur: GDF uygulanmayan çürük dentin lezyonu (kontrol), %12'lik GDF (Cariestop Biodinâmica; Rio de Janeiro, Brezilya), %38'lik GDF (Riva Star, SDI, Bayswater, Avustralya). Bu gruplar daha sonra uygulanan iki universal bonding ajanına ve bu bonding ajanlarının self-etch ve etch-and-rinse olarak uygulanma stratejilerine göre alt gruplara ayrılmıştır. Universal bonding ajanı olarak Clearfil Universal Bond Quick (CUQ, Kuraray Noritake; Tokyo, Japonya) ve Scotchbond Universal (SBU, 3M Oral Care; St Paul, MN, ABD) kullanılmıştır. GDF uygulamasından hemen sonra mikro çekme bağlanma dayanımı ölçülen gruplarda, adezyon stratejisi ve bonding ajanından bağımsız olarak tüm GDF uygulanan gruplarda dentine bağlanma dayanımının GDF uygulanmayan kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu gözlenmiştir. 2 yıllık suda bekletmenin ardından da GDF uygulanan deney gruplarında, kontrol grubuna göre daha yüksek ortalama bağlanma dayanımı değerleri gözlenmiştir. Scotchbond Universal bonding ajanı kullanılan gruplarda %12'lik ve %38'lik GDF konsantrasyonları arasında dentine bağlanma değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmez iken, Clearfil Universal Bond Quick kullanılan gruplarda %38'lik GDF %12'lik GDF'ye göre anlamlı derecede daha yüksek bir bağlanma dayanımı göstermiştir. Scotchbond Universal kullanılan gruplarda 2 yıl sonra bağlanma dayanımı değerlerinde anlamlı bir düşüş gözlenmezken Clearfil Universal Bond Quick kullanılan gruplarda 2 yıl sonra bağlanma dayanımı değerlerinde anlamlı bir düşüş gözlenmiştir. Genel olarak Scotchbond Universal kullanımının Clearfil Universal Bond Quick ile karşılaştırıldığında daha yüksek bağlanma dayanımı değeri ortalaması gösterdiği, etch-and-rinse ve self-etch adezyon stratejileri arasında ise anlamlı bir farkın gözlenmediği

bildirilmiştir (286). Muniz ve ark.'nın çalışmasındaki 2 yıl bekletmenin ardından ulaşılan sonuçlar çürükten etkilenmiş dentine farklı konsantrasyonlarda GDF uygulanmasının yıllar geçtikçe bağın gücünü korumak için de etkili bir yol olabileceğini düşündürmektedir.



6. SONUÇ

Bu tez çalışmasında, çürük süt azı dişlerine %38'lik GDF içeren remineralizasyon ajanı (Advantage Arrest, Elelete Oral Care LLC, Florida ABD) uygulanmış ve uygulama sonrası dişler hemen ya da 1 hafta sonra G-aenial Posterior Kompozit (GC Corporation Tokyo, Japan), Dyract XP kompomer (Dentsply Sirona, New York, ABD), Fuji IX GP CİS (GC Corporation Tokyo, Japan) ile restore edilmiş ve makaslama bağlanma dayanımı değerleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir:

- Gruplara göre zaman ayrımı yapmaksızın makaslama bağlanma dayanımı ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,038$)
- Gruplara ait çoklu karşılaştırma sonucu incelendiğinde CİS ile kompomer grupları arasında ($p=0,436$) ve kompozit rezin ile CİS grupları arasında ($p=0,348$) makaslama bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiş, kompozit rezin grubunun ise kompomer grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bağlanma dayanımı gösterdiği belirlenmiştir ($p=0,029$).
- Tüm restoratif materyaller için GDF'den 1 hafta sonra yapılan restorasyonlarda GDF uygulamasından hemen sonra yapılanlara göre makaslama bağlanma dayanımı değerleri artmış olmakla birlikte bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.
- Grup zaman etkileşimine göre ortalama makaslama bağlanma değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,850$). Her iki zaman değişkeninde de en yüksek makaslama bağlanma dayanımı değerleri kompozit rezin restorasyon grubunda, sonra CİS restorasyon, en düşük ise kompomer restorasyon grubunda ölçülmüştür.
- En düşük makaslama bağlanma dayanımı değerleri GDF uygulamasından hemen sonra kompomer ile restorasyon uygulanan grupta ölçülmüştür.
- En yüksek makaslama bağlanma dayanımı değerleri GDF uygulamasından 1 hafta sonra kompozit rezin ile restorasyon uygulanan grupta ölçülmüştür.

- Zaman ayrımı yapmaksızın restoratif materyal olarak CİS kullanılan örneklerde en çok gözlemlenen karma kırık olmuştur. Onu sırasıyla koheziv ve adeziv kırık izlemiştir. Zamanlara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=0,584$).
- Zaman ayrımı yapmaksızın restoratif materyal olarak kompomer kullanılan örneklerde eşit oranda adeziv ve karma kırık gözlemlenmiştir. Zamanlara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=0,157$).
- Zaman ayrımı yapmaksızın restoratif materyal olarak kompozit rezin kullanılan örneklerde en çok gözlemlenen karma kırık olmuştur. Onu sırasıyla adeziv ve koheziv kırık izlemiştir. Zamanlara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=0,565$).
- Restoratif materyal ayrımı yapmaksızın GDF uygulamasından hemen sonra restorasyon yapılan örneklerde en çok karma kırık, sonra adeziv kırık, en az koheziv kırık gözlenmiştir. Restoratif materyal ayrımı yapmaksızın GDF uygulamasından 1 hafta sonra restorasyon yapılan örneklerde en çok karma kırık, sonra adeziv kırık, en az koheziv kırık gözlenmiştir. Zamanlara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=0,338$).
- GDF uygulamasından 1 hafta sonra yapılan restorasyonlarda; gruplara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=0,255$).
- GDF uygulamasından hemen sonra yapılan restorasyonlarda; gruplara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=0,076$).
- Zaman ayrımı yapmaksızın; gruplara göre kırık tiplerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p=0,016$). Bu farklılık gruplara göre karma kırık görülme oranlarında gözlenmiştir. Restoratif materyal olarak CİS uygulanan gruplarda karma kırık görülme oranı diğer gruplardan anlamlı bir farklılık göstermiştir.

KAYNAKLAR

1. Pitts NB, Twetman S, Fisher J, Marsh PD. Understanding dental caries as a non-communicable disease. *British Dental Journal* 2021;231:749-753.
2. Vos T, Abajobir AA, Abate KH, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet* 2017;390:1211-1259.
3. Andropoulos DB, Greene MF. Anesthesia and developing brains—implications of the FDA warning. *New England Journal of Medicine* 2017;376:905-907.
4. Wakhloo T, Reddy SG, Sharma SK, Chug A, Dixit A, Thakur K. Silver diamine fluoride versus atraumatic restorative treatment in pediatric dental caries management: A systematic review and meta-analysis. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry* 2021;11:367.
5. Crystal YO, Niederman R. Silver diamine fluoride treatment considerations in children's caries management. *Pediatric Dentistry* 2016;38:466-471.
6. Natarajan D. Silver Modified Atraumatic Restorative Technique: A Way Towards “SMART” Pediatric Dentistry During the COVID-19 Pandemic. *Frontiers in Dentistry* 2022;19.
7. Mei ML, Lo EC, Chu C. Arresting dentine caries with silver diamine fluoride: what's behind it? *Journal of Dental Research* 2018;97:751-758.
8. Zhao IS, Gao SS, Hiraishi N, et al. Mechanisms of silver diamine fluoride on arresting caries: a literature review. *International Dental Journal* 2018;68:67-76.
9. Zheng FM, Yan IG, Duangthip D, Gao SS, Lo ECM, Chu CH. Silver diamine fluoride therapy for dental care. *Japanese Dental Science Review* 2022;58:249-257.
10. Wakshlak RB-K, Pedahzur R, Avnir D. Antibacterial activity of silver-killed bacteria: the "zombies" effect. *Scientific Reports* 2015;5:9555.
11. Knight G, McIntyre J, Craig G, Mulyani, Zilm P, Gully N. Differences between normal and demineralized dentine pretreated with silver fluoride and potassium iodide after an in vitro challenge by *Streptococcus mutans*. *Australian Dental Journal* 2007;52:16-21.

12. Mei ML, Ito L, Cao Y, Li Q, Lo EC, Chu C. Inhibitory effect of silver diamine fluoride on dentine demineralisation and collagen degradation. *Journal of Dentistry* 2013;41:809-817.
13. Mei ML, Li Q-l, Chu C-H, Lo E-M, Samaranayake LP. Antibacterial effects of silver diamine fluoride on multi-species cariogenic biofilm on caries. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials* 2013;12:1-7.
14. Rosenblatt A, Stamford T, Niederman R. Silver diamine fluoride: a caries “silver-fluoride bullet”. *Journal of Dental Research* 2009;88:116-125.
15. Kidd E, Fejerskov O, Nyvad B. Infected dentine revisited. *Dental Update* 2015;42:802-809.
16. American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD). Caries-risk assessment and management for infants, children, and adolescents. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*. Chicago, Ill.: American Academy of Pediatric Dentistry. 2020:243-247.
17. Dean JA. McDonald and Avery's dentistry for the child and adolescent-E-book: Elsevier Health Sciences, 2021.
18. Kilian M, Chapple I, Hannig M, et al. The oral microbiome—an update for oral healthcare professionals. *British Dental Journal* 2016;221:657-666.
19. Marsh P. In sickness and in health—what does the oral microbiome mean to us? An ecological perspective. *Advances in Dental Research* 2018;29:60-65.
20. Fisher-Owens SA, Gansky SA, Platt LJ, et al. Influences on children's oral health: a conceptual model. *Pediatrics* 2007;120:e510-e520.
21. Featherstone J. The continuum of dental caries—evidence for a dynamic disease process. *Journal of Dental Research* 2004;83:39-42.
22. Featherstone J, Fontana M, Wolff M. Novel anticaries and remineralization agents: future research needs. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA; 2018. p. 125-127.
23. Twetman S. Prevention of dental caries as a non-communicable disease. *European Journal of Oral Sciences* 2018;126:19-25.
24. Pereira DFA, Seneviratne CJ, Koga-Ito CY, Samaranayake LP. Is the oral fungal pathogen *Candida albicans* a cariogen? *Oral Diseases* 2018;24:518-526.
25. Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, et al. Dental caries. *Nature reviews Disease primers* 2017;3:1-16.

26. Featherstone JD. The science and practice of caries prevention. *The Journal of the American Dental Association* 2000;131:887-899.
27. Gil-Bona A, Bidlack FB. Tooth enamel and its dynamic protein matrix. *International Journal of Molecular Sciences* 2020;21:4458.
28. Guerrieri A, Gaucher C, Bonte E, Lasfargues J. Minimal intervention dentistry: part 4. Detection and diagnosis of initial caries lesions. *British Dental Journal* 2012;213:551-557.
29. Roopa KB, Pathak S, Poornima P, Neena IE. White spot lesions: A literature review. *J Pediatr Dent* 2015;3:1-7.
30. Welbury R, Duggal MS, Hosey MT. *Paediatric dentistry*: Oxford university press, 2018:97-100.
31. Robinson C, Shore RC, Brookes SJ, Strafford S, Wood S, Kirkham J. The chemistry of enamel caries. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine* 2000;11:481-495.
32. Dhiab, Azmi Ben. Management of Post Orthodontic White Spot Lesions. MS thesis. Egas Moniz School of Health & Science (Portugal), 2021.
33. Kidd EA, Fejerskov O. *Essentials of dental caries*: Oxford University Press, 2016.
34. Goldberg M, Kulkarni AB, Young M, Boskey A. Dentin: Structure, Composition and Mineralization: The role of dentin ECM in dentin formation and mineralization. *Frontiers in Bioscience (Elite edition)* 2011;3:711.
35. Guirado E, George A. Dentine matrix metalloproteinases as potential mediators of dentine regeneration. *European Cells & Materials* 2021;42:392.
36. Grawish ME, Grawish LM, Grawish HM, et al. Demineralized dentin matrix for dental and alveolar bone tissues regeneration: an innovative scope review. *Tissue Engineering and Regenerative Medicine* 2022;19:687-701.
37. Um I-W, Kim Y-K, Mitsugi M. Demineralized dentin matrix scaffolds for alveolar bone engineering. *The Journal of the Indian Prosthodontic Society* 2017;17:120.
38. Pajor K, Pajchel L, Kolmas J. Hydroxyapatite and fluorapatite in conservative dentistry and oral implantology—A review. *Materials* 2019;12:2683.

39. Bertassoni LE, Habelitz S, Kinney J, Marshall SJ, Marshall Jr GW. Biomechanical perspective on the remineralization of dentin. *Caries Research* 2009;43:70-77.
40. Imbeni V, Kruzic J, Marshall G, Marshall S, Ritchie R. The dentin–enamel junction and the fracture of human teeth. *Nature Materials* 2005;4:229-232.
41. MacDougall M, Slavkin H, Zeichner-David M. Characteristics of phosphorylated and non-phosphorylated dentine phosphoprotein. *Biochemical Journal* 1992;287:651-655.
42. Schilke R, Lisson JA, Bauß O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Archives of Oral Biology* 2000;45:355-361.
43. Banerjee A. Minimal intervention dentistry: part 7. Minimally invasive operative caries management: rationale and techniques. *British Dental Journal* 2013;214:107-111.
44. Innes N, Frencken JE, Bjørndal L, et al. Managing carious lesions: consensus recommendations on terminology. *Advances in Dental Research* 2016;28:49-57.
45. Costa AR, Garcia-Godoy F, Correr-Sobrinho L, et al. Influence of different dentin substrate (caries-affected, caries-infected, sound) on long-term μ TBS. *Brazilian Dental Journal* 2017;28:16-23.
46. Beltrami G. Les dents noires des tout-petits. *Siècle medical* 1932;1.
47. Tinanoff N. Introduction to the Early Childhood Caries Conference: initial description and current understanding. *Community Dentistry and Oral Epidemiology* 1998;26:5-7.
48. Tinanoff N, O'Sullivan DM. Early childhood caries: overview and recent findings. *Pediatric Dentistry* 1997;19:12-16.
49. American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD). Policy on Early Childhood Caries (ECC): consequences and preventive strategies. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry* Chicago, Ill. 2022;90:3.
50. Pitts NB, Baez RJ, Diaz-Guillory C, et al. Early childhood caries: IAPD Bangkok declaration. *Journal of Dentistry for Children (Chicago, Ill)* 2019;86:72.
51. ACDS C. Treatment of early childhood caries: a review and case report. *General Dentistry* 2000.

52. Foster T, Perinpanayagam H, Pfaffenbach A, Certo M. Recurrence of early childhood caries after comprehensive treatment with general anesthesia and follow-up. *Journal of Dentistry for Children* 2006;73:25-30.
53. Abebe GM. Oral biofilm and its impact on oral health, psychological and social interaction. *Int J Oral Dent Health* 2021;7:127.
54. O'Connell L. Dynamics of the Supragingival Dental Plaque Microbiome and Its Implications in Early Childhood Caries (ECC). 2022.
55. Anil S, Anand PS. Early childhood caries: prevalence, risk factors, and prevention. *Frontiers in Pediatrics* 2017;5:157.
56. Tinanoff N, Baez RJ, Diaz Guillory C, et al. Early childhood caries epidemiology, aetiology, risk assessment, societal burden, management, education, and policy: Global perspective. *International Journal of Paediatric Dentistry* 2019;29:238-248.
57. Jain M, Namdev R, Bodh M, Dutta S, Singhal P, Kumar A. Social and behavioral determinants for early childhood caries among preschool children in India. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects* 2015;9:115.
58. Olczak-Kowalczyk D, Gozdowski D, Turska-Szybka A. Protective factors for early childhood caries in 3-year-old children in Poland. *Frontiers in Pediatrics* 2021;9:583660.
59. Neel E, Aljabo A, Strange A, Ibrahim S, Coathup M, Young A. & Mudera, V.(2016). Demineralization–remineralization dynamics in teeth and bone. *International Journal of Nanomedicine*;11:4743.
60. Shahmoradi M, Bertassoni LE, Elfallah HM, Swain M. Fundamental structure and properties of enamel, dentin and cementum. *Advances in Calcium Phosphate Biomaterials* 2014:511-547.
61. Uysal S. Derleme: başlangıç mine lezyonlarının remineralizasyonunda kullanılan ajanlar. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.* 2018;45(3):201-210
62. Görken F, Erdem A, İkikarakayalı G, Sepet E. Nano-hidroksiapatitli (n-hap) diş macunlarının mine remineralizasyonu üzerine etkileri. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry* 2013;47:81-88.
63. Hicks J, Garcia-Godoy F, Flaitz C. Biological factors in dental caries enamel structure and the caries process in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 2). *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2005;28:119-124.

64. Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E. Pathology of dental caries. Dental caries: the disease and its clinical management 2008;3:7-9.
65. Ten Cate J, Buzalaf MAR. Fluoride mode of action: Once there was an observant dentist. Journal of Dental Research 2019;98:725-730.
66. Rao A, Malhotra N. The role of remineralizing agents in dentistry: a review. Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ: 1995) 2011;32:26-33; quiz 34, 36.
67. Kamath P, Nayak R, Kamath SU, Pai D. A comparative evaluation of the remineralization potential of three commercially available remineralizing agents on white spot lesions in primary teeth: An: in vitro: study. Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry 2017;35:229-237.
68. Kinney J, Habelitz S, Marshall S, Marshall G. The importance of intrafibrillar mineralization of collagen on the mechanical properties of dentin. Journal of Dental Research 2003;82:957-961.
69. Angker L, Nijhof N, Swain MV, Kilpatrick NM. Influence of hydration and mechanical characterization of carious primary dentine using an ultra-micro indentation system (UMIS). European Journal of Oral Sciences 2004;112:231-236.
70. Weiner S, Wagner HD. The material bone: structure-mechanical function relations. Annual Review of Materials Science 1998;28:271-298.
71. Hicks J, Garcia-Godoy F, Flaitz C. Biological factors in dental caries: role of remineralization and fluoride in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 3). Journal of Clinical Pediatric Dentistry 2004;28:203-214.
72. Yanagisawa T, Miake Y. High-resolution electron microscopy of enamel-crystal demineralization and remineralization in carious lesions. Microscopy 2003;52:605-613.
73. Torres CRG, Borges AB, Torres LMS, Gomes IS, de Oliveira RS. Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on the colour masking of white spot lesions. Journal of Dentistry 2011;39:202-207.
74. ten Cate J. Contemporary perspective on the use of fluoride products in caries prevention. British Dental Journal 2013;214:161-167.
75. Quock RL. Dental caries: a current understanding and implications. Journal of Nature and Science 2015;1:27.

76. Cao Y, Mei ML, Li Q-L, Lo ECM, Chu CH. Agarose hydrogel biomimetic mineralization model for the regeneration of enamel prismlike tissue. *ACS Applied Materials & Interfaces* 2014;6:410-420.
77. Ning TY, Xu XH, Zhu LF, et al. Biomimetic mineralization of dentin induced by agarose gel loaded with calcium phosphate. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials* 2012;100:138-144.
78. Nimbeni SB, Nimbeni BS, Divakar DD. Role of chitosan in remineralization of enamel and dentin: A systematic review. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2021;14:562.
79. Buzalaf MAR, Pessan JP, Honório HM, Ten Cate JM. Mechanisms of action of fluoride for caries control. *Fluoride and the Oral Environment* 2011;22:97-114.
80. Anil A, Ibraheem WI, Meshni AA, Preethanath R, Anil S. Demineralization and Remineralization Dynamics and Dental Caries. *Dental Caries-The Selection of Restoration Methods and Restorative Materials: IntechOpen*; 2022.
81. Lena Sezici Y, Yetkiner E, Aykut Yetkiner A, Eden E, Attin R. Comparative evaluation of fluoride varnishes, self-assembling peptide-based remineralization agent, and enamel matrix protein derivative on artificial enamel remineralization in vitro. *Progress in Orthodontics* 2021;22:1-12.
82. Gangrade A, Gade V, Patil S, Gade J, Chandhok D, Thakur D. In vitro evaluation of remineralization efficacy of different calcium-and fluoride-based delivery systems on artificially demineralized enamel surface. *Journal of Conservative Dentistry: JCD* 2016;19:328.
83. Lynch RM, Navada R, Walia R. Low-levels of fluoride in plaque and saliva and their effects on the demineralisation and remineralisation of enamel; role of fluoride toothpastes. *International Dental Journal* 2004;54:304-309.
84. Soi S, Vinayak V, Singhal A, Roy S. Fluorides and their role in demineralization and remineralization. *J Dent Sci Oral Rehabil* 2013;14:19-21.
85. Amaechi BT, AbdulAzees PA, Alshareif DO, et al. Comparative efficacy of a hydroxyapatite and a fluoride toothpaste for prevention and remineralization of dental caries in children. *BDJ open* 2019;5:18.
86. Nunes GP, Danelon M, Pessan JP, et al. Fluoride and trimetaphosphate association as a novel approach for remineralization and antiproteolytic activity in dentin tissue. *Archives of Oral Biology* 2022;142:105508.

87. Toledano M, Nieto-Aguilar R, Osorio R, et al. Differential expression of matrix metalloproteinase-2 in human coronal and radicular sound and carious dentine. *Journal of Dentistry* 2010;38:635-640.
88. Danelon M, Pessan JP, Santos VRd, et al. Fluoride toothpastes containing micrometric or nano-sized sodium trimetaphosphate reduce enamel erosion in vitro. *Acta Odontologica Scandinavica* 2018;76:119-124.
89. Emerenciano NG, Delbem ACB, Pessan JP, et al. In situ effect of fluoride toothpaste supplemented with nano-sized sodium trimetaphosphate on enamel demineralization prevention and biofilm composition. *Archives of Oral Biology* 2018;96:223-229.
90. Favretto CO, Delbem ACB, Moraes JCS, Camargo ER, de Toledo PTA, Pedrini D. Dentinal tubule obliteration using toothpastes containing sodium trimetaphosphate microparticles or nanoparticles. *Clinical Oral Investigations* 2018;22:3021-3029.
91. Burwell A, Jennings D, Greenspan DC. NovaMin and dentin hypersensitivity--in vitro evidence of efficacy. *The Journal of Clinical Dentistry* 2010;21:66-71.
92. Kulal R, Jayanti I, Sambashivaiah S, Bilchodmath S. An in-vitro comparison of nano hydroxyapatite, novamin and proargin desensitizing toothpastes-A SEM study. *Journal of Clinical And Diagnostic Research: JCDR* 2016;10:ZC51.
93. Wang Z, Jiang T, Sauro S, et al. The dentine remineralization activity of a desensitizing bioactive glass-containing toothpaste: an in vitro study. *Australian Dental Journal* 2011;56:372-381.
94. Brunton P, Davies R, Burke J, et al. Treatment of early caries lesions using biomimetic self-assembling peptides—a clinical safety trial. *British Dental Journal* 2013;215:E6-E6.
95. Dawasaz AA, Togoo RA, Mahmood Z, Azlina A, Thirumulu Ponnuraj K. Effectiveness of self-assembling peptide (P11-4) in dental hard tissue conditions: A comprehensive review. *Polymers* 2022;14:792.
96. Wierichs RJ, Carvalho T, Wolf TG. Efficacy of a self-assembling peptide to remineralize initial caries lesions-A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry* 2021;109:103652.
97. Pepla E, Besharat LK, Palaia G, Tenore G, Migliau G. Nano-hydroxyapatite and its applications in preventive, restorative and regenerative dentistry: a review of literature. *Annali di Stomatologia* 2014;5:108.

98. Anil A, Ibraheem WI, Meshni AA, Preethanath RS, Anil S. Nano-hydroxyapatite (nHAp) in the remineralization of early dental caries: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022;19:5629.
99. Verma P, Muthuswamy Pandian S. Bionic effects of nano hydroxyapatite dentifrice on demineralised surface of enamel post orthodontic debonding: in-vivo split mouth study. *Progress in Orthodontics* 2021;22:1-8.
100. Tschoppe P, Zandim DL, Martus P, Kielbassa AM. Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. *Journal of Dentistry* 2011;39:430-437.
101. Rubel M, Prashant G, Naveen Kumar P, et al. Effect of grape seed extract on remineralization of artificial caries: An in-vitro study. *Asian J Pharm Clin Res* 2016;9:174-176.
102. Tang C-f, Fang M, Liu R-r, et al. The role of grape seed extract in the remineralization of demineralized dentine: micromorphological and physical analyses. *Archives of Oral Biology* 2013;58:1769-1776.
103. Benjamin S, Sharma R, Thomas SS, Nainan MT. Grape seed extract as a potential remineralizing agent: a comparative in vitro study. *J Contemp Dent Pract* 2012;13:425-430.
104. Wang Y, Green A, Yao X, et al. Cranberry juice extract rapidly protects demineralized dentin against digestion and inhibits its gelatinolytic activity. *Materials* 2021;14:3637.
105. Delimont NM, Carlson BN. Prevention of dental caries by grape seed extract supplementation: a systematic review. *Nutrition and Health* 2020;26:43-52.
106. Premnath P, John J, Manchery N, Subbiah GK, Nagappan N, Subramani P. Effectiveness of theobromine on enamel remineralization: A comparative in-vitro study. *Cureus* 2019;11.
107. Taneja V, Nekkanti S, Gupta K, Hassija J. Remineralization potential of theobromine on artificial carious lesions. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry* 2019;9:576.
108. Shawky R, Khattab N. Evaluation of the remineralizing effect of theobromine and fluoride using scanning electron microscope. *Egyptian Dental Journal* 2021;67:119-126.

109. Lakshmi A, Vishnurekha C, Baghkomeh PN. Effect of theobromine in antimicrobial activity: An in vitro study. *Dental Research Journal* 2019;16:76.
110. Amaechi BT, Mathews SM, Mensinkai PK. Effect of theobromine-containing toothpaste on dentin tubule occlusion in situ. *Clinical Oral Investigations* 2015;19:109-116.
111. Elmalawany LM, Sherief DI, Alian GA. Theobromine versus casein phosphopeptides/Amorphous calcium phosphate with fluoride as remineralizing agents: effect on resin-dentine bond strength, microhardness, and morphology of dentine. *BMC Oral Health*. 2023 Jul 4;23(1):447.
112. Arnaud TMS, de Barros Neto B, Diniz FB. Chitosan effect on dental enamel remineralization: an in vitro evaluation. *Journal of Dentistry* 2010;38:848-852.
113. Muşat V, Anghel EM, Zaharia A, et al. A chitosan–agarose polysaccharide-based hydrogel for biomimetic remineralization of dental enamel. *Biomolecules* 2021;11:1137.
114. Zaharia A, Muşat V, Anghel EM, et al. Biomimetic chitosan-hydroxyapatite hybrid biocoatings for enamel remineralization. *Ceramics International* 2017;43:11390-11402.
115. Zhang Q, Guo J, Huang Z, Mai S. Promotion Effect of Carboxymethyl Chitosan on Dental Caries via Intrafibrillar Mineralization of Collagen and Dentin Remineralization. *Materials* 2022;15:4835.
116. Hamdi K, Hamama HH, Motawea A, Fawzy A, Mahmoud SH. Remineralization of early enamel lesions with a novel prepared tricalcium silicate paste. *Scientific Reports* 2022;12:9926.
117. Dong Z, Chang J, Joiner A, Sun Y. Tricalcium silicate induces enamel remineralization in human saliva. *Journal of Dental Sciences* 2013;8:440-443.
118. Hamdi K, Hamama HH, Motawea A, Fawzy A, Mahmoud SH. Long-term evaluation of early-enamel lesions treated with novel experimental tricalcium silicate paste: A 2-year randomized clinical trial. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2022;34:1113-1121.
119. Wang Y, Li X, Chang J, Wu C, Deng Y. Effect of tricalcium silicate (Ca_3SiO_5) bioactive material on reducing enamel demineralization: An in vitro pH-cycling study. *Journal of Dentistry* 2012;40:1119-1126.

120. Li X, De Munck J, Yoshihara K, et al. Re-mineralizing dentin using an experimental tricalcium silicate cement with biomimetic analogs. *Dental Materials* 2017;33:505-513.
121. Kim JS, Kuk E, Yu KN, et al. Antimicrobial effects of silver nanoparticles. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine* 2007;3:95-101.
122. Percival SL, Bowler P, Russell D. Bacterial resistance to silver in wound care. *Journal of Hospital Infection* 2005;60:1-7.
123. Savaş S, Küçükyılmaz E. Diş hekimliğinde kullanılan remineralizasyon ajanları ve çürük önleyici ajanlar. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2014;24:113-125.
124. Peng J-Y, Botelho M, Matinlinna J. Silver compounds used in dentistry for caries management: a review. *Journal of Dentistry* 2012;40:531-541.
125. Jung WK, Koo HC, Kim KW, Shin S, Kim SH, Park YH. Antibacterial activity and mechanism of action of the silver ion in *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Applied and Environmental Microbiology* 2008;74:2171-2178.
126. KARAHAN M, ELİAÇIK B. Çocuk Diş Hekimliğinde Gümüş Diamin Florürün Kullanımı. *Medical Research Reports* 2021;4:37-48.
127. Sarvas E. The history and use of silver diamine fluoride in dentistry: a review. *Journal of the California Dental Association* 2018;46:19-22.
128. Gao SS, Zhang S, Mei ML, Lo EC-M, Chu C-H. Caries remineralisation and arresting effect in children by professionally applied fluoride treatment—a systematic review. *BMC Oral Health* 2016;16:1-9.
129. American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD). Policy on the Use of Silver Diamine Fluoride for Pediatric Dental Patients. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry* Chicago, Ill. 2019:57-63.
130. Contreras V, Toro MJ, Elías-Boneta AR, Encarnación-Burgos MA. Effectiveness of silver diamine fluoride in caries prevention and arrest: a systematic literature review. *General Dentistry* 2017;65:22.
131. Greenwall-Cohen J, Greenwall L, Barry S. Silver diamine fluoride-an overview of the literature and current clinical techniques. *British Dental Journal* 2020;228:831-838.
132. Burgess J, Vaghela P. Silver diamine fluoride: a successful anticarious solution with limits. *Advances in Dental Research* 2018;29:131-134.

133. de Almeida Piovesan ÉT, Alves JB, Ribeiro CDPV, Massignan C, Bezerra ACB, Leal SC. Is silver diamine fluoride effective in reducing dentin hypersensitivity? A systematic review. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects* 2023;17:63.
134. Law A, Messer H. An evidence-based analysis of the antibacterial effectiveness of intracanal medicaments. *Journal of Endodontics* 2004;30:689-694.
135. Mei ML, Lo E, Chu C-H. Clinical use of silver diamine fluoride in dental treatment. *Compend Contin Educ Dent* 2016;37:93-98.
136. Hiraishi N, Yiu CK, King NM, Tagami J, Tay FR. Antimicrobial efficacy of 3.8% silver diamine fluoride and its effect on root dentin. *Journal of Endodontics* 2010;36:1026-1029.
137. Grandjean M-L, Maccarone NR, McKenna G, Müller F, Srinivasan M. Silver Diamine Fluoride (SDF) in the management of root caries in elders: a systematic review and meta-analysis. *Swiss Dental Journal* 2021;131:417-424.
138. Oliveira BH, Cunha-Cruz J, Rajendra A, Niederman R. Controlling caries in exposed root surfaces with silver diamine fluoride: A systematic review with meta-analysis. *The Journal of the American Dental Association* 2018;149:671-679. e671.
139. Mitchell C, Gross AJ, Milgrom P, Mancl L, Prince DB. Silver diamine fluoride treatment of active root caries lesions in older adults: A case series. *Journal of Dentistry* 2021;105:103561.
140. Soni A, Paul S, Sachdeva P. Silver diamine fluoride as a minimally invasive and aerosol free approach in pediatric dentistry: An extensive case series. *Contemp Pediatr Dent* 2021;2:42-54.
141. Food U, Administration D. FDA drug safety communication: FDA approves label changes for use of general anesthetic and sedation drugs in young children. *US Food Drug Adm Drug Saf Commun* 2017.
142. Seifo N, Robertson M, MacLean J, et al. The use of silver diamine fluoride (SDF) in dental practice. *British Dental Journal* 2020;228:75-81.
143. Jain M, Jain V, Agarwal N. A review on application of silver diamine fluoride in dentistry. *Int J Oral Health Dent* 2018;4:58-62.
144. Yamaga R. Diamine silver fluoride and its clinical application. *J Osaka Univ Dent Sch* 1972;12:1-20.

145. Mei ML, Ito L, Cao Y, Li Q, Chu C, Lo EC. The inhibitory effects of silver diamine fluorides on cysteine cathepsins. *Journal of Dentistry* 2014;42:329-335.
146. Shah S, Bhaskar V, Venkatraghavan K, Choudhary P, Trivedi K. Silver diamine fluoride: a review and current applications. *Journal of Advanced Oral Research* 2014;5:25-35.
147. Deshpande S, Reche A, Madhu PP, Chhabra KG, Mutyalwar S. Applications of Silver Diamine Fluoride in Dentistry. *Journal of Pharmaceutical Research International* 2021;33:163-170.
148. Singh M, Agrawal N, Ghosh J, Bhattacharya M. Silver Diamine Fluoride: A Magic Bullet. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research* 2022;10:87-91.
149. Kim S, Nassar M, Tamura Y, et al. The effect of reduced glutathione on the toxicity of silver diamine fluoride in rat pulpal cells. *Journal of Applied Oral Science* 2021;29.
150. Bimstein E, Damm D. Human primary tooth histology six months after treatment with silver diamine fluoride. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2018;42:442-444.
151. Knight G, McIntyre J, Craig G, Mulyani, Zilm P, Gully N. An in vitro model to measure the effect of a silver fluoride and potassium iodide treatment on the permeability of demineralized dentine to *Streptococcus mutans*. *Australian Dental Journal* 2005;50:242-245.
152. Hu S, Meyer B, Duggal M. A silver renaissance in dentistry. *European Archives of Paediatric Dentistry* 2018;19:221-227.
153. Lansdown AB. Silver in health care: antimicrobial effects and safety in use. *Biofunctional Textiles and the Skin* 2006;33:17-34.
154. Jennings MC, Minbiole KP, Wuest WM. Quaternary ammonium compounds: an antimicrobial mainstay and platform for innovation to address bacterial resistance. *ACS Infectious Diseases* 2015;1:288-303.
155. Horst JA, Ellenikiotis H, Milgrom PL. UCSF protocol for caries arrest using silver diamine fluoride: rationale, indications and consent. *Journal of the California Dental Association* 2016;44:17-28.

156. Antonioni MB, Fontana M, Salzmann LB, Inglehart MR. Pediatric dentists' silver diamine fluoride education, knowledge, attitudes, and professional behavior: a national survey. *Journal of Dental Education* 2019;83:173-182.
157. Ahmad M, Khattab N, Amer M. Radiographic assessment of silver modified atraumatic restorative technique in comparison to atraumatic restorative technique. *Egyptian Dental Journal* 2022;68:1183-1190.
158. Crystal YO, Janal MN, Hamilton DS, Niederman R. Parental perceptions and acceptance of silver diamine fluoride staining. *The Journal of the American Dental Association* 2017;148:510-518. e514.
159. Wajahat M, Abbas B, Tariq K, Imran E, Aslam S, Khurshid Z. Parental perception of silver diamine fluoride for the management of dental caries. *Journal of Taibah University Medical Sciences* 2022;17:408-414.
160. Seifo N, Cassie H, Radford J, Innes N. "I guess it looks worse to me, it doesn't look like there's been a problem solved but obviously there is": a qualitative exploration of children's and their parents' views of silver diamine fluoride for the management of carious lesions in children. *BMC Oral Health* 2021;21:1-10.
161. Arachchige APL, Sultan A, Herath C. Silver diamine fluoride for early childhood caries-A boon for dentists during COVID-19 pandemic.
162. Guide C. Silver diamine fluoride in the management of dental caries lesions. *Pediatr Dent* 2017;39:478-479.
163. Modasia R, Modasia D. Application of silver diamine fluoride as part of the atraumatic restorative technique. *BDJ Student* 2021;28:42-43.
164. Zheng FM, Yan IG, Duangthip D, Lo ECM, Gao SS, Chu CH. Caries Prevention Using Silver Diamine Fluoride: A 12-Month Clinical Trial. *International Dental Journal* 2023.
165. Martin H, Patterson B, Mittermuller B-A, Lee V, Moffatt ME. The effectiveness of silver diamine fluoride and fluoride varnish in arresting caries in young children and associated oral health-related quality of life. *J Can Dent Assoc* 2020;86:1488-2159.
166. Zhi QH, Lo ECM, Lin HC. Randomized clinical trial on effectiveness of silver diamine fluoride and glass ionomer in arresting dentine caries in preschool children. *Journal of Dentistry* 2012;40:962-967.

167. Ruff RR, Whittemore R, Grochecki M, Bateson J, Barry Godín TJ. Silver diamine fluoride and oral health-related quality of life: A review and network meta-analysis. *Plos one* 2022;17:e0261627.
168. Chibinski AC, Wambier LM, Feltrin J, Loguercio AD, Wambier DS, Reis A. Silver diamine fluoride has efficacy in controlling caries progression in primary teeth: a systematic review and meta-analysis. *Caries Research* 2017;51:527-541.
169. Mohammed SME, Awad SM, Wahba AH. Comparison of Clinical Outcomes of Silver-modified Atraumatic Restorative Technique vs Atraumatic Restorative Technique in Primary Teeth: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of Contemporary Dental Practice* 2023;23:1140-1145.
170. Cohn C. Smart Dentistry for the Kids in Your Practice–Silver Modified Atraumatic Restorative Technique Co-Cure Method.
171. Ballikaya E, Ünverdi GE, Cehreli ZC. Management of initial carious lesions of hypomineralized molars (MIH) with silver diamine fluoride or silver-modified atraumatic restorative treatment (SMART): 1-year results of a prospective, randomized clinical trial. *Clinical Oral Investigations* 2022;1-9.
172. Aly AAM, Aziz AMA, Elghazawy RK, Abou El Fadl RK. Survival Analysis and Cost Effectiveness of Silver Modified Atraumatic Restorative Treatment (SMART) and ART Occlusal Restorations in Primary Molars: a randomized controlled trial. *Journal of Dentistry* 2023;128:104379.
173. Ahmad MM, Ishaq M. Parental satisfaction assessment of silver modified atraumatic restorative technique in comparison to atraumatic restorative technique. *Minia Journal of Medical Research* 2022;33:12-17.
174. Ge KX, Quock R, Chu C-H, Yu OY. The preventive effect of glass ionomer restorations on new caries formation: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry* 2022:104272.
175. Bezerra IM, Brito ACM, de Sousa SA, Santiago BM, Cavalcanti YW, de Almeida LdFD. Glass ionomer cements compared with composite resin in restoration of noncarious cervical lesions: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon* 2020;6.
176. Fierascu RC. Incorporation of nanomaterials in glass ionomer cements—recent developments and future perspectives: A narrative review. *Nanomaterials* 2022;12:3827.

177. Mohammadi N, Fattah Z, Borazjani LV. Nano-cellulose Reinforced Glass Ionomer Restorations: An In Vitro study. *International Dental Journal* 2023;73:243-250.
178. Mustafa HA, Soares AP, Paris S, Elhennawy K, Zaslansky P. The forgotten merits of GIC restorations: A systematic review. *Clinical Oral Investigations* 2020;24:2189-2201.
179. Park EY, Kang S. Current aspects and prospects of glass ionomer cements for clinical dentistry. *Yeungnam University Journal of Medicine* 2020;37:169-178.
180. Jiang M, Mei ML, Wong MCM, Chu CH, Lo ECM. Effect of silver diamine fluoride solution application on the bond strength of dentine to adhesives and to glass ionomer cements: a systematic review. *BMC Oral Health* 2020;20:1-10.
181. Hoshika S, Ting S, Ahmed Z, et al. Effect of conditioning and 1 year aging on the bond strength and interfacial morphology of glass-ionomer cement bonded to dentin. *Dental Materials* 2021;37:106-112.
182. Bapat RA, Parolia A, Chaubal T, et al. Recent update on potential cytotoxicity, biocompatibility and preventive measures of biomaterials used in dentistry. *Biomaterials Science* 2021;9:3244-3283.
183. Nantanee R, Santiwong B, Trairatvorakul C, Hamba H, Tagami J. Silver diamine fluoride and glass ionomer differentially remineralize early caries lesions, in situ. *Clinical Oral Investigations* 2016;20:1151-1157.
184. Celik EU, Tunac AT, Yilmaz F. Three-year clinical evaluation of high-viscosity glass ionomer restorations in non-carious cervical lesions: a randomised controlled split-mouth clinical trial. *Clinical Oral Investigations* 2019;23:1473-1480.
185. Agha A, Parker S, Patel MP. Development of experimental resin modified glass ionomer cements (RMGICs) with reduced water uptake and dimensional change. *Dental Materials* 2016;32:713-722.
186. Zhao J, Xie D. A novel hyperbranched poly (acrylic acid) for improved resin-modified glass-ionomer restoratives. *Dental Materials* 2011;27:478-486.
187. Nicholson JW. Adhesion of glass-ionomer cements to teeth: A review. *International Journal of Adhesion and Adhesives* 2016;69:33-38.
188. Mickenautsch S. High-viscosity glass-ionomer cements for direct posterior tooth restorations in permanent teeth: the evidence in brief. *Journal of Dentistry* 2016;55:121-123.

189. Francois P, Fouquet V, Attal J-P, Dursun E. Commercially available fluoride-releasing restorative materials: a review and a proposal for classification. *Materials* 2020;13:2313.
190. Dorri M, Martinez-Zapata MJ, Walsh T, Marinho VC, Sheiham A, Zaror C. Atraumatic restorative treatment versus conventional restorative treatment for managing dental caries. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2017.
191. Moshaverinia M, Borzabadi-Farahani A, Sameni A, Moshaverinia A, Ansari S. Effects of incorporation of nano-fluorapatite particles on microhardness, fluoride releasing properties, and biocompatibility of a conventional glass ionomer cement (GIC). *Dental Materials Journal* 2016;35:817-821.
192. Gorseta K, Borzabadi-Farahani A, Moshaverinia A, Glavina D, Lynch E. Effect of different thermo–light polymerization on flexural strength of two glass ionomer cements and a glass carbomer cement. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2017;118:102-107.
193. Najeeb S, Khurshid Z, Zafar MS, et al. Modifications in Glass Ionomer Cements: Nano-Sized Fillers and Bioactive Nanoceramics. *Int J Mol Sci* 2016;17:1134.
194. Ravi RK, Alla RK, Shammam M, Devarhubli A. Dental Composites-A Versatile Restorative Material: An Overview. *Indian Journal of Dental Sciences* 2013;5.
195. Worthington HV, Khangura S, Seal K, et al. Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent posterior teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2021.
196. Kurt A, Cilingir A, Bilmenoglu C, Topcuoglu N, Kulekci G. Effect of different polishing techniques for composite resin materials on surface properties and bacterial biofilm formation. *Journal of Dentistry* 2019;90:103199.
197. Kwon Y, Ferracane J, Lee I-B. Effect of layering methods, composite type, and flowable liner on the polymerization shrinkage stress of light cured composites. *Dental Materials* 2012;28:801-809.
198. Sakaguchi RL, Powers JM. *Craig's restorative dental materials-e-book*: Elsevier Health Sciences, 2011.
199. Fonseca ASQ, Moreira ADL, de Albuquerque PPA, de Menezes LR, Pfeifer CS, Schneider LFJ. Effect of monomer type on the CC degree of conversion, water sorption and solubility, and color stability of model dental composites. *Dental Materials* 2017;33:394-401.

200. Manojlovic D, Dramićanin MD, Milosevic M, et al. Effects of a low-shrinkage methacrylate monomer and monoacylphosphine oxide photoinitiator on curing efficiency and mechanical properties of experimental resin-based composites. *Materials Science and Engineering: C* 2016;58:487-494.
201. Kruzic JJ, Arsecularatne JA, Tanaka CB, Hoffman MJ, Cesar PF. Recent advances in understanding the fatigue and wear behavior of dental composites and ceramics. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 2018;88:504-533.
202. Riva YR, Rahman SF, editors. *Dental composite resin: A review*. AIP conference proceedings; 2019: AIP Publishing.
203. Rueggeberg FA, Giannini M, Arrais CAG, Price RBT. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Brazilian Oral Research* 2017;31.
204. Nicholson JW. Polyacid-modified composite resins (“compomers”) and their use in clinical dentistry. *Dental Materials* 2007;23:615-622.
205. Dhar V, Hsu K, Coll J, et al. Evidence-based update of pediatric dental restorative procedures: dental materials. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2015;39:303-310.
206. Meyer J, Cattani-Lorente M, Dupuis V. Compomers: between glass-ionomer cements and composites. *Biomaterials* 1998;19:529-539.
207. Sahoo SK, Meshram GR, Parihar AS, Pitalia D, Vasudevan H, Surana A. Evaluation of effect of dietary solvents on bond strength of compomer, ormocer, nanocomposite and Activa BioACTIVE Restorative materials. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry* 2019;9:453.
208. Trachtenberg F, Maserejian N, Soncini J, Hayes C, Tavares M. Does fluoride in compomers prevent future caries in children? *Journal of Dental Research* 2009;88:276-279.
209. Young A, Rafeeka S, Howlett J. FTIR investigation of monomer polymerisation and polyacid neutralisation kinetics and mechanisms in various aesthetic dental restorative materials. *Biomaterials* 2004;25:823-833.
210. Adusei GO, Deb S, Nicholson JW. A preliminary study of experimental polyacid-modified composite resins (‘compomers’) containing vinyl phosphonic acid. *Dental Materials* 2005;21:491-497.

211. Bayindir YZ, Yildiz M. Surface hardness properties of resin-modified glass ionomer cements and polyacid-modified composite resins. *J Contemp Dent Pract* 2004;5:042-049.
212. Harhash AY, ElSayad II, Zaghloul AG. A comparative in vitro study on fluoride release and water sorption of different flowable esthetic restorative materials. *European Journal of Dentistry* 2017;11:174-179.
213. EL-Sharkawy FM, Zaghloul NM, Ell-kappaney AM. Effect of water absorption on color stability of different resin based restorative materials in vitro study. *Int J Compos Mater* 2012;2:7-10.
214. Kosior P, Dobrzynski M, Zakrzewska A, et al. Preliminary in vitro study of fluoride release from selected ormocer materials. *Materials* 2021;14:2244.
215. Duruk G, Oruç E, Uğur Y. Evaluation of residual monomer release after polymerization of colored compomer materials. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada* 2020;21:e0111.
216. Stahl F, Ashworth SH, Jandt KD, Mills RW. Light-emitting diode (LED) polymerisation of dental composites: flexural properties and polymerisation potential. *Biomaterials* 2000;21:1379-1385.
217. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental Materials* 2010;26:e100-e121.
218. Sirisha K, Rambabu T, Ravishankar Y, Ravikumar P. Validity of bond strength tests: A critical review-Part II. *Journal of conservative dentistry: JCD* 2014;17:420.
219. ISO I. TS 11405: Dental materials—testing of adhesion to tooth structure. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization ISO Central Secretariat 2003.
220. Rambabu T, Ravikumar P, Shankar YR, Sirisha K. Validity of bond strength tests: A critical review: Part I. *Journal of Conservative Dentistry* 2014:305-311.
221. Fernandes Jr V, Oliani M, Nogueira Jr L, Silva J, Araújo R. Analysis and comparison of different bond strength tests. *JSM Dent* 2016;4:1076.
222. De Munck Jd, Van Landuyt K, Peumans M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal of Dental Research* 2005;84:118-132.
223. Frankenberger R, Strobel WO, Krämer N, et al. Evaluation of the fatigue behavior of the resin–dentin bond with the use of different methods. *Journal of*

Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials 2003;67:712-721.

224. Salz U, Bock T. Testing adhesion of direct restoratives to dental hard tissue—a review. *Journal of Adhesive Dentistry* 2010;12.

225. Burke F, Hussain A, Nolan L, Fleming G. Methods used in dentine bonding tests: an analysis of 102 investigations on bond strength. *The European Journal of Prosthodontics And Restorative Dentistry* 2008;16:158-165.

226. Tohidkhah S, Kermanshah H, Ahmadi E, Jalalian B, Ranjbar Omrani L. Marginal microleakage and modified microtensile bond strength of Activa Bioactive, in comparison with conventional restorative materials. *Clinical and Experimental Dental Research* 2022;8:329-335.

227. Martínez-Sabio L, Peñate L, Arregui M, Veloso Duran A, Blanco JR, Guinot F. Comparison of shear bond strength and microleakage between activa™ bioactive restorative™ and bulk-fill composites—an In vitro study. *Polymers* 2023;15:2840.

228. Braga RR, Meira JB, Boaro LC, Xavier TA. Adhesion to tooth structure: a critical review of “macro” test methods. *Dental Materials* 2010;26:e38-e49.

229. Ungor M, Onay E, Orucoglu H. Push-out bond strengths: the Epiphany–Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. *International Endodontic Journal* 2006;39:643-647.

230. Perdigão J, Geraldeli S, Lee IK. Push-out bond strengths of tooth-colored posts bonded with different adhesive systems. *Am J Dent* 2004;17:422-426.

231. Andrade AM, Garcia E, Moura SK, et al. Do the microshear test variables affect the bond strength values? *International Journal of Dentistry* 2012;2012.

232. Andrade AMd, Moura SK, Reis A, Loguercio AD, Garcia EJ, Grande RHM. Evaluating resin-enamel bonds by microshear and microtensile bond strength tests: effects of composite resin. *Journal of Applied Oral Science* 2010;18:591-598.

233. Armstrong S, Breschi L, Özcan M, Pfefferkorn F, Ferrari M, Van Meerbeek B. Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (μ TBS) approach. *Dental Materials* 2017;33:133-143.

234. Castellan CS, Santos-Filho PC, Soares PV, Soares CJ, Cardoso PE. Measuring bond strength between fiber post and root dentin: a comparison of different tests. *J Adhes Dent* 2010;12:477-485.
235. Soares CJ, Santana FR, Castro CG, et al. Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and push-out tests. *Dental Materials* 2008;24:1405-1411.
236. Ng E. Shear Bond Strength of Glass Ionomer Cement to Silver Diamine Fluoride Treated Caries: University of California, San Francisco, 2019.
237. Petersen PE, Bourgeois D, Ogawa H, Estupinan-Day S, Ndiaye C. The global burden of oral diseases and risks to oral health. *Bulletin of The World Health Organization* 2005;83:661-669.
238. Zou J, Du Q, Ge L, et al. Expert consensus on early childhood caries management. *International Journal of Oral Science* 2022;14:35.
239. Tinanoff N. Introduction to the conference: Innovations in the prevention and management of early childhood caries. *Pediatric Dentistry* 2015;37:198-199.
240. Petersen PE, Ogawa H. Prevention of dental caries through the use of fluoride—the WHO approach. *Community Dent Health* 2016;33:66-68.
241. Thompson FE, McNeel TS, Dowling EC, Midthune D, Morrisette M, Zeruto CA. Interrelationships of added sugars intake, socioeconomic status, and race/ethnicity in adults in the United States: National Health Interview Survey, 2005. *Journal of the American Dietetic Association* 2009;109:1376-1383.
242. Chaffee BW, Rodrigues PH, Kramer PF, Vítolo MR, Feldens CA. Oral health-related quality-of-life scores differ by socioeconomic status and caries experience. *Community Dentistry and Oral Epidemiology* 2017;45:216-224.
243. Slayton RL, Urquhart O, Araujo MW, et al. Evidence-based clinical practice guideline on nonrestorative treatments for carious lesions: a report from the American Dental Association. *The Journal of the American Dental Association* 2018;149:837-849. e819.
244. Zheng FM, Lo ECM, Chu CH. Outreach Service Using Silver Diamine Fluoride to Arrest Early Childhood Caries. Elsevier; 2023.
245. Romero MJRH, Lippert F. Indirect caries-preventive effect of silver diamine fluoride on adjacent dental substrate: A single-section demineralization study. *European Journal of Oral Sciences* 2021;129:e12751.

246. Thomas ML, Magher K, Mugayar L, Dávila M, Tomar SL. Silver diamine fluoride helps prevent emergency visits in children with early childhood caries. *Pediatric Dentistry* 2020;42:217-220.
247. Roberts-Thomson K, Ha D, Wooley S, Meihubers S, Do L. Community trial of silver fluoride treatment for deciduous dentition caries in remote Indigenous communities. *Australian Dental Journal* 2019;64:175-180.
248. Hammersmith K, DePalo J, Casamassimo P, MacLean J, Peng J. Silver diamine fluoride and fluoride varnish may halt interproximal caries progression in the primary dentition. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2020;44:79-83.
249. Griffith M. Treating deep caries in 277 adult teeth with silver fluoride. *Journal of the California Dental Association* 2021;49:13-17.
250. Fung M, Duangthip D, Wong M, Lo E, Chu C. Randomized clinical trial of 12% and 38% silver diamine fluoride treatment. *Journal of Dental Research* 2018;97:171-178.
251. Rodrigues GF, Costa TdC, Massa GdS, Vollú AL, Barja-Fidalgo F, Fonseca-Gonçalves A. Oral health-related quality of life in preschool children after silver diamine fluoride versus atraumatic restorative treatments. *Pediatric Dentistry* 2020;42:373-379.
252. Caroline J, Maharani D, Adiatman M, Rahardjo A, Callea M, editors. Effect and impact of silver diamine fluoride application in primary teeth caries on children's quality of life. *Journal of Physics: Conference Series*; 2018: IOP Publishing.
253. Eslami NP, Chan DC, Sadr A. Effect of silver diammine fluoride and glass ionomer on remineralisation of natural dentine caries. *Journal of Dentistry* 2021;106:103578.
254. Zhao IS, Mei ML, Burrow MF, Lo EC-M, Chu C-H. Effect of silver diamine fluoride and potassium iodide treatment on secondary caries prevention and tooth discolouration in cervical glass ionomer cement restoration. *International Journal Of Molecular Sciences* 2017;18:340.
255. Kamble AN, Chimata VK, Katge FA, Nanavati KK, Shetty SK. Comparative evaluation of effect of potassium iodide and glutathione on tooth discoloration after application of 38% silver diamine fluoride in primary molars: An in vitro study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2021;14:752.

256. Turton B, Horn R, Durward C. Caries arrest and lesion appearance using two different silver fluoride therapies on primary teeth with and without potassium iodide: 12-month results. *Clinical and Experimental Dental Research* 2021;7:609-619.
257. Zhao IS, Mei ML, Burrow MF, Lo EC-M, Chu C-H. Prevention of secondary caries using silver diamine fluoride treatment and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate modified glass-ionomer cement. *Journal of Dentistry* 2017;57:38-44.
258. Mei ML, Zhao IS, Ito L, Lo EC-M, Chu C-H. Prevention of secondary caries by silver diamine fluoride. *International Dental Journal* 2016;66:71-77.
259. International Organization for Standardization–Technical Specification. Dentistry – Testing of adhesion to tooth structure. ISO/TS 11405:2015(E); Third edition.
260. Tosun G, Sener Y, Sengun A. Effect of storage duration/solution on microshear bond strength of composite to enamel. *Dental Materials Journal* 2007;26:116-121.
261. Leloup G, D'Hoore W, Bouter D, Degrange M, Vreven J. Concise review biomaterials & bioengineering: Meta-analytical review of factors involved in dentin adherence. *Journal of Dental Research* 2001;80:1605-1614.
262. Ismail AM, Bourauel C, ElBanna A, Salah Eldin T. Micro versus macro shear bond strength testing of dentin-composite interface using chisel and wireloop loading techniques. *Dentistry Journal* 2021;9:140.
263. Price RB, Hall GC. In vitro comparison of 10-minute versus 24-hour shear bond strengths of six dentin bonding systems. *Quintessence International* 1999;30.
264. Leinfelder KF. Dentin adhesives for the twenty-first century. *Dental Clinics of North America* 2001;45:1-6.
265. Naves LZ, SILVA GRd, Correr-Sobrinho L, Costa AR, Valdivia ADCM, Soares CJ. Influence of crosshead speed on failure load and failure mode of restored maxillary premolars. *Brazilian oral research* 2015;30.
266. Hara A, Pimenta L, Rodrigues Jr A. Influence of cross-head speed on resin-dentin shear bond strength. *Dental Materials* 2001;17:165-169.
267. Rinsathon J, Wiriyasuebpong S, Thariya K, et al. Bonding performance of glass ionomer cement to carious dentin treated with different surface treatment protocols using silver diamine fluoride. *Scientific Reports* 2023;13:14233.
268. Quock R, Barros J, Yang S, Patel S. Effect of silver diamine fluoride on microtensile bond strength to dentin. *Operative Dentistry* 2012;37:610-616.

269. Ng E, Saini S, Schulze KA, Horst J, Le T, Habelitz S. Shear bond strength of glass ionomer cement to silver diamine fluoride-treated artificial dentinal caries. *Pediatric Dentistry* 2020;42:221-225.
270. Aldosari MM, Al-Sehaibany FS. Evaluation of the Effect of the Loading Time on the Microtensile Bond Strength of Various Restorative Materials Bonded to Silver Diamine Fluoride-Treated Demineralized Dentin. *Materials* 2022;15:4424.
271. Alsagob E, Sawan N, Aladhyhan S, Alsalem N, Alshami A, Albluwi S. Silver diamine fluoride with delayed restoration reduces tooth discoloration. *Saudi Journal of Biological Sciences* 2022;29:1434-1438.
272. Aldosari MM, Al-Sehaibany FS. The Effect of Loading Time on Color Stability of Various Restorative Materials Bonded to Silver Diamine Fluoride-Treated Demineralized Dentin. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry* 2022:123-130.
273. Farahat F, Davari A, Karami H. Investigation of the effect of simultaneous use of silver diamine fluoride and potassium iodide on the shear bond strength of total etch and universal adhesive systems to dentin. *Dental Research Journal* 2022;19.
274. Wu DI, Velamakanni S, Denisson J, Yaman P, Boynton JR, Papagerakis P. Effect of silver diamine fluoride (SDF) application on microtensile bonding strength of dentin in primary teeth. *Pediatric Dentistry* 2016;38:148-153.
275. Ekiz MA, Erten H, Akca G. Gümüş diamin florürün farklı florür solüsyonları ile karşılaştırmalı olarak kompozit rezin restorasyonların dentine bağlanma dayanımı üzerine etkisinin değerlendirilmesi. *Acta Odontologica Turcica* 2020;37.
276. Velagala D, Reddy A, Reddy VN, Ramavath NB. Evaluation of Microtensile Bond Strength between SMART Technique and Conventional Glass Ionomer Cement-treated Carious Primary Dentin. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2023;16:582.
277. Puwanawiroj A, Trairatvorakul C, Dasanayake AP, Auychai P. Microtensile bond strength between glass ionomer cement and silver diamine fluoride-treated carious primary dentin. *Pediatric Dentistry* 2018;40:291-295.
278. Pérez-Hernández J, Aguilar-Díaz F, Venegas-Lancón R, Gayosso C, Villanueva-Vilchis M, de la Fuente-Hernández J. Effect of silver diamine fluoride on adhesion and microleakage of a pit and fissure sealant to tooth enamel: in vitro trial. *European Archives of Paediatric Dentistry* 2018;19:411-416.

279. Abdullah A, Finkelman M, Kang Y, Loo CY. Shear Bond Strength of Different Restorative Materials to Primary Tooth Dentin Treated with Silver Diamine Fluoride. *Journal of Dentistry for Children* 2022;89:68-74.
280. Aldowsari MK, Alfawzan F, Alhaidari A, et al. Comparison of Shear Bond Strength of Three Types of Adhesive Materials Used in the Restoration of Permanent Molars after Treatment with Silver Diamine Fluoride: An In Vitro Study. *Materials* 2023;16:6831.
281. De Siqueira FSF, Morales LAR, Granja MCP, et al. Effect of silver diamine fluoride on the bonding properties to caries-affected dentin. *J Adhes Dent* 2020;22:161-172.
282. Salimian N, Ebrahimian M, Jafari N, Shirani F. The effect of silver diamine fluoride on the bond strength of glass ionomer to the enamel of primary teeth. *Dental Research Journal* 2023;20:65.
283. Jonna M, Bansal K, Morankar R, et al. Effect of SDF/SSKI application on microtensile bond strength of composite resin to carious primary dentin: an in vitro study. *Pediatric Dentistry* 2023;45:147-152.
284. Uchil SR, Suprabha BS, Suman E, Shenoy R, Natarajan S, Rao A. Effect of three silver diamine fluoride application protocols on the microtensile bond strength of resin-modified glass ionomer cement to carious dentin in primary teeth. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry* 2020;38:138-144.
285. Intajak P, Yuan Y, Sakaguchi N, et al. Effect of Silver Diamine Fluoride on Bonding Performance and Ultra-morphological Characteristics to Sound Dentin. *Dental Materials* 2024.
286. Muniz L, Wendlinger M, Cochinski G, et al. Effect of silver diamine fluoride on the longevity of the bonding properties to caries-affected dentine. *Journal of Dentistry* 2024:104897.

FORMLAR

GÖNÜLLÜ OLUR FORMU METNİNDE BULUNMASI GEREKENLER

"Bu gereklilikleri yerine getirirken, araştırmanın amacı ve yöntemine göre gönüllü olur formunun gerektiğinde hastaların yanı sıra çocuklar, kısıtlılar ve bilinci kapalı bireyler gibi onam yeteneği olmayan ya da kısıtlı olanlar, hasta yakınları, ve sağlıklı kişiler için ayrı ayrı ve dili tıbbi kelimelerden arındırılarak, katılımcıların anlayabileceği şekilde hazırlanmasına özen gösterilmelidir"

I-Araştırmayla İlgili Bilgi Verilmesi ;(bu bölüm hastanın anlayabileceği bir dille tıbbi terimlerden kaçınarak yazılmalıdır)

- **Araştırmanın Adı:**

Gümüş Diamin Florürün Farklı Restoratif Materyallerin Dentine Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi

- **Ne tür bir araştırma olduğu:**

Çekilmiş çürük süt dişlerine Gümüş Diamin Florür uygulanması ardından farklı süreler sonra farklı restoratif materyallerin bağlanmasının laboratuvar ortamında incelenmesi yapılacaktır.

- **Amacı:**

-Diş çürüğü, çocukluğu etkileyen en yaygın hastalıktır. Erken çocukluk çürüğü (EÇÇ) ülkemiz de dahil bir çok ülkede en çok görülen çocukluk dönemi hastalığıdır. Süt dişleri daimi dişler için yer koruyucudur ve daimi dişlerde diş çürüğü, kronik ağrı, enfeksiyonlar ve diğer hastalıklara neden olabileceği için çocuk için çok önemlidir.

-Erken çocukluk çağı çürüğü önlenemez ancak şu anda dünya çapında 600 milyondan fazla çocuğu etkiliyor ve büyük bölümü tedavi edilemiyor.

-Diş: sert dokularında kaviteasyon yani çukurların oluşması evresine ulaştığında medikal ve restoratif yöntemlerle tedavi edilmesi gerekir.

-Çocuk diş hekimliğinde çürüklerin kapsamlı tedavisindeki son gelenekler, enfekte diş yapısının çıkarılmasına ve kompozit veya cam iyonomer siman gibi restoratif materyallerle doldurulmaya odaklanmıştır.

-Topikal gümüş çözeltileri ile çürük ilerlemesini durdurmak uzun bir geçmişe sahiptir.

-Gümüş diamin florür, florürün bilinen remineralize edici etkisini gümüşün antibakteriyel özelliği ile birleştirilerek, aktif çürük lezyonlarının stabilize edilmesinde popülarlığı gittikçe artan bir ajan hâline gelmiştir. Gümüş Diamin Florür, noninvaziv yani diş müdahale edilmeden tedavi sağlayabilen etkili bir ajandır.

-Florür ve gümüşün etkileri uzun yıllardır bilinmekle birlikte, Gümüş Diamin Florür formunda bir araya geldiklerinde, her yaşta bireyin aktif çürük lezyonlarına pratik, ucuz ve nonrestoratif bir müdahale seçeneği sunabilmektedir.

-Gümüş Diamin Florür, bazı bireylerde kalıcı tedavilere hazırlık döneminde hekim ve hastaya zaman kazandırabilirken, diğer bireylerde periyodik uygulamalarla restoratif tedavi gereksinimini ortadan kaldıran veya basitleştirebilen bir uygulamaya dönüşebilmektedir. Bu avantaj; yaş, sağlık durumu, ekonomik yetersizlikler gibi rutin diş tedavilerine engel olabilecek faktörlerin karşısında, Gümüş Diamin Florür'ün temel dezavantajı olan kalıcı siyah renklenmeyi bile arka planda bırakabilmektedir.

Tarih/ Versiyon:08.04.2021

Klinik Araştırmalar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	Belge Kodu	Rev. Tarihi / No.su:	Sayfa
	Form 4	13.06.2013/İÜDHFKA EK04	1/5

-Gümüş Diamin Floiir, bazı uzun süreli geçici tedavi yöntemleri ile kombine de edilebilmektedir.

-Bu çalışmanın amacı, çlilk süt azlana Gümüş Diamin Floiir (GDF)'in uygulanması sonrası hemen ve uygulanmadan 1 hafta sonra pediatrik dişhekimliğinde kullanılan güncel restoratif materyallerden cam iyonomer siman, kompozit ve CAD/CAM uygulamalarıyla yapılan restorasyon soması bağlanma dayanımlarının yani dolgunun dişe tutunmasının araştırılması ve karşılaştırılmasıdır.

- **eler uygulanacağı:**
Pedodonti ve ya ortodonti uzmanının karar ya da herhangi bir şikayete sebebiyet vermesi nedeniyle uzman diş hekimi tarafından çekim kararı verilmiş çlilk süt azı dişlerinin çekimi İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş-Çene Cerrahisi Anabilim Dalı 'nda gerçekleştirilecektir. Bu işlem Ağız, Diş-Çene Cerrahisi kliniklerinde uygulanacak bir işlemdir ve sıklıkla uygulanmaktadır.
- **asıl uygulanacağı:**
Çocuğunuzdan çekilmiş olan diş bir solüsyon içinde laboratuvara götürülecek ve çalışmalar bmada devam edecektir. Hiçbir hastadan özellikle çalışmada kullanılmak amacıyla diş çekimi yapılması dmuunu söz konusu değildir. Bu çalışmaya katılıp katılmamanız tamamen sizin kendi iradeniz ile vereceğiniz karara bağlıdır.
- **Hangi yöntem/lerle gerçekleştirileceği:**
Çocuğunuzdan çekilmiş olan diş bir solüsyon içinde laboratuvara götürülecek ve çalışmalar bmada devam edecektir. Uygulanacak deneyler çocuğunuzdan çekilen diş üzerinde uygulanacaktır.
- **Çıkabilecek istenmeyen etkilerini ve risklerini:**
Araştırmada uzman diş hekimi tarafından çekim kararı verilmiş çürük süt azı dişleri çekim somasında hastanın izni alınarak kullanılacaktır. Bu nedenle çalışmada herhangi bir risk söz konusu değildir.
- **Ortaya çıkan istenmeyen etki ve risklerin tedavi edilebilirliği:**
Herhangi bir risk söz konusu değildir.
- **Bilime ve tıbbı katkılar:**
Hastaların nitin işlemleri planlandığı gibi, çalışmamızdan bağımsız olarak devam edecektir. Hastalardan alınan örneklerle yapılacak deneylerle gümüş diamin floiirinin pediatrik diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin bağlanma dayanımı üzerine etkisi ve ideal restorasyon zamanının belirlenmesinde katkıda bulunulacaktır.
- **Süresi:**
Uzman diş hekimi tarafından çekim kararı verilmiş çürük süt azı dişleri çekim somasında hastanın izni takiben alınacaktır. Herhangi bir katılımsüresi söz konusu değildir.
- **Yaklaşık katılımcı sayısı (Çok merkezli ise klini ve toplam katılımcı sayısını): 27**

11-Gönüllü-ü-İlki; Y'a ilgililBilgi-v ;ü;;r

- Araştırma yöntemi dışında hangi alternatif tedavilerin bulunduğunu; bu tedavilerin neler olduğunu
- Gönüllüye araştırılmaya katılmayı red etme hakkına sahip olduğunu bildirilmesi
- Gönüllünün istediği anda araştırmacıya haber vererek çalışmadan çekilebileceği ve da

Tarih/ Versi on:08.04.2021

Klinik Araştırmalar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Belge Kodu	Rev. Tarihi / Na.su:	sayfa
Form 4	13.06.2013/İÜOHFKA	2/5
	EK04	

- araştırmacı tarafından gerek görüldüğünde araştırmaya dışı bırakılabileceğinin bildirilmesi
- Gönüllünün araştırmayı kabul etmemesi durumunda veya herhangi bir nedenle çalışma programından çıkarılması veya çıkması halinde, hastalığı ile ilgili tedavisinde bir aksama olmayacağı güvencesi verilmesi
- Araştırmaya için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmeyeceğinin ayrıca kendisine de bir ödeme yapılmayacağının belirtilmesi gerekmektedir. Ulaşılan masrafı ve sigorta gibi ödenekler mevcutsa mutlaka gönüllü olurda bilgi
- Gönüllüden alınacak numunelerin (serum vs.) yalnızca adı geçen çalışmada kullanılacağı belirtilmesi, [Araştırmacının Açık Adı] araştırması kapsamında alınan biyolojik örneklerinin (kan, idrar vb.); "Sadece yukarıda bahsi geçen araştırmada kullanılmasına izin veriyorum" veya "İleride yapılması planlanan tüm araştırmalarda kullanılmasına izin veriyorum" veya "hiçbir koşulda kullanılmasına izin vermiyorum" şeklinde uygun ifadenin işaretlendiği bilgi
- Kimlik bilgilerinin gizli tutulacağına dair güvence

1. Red etme hakkı

Bu araştırmaya katılmayı red etme hakkına sahipsiniz. Katılmak mecburiyetinde değilsiniz. Araştırmayı kabul etmemeniz durumunda veya herhangi bir nedenle çalışma programından çıkarılmanız veya çıkmanız halinde, hastalığı ile ilgili tedavisinde bir aksama olmayacaktır.

2. Çalışmadan Çıkmak

İstediğiniz takdirde başlangıçta çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. İstediğiniz takdirde önceden araştırmacıya haber vererek çalışmaya kapsam dışında kalabileceğiniz gibi araştırmacı tarafından gerek görüldüğünde araştırmaya dışı bırakılabiliyorsunuz. Çalışma kapsamı dışında kalmanız Diş hekimliği Fakültesi'nin tedavi hizmetlerinden yararlanmanızı etkilemeyecektir.

3. Çalışmadan çekilmek

İstediği anda araştırmacıya haber vererek çalışmadan çekilebilirsiniz ya da araştırmacı tarafından gerek görüldüğünde araştırmaya dışı bırakılabiliyorsunuz.

4. Araştırmayı kabul etmemeniz durumunda

Araştırmayı kabul etmemeniz durumunda veya herhangi bir nedenle çalışma programından çıkarılmanız veya çıkmanız halinde, hastalığı ile ilgili tedavisinde bir aksama olmayacaktır.

5. Mali Sorumluluk

Katılımcı, araştırmaya için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmeyecektir. Ayrıca katılımcıya da bir ödeme yapılmayacaktır.

6. Gönüllüden alınacak numunelerin (serum vs.) yalnızca adı geçen çalışmada kullanılacağı belirtilmesi

Sizden alınacak diş veya dişler yalnızca adı geçen bu çalışmada kullanılacaktır. [Gümüş Dişinin Florürün Farklı Restoratif Materyallerin Dentine Bağlanma Dayanım

Üzerine Etkisi] araştırması kapsamında alınan biyolojik örneklerimin (çekilen diş);

- ☐ Sadece yukarıda bahsi geçen araştırmada kullanılmasına izin veriyorum.
- ☐ İleride yapılması planlanan tüm araştırmalarda kullanılmasına izin veriyorum.
- ☐ Hiçbir koşulda kullanılmasına izin vermiyorum.

7. Gizlilik

Bu konudaki tüm kayıtlar gizli tutulacaktır. Herhangi bir yayında isminiz geçmeyecektir.

Tarih/ Versiyon: 08.04.2021

Klinik Araştırmalar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Belge Kodu	Rev. Tarihi/ Na.sı	sayfa
Form 4	13.06.2013/ÜOHFKA	3/5
	EK04	

Katılımcının/Hastanın Beyanı

(Bu bölüm hazırlanan gönüllü olur formunun sonuna eklenmelidir)

Sayın Dt. Ceren Aydın tarafından İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti 1 Anabilim Dalı'nda tıbbi bir araştırmaya yapılacağı belirtilerek bu araştırmaya ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" (denek) olarak davet edildim. Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırmaya sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırmaya sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanılacağı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (Ancak araştırmacılar zor durumda bırakılmak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmenini uygun olacağını bilincindeyim) Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırmaya dışı da tutulabilirim. Araştırmaya için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sonucunun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırmaya sırasında bir sağlık sonucu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Dt. Ceren Aydın'ı nolu telefondan ve Pedodonti Anabilim Dalı İstanbul'dan arayabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğimi de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntısıyla anlamış bulduğumdayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırmaya projesinde "katılımcı" (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Tarih/ Versiyon: 08.04.2021

Klinik Araştırmalar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Belge Kodu	Rev. Tarihi / Na. su:	Sayfa
Form 4	13.06.2013/ÜDHFKA EK04	4/5

kö - : - : • : M 7

1i arıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni , okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı-soyadı/ İmzası/Tarih/ Adresi (varsa telefon no., faks no,...)

Araştırma ekibinde yer alan ve yetkin bir araştırmacının Adı-soyadı/ İmzası/ Tarih

Gerekliyse olur işlemine tanık olan kişinin Adı-soyadı/ İmzası/Tarih/ Adresi (varsa telefon no., faks no,...)

Gerekliyse yasal temsilcisinin Adı-soyadı/ İmzası/Tarih/ Adresi (varsa telefon no., faks no,...)

Torin/ Versi on:08.04.2021

Klinik Araştırmalar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Belge Kodu	Rev. Tarihi/ Na.su:	Sayfa
Form 4	13.06.2013/İÜDHFKA EK04	5/5

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

GÜMÜŞ DİAMİN FLORÜRÜN FARKLI RESTORATİF MATERYALLERİN DENTİNE BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİ

ORJİNALLİK RAPORU

% **13**

BENZERLİK ENDEKSİ

% **10**

İNTERNET KAYNAKLARI YAYINLAR

% **6**

‰ **3**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR



acikbilim.yok.gov.tr

İnternet Kaynağı

Submitted to Yakın Doğu Üniversitesi

Öğrenci Ödevi



dergipark.org.tr

İnternet Kaynağı

<% **1**



nek.istanbul.edu.tr:4444

İnternet Kaynağı

<% **1**

openaccess.biruni.edu.tr

İnternet Kaynağı

<% **1**



openaccess.hacettepe.edu.tr:8080

İnternet Kaynağı

<% **1**



www.restoratif.org.tr

İnternet Kaynağı

<% **1**



Submitted to Koc University

Öğrenci Ödevi

<% **1**