



T.C.

ALTINBAŞ ÜNİVERSİTESİ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Çocuk Diş Hekimliği Ana Bilim Dalı / Doktora Programı

**GÜMÜŞ DİAMİN FLORÜRÜN
REMİNERALİZASYON VE RENKLEŞME
POTANSİYELİNİN İN-VİTRO OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Sıla BOLAY

Doktora Tezi

Danışman

Prof. Dr. Figen SEYMEN

İstanbul, 2025

**GÜMÜŞ DİAMİN FLORÜRÜN REMİNERALİZASYON VE
RENKLEŞME POTANSİYELİNİN İN-VİTRO OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Sıla BOLAY

Çocuk Diş Hekimliği Ana Bilim Dalı

Doktora Tezi

ALTINBAŞ ÜNİVERSİTESİ

2025

“Sıla BOLAY” tarafından hazırlanmış ve 02.07.2025 tarihinde sunulmuş “**GÜMÜŞ DİAMİN FLORÜRÜN REMİNERALİZASYON VE RENKLEŞME POTANSİYELİNİN İN-VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**” başlıklı tez Çocuk Diş Hekimliği Ana Bilim Dalında Doktora Tezi olarak **oy birliği** ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Figen SEYMEN

Danışman

Tez Savunma Sınavı Jüri Üyeleri:

Prof. Dr. Hayriye Sönmez

Klinik Bilimler Bölümü,

Altınbaş Üniversitesi

Doç. Dr. Mine KORUYUCU

Klinik Bilimler Bölümü,

İstanbul Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Sabiha Ceren İLİSULU

Klinik Bilimler Bölümü,

İstanbul Üniversitesi-

Cerrahpaşa

Dr. Öğr. Üyesi Hazal ÖZCAN

Klinik Bilimler Bölümü,

Altınbaş Üniversitesi

Doç. Dr. Sinem BİRANT

Klinik Bilimler Bölümü,

İstanbul Üniversitesi-

Cerrahpaşa

Bu tezin doktora tezi olarak bütün şartları sağladığını beyan ederim.

Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışlara uygun olarak edinildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bu kuralların ve davranışların gerektirdiği şekilde, bu çalışmada, orijinal olmayan tüm materyalleri ve sonuçları tamamen alıntı yaptığımı ve referans gösterdiğimi de beyan ederim.

Sıla BOLAY

İmzası



İTHAF

Bu tez çalışmasını aileme ithaf ediyorum.

Başta, bu süreç boyunca sabırla ve özveriyle her zaman yanımda olan, gece gündüz demeden bilgi ve tecrübesiyle yolumu aydınlatan, bana sadece akademik anlamda değil, insani yönüyle de ilham veren değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Figen Seymen'e,

Bana bu zor süreçte yol gösteren, bilimsel katkılarının yanı sıra moral ve motivasyon desteğiyle tez sürecime büyük katkı sağlayan değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sabiha Ceren İlisulu'ya,

Bilgi ve tecrübeleriyle her zaman yanımda olan Pedodonti Anabilim Dalı'ndaki kıymetli hocalarım Sayın Prof. Dr. Hayriye Sönmez ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hazal Özcan'a,

Biyokimya deneylerime değerli katkılarıyla çalışmama yön veren, İstanbul Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Temel Bilimler Anabilim Dalı Biyokimya Bilim Dalı'ndan saygıdeğer hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Şule Batu'ya,

İnönü Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezi Mikro-CT Laboratuvarı'ndaki katkıları ile mikro-CT analiz sürecinde desteğini esirgemeyen Sayın Öğr. Gör. Canan Yalçın'a,

Veri analiz sürecinde gösterdiği ilgi, bilgi birikimi ve desteğiyle ImageJ analizinde bana büyük yardımlarda bulunan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Cansu Görürgöz'e,

Yıldız Teknik Üniversitesi Merkez Laboratuvarı'nda SEM-EDX analizlerini titizlikle yürüten ve çalışmama önemli katkılar sağlayan Sayın Öğr. Gör. Dr. Ahmet Sencer Nazlıgül'e,

Bu çalışmanın gerçekleşmesi ve doktora eğitimimin tamamlanabilmesi için sunduğu maddi destekten ötürü Altınbaş Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Doktora sürecinde her zorluğu birlikte göğüslediğimiz hem akademik hem de kişisel anlamda birçok anı biriktirdiğim kıymetli dönem arkadaşlarım Merve Mandal, Özlem Karabıyık ve Feyza Işık başta olmak üzere tüm doktora arkadaşlarıma,

Bu yolculukta en zor zamanlarımda bile yanımda olan, moral ve motivasyon kaynağım, en büyük destekçim Erman Direkci'ye,

Her zaman yanımda olan, sevgisi ve desteğiyle bana güç veren canım kardeşim Bora Bolay'a,

Hayatım boyunca attığım her adımda beni koşulsuz destekleyen, sevgileriyle, fedakârlıklarıyla ve sonsuz güvenleriyle bugünlere gelmemi sağlayan sevgili annem Rana Didem Bolay ve babam Sühan Bolay'a

Sonsuz teşekkür ederim.

ÖNSÖZ

Bu tez, Altınbaş Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Dairesi Başkanlığı tarafından TEZ-P2023-8 numaralı proje ile desteklenmiştir.



ÖZET

GÜMÜŞ DİAMİN FLORÜRÜN REMİNERALİZASYON VE RENKLEŞME POTANSİYELİNİN İN-VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

BOLAY, Sıla

Doktora, Çocuk Diş Hekimliği Ana Bilim Dalı, Altınbaş Üniversitesi

Danışman: Prof. Dr. Figen SEYMEN

Tarih: 07/2025

Sayfa: 140

Bu in-vitro çalışmanın amacı, çocuk diş hekimliğinde sıklıkla karşılaşılan erken çocukluk çağı çürüklerinin tedavisinde kullanılan remineralizasyon ajanlarının etkinliklerini değerlendirmek ve özellikle %38'lik gümüş diamin florürün (GDF) remineralizasyon kapasitesi ile renklenme potansiyelini incelemektir. Çalışmada GDF'nin jel ve likit formları, GDF ile potasyum iyodür (KI) kombinasyonu ve sodyum florür karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Remineralizasyon etkinliği, DIAGNOdent lazer floresans cihazı, mikro-bilgisayarlı tomografi (Micro-CT) ve taramalı elektron mikroskobu-enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (SEM-EDX) analizleri ile değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, likit formdaki GDF'nin remineralizasyon açısından en yüksek etkinliği sağladığını, KI eklendiğinde remineralizasyonun nisbeten azaldığını göstermiştir. Öte yandan, renklenme analizleri, GDF ve KI kombinasyonunun estetik açıdan daha avantajlı olduğunu ortaya koymuştur.

Çalışmanın sonuçları, GDF'nin klinik olarak etkili bir çürük durdurucu ajan olduğunu, ancak oluşturduğu renk değişikliklerinin anterior bölgelerde estetik kısıtlılık yaratabileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, KI gibi ajanlarla birlikte kullanımının, estetik kaygıların

azaltılmasında etkili bir strateji olabileceği düşünölmektedir. Ayrıca, bu çalışmada daha önce sınırlı sayıda değeriendirilen jel formda GDF'nin etkinliğinin araştırılmış olması ve remineralizasyon değeriendirmesinde birden fazla analiz yönteminin bir arada kullanılması, literatüre önemli katkılar sunmaktadır.

Bu bağlamda çalışmanın, hem tedavi etkinliği hem de estetik sonuçlar açısından minimal invaziv yaklaşımlar için bilimsel kanıt oluşturarak, GDF'nin klinik kullanımına ilişkin daha bilinçli kararlar alınmasına katkı sağlayacağı düşünölmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gümüş Diamin Florür, Remineralizasyon, Renklenme, Potasyum İyodür, DIAGNOdent, SEM-EDX, Micro-CT.

ABSTRACT

IN-VITRO EVALUATION OF REMINERALIZATION AND STAINING POTENTIAL OF SILVER DIAMINE FLUORIDE

BOLAY, Sıla

PhD., Pediatric Dentistry Department, Altınbaş University,

Supervisor: Prof. Dr. Figen SEYMEN

Date: 07/2025

Pages: 140

This in vitro study aimed to evaluate the effectiveness of remineralization agents commonly used in treating early childhood caries, with a particular focus on the remineralization capacity and staining potential of 38% silver diamine fluoride (SDF). SDF's gel and liquid forms, the SDF combination with potassium iodide (KI), and sodium fluoride were comparatively analyzed on primary teeth.

Remineralization efficacy was assessed using DIAGNOdent laser fluorescence, micro-computed tomography (Micro-CT), and scanning electron microscopy with energy-dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDX). The results revealed that the liquid form of SDF provided the highest remineralization effect, especially when used without KI. On the other hand, color analysis demonstrated that the combination of SDF and KI resulted in less discoloration, indicating a more favorable outcome in terms of esthetics.

The findings of this study suggest that SDF is a clinically effective caries-arresting agent; however, its esthetic limitations due to irreversible black staining may restrict its use, particularly in anterior teeth. The addition of KI appears to be a promising strategy to mitigate these esthetic concerns. Notably, the investigation of the gel form of SDF—an area with limited existing research—and the combined use of three analytical methods to assess remineralization represent significant contributions to the literature.

In conclusion, it is thought that this study will contribute to making more informed decisions regarding the clinical use of SDF by providing scientific evidence for minimally invasive approaches in terms of both treatment efficacy and aesthetic results.

Keywords: Silver Diamine Fluoride, Remineralization, Discoloration, Potassium Iodide, DIAGNOdent, SEM-EDX, Micro-CT.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TABLO LİSTESİ.....	xiv
ŞEKİL LİSTESİ	xiv
KISALTMALAR.....	xvii
SEMBOL LİSTESİ	xx
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 DİŞ ÇÜRÜĞÜ	3
2.1.1 Demineralizasyon	3
2.1.2 Remineralizasyon.....	3
2.2 ÇÜRÜK LEZYONLARININ TANISINDA KULLANILAN YÖNTEMLER.....	4
2.2.1 Geleneksel Yöntemler.....	4
2.2.2 İleri Çürük Saptama Yöntemleri	5
2.3 IN VITRO YAPAY ÇÜRÜK MODELLERİ	13
2.3.1 Bakteri Kaynaklı Asitlerin Kullanıldığı İn Vitro Demineralizasyon Modeli (Biyofilm Modeli).....	14
2.3.2 Kimyasal Olarak Oluşturulan İn Vitro Demineralizasyon Modelleri.....	14
2.3.3 Asit Tamponlarının Kullanıldığı İn Vitro Demineralizasyon Modeli (Basit Demineralizasyon Modeli).....	15
2.3.4 pH Döngüsünün Kullanıldığı İn Vitro Demineralizasyon ve Remineralizasyon Modeli.....	15
2.3.5 Yapay Çene Modelleri	16
2.4 MİNE VE DENTİN ÇÜRÜK LEZYONLARININ TEDAVİSİ	16
2.4.1 Geleneksel Restoratif ve Girişimsel Tedavi	16
2.4.2 Minimal İnvaziv Restoratif Tedavi	16
2.4.3 Çürük Durdurucu Ajanlar	18

2.5	GÜMÜŞ (AG) VE GÜMÜŞ BİLEŞİKLERİ.....	19
2.5.1	Gümüş Diamin Florür (GDF)	20
2.5.2	Gümüş Diamin Florürün İçeriği ve Mevcut Konsantrasyonları	21
2.5.3	Gümüş Diamin Florürün Etki Mekanizması.....	23
2.5.4	Gümüş Diamin Florürün Çürük Önleyici Etkisi.....	24
2.5.5	Gümüş Diamin Florürün Klinik Uygulamaları.....	25
2.5.6	Gümüş Diamin Florür Uygulamasının Yöntemi, Sıklığı ve Takibi.....	27
2.5.7	Gümüş Diamin Florür Uygulamasının Güvenilirliği.....	29
2.5.8	Gümüş Diamin Florür Renklenmesi	30
2.5.9	Gümüş Diamin Florürün Ebeveynler Tarafından Kabul Edilebilirliği	31
2.5.10	Gümüş Diamin Florür Renklenmesi İçin Çözümler	31
2.6	RENK ANALİZ SİSTEMLERİ VE ELEKTRONİK RENK ÖLÇÜM CİHAZLARI.....	32
2.6.1	Renk Analiz Sistemleri	32
2.6.2	Elektronik renk ölçüm cihazları.....	34
3.	GEREÇ YÖNTEM	37
3.1	GÜMÜŞ DİAMİN FLORÜRÜN REMİNERALİZASYON POTANSİYELİNİN İN-VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ.....	37
3.1.1	Diş Seçimi	37
3.1.2	Örneklerin Hazırlanması	38
3.1.3	Örneklerin Başlangıç Değerlerinin Diyot Lazer Floresans (DIAGNOdent) ile Ölçülmesi	40
3.1.4	Demineralizasyon Solüsyonunun Hazırlanması ve Dişlerin Demineralizasyon Solüsyonunda Bekletilmesi.....	41
3.1.5	Örneklerin Demineralizasyon Sonrası Değerlerinin Diyot Lazer Floresans (DIAGNOdent) ile Ölçülmesi.....	41
3.1.6	Çalışma Gruplarının Hazırlanması	42
3.1.7	Çalışmada Etkinliği Karşılaştırılacak Remineralizasyon Ajanları	42
3.1.8	Remineralizasyon Ajanlarının Uygulanması	43
3.1.9	Örneklerin Yapay Tükürük Solüsyonunda Bekletilmesi	45

3.1.10	Örneklerin Remineralizasyon Sonrası Değerlerinin Diyot Lazer Floresans (DIAGNOdent) ile Ölçülmesi.....	46
3.1.11	Örneklerin μ -BT ile İncelenmesi ve SEM-EDX Analizi.....	46
3.1.12	İstatistiksel Değerlendirme	48
3.2	GÜMÜŞ DİAMİN FLORÜRÜN RENKLEŞME POTANSİYELİNİN İN-VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ	48
3.2.1	Diş Seçimi.....	48
3.2.2	Örneklerin Hazırlanması.....	48
3.2.3	Başlangıç Renk Parametrelerinin VITA Easyshade ile Ölçümü	49
3.2.4	Çalışmada Renkleşme Potansiyelleri Karşılaştırılacak Remineralizasyon Ajanları	49
3.2.5	Gruplardaki GDF Materyallerinin Uygulanması	49
3.2.6	Renk Parametrelerinin Ölçümü.....	51
3.2.7	İstatistiksel Değerlendirme	52
4.	BULGULAR	53
5.	TARTIŞMA.....	79
6.	SONUÇ	99
	REFERANSLAR.....	103
	EKLER	121

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: DIAGNOdent Pen Değerleri ve İlgili Tanı Kriterleri.	8
Tablo 2.2: DIAGNODent Cihazı ile Çürük Değerlendirme Skorları.	9
Tablo 2.3: Piyasada Bulunan GDF İçerikli Ticari Ürünler.	23
Tablo 2.4: Diş Hekimliğinde Renk Eşleştirme için Kullanılan Aletler ve Yazılımlar: Türleri, Ölçüm Alanı.	35
Tablo 3.1: Çalışma Grupları ve Etkinliği Karşılaştırılacak Remineralizasyon Ajanları.	43
Tablo 3.2: Çalışmada Renkleşme Potansiyelleri Karşılaştırılacak Remineralizasyon Ajanları.	49
Tablo 4.1. DIAGNOdent Değerlendirmesi.....	55
Tablo 4.2: Mikro-CT Yoğunluk Ölçümlerinin Değerlendirilmesi.	59
Tablo 4.3: Mikro-CT Derinlik Ölçümlerinin Değerlendirilmesi.....	61
Tablo 4.4: DIAGNOdent-Mikro-CT Korelasyonu.....	63
Tablo 4.5: L* Ölçümlerine İlişkin Değerlendirmeler.....	69
Tablo 4.6: a* Ölçümlerine İlişkin Değerlendirmeler.....	73
Tablo 4.7: b* Ölçümlerine İlişkin Değerlendirmeler.	77

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Fiber Optik Uç.....	8
Şekil 2.2: KaVo DIAGNODent Cihazı [13].....	8
Şekil 2.3. Munsel Renk Sistemi [107].	33
Şekil 3.1: Örneklerin Mikromotor ve Fırça Yardımı ile Temizlenmesi.	38
Şekil 3.2: Örneklerin Deney Düzenine Sabitlenmesi.	38
Şekil 3.3: Örneklerin Floresans Değerlerinin Belirlenmesi.....	39
Şekil 3.4: DIAGNODent Cihazının Her Ölçüm Öncesi Kalibre Edilmesi.....	39
Şekil 3.5: Örneklerin Bukkal Yüzeyinde 3x3 Mm’lik Pencere Oluşturulması.	40
Şekil 3.6: Örneklerin Başlangıç Floresans Değerlerinin Ölçülmesi.....	40
Şekil 3.7: Örneklerin Demineralizasyon Solüsyonunda Bekletilmesi.....	41
Şekil 3.8: Örneklerin Demineralizasyon Sonrası Floresans Değerlerinin Ölçülmesi.	42
Şekil 3.9: 1. Gruptaki Örneklerle Gümüş Diamin Florür Uygulanması.....	44
Şekil 3.10: 2. Gruptaki Örneklerle Gümüş Diamin Florür Uygulanması.....	44
Şekil 3.11: 3. Gruptaki Örneklerle Gümüş Diamin Florür ve Sonrasında Potasyum İyodür Uygulanması.....	45
Şekil 3.12: 4. Gruptaki Örneklerle Sodyum Florür Uygulanması.	45
Şekil 3.13: Örneklerin Yapay Tükürük Solüsyonunda Bekletilmesi.	46
Şekil 3.14: SkyScan 1172 Masaüstü X-Ray Mikro-CT Sistemi.	47
Şekil 3.15: Zeiss EVO LS 10.	47
Şekil 3.16: 1. Gruptaki Örneklerle Gümüş Diamin Florür Uygulanması.....	50

Şekil 3.17: 2. Gruptaki Örneklerle Gümüş Diamin Florür Uygulanması.....	50
Şekil 3.18: 3. Gruptaki Örneklerle Gümüş Diamin Florür Uygulanması.....	51
Şekil 3.19: 3. Gruptaki Örneklerle Gümüş Diamin Florür Sonrası Potasyum Iyodür Uygulanması ve Beyaz Çökelti Oluşumu.....	51
Şekil 3.20: VITA Easyshade V ile Örneklerin Renk Parametrelerinin Ölçülmesi.....	52
Şekil 4.1: Zamanlar Arası DIAGNOdent Değerlerinin Değişimi.	56
Şekil 4.2: Advantage Arrest Jel Grubu Demineralizasyon Sonrası (a1) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (a2), Advantage Arrest Likit Grubu Demineralizasyon Sonrası (b1) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (b2), Riva Star Grubu Demineralizasyon Sonrası (c1) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (c2), Proshield Vernik Grubu Demineralizasyon Sonrası (d1) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (d2), Negatif Kontrol Grubu Demineralizasyon Sonrası (e1) ve 14. Gün (e2) Mikro-CT Görüntüleri.....	58
Şekil 4.3: Yüzeyler Arası Yoğunluk Değerlerinin Değişimi.....	59
Şekil 4.4: Yüzeyler Arası Derinlik Değerlerinin Değişimi.	61
Şekil 4.5: Advantage Arrest Jel Grubu Demineralizasyon Sonrası (a) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (b), Advantage Arrest Likit Grubu Demineralizasyon Sonrası (c) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (d), Riva Star Grubu Demineralizasyon Sonrası (e) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (f), Proshield Vernik Grubu Demineralizasyon Sonrası (g) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (h), Negatif Kontrol Grubu Demineralizasyon Sonrası (i) ve 14. Gün (j) SEM Görüntüleri.	65
Şekil 4.6: Advantage Arrest Jel Grubu Demineralizasyon Sonrası (a) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (b), Advantage Arrest Likit Grubu Demineralizasyon Sonrası (c) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (d), Riva Star Grubu Demineralizasyon Sonrası (e) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (f), Proshield Vernik Grubu Demineralizasyon Sonrası (g) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (h), Negatif Kontrol Grubu Demineralizasyon Sonrası (i) ve 14. Gün (j) EDX Element Analizleri.	66

KISALTMALAR

3D	:	Üç Boyutlu
AAPD	:	The American Academy of Pediatric Dentistry
ABD	:	Amerika Birleşik Devletleri
ADA	:	American Dental Association
ART	:	Atraumatic Restorative Treatment
BT	:	Bilgisayarlı Tomografi
BSE	:	Geri Saçılmış Elektronlar
CCD	:	Charged Coupled Device
CCP-ACP	:	Kazein Fosfopeptit- Amorf Kalsiyum Fosfat
CCP-ACPF	:	Kazein Fosfopeptit- Amorf Kalsiyum Fosfat Florür
DNA	:	Deoksiribo Nükleik Asit
DIFOTI	:	Dijital Fiber Optik Transillüminasyon
DP	:	Diagnodent Pen
DSÖ	:	Dünya Sağlık Örgütü
EÇÇ	:	Erken Çocukluk Çağı Çürüğü
ECM	:	Elektriksel İletkenlik Ölçümü
EDS	:	Enerji Dağılım Spektroskopisi
EDX	:	Energy Dispersive Spectroscopy
FDA	:	Gıda ve İlaç İdaresi
FHA	:	Florohidroksiapatit
FOTI	:	Fiber Optik Transillüminasyon
GDF	:	Gümüş Diamin Florür

ICDAS	:	Uluslararası Çürük Tespit ve Değerlendirme Sistemi
ICCC	:	Uluslararası Çürük Konsensus İşbirliği
ITR	:	İnterim Therapeutic Restoration
Kg	:	Kilogram
Ltd	:	Limited
LMR	:	Longitudinal Mikroradyografi
LD	:	Letal Doz
MID	:	Minimal İnvaziv Diş Hekimliği
MIH	:	Molar Incisor Hypomineralisation
Micro-BT	:	Mikro Bilgisayarlı Tomografi
Micro-CT	:	Micro Computed Tomography
Mg	:	Miligram
Mm	:	Milimetre
Nm	:	Nanometre
OKT	:	Optik Koherens Tomografisi
PE	:	Birincil Elektron
PPM ya da ppm	:	Parts Per Million
QLF	:	Kantitatif Işık Ölçümlü Floresans
SE	:	İkincil Elektronlar
SEM	:	Scanning Electron Microscope
SDF	:	Silver Diamine Fluoride
SMART	:	Silver Modified Atraumatic Restorative Treatment
TABT	:	Tuned-Aperture Bilgisayarlı Tomografi
TEM	:	Taramalı Elektron Mikroskobu

TME	:	Temporomandibular Eklem
TMR	:	Transvers Mikroradyografi
USA	:	United States of America
WHO	:	World Health Organization
WIM	:	Wavelength Independent Microradiography



SEMBOL LİSTESİ

Ag	:	Gümüş
AgF	:	Gümüş Florür
CaCl ₂	:	Kalsiyum Klorür
Δ	:	Delta
°C	:	Santigrat Derece
F	:	Florür
Hz	:	Hertz
KI	:	Potasyum İyodür
KCl	:	Potasyum Klorür
KH ₂ PO ₄	:	Monopotasyum Fosfat
KOH	:	Potasyum Hidroksit
NaF	:	Sodyum Florür
NaN ₃	:	Sodyum Azit

1. GİRİŞ

Erken çocukluk çağı çürükleri (EÇÇ), beş yaş altı çocuklarda en yaygın görülen diş hastalıklarından biridir. Çürük, süt dişlerinin mineral kaybı ile başlayıp, ilerleyen evrelerde enfeksiyon ve diş kaybı gibi sonuçlar doğurabilmektedir. Erken çocukluk çağı çürüklerinin tedavisinde kullanılan geleneksel yöntemler, invaziv işlemler ve anestezi gereksinimi ile birlikte, çocuklarda korku ve stres yaratabilmektedir. Bu nedenle, daha az invaziv, etkili ve kolay uygulanabilir tedavi yöntemleri üzerinde yoğun araştırmalar yapılmaktadır [1], [2].

EÇÇ'nin oluşumunda düzensiz beslenme alışkanlıkları, yetersiz ağız hijyeni, düşük sosyoekonomik düzey ve düzenli diş hekimi kontrollerinin eksikliği gibi faktörler rol oynamaktadır. Bu nedenle, çürük gelişimini önlemeye yönelik biyolojik temelli yaklaşımların önemi giderek artmaktadır. Son yıllarda, çürük lezyonlarının erken aşamada geri döndürülebilir olduğu yönündeki bilimsel bulgular, remineralizasyon kavramını ön plana çıkarmıştır. Remineralizasyon, çürük lezyonlarının ilerlemesini durdurmayı ve diş yüzeylerinin mineral içeriğini tekrar kazanmasını amaçlayan bir süreçtir [1]

Çürük tedavisinde remineralizasyon stratejileri, özellikle erken aşamalarda çürüğün ilerlemesini durdurmayı amaçlayan önemli bir tedavi seçeneği olarak öne çıkmaktadır. Remineralizasyon, diş yapısındaki mineral kayıplarının geri kazanılmasını sağlayan biyokimyasal bir süreçtir ve bu sürecin desteklenmesi için çeşitli ajanlar kullanılmaktadır[3]. Bunlar arasında florür, kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat [CPP-ACP]) gibi kalsiyum-fosfat bileşikler, hidroksiapatit ve son yıllarda dikkat çeken gümüş diamin florür (GDF) bulunmaktadır. Özellikle GDF, hem antimikrobiyal etkisi hem de lezyonların ilerlemesini durdurma özelliği nedeniyle, minimal invaziv tedavi yaklaşımları arasında öne çıkmaktadır. GDF, gümüşün bakterisidal etkisi ile florürün remineralizan etkisini birleştirerek, çürüğün hem kimyasal hem de mikrobiyolojik olarak kontrol altına alınmasına katkı sağlamaktadır [4].

Gümüş diamin florür, özellikle uyum sorunu yaşanan küçük çocuklarda veya özel gereksinimli bireylerde çürük tedavisine non-invaziv bir alternatif sunmaktadır. Yapılan çalışmalar, %38'lik GDF solüsyonunun çürük ilerlemesini durdurmada oldukça etkili olduğunu göstermiştir [5]. Bununla birlikte, GDF kullanımının estetik açıdan bazı

sınırlılıkları bulunmakta; lezyonlu yüzeylerde geri dönüşü olmayan siyah renklenmelere neden olabilmektedir. Bu durum, özellikle anterior bölgelerde tedavi kararını etkileyebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, erken çocukluk dönemi çürüklerinin tedavisinde kullanılan remineralizasyon ajanlarının remineralizasyon etkinliklerini karşılaştırmaktır. Özellikle, %38'lik gümüş diamin florürün jel ve likit formu, gümüş diamin florür ile potasyum iyodür kombinasyonu ve geleneksel bir remineralizasyon ajanı olan sodyum florürün, süt dişleri üzerindeki remineralizasyon etkinliklerinin incelenmesi hedeflenmektedir. Bu ajanlar, farklı kimyasal bileşimlere sahip olup, farklı etki mekanizmaları ile diş yüzeyindeki mineral kaybını geri kazandırma amacı ile kullanılmaktadır.

Bir diğer önemli konu ise, remineralizasyon ajanlarının estetik üzerindeki etkileridir. Özellikle gümüş diamin florürün renk değişikliği yapma potansiyeli, klinik uygulamalarda bazı zorluklara neden olabilmektedir. GDF'nin çürük yüzeylerinde geri dönüşü olmayan siyah renk değişikliklerine yol açması, özellikle anterior dişlerde tedavi kararlarını etkileyebilecek bir faktördür [4]. Bu nedenle, bu çalışmada ayrıca, gümüş diamin florür içeren remineralizasyon ajanlarının renk değişimi üzerindeki etkileri de incelenerek, estetik ve klinik açıdan hangi ajanların daha uygun olduğu değerlendirilecektir.

Sonuç olarak, bu çalışmanın temel amacı, %38 gümüş diamin florür, gümüş diamin florür ve potasyum iyodür kombinasyonu ile sodyum florürün remineralizasyon etkinliklerini karşılaştırarak, çürük tedavisinde en etkili ve estetik açıdan en uygun çözümü belirlemektir. Çalışma, hem klinik uygulamalar için pratik bilgiler sağlamak hem de literatürdeki eksikliklere ışık tutarak, çürük tedavisinde minimal invaziv yaklaşımların daha yaygın kullanılmasını sağlamayı amaçlamaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 DİŞ ÇÜRÜĞÜ

Ağız sağlığı genel sağlığın önemli bir parçasıdır. Dünya Sağlık Örgütü ağız sağlığının genel sağlığın ayrılmaz bir parçası olduğunu ve genel sağlığın, refahın ve yaşam kalitesinin temel bir göstergesi olduğunu belirtmektedir [6]. Diş çürüğü, dünya çapında çocuklarda en yaygın görülen hastalıklardan olmakla birlikte tüm yaş gruplarından ve ülkelerden insanları etkileyen, dünyadaki en yaygın kronik hastalıklardan biri olmaya devam etmektedir. Zamanında tedavi edilmediği takdirde sadece çiğneme fonksiyonunu değil konuşma, gülümseme ve psikososyal durumu aynı zamanda çocuğun ve ailenin yaşam kalitesini de etkileyebilir. Tedavisi maliyetli ama önlenmesi çok basit ve etkili bir durumdur [7]. Erken Çocukluk Çağı Çürüğü, diğer çürük türleri gibi, biyofilm aracılığı ile başlayan, şeker varlığında sürebilen, çok faktörlü olarak kabul edilen, diş sert dokularının demineralizasyonu ve remineralizasyonu arasındaki dengenin bozulması ile ortaya çıkan dinamik bir hastalıktır [8].

2.1.1 Demineralizasyon

Mine, dentin, sement, kemik gibi sert dokularda bulunan hidroksiapatit kristallerinden minerallerin uzaklaşması demineralizasyon olarak adlandırılmaktadır. Diş yüzeyinde meydana gelen bu olay sonucunda hidroksiapatit yapısı tamamen bozulmasa da sıcak, soğuk, basınç gibi uyaranlara hassasiyet artmaktadır [9]. Mine ve dentin dokusunun demineralizasyonuna asit ataklar neden olmaktadır. Bu ataklar tüketilen yiyecek veya içeceklerin asit yapısı veya diş yüzeyindeki bakteri plağının metabolik aktiviteleri sonucu gerçekleşebilmektedir [9]. Demineralizasyon, başta Streptococcus mutans olmak üzere asidojen bakterilerin ve şekerin diş yüzeyindeki etkileşiminden kaynaklanmaktadır [10].

2.1.2 Remineralizasyon

Remineralizasyon, demineralize olmuş dişin, kalsiyum ve fosfattan yoksun minede yeniden mineral birikimi yoluyla restorasyonudur [11]. Ancak; oldukça asidik bir ortamda, bu doğal remineralizasyon, mine remineralizasyonunu sağlamak için yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle minede remineralizasyon etkisi sağlayan çeşitli solüsyonlar geliştirilmiştir [12].

2.2 ÇÜRÜK LEZYONLARININ TANISINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

Çürük tedavisinde; doğru zamanda yapılan kesin ve doğru bir tanı başarılı bir tedavi uygulamasının ilk adımıdır. Doğru tanının saptanmasında kullanılan farklı muayene yöntemleri bulunmaktadır:

- a. Geleneksel Yöntemler: Görsel-dokunsal muayene ve geleneksel radyografiler.
- b. Günümüz Dijital Teknolojisini içeren Yöntemler: Dijital radyografiler, ECM, FOTI, DIFOTI, QLF, Lazer Floresans, Yakın-Kızılötesi Işık Transillüminasyon.
- c. Geliştirilmekte olan Teknolojileri Kullanan Yöntemler: Alternatif akım empedans spektroskopisi, ultrasonik sistem [13].

2.2.1 Geleneksel Yöntemler

2.2.1.1 Gözle muayene

Oklüzal çürüklerin tespit edilebilmesi için öncelikle dişin klinikte ayna ve sond kullanılarak muayene edilmesi gerekir. Dişlerin görsel muayenesinin doğru yapılabilmesi için dişin iyice kurutulması, temiz olması ve iyi aydınlatılması çok önemlidir. Doku bütünlüğü, şeffaflık/opaklık ve renk gibi yüzey özellikleri görsel inceleme sırasında subjektif olarak değerlendirilir [14].

2.2.1.2 Dokunsal muayene

Dokunsal yöntemler genellikle sond ve diş ipi gibi araçlarla gerçekleştirilir. Ancak, sondun uç kısmının keskin yapısı nedeniyle, bu araçların başlangıç çürüklerinin saptanması sırasında mineyi çizebilmesi ve bunun sonucunda kavitasyon veya kırılmaların meydana gelme riski bulunmaktadır. Bu nedenle, başlangıç çürüklerinin tesbitinde sondun kullanımı önerilmemektedir. Ayrıca, sondun karyojenik bakterileri bir yüzeyden diğerine taşıma potansiyeli, enfeksiyon riskini artırabilir. Bununla birlikte, düşük hassasiyete sahip sondlar, başlangıç çürüklerini doğru bir şekilde tespit etmede yetersiz kalabilmektedir [15].

Ara yüz çürüklerinin tespiti için diş ipi de etkili bir yöntem olarak kullanılabilir. Özellikle besin sıkışması, diş ipinin aşınması gibi durumlar bu bölgelerde çürük lezyonlarının bulunduğu bir belirti olarak kabul edilebilmektedir [16].

2.2.1.3 Radyografik teknikler

Radyografiler, çürük teşhisinde geleneksel yöntemin temelini oluşturan görsel muayeneye ve dokunma hissinin subjektif değerlendirmesine yardımcı olmak için kullanılır. Uzun yıllar boyunca, çürüğün rengi, yüzey pürüzlülüğü ve konumunu değerlendirmek için bitewing radyografileri ve dental sond kullanan klinisyenler, çürüğün varlığını veya yokluğunu subjektif olarak değerlendirmişlerdir. Ancak çoğu lezyon bu yaklaşımlarla gözden kaçmaktadır [17]. Avantajlarının yanı sıra, radyografilerin bazı sınırlamaları da vardır. Bu nedenle, radyografik görüntüleme ile birlikte klinik değerlendirme yapılması tavsiye edilir. Dezavantajlarına rağmen, radyografiler en sık kullanılan yardımcı tanı aracıdır ve yeni tekniklerin geliştirilmesiyle sorunların çoğu çözülmüştür [18].

2.2.1.4 Çürük indeksleri

Görsel ve derinlemesine incelemelerde tutarlılığı garanti altına almak için farklı sınıflandırmalar kullanılır [19].

Bu sınıflandırma sistemleri şunlardır:

- a. Nyvad Kriterleri,
- b. Uluslararası Çürük Tespit ve Değerlendirme Sistemi (ICDAS),
- c. Uluslararası Görsel Puanlama Sistemi (Evrensel Görsel Puanlama Sistemi, UniVISS).

Her sınıflandırmanın değerlendirme ve skora kriterleri farklılık gösterse de tüm sınıflandırmalar evrensel olarak tanınan değerlendirme standartlarını oluşturmayı ve akademisyenlere, doktorlara ve epidemiyologlara kanıta dayalı çürük tespit fırsatlarına erişim sağlamayı amaçlamaktadır [14].

2.2.2 İleri Çürük Saptama Yöntemleri

Geleneksel çürük teşhis yöntemlerinin özellikle erken çürükleri tespit etmek için yeterli olmadığı durumlar daha gelişmiş çürük tespit tekniklerinin geliştirilmesine yol açmıştır.

2.2.2.1 Elektriksel İletkenlik Ölçümü (ECM)

Genel anlamda, sağlıklı ve çürük dişlerin dokuları arasındaki elektriksel iletkenlik farkına dayanır. Elektriksel iletkenlikteki farklılıkları ölçen üç cihaz geliştirilmiştir:

a. Caries Meter L (G-C International Corp., Leuven, Belgium)

b. Vanguard Electronic Caries Detector (Massachusetts Manufacturing Corp. Cambridge, Mass., USA)

c. Electronic Caries Monitor (LODE Diagnostic, Groningen, The Netherlands)

Üç cihaz da fissüre yerleştirilen bir prob ve diş eti veya cilt gibi yüksek iletkenliğe sahip bir bölgeye bağlanan bir konektör ile elektriksel iletkenliği değerlendirir [20].

Demineralizasyon meydana geldiğinde, yüzeyde madde kaybı olmasa bile, diş dokusunun elektriksel iletkenliği değişir. Başka bir deyişle, çürük ve demineralize mine yüzeyleri ölçülebilir iletkenliğe sahiptir ve bu iletkenlik demineralizasyon artışı ile artarken, sağlıklı mine yüzeylerinin iletkenliği çok azdır veya hiç yoktur. Cihazda gözlenen yüksek değerli ölçümler lezyonların zaman içinde izlenmesini ve remineralize olup olmadıklarını görmeyi mümkün kılar [21].

2.2.2.2 Fiber optik transillüminasyon (FOTI)

Transillüminasyon, derin çürük lezyonlarının yanında, başlangıç çürüklerinin tespitinde de yararlı bir araç olabilmektedir. Fiber optik transillüminasyon (FOTI), sağlıklı ve çürük mine arasındaki kontrastı artırmak için ışık saçılması olgusuna dayanır. Sağlam mine, yoğun şekilde dolu ve neredeyse şeffaf bir yapı oluşturan modifiye edilmiş hidroksiapatit kristallerinden oluşur. Dentin, minenin altında turuncu, kahverengi veya gri görünür ve bu şekilde mine veya dentin lezyonları arasındaki ayrımı yapmaya yardımcı olur [22]. DIFOTI, insan gözünün görevini bir CCD sensörünün yaptığı bir yöntemdir. Transillüminasyon yöntemi teşhis ve tedavi kararını destekleyebilir ancak çürük lezyonlarını bitewing radyografiler gibi izleme yeteneğine sahip değildir [23].

2.2.2.3 Lazer floresans (DIAGNOdent, QLF)

Sağlıklı mine ve dentin, demineralize dokularla karşılaştırıldığında farklı floresan özellikleri göstermektedir. Demineralize dokular daha az miktarda ışığı absorbe ederek daha az floresans özelliği gösterir [24]. Lazer floresan yöntemi, diş dokusunun ışık maruziyetinden sonra sağlıklı ve çürük mine arasındaki floresan farkının ölçülmesine dayanır. Düşük mineral içeriğine sahip mine bölgeleri düşük floresansa sahiptir. Bu nedenle, mineral kaybı ile floresan parlaklığı arasında bir ilişki vardır. Bu prensiple klinik olarak en sık kullanılan

markalar DIAGNOdent (KaVo Dental Corporation, Biberach, Almanya) (Şekil 2.1-2.2) ve QLF'dir (Inspector Research Systems, Hollanda) [13].

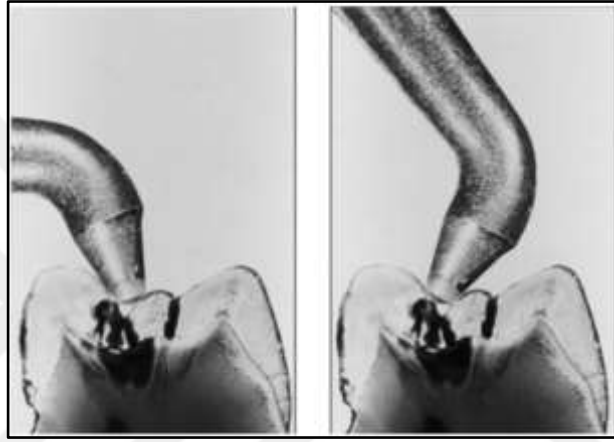
DIAGNOdent

Teknolojinin gelişmesiyle beraber DIAGNOdent sistemi, dişin oklüzal yüzeyine 655 nm dalga boyunda bir ışın göndererek, bakteriyel metabolitlerin yaydığı floresan ışığını fiber optiklerle yakalayıp sayısal değerleri izleyerek çürük lezyonunu objektif olarak değerlendirmek ve hekime erken tanı koymada yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiştir [25]. Cihazın temel çalışma prensibi, çürük lezyonunun lazer ışınını çevresindeki sağlıklı dokudan farklı şekilde abzorbe etmesi ve dağıtmasıdır. Bu sistem sağlıklı mine dikkate alınarak kalibre edilir. Toplanan sinyal cihaz ekranında 0-99 arasında sayısal bir değerle izlenir. Ekranda görünen sayısal değer arttıkça çürük olasılığı da artar. Üreticinin oluşturduğu ölçüm skalası şu şekildedir: 5-25 arasındaki değerler başlangıç lezyonunu, 26-35 arasındaki değerler erken dentin çürüğünü ve 35'ten büyük değerler derin dentin çürüğünü gösterir [13]. Lussi ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada oklüzal bölgelerdeki görsel klinik incelemenin in vivo'da yetersiz hassasiyet sağladığı sonucuna varmışlardır. Ancak lazer floresans tabanlı DIAGNOdent cihazının iyi ile mükemmel arası hassasiyet sağladığını bildirmişlerdir[24]. DIAGNOdent'ten sonra geliştirilen en yeni çürük teşhis cihazı LED tabanlı CarieScan Pro'dur. Ancak CarieScan Pro ile yapılmış yeterli klinik çalışma bulunmamaktadır [25].

DIAGNOdent pen (DP) (KaVo, Biberach, Almanya) de aynı çalışma prensibine sahiptir. DIAGNOdent'in geleneksel modelinden farkı kalem şeklinde hafif ve taşınması kolay bir cihaz olmasıdır. Diş yüzeyinden yansıyan floresans, cihazın ekranında 0 ile 99 arasında bir sayı olarak gösterilir. Büyük sayılar daha büyük bir çürük alanının işaretidir. Bu şekilde, lazer floresansı diş çürüklerinin teşhisi için kantitatif ve noninvaziv bir yöntem sunmaktadır. Bu yardımcı yöntemin erken çürüklerde değerli bir araç olarak görülmesine ve pürüzsüz yüzeyli mine çürük analizleri için çok yüksek kabul edilen %75 duyarlılık ve %96 özgüllük göstermesine rağmen, hassasiyetiyle ilgili birkaç endişe vardır, örneğin, DP ekranında görülen sayı ile çürüğün derinliği arasında bir ilişki bulunmamaktadır [26]. DIAGNOdent pen değerleri ve ilgili tanı kriterleri Tablo 2.1'de yer almaktadır [27].

Tablo 2.1: DIAGNOdent Pen Değerleri ve İlgili Tanı Kriterleri.

DIAGNOdent Pen Değerleri ve İlgili Tanı Kriterleri		
DP Değerleri	Tanı	Skor
0-13	Sağlıklı diş	0
14-20	Mine çürüğü	1
21-29	Derin mine çürüğü	2
≥30	Dentin çürüğü	3



Şekil 2.1: Fiber Optik Uç.



Şekil 2.2: KaVo DIAGNOdent Cihazı [13].

Lazer floresan sistemi ile bir dişi değerlendirmek için; ilk olarak, kalibrasyon için bir seramik standart kullanılmaktadır. Sonra, dişin pürüzsüz yüzeyindeki sağlam bir noktanın floresans değeri ölçülerek o diş için bir temel değer belirlenir. Ölçüm noktasının floresansı

daha sonra bu değerden çıkarılır. Çürüklerin maksimum yayılımını teşhis etmek için, alet ölçüm bölgesinin etrafında eğilebilmesi ile çürük sürecinin sıklıkla başladığı fissür duvarlarının eğimlerinden gelen floresansın uç tarafından algılanması sağlanmaktadır [24]. Diagnodent sistemi iki farklı tipte fiber optik uç kullanır: düz uçlar düz yüzeyler için kullanılırken, konik uçlar oklüzal yüzeyler için kullanılır. Ölçüm yapılan dişin oklüzal yüzeyinin temiz olması gerekir. Diş dokusu yüzeyindeki renk değişikliği ve diş taşları nedeniyle yanlış değerler elde edilebilir. Diş rengindeki ve anatomik özelliklerdeki farklılıklar nedeniyle her hastanın dişleri aynı şekilde kalibre edilemediğinden, çürük tanısında sorunlu bölgelerden elde edilen en yüksek değerler not edilmeli ve yeniden değerlendirmede kılavuz olarak kullanılmalıdır. DIAGNODent cihazı ile çürük değerlendirme skorları Tablo 2.2’de yer almaktadır [28].

Tablo 2.2: DIAGNODent Cihazı ile Çürük Değerlendirme Skorları.

0-5	Sağlam diş
5-25	Başlangıç çürük lezyonu
26-35	Erken dentin çürüğü
>35	Derin dentin çürüğü

Kantitatif Işık Ölçümlü Floresans (QLF)

QLF yöntemi, demineralizasyon sonucu diş sert dokularında değişen floresan özelliklerini değerlendirmek için görünür ışık sistemini kullanan bir çürük teşhis tekniğidir. Mineral kaybıyla bağlantılı olarak ışık saçılması teorisini kullanarak çürük lezyonunu ölçer.

Otofloresans, dişlerin sert dokusunun sergilediği doğal floresans için kullanılan terimdir. QLF kullanıldığında, dış kaynaklardan kırmızı floresans ve dişin sert dokularından yeşil floresans görülür. Dişin mineral yapısındaki değişiklikler, doğal floresansındaki azalmayla ilişkilidir [29]. Bu nedenle, QLF ile gözlenen çürük lezyonunun floresansı, sağlıklı diş dokularındaki değerlere kıyasla daha düşüktür. Demineralize bölgeler QLF ile siyah alanlar olarak görünür [13].

2.2.2.4 Alternatif akım empedans spektroskopisi

Alternatif akım empedans spektroskopisi olarak bilinen ölçüm tekniği, teknolojinin ilerlemesiyle birlikte çürük tespiti için invaziv olmayan yaklaşımlardan biri haline gelmiştir. Sağlam mine dokusu iyi bir yalıtkandır. Çürük meydana geldiğinde, çürüğü çevreleyen dokunun mineral yapısı değişir ve bunun sonucunda sağlıklı dokudan farklı bir iletkenlik ortaya çıkar. Bu yaklaşım, doğrudan diş yüzeyine düşük voltajlı akım uygulayarak mineral yoğunluğundaki değişiklikleri de değerlendirmektedir [30]. Bu teknik kullanılarak henüz kavitasyon gelişmemiş çürükler teşhis edilir ve bu da erken tanıya yardımcı olur. Bu yaklaşım, dentine yayılmış ve mine tarafından gizlenmiş çürükleri ve tespit edilemeyen başlangıç lezyonlarını daha kesin bir şekilde tanımlamayı amaçlamaktadır [29].

2.2.2.5 Ultrasonik görüntüleme (ultrasonografi)

Ultrasonik görüntülemenin çalışma prensibi; bir prob tarafından üretilen yüksek frekanslı ses dalgalarının (1-20 MHz) incelenecek biyolojik dokuya ya da materyale yönlendirilmesi, bu dalgaların dokudan yansdıktan sonra tekrar prob tarafından algılanması, elektriksel sinyallere dönüştürülmesi ve yankı formunda değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır [31], [32]. Ultrasonik görüntüleme sistemi diş hekimliğinde birçok alanda kullanılabilmektedir; tükürük bezi hastalıkları, çeşitli yumuşak doku kitleleri, çiğneme ve boyun kasları gibi klasik kullanım alanlarının yanı sıra; maksillofasiyal kırıklar, periapikal lezyonlar, temporomandibuler eklem (TME), diş çürükleri, çatlak ve kırıkların değerlendirilmesi, özellikle intraoral yaklaşımla ağız mukozası ve çeşitli yumuşak doku lezyonlarının incelenmesi gibi birçok alanda kullanımı bildirilmiştir [29].

2.2.2.6 Mikroradyografi

Yapay başlangıç çürük lezyonlarında, mineral kaybı mikroradyografi yolu ile kantitatif olarak belirlenebilmektedir. 1940'lardan beri, mineral tayini için X-ışını absorpsiyonu kullanılmıştır. Mikroradyografi üç türe ayrılır: Dalga Boyundan Bağımsız Mikroradyografi (WIM), Longitudinal Mikroradyografi (LMR) ve Transvers Mikroradyografi (TMR). Sadece TMR tekniği mineral içeriğini ve dağılımını hacimsel olarak gösterebilmektedir, ancak bu yöntemlerin üçü de mineral hacmindeki değişiklikler hakkında bilgi sunabilir. Bu nedenle çürük belirleme prosedürlerinde TMR tekniği sıklıkla kullanılmaktadır [33].

2.2.2.7 Taramalı elektron mikroskobu (Scanning electron microscopy – SEM)

Taramalı elektron mikroskobu (SEM), dental materyallerin mikro yapısal değerlendirmesi için kullanılan güçlü bir araçtır [34]. Herhangi bir taramalı elektron mikroskobunun (SEM) elektron-optik lens sistemi, bir elektron tabancasından yayılan bir elektron demetini, hedef numunenin yüzeyine çarpan ince bir proba odaklamak üzere çalışır; burada elektron-numune etkileşimleri, görüntülerin elde edilebileceği bir dizi farklı emisyon sinyaliyle sonuçlanır [35]. Elektron mikroskobunda görüntü oluşturmak için elektron enerjisi kullanılmaktadır. Bu teknikte, bir elektron ışını numunenin yüzeyini tarayarak çeşitli sinyaller üretir; bu sinyallerin özellikleri, elektron ışınının enerjisi ve numunenin yapısı gibi birçok faktöre bağlıdır. Üç tür sinyal, SEM'de en fazla bilgiyi sağlar: ikincil elektronlar (SE), geri saçılmış elektronlar (BSE) ve x-ışınları [34].

Yüzeydeki atomlardan ikincil elektronlar yayılır ve yüzey morfolojisine bağlı olarak değişen kontrastlı görüntüler elde edilir. Birincil elektronun (PE) çapı ne kadar küçükse, elde edilen görüntünün çözünürlüğü o kadar yüksek olur. Geri saçılan elektronlar, atomlardan yansıyan birincil elektronlardır. Görüntülenecek örneklerdeki elementlerin atom numaraları, geri saçılan elektronların görüntü kontrastını belirler. Bu nedenle, geri saçılma ile elde edilen görüntü, örnekteki farklı kimyasal fazların dağılımını gösterir. Ancak, bu görüntüdeki çözünürlük, ikincil elektronlardan elde edilen görüntü çözünürlüğü kadar yüksek değildir [35], [36].

Taranacak örnek, tarama sırasında oluşturulan vakumda stabil olmalı, tarama için uygun boyutta olmalı ve elektriksel iletkenliğe sahip olmalıdır. Birçok metal örneği çok az hazırlıkla SEM ile taranabilir. Ancak, dış dokularının SEM ile taranabilmesi için bir metalle kaplanması gerekir [37].

Transmisyon elektron mikroskobu (TEM) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM), şu anda diş hekimliğinde en yaygın kullanılan iki elektron mikroskobudur. Bir numunenin hücresel ve hücre dışı matris alt yapısı, TEM'in yüksek çözünürlüklü gücü kullanılarak incelenebilir. SEM, boyutsal topografyayı analiz ederek numune yüzeyinin gözlemlenmesini sağlar. Görüntüler, geniş odak derinliği ve yüksek çözünürlüklü gücü nedeniyle üç boyutlu görünür [38].

2.2.2.8 Taramalı elektron mikroskobu/enerji dağılım spektroskopisi (SEM/EDS)

Enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDX) olarak bilinen analitik yöntem, bir numunenin kimyasal bileşimini belirlemek için kullanılmaktadır. EDX ile SEM, bir elementin atomik yapısını incelemek için kullanılır. SEM, yapısal analiz için kullanılırken, EDX element analizi için kullanılabilir. Elementleri kantitatif olarak belirlemek için bir bilgisayar programı kullanılmaktadır [39].

2.2.2.9 Mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-CT)

Günümüzde bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte deneysel araştırmalarda dijital teknikler önem kazanmıştır. Bilgisayarlı tomografi, X-ışınının bilgisayar teknolojisiyle birleştirilmesiyle elde edilen ve vücudun kesitler halinde görüntülenmesini sağlayan bir üründür. Bilgisayarlı tomografi tarayıcıları 1-2 mm kalınlığında kesitler alır. Numuneden alınan kesit sayısı ne kadar fazlaysa, yani kesit kalınlığı ne kadar ince ise numuneden o kadar fazla bilgi elde edilebilir ve böylece elde edilen görüntünün çözünürlüğü artar [40].

CT ve mikro-CT invaziv değildir; bu nedenle örnekler enstrümantasyon çalışmaları boyunca bozulmadan kalabilir. Taramalardan muazzam miktarda bilgi elde edilebilir; kesitler herhangi bir düzlemde yeniden oluşturulabilir ve veriler 2D veya işlenmiş 3D görüntüler olarak temsil edilebilir. İç ve dış anatomi aynı anda veya ayrı ayrı gösterilebilir. Görüntüler nitel ve nicel olarak değerlendirilebilir [41]. Basit uzunluk ve hacim ölçümlerine ek olarak, mikro-CT ile görüntülenen veriler yoğunluk, kalınlık ve porozite dahil olmak üzere bir dizi karmaşık 3D ölçüm sağlayabilir. X-ışını ile taranan nesneden elde edilen görüntüler bilgisayara kaydedilebilir ve kullanılan programa bağlı olarak ilgi duyulan doku yakınlıştırılarak, döndürülerek ve izole edilerek değiştirilebilmektedir [42], [43].

2.2.2.10 Tuned-Aperture Bilgisayarlı Tomografi (TABT)

Tuned-Aperture Bilgisayarlı Tomografi (TABT), diş hekimliğinde ve tıbbi görüntülemede kullanılan, gelişmiş bir tomografi yöntemidir. Bu teknoloji, geleneksel bilgisayarlı tomografiden farklı olarak, belirli bir bölgenin daha yüksek çözünürlükle görüntülenmesini sağlayan bir yöntem sunmaktadır. TABT, diş yüzeyleri ve iç yapıları arasındaki ince farklılıkları tespit etmek için kullanılan, düşük dozda ışınlama yapan bir tekniktir. Bu özellik, özellikle küçük çürükler ve dentin lezyonlarının tespiti için oldukça etkilidir. TABT, yüksek

kontrastlı görüntüler sağlayarak, dişlerdeki patolojik değişikliklerin daha hassas bir şekilde incelenmesine olanak tanır [44].

2.2.2.11 Optik Koherens Tomografisi (OKT)

Optik Koherens Tomografisi (OKT), yüksek çözünürlükte çapraz kesitli görüntüler sağlayan bir optik görüntüleme yöntemidir. OKT, özellikle diş hekimliğinde, diş yüzeylerinin ve periodontal dokuların incelenmesinde, invaziv olmayan bir alternatif sunar. OKT, ışığın dokularda yansmasıyla çalışan bir teknoloji olup, dişlerdeki erken çürüklerin tespiti, dentin ve mine arasındaki ilişkiyi inceleme, aynı zamanda implant ve restorasyonların etrafındaki dokuların izlenmesinde kullanılmaktadır [45]. Erken dönemde çürük tespiti ve diş dokularındaki yapısal değişikliklerin izlenmesi, OKT'yi özellikle pedodonti ve diş sağlığı takibinde faydalı bir araç yapmaktadır.

2.2.2.12 Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT), diş hekimliğinde özellikle implantoloji, ortodonti ve endodonti gibi alanlarda geniş çapta kullanılan bir 3D görüntüleme tekniğidir. KIBT, X-ışınları ile diş ve çene yapılarının üç boyutlu (3D) görüntülerini sağlayarak, daha doğru tanı ve tedavi planlamasına olanak tanımaktadır. Geleneksel BT'ye göre daha düşük dozda radyasyonla yüksek kaliteli 3D görüntüler elde edilmesini mümkün kılar [46]. KIBT, çene kemiği yapılarının, diş köklerinin, sinüslerin ve kemik yoğunluğunun ayrıntılı bir şekilde incelenmesini sağlar.

2.3 IN VITRO YAPAY ÇÜRÜK MODELLERİ

Karyoloji araştırmalarında demineralizasyon-remineralizasyon sürecini incelemek için sıklıkla in vitro çalışmalar kullanılmaktadır. İn vitro çalışmalar ağız ortamını farklı açılardan simüle etmekte ve doğal ortamdan daha kontrol edilebilir koşullar sunmaktadır. İn vitro çalışmaların tasarımları genellikle basit olmakla birlikte, araştırma amaçlarına göre karmaşıklashaabilmektedir. Karmaşık bir tasarımla bile, in vitro çalışmaların yazarları, doğal çürük gelişiminin karmaşık sürecini taklit etmeyi neredeyse imkânsız bulmaktadır. Bu nedenle bu çalışma tasarımı, in vivo ekosistemin gerçekliğinden bir ödün olarak kabul edilebilmekle birlikte, araştırmacılar yine de anlamlı ve faydalı sonuçlar elde edebildiğini bildirmektedir [47].

İn vitro yapay çürük modelleri beş kategoriye ayrılır: bakteriyel asitler kullanan yapay çürük modelleri, kimyasal olarak oluşturulan yapay çürük modelleri, asit tamponları kullanan yapay çürük modelleri, pH döngüsü modelini kullanan yapay çürük modelleri ve yapay çene modelleri.

2.3.1 Bakteri Kaynaklı Asitlerin Kullanıldığı İn Vitro Demineralizasyon Modeli (Biyofilm Modeli)

Karyojenik bakteriler, çürük lezyonlarının özelliklerini etkileyen temel faktörlerden biridir. Bakteriyel asitler, biyofilm modeli olarak da bilinen in vitro yapay çürük modelinde kullanılır. Bu model oluşturulurken, genellikle tek bir bakteri suşu kullanılarak saf bir kültür ortamı elde edilir [47]. Biyofilmin yapısı ve bileşiminin sabit olduğundan emin olmak için kültür ortamında tek bir bakteri türünün kullanılması tercih edilir. Böylelikle, bakteri hücrelerinin büyüme ve birikim hızı ve biyofilmin fizyolojik özellikleri daha doğru bir şekilde araştırılabilir. Tek bir suşun kullanılması ayrıca farklı oral patojenik türler arasındaki farklılıkların ve benzerliklerin analizine de olanak tanır. Ancak rekabet, çapraz beslenme ve kolonizasyon sürekliliği gibi bakteri etkileşimlerinin dikkate alınmaması çalışmaları sınırlandırmaktadır [48]. Yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğunda diş çürüklerindeki etkisi kanıtlanmış olan *Streptococcus mutans* türü tercih edilmektedir [5].

Tükürük ve diş plağından türetilen biyofilmler belirli modellerde kullanılmaktadır. Doğal diş plağının fizyolojik ve mikrobiyolojik özellikleri bu modeller tarafından taklit edilmektedir. Doğal karyojenik biyofilmler karmaşık yapılarını, biyolojik çeşitliliklerini ve heterojenliklerini korurlar. Ancak bu biyofilmler zamana, çevresel faktörlere ve elde edildikleri konakçıya bağlı olarak değişebilmektedir [49], [50].

2.3.2 Kimyasal Olarak Oluşturulan İn Vitro Demineralizasyon Modelleri

Kimyasal modeller karmaşık biyofilm metabolizmasını basitleştirmektedir ve diş çürüklerinin asitler, asit tamponları veya silika jelleri kullanılarak olduğu koşulların yaratıldığını varsaymaktadır. Ağız boşluğunun ortamını biyolojik düzeyden ziyade kimyasal düzeyde yansıtmayı amaçlarlar [51]. Demineralizasyon ve remineralizasyon süreçlerini asit veya asit tamponuyla simüle ederek, çürük sürecini taklit eder. Tükürük ve plak sıvısı, pH

kritik seviyenin altına düştüğünde kalsiyum ve fosfatla doymayı bırakır. Hidroksiapatit çözündüğünde mine demineralizasyonu gerçekleşir [49].

Kimyasal olarak oluşturulan in vitro demineralizasyon modelleri, karmaşık biyofilm metabolizmasını basitleştirmektedir. Böylelikle hem zamandan tasarruf edilmekte hem de çalışmanın verimliliği artmaktadır. Bununla birlikte yapılan çalışma düşük maliyetli ve tekrarlanabilir olduğundan bu modeller en çok tercih edilen yapay çürük oluşturma yöntemi olmaktadır [49], [51].

2.3.3 Asit Tamponlarının Kullanıldığı İn Vitro Demineralizasyon Modeli (Basit Demineralizasyon Modeli)

Basit mineralizasyon modellerinde, düşük pH değerine sahip basit demineralizasyon ajanlarını kullanılmaktadır. Bu yöntem, demineralize lezyonlar oluşturmak için remineralizasyon sürecini kısaltmaktadır. Laktik asit ve asetat asit gibi hafif organik asitler ve asit tamponları, demineralize lezyonlar oluşturmak için kullanılır. Bu hafif asitler, inorganik asitlerden çok doğal çürüklere benzeyen demineralize lezyonlar oluşturur. Normalde, çürük oluşumu sürecinde sabit bir pH değerine sahip tek bir çözelti kullanılır. Yüzey altı lezyonu oluşturmak için optimum pH değeri 4,4 ila 5,0 arasında değişir. Asit erozyon modelleri oluşturmak için hidroklorik asit, fosfat asit ve sitrik asit kullanılır. Bu inorganik asitler, karyoloji araştırmalarında kullanılanlardan daha asidiktir ve pH değerleri 1,0 kadar düşük olabilmektedir [47].

2.3.4 pH Döngüsünün Kullanıldığı İn Vitro Demineralizasyon ve Remineralizasyon Modeli

Bu modeller dış substratlarına ve substratların mineral hareketine dayanır. Tipik olarak, bu modelde başlangıçta sağlam olan bir substrat kullanılır ve yanıt değişkeni dışı uygulanan materyalin remineralize edici solüsyondan mineralleri artırma veya substrattan demineralize edici solüsyona mineral kaybını azaltma yeteneğini inceler. Demineralize edici veya remineralize edici modellerde, yapay çürük lezyonları içeren substratlar ek demineralizasyonu veya remineralizasyonu değerlendirmek için de kullanılabilir [51]. Genellikle remineralizasyon solüsyonunun pH'ı 7'dir. İçerdiği asit ve substratlara bağlı olarak demineralizasyon solüsyonunun pH'ı 4,4 ila 5,5 arasında değişmektedir ve pH

döngüsü birkaç günden birkaç aya kadar sürebilir. Dentin çürükleri sıklıkla pH döngüsü modelleri kullanılarak incelenmiştir. Dentin çürüklerinin biyokimyasal süreci ilk olarak mineral bileşenin çözünmesiyle tanımlanır, bu da organik matrisi hem konak hem de bakteri tarafından üretilen enzimler tarafından parçalanmaya karşı savunmasız bırakmaktadır [49].

2.3.5 Yapay Çene Modelleri

Laboratuvarda, bakterileri (saf suşlar, karışık suşlar, plak vb.), tükürüğü (genellikle gerçek insan veya hayvan tükürüğü), çekilmiş dişleri ve çürük sürecini taklit etmek için gıda bileşenlerini birleştirerek yapay çene modelleri yapılabilir. Teorik olarak, yapay çene modelleri tükürük rejenerasyonu ve temizliği dahil olmak üzere ağızın her yönünü içermelidir. Ancak yapay çene modelleri, pratikte in situ veya in vivo modeller kadar iyi performans göstermemiştir [52].

2.4 MİNE VE DENTİN ÇÜRÜK LEZYONLARININ TEDAVİSİ

2.4.1 Geleneksel Restoratif ve Girişimsel Tedavi

Yirminci yüzyılın büyük bölümünde diş hekimleri, çürük lezyonlarının dişin çürük kısımlarının çıkarılması ve çürüğe dirençli olduğu varsayılan bölgelere genişletilmesini gerektiren girişimsel bir yaklaşımla tedavi edildiği GV Black'in tasarladığı kavite sınıflandırmasını kullanmışlardır. Bunun nedenleri arasında çürük sürecinin, özellikle remineralizasyon potansiyelinin ve mevcut restoratif materyallerin zayıf fiziksel özelliklerinin anlaşılabilmesi bulunmaktadır. Muhtemelen girişimsel yaklaşımın en ciddi sonucu, 'önleme için genişletme' ilkelerine uyum sağlamak için hazırlanması gereken kavitenin kapsamı olmuştur. 1950'lerde yüksek hızlı döner aletlerin geliştirilmesiyle, bir kaviteyi daha da genişletme eğilimi olmuştur ve bunun sonucunda kuronun zayıflaması, restorasyonun her değiştirilmesinde diş yapısının daha fazla kaybına yol açmıştır [53].

2.4.2 Minimal İnvaziv Restoratif Tedavi

1990'ların başlarında, araştırmalar çürük lezyonlarının yönetiminin geleneksel cerrahi yaklaşımdan uzaklaşarak 'biyolojik' veya 'tıbbi' bir yaklaşımla daha iyi başarılabileceğini göstermiştir. Çürük lezyonunun yönetimindeki yeni yaklaşıma minimal invaziv diş hekimliği (MID) adı verilmiştir [54]. Minimal invaziv diş hekimliği (MID), bir asırdan uzun

bir süre önce Greene Vardiman Black'in operatif konseptlerine dayanan, diş çürüklerini yönetmenin geleneksel yöntemine bir yanıttır. MID, dişlerin yaşam boyu işlevsel kalmasını sağlamaya çalışan bir felsefedir. Bu nedenle, bu terim diş çürüklerinin yönetimiyle sınırlı değildir, aynı zamanda periodontoloji, oral rehabilitasyon ve oral cerrahi gibi diğer ağız sağlığı alanlarına da uygulanabilmektedir [55].

Bu operatif diş hekimliği tarzı için resmi bir tanım önerilmemiş gibi görünmekle birlikte dört ilkeyi içerir:

- a. Erken lezyonların remineralizasyonu; daha fazla demineralizasyon ve kavitasyon riskini ortadan kaldırmak için karyojenik bakterilerin azaltılması,
- b. Kavite olmuş lezyonlara minimum girişimsel müdahale,
- c. Kusurlu restorasyonların değiştirilmesi yerine onarılması,
- d. Hastalık kontrolü [53].

Şubat 2015'te, 12 farklı ülkeden 21 karyologdan oluşan bir grup Belçika'nın Leuven kentinde bir araya gelerek Uluslararası Çürük Konsensüs İşbirliği'ni (ICCC) oluşturmuş ve çürük dokunun uzaklaştırılması için aşağıdaki yönergeler üzerinde görüş birliğine varılmıştır:

- a. Demineralize olmamış ve remineralize edilebilir dokuyu korumak
- b. Restorasyonun periferini sağlam dentinin ve/veya minenin üzerine taşıyarak yeterli bir sızdırmazlık sağlamak
- c. Tedavi planlaması ve sonuçları üzerinde önemli bir etkiye sahip olan rahatsızlık/acı ve kaygıdan kaçınmak. Diş hekimliği korkusuna yol açma olasılığı daha düşük olan yöntemler tercih etmek.
- d. Kalan dentini koruyarak (gereksiz pulpa irritasyonu/zararını önleyerek) ve pulpanın açığa çıkmasını önleyerek pulpa sağlığını korumak, yani gerekirse pulpaya yakın yumuşak dentini bırakmak.
- e. Yeterli hacim ve esnekliğe sahip dayanıklı bir restorasyon yerleştirmek için yeterli yumuşak dentini çıkararak restorasyonun ömrünü en üst düzeye çıkarmak [56].

Pedodontide minimal invaziv tedavi (MIT) yaklaşımları, çocuklarda diş tedavisi sırasında invaziv işlemleri minimize etmeyi ve tedavi sürecinde hasta konforunu artırmayı hedeflemektedir. Bu yaklaşımlar, diş çürüğünün erken aşamalarında tedavi ve müdahale gereksinimlerini en aza indirirken, dişin yapısal bütünlüğünü korumayı amaçlar. Bu bağlamda, ART (Atraumatic Restorative Treatment), SMART (Silver Modified Atraumatic Restorative Treatment) ve ITR (Interim Therapeutic Restoration) gibi yöntemler, son yıllarda pedodontide yaygın olarak kullanılmaktadır.

ART, geleneksel diş hekimliği uygulamalarından farklı olarak, çürük bölgesinin çıkarılması için mekanik aletler yerine, yalnızca el aletleri kullanılarak diş restorasyonu yapılmasını sağlayan bir tekniktir. Bu yöntem, çocuklar için ideal bir seçenek olup, genellikle lokal anestezi gerektirmez ve dişin doğal yapısı daha az hasar görmektedir [57].

SMART, ART'yi geliştirerek gümüş diamin florür (GDF) kullanımını eklemekte ve çürüklerin ilerlemesini durdurmada daha etkin sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. GDF'nin antimikrobiyal özellikleri, karojenik bakterilerin ortadan kaldırılmasına yardımcı olmakta, böylece daha uzun süreli restorasyonlar mümkün olmaktadır [4]. ITR ise, geçici bir restorasyon yöntemi olarak, dişin doğal yapısının korunmasını sağlayarak, kalıcı restorasyona kadar çürüğün ilerlemesini durdurmayı amaçlar. Bu yöntem, özellikle işbirliği yapması zor olan çocuklarda, tedavi sürecini kolaylaştıran bir alternatif sunmaktadır [58].

2.4.3 Çürük Durdurucu Ajanlar

Çürük bir dişin geleneksel tedavisi, enfekte olmuş, demineralize diş yapısının mekanik olarak kaldırılması ve restoratif bir materyal ile değiştirilmesini içerir. Ancak, diş çürüklerinin tedavisi zorlu olabilmekte ve klinisyenin ileri düzeyde becerisini, yüksek maliyetli enstrüman ve materyallerin yanı sıra hastanın kooperasyonunu gerektirmektedir. Özellikle çok küçük çocuklarda çürük tedavisinde, tüm çürük dokuyu uzaklaştırmak ve uygun bir restorasyon yapmak zor olabilmektedir. Tedavinin sebep olabileceği zorluk ve maliyet dolayısı ile, dezavantajlı topluluklardaki çocuklarda tedavi edilmemiş diş çürüklerini yönetmek için durdurucu çürük tedavisi önerilmiştir [59].

Dental plağın çürük oluşturma potansiyelini azaltmanın, sağlıklı diş yapısının sürdürülmesi için en önemli yöntem olduğu bilinmektedir. Şeker alım sıklığının azaltılması ve dental

plağın uzaklaştırılması ile veya mineralize edici ajanlar aracılığıyla diş dokularının asit direncinin artırılıp, dezenfekte edici ajanlar aracılığıyla plak içindeki mikroorganizmaların azaltılmasıyla diş yüzeyleri çürük oluşturan plaktan arındırılabilir [60].

Günümüzde dişin sert dokularında meydana gelen demineralizasyon ve remineralizasyon süreçlerinin dinamiklerinin ve bu süreçleri etkileyen faktörlerin detaylı olarak anlaşılması, özellikle koruyucu diş hekimliği alanında çeşitli materyal ve yaklaşımların geliştirilmesine öncülük etmiştir. Bu koruyucu yaklaşımların temel hedefi; demineralizasyonu önlemek ve mevcut demineralize ya da hipomineralize alanlarda remineralizasyonu desteklemektir. Remineralizasyon süreci temelde tükürükte bulunan iyonların etkisiyle doğal olarak gerçekleşir; ancak bu süreci desteklemek amacıyla pek çok yöntem ve materyal geliştirilmiştir. Klinik uygulamalarda; çeşitli iyon salınım teknolojileri, biyoaktif içerikler, şeker alkolleri, kalsiyum ve fosfat içeren ajanlar ile bitkisel kaynaklı ürünler remineralizasyonu teşvik etmek amacıyla kullanılmaktadır [61]. Bu süreçte en yaygın ve etkin olarak kullanılan iyon ise florürdür. Florür, Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından çürük önleyici etkisi onaylanmış tek bileşiktir [62]. Günümüzde, çürük önleme konusunda altın standart olarak kabul edilen florür iyonu, çeşitli mekanizmalar aracılığıyla hem demineralizasyonu sınırlamakta hem de remineralizasyonu teşvik etmektedir. Bu etkilerini; dental plak içerisindeki asit üreten karyojenik mikroorganizmaların faaliyetlerini baskılayarak, hidroksiapatitten daha dirençli bir yapı olan florapatit oluşumunu teşvik ederek, tükürükteki kalsiyum ve fosfat iyonlarının mine yüzeyine daha hızlı çökmesini sağlayarak ve antimikrobiyal etkisiyle göstermektedir. Tüm bu nedenlerle florür, remineralizasyonu destekleyen en yaygın ajan olarak önemini korumaktadır [63].

2.5 GÜMÜŞ (AG) VE GÜMÜŞ BİLEŞİKLERİ

Antik çağlardan beri gümüş (Ag) tuzları antibakteriyel özellikleriyle bilinmektedir. Günümüzde Ag, yanıklar, kateterler ve diş tedavileri gibi çeşitli uygulamalarda bakteri gelişimini önlemek için kullanılmaktadır. Gümüş iyonlarının ve gümüş içeren bileşiklerin E. coli dahil olmak üzere 12 kadar farklı bakteri türü üzerinde güçlü bir biyosidal etkiye sahip olduğu ve mikroorganizmalar için çok ölümcül olduğu bilinmektedir [64]. 1800'lerde gümüş, cerrahi sonrası enfeksiyonlarda, diş hekimliğinde, yara tedavisinde ve tıbbi

cihazlarda antiseptik olarak kullanılmıştır. Gümüş nitrat, hastalığa neden olan patojenik organizmaların bilimsel olarak anlaşılmasından çok önce çeşitli tıbbi tedaviler ve bulaşıcı hastalıklar için kullanılmıştır [65]. Gümüş (Ag) 1800'lerden bu yana hem diş hekimliğinde hem de tıpta antiçürük, antimikrobiyal ve antiromatizmal özellikleri nedeniyle kullanılmıştır. 1900'lerde gümüş bileşikleri tetanos ve romatizma tedavisinde popüler olarak kullanılmış ve antibiyotikler icat edilmeden önce klinisyenler soğuk algınlığı ve bel soğukluğunu gümüş bileşikleri kullanarak tedavi etmeye çalışmışlardır [66].

Gümüş iyonunun diş hekimliğinde kullanımı 1840'lı yıllara kadar uzanmaktadır. Howe 1917'de 'Howe solüsyonu' olarak adlandırılan ve doğrudan çürük lezyonlarına uygulanan amonyak gümüş nitrat solüsyonunun kullanımını rapor etmiştir [67]. Howe'un solüsyonunun çürükten etkilenen dentine nüfuz ederek antibakteriyel etki gösterdiğine inanılmıştır ve bu solüsyon 1950'lere kadar kullanılmıştır [68].

Florürün, gümüşün remineralizasyon etkisini ve karyojenik bakterilere karşı antibakteriyel aktivitesini artırarak gümüşle sinerjik etki gösterdiği bildirilmiştir [69]. Birçok in vivo ve in vitro araştırma, gümüş florür bileşiklerinin 20. yüzyılın sonu ve 21. yüzyılın başında çürük lezyonlarını durdurmadaki etkinliğini ortaya koymuştur ve bu durum gümüş florür bileşiklerinin Meksika, Avustralya ve Japonya'da ticari olarak kullanılmasına yol açmıştır [68]. GDF üretmek için gümüş florür solüsyonlarına amonyak eklenmiş ve ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) 2014 yılında GDF'nin terapötik amaçlarla kullanımını resmen onaylamıştır [70]. Süt dişlerinde çürüğün önlenmesi için AAPD, kapsamlı çürük tedavi planının bir parçası olarak GDF'nin kullanılmasını da önermektedir. Aynı zamanda DSÖ, 2017 yılında EÇÇ'yi durdurmak için GDF solüsyonunun kullanılmasını önermiştir [71].

2.5.1 Gümüş Diamin Florür (GDF)

Gümüş bileşikleri, özellikle de gümüş nitrat, yüz yıldan fazla bir süredir tıpta enfeksiyonları kontrol altına almak için kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde, gümüş nitratın diş çürüğünün önlenmesi için kullanıldığına dair raporlar belgelenmiştir ve yirminci yüzyıldan önce gümüş nitratın meslekte kullanımı, dentin aşırı duyarlılığı, erozyon ve iltihap durumlarında ve süt dişlerinde olduğu kadar kalıcı dişlerde de çürük önleyici ve sterilize edici bir madde olduğuna dair kanıtlar sağlanmıştır [72]. Günümüze kadar demineralizasyonun engellenmesi ve remineralizasyonun sağlanması amacıyla, florid uygulamaları rutin kullanımda kabul

görmüş olsa da özellikle son yıllarda bu ajanların arasına gümüş iyonu da eklenmiş ve klinik kullanımı yaygınlaşmıştır.

Özellikle 3 yaşın altındaki çocuklarda diş çürüklerinin tedavisi, genellikle sedasyon ve/veya genel anestezi gibi farmakolojik yaklaşımları içermektedir. GDF'nin invaziv tedaviden kaçınmak veya bu tedavileri hasta koltukta oturabilecek yaşa gelene kadar ertelemek için kullanılması, GDF'yi, erken çocukluk dönemi çürüklerini kontrol altına alabilen bir yardımcı tedavi yöntemi haline getirmektedir [73]. Amerikan Diş Hekimliği Birliği (ADA) ve Amerikan Çocuk Diş Hekimliği Akademisi (AAPD), işbirliği yapmayan ve küçük çocukların yanı sıra özel sağlık bakımına ihtiyaç duyan çocukların süt dişlerindeki aktif kaviteyeyle lezyonların durdurulması için kapsamlı bir yönetim planının bir parçası olarak %38 GDF'nin kullanılmasını şiddetle tavsiye etmektedir [74]. GDF'nin temel etkisi, kaviteleşmiş çürükleri durdurmak, çürük oluşumunu önlemek ve diş hassasiyetini azaltmaktır. GDF tedavisi basit, hızlı ve noninvazivdir; ayrıca maliyeti düşüktür, aerosol oluşturmaz, çapraz enfeksiyon riski düşüktür ve klinik kullanımda karmaşık bir ekipman gerektirmemektedir [75].

Gümüş Diamin Florür (GDF); diamin gümüş iyonu ve flor iyonundan oluşan renksiz ve topikal olarak uygulanabilen alkali bir çözeltilidir. Antibakteriyel etkileriyle bilinen gümüş iyonları ile çürük önleyici özellikteki florür iyonlarının bir araya getirilmesiyle oluşturulan bu bileşik, ilk olarak 1960'ların sonlarında Japonya'da geliştirilmiştir [76]. 2021 Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization, WHO), 2021 yılında yayımladığı çocuklara yönelik esansiyel ilaçlar listesinde GDF'yi çürük önleme ve durdurma amacıyla önerilen tedavi ajanları arasında kabul etmiştir [6]. GDF kullanımı, uygulama kolaylığı, düşük maliyeti ve az yan etkisi nedeniyle üçüncü dünya ülkeleri ve yetersiz hizmet alan nüfuslarda hızla yayılmıştır. Malzeme, çok az diş ekipmanı gerektirmekte ve uygulayan kişiler için asgari eğitimle ilkel ortamlarda uygulanabilmektedir [77].

2.5.2 Gümüş Diamin Florürün İçeriği ve Mevcut Konsantrasyonları

Amonyak iyonları gümüş iyonlarıyla birleşerek gümüş-diamin iyonu adı verilen, gümüş florürden (AgF) daha kararlı kompleks bir iyon oluştururlar. Bu iyon kompleksi aynı zamanda gümüş diamin florür olarak da adlandırılmaktadır [78]. GDF; renksiz, alkali bir topikal ajandır. Çin ve Japonya dahil olmak üzere birçok ülkede diş çürüklerini durdurmak

için uzun yıllardır kullanılmaktadır. GDF, AgF kadar alkali değildir (pH = 8-9) ve indirgeyici bir madde gerektirmez [59]. Kimyasal olarak, gümüş diamin iyon kompleksi $[Ag(NH_3)_2]^+$ ve florür iyonu (F^-) içermektedir. Piyasada %12, %30 ve %38 dahil olmak üzere çeşitli gümüş diamin florür solüsyonu konsantrasyonları bulunmaktadır. Bu konsantrasyonlardan %38'lik GDF, her 1 ml'de 380 mg GDF varlığını ifade etmektedir. GDF'nin %38'lik konsantrasyondaki solüsyonun içeriğinde %25 gümüş (253,900 ppm), %8 amonyak, %5 florür (44,800 ppm) ve %62 su bulunmaktadır [75]. En sık kullanılan versiyon %38 versiyonudur [79]. GDF'nin %30'luk konsantrasyonu 35,400 ppm, %12'lik GDF ise 14,150 ppm florür içermektedir. Yan ve arkadaşları, dört farklı markanın %38'lik GDF solüsyonlarının florür içeriğini değerlendirirken, Saforide'nin (Toyo Seiyaku Kasei Co. Ltd., Japonya) florür içeriğinin 43.233 ppm, Advantage Arrest'in (Elevate Oral Care, ABD) 44.333 ppm, e-SDF'nin (Kids-e-Dental, Hindistan) 51.370 ppm ve Topamine'in (Dentalife Australia Pty. Ltd., Tayland) florür içeriğinin 54.400 ppm olduğunu bildirmişlerdir. Sonuçlar bir kez daha gümüş konsantrasyonlarının sırasıyla 258.841 ppm, 260,016 ppm, 336.149 ppm ve 319.966 ppm olduğunu göstermiştir [75]. Advantage Arrest markasının beş ayrı şişesindeki %38 GDF solüsyonunun iyon konsantrasyonları da Crystal ve arkadaşları tarafından 2019 yılındaki çalışmalarında araştırılmış, aynı markanın farklı şişelerindeki florür ve gümüş içeriklerinin değişebileceği sonucuna varılmıştır [80]. %38 GDF çözeltisi, toplamda %38'e ulaşan çeşitli gümüş, florür ve amonyak kombinasyonları içermektedir. Örneğin Saforide'nin (Toyo Seiyaku Kasei Co. Ltd., Japonya) içeriğinde %38 gümüş diamin florür, Advantage Arrest'in (Elevate Oral Care, ABD) %38-%43 arası gümüş diamin florür, su ve triarilmetan boyası, e-SDF'nin (Kids-e-Dental, Hindistan) %25 gümüş, %8 amonyak, %5 flor, %62 su, Topamine'in (Dentalife Australia Pty. Ltd., Tayland) içeriğinde %36-%40 arası gümüş diamin florür, amonyum florür ve triarilmetan boyası bulunmaktadır. Bu iyonlar ortalama aralıklarda olduğundan, GDF her zaman tam olarak %38 konsantrasyonlarında olmayabilmekte ve bunun çeşitli araştırmalardaki bu varyasyonların nedeni olduğu düşünülmektedir [81].

Tablo 2.3: Piyasada Bulunan GDF İçerikli Ticari Ürünler.

Ürün	Konsantrasyon	Üretici Firma	Ülke	Ana İçeriği
Advantage Arrest (Likit)	%38	Elevate Oral Care	ABD	GDF
Advantage Arrest (Jel)	%38	Elevate Oral Care	ABD	GDF
Bioride	%38	Dentsply Co Ltd	Brezilya	GDF
Fagamin	%38	Tedequim SRL	Arjantin	GDF
Fluoroplat	%38	NAF Laboratory	Arjantin	GDF
Saforide	%38	Toyo Seiyaku Kasei Co. Ltd.	Japonya	GDF
e-SDF	%38	Kids-e-Dental	Hindistan	GDF
Dengen Caries Arrest	%38	Dengen Dental	Hindistan	GDF
Topamine	%38	Dentalife Australia Pty. Ltd.	Tayland	GDF
Riva Star	%38	SDI Dental Ltd.	Avustralya	GDF ve KI
Cariestop	%30	Biodinamica	Brezilya	GDF
Cariestop	%12	Biodinamica	Brezilya	GDF
Ancarie	%30	Maquira, Maringa	Brezilya	GDF
Ancarie	%12	Maquira, Maringa	Brezilya	GDF
Cariostatic	%10	Inodon Laboratorio	Brezilya	GDF
Saforide RC	%3,8	Toyo Seiyaku Kasei Co. Ltd.	Japonya	GDF

2.5.3 Gümüş Diamin Florürün Etki Mekanizması

Son çalışmalar, diş çürüklerinin önlenmesinde ve tedavisinde GDF solüsyonlarının üç ana mekanizmasını bildirmiştir. Bu üç etki şu şekildedir;

- S.mutans ve diğer karyojenik bakterilere karşı bakterisidal etki,
- Remineralizasyonun desteklenip, mine ve dentin demineralizasyonunun engellenmesi,
- Kollajenaz inhibisyonu yoluyla dentin kollajen matris degradasyonunun azalması [82].

GDF; dentin tübüllerini tıkamakta, mineral konsantrasyonunu ve sertliğini artırıp, florohidroksiapatit, gümüş fosfat, gümüş-protein konjugatları oluşturmaktadır. Biyofilm adezyonunu önleyerek, bakterilerin hücre duvarlarını parçalayarak, DNA replikasyonunu inhibe ederek, proteinleri denatüre ederek antimikrobiyal etkide bulunmakta ve diş yapısına nüfuz etmektedir [83]. Bununla birlikte, GDF'nin etkinliğinin bir kısmı, uygulama sırasında salınan florürün aktivitesinden kaynaklanmaktadır. GDF diş yüzeyine uygulandığında, gümüş fosfat ve kalsiyum florür oluşturmak için hidroksiapatit ile reaksiyona girmekte, remineralizasyonu sağlamak için florür ve fosfat iyonları için rezervuar görevi görmekte ve mikrobiyal asit atağı altında, florür, diş yüzeyindeki hidroksiapatit kristalleri ile etkileşime girerek demineralizasyonu engellemektedir [73].

2.5.4 Gümüş Diamin Florürün Çürük Önleyici Etkisi

Laboratuvar çalışmaları, %38 GDF'nin dentin ve mine demineralizasyonunu yavaşlatabildiğini ve yaygın karyojenik bakterilerin büyümesini engelleyebildiğini bulmuştur [5]. Gümüş diamin florürün çürük önleyici etkisinin, esas olarak karyojenik mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal aktivitesine dayandığı, buna ek olarak dişin mineral içeriğini destekleyerek remineralizasyonu teşvik ettiği ve organik matrisin yıkımını engellediği bildirilmektedir [79].

Bu antimikrobiyal etkinin temelinde, özellikle gümüş (Ag) iyonlarının biyolojik sistemler üzerindeki etkisi yer almaktadır. Gümüş iyonları, bakteriyel hücreleri inaktive ettikten sonra, bu ölü hücreler çevredeki canlı bakterilere karşı biyosidal ajanları serbest bırakma kapasitesine sahip bir depo görevi görmektedir. Bu mekanizma, literatürde “zombi etkisi” olarak tanımlanmakta olup, ölü bakterilerin metalik katyonlarını çevreye yayarak hayatta kalan mikroorganizmaları da etkisiz hale getirmesi şeklinde açıklanmaktadır. Bu sürekli antimikrobiyal etki, dentin tübüllerinde ve enfekte alanlarda biriken gümüş iyonlarının uzun süreli koruyucu etkisini desteklemektedir [84].

GDF, çürükten etkilenen dişlere uygulandığında diş yapısının önemli bir bileşeni olan hidroksiapatit ile kimyasal reaksiyona girmektedir ve bu reaksiyon gümüş fosfat ve kalsiyum florürün oluşumuyla sonuçlanmaktadır. Bu reaksiyon sırasında açığa çıkan gümüş iyonları, mineral demineralizasyonunu aktif olarak engelleyerek çürükten sorumlu asit üreten bakterilere karşı koruyucu bir kalkan sağlamaktadır. Eş zamanlı olarak florür iyonları,

hidroksiapatitin remineralizasyonuna katkıda bulunarak etkilenen diş yapısının mineral yoğunluğunu ve sertliğini artırmaktadır [85].

GDF'nin mekanizmasının dikkate değer yönlerinden biri, florohidroksiapatit ve gümüş fosfat üretimi yoluyla dentin tübüllerini tıkayarak mineral yoğunluğunu ve sertliğini artırma yeteneğidir. Bu, büyükazı keser hipomineralizasyonu (MIH) gibi durumlarda yaygın bir sorun olan aşırı duyarlılık durumlarında özellikle önemlidir. GDF, bu tübülleri bloke ederek diş pulpasının dış uyaranlara maruz kalmasını azaltır ve dentin aşırı duyarlılığında derin ve uzun süreli bir rahatlama sağlar. Bu özellik, GDF'yi yalnızca çürüklerin durdurulmasında etkili olmakla kalmayıp, aynı zamanda tedavi gören hastaların genel konforunu artırmada da önemli kılmaktadır [86].

2.5.5 Gümüş Diamin Florürün Klinik Uygulamaları

2.5.5.1 Çürük yönetiminde GDF uygulamaları

GDF için en yaygın uygulama, çürük önleyici ve çürük durdurucu ajan olarak kullanılmasıdır. Çocuk diş hekimliğinde çürük kontrolü sağlayabilen cazip bir tamamlayıcı tedavi yöntemidir; çünkü invaziv tedavileri önlemek veya bu tür tedavileri üç yaşından sonraya ertelemek amacıyla kullanılabilir [73]. Amerikan Diş Hekimleri Birliği (ADA), Amerikan Çocuk Diş Hekimliği Akademisi (AAPD) ve Uluslararası Çocuk Diş Hekimliği Birliği'ne (IAPD) göre, %38 GDF çocukların süt dişlerindeki aktif kaviteli lezyonların tedavisinde kullanılabilir [87], [88]

2.5.5.2 Hipomineralize dişlerde GDF uygulamaları

GDF uygulaması, hipomineralize dişler için kullanımı kolay, invaziv olmayan ve ağrısız bir tedavi seçeneğidir. GDF kullanımı dişlerdeki çürük lezyonlarını hızla durdurmakta ve hipomineralize dişlerdeki aşırı duyarlılığı en aza indirmektedir. Klinik bir araştırmaya göre, GDF'yi yılda iki kez uygulamak, hipomineralize azı dişlerinde dentin hassasiyetini azaltmış ve çürük oluşumunu durdurmuştur. Çalışma, GDF'yi hipomineralize dişlere düzenli uygulayarak dentin hassasiyetinden derin ve kalıcı bir rahatlama sağlandığını bulmuştur [89].

2.5.5.3 Dentin hassasiyetinde GDF uygulamaları

Dentin tübülleri, sentezi GDF tarafından uyarılan florohidroksiapatit (FHA) tarafından bloke edilmektedir. Bu, dentin hassasiyetini giderir [90]. 2014 yılında ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), GDF'nin diş hassasiyetini azaltmak amacıyla kullanılmasını onaylamıştır [4]. GDF, restoratif tedavilerde lokal anestezi ihtiyacını ortadan kaldırabilmektedir. GDF ile tedavi edilen çürük lezyonu, cam iyonomer siman veya kompozit rezin ile lokal anestezi olmaksızın restore edebilmektedir [81].

2.5.5.4 Kök kanalı dezenfeksiyonunda GDF uygulamaları

Endodontik tedavide, kök kanalındaki mikroorganizmaların ortadan kaldırılması başarılı bir tedavi için olmazsa olmazdır. Bu, antibakteriyel ajanlarla yapılan irrigasyonla birleştirilmiş mekanik temizleme ve şekillendirme ile sağlanmaktadır. GDF'den gelen gümüş tuzları dentin tübüllerine çöker ve dezenfekte edilmiş dentin tübüllerinin yeniden enfekte olmasını önler. Araştırmacılar, gümüş tuzlarının kalıcı bir etki sağlayabileceğini ve zamanla gümüş iyonlarının kademeli olarak salınmasına izin verebileceğini öne sürmüşlerdir. Gümüşün kademeli olarak salınmasının diğer irriganlardan ve pansumanlardan daha uzun süreli bir antimikrobiyal etki sağlayacağı düşünülmektedir [68].

2.5.5.5 Dental erozyonda GDF uygulamaları

Patojenlerin varlığı olmadan asit ataklar sonucu diş yapısının tahribatı diş erozyonu olarak bilinmektedir. Bir çalışmaya göre GDF, erozyon kaynaklı diş minesi ve dentin degradasyonunu etkili bir şekilde azaltmıştır [91]. Süt dişleri kullanılarak yapılan bir in vitro çalışmada GDF'nin, diş erozyonunu azaltmada CPP-ACPF (kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat florür) ve NaF vernikleri kadar etkili olduğu bulunmuştur. Ayrıca, çalışma gruplarında yer alan dişlerin renklenmesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır [92].

2.5.5.6 Gümüş Diamin Florür ile Çürük Yönetiminde Vaka Seçimi

AAPD kılavuzlarında belirtilen GDF uygulanabilecek hasta grupları şunlardır:

- a. Ön veya arka dişlerinde aktif kaviteli çürük lezyonları olan yüksek çürük riskli hastalar,
- b. Davranışsal veya tıbbi tedavi zorlukları ve kaviteli çürük lezyonları olan hastalar,

- c. Tek bir ziyarette tedavi edilemeyen birden fazla kaviteli çürük lezyonu olan hastalar,
- d. Tedavisi zor çürük lezyonları olan hastalar ve
- e. Diş tedavisine erişimi olmayan veya erişimde zorluk çeken hastalar.

AAPD kılavuzlarına göre diş seçimi için kriterler ise şunlardır:

- a. Pulpa iltihabının klinik belirtileri veya spontan ağrısı olmayan hastalar
- b. Pulpaya yayılmayan kaviteli çürük lezyonları. Mümkünse, çürük lezyonlarının derinliğini değerlendirmek için radyografiler çekilmelidir.
- c. GDF uygulamak için bir fırça ile erişilebilen herhangi bir yüzeyde kaviteli çürük lezyonları olanlar. (Ortodontik seperatörler proksimal lezyonlara erişim sağlamak için kullanılabilir.) [93].

GDF uygulamasının kontrendikasyonları şunlardır:

- a. Gümüş alerjisi
- b. Deskuamatif gingivitis veya mukozit
- c. Gebelik
- d. Emzirme
- e. Estetik bölgedeki restorasyonlar
- f. Estetik bölgedeki çürükler
- g. Periapikal patolojinin klinik belirtileri veya semptomları
- h. Periapikal patolojinin radyografik belirtileri veya semptomları [68].

2.5.6 Gümüş Diamin Florür Uygulamasının Yöntemi, Sıklığı ve Takibi

Gerekli malzemeler:

- a. Gümüş Diamin Florür
- b. Tek kullanımlık godeler

- c. Mikro fırçalar
- d. Vazelin
- e. Pamuk pelet
- f. Pamuk rulo
- g. Gazlı Bez (2x2)
- h. Diş ipi
- i. Hasta önlüğü/tepsi örtüsü
- j. Emniyet gözlükleri
- k. Flor vernik
- l. Isırma bloğu [94]

Hazırlık:

- a. Gerekli materyallerin hazırlanması. Hasta ve hekimin korunması (Koruyucu gözlük, hasta önlüğü)
- b. Ağız çevresine vazelin uygulanması
- c. Dişlerin fırçalanması

İzolasyon:

- a. İdeal olarak, rubber dam ile tam bir izolasyon sağlanmalıdır.
- b. Rubber dam uygulanamıyor ise pamuk ruloların yerleştirilip dişeti üzerine vazelin sürülmesi.

Çürüğün uzaklaştırılması:

GDF uygulaması öncesi bakteriyel yükün azaltılması açısından yumuşak, nekrotik ve enfekte dentinin uzaklaştırılması önerilmiştir. Ancak dişin durumu ve iatrojenik perforasyon riski ve hastanın kooperasyon durumu çürük uzaklaştırılmadan önce göz önüne alınmalıdır.

Uygulama:

- a. GDF mikro fırça ile doğrudan diş yüzeyine 1-3 dakika süreyle uygulanmalıdır.

- b. GDF'nin potasyum iyodür (KI) ile birlikte uygulandığı durumlarda GDF uygulamasını takiben mikro fırça ile KI uygulanmalıdır. İlk uygulama sonrası beyaz bir çökelti oluşmaktadır. Çökelti renksiz forma gelene kadar KI tekrar tekrar uygulanmalıdır.
- c. Tek kullanımlık gode kullanılmalıdır.
- d. Sadece istenilen dişe/dişlere uygulanılmasına dikkat edilmelidir.

Uygulama sonrası:

Flor vernik isteğe bağlı kullanılabilir. Flor verniğin GDF'nin etkinliği üzerinde etkisi bilinmemekle beraber kötü tadı maskeleyebilir.

Takip:

GDF'nin etkisini değerlendirmek için uygulamadan 2-4 hafta sonra çürüklerin değerlendirilmesi önerilmektedir. Durmamış (sertleşmemiş) lezyonlarda kontrol seansında tekrar GDF uygulanabilmektedir. GDF ile çürüğün durdurulması için 6 aylık uygulama sıklığı önerilmektedir [73], [94]

2.5.7 Gümüş Diamin Florür Uygulamasının Güvenilirliği

Gümüş alerjisinin varlığı, gümüş ürünlerinin tedavi amaçlı kullanılmasının kontrendikasyonudur ve gümüş içeren ürünlerin vücutla doğrudan temasından kaçınılması gerekmektedir. Canlı dokulardaki gümüş veya gümüş sülfür birikintileri nadiren toksikolojik veya fizyolojik sorunlara neden olmaktadır [95]. GDF'nin 44.800 ppm florür içeriği potansiyel toksisitesi ile ilişkilidir ve GDF fizyolojik olarak aktif gümüş iyonları içermektedir. Bu nedenle emilim yoluyla vücuda girebilir ve ciltte ve diğer organlarda birikebilirler [73]. FDA tarafından gümüş diamin florürün letal dozunu (LD50) belirlemek için hayvan çalışmaları yürütülmüştür. Ortalama LD50'nin oral uygulama ile 520 mg/kg ve subkutan uygulama ile 380 mg/kg olduğu belirlenmiştir [4].

Farmakokinetik açıdan bakıldığında, GDF kullanımı az sayıda çürük lezyona uygulandığı için güvenli bir uygulamadır. Bir damla GDF yalnızca 2,24 mg florür içerir, bu nedenle çocuklarda dental florozis riski oluşturmaz [96]. %38 GDF'deki florür iyon konsantrasyonu 44.800 ppm'dir. Bununla birlikte, bir damla sadece 2,24 mg florür içerirken, geleneksel %5

florür verniği 11,3 mg içermektedir. Aşırı florür alımı dental florozise neden olmaktadır ve yüksek florür konsantrasyonlu (44.800 ppm) %38'lik GDF, küçük çocuklarda çok fazla uygulandığında florozise yol açabilmektedir ancak iki yılda bir %38'lik GDF uygulamasının çocuklarda florozis riski oluşturmayaacağı düşünülmektedir [75].

2.5.8 Gümüş Diamin Florür Renklenmesi

GDF uygulaması uygun dozda herhangi bir akut veya ciddi bir sistemik hastalığa neden olmamaktadır. Ağızda ağrı, diş eti şişmesi ve diş eti beyazlaması ile ilgili raporlar nadirdir ve muhtemelen GDF uygulamasıyla ilişkili bulunmamıştır. Çürük mine ve dentinde siyah renkleşmeye neden olması, GDF'nin bildirilen en belirgin yan etkisi olarak bildirilmiştir [73]. Koyu kahverengiden siyaha kadar değişen GDF kaynaklı renk değişikliği, özellikle çürük nedeniyle zayıflamış bölgelerde belirgindir. GDF parçalandığında, gümüş iyonları metalik gümüş parçacıklarına indirgenebilmekte ve bu da siyah lekelerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Çürük lezyonlarının siyah lekelenmesi, gümüş oksit, gümüş fosfat ve gümüş klorür gibi gümüş tuzları kaynaklı da meydana gelebilmektedir. Ayrıca, daha sonraki restorasyon aşamalarında siyah lekelenme, ışıkla polimerizasyon işlemi sırasında gümüş iyonlarının fotosensitivitesinden kaynaklanabilmektedir [97].

Süt dişlerinde GDF uygulamasının ebeveynler tarafından kabulü konusunda çalışmalar bulunmaktadır. GDF'nin klinik etkinliğine dair sonuçlar olumlu olmakla birlikte ebeveynler tarafından tedavi seçeneği olarak kabul edilmesi, sonuçları nasıl algıladıklarına bağlı olarak değişmektedir. Hem ebeveynler hem de diş hekimleri arasındaki temel endişe, diş renginde GDF uygulamasıyla ilişkili değişiklik potansiyelidir. Çocuğun dişlerinin estetik görünümü üzerinde algılanan etki anlaşılır bir şekilde endişelere yol açabilmektedir [85]. Koyu renklenmeler, gümüş fosfat oluşumu ile ilişkilidir. Gümüş fosfat güneş ışığı altında veya indirgeyici maddenin etkisi altında kolaylıkla siyaha dönmektedir [68].

Durmuş çürük lezyonların boyanması yaygın bir bulgudur ve bu, yüksek GDF konsantrasyonları ve daha yüksek uygulama sıklığı ile ilişkilendirilmiştir. Aktif çürük lezyonunu durduran, siyah leke şeklinde görünen koruyucu bir tabakanın varlığı, GDF uygulamasının klinik başarısı ile pozitif yönde ilişkilidir. Özellikle %38'lik bir konsantrasyondaki GDF'nin süt dişlerindeki aktif çürük lezyonların durdurulmasında %12'den daha etkili olduğu rapor edilmiştir. GDF'nin klinik etkinliği diğer girişimsel

olmayan yaklaşımlarla karşılaştırıldığında daha yüksek olmasına rağmen, ortaya çıkan siyah leke, GDF uygulamasının endişe verici bir yan etkisidir [98]. Bu yan etki, özellikle erken çocukluk çağı çürüklerine sahip estetik beklentisi yüksek olan hastalarda ön bölgede kullanımını sınırlayabilmektedir [73].

2.5.9 Gümüş Diamin Florürün Ebeveynler Tarafından Kabul Edilebilirliği

GDF'nin dişlerde sebep olduğu renkleşme ebeveyn memnuniyeti konusunda endişelere yol açmaktadır. GDF aynı zamanda deriyi ve diş etlerini geçici olarak boyamaktadır ve bu dokularla temastan kaçınmak gerekmektedir. Özellikle estetik açıdan kritik olan ön diş bölgelerinde uygulandığında, çürük lezyonunun tedavi sonrası siyah renklenme göstermesi, hastalar ve ebeveynleri üzerinde olumsuz bir algıya yol açabilmektedir. Bu nedenle, uygulama öncesinde tedavinin potansiyel estetik sonuçları hakkında hastaların ve ailelerinin ayrıntılı şekilde bilgilendirilmesi büyük önem taşımaktadır [79]. Çoğu çalışma, ebeveynlerin bu tedavinin faydalarını ve zararlarını anlayabilmesi için uygun bir bilgilendirilmiş onam alınmasını önermektedir [99]. Hasta memnuniyeti sağlık hizmetlerinin kalitesi açısından önemli bir göstergedir. Küçük çocuklar için ebeveynlerin memnuniyeti tedaviye uyumu ve müdahalenin başarısını etkileyen önemli bir rol oynamaktadır [100]. Cernigliaro ve arkadaşları ise sedasyon/genel anestezinin hemen yapılmasının mümkün olmadığı durumlarda GDF'nin ara bir tedavi yolu sunduğu ve çocukların %91,7 ve ebeveynlerin %87,5 oranında GDF tedavisinden memnun olduklarını bildirmişlerdir [101].

2.5.10 Gümüş Diamin Florür Renklenmesi İçin Çözümler

Ebeveynlerin süt dişlerinde özellikle arka grup dişlerde renkleşmeyi kabul etme olasılıkları daha yüksektir. Renk değişikliği daha invaziv önlemlerle cilalanabilir veya giderilebilir. Bazen cilalama işlemine rağmen, özellikle restorasyon kenarlarında renk değişikliği devam etmektedir. Renk değişikliğinin metalik yapısından dolayı diş beyazlatma işlemi renk değişikliğini gidermediği bildirilmektedir. Hastaların işlem öncesi, özellikle restorasyonların kenarlarında renk değişikliği potansiyeli konusunda uyarılması önemlidir [68].

Renkleşmeyi önleme yaklaşımları üç şekilde olabilmektedir: rezin kompozit veya cam iyonomer siman restorasyonları kullanılarak maskeleme, gümüş iyonlarını çöktürmek için

potasyum iyodür gibi kimyasalların uygulanması ve gümüş iyonlarının gümüş nanopartiküllerle değiştirilmesi [97]. Potasyum iyodür, alfa lipoik asit, askorbik asit ve glutatyonun GDF sonrası dişte meydana gelen renklemeyi azalttığına dair sonuçlar veren çalışmalar mevcuttur [98],[102].

Renkleşme sorununun üstesinden gelmenin bir yöntemi, GDF uygulandıktan sonra tuz uygulanmasıdır. Tuz, kalan serbest gümüş iyonlarıyla reaksiyona girerek gümüş fosfat oluşumunu ve bunun sonucunda ortaya çıkan renk bozulmasını önlemektedir. Lekelenmeyi önleyen tuzlardan biri, kremi beyaz bir reaksiyon ürünü olan gümüş iyodür üreten ve yeterli uygulamadan sonra renksiz hale gelen potasyum iyodür (KI)'dür [68]. Birçok çalışma, renklemeyi kontrol etmek veya geri döndirmek için GDF uygulamasından sonra uygulanan potasyum iyodürün kullanımını önermektedir. Her iki ürünü de içeren bazı ticari ürünler bulunmaktadır [99].

GDF renklemesini restoratif materyallerle maskelemenin mümkün olup olmadığına dair çalışmalar bulunmaktadır [103], [104], [105]. Renk değişikliğini maskeleme etkisi, iki ana tipte diş renginde restoratif materyal kullanılarak elde edilebilmektedir. Bu iki tip restoratif materyal, rezin kompozit, cam iyonomer siman ve rezin modifiye cam iyonomer siman, zirkonyumla güçlendirilmiş cam iyonomer siman gibi türevleridir [97].

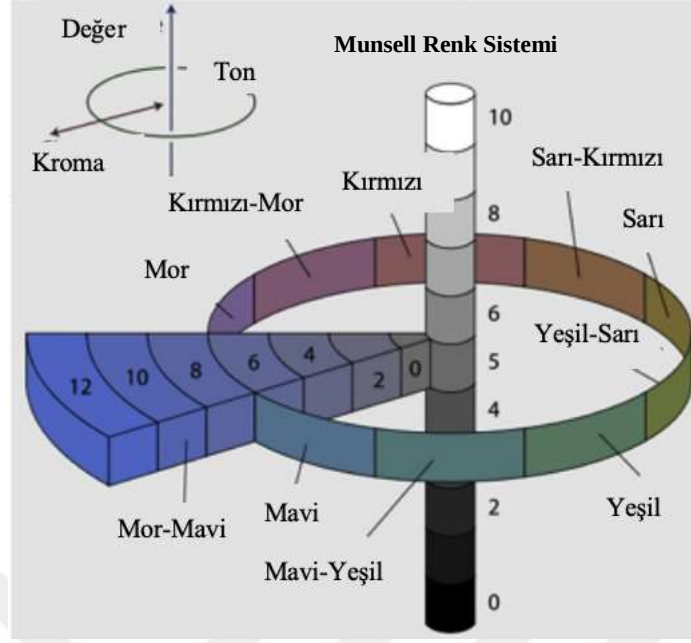
2.6 RENK ANALİZ SİSTEMLERİ VE ELEKTRONİK RENK ÖLÇÜM CİHAZLARI

2.6.1 Renk Analiz Sistemleri

Nesnelerin renk parametrelerini belirlemek amacıyla renk sistemleri kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde Munsell, CIE ve CIE L*a*b* renk sistemleri tercih edilmektedir.

2.6.1.1 Munsell renk sistemi

20. yüzyılın başlarında, Profesör Albert H. Munsell her rengin diğer tüm renklerle mantıksal bir ilişkisi olduğunu keşfetmiştir ve her rengin doğru tanımı için düzenli bir sistem kurmuştur. Oluşturduğu Munsell renk koordinat sistemi renk (ton), doygunluk (krom) ve parlaklık (değer) parametrelerini içermektedir [106]. Günümüzde Munsell renk sistemi renk ölçümüyle ilgili bilimsel araştırmalarda nadiren kullanılmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Munsell Renk Sistemi [107].

2.6.1.2 CIE ve CIE L*a*b* renk sistemleri

Diş rengi araştırmalarında yaygın olarak CIELAB renk sistemini kullanılarak, standart bir renk ile ölçülen renk arasındaki fark nicelleştirebilmektedir. Bu sistem, 1976 yılında Commission Internationale de l'eclairage (CIE, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) tarafından geliştirilmiştir. Belirli bir renk tonu, üç koordinata dayanan CIELAB sistemindeki konumuyla tanımlanmaktadır: L*, a* ve b*.

L*, beyazı temsil etmektedir ve maksimum 100 değerine kadar dikey olarak uzanır. a* ve b* eksenlerinin belirli sayısal sınırları bulunmamaktadır. Pozitif a* artan bir kırmızı seviyesini, negatif a* ise yeşili temsil eder. Pozitif b* sarıyı, negatif b* ise maviyi temsil etmektedir.

ΔL^* , Δa^* ve Δb^* delta değerleri, standart rengin ve örnek rengin renk uzayında L*, a* ve b*'de birbirinden ne kadar farklı olduğunu göstermektedir. Toplam renk farkı ΔE , aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$\Delta E = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2} \quad (2.1)$$

ΔE değeri, gerçek ve ölçülen renk farklılıklarının doğruluğunu ve kabul edilebilirliğini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Bu tek değer, iki rengin L^* , a^* ve b^* değerleri arasındaki farkları temsil etmektedir ve iki numune arasındaki renk farkını ölçmede önemlidir [108].

2.6.2 Elektronik renk ölçüm cihazları

2.6.2.1 Spektrofotometre

Diş renginin ölçümünü etkileyen birçok farklı faktör bulunmaktadır. Dişin incelendiği ışık koşulları, mine yüzeyinden yansıyan ışık, mine ve dentinde dağılan ışık, minenin translusentliği ve çevreleyen ortam etkili faktörlerden bazılarıdır. Diş rengini belirlemenin iki temel yolu vardır. Görsel muayene ve spektrofotometre, kolimatör gibi çeşitli cihazlar. Spektrofotometreler ışığın tüm görünür spektrumdaki yansımalarını ölçmektedir. İn vitro çalışmalarda küçük renk farklılıklarını tespit etmek ve değerlendirmek için kullanılabilirler [109]. Görsel muayene veya geleneksel tekniklerle karşılaştırıldığında, spektrofotometrelerin %33 oranında doğruluk artışı sağladığı ve vakaların %93,3'ünde daha objektif bir eşleşme sağladığı bulunmuştur [110]. Taşınabilir intraoral spektrofotometreler, dişin ve restorasyonlarının gölge ve renk parametrelerini belirlemek için kullanılmaktadır. Genellikle renk eşleştirmesi için nesne yüzeyini 6500 K ışıkla aydınlatır ve verileri görsel gölge kılavuzlarına göre görüntülemektedir [111].

2.6.2.2 VITA Easyshade (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya)

VITA Easyshade (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya), yerleşik, standartlaştırılmış aydınlatmaya sahip temas tipi bir intraoral spektrofotometredir ve okumaları çevredeki ışık koşullarından etkilenmemektedir. Görünür spektrum boyunca 25 nm aralıklarla bir nesneden yansıyan ışık enerjisi miktarını ölçmektedir. Bir intraoral tarayıcı, taranacak nesneye ışık yansıtır, yansıyan ışık sensörler tarafından yakalanır ve taranan alandan bir görüntü oluşturmak için tarayıcı yazılımı tarafından işlenir [111].

2.6.2.3 Kolorimetre

Kolorimetreler tristimulus değerlerini ölçmektedir ve görünür spektrumun kırmızı, yeşil ve mavi alanlarındaki ışığı filtrelemektedir. Kolorimetreler spektral yansımayı kaydetmez ve spektrofotometrelerden daha az doğru sonuç verebilir (filtrelerin eskimesi doğruluğu

etkileyebilmektedir). ShadeVision (X-Rite, Grandville, MI) bir görüntüleme kolorimetresidir. Dişin tam görüntüsü üç ayrı veri tabanının kullanımıyla sağlanmaktadır: dişin gingival, orta ve kesici üçte biri. Sanal deneme özelliği, üretim sırasında renk üretiminin sanal olarak test edilmesini sağlamaktadır [112].

2.6.2.4 Dijital kamera ve görüntüleme sistemleri

Çoğu video veya dijital fotoğraf makinesi, renkli bir görüntü oluşturmak için kullanılan kırmızı, yeşil ve mavi görüntü bilgilerini alır. RGB renk modeli, kırmızı, yeşil ve mavi ışığın çeşitli şekillerde bir araya getirilerek geniş bir renk yelpazesinin yeniden üretildiği bir modeldir. Dijital kameralar, elektronik gölge alma için en temel yaklaşımı temsil etmektedir. Bu verileri diş rengi bilgilerine dönüştürmek için çeşitli yaklaşımlar kullanılmaktadır. ClearMatch (Akıllı Teknoloji, Hood River, OR), yüksek çözünürlüklü dijital görüntüler kullanan ve tüm diş yüzeyi üzerindeki tonları bilinen referans tonlarıyla karşılaştıran bir yazılım sistemidir. Renk ölçüm cihazlarıyla ilişkili yazılıma benzer şekilde, ClearMatch endüstri standardı ton kılavuzlarının renk veri tabanını içerir [112]. Diş hekimliğinde renk eşleştirme için kullanılan aletler ve yazılımlar Tablo 2.4'te yer almaktadır.

Tablo 2.4: Diş Hekimliğinde Renk Eşleştirme için Kullanılan Aletler ve Yazılımlar: Türleri, Ölçüm Alanı.

Cihaz	Üretici	Cihaz tipi	Ölçüm alanı
ClearMatch	Clarity Dental, Salt Lake City, UT	Yazılım, dijital görüntü analizi	Tam diş görüntüsü
CrystalEye	Olympus America, Center valley, PA	Görüntüleme Spektrofotometresi	Tam diş görüntüsü
Easysshade Compact	Vident, Brea, CA	Spektrofotometre	5 mm prob çapı
Shade-X	X-Rite, Grandville, MI	Spektrofotometre	3 mm prob çapı
ShadeVision	X-Rite, Grandville, MI	Görüntüleme kolorimetresi	Tam diş görüntüsü
SpectroShade Micro	MHT, Niederhasli, Switzerland	Görüntüleme Spektrofotometresi	Tam diş görüntüsü

Bu çalışmanın temel amacı; %38 gümüş diamin florürün (GDF) jel ve likit formülasyonları (Advantage Arrest), potasyum iyodür ile kombine edilmiş GDF (Riva Star) ve sodyum florür içeren ajanların süt dişleri üzerindeki remineralizasyon etkinlikleri ile renklenme potansiyellerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

Advantage Arrest'in hem jel hem de likit formunun ayrı ayrı incelenmesi, yeni geliştirilen jel formülasyonun remineralizasyon kapasitesinin geleneksel likit forma göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek açısından önem arz etmektedir. Ayrıca bu çalışma, remineralizasyonun yalnızca tek bir yöntemle değil; DIAGNOdent, mikro-BT ve SEM-EDX gibi çoklu ileri analiz teknikleriyle değerlendirilmesi bakımından kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır.

GDF'nin jel ve likit formları ile GDF+KI kombinasyonunun aynı platformda karşılaştırılması, bu materyallerin daha önce doğrudan kıyaslanmamış olması nedeniyle literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Bu yönüyle çalışma, hem metodolojik açıdan özgünlük taşımakta hem de klinik uygulamalara ışık tutabilecek nitelikte önemli bulgular ortaya koymaktadır.

3. GEREÇ YÖNTEM

Bu doktora tezi çalışması, İstanbul Cerrahpaşa Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 08/05/2024 tarihli ve 2024/94 dosya numarasıyla etik yönden uygun bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan dişler, Altınbaş Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı'na başvuran hastalardan toplanmıştır. Toplanan süt dişlerinin “Gümüş diamin florürün remineralizasyon ve renkleşme potansiyelinin in-vitro olarak değerlendirilmesi” başlıklı tez çalışmasında kullanılacağına ilişkin aydınlatılmış onam alınmıştır.

3.1 GÜMÜŞ DİAMİN FLORÜRÜN REMİNERALİZASYON POTANSİYELİNİN İN-VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1.1 Diş Seçimi

Çalışmada kullanılmak üzere seçilecek dişlerin sayısı örnek literatürler incelenerek yapılan “power analizi” sonrasında her grup için $n=6$ olarak belirlenmiştir. Çalışma süresince oluşabilecek kayıplar göz önünde bulundurularak her grup için 10 adet olmak üzere, toplamda 50 adet diş kullanılması kararlaştırılmıştır. Çalışmaya fizyolojik mobiliteye sahip, yakın zamanda değişmesi beklenen, herhangi bir restoratif işlem görmemiş, çürüksüz süt kesici dişleri dahil edilmiştir. Dişlerde herhangi bir restoratif işlem, mine defekti ve/veya çürük bulunup bulunmadığı 2.5X büyütmeli dental loupe (Keeler Ltd., Windsor, Berkshire, İngiltere) ile incelenmiştir.

Çalışmaya dahil edilen süt dişleri mikromotor ve bir polisaj fırçası yardımıyla temizlenmiş (Şekil 3.1) ve deney zamanına kadar en fazla 6 hafta olmak üzere %0,1'lik timol çözeltisi içerisinde 4°C'de saklanmıştır [113].



Şekil 3.1: Örneklerin Mikromotor ve Fırça Yardımı ile Temizlenmesi.

3.1.2 Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada kullanılacak dişler ortodontik mum ile 0,5 mm tam yuvarlak bir ortodontik tele sabitlendikten sonra ayrı ayrı kaplara yerleştirilmiştir ve dişler numaralandırılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Örneklerin Deney Düzenine Sabitlenmesi.

Dişlerin floresans değeri kesici kenarlardan DIAGNODent (KaVo, Biberach, Almanya) aracılığı ile üçer kez ölçülmüş ve ortalama değer kaydedilmiştir (Şekil 3.3). DIAGNODent cihazı kullanım kılavuzuna uygun olarak, ilgili uç kullanılarak ve her ölçümden önce kalibre edilerek (Şekil 3.4) hava su spreyi ile kurutulmuş kesici yüzeylerde ölçümler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.3: Örneklerin Floresans Değerlerinin Belirlenmesi.



Şekil 3.4: DIAGNODent Cihazının Her Ölçüm Öncesi Kalibre Edilmesi.

Çözeltilerdeki mineraller doygunluğa ulaştığında demineralizasyon işlemi duracağından çalışma ortamının küçültülmesi amacı ile dişlerin bukkal yüzlerindeki bir pencere haricindeki dokular tırnak cilası ile boyanmıştır (Şekil 3.5) [114]. Dişlerin bukkal yüzeylerinde çalışma alanını oluşturacak pencerenin hazırlanması için 3x3 mm'lik alan kağıt bant yardımıyla işaretlenmiş ve açıkta kalan yüzeyler bir tırnak cilası yardımıyla kaplanmıştır. Dişler her grupta 10 örnek olacak şekilde rastgele olarak 5 gruba ayrılmış ve numaralandırılmıştır.



Şekil 3.5: Örneklerin Bukkal Yüzeyinde 3x3 Mm’lik Pencere Oluşturulması.

3.1.3 Örneklerin Başlangıç Değerlerinin Diyet Lazer Floresans (DIAGNODent) ile Ölçülmesi

Örneklerin başlangıç diyet lazer floresans (DIAGNODent) ölçüm değerleri T1 olarak kodlanmıştır.

Dişlerin bukkal yüzeylerinde hazırlanan 3x3 mm’lik açık alanlardan DIAGNODent aracılığıyla üçer kez ölçüm yapılmış ve ortalama değer hesaplanmıştır (Şekil 3.6). Hesaplanan ortalama değerden dişin floresans değeri çıkarılarak dişin başlangıçtaki değeri kaydedilmiştir [115].



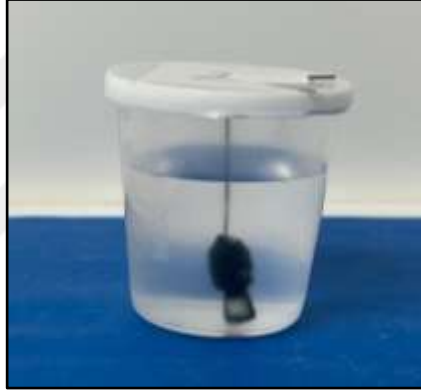
Şekil 3.6: Örneklerin Başlangıç Floresans Değerlerinin Ölçülmesi.

3.1.4 Demineralizasyon Solüsyonunun Hazırlanması ve Dişlerin Demineralizasyon Solüsyonunda Bekletilmesi

Dişlerin mine yüzeyinde demineralizasyon sağlamak amacıyla İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Temel Bilimler Anabilim Dalı Biyokimya Bilim Dalı'nda literatüre uygun demineralizasyon solüsyonu hazırlanmıştır [116].

Bu solüsyon pH'ı 4.5 olan 2,2 mM CaCl_2 , 2,2 mM NaH_2PO_4 ve 0,05 M asetik asit içeren bir asit çözeltisidir [117],[118].

Dişler ayrı ayrı kutularda demineralizasyon solüsyonu içerisinde 3 gün bekletilmiştir (Şekil 3.7) [117]. Demineralizasyon solüsyonu 24 saatte bir yenilenmiştir [113].



Şekil 3.7: Örneklerin Demineralizasyon Solüsyonunda Bekletilmesi.

3.1.5 Örneklerin Demineralizasyon Sonrası Değerlerinin Diyet Lazer Floresans (DIAGNOdent) ile Ölçülmesi

Örneklerin demineralizasyon sonrası diyet lazer floresans (DIAGNOdent) ölçüm değerleri T2 olarak kodlanmıştır.

3 gün boyunca demineralizasyon solüsyonunda bekletilen dişler serum fizyolojik ile yıkanmış ve hava su spreyi ile kurutulmuştur. Bukkal yüzlerdeki açıkta kalan alanlardan kullanma talimatına uygun olacak şekilde DIAGNOdent ile üçer kez ölçüm yapılmış ve ortalama değerden dişlerin floresans değerleri çıkarılarak demineralizasyon sonrası değerler elde edilmiştir (Şekil 3.8). Elde edilen değerler örneklerin numaralarına uygun bir şekilde kaydedilmiştir.



Şekil 3.8: Örneklerin Demineralizasyon Sonrası Floresans Değerlerinin Ölçülmesi.

3.1.6 Çalışma Gruplarının Hazırlanması

Rastgele olarak 5 gruba ayrılan dişler demineralizasyon sonrası DIAGNODent ölçümleri yapıldıktan sonra bukkal yüzeylerinde açıkta kalan alanın $\frac{1}{2}$ 'si tırnak cilası ile kapatılmıştır. Açıkta kalan alan remineralizasyon ajanları uygulanmak üzere hazırlanmıştır.

3.1.7 Çalışmada Etkinliği Karşılaştırılacak Remineralizasyon Ajanları

Remineralizasyon ajanları olarak Advantage Arrest %38 gümüş diamin florür jel formu, Advantage Arrest %38 gümüş diamin florür likit formu, Riva Star %38 gümüş diamin florür ile potasyum iyodür, pozitif kontrol grubuna sodyum florür uygulanmış, negatif kontrol grubuna ise hiçbir ajan uygulanmadan yapay tükürük solüsyonunda bekletilmiştir (Tablo 3.1).

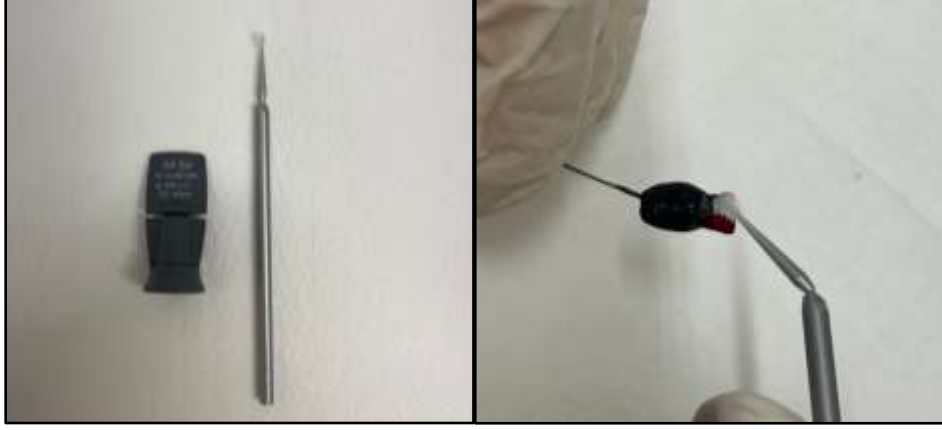
Tablo 3.1: Çalışma Grupları ve Etkinliği Karşılaştırılacak Remineralizasyon Ajanları.

	Materyal	Oran	Form	Üretici Firma	Ülke
Grup 1	Advantage Arrest	%38 GDF	Jel	Elevate Oral Care	Amerika Birleşik Devletleri
Grup 2	Advantage Arrest	%38 GDF	Likit	Elevate Oral Care	Amerika Birleşik Devletleri
Grup 3	Riva Star	%38 GDF	Likit	SDI Dental	Avusturalya
Grup 4	Proshield Vernik	%5 NaF	Likit	President Dental	Almanya
Grup 5	Kontrol Grubu	-	-	-	-

3.1.8 Remineralizasyon Ajanlarının Uygulanması

Remineralizasyon ajanlarını üretici firmaların kullanım talimatına uygun şekilde uygulanmıştır.

İlk grupta tek kullanımlık bir godeye bir damla jel formda GDF solüsyonu (Advantage Arrest, Elevate Oral Care, ABD) yerleştirilmiştir. Kavite yüzeyi kurutulduktan sonra steril bir mikrofırça ile 1 damla 5 dişe uygulanacak şekilde kavite yüzeyine uygulanıp 60 saniye beklenmiştir (Şekil 3.9). Fazlalıklar bir pamuk pelet veya rulo ile alınmıştır.



Şekil 3.9: 1. Gruptaki Örneklere Gümüş Diamin Florür Uygulanması.

İkinci grupta da bir önceki grupta olduğu gibi tek kullanımlık bir godeye bir damla likit formda GDF solüsyonu (Advantage Arrest, Elevate Oral Care, ABD) damlatılmıştır. Kavite yüzeyi kurutulduktan sonra steril bir mikro fırça ile 1 damla 5 dişe uygulanacak şekilde kavite yüzeyine uygulanıp 60 saniye beklenmiştir (Şekil 3.10). Fazlalıklar bir pamuk pelet veya rulo ile alınmıştır.



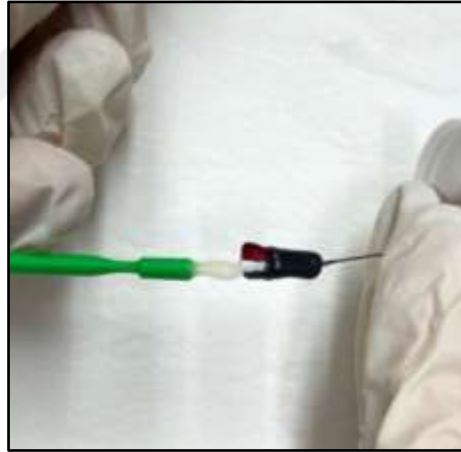
Şekil 3.10: 2. Gruptaki Örneklere Gümüş Diamin Florür Uygulanması.

Üçüncü grupta bir damla GDF solüsyonu (Riva Star, SDI Dental, Avusturalya), hazırlanan pencere içerisine paket içerisinden çıkan gri renkli mikrofırça yardımıyla uygulanıp 1 dakika boyunca beklenmiştir. Uygulamadan hemen sonra yine paketin içerisinde yer alan yeşil renkli mikrofırça yardımıyla kaviteye 2 damla KI uygulanmıştır (Şekil 3.11). Beyaz çökelti oluşumu gözlenmeyene kadar uygulamaya devam edilmiştir ve sonrasında kavite 30 saniye boyunca bol su ile yıkanmıştır ve ardından 5 saniye hava ile kurutulmuştur.



Şekil 3.11: 3. Gruptaki Örneklerle Gümüş Diamin Florür ve Sonrasında Potasyum İyodür Uygulanması.

Dördüncü grupta NaF vernik (Proshield Vernik, President Dental, Almanya), iyice karıştırıldıktan sonra paketin içinden çıkan fırça kullanılarak hazırlanan pencere içerisindeki mine dokusu hava-su spreyi ile kurutulup fırça ile ince bir şekilde uygulanmıştır (Şekil 3.12).



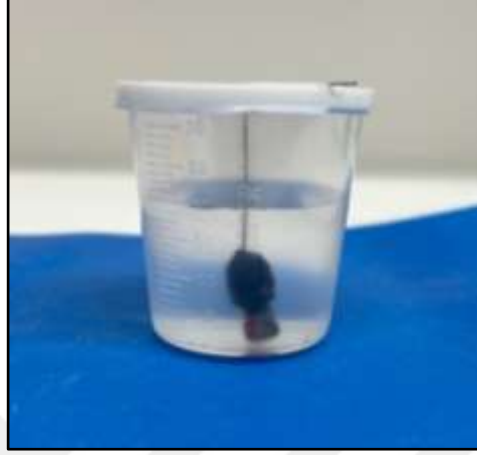
Şekil 3.12: 4. Gruptaki Örneklerle Sodyum Florür Uygulanması.

Son grup olan negatif kontrol grubuna ise hiçbir ajan uygulanmamıştır.

3.1.9 Örneklerin Yapay Tükürük Solüsyonunda Bekletilmesi

Dişlerin remineralizasyon aşaması 14 gün süresince takip edilmiş ve bu süre içerisinde dişler İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Temel Bilimler Anabilim Dalı Biyokimya Bilim Dalı'nda hazırlanan yapay tükürük solüsyonunda bekletilmiştir. Örnek literatürlere göre hazırlanan yapay tükürük solüsyonu 1mM CaCl₂, 50mM KCl, 2mM KH₂PO₄, ve 1 M

KOH içermektedir. Solüsyonun tazeliğini koruması için içerisine %0,01 oranında NaN_3 katılmış ve pH'sı 7 olacak şekilde ayarlanmıştır [119]. Her bir örnek 20 ml yapay tükürük solüsyonu içeren ayrı kaplarda muhafaza edilmiş (Şekil 3.13), solüsyonlar 24 saatte bir değiştirilmiştir.



Şekil 3.13: Örneklerin Yapay Tükürük Solüsyonunda Bekletilmesi.

3.1.10 Örneklerin Remineralizasyon Sonrası Değerlerinin Diyot Lazer Floresans (DIAGNOdent) ile Ölçülmesi

Örneklerin Remineralizasyon Sonrası Diyot Lazer Floresans (DIAGNOdent) ölçüm değerleri T3-T4-T5 olarak kodlanmıştır.

Remineralizasyon ajanlarını üretici firmaların kullanım talimatına göre uygulandıktan 1 gün sonra (T3), 7 gün sonra (T4) ve 14 gün sonra (T5) her bir örneğin bukkal yüzeyinde açıkta kalan alanlardan DIAGNODent ile üçer kez ölçüm yapılmış ve ortalama değer alınmıştır. Bulunan değerden her dişin floresans değeri çıkarılarak remineralizasyon sonrası değer kaydedilmiştir.

3.1.11 Örneklerin μ -BT ile İncelenmesi ve SEM-EDX Analizi

Remineralizasyon süreci tamamlanan örneklerin üzerindeki tırnak cilaları son DIAGNODent ölçümünden sonra aseton ile silinmiş ve mikro bilgisayarlı tomografi cihazıyla alınacak görüntüler için hazır hale getirilmiştir. Her bir diş kendi kabında numaralandırılmış bir şekilde İnönü Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezi

mikro bilgisayarlı tomografi laboratuvarına teslim edilmiştir. Tüm örneklerden SkyScan 1172 Masaüstü X-Ray Mikro-CT sistemi aracılığı ile aksiyel kesitler elde edilmiştir (Şekil 3.14). Elde edilen görüntülerden “Image J” isimli bir görüntü işleme programı yardımıyla örnek yüzeylerinin mineral yoğunluğu, demineralize ve remineralize bölgelerin derinlikleri ve alanları hakkında sayısal değerlere ulaşılmıştır. Sonrasında ise her gruptan bir örnekten kesit alınıp Yıldız Teknik Üniversitesi Merkez Laboratuvarı’nda Zeiss EVO LS 10 marka ve model taramalı elektron mikroskobu ile SEM-EDX analizi yapılmıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.14: SkyScan 1172 Masaüstü X-Ray Mikro-CT Sistemi.



Şekil 3.15: Zeiss EVO LS 10.

3.1.12 İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizleri IBM SPSS Statistics 22 yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi ile incelenmiş ve dağılımın normal olmadığı belirlenmiştir.

Verilerin analizinde; tanımlayıcı istatistiksel yöntemler olarak minimum, maksimum, ortalama, standart sapma ve medyan değerleri kullanılmıştır. Gruplar arası farklılıkların değerlendirilmesinde Kruskal-Wallis testi uygulanmış, gruplar arasındaki anlamlı farkın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla Dunn's testi ile ileri analiz yapılmıştır. Gruplar içi karşılaştırmalarda ise Friedman testi uygulanmış, anlamlı farklılık gözlenen durumlarda Bonferroni düzeltmeli Wilcoxon işaret testi ile post-hoc analiz gerçekleştirilmiştir. Parametreler arasındaki ilişki düzeyini belirlemek üzere Spearman's rho korelasyon analizi kullanılmıştır. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

3.2 GÜMÜŞ DİAMİN FLORÜRÜN RENKLEŞME POTANSİYELİNİN İN-VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

3.2.1 Diş Seçimi

Çalışmada kullanılmak üzere seçilecek dişlerin sayısı örnek literatürler incelenerek yapılan “power analizi” sonrasında her grup için $n=4$ olarak belirlenmiştir [98], [102], [104], [120]. Olası kayıplar göz önüne alınarak her grup için 7 tane olmak üzere, toplam 28 adet çekim endikasyonu konulmuş çürüklü 2. süt azı dişleri toplanmıştır.

Çalışma için seçilen 2. süt azı dişleri mikromotor ve bir polisaj fırçası yardımıyla temizlenmiş ve deney zamanına kadar en fazla 6 hafta olmak üzere %0,1'lik timol çözeltisi içerisinde 4°C'de saklanmıştır [113].

3.2.2 Örneklerin Hazırlanması

Dişler, mine-sement birleşimine kadar kuron yapısı görülebilecek şekilde akrilik bloğa yerleştirilmiş ve her grupta 5 örnek olacak şekilde rastgele olarak 3 gruba ayrılmıştır. Tüm

gruplardaki dişlerin yumuşak çürük lezyonu, sert çürük bırakılacak şekilde ekskavatör yardımı ile uzaklaştırılmıştır.

3.2.3 Başlangıç Renk Parametrelerinin VITA Easysshade ile Ölçümü

Toplanan dişlerin başlangıç L*a*b* renk parametreleri (T1) VITA Easysshade V aracılığı ile ölçülmüştür. Standardizasyonu sağlamak için tüm renk ölçümleri tek bir kişi tarafından aynı ortamda ve sabit laboratuvar aydınlatması altında yapılmıştır. Her ölçüm 3 kez tekrarlanmıştır.

3.2.4 Çalışmada Renkleşme Potansiyelleri Karşılaştırılacak Remineralizasyon Ajanları

Çalışmada remineralizasyon ajanları olarak Advantage Arrest %38 gümüş diamin florürün likit formu, jel formu, Riva Star %38 gümüş diamin florür ile birlikte potasyum iyodür uygulanmasına karar verilmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: Çalışmada Renkleşme Potansiyelleri Karşılaştırılacak Remineralizasyon Ajanları.

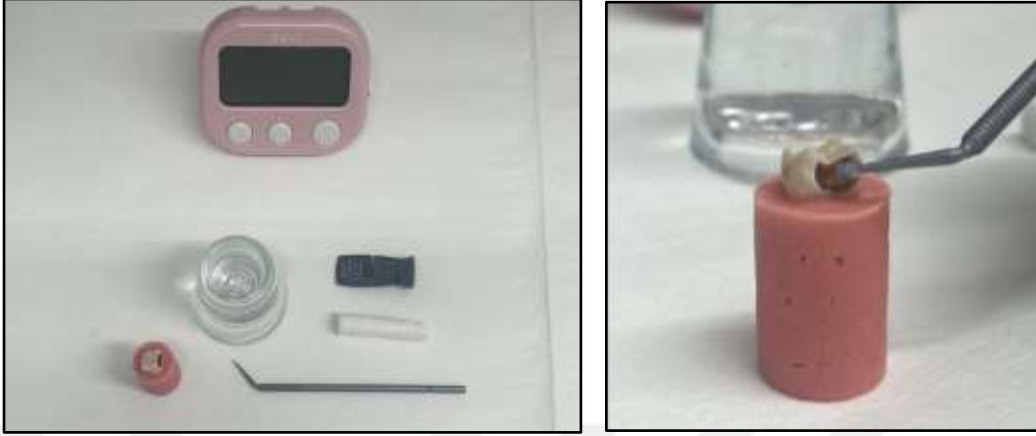
	Materyal	Oran	Form	Üretici Firma	Ülke
Grup 1	Advantage Arrest	%38 GDF	Jel	Elevate Oral Care	Amerika Birleşik Devletleri
Grup 2	Advantage Arrest	%38 GDF	Likit	Elevate Oral Care	Amerika Birleşik Devletleri
Grup 3	Riva Star	%38 GDF	Likit	SDI Dental	Avusturalya

3.2.5 Gruplardaki GDF Materyallerinin Uygulanması

Remineralizasyon ajanları üretici firmaların kullanım talimatına uygun şekilde uygulanmıştır.

İlk grupta tek kullanımlık bir godelye bir damla jel formda GDF solüsyonu (Advantage Arrest, Elevate Oral Care, ABD) damlatılmıştır. Kavite yüzeyi kurutulduktan sonra steril bir

mikrofırça ile 1 damla 5 dişe uygulanacak şekilde kavite yüzeyine uygulanıp 60 saniye beklenmiştir (Şekil 3.16). Fazlalıklar bir pamuk pelet veya rulo ile alınmıştır.



Şekil 3.16: 1. Gruptaki Örneklerle Gümüş Diamin Florür Uygulanması.

İkinci grupta da bir önceki grupta olduğu gibi tek kullanımlık bir godeye bir damla likit formda GDF solüsyonu (Advantage Arrest, Elevate Oral Care, ABD) damlatılmıştır. Kavite yüzeyi kurutulduktan sonra steril bir mikrofırça ile 1 damla 5 dişe uygulanacak şekilde kavite yüzeyine uygulanıp 60 saniye beklenmiştir (Şekil 3.17). Fazlalıklar bir pamuk pelet veya rulo ile alınmıştır.



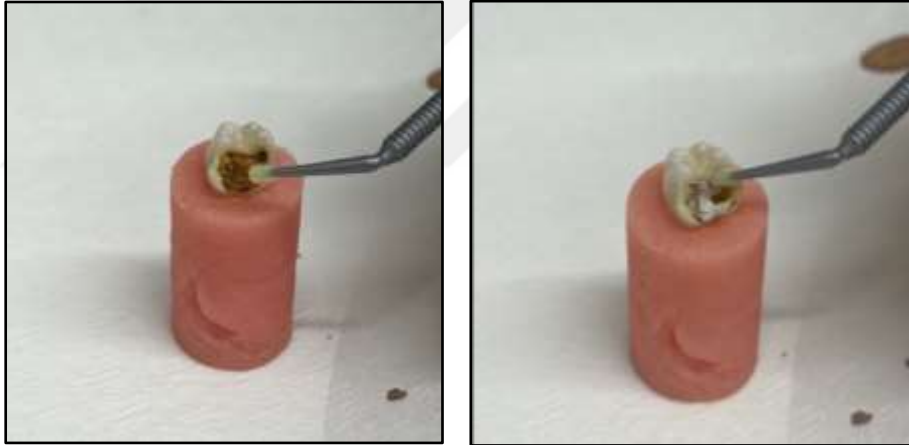
Şekil 3.17: 2. Gruptaki Örneklerle Gümüş Diamin Florür Uygulanması.

Üçüncü grupta bir damla GDF solüsyonu (Riva Star, SDI Dental, Avusturalya), hazırlanan pencere içerisine paket içerisinden çıkan gri renkli mikrofırça yardımıyla uygulanıp 1 dakika boyunca beklenmiştir (Şekil 3.18). Uygulamadan hemen sonra yine paketin içerisinde yer

alan yeşil renkli mikrofırça yardımıyla kaviteye 2 damla KI uygulanmıştır. Beyaz çökelti oluşumu gözlenmeye kadar uygulamaya devam edilmiştir (Şekil 3.19) ve sonrasında kavite 30 saniye boyunca bol su ile yıkanmıştır. Ardından 5 saniye hava ile kurutulmuştur.



Şekil 3.18: 3. Gruptaki Örneklerde Gümüş Diamin Florür Uygulanması.

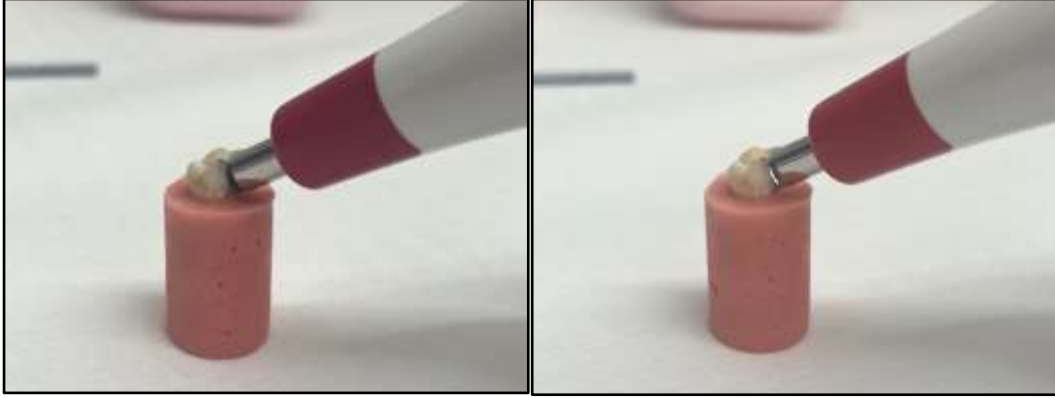


Şekil 3.19: 3. Gruptaki Örneklerde Gümüş Diamin Florür Sonrası Potasyum İyodür Uygulanması ve Beyaz Çökelti Oluşumu.

3.2.6 Renk Parametrelerinin Ölçümü

Remineralizasyon ajanlarını üretici firmanın kullanım talimatına uygun şekilde uygulandıktan hemen sonra (T2) ve 1. dakika (T3), 5. dakika (T4), 15. dakika (T5), 30. dakika (T6), 60. dakikalarda (T7), 1. gün (T8), 1. Hafta (T9) ve 4. Haftalarda (T10) VITA Easyshade V ile $L^*a^*b^*$ renk parametreleri ölçülüp (Şekil 3.20) renk değişiminin başladığı zaman ve süreler arası renkleşme farkı %38 GDF içeren Advantage Arrest likit ve jel formu

ile %38 GDF ve potasyum iyodür (KI) içeren Riva Star için değerlendirilip karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.20: VITA Easyshade V ile Örneklerin Renk Parametrelerinin Ölçülmesi.

3.2.7 İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizleri IBM SPSS Statistics 22 yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi ile incelenmiş ve dağılımın normal olmadığı belirlenmiştir.

Verilerin analizinde; tanımlayıcı istatistiksel yöntemler olarak minimum, maksimum, ortalama, standart sapma ve medyan değerleri kullanılmıştır. Gruplar arası farklılıkların değerlendirilmesinde Kruskal-Wallis testi uygulanmış, gruplar arasındaki anlamlı farkın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla Dunn's testi ile ileri analiz yapılmıştır. Gruplar içi karşılaştırmalarda ise Friedman testi uygulanmış, anlamlı farklılık gözlenen durumlarda Bonferroni düzeltmeli Wilcoxon işaret testi ile post-hoc analiz gerçekleştirilmiştir. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Tüm grupların DIAGNOdent zamana bağlı ölçüm değerleri Tablo 4.1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir. Gruplar arasında sağlıklı mine ve demineralize minedeki DIAGNOdent ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında remineralizasyon sonrası 1. gün DIAGNOdent ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,05$). Advantage Arrest jel grubunun remineralizasyon sonrası 1. gün DIAGNOdent ölçüm ortalaması, Advantage Arrest likit ($p=0,001$) ve negatif kontrol ($p=0,011$) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında remineralizasyon sonrası 1. gün DIAGNOdent ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında remineralizasyon sonrası 1. hafta DIAGNOdent ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,006$; $p<0,05$). Advantage Arrest likit grubunun remineralizasyon sonrası 1. hafta DIAGNOdent ölçüm ortalaması, Advantage Arrest jel ($p=0,044$), Riva Star ($p=0,024$), Proshield Vernik ($p=0,027$) ve negatif kontrol gruplarından ($p=0,014$) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında remineralizasyon sonrası 1. hafta DIAGNOdent ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında remineralizasyon sonrası 2. hafta DIAGNOdent ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,05$). Advantage Arrest likit grubunun remineralizasyon sonrası 2. hafta DIAGNOdent ölçüm ortalaması, Riva Star ($p=0,042$), Proshield Vernik ($p=0,007$) ve negatif kontrol gruplarından ($p=0,007$) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Advantage Arrest jel grubunun remineralizasyon sonrası 2. hafta DIAGNOdent ölçüm ortalaması, Proshield Vernik ($p=0,036$) ve negatif kontrol gruplarından ($p=0,038$) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında remineralizasyon sonrası 2. hafta DIAGNOdent ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Advantage Arrest jel grubunun farklı zamanlardaki DIAGNOdent ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,05$). Sağlıklı

mineye göre remineralizasyon sonrası 1. günde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,005$; $p<0,005$). Remineralizasyon sonrası 1. güne göre remineralizasyon sonrası 2. haftada görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,005$). Diğer zamanlarda görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,005$). Advantage Arrest likit grubunda farklı zamanlardaki DIAGNOdent ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,05$). Demineralize mineye göre remineralizasyon sonrası 1. hafta ($p=0,001$) ve 2. haftada ($p=0,001$) görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,005$). Diğer zamanlarda görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,005$).

Riva Star grubunda farklı zamanlardaki DIAGNOdent ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,008$; $p<0,05$). Sağlıklı mineye göre remineralizasyon sonrası 1. günde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,005$). Diğer zamanlarda görülen değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,005$).

Proshield Vernik grubunda farklı zamanlardaki DIAGNOdent ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,002$; $p<0,05$). Sağlıklı mineye göre remineralizasyon sonrası 1. günde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,005$). Diğer zamanlarda görülen değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir bulunmamıştır ($p>0,005$).

Negatif kontrol grubunda farklı zamanlardaki DIAGNOdent ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=0,268$; $p>0,05$).

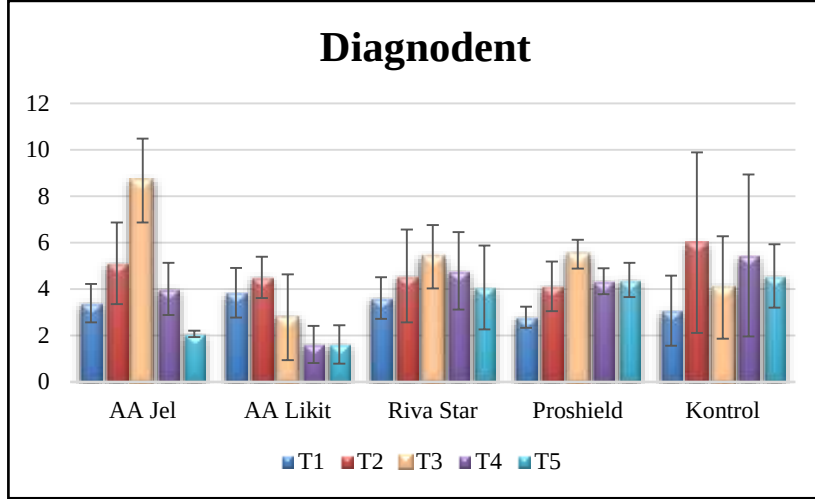
Tablo 4.1. DIAGNOdent Değerlendirmesi.

	Riva Star					¹ p
	Advantage	Advantage		Proshield	Negatif	
	Arrest Jel	Arrest Likit		Vernik	Kontrol	
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	
	(Medyan)	(Medyan)	(Medyan)	(Medyan)	(Medyan)	
	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)	
Sağlıklı mine (T1)	3,39±0,83 (3,5) (2,3-4,3)	3,83±1,07 (3,7) (2,7-5)	3,61±0,9 (3,7) (2,3-5)	2,78±0,46 (2,8) (2-3,3)	3,06±1,51 (2,2) (2-5)	0,323
Demineralize mine (T2)	5,11±1,76 (4,3) (3,7-7,3)	4,5±0,89 (4,7) (3,3-5,7)	4,56±2 (4,5) (2,3-8)	4,11±1,07 (4) (3-5,7)	6±3,89 (4,3) (3-13,3)	0,923
Remineralize mine 1. Gün (T3)	8,67±1,81 (8) (7-12) ^a	2,78±1,85 (2,5) (0-5) ^b	5,39±1,37 (5,2) (4-8) ^{ab}	5,5±0,62 (5,5) (4,7-6,3) ^{ab}	4,06±2,21 (4,3) (06,7) ^b	0,001*
Remineralize mine 1. Hafta (T4)	4±1,12 (4) (2,3-5,3) ^a	1,61±0,8 (2) (0-2) ^b	4,78±1,67 (4,2) (3,3-8) ^a	4,33±0,56 (4,3) (3,7-5,3) ^a	5,44±3,49 (4,7) (2,7-12,3) ^a	0,006*
Remineralize mine 2. Hafta (T5)	2,06±0,14 (2) (2-2,3) ^{ab}	1,61±0,83 (1,8) (0-2,3) ^a	4,06±1,81 (3,5) (2,3-7,3) ^{bc}	4,39±0,74 (4,7) (3,3-5) ^c	4,56±1,36 (4,3) (2,7-6,7) ^c	0,001*
² p	0,001*	0,001*	0,008*	0,002*	0,268	
T1-T2 ³p	0,273	0,465	0,315	0,045		
T1-T3 ³p	0,005*	0,465	0,001*	0,001*		
T1-T4 ³p	0,648	0,011	0,045	0,036		
T1-T5 ³p	0,121	0,014	0,523	0,055		
T2-T3 ³p	0,100	0,144	0,028	0,045		
T2-T4 ³p	0,523	0,001*	0,315	0,927		
T2-T5 ³p	0,008	0,001*	0,715	0,927		
T3-T4 ³p	0,022	0,068	0,235	0,055		
T3-T5 ³p	0,001*	0,083	0,011	0,036		
T4-T5 ³p	0,045	0,927	0,171	0,855		

¹Kruskal Wallis Test ²Friedman Test *p<0,05

³Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi (*p<0,005)

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.1: Zamanlar Arası DIAGNOdent Değerlerinin Değişimi.

Mikro-CT ile örneklerden elde edilen görüntülerin (Şekil 4.2) ImageJ analizi ile yoğunluk ölçümlerinin değerlendirilmesine ait elde edilen veriler Tablo 4.2’de ve Şekil 4.3’de görülmektedir. Buna göre gruplar arasında sağlıklı mine yüzeyindeki yoğunluk ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında demineralize alandaki yoğunluk ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,005$; $p<0,05$). Advantage Arrest jel grubunun demineralize alandaki yoğunluk ölçüm ortalaması, Riva Star ($p=0,002$) ve Proshield Vernik gruplarından ($p=0,002$) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Advantage Arrest Likit grubunun demineralize alandaki yoğunluk ölçüm ortalaması, Riva Star ($p=0,003$) ve Proshield Vernik ($p=0,003$) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında demineralize alandaki yoğunluk ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında remineralize alandaki yoğunluk ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,05$). Advantage Arrest jel grubunun remineralize alandaki yoğunluk ölçüm ortalaması, Proshield Vernik ($p=0,004$) ve negative control gruplarından ($p=0,005$) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Advantage Arrest Likit grubunun remineralize alandaki yoğunluk ölçüm ortalaması, Riva Star ($p=0,003$), Proshield Vernik ($p=0,001$) ve negative kontrol ($p=0,001$) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer

gruplar arasında remineralize alandaki yoğunluk ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

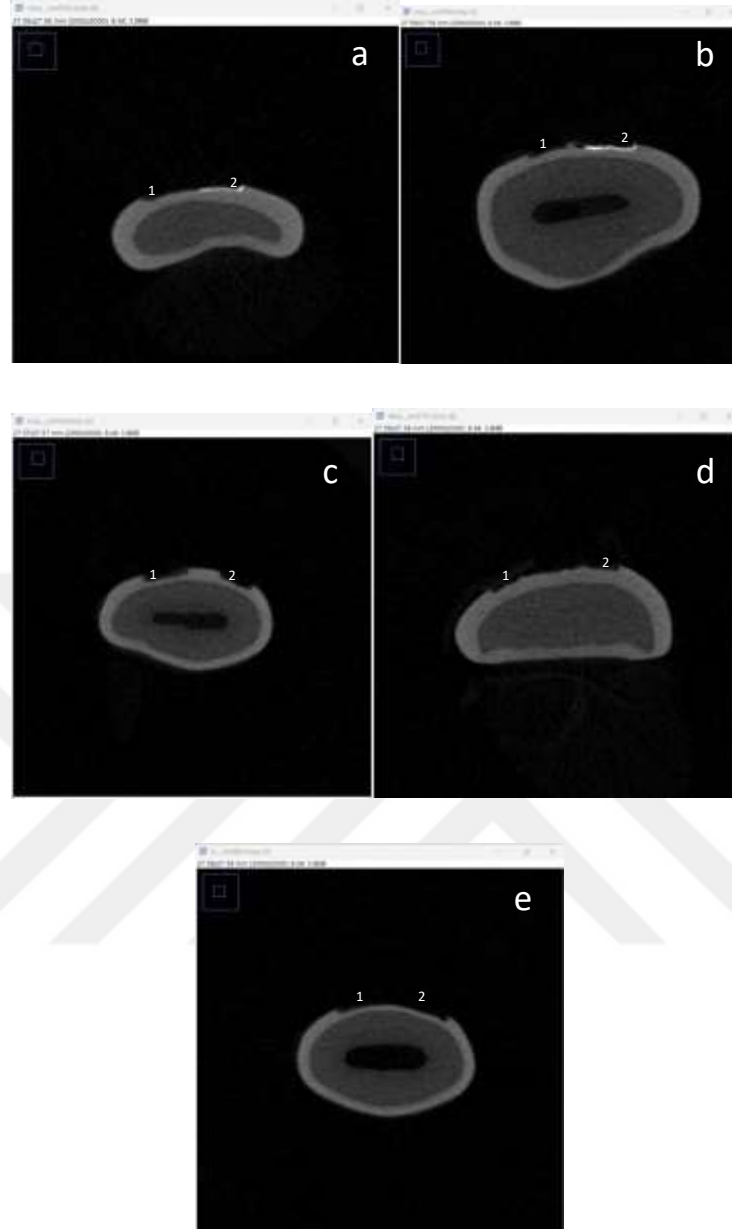
Advantage Arrest jel grubunda farklı yüzeylerdeki ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,009$; $p<0,05$). Sağlıklı mine yüzeyine göre demineralize mine yüzeyindeki yoğunluk ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0,05$); sağlıklı mine yüzeyine göre remineralize mine yüzeyindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,004$; $p<0,017$). Demineralize mine yüzeyine göre remineralize mine yüzeyinde görülen yoğunluk artışı da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,012$; $p<0,017$).

Advantage Arrest likit grubunda; farklı yüzeylerdeki ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,011$; $p<0,05$). Sağlıklı mine yüzeyine göre demineralize mine yüzeyindeki yoğunluk ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0,05$); Sağlıklı mine yüzeyine göre remineralize mine yüzeyinde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,009$; $p<0,017$). Demineralize mine yüzeyine göre remineralize mine yüzeyinde görülen artış da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,009$; $p<0,017$).

Riva Star grubunda; farklı yüzeylerdeki ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,030$; $p<0,05$). Sağlıklı mine yüzeyine göre demineralize mine yüzeyindeki yoğunluk ölçümlerinde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,009$; $p<0,017$).

Proshield Vernik grubunda; farklı yüzeylerdeki ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,042$; $p<0,05$). Demineralize mine yüzeyine göre remineralize mine yüzeyindeki yoğunluk ölçümlerinde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,014$; $p<0,017$).

Negatif kontrol grubunda; farklı yüzeylerdeki yoğunluk ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=0,513$; $p>0,05$).



Şekil 4.2: Advantage Arrest Jel Grubu Demineralizasyon Sonrası (a1) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (a2), Advantage Arrest Likit Grubu Demineralizasyon Sonrası (b1) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (b2), Riva Star Grubu Demineralizasyon Sonrası (c1) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (c2), Proshield Vernik Grubu Demineralizasyon Sonrası (d1) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (d2), Negatif Kontrol Grubu Demineralizasyon Sonrası (e1) ve 14. Gün (e2) Mikro-CT Görüntüleri.

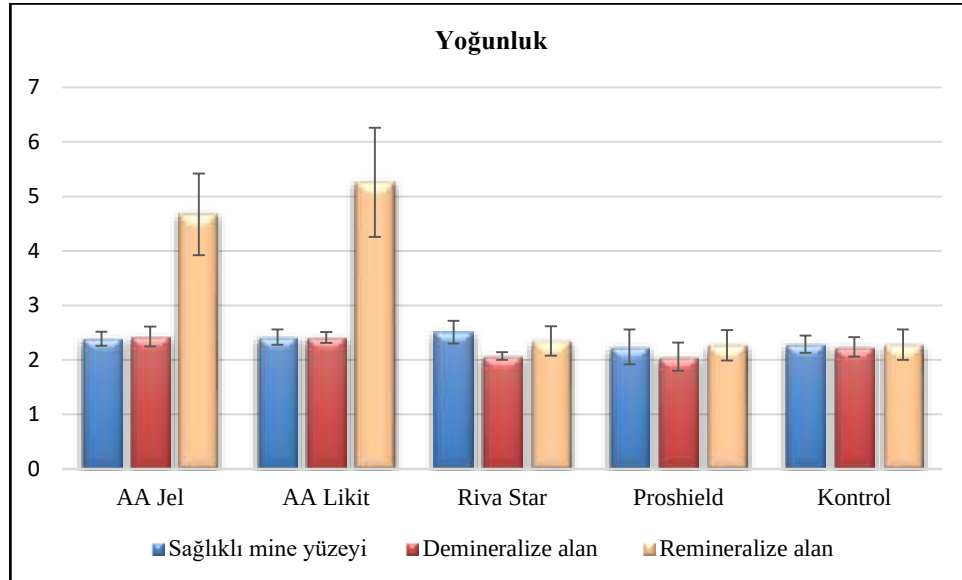
Tablo 4.2: Mikro-CT Yoğunluk Ölçümlerinin Değerlendirilmesi.

	Riva Star					
	Advantage Arrest Jel	Advantage Arrest Likit		Proshield Vernik	Negatif Kontrol	
	Ort±SS (Medyan) (Min-Max)	Ort±SS (Medyan) (Min-Max)	Ort±SS (Medyan) (Min-Max)	Ort±SS (Medyan) (Min-Max)	Ort±SS (Medyan) (Min-Max)	¹ p
Sağlıklı mine yüzeyi (T1)	2,39±0,13 (2,3) (2,3-2,7) ^a	2,42±0,14 (2,4) (2,3-2,7) ^a	2,51±0,21 (2,5) (2,2-2,8) ^a	2,24±0,32 (2,2) (1,8-2,7) ^a	2,29±0,16 (2,3) (2,1-2,5) ^a	0,214
Demineralize alan (T2)	2,43±0,18 (2,4) (2,2-2,7) ^a	2,41±0,1 (2,4) (2,3-2,6) ^a	2,07±0,07 (2,1) (1,9-2,1) ^b	2,06±0,26 (2) (1,8-2,5) ^b	2,24±0,18 (2,2) (2,1-2,5) ^{ab}	0,005*
Remineralize alan (T3)	4,67±0,75 (4,4) (3,8-6) ^{ab}	5,26±1 (5,5) (4-6,5) ^a	2,35±0,27 (2,3) (2-2,7) ^{bc}	2,27±0,28 (2,2) (2-2,8) ^c	2,28±0,28 (2,3) (2-2,7) ^c	0,001*
² p	0,009*	0,011*	0,030*	0,042*	0,513	
T1-T2 ³p	0,564	1,000	0,009*	0,043		
T1-T3 ³p	0,004*	0,009*	0,386	0,773		
T2-T3 ³p	0,012*	0,009*	0,083	0,014*		

¹Kruskal Wallis Test ²Friedman Test *p<0,05

³Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi (*p<0,017)

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.3: Yüzeyler Arası Yoğunluk Değerlerinin Değişimi.

Mikro-CT ile örneklerden elde edilen görüntülerin (Şekil 4.4.) ImageJ analizi ile derinlik ölçümlerinin değerlendirilmesine ait elde edilen veriler Tablo 4.3 ve Şekil 4.3’de görülmektedir. Buna göre gruplar arasında demineralize alandaki derinlik ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında remineralize mine yüzeyinin derinlik ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,026$; $p<0,05$). Advantage Arrest jel grubunun remineralize mine yüzeyinin derinlik ölçüm ortalaması, Riva Star ($p=0,019$) ve Proshield Vernik ($p=0,032$) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında remineralize mine yüzeyinin derinlik ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Advantage Arrest jel grubunda; demineralize mine yüzeyinin derinlik ölçüm ortalamalarına göre remineralize mine yüzeyinin derinlik ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,046$; $p<0,05$).

Advantage Arrest likit grubunda; demineralize mine yüzeyinin derinlik ölçüm ortalamalarına göre remineralize mine yüzeyinin derinlik ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0,05$).

Riva Star grubunda; demineralize mine yüzeyinin derinlik ölçüm ortalamalarına göre remineralize mine yüzeyinin derinlik ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0,05$).

Proshield Vernik grubunda; demineralize mine yüzeyinin derinlik ölçüm ortalamalarına göre remineralize mine yüzeyinin derinlik ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0,05$).

Negatif kontrol grubunda; demineralize mine yüzeyinin derinlik ölçüm ortalamalarına göre remineralize mine yüzeyinin derinlik ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0,05$).

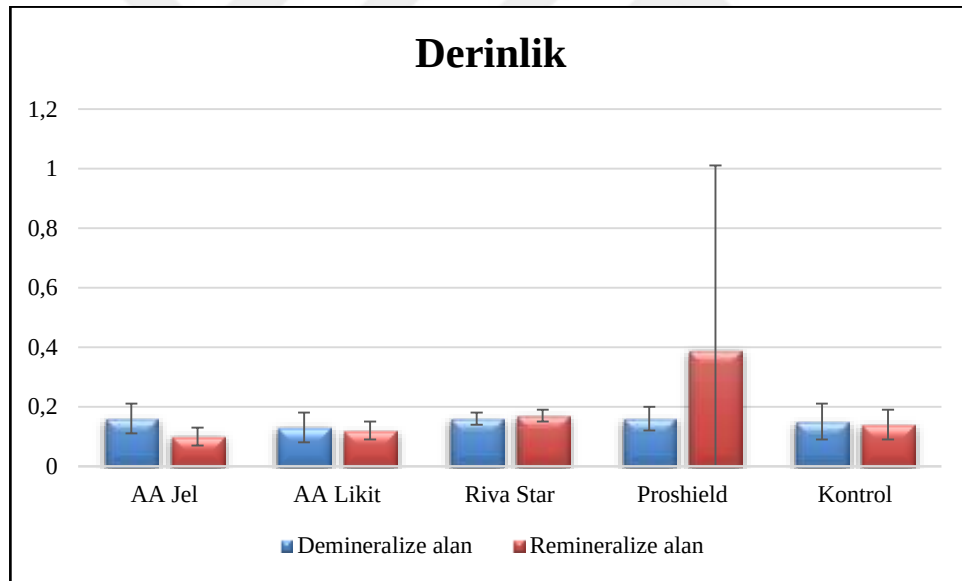
Tablo 4.3: Mikro-CT Derinlik Ölçümlerinin Değerlendirilmesi.

	Advantage Arrest Jel	Advantage Arrest Likit	Riva Star	Proshield Vernik	Negatif Kontrol	
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	
	(Medyan)	(Medyan)	(Medyan)	(Medyan)	(Medyan)	¹ p
Derinlik	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)	
Demineralize alan	0,16±0,05 (0,1) (0,1-0,2) ^a	0,13±0,05 (0,1) (0,1-0,2) ^a	0,16±0,02 (0,2) (0,1-0,2) ^a	0,16±0,04 (0,2) (0,1-0,2) ^a	0,15±0,06 (0,2) (0-0,2) ^a	0,889
Remineralize alan	0,1±0,03 (0,1) (0,1-0,1)	0,12±0,03 (0,1) (0,1-0,2)	0,17±0,02 (0,2) (0,1-0,2)	0,39±0,62 (0,2) (0,1-1,7)	0,14±0,05 (0,1) (0,1-0,2)	0,026*
² p	0,046*	0,686	0,917	0,753	0,753	

¹Kruskal Wallis Test²Wilcoxon İşaret Testi

*p<0,05

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir.

**Şekil 4.4:** Yüzeyler Arası Derinlik Değerlerinin Değişimi.

Grupların DIAGNOdent değerleri ile Mikro-CT değerlerinin Spearman's Rho Korelasyon testi ile karşılaştırılmasından elde edilen veriler Tablo 4.4'te görülmektedir.

Advantage Arrest likit grubunda; DIAGNOdent  l  mleri ile remineralize mine yüzeyinin yoğunluk ve derinlik ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$).

Advantage Arrest likit grubunda; DIAGNOdent  l  mleri ile remineralize mine yüzeyinin yoğunluk ve derinlik ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$).

Riva Star grubunda; DIAGNOdent  l  mleri ile remineralize mine yüzeyinin yoğunluk ölçümleri arasında ters yönlü, iyi düzeyli (%92.8) ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardı ($p=0,008$; $p<0,05$). Diagnodent  l  mleri ile remineralize mine yüzeyinin derinlik ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$).

Proshield Vernik grubunda; DIAGNOdent  l  mleri ile remineralize mine yüzeyinin yoğunluk ve derinlik ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$).

Negatif kontrol grubunda; DIAGNOdent  l  mleri ile remineralize mine yüzeyinin yoğunluk ve derinlik ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.4: DIAGNOdent-Mikro-CT Korelasyonu.

Grup		DIAGNOdent	
		r	p
Advantage Arrest Jel	Remineralize alan yoğunluk	-0,655	0,158
	Remineralize alan derinlik	0,655	0,158
Advantage Arrest Likit	Remineralize alan yoğunluk	-0,441	0,381
	Remineralize alan derinlik	-0,206	0,695
Riva Star	Remineralize alan yoğunluk	-0,928	0,008*
	Remineralize alan derinlik	-0,147	0,781
Proshield Vernik	Remineralize alan yoğunluk	0,213	0,686
	Remineralize alan derinlik	0,395	0,439
Negatif Kontrol	Remineralize alan yoğunluk	0,348	0,499
	Remineralize alan derinlik	0,058	0,913
Spearman's Rho Korelasyon Testi		*p<0,05	

Bu çalışmada, farklı remineralizasyon ajanlarının demineralize mine yüzeyleri üzerindeki etkileri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDX) ile değerlendirilmiştir. SEM görüntüleri (Şekil 4.5) ve EDX analizleri (Şekil 4.6), remineralizasyonun kalitatif ve kantitatif olarak değerlendirilmesine olanak sağlamıştır.

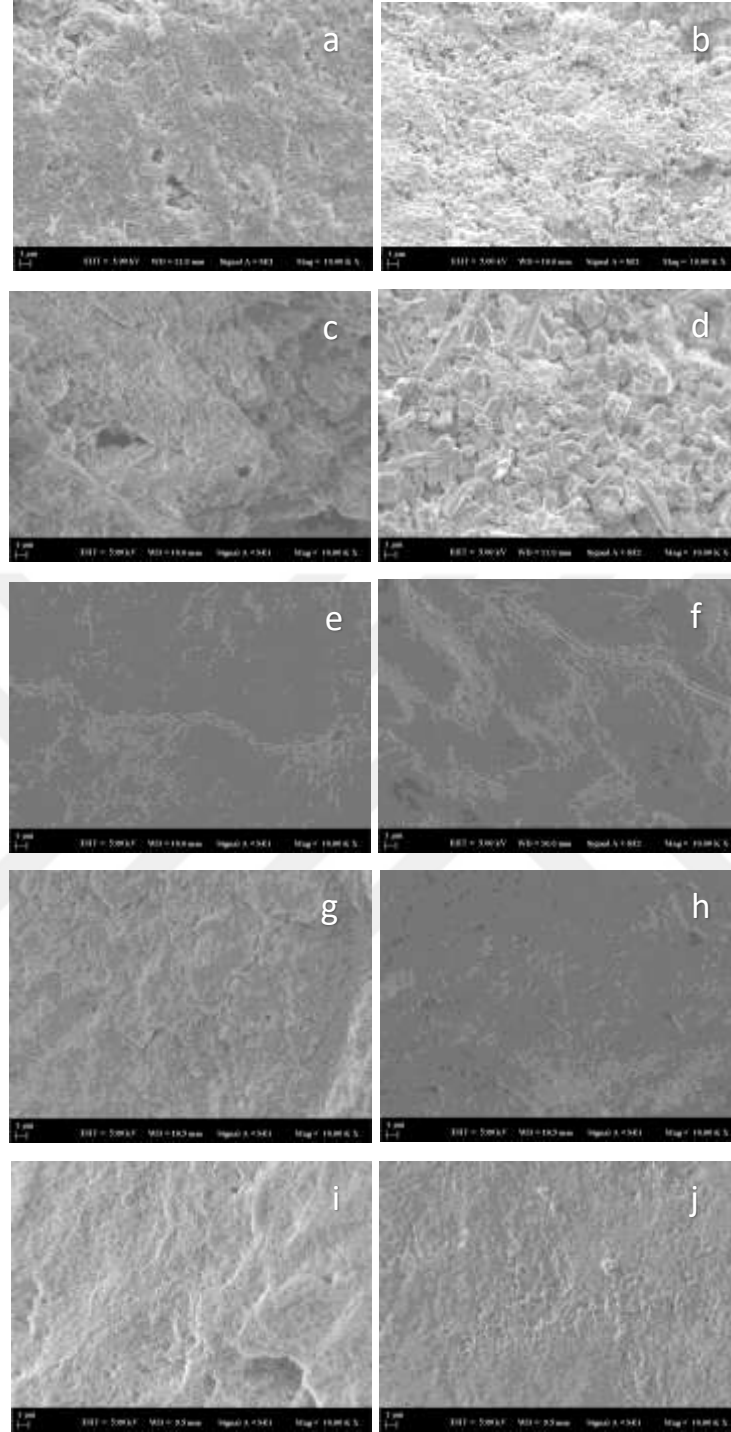
Advantage Arrest jel grubunda demineralizasyon sonrası SEM görüntüleri, yüzeyde belirgin porozite varlığını ve kristal yapının bozulduğunu göstermektedir (Şekil 4.5.a). 14 günlük remineralizasyon sonrası ise mine yüzeyinin daha homojen hale geldiği ve yüzey düzensizliklerinin azaldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.5.b). Remineralizasyon sonrası 14. Gün EDX analizi, yüzeyde kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) oranlarında artışla birlikte gümüş (Ag) varlığını doğrulamaktadır (Şekil 4.6.b). Bu durum, gümüş diamin florürün jel formunun remineralizasyon potansiyelini ortaya koymaktadır.

Advantage Arrest likit grubunda da benzer şekilde demineralizasyon sonrası belirgin yapısal bozulmalar saptanmıştır (Şekil 4.5.c). Remineralizasyon sonrası SEM görüntülerinde yüzeydeki kristal yapılarda yeniden yapılanma gözlenmiş (Şekil 4.5.d), EDX verileri Ca/P oranının arttığını ve Ag elementinin varlığını göstermiştir (Şekil 4.6.d). Jel ve likit form karşılaştırıldığında, jel formun yüzeye daha kalın bir tabaka oluşturduğu izlenimi edinilmiştir.

Riva Star grubunun SEM bulgularında remineralizasyon sonrası yüzeyde demineralize yüzeye göre daha düzgün bir yapı gözlemlenmiştir (Şekil 4.5.e ve Şekil 4.5.f). Bu gruptaki EDX analizlerinde flor (F), gümüş (Ag) ve iyot (I) elementleri tespit edilmiştir (Şekil 4.6.f).

Proshield Vernik grubunun SEM görüntülerinde demineralizasyon sonrasına göre (Şekil 4.5.g) remineralizasyon sonrası yüzey düzensizliklerinin azaldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.5.h). Ancak diğer gruplara kıyasla yüzey remineralizasyonu daha az yoğunlukta görünmektedir. Remineralizasyon sonrası 14. Gün EDX analizinde flor tespit edilmiş, ancak Ag veya I gibi elementler bulunmamıştır (Şekil 4.6.h). Bu bulgulara dayanarak flor verniklerinin etkili olduğu bilinmekle birlikte, özellikle demineralize mine dokusunun hızlı ve yoğun remineralizasyonunda GDF ajanlarına göre daha az etkili olduğu kanısına varılmıştır.

Negatif kontrol grubundaki örnekler herhangi bir remineralizasyon ajanı uygulanmamış, yalnızca yapay tükürük ortamında bekletilmiştir. SEM görüntülerinde yüzeydeki düzensizliklerin devam ettiği ve herhangi bir belirgin kristal yeniden yapılanma gözlenmediği saptanmıştır (Şekil 4.5.i ve Şekil 4.5.j). EDX analizleri de Ca ve P oranlarında anlamlı bir artış göstermemiştir (Şekil 4.6.j). Bu durum, remineralizasyon ajanlarının uygulanmadığı ortamlarda, sadece yapay tükürüğün sınırlı remineralizasyon etkisi olduğunu göstermiştir.



Şekil 4.5: Advantage Arrest Jel Grubu Demineralizasyon Sonrası (a) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (b), Advantage Arrest Likit Grubu Demineralizasyon Sonrası (c) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (d), Riva Star Grubu Demineralizasyon Sonrası (e) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (f), Proshield Vernik Grubu Demineralizasyon Sonrası (g) ve Remineralizasyon Sonrası 14. Gün (h), Negatif Kontrol Grubu Demineralizasyon Sonrası (i) ve 14. Gün (j) SEM Görüntüleri.

Tüm grupların VITA Easyshade ile gerçekleştirilen renk parametrelerinin ölçümü'ne ait bulgulardan L* değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4.5'te, zamanlar arası L* değerlerinin değişimi Şekil 4.7'de görülmektedir.

Gruplar arasında başlangıç, uygulamadan hemen sonra, 1. dakika, 5. dakika, 15. dakika, 30. dk ve 1. gün zamanlarındaki L ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında 60. dakika zamanındaki L* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,019$; $p<0,05$). Riva Star grubunun 60. dakikadaki L ölçüm ortalaması, Advantage Arrest jel ($p=0,013$) ve Advantage Arrest likit ($p=0,016$) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında 60. dakikadaki L* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında 1. haftadaki L* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,025$; $p<0,05$). Riva Star grubunun 1. haftadaki L* ölçüm ortalaması, Advantage Arrest jel ($p=0,028$) ve Advantage Arrest likit ($p=0,013$) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında 1. haftadaki L* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında 4. haftadaki L* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,009$; $p<0,05$). Riva Star grubunun 4. haftadaki L* ölçüm ortalaması, Advantage Arrest jel ($p=0,005$) ve Advantage Arrest likit ($p=0,013$) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında 4. haftadaki L* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Advantage Arrest jel grubunda farklı zamanlardaki L* ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,05$). Başlangıca göre 30. dakika ($p=0,001$), 60. dakika ($p=0,001$), 1. gün ($p=0,001$), 1. hafta ($p=0,001$) ve 4. haftada ($p=0,001$) görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Diğer zamanlarda görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,005$).

Advantage Arrest likit grubunda farklı zamanlardaki L* ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,05$). Başlangıca göre 60. dakika ($p=0,001$) ve 1. günde ($p=0,001$) görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Remineralizasyon ajanları uygulandıktan hemen sonraya göre 60. dakika ($p=0,001$) ve 1. haftada ($p=0,001$) görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Diğer zamanlarda görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,005$).

Riva Star grubunda farklı zamanlardaki L* ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=0,246$; $p>0,05$).



Tablo 4.5: L* Ölçümlerine İlişkin Değerlendirmeler.

L*	Advantage Arrest Jel	Advantage Arrest Likit	Riva Star	¹ p
	Ort±SS (Medyan) (Min-Max)	Ort±SS (Medyan) (Min-Max)	Ort±SS (Medyan) (Min-Max)	
Başlangıç (T1)	65,62±10,01 (64,2) (54,7-76,5)	69,47±21,69 (62,5) (43,4-99,9)	57,92±15,29 (53,5) (39,4-77,1)	0,533
1. sn (T2)	60,05±8,89 (58,3) (50,5-74,4)	62,54±12,37 (60,1) (45,5-78,9)	61,2±11,77 (59,4) (45,6-73,2)	0,932
1. dk (T3)	56,91±9,64 (54,8) (47,6-71,3)	58,39±12,58 (57,5) (41,7-77)	60,47±12,03 (57,8) (45,6-73,7)	0,878
5. dk (T4)	53,34±9,92 (47,1) (45,2-66,8)	53,57±13,57 (51,4) (37,4-75,1)	59,45±10,98 (55,4) (47-71,5)	0,454
15. dk (T5)	47,16±10,81 (41,3) (37,6-61,4)	51,17±14,06 (46,6) (40,8-75,8)	58,99±10,69 (57,6) (46,9-70,6)	0,196
30. dk (T6)	44,69±12,24 (38,6) (33,9-61,3)	45,39±9,37 (43,9) (37,7- 60,6)	57,22±10,75 (54,8) (46,2-69,2)	0,145
60. dk (T7)	40,26±11,14 (36,6) (30,4-57) ^a	40,63±6,43 (43,2) (31,8- 47,1) ^a	58,84±10,95 (57,5) (47,4-73,1) ^b	0,019*
1. gün (T8)	43,91±10,82 (37,1) (34,7-56,6)	45,45±12,88 (44,7) (31,6-65,4)	58,46±11,7 (54,8) (47,2-74,8)	0,145
1. hafta (T9)	37,61±7,7 (36,1) (26,6-46,9) ^a	36,87±7,19 (34,2) (30,6- 49,2) ^a	49,5±5,12 (51,1) (40,6-53,6) ^b	0,025*
4. hafta (T10)	39,63±7,62 (38,4) (29,5-48,1) ^a	42,47±10,57 (42,4) (30,1-56,1) ^a	61,18±3,03 (61,4) (57,3-65,4) ^b	0,009*
² p	0,001*	0,001*	0,246	
T1-T2 ³p	0,080	0,500		
T1-T3 ³p	0,043	0,043		
T1-T4 ³p	0,043	0,043		
T1-T5 ³p	0,043	0,043		
T1-T6 ³p	0,001*	0,043		
T1-T7 ³p	0,001*	0,001*		
T1-T8 ³p	0,001*	0,080		
T1-T9 ³p	0,001*	0,001*		
T1-T10 ³p	0,001*	0,043		
T2-T3 ³p	0,080	0,043		
T2-T4 ³p	0,080	0,043		
T2-T5 ³p	0,080	0,043		
T2-T6 ³p	0,080	0,043		
T2-T7 ³p	0,043	0,001*		
T2-T8 ³p	0,043	0,043		
T2-T9 ³p	0,043	0,001*		
T2-T10 ³p	0,043	0,043		
T3-T4 ³p	0,043	0,043		
T3-T5 ³p	0,080	0,043		

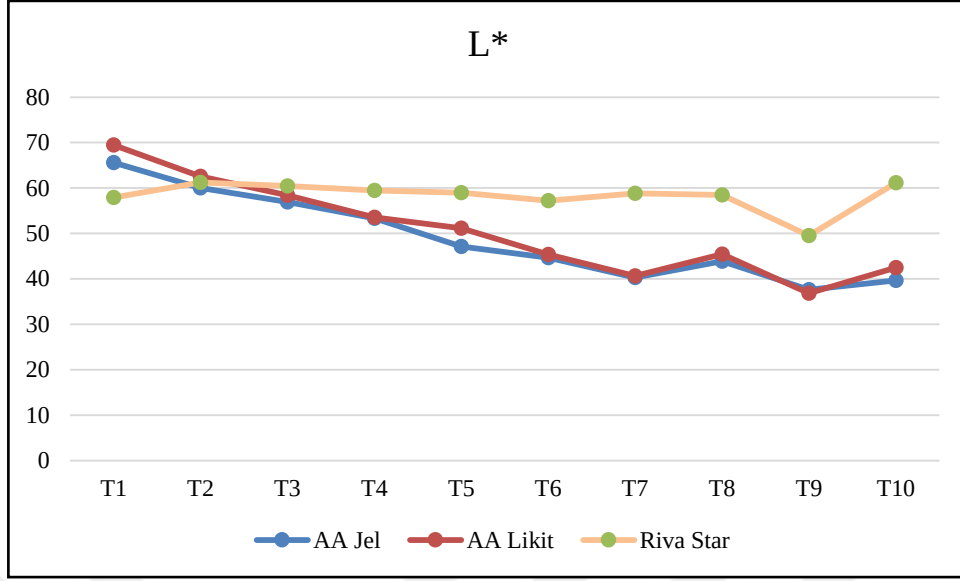
Tablo 4.5: L* Ölçümlerine İlişkin Değerlendirmeler (Devam).

T3-T6 ³ p	0,080	0,043
T3-T7 ³ p	0,043	0,043
T3-T8 ³ p	0,043	0,080
T3-T9 ³ p	0,043	0,043
T3-T10 ³ p	0,043	0,080
T4-T5 ³ p	0,080	0,345
T4-T6 ³ p	0,080	0,080
T4-T7 ³ p	0,043	0,043
T4-T8 ³ p	0,043	0,138
T4-T9 ³ p	0,043	0,043
T4-T10 ³ p	0,043	0,138
T5-T6 ³ p	0,043	0,080
T5-T7 ³ p	0,043	0,043
T5-T8 ³ p	0,104	0,225
T5-T9 ³ p	0,043	0,080
T5-T10 ³ p	0,080	0,225
T6-T7 ³ p	0,043	0,080
T6-T8 ³ p	0,686	0,893
T6-T9 ³ p	0,225	0,138
T6-T10 ³ p	0,225	0,345
T7-T8 ³ p	0,225	0,345
T7-T9 ³ p	0,686	0,686
T7-T10 ³ p	0,686	0,500
T8-T9 ³ p	0,043	0,225
T8-T10 ³ p	0,138	0,345
T9-T10 ³ p	0,068	0,273

¹Kruskal Wallis Test ²Friedman Test *p<0,05

³Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi (*p<0,001)

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.7 Zamanlar Arası L* Değerlerinin Değişimi.

Tüm grupların VITA Easyshade ile gerçekleştirilen renk parametrelerinin ölçümü'ne ait bulgulardan a değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4.6'da, zamanlar arası a* değerlerinin değişimi Şekil 4.8'de görülmektedir.

Gruplar arasında başlangıç, 1. dakika, 5. dakika, 15. dakika, 30. dakika, 60. dakika, 1. gün, 1. hafta ve 4. haftadaki a* ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında uygulamadan hemen sonraki a* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0,035$; $p<0,05$). Advantage Arrest jel grubunun uygulamadan hemen sonraki a* ölçüm ortalaması, Riva Star grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p=0,011$; $p<0,05$). Diğer gruplar arasında uygulamadan hemen sonraki a* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Advantage Arrest jel grubunda farklı zamanlardaki a* ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,05$). Uygulamadan hemen sonraya göre 60. dakika ($p=0,001$), 1. hafta ($p=0,001$) ve 4. haftada ($p=0,001$) görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Uygulamadan hemen sonraya göre 60. dakika ($p=0,001$), 1. hafta ($p=0,001$) ve 4. haftada ($p=0,001$) görülen düşüşler

istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Diğer zamanlarda görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,005$).

Advantage Arrest likit grubunda farklı zamanlardaki a^* ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0,001$; $p<0,05$). Başlangıca göre 60. dakika ($p=0,001$) ve 1. haftada ($p=0,001$) görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Uygulamadan hemen sonraya göre 60. dakika ($p=0,001$) ve 1. haftada ($p=0,001$) görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Diğer zamanlarda görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,005$).

Riva Star grubunda farklı zamanlardaki a^* ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,004$; $p<0,05$). Başlangıca göre 4. haftada ($p=0,001$) görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,001$). Diğer zamanlarda görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,005$).

Tablo 4.6: a* Ölçümlerine İlişkin Değerlendirmeler.

a*	Advantage Arrest Jel	Advantage Arrest Likit	Riva Star	¹ p
	Ort±SS (Medyan) (Min-Max)	Ort±SS (Medyan) (Min-Max)	Ort±SS (Medyan) (Min-Max)	
Başlangıç (T1)	8,4±1,8 (8,2) (5,7-10,2)	7,08±3,1 (8,3) (1,9-9,7)	8,38±3,62 (8,2) (4,4-13,6)	0,852
1. sn(T2)	8,19±1,7 (8) (6,1-10) ^a	7,21±2,49 (8) (3,4-9,3) ^{ab}	4,73±1,48 (5,6) (2,9-6,2) ^b	0,035*
1. dk(T3)	7,58±1,85 (7,3) (5-9,5)	6,34±3,03 (7,6) (2,8-9,7)	4,87±1,72 (5,4) (2,7-6,8)	0,164
5. dk(T4)	6,46±2 (6,9) (3,7-8,4)	5,49±3,76 (5,7) (1,6-10,6)	4,47±1,24 (4,8) (3,1-5,8)	0,403
15. dk(T5)	4,78±1,89 (5,3) (2,4-6,9)	3,69±3,34 (3,5) (0,4-7,6)	4,05±1,65 (4,1) (1,7-6)	0,858
30. dk(T6)	3,67±2,1 (2,8) (2-7)	2,53±3,36 (2,5) (-1,7-5,9)	3,59±1,65 (3,9) (0,9-5)	0,878
60. dk(T7)	2,83±2,24 (1,8) (1,2-6,6)	2,47±2,89 (3,9) (-2-5,2)	3,88±2,56 (3,7) (0,5-7,4)	0,811
1. gün(T8)	3,53±0,88 (3,5) (2,1-4,4)	2,92±2,23 (1,3) (1,3-5,6)	3,01±1,84 (2,4) (0,9-5,5)	0,796
1. hafta(T9)	2,27±1,35 (1,8) (1,2-4,6)	2,33±1,88 (1,6) (0,3-4,6)	3,43±1,73 (3,5) (1,1-5,5)	0,523
4. hafta(T10)	2,66±1,51 (2,3) (1,3-5,2)	4,43±7,04 (1,6) (-0,6-16,6)	2,01±3,33 (0,7) (-1-6,7)	0,733
²p	0,001*	0,001*	0,004*	
T1-T2 ³ p	0,345	0,686	0,080	
T1-T3 ³ p	0,043	0,686	0,080	
T1-T4 ³ p	0,043	0,225	0,080	
T1-T5 ³ p	0,043	0,043	0,080	
T1-T6 ³ p	0,043	0,043	0,043	
T1-T7 ³ p	0,001*	0,001*	0,043	
T1-T8 ³ p	0,043	0,043	0,043	
T1-T9 ³ p	0,001*	0,001*	0,043	
T1-T10 ³ p	0,001*	0,345	0,001*	
T2-T3 ³ p	0,043	0,279	0,686	
T2-T4 ³ p	0,043	0,104	0,279	
T2-T5 ³ p	0,043	0,043	0,080	
T2-T6 ³ p	0,043	0,043	0,080	
T2-T7 ³ p	0,001*	0,001*	0,225	
T2-T8 ³ p	0,043	0,043	0,043	
T2-T9 ³ p	0,001*	0,001*	0,043	
T2-T10 ³ p	0,001*	0,500	0,080	
T3-T4 ³ p	0,043	0,138	0,345	
T3-T5 ³ p	0,068	0,043	0,068	
T3-T6 ³ p	0,080	0,043	0,068	
T3-T7 ³ p	0,043	0,080	0,225	
T3-T8 ³ p	0,043	0,043	0,043	

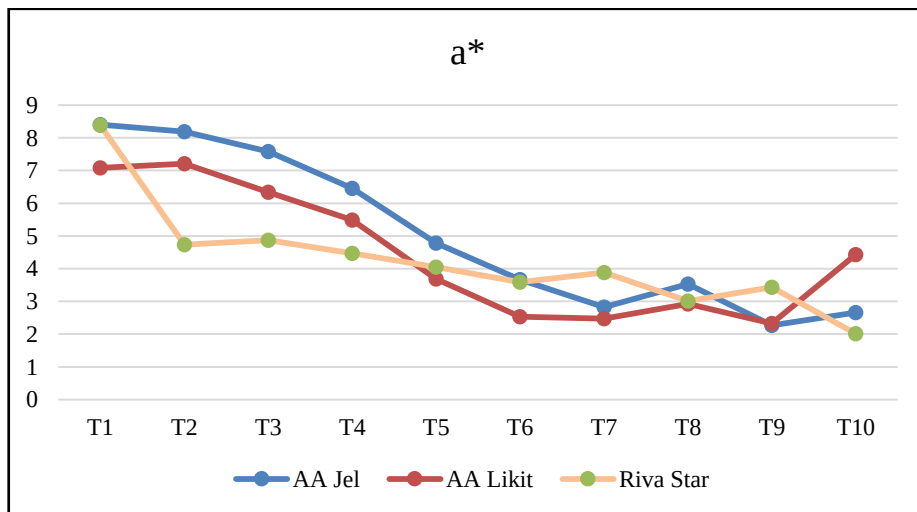
Tablo 4.6: a* Ölçümlerine İlişkin Değerlendirmeler (Devam).

T3-T9 ^{3p}	0,043	0,042	0,043
T3-T10 ^{3p}	0,043	0,500	0,080
T4-T5 ^{3p}	0,080	0,043	0,686
T4-T6 ^{3p}	0,080	0,043	0,138
T4-T7 ^{3p}	0,043	0,138	0,345
T4-T8 ^{3p}	0,043	0,043	0,043
T4-T9 ^{3p}	0,043	0,043	0,043
T4-T10 ^{3p}	0,043	0,500	0,138
T5-T6 ^{3p}	0,080	0,043	0,068
T5-T7 ^{3p}	0,043	0,345	0,500
T5-T8 ^{3p}	0,225	0,225	0,080
T5-T9 ^{3p}	0,043	0,138	0,343
T5-T10 ^{3p}	0,042	0,500	0,080
T6-T7 ^{3p}	0,043	0,500	0,715
T6-T8 ^{3p}	0,686	0,893	0,465
T6-T9 ^{3p}	0,043	0,686	0,893
T6-T10 ^{3p}	0,080	0,686	0,225
T7-T8 ^{3p}	0,500	0,345	0,345
T7-T9 ^{3p}	0,273	0,893	0,893
T7-T10 ^{3p}	0,715	0,345	0,345
T8-T9 ^{3p}	0,225	0,136	0,686
T8-T10 ^{3p}	0,225	0,684	0,345
T9-T10 ^{3p}	0,043	0,500	0,138

¹Kruskal Wallis Test ²Friedman Test *p<0,05

³Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi (*p<0,001)

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.8: Zamanlar Arası a* Değerlerinin Değişimi.

Tüm grupların VITA Easyshade ile gerçekleştirilen renk parametrelerinin ölçümü'ne ait bulgulardan b* değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4.7'de, zamanlar arası b* değerlerinin değişimi Şekil 4.9'da görülmektedir.

Gruplar arasında başlangıç, uygulamadan hemen sonra, 1. dakika, 5. dakika ve 60. dakikadaki b* ölçüm ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında 15. dakikadaki b* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,024$; $p<0,05$). Riva Star grubunun 15. dakikadaki b* ölçüm ortalaması, Advantage Arrest likit grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p=0,007$; $p<0,05$). Diğer gruplar arasında 15. dakikadaki b* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında 30. dakikadaki b* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,027$; $p<0,05$). Riva Star grubunun 30. dakikadaki b* ölçüm ortalaması, Advantage Arrest likit grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p=0,009$; $p<0,05$). Diğer gruplar arasında 30. dakikadaki b* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında 1. gündeki b* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,010$; $p<0,05$). Riva Star grubunun 1. gündeki b* ölçüm ortalaması, Advantage Arrest jel ($p=0,028$) ve Advantage Arrest likit ($p=0,004$) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında 1. gündeki b* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında 1. haftadaki b* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,009$; $p<0,05$). Riva Star grubunun 1. haftadaki b* ölçüm ortalaması, Advantage Arrest jel ($p=0,006$) ve Advantage Arrest likit ($p=0,011$) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında 1. haftadaki b* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında 4. haftadaki b* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,009$; $p<0,05$). Riva Star grubunun 4. haftadaki b* ölçüm ortalaması, Advantage Arrest jel ($p=0,012$) ve Advantage Arrest likit ($p=0,005$) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında 4. haftadaki b* ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Advantage Arrest jel grubunda farklı zamanlardaki b* ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,05$). Başlangıca göre 1. hafta ($p=0,001$) ve 4. haftada ($p=0,001$) görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Uygulamadan hemen sonraya göre 1. hafta ($p=0,001$) ve 4. haftada ($p=0,001$) görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 1. dakikaya göre 1. hafta ($p=0,001$) ve 4. haftada ($p=0,001$) görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Diğer zamanlarda görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,005$).

Advantage Arrest likit grubunda farklı zamanlardaki b* ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,05$). Başlangıca göre 1. hafta ($p=0,001$) ve 4. haftada ($p=0,001$) görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Uygulamadan hemen sonraya göre 1. hafta ($p=0,001$) ve 4. hafta ($p=0,001$) zamanlarında görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 1. dakikaya göre 1. hafta ($p=0,001$) ve 4. haftada ($p=0,001$) görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Diğer zamanlarda görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,005$).

Riva Star grubunda farklı zamanlardaki b* ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,05$). Uygulamadan hemen sonraya göre 1. gün ($p=0,001$), 1. hafta ($p=0,001$) ve 4. haftada ($p=0,001$) görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). 1. dakikaya göre 1. hafta ($p=0,001$) ve 4. haftada ($p=0,001$) görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Diğer zamanlarda görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,005$).

Tablo 4.7: b* Ölçümlerine İlişkin Değerlendirmeler.

b*	Grup 1 (AA Jel)	Grup 2 (AA Likit)	Grup 3 (Riva Star)	¹ p
	Ort±SS (Medyan) (Min-Max)	Ort±SS (Medyan) (Min-Max)	Ort±SS (Medyan) (Min-Max)	
Başlangıç (T1)	25,62±8,32 (26,4) (17-34)	22,72±6,77 (23,4) (15,7-31,4)	24,88±11,73 (21) (10,7-40,4)	0,733
1. sn (T2)	20,85±4,94 (19,2) (15,9-29,1)	18,86±6,4 (17) (13,5-29,9)	24,08±7,7 (23,5) (15,4-35)	0,395
1. dk (T3)	19,77±4,84 (17,9) (15,1-27,7)	17,45±7,07 (16,5) (11,7-29,5)	22,52±7,91 (21,9) (14,2-35,1)	0,310
5. dk (T4)	17,95±4,77 (15,4) (14,1-25,1)	14±4,74 (13,4) (8,9-21,3)	21,57±7,9 (21) (13,4-34,4)	0,151
15. dk (T5)	13,12±4,25 (10,9) (9,9-20) ^{ab}	10,25±3,83 (9,5) (6,1-15,9) ^a	20,83±7,8 (20,1) (13,3-33,6) ^b	0,024*
30. dk (T6)	10,51±5,03 (8,4) (7,4-19,4) ^{ab}	7,91±3,3 (6,9) (4,3-12,2) ^a	18,7±4,8 (19,2) (12-25,1) ^b	0,027*
60. dk (T7)	8,29±4,81 (6,2) (5,8-16,9)	5,65±2,88 (4,3) (2,7-8,7)	14,45±5,79 (16,2) (6-21,2) ^b	0,075
1. gün (T8)	6,69±1,74 (6,6) (4,3-9,2) ^a	5,79±2,82 (3,8) (3,6-9) ^a	17,13±7,39 (15,4) (9-28,7) ^b	0,010*
1. hafta (T9)	3,15±2,2 (2,6) (1,4-6,7) ^a	3,9±2,75 (3) (1-7,7) ^a	14,41±3,97 (14,9) (10,2-20,4) ^b	0,009*
4. hafta (T10)	3,94±2,33 (4,1) (1,7-7,3) ^a	3,57±2,85 (2,6) (1-7,3) ^a	16,01±8,13 (12,4) (9,7-29,7) ^b	0,009*
²p	0,001*	0,001*	0,001*	
T1-T2 ³p	0,225	0,080	0,893	
T1-T3 ³p	0,225	0,080	0,893	
T1-T4 ³p	0,043	0,043	0,686	
T1-T5 ³p	0,043	0,043	0,686	
T1-T6 ³p	0,043	0,043	0,138	
T1-T7 ³p	0,043	0,043	0,225	
T1-T8 ³p	0,043	0,043	0,043	
T1-T9 ³p	0,001*	0,001*	0,043	
T1-T10 ³p	0,001*	0,001*	0,080	
T2-T3 ³p	0,043	0,043	0,080	
T2-T4 ³p	0,043	0,043	0,043	
T2-T5 ³p	0,043	0,043	0,043	
T2-T6 ³p	0,043	0,043	0,043	
T2-T7 ³p	0,043	0,043	0,043	
T2-T8 ³p	0,043	0,043	0,001*	
T2-T9 ³p	0,001*	0,001*	0,001*	
T2-T10 ³p	0,001*	0,001*	0,001*	
T3-T4 ³p	0,043	0,043	0,043	
T3-T5 ³p	0,043	0,043	0,043	
T3-T6 ³p	0,043	0,043	0,043	
T3-T7 ³p	0,043	0,043	0,043	
T3-T8 ³p	0,042	0,043	0,043	

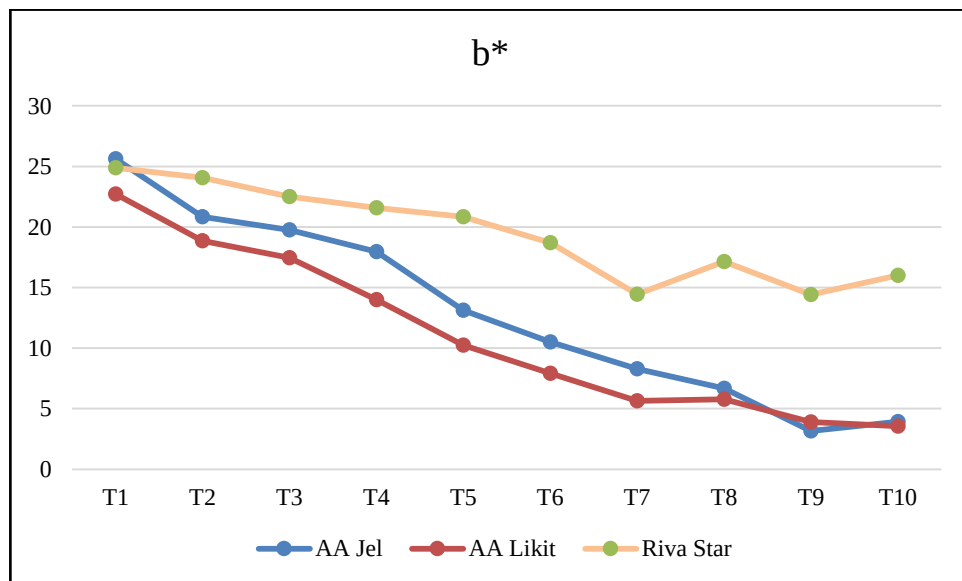
Tablo 4.7: b* Ölçümlerine İlişkin Değerlendirmeler (Devam).

T3-T9 ³ p	0,001*	0,001*	0,001*
T3-T10 ³ p	0,001*	0,001*	0,001*
T4-T5 ³ p	0,043	0,043	0,043
T4-T6 ³ p	0,043	0,043	0,043
T4-T7 ³ p	0,043	0,043	0,080
T4-T8 ³ p	0,043	0,043	0,043
T4-T9 ³ p	0,043	0,043	0,043
T4-T10 ³ p	0,043	0,043	0,043
T5-T6 ³ p	0,043	0,043	0,080
T5-T7 ³ p	0,043	0,043	0,225
T5-T8 ³ p	0,043	0,043	0,043
T5-T9 ³ p	0,043	0,043	0,043
T5-T10 ³ p	0,043	0,043	0,043
T6-T7 ³ p	0,043	0,043	0,225
T6-T8 ³ p	0,043	0,043	0,345
T6-T9 ³ p	0,043	0,043	0,043
T6-T10 ³ p	0,043	0,043	0,225
T7-T8 ³ p	0,686	0,345	0,686
T7-T9 ³ p	0,043	0,043	0,500
T7-T10 ³ p	0,043	0,043	0,500
T8-T9 ³ p	0,043	0,043	0,138
T8-T10 ³ p	0,043	0,043	0,345
T9-T10 ³ p	0,043	0,223	0,686

¹Kruskal Wallis Test ²Friedman Test *p<0,05

³Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi (*p<0,001)

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.9: Zamanlar Arası b* Değerlerinin Değişimi.

5. TARTIŞMA

Erken çocukluk çağı çürükleri (EÇÇ), en yaygın kronik çocukluk hastalığıdır ve küresel bir sağlık sorunudur. 2 ila 5 yaş arasındaki çocuklarda diş çürüğü yaygınlığı son zamanlarda küresel olarak arttığından, Dünya Diş Hekimliği Federasyonu (FDI) bu yaş grubunun diş sağlığına önem vermektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde, çocukların neredeyse yarısının anaokuluna başlamadan önce EÇÇ'ye sahip olduğu bilinmektedir. EÇÇ ağrıya ve enfeksiyona neden olmakta ve pulpaya ilerleyen derin çürükler apse oluşturabilmektedir. Tedavi edilmeyen vakalarda bu enfeksiyon, diş kaybına yol açabilmekte ve bu da dişlerin gelişimini ve maloklüzyonları etkileyebilmektedir. Daha da önemlisi, dental sağlığın bozulması çocukların beslenmesini ve dolayısıyla büyümelerini, gelişmelerini ve genel sağlıklarını önemli ölçüde etkilemektedir [12].

Geleneksel çürük tedavisi, çürük lezyonun mekanik olarak kaldırılmasını ve kavitenin uygun materyaller ile restore edilmesini içermektedir. Ancak çocuklarda iş birliği sorunları sonucu genel anestezi veya sedasyon gibi yüksek maliyetli ve riskli seçeneklere gereksinim duyulması nedeniyle EÇÇ'yi geleneksel yöntemlerle tedavi etmek mümkün olmayabilmektedir. Bu nedenle bazı durumlarda diş çürükleri için alternatif tedaviler gerekmektedir. Profesyonel olarak uygulanan florür tedavisi, sadece çürükleri önlemek için değil aynı zamanda durdurmak için de önerilmektedir. Geleneksel restoratif tedaviyle karşılaştırıldığında, florür içeren ajanlar ile çürükleri durdurmak girişimsel bir işlem değildir, uygulanması kolaydır ve düşük maliyetlidir [121].

Ağız sağlığı alanında bir kavram olarak minimal invaziv diş hekimliği (MID), bir zamanlar alışılmadık bir konu olarak kabul edilmekteyken artık oral rehabilitasyonun merkezine taşınmıştır. MID, hasta merkezli bir bakım yaklaşımını temsil etmektedir, kanıta dayalıdır ve yeni tedavi seçeneklerinin geliştirilmesini desteklemektedir. Bunlardan biri, karyostatik bir ajan olan gümüş diamin florürdür (GDF). GDF'nin ilk olarak 1969'da Japonya'da kullanıldığı kaydedilmiş olmakla birlikte özellikle yakın tarihte kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır [70]. GDF; florürün bilinen remineralize edici etkisini gümüşün antibakteriyel özelliği ile birleştirerek, aktif ve kaviteli çürük lezyonlarının durdurulmasında kullanılan terapötik bir madde hâline gelmiştir. Küçük çocuklarda ve özel bakıma ihtiyaç duyan kişilerde çürük lezyonlarının tedavisinde yakın zamanda ABD'de kullanıma sunulan

umut verici bir terapötik madde haline gelen GDF'nin meydana getirdiği koyu renklenmeler, hasta ve ebeveyn kabulünü azaltabilmektedir [80].

GDF'deki florürün, kalsiyum fosfat ve hidroksiapatit yapısıyla reaksiyona girerek fluoroapatit ve kalsiyum florür oluşturduğu vurgulanmıştır; bu, asit direncini, mineral yoğunluğunu ve dentin remineralizasyonunu desteklemekte ve bunların hepsi de çürük dokunun sertliğine katkıda bulunmaktadır [122]. Çeşitli in vitro ve in vivo çalışmalara göre çürük durdurma ve remineralizasyon aktivitesi, diğer florür içeren vernik ve jellerden daha yüksek bulunmuştur [123].

GDF, bakteriyel enfeksiyonu kontrol altına alarak ve dişleri remineralize ederek restoratif olmayan bir çürük tedavisi sağlamaktadır. Diş hekimleri, erken çocukluk çürüklerini durdurmak için sıklıkla GDF kullanmaktadır [90].

Bu çalışmanın amacı, jel ve likit formdaki %38 gümüş diamin florür (Advantage Arrest), gümüş diamin florür ile potasyum iyodür (Riva Star) ve sodyum florürün süt dişleri üzerindeki remineralizasyon etkinliklerinin ve gümüş diamin florür içerikli remineralizasyon solüsyonlarının renkleştirme potansiyellerinin karşılaştırılmasıdır.

Bu çalışmada, çürüksüz süt kesici dişlerin mine yüzeyinde tırnak cilası ile oluşturulan pencere alanlarında kontrollü bir in vitro çürük modeli uygulanmıştır. Bu amaçla dişler, 3 gün süreyle pH 4,5'te tamponlanmış asidik bir solüsyonunda (2,2 mM CaCl_2 , 2,2 mM NaH_2PO_4 ve 0,05 M asetik asit) bekletilerek yapay çürük lezyonları oluşturulmuştur. Bu kimyasal demineralizasyon yöntemi literatürde yaygın olarak kullanılan, mine dokusunda beyaz lezyon benzeri porozite geliştiren bir protokoldür. Tek tip bir asit solüsyonu kullanılması, bakteri veya plak modeline kıyasla başlangıç lezyonlarının daha homojen olmasını sağlamıştır. Benzer çalışmalar da mine yüzeyinde yapay çürük oluşturmak için belirli süre asidik kalsiyum-fosfat çözeltilerinde bekletme yöntemini başarıyla uygulamıştır [124].

Remineralizasyon ortamı olarak kullanılan yapay tükürük solüsyonu (CaCl_2 , KH_2PO_4 , KCl, KOH ve NaN_3 içeren, pH 7'de tamponlanmış), tükürüğün minerallerini taklit ederek florür ajanlarının etkileşeceği bir iyon havuzu oluşturmuştur. Solüsyonun günlük olarak yenilenmesi, minerallerin tükenmesini engellemiş ve ondört gün boyunca sürekli bir remineralizasyon potansiyeli sağlamıştır. Bu kesintisiz remineralizasyon dönemi, uygulanan

ajanların maksimize edilmiş bir etki göstermesine olanak sağlamıştır. Ayrıca, çalışmanın 14 günlük gözlem süresi, klinik olarak kısa-orta vadede (2 hafta) elde edilebilecek kazanımlar hakkında bilgi vermektedir. Benzer çalışmalar, remineralizasyon için 7 gün [125] ile 30 gün [126] arasında değişen süreler kullanmıştır; bu çalışmadaki 2 haftalık süre, remineralizasyon ajanlarının etkilerinin ortaya çıkması için yeterli görülüp aşırı uzun bekleme kaynaklı örnek bozulmalarının da önüne geçmek amaçlanmıştır.

Oluşan lezyonların ve takip eden remineralizasyon sürecinin *non-invaziv* takibi için lazer floresans cihazı (Diagnodent) kullanılmıştır. Tüm örneklerde başlangıçta, demineralizasyon sonrasında ve remineralizasyonun 1. günü, 1. haftası ve 2. haftasında aynı araştırmacı tarafından Diagnodent ölçümleri alınmıştır. Bu yaklaşım, lezyon şiddetindeki değişimleri tahribata yol açmadan nicel olarak izlemeye olanak tanır. İlisulu ve arkadaşlarının 2024'te yaptığı bir çalışmada da yapay mine lezyonları, her aşamada lazer floresans ile izlenerek remineralizasyon ajanlarının etkisi değerlendirilmiştir. Diagnodent değerlerindeki artış, asidik maruziyet sonrası mine mineral kaybını ortaya koyarken; remineralizasyon ajanı uygulanmasından sonra değerlerin azalması, lezyonun remineralizasyonunu işaret etmektedir. Literatürde lazer floresans ölçümlerinin, mikro-CT ile ölçülen mineral yoğunluğu değişimleriyle anlamlı korelasyon gösterdiği bildirilmiştir. Bu da çalışmada Diagnodent ile elde edilen verilerin, mikro-CT bulgularıyla uyumlu olacağını desteklemektedir [126].

Çalışmada farklı remineralizasyon stratejilerini temsil eden 5 grup oluşturulmuştur: Advantage Arrest %38 gümüş diamin florür jel formu, Advantage Arrest %38 gümüş diamin florür likit formu, Riva Star %38 gümüş diamin florür ile beraber potasyum iyodür, ProShield sodyum florür vernik ve negatif kontrol grubu. Advantage Arrest ticari bir %38 gümüş diamin florür (GDF) preparatıdır ve hem geleneksel sıvı formda hem de yeni geliştirilmiş jel formda kullanılabilir. Jel form, akışkanlığın azaltılması ve uygulama hassasiyetinin artırılması amacıyla geliştirilmiş olup literatürde henüz sınırlı sayıda çalışmada değerlendirilmiştir. Bu form, likit GDF'nin klinik kullanımındaki yumuşak dokuya istenmeyen temas, akma ve çapraz kontaminasyon riskleri gibi bazı dezavantajları minimize etmektedir.

Bu çalışmada Advantage Arrest'in hem jel hem likit formlarının karşılaştırılması, bu yeni jel formülasyonun remineralizasyon etkinliğinin likit form ile farklılık gösterip

göstermediğini ortaya koymak açısından önemlidir. Önceki çalışmalar, Advantage Arrest'in diğer GDF solüsyonlarına benzer çürük durdurma ve remineralizasyon etkisi gösterdiğini bildirmektedir. Örneğin Kale ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında Advantage Arrest, %38'lik e-SDF çözeltisi ile karşılaştırılmış ve her ikisinin de mine ve dentin çürüklerinde benzer oranda gümüş ve florür birikimi sağladığı, çürük ilerlemesini anlamlı ölçüde azalttığı gösterilmiştir [127]. Yan ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında ise Advantage Arrest, e-GDF, Riva Star, Saforide ve Topamine ile karşılaştırılmış ve uzun süreli stabilitesiyle klinik kullanımda avantajlı olabileceği sonucuna varmışlardır [128]. Bu bağlamda, çalışma protokolümüz Advantage Arrest jel formunu ilk kez likit form ile doğrudan karşılaştıran çalışmalardan biri olarak literatürdeki boşluğu doldurmayı hedeflemektedir.

Riva Star, %38'lik GDF'nin potasyum iyodür (KI) ile kombine edildiği iki aşamalı bir sistemdir. KI uygulaması, GDF'nin içerdiği gümüş iyonlarını gümüş iyodür (AgI) şeklinde çöktürerek yüzeyde opak/beyaz bir tabaka oluşturmayı ve böylece siyah lekelenmeyi azaltmayı amaçlamaktadır.

Riva Star, özellikle GDF'nin estetik dezavantajını azaltma potansiyeli nedeniyle literatürde yaygın şekilde incelenmiş ve diğer ajanlarla karşılaştırmalarda sıkça referans alınmıştır. Birçok çalışma Riva Star'ı doğrudan %38 GDF ile veya farklı florür uygulamalarıyla kıyaslayarak etkinliğini değerlendirmiştir. İlisulu ve arkadaşlarının 2024 yılında yaptığı bir mikro-CT çalışmasında Riva Star, yapay mine lezyonlarında CPP-ACP kremi ve TCP takviyeli florür verniğine kıyasla en yüksek remineralizasyon etkisini göstermiş; 30 günlük remineralizasyon sonunda lezyon hacmini ve alanını en fazla azaltan ajan olmuştur [126]. Heukamp ve arkadaşları da 2022'de yaptıkları çalışmada Riva Star (gümüş diamin florür, GDF), Bifluorid 12 (NaF, CaF₂) ve Cervitec F (CHX, CPC, NH₄F) florür cilalarının remineralizasyon etkisini değerlendirmiş ve GDF verniğinin pürüzsüz yüzeylerdeki floresan değeri, kısa süreli kullanımdan sonra Cervitec F ve Bifluorid 12 verniklerine kıyasla daha düşük bulunmuştur [129].

Bununla birlikte, Riva Star'ın GDF bileşenine KI eklenmesinin, antikaryojenik etkinliği düşürmediği bildirilmektedir. Prakash ve arkadaşlarının dentin çürükleri üzerinde yaptığı bir çalışmada, tek başına GDF (Advantage Arrest) ile GDF+KI (Riva Star) uygulamaları arasında çürük dokusunu sertleştirme açısından anlamlı fark bulunmamış; her iki protokol

de kontrol grubuna göre belirgin mikro sertleşme sağlamıştır. Bu bulgu, KI ilavesinin gümüş diamin florürün remineralize edici etkisini kayda değer ölçüde zayıflatmadığına işaret etmiştir [130].

Riva Star grubunun bu çalışmaya dahil edilmesi, klinikte yaygın kullanılan bu iki aşamalı GDF uygulamasının diğer GDF jel ve likit formlarıyla karşılaştırmalı değerlendirmesini mümkün kılmıştır.

ProShield sodyum florür vernik, %5 NaF içeren bir topikal florür verniğidir ve çalışmada pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Florür vernikleri, çocuk diş hekimliğinde beyaz nokta lezyonlarının ve başlangıç çürüklerin tedavisinde standart bir yaklaşım olup mine yüzeyinde kalsiyum florür benzeri depozitler oluşturarak uzun süreli flor salınımı sağlarlar. Bu sayede pH düştüğünde ortamda tekrar kalsiyum ve florür iyonu sunarak remineralizasyona katkıda bulunmaktadır [131].

ProShield flor verniğin çalışmada yer alması, GDF içeren ajanların remineralizasyon etkisini, konvansiyonel florür uygulamasıyla karşılaştırmaya olanak tanımıştır. Son grup olan negatif kontrol grubu ise, sadece yapay tükürük ortamında bekletilerek kendiliğinden gerçekleşen remineralizasyon düzeyinin gözlemlenmesini sağlamıştır. Bu grup, aktif ajan uygulanmadığında ondört günlük süre zarfında oluşabilecek doğal remineralizasyonu (örneğin yapay tükürükteki kalsiyum-fosfat sayesinde) ortaya koyarak, diğer gruplardaki iyileşmenin remineralizasyon ajanı kaynaklı olup olmadığını ayırt etmemize yardımcı olmuştur.

Çalışmanın öne çıkan bir yönü, remineralizasyonun birden fazla ileri analiz yöntemiyle kapsamlı şekilde değerlendirilmesidir. DIAGNOdent lazer floresans cihazı, tedavi sürecinin her aşamasında lezyon durumunu kantitatif olarak izlemek için kullanılmıştır. Bu yöntem in situ ölçüm imkânı tanıdığı için, örnekleri tahrip etmeksizin aynı dişte zaman içindeki değişimi gözlemleyebilmek önemli bir avantajdır. İlisulu ve arkadaşları'nın çalışmasında da benzer şekilde lazer floresans (DIAGNOdent) ölçümleri, mikro-CT ile birlikte kullanılarak remineralizasyon düzeyi değerlendirilmiş ve iki yöntemden elde edilen veriler arasında pozitif korelasyon saptanmıştır [126]. Singh ve arkadaşlarının 2023 yılında yaptığı çalışmada ise Gümüş Diamin Florür (GDF), Asidüle Fosfat Florür (APF), lazer ile aktive edilmiş GDF ve lazer ile aktive edilmiş APF uygulamasından sonra mine yüzeyinin fiziksel

ve kimyasal özelliklerindeki değişiklikleri karşılaştırmak amacı ile tüm örnekleri başlangıçta, demineralizasyondan sonra ve remineralizasyondan sonra DIAGNOdent değerleri açısından değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucu lazer ile aktive edilmiş APF'nin, renk bozulması etkisi olmadan mine yüzeyinde daha yüksek florür alımı gösterdiği ve bu yüzden GDF'ye estetik bir alternatif olarak kullanılabileceğini göstermiştir [132].

Bu çalışmada da DIAGNOdent sonuçlarının, mikro-CT bulgularıyla paralel şekilde lezyon mineral içeriği hakkında fikir vereceği öngörülmüştür. Ancak lazer floresans ölçümlerinin sadece yüzeyden gelen floresansı algıladığı, derin dokulardaki değişimi dolaylı yoldan yansıttığı unutulmamalıdır; bu nedenle daha derinlemesine analizler için mikro-CT ve SEM gibi görüntüleme yöntemleriyle desteklenmiştir.

Mikro-CT, diş sert dokularındaki mineral yoğunluğu dağılımını üç boyutlu ve tahribatsız şekilde ölçebilen gelişmiş bir görüntüleme yöntemidir. Çalışmamızda elde edilen görüntülerden “Image J” isimli bir görüntü işleme programı yardımıyla her örneğin remineralizasyon öncesi ve sonrası mineral yoğunluğu ile lezyon derinliği hesaplanmıştır. Mikro-CT'nin en önemli avantajı, örnek bütünlüğünü bozmadan tekrarlı taramalara olanak vermesi ve üç boyutlu detaylı analizler sunmasıdır. Mikro-CT, başlangıç çürüklerinde demineralizasyon ve yeniden mineralizasyonun değerlendirilmesinde güvenilir ve hassas bir yöntem olarak tanımlanmıştır [133],[134].

Punyanirun ve arkadaşlarının bir çalışmasında, pH döngüsü sonrası GDF uygulanan örneklerin mikro-CT ile analizinde, sadece florürlü diş macunu kullanılan kontrol grubuna kıyasla daha yüksek mineral yoğunluğu ve daha az lezyon derinliği tespit edilmiştir [135].

Bu sonuç, GDF'nin mineral kazanımını artırdığını mikro-CT ile nicel olarak doğrulamaktadır. Bu çalışmada da benzer şekilde, farklı ajanların uygulandığı örneklerde mikro-CT aracılığıyla mineral yoğunluğundaki artış ve lezyon derinliğindeki azalma nesnel olarak ölçülmüş, gruplar arası farklar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra, mikro-CT verileri Diagnodent ile elde edilen değişimler ile yorumlanarak, yüzeysel iyileşme ile derin mineral kazanımı arasındaki ilişki de incelenmiştir.

Taramalı Elektron Mikroskobu – Enerji Dispersif X-Ray Spektroskopisi (SEM-EDX), remineralizasyonun kalitatif ve yapısal değerlendirilmesi için çalışma protokolüne dahil

edilen bir diğ er analiz yöntemidir. Mikro-CT her ne kadar mineral artışı nı gösterse de hangi tür mineral birikiminin gerçekleştiğini ve yüzey morfolojisindeki değişimi değerlendirmek konusunda SEM, yüksek büyütmelerde mine yüzeyinin topografisini ve lezyon bölgesindeki kristal yapı değişimlerini g orselleştirmemizi sağlamıştır. EDX analizi ise, SEM ile incelenen bölgenin elementsel bileşimini nicel olarak belirleyerek, remineralizasyon sürecindeki kimyasal değişimleri ortaya koyar. Bu  alışmada SEM-EDX sayesinde, remineralizasyon ajanlarının uygulanması sonrasında mine yüzeyinde flor, kalsiyum, fosfor oranlarının nasıl değiştiği incelenmiştir. Özellikle GDF içeren gruplarda gümüş ve iyodür elementlerinin tespiti, bu ajanların etki mekanizmasına dair doğrudan kanıt sunmuştur. SEM-EDX kombinasyonu, yalnızca mineral artışı nı değil, aynı zamanda bu artışı n bileşimini de anlaşılmasına olanak tanıdığı için, bu çalışmanın metodolojisine önemli bir derinlik katmıştır. Özetle, mikro-CT ve SEM-EDX bulgularının bir arada değerlendirilmesi, remineralizasyon süreçlerinin daha kapsamlı yorumlanmasını sağlamış ve bu çalışmada kullanılan yöntemin bilimsel güvenilirliğini artırması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada hem klinikte uygulanabilir bir ölçüm olan lazer floresans, hem de ileri laboratuvar teknikleri birlikte kullanılarak verilerin doğrulanması ve birbirini tamamlaması sağlanmıştır. Bu kapsamlı yaklaşım, tek bir sonuca bağlı kalmayıp, çeşitli bakış açılarından remineralizasyonun irdelenmesine olanak tanımaktadır. Son olarak, çalışmada bir negatif kontrol grubunun bulunması, ajan uygulanmayan durumda kendiliğinden gelişen remineralizasyon ile karşılaştırma yaparak, her bir tedavi grubunun net katkısını ortaya koymuştur.

 n vitro bir model kullanılmış olması itibariyle, bu protokolün klinik gerçekliği tam olarak yansıtamadığı bilinmelidir. Yapay olarak oluşturulan lezyonlar, doğal   r klerdeki biyofilm, tükürük, diş fırçalama aşınması gibi karmaşık etkenlerden yoksundur. Bu çalışmada demineralizasyon aşaması sürekli asit maruziyetiyle yapılmış ve sonrasında tamamen nötr bir ortamda sadece remineralizasyon sağlanmıştır; oysa ağız ortamında çürük ilerlemesi, tekrarlayan asidik ataklar ve aralıklı remineralizasyon döngüleri ile gerçekleşmektedir [136].

Bu  alışma, etik ve pratik nedenlerle sınırlı sayıda süt dişi ile yürütülmüş olup, gelecekte daha büyük örneklemelerde benzer protokollerin tekrarı yararlı olacaktır. Ayrıca, sadece süt kesici dişlerin kullanılması metodolojik tutarlılık sağlasa da elde edilen sonuçların sürekli

diş minesine tamamen genellenemeyebileceği akılda tutulmalıdır. Süt dişi minesi, yapısal olarak sürekli diş minesinden daha yüksek organik içerik ve farklı kristal yapıya sahiptir; bu da asit saldırılarına ve florür ajanlarına yanıtında nicel farklar yaratabilir.

Bu çalışma Advantage Arrest jel formunun remineralizasyon etkinliği, doğrudan likit formu ile ve diğer ajanlarla kıyaslanarak mevcut literatüre yenilik ve katkı sağlamaktadır. GDF'nin jel formülasyonu oldukça yeni olduğu için, onun hakkında bugüne dek sınırlı sayıda veri bulunmaktadır. Bu çalışmada, bu boşluğu doldurarak jel formun en az geleneksel form kadar etkili olup olmadığını mikro-CT ve SEM-EDX verileriyle ortaya konmuştur. Elde edilen bulgular, florür vernik ve GDF türevlerinin kısa vadede çürük lezyonlarına etkisini doğrudan karşılaştırdığı için, koruyucu diş hekimliği uygulamalarına yönelik kanıta dayalı veri sunmaktadır.

Bu çalışmanın in vitro tasarımı, renk değişimini izole bir ortamda değerlendirme imkânı sağlamaktadır. Tüm örneklerin akrilik bloklara mine-sement birleşimine kadar yerleştirilmesi ve yumuşak çürük dokusunun uzaklaştırılması, her bir dişte benzer bir başlangıç yüzeyi oluşturmayı sağlamıştır. Böylece, 38% gümüş diamin florürün (GDF) jel ve likit formlarının yanı sıra GDF + potasyum iyodür kombinasyonunun (Riva Star) renklenme etkileri, klinik dışı değişkenlerden arındırılmış şekilde karşılaştırılabilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan renk ölçüm yöntemi, literatürde kabul görmüş objektif bir yaklaşımdır. Renk değerlendirmeleri, VITA Easyshade V dijital spektrofotometre ile L^* , a^* ve b^* parametreleri üzerinden yapılmıştır. Bu cihaz, diş yapısının karmaşık rengini sayısal olarak üç boyutlu bir uzayda ölçerek öznel değerlendirme hatalarını ortadan kaldırmaktadır. Tek bir araştırmacının her ölçümü üç kez tekrarlayarak ortalama değerleri kaydetmesi ile, cihazın yüksek güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik özellikleriyle birleşerek ölçüm doğruluğunu artırmak istenmiştir. Benzer şekilde, Aly ve arkadaşlarının klinik çalışmasında da bir operatörün renk ölçümlerini üç tekrar ile yapması, yöntemin tutarlılığını sağlamıştır. Böylece çalışma içerisinde operatörler arası değişkenlik elimine edilmiş ve tüm ölçümlerin aynı standartta alınması sağlanmıştır. Renk değişiminin sayısal ΔE değerleri ile izlenmesi, sonuçların nicel olarak karşılaştırılabilmesini mümkün kılmıştır. ΔE değerleri, başlangıç ve takip ölçümleri arasındaki toplam renk farkını ortaya koyarak küçük değişimlerin bile istatistiksel olarak değerlendirilebilmesini sağlamaktadır [137].

Bu çalışmada renk ölçümleri uygulamadan hemen sonra ve 4 haftaya kadar çeşitli zamanlarda tekrarlandığı için, her bir örneğin kendi içinde zamanla gösterdiği değişim eğilimi izlenebilmiştir. Tekrarlı ölçümler sayesinde, uygulama sonrası anlık renklenme etkisi ile ilerleyen haftalardaki kalıcı renk değişimi ayrıntılı biçimde ortaya konmuştur. Bu protokol, literatürdeki benzer in vitro çalışmalarla uyumludur; Karaduran ve arkadaşları da yaptıkları çalışmada GDF ve GDF/KI uygulamalarını takiben 1 ve 4 hafta gibi aralıklarla spektrofotometrik renk ölçümleri yapmıştır [103]. Patel ve arkadaşlarının 6 aylık klinik takibinde ise, GDF sonrası KI uygulanan olgularda renklenme insidansında %25'e varan bir azalma bildirilmiştir [138].

GDF'nin jel ve likit farklı formülasyonları ile GDF+KI kombine uygulamasının aynı platformda değerlendirilmesi, bu materyallerin daha önce karşılaştırılmamış olması ve literatürdeki bir boşluğu doldurmak amacı ile gerçekleştirilmiştir. Özellikle GDF'nin jel formu, klinikte likit forma kıyasla uygulama kolaylığı sağlaması amacıyla geliştirilmiştir; ancak estetik açıdan renklenme etkilerinin doğrudan karşılaştırılması daha önce sınırlı ölçüde incelenmiştir. Bu çalışmada her iki Advantage Arrest formunun dahil edilmesi, formülasyonun renklenme üzerindeki etkisini ortaya koymayı hedeflemesi açısından yenilikçi bir yaklaşımdır. Ayrıca Riva Star protokolünün (GDF ardından KI uygulaması) ayrı bir grup olarak değerlendirilmesi, KI'nın renklenmeyi azaltıcı potansiyelini bağımsız olarak gözleme fırsatı sunmuştur. Karaduran ve arkadaşlarının çalışmasında da GDF/KI uygulamasının GDF'nin oluşturduğu siyah renklenmeyi kısmen azalttığı rapor edilmiştir [103].

Bu çalışmanın yöntemi ve bulguları, literatürde yer alan çalışmalarla karşılaştırıldığında hem uyumlu yönler hem de yeni katkılar sunmaktadır. Daha önce yapılan bazı araştırmalar, GDF uygulaması sonrası oluşan koyu renklenmenin estetik kabulünü zorlaştırdığı için KI ile bu etkinin azaltılabileceğine odaklanmıştır [137].

Bununla birlikte, çalışmanın metodolojisi bazı sınırlılıklar da taşımaktadır. En belirgin sınırlılık, her grupta yalnızca 5 örnek bulunmasıdır. Örneklem hacminin küçük olması, istatistiksel analizde güç eksikliği (power düşüklüğü) riskini beraberinde getirmektedir ve elde edilen sonuçların genellenebilirliğini kısıtlayabilmektedir. Benzer in vitro çalışmalarda grup başına daha fazla örnek kullanıldığı görülmektedir; örneğin Hamdy ve arkadaşları,

GDF ve GDF+KI'nin renklenme etkisini inceleyen çalışmalarında her bir gruba 13 süt dişi dahil etmişlerdir [104]. Bu çalışmanın koşullarında, özellikle klinik olarak çalışma standartlarına uygun çürük ikinci süt azı dişlerinin teminindeki zorluklar sebebiyle örnek sayısı düşük kalmıştır. İleride yapılacak benzer araştırmalarda, daha geniş örneklem ve güçlü istatistiksel tasarımlar kullanılması, bulguların doğrulanması açısından önemli olacaktır.

Bu alandaki çalışma sayısının sınırlı ve mevcut çalışmaların metodolojilerinin çeşitli kısıtlamalar içermesi, GDF ve GDF/KI'nin renklenme etkilerini daha kapsamlı araştırma gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu çalışma tam da bu boşluğu hedef alarak, özellikle süt dişleri üzerinde GDF'nin farklı formlarını ve KI ile kombinasyonunu karşılaştırmıştır. Elde ettiğimiz veriler, KI'nın kısa vadede renklenmeyi azaltabildiğini gösteren in vitro bulguları destekler niteliktedir. Hamdy ve arkadaşlarının yaptıkları çalışma da doğrudan GDF üzerine KI uygulamasının başlangıçta renk değişimini azalttığı yönünde sonuçlanmıştır [104]. Aynı zamanda, 4 haftalık süre sonunda gruplar arasındaki renk farklarının seyrine dair gözlemlerimiz, klinik araştırmaların ileri dönem bulgularıyla kıyaslanarak KI uygulamasının kalıcılığı konusunda değerlendirme yapma imkânı verecektir.

Literatürde GDF'nin jel formu ile ilgili veri açığı olması nedeniyle, bu çalışmada jel formunun ayrı bir grup olarak ele alması önemli bir yeniliktir. Advantage Arrest gibi GDF ürünlerinin jel formülasyonu, uygulama esnasında akıcılığı azaltıp ajanı hedef bölgede tutma amaçlı geliştirilmiştir. Ancak bunun renklenme üzerindeki etkisi açık değildir. Bu çalışma, jel formülasyonun likit forma kıyasla renk değişimi bakımından farklılık gösterip göstermediğini ortaya koyarak klinisyenlere malzeme seçimi konusunda yol gösterici olacaktır. Jel formun, likit forma göre daha az veya daha çok renklenmeye neden olup olmaması pedodonti pratiğinde tedavi planlamasını doğrudan etkileyebileceği düşüncesinden hareketle, bu çalışmanın sonuçları GDF uygulamalarına ilişkin klinik karar verme sürecine katkı sunacaktır.

Bu çalışmada farklı remineralizasyon ajanlarının uygulandığı yapay çürük lezyonlarındaki mineral değişimleri hem DIAGNOdent lazer floresans cihazı hem de mikro-bilgisayarlı tomografi (mikro-CT) ile nicel olarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular, GDF'nin yüksek remineralizasyon potansiyelini açıkça göstermiştir. Özellikle Advantage Arrest %38

GDF'nin likit formu (Grup 2), uygulamadan sonraki takip periyotlarında en düşük DIAGNOdent değerlerini göstermiş; bu grup, lezyon floresansında belirgin bir azalma ile en iyi remineralizasyon performansını sergilemiştir. Bu sonuç, GDF uygulamasının demineralize mine dokusunu yeniden mineral bakımından zenginleştirdiğini ve poroziteyi azalttığını düşündürmektedir.

Rafiee ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında da, yapay çürüklü süt dişlerine GDF uygulanması sonrasında mine yüzey mikroyapısının tamamen iyileşerek başlangıçtaki sağlam mine sertliğine ulaştığı bildirilmiştir. Çalışma sonucunda GDF uygulanan örneklerde mine mikrosertliği, sağlıklı mine ile benzer bulunmuştur [139]. Bu çalışmada da GDF'nin likit formu, DIAGNOdent ile ölçülen floresans değerlerinde belirgin düşüş sağlayarak sert doku kaybının geri kazanılmasında en etkili ajan olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada elde edilen Mikro-CT yoğunluk analizleri de DIAGNOdent bulgularını destekler niteliktedir. Advantage Arrest likit grubunda, 14 günlük remineralizasyon periyodu sonunda lezyon bölgesinin yoğunluğu anlamlı şekilde artmış ve ortalama yoğunluk değerleri $5,26 \text{ g/cm}^3$ civarına ulaşmıştır. Bu değer, sağlıklı mine yoğunluğunun (yaklaşık $2,4\text{--}2,5 \text{ g/cm}^3$) iki katından fazladır ve GDF uygulamasıyla oluşan yoğun remineralizasyonu işaret etmektedir. Literatürde GDF'nin mine ve dentinde mineral artışına yol açtığı pek çok çalışma ile ortaya konmuştur. Örneğin, Yu ve arkadaşları %38 GDF uygulanan çürük lezyonlarında, konvansiyonel %5 sodyum florür verniğe kıyasla çok daha fazla mineral geri kazanımı olduğunu, GDF'nin hem yüzeyel hem derin tabakalarda remineralizasyonu teşvik ettiğini bildirmişlerdir [140]. Benzer şekilde, in vitro yapılan bir çalışmada GDF uygulanan diş çürüklerinin mikrosertlik değerlerinin NaF verniğe oranla anlamlı derecede yüksek olduğu, GDF'nin lezyonu tamamen sertleştirerek ilerlemeyi durdurduğu gösterilmiştir [139]. Bu çalışmanın bulguları da bu verilerle uyumludur; Advantage Arrest GDF likit formu, standart florür verniğine (Grup 4, %5 NaF) kıyasla çok daha güçlü bir remineralizasyon etkisi ortaya koymuştur.

Bu çalışmada Advantage Arrest GDF'nin jel formu (Grup 1) da remineralizasyon sağlamış ancak likit formu kadar tutarlı bir etki göstermemiştir. DIAGNOdent sonuçlarında, GDF jel grubunda uygulama sonrası kısa dönemde (remineralizasyon sonrası 1. günde) beklenmedik bir floresans artışı gözlemlenmiştir. Bu artışın, jel formun başlangıçta lezyon yüzeyinde opak

bir tabaka oluşturup lazer floresansını yüzeyde tutmasından veya jel içindeki katkı maddelerinin ölçüme etkisinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Nitekim DIAGNOdent, yalnızca yüzeydeki floresansı algılayan bir cihazdır ve derin tabakadaki değişimleri dolaylı yoldan yansıtmaktadır. GDF jel uygulaması sonrasında yüzeyde yoğun bir birikim olmasının, ilk ölçümde cihazın yansıyan sinyallerini artırmış olabileceği düşünülmüştür. Ancak uzun dönemde (remineralizasyon sonrası 14. gün) Advantage Arrest jel grubunda DIAGNOdent değeri belirgin biçimde düşerek diğer gruplar ile benzer seviyeye gelmiştir. Bu durum, jel formunun zamanla lezyon içerisine difüze olarak etki gösterdiğini ve yüzeydeki geçici etkilerin ortadan kalktığını düşündürmektedir. Advantage Arrest jel grubunda mikro-CT analizinde zamanla demineralize yüzey lezyon derinliğinin 0,16 mm'den mineralizasyon sonrası 0,10 mm'ye gerilemiş olmasının saptanması da bu düşüncüyü desteklemektedir. Advantage Arrest jel grubunda demineralize ve remineralize mine yüzeyi arası lezyon derinliğindeki bu istatistiksel olarak anlamlı azalma, jel formülasyonun yüzeyde koruyucu bir tabaka oluşturarak mineral girişine izin verdiği şeklinde yorumlanabilir. Bu çalışmada GDF jel formunun, likit forma kıyasla yüzeyde daha viskoz bir tabaka oluşturması nedeniyle derin difüzyonu biraz sınırılıp etkisini daha yüzeyde göstermiş olması olasıdır. Yine de sonuçlar, hem GDF jel hem de likit formun lezyon mineral içeriğini artırdığını ortaya koymaktadır.

Riva Star grubu incelendiğinde, remineralizasyon etkisinin Advantage Arrest jel ve Advantage Arrest Likit gruplarına göre daha düşük, ancak yine de negatif kontrol ve Proshield Vernik gruplarına göre üstün olduğu görülmüştür. Mikro-CT sonuçlarına göre Riva Star grubunda mineral yoğunluğu remineralize mine yoğunluğu $\sim 2,35 \text{ g/cm}^3$ ile başlangıç seviyesine yakın sağlıklı mine değerine yükselmiştir. Ancak Riva Star GDF'nin tek başına uygulandığı gruplardaki kadar (Advantage Arrest jel ve Advantage Arrest likit grupları) belirgin bir mineral birikimi gözlenmemiştir. Örneğin, Riva Star grubunda lezyon derinliği 0,17 mm ile başlangıca göre anlamlı bir iyileşme göstermezken, Advantage Arrest jel ve Advantage Arrest likit gruplarında daha anlamlı bir iyileşme elde edilmiştir. Bu durum literatürdeki bazı çalışmalarla paralellik göstermektedir. Sorkhdini ve arkadaşları, biyofilm modeliyle yaptıkları deneyde GDF sonrası KI uygulamasının demineralizasyon önlemede tek başına GDF'ye kıyasla biraz daha düşük etkinlik gösterdiğini bildirmiştir. Özellikle bakteri içeren koşullarda KI uygulamasının GDF'nin antimikrobiyal etkisini veya penetrasyonunu azaltabileceği belirtilmiştir ve bu durum GDF+KI'ün, GDF'ye göre

biyofilm modelinde daha fazla mineral kaybına izin vermesi şeklinde yorumlanmıştır. Bununla birlikte aynı çalışmada kimyasal demineralizasyon modelinde GDF+KI ve GDF'nin benzer koruyucu etkiler sağladığı rapor edilmiştir [141].

DIAGNOdent ölçümlerinde Riva Star grubu, başlangıca göre hafif bir yükselme sergilemiş ve Advantage Arrest jel ve Advantage Arrest likit gruplarındaki düşüş kadar belirgin bir azalma göstermemiştir. Bu bulgu, KI ilavesinin GDF'nin lezyon içi penetrasyonunu veya mineralleşme hızını bir miktar sınırladığı şeklinde yorumlanabilir. Yine de Riva Star grubu, negatif kontrol ve Proshield Vernik grubuna göre daha düşük DIAGNOdent değerleri ve daha yüksek mineral yoğunluğu sergileyerek GDF'nin KI ile kombinasyonunun kısmen etkili bir remineralizasyon stratejisi olabileceğini göstermiştir. Özellikle KI uygulamasının GDF'nin en büyük dezavantajı olan renklenmeyi azaltma potansiyeli düşünüldüğünde, bu kombinasyonun bir miktar etki kaybı pahasına estetik avantaj sağladığı söylenebilir.

Bu çalışmada %5 sodyum florür vernik (Grup 4) pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, NaF verniğin demineralize mine lezyonlarında sınırlı bir onarım sağladığını ancak GDF kadar etkili olmadığını ortaya koymuştur. Mikro-CT ile Proshield Vernik grubunda remineralizasyon sonrası yoğunluk değeri $\sim 2,27 \text{ g/cm}^3$ olarak saptanmış ve başlangıçtaki değerine yakın seyretmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmamıştır ($p > 0,05$). Lezyon derinliği açısından bakıldığında da Proshield Vernik grubunda 0,16 mm'lik başlangıç lezyon derinliği, 2 hafta sonunda ortalama 0,39 mm olarak ölçülmüştür. Örneklerin birinde muhtemelen ilerleme devam etmiş ve derinlik artışı gözlemlenmiştir ki bu, florür vernik uygulamasının tüm örneklerde tutarlı bir remineralizasyon sağlayamadığına işaret etmektedir.

Literatürde de tek seferlik NaF vernik uygulamasının çürük ilerlemesini tam anlamıyla durduramadığı, etkisinin sınırlı ve yüzeysel kaldığı bildirilmektedir. NaF, mine yüzeyinde kalsiyum florür benzeri bir tabaka oluşturarak kısa süreli bir mineral depoziti sağlasa da tükürük ile hızla uzaklaşabilmekte ve derin tabakalara difüzyon ile çok az miktarda mineral katkısı yapmaktadır [142].

Bu çalışmanın bulguları da GDF'nin, klasik florür verniğe göre daha üstün bir koruyucu olduğunu doğrular niteliktedir. Dolayısıyla, özellikle erken çocukluk çağı

çürüklerinde GDF uygulamasının, invaziv tedavilere kıyasla etkin bir girişimsel olmayan tedavi seçeneği sunduğu düşünülmektedir.

Sonuç olarak, DIAGNOdent ve mikro-CT verilerinin birlikte değerlendirilmesi, %38'lik GDF'nin özellikle likit formunun in vitro koşullarda mine lezyonlarını remineralize etmede en etkili ajan olduğunu göstermektedir. GDF jel formu da önemli bir remineralizasyon sağlamakla birlikte ölçüm yöntemlerine bağlı geçici farklılıklar sergileyebilmiştir. Potasyum iyodür ile kombine GDF uygulaması ise GDF'nin remineralizasyon kapasitesini bir miktar azaltmakla birlikte, kontrol ve florür vernik uygulamalarına kıyasla daha yüksek bir remineralizasyon gerçekleştirmiştir. GDF, klasik florür ajanlarına kıyasla üstün bir çürük durdurma ve onarma etkisine sahip olup, estetik dezavantajı dışında koruyucu diş hekimliğinde devrim niteliğinde bir uygulamadır.

Bu çalışmada SEM-EDX analizleri, %38 gümüş diamin florür (GDF) içeren ajanların remineralizasyon potansiyelinin yüksek olduğunu açıkça ortaya koymuştur. GDF uygulanan gruplarda hem yüzey morfolojisinde hem de kimyasal içerikte belirgin iyileşmeler saptanmıştır. Bu bulgular, Mei ve arkadaşlarının GDF'nin dentin üzerine etkilerini incelediği çalışmanın bulguları ile uyumludur; onlar da GDF'nin güçlü bir remineralizasyon ajanı olduğunu, hidroksiapatit kristallerinin yeniden oluşumuna katkı sağladığını belirtmiştir [143]. Benzer şekilde, Knight ve arkadaşları da çalışmalarında GDF'nin hem dentin tübüllerini tıkayıcı etkisi hem de kristal oluşumuna katkısıyla remineralizasyon sürecine katkıda bulunduğunu rapor etmişler ve Ag iyonlarının antimikrobiyal etkileri ile birlikte mineral yoğunluğuna katkılarını da vurgulamışlardır [144].

Flor vernik (NaF) uygulamasının ise remineralizasyon açısından daha sınırlı etkiler sunduğu, yalnızca yüzeysel bir mineral birikimi sağladığı literatürde gösterilmiştir [145]. Bu çalışmada da benzer bir sonuç elde edilmiş, Proshield vernik uygulanan grupta remineralizasyon etkisinin diğer gruplara göre daha sınırlı kaldığı saptanmıştır.

KI uygulaması, literatürde GDF'nin neden olduğu renklenmeyi azaltma amacıyla önerilmiş olup remineralizasyon etkinliği üzerine etkisi tartışmalıdır. Zhao ve arkadaşları KI'nın remineralizasyonu engellemediğini ancak yüzeydeki Ag iyonlarını bağlayarak estetik etkiyi artırdığını belirtmiştir [146]. Bu çalışmada ise remineralizasyon açısından GDF+KI grubunun da etkili olduğu, ancak Ag içeriğinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Sadece gümüş diamin florür (GDF) uygulanan gruplarda (Grup 1: Advantage Arrest jel form; Grup 2: Advantage Arrest likit), remineralizasyon başarısı en yüksek düzeyde gözlemlenmiştir. Demineralizasyon sonrası pürüzlü ve tebeşirimsi yapıda olan mine yüzeyi, GDF uygulaması ve 14 günlük yapay tükürük periyodu sonrasında SEM’de daha homojen bir tabaka ile kaplanmış izlenimi vermiştir. Yüzeyde koyu renkli metalik bir birikim dikkat çekmiştir. Bu birikimin, GDF’nin içerdiği gümüşün çökmesiyle oluşan gümüş-tuz kompleksleri (ör. gümüş klorür/sülfür) ve florür-kalsiyum bileşikler olduğu düşünülmektedir. Yu ve arkadaşları da, GDF uygulanmış mine yüzeylerinde gümüş klorür (AgCl) oluşumunu ve hidroksiapatit kristallerine gümüş nanoparçacıkların entegre olduğunu çalışmalarında rapor etmişlerdir [140].

Bu çalışmada yapılan EDX analizi de GDF jel grubunda diğer elementlere ek olarak bir gümüş (Ag) piki göstermiştir. Demineralize yüzeylerde %0 olan gümüş oranı, GDF jel uygulaması sonrasında dramatik biçimde artmıştır. Gümüş iyonlarının indirgenmesiyle oluşan siyah/kahverengi Ag₂O benzeri ürünlerin, mine yüzeyinde gözenekleri doldurarak yeni mineral tabakasının stabilitesini artırdığı düşünülmektedir. Ayrıca GDF’nin içerdiği florür miktarının çok yüksek olmasının (yaklaşık 44.800 ppm), mine yüzeyinde stabil florohidroksiapatit oluşumunu teşvik ederek çürük ilerleme riskini düşürdüğü literatürde belirtilmektedir [147]. GDF uygulanan yüzeylerde oluşan bu mineralize tabaka, organik asitlere karşı oldukça dirençli olup, GDF’nin çürükleri durdurmadaki başarısının temelini oluşturmaktadır [148]. Literatürde 38% GDF’nin başlangıç çürük lezyonlarında konvansiyonel sodyum florür uygulamasından daha güçlü bir remineralizasyon etkisi gösterdiği ortaya konmuştur[147]. Bu çalışmanın bulguları da GDF’nin üstün remineralizasyon kapasitesini doğrular niteliktedir.

Advantage Arrest likit grubunda da demineralizasyon sonrası belirgin yapısal bozulmalar saptanmıştır. Remineralizasyon sonrası SEM görüntülerinde yüzeydeki kristal yapılarda yeniden yapılanma gözlenmiş, EDX verileri Ca/P oranının arttığını ve Ag elementinin varlığını göstermiştir. Jel ve likit form karşılaştırıldığında, jel formunun yüzeyde daha kalın bir tabaka oluşturduğu izlenimi edinilmiştir bu durum bazı çalışmalarda remineralizasyon ajanının viskozitesi ile ilişkilendirilmiştir [144].

Riva Star grubunda, klasik GDF uygulamasının bir modifikasyonu olsa da, benzer biçimde remineralizasyon elde edilmiştir. SEM bulgularında remineralizasyon sonrası yüzeyde daha düzgün bir yapı gözlemlenmiştir. Riva Star grubunda EDX ile tespit edilen Ag sinyalinin şiddeti düşüktür; bu da KI uygulamasıyla bir kısım gümüşün yüzeyden uzaklaştırılmış olabileceğini düşündürmektedir. Ancak kalan gümüş-iyodür tabakasının ve florürün remineralizasyon fonksiyonunu engellemediği görülmektedir. Aksine, bu grupta da yüzey bütünlüğünün büyük oranda sağlandığı ve porözitenin azaldığı SEM ile doğrulanmıştır. KI uygulamasının Ag iyonlarının yüzeydeki serbest iyonlarla tepkimeye girerek renklenmeyi azaltmaya yönelik olduğu bilinmektedir [143]. Ancak bu çalışmada remineralizasyon etkinliği açısından Ca/P oranları dikkate alındığında bu grubun diğer GDF uygulamalarına göre benzer sonuçlar verdiği söylenebilir. Literatürde de KI uygulanmasının GDF'nin çürük durdurma etkinliğini belirgin şekilde azaltmadığı rapor edilmiştir. Örneğin in vitro gerçekleştirilen bir çalışmada sadece GDF ile GDF+KI uygulanan çürüklerde her iki ajanın da eşit düzeyde çürük durdurduğu belirtilmiştir [149]. Bu çalışmanın bulguları da Riva Star grubunun, gümüşün siyah renklenme yan etkisini azaltmakla beraber, remineralizasyon açısından GDF'ye yakın bir performans gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum klinik açıdan değerlidir; zira GDF'nin estetik dezavantajını gidermek amacıyla uygulanan KI protokolünün, tedavinin remineralizasyon başarısını koruduğu anlaşılmaktadır.

Çalışmada incelenen bir diğer önemli boyut, uygulanan ajanların diş yüzeyinde oluşturduğu renk değişimleridir. Gümüş diamin florürün en bilinen dezavantajı, tedavi edilen çürük lezyonunu siyah renge boyamasıdır. Bu renklenme, GDF'nin geniş klinik kullanımını sınırlayan bir faktör olarak vurgulanmıştır [80]. Bu çalışmada örneklerin renk parametreleri CIELAB sistemiyle (L^* , a^* , b^*) çeşitli zaman noktalarında ölçülmüş ve gruplar arası farklar değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, beklendiği üzere GDF uygulanan gruplarda belirgin renk değişimleri olduğunu, KI uygulamasının ise bu renklenmeyi kısmen azalttığını göstermektedir.

L^* değeri, rengin açıklık/koyuluk derecesini ifade eden bir parametredir (100 beyaz, 0 siyah). Advantage Arrest jel ve likit gruplarında, uygulamadan hemen sonra L^* değerinde dramatik düşüş gözlemlenmiştir. Özellikle Advantage Arrest likit grubunda ilk 1 saat içinde L^* değeri ~30-40 birim azalarak koyu bir renklenme oluşmuştur. Bu durum, GDF'nin kısa sürede lezyonu siyaha yakın bir renge dönüştürdüğünü göstermektedir. Zhao ve arkadaşları

2017’de yaptıkları çalışmada, GDF uygulanan dentin yüzeylerinde $\Delta E > 70$ gibi çok yüksek toplam renk değişimi değerlerini ölçmüşler ve GDF’nin tek başına kullanımında oluşan siyah lekelenmenin estetik açıdan son derece belirgin olduğunu rapor etmişlerdir [146]. Bu çalışmada da sadece GDF uygulanan mine lezyonlarında 4. hafta sonunda dahi L^* değeri başlangıca kıyasla oldukça düşük kalmıştır. Bu sonuç, GDF kaynaklı renklemenin kalıcı olduğunu teyit etmektedir.

a^* ve b^* değerleri incelendiğinde Advantage Arrest jel ve likit gruplarında a^* ’da daha kırmızımsı ton şeklinde hafif bir artış, b^* ’de ise daha mavi-sarı ekseninde maviye kayma şeklinde azalma saptanmıştır. Ancak esas değişim L^* eksenindedir; yani renk değişimi esasen koyulaşma şeklinde ortaya çıkmaktadır.

Riva Star grubunda renk parametrelerindeki değişimler Advantage Arrest jel ve likit gruplarına göre daha sınırlı olmuştur. KI uygulaması sonrasında oluşan AgI çökeltileri başlangıçta kremi-beyaz bir görünüm verdiğinden, L^* değerinde sadece GDF gruplarına kıyasla daha küçük bir düşüş kaydedilmiştir. Ölçümler, Riva Star grubunda ilk uygulama sonrası L^* değerinin Grup 1 ve 2’ye göre anlamlı derecede daha yüksek olduğunu göstermiştir. Riva Star grubunda renk parametrelerindeki değişimler Advantage Arrest jel ve likit gruplarına göre daha sınırlı olmuştur. KI uygulaması sonrasında oluşan AgI çökeltileri başlangıçta kremi-beyaz bir görünüm verdiğinden, L^* değerinde Advantage Arrest jel ve likit gruplarına kıyasla daha küçük bir düşüş kaydedilmiştir. Ölçümler, Riva Star grubunda ilk uygulama sonrası L^* değerinin sadece GDF uygulanan gruplara göre anlamlı derecede daha yüksek kaldığını yani yüzeyin daha açık renk olduğunu göstermiştir ($p < 0,05$). 15 dakika ve 1 saat sonu gibi ara zamanlarda Riva Star grubunun L^* değeri, Advantage Arrest jel ve likit gruplarından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklı ve yüksek bulunmuştur. Bu bulgu, KI uygulamasının hemen sonrasında siyah renklenmeyi önlemekte başarılı olduğunu göstermektedir.

Literatürde de GDF uygulaması sonrası KI’ın uygulanması ile “siyahın yerine süt beyazı” bir görünüm oluştuğu belirtilmiştir [87]. Ancak 24 saat ve 1 hafta takiplerinde Grup 3’ün L^* değerinde kademeli bir düşüş eğilimi görülmüştür. 4 hafta sonunda Riva Star grubunun L^* değeri başlangıca oranla anlamlı derecede azalmış ve ~50 seviyelerine inmiştir yani renk koyulaşmıştır. Bu, KI uygulanmış yüzeylerin zamanla tam olmasa da kısmi bir renklenme

geliştirdiğini düşündürmektedir. Bu durumun olası açıklaması, AgI çökeltilerinin ışık altında yavaş yavaş ayrışarak ufak miktarda metalik gümüş açığa çıkarması veya mine organik yapısıyla reaksiyona girerek sarı/kahverengi tonlu bir renklenme oluşturmaktadır. GDF uygulaması sonrası KI eklenmesinin kısa vadede rengi açık tuttuğu ancak uzun vadede açık kahverengimsi bir ton oluşabileceği bildirilmiştir [104].

Yine de Riva Star grubunun 4 hafta sonundaki ΔE renk değerleri incelendiğinde Riva Star ve Advantage Arrest Likit grupları arasında anlamlı fark saptanmıştır. ($p < 0,05$) olup, Advantage Arrest jel ve likit gruplarına göre gözle görülür biçimde daha açık kalmıştır. Zhao ve arkadaşlarının çalışmasında da KI uygulanan grupta cam iyonomer restorasyon sonrası toplam renk değişimi $\Delta E \approx 22$ bulunurken tek başına GDF grubunda $\Delta E \approx 70$ gibi çok daha yüksek bir değere ulaşmıştır. Bu çalışmanın sonucunda KI'nın renklenme şiddetini azalttığını ancak tamamen engelleyemediğini vurgulamışlardır [146]. Bu çalışmanın bulguları da KI uygulamasının estetik avantaj sağladığını, ancak zamanla yine de bir miktar renk değişimi olabildiğini göstermektedir.

Renklenme bulgularının klinik yansımaları, özellikle çocuk diş hekimliği açısından kritiktir. GDF, küçük çocuklarda ve özel gereksinimli bireylerde çürükleri durdurmak için kolaylık sağlasa da, oluşan siyah lekelenme ebeveyn ve hastalar tarafından her zaman kabul görmeyebilir. Yapılan anket çalışmalarında ebeveynlerin %67'sinin arka dişlerdeki GDF lekelenmesini tolere edebileceği, ancak ön dişlerde bu oranın %30'lara düştüğü gösterilmiştir [150]. Yani GDF'nin estetik dezavantajı, özellikle ön bölgede kullanımını kısıtlamaktadır. Bu çalışmanın in vitro bulguları, KI ilavesinin tam da bu soruna yönelik bir çözüm olabileceğini desteklemektedir. KI eklendiğinde öncelikle beyaz bir çökelti oluşması sayesinde ön bölge uygulamalarında renklenme minimuma indirilebilir. Bununla birlikte KI'nın uzun dönem etkinliğini ve renk stabilitesini doğrulamak için daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır. Yine de, renk ölçüm sonuçları KI'nın kısa vadede estetik görünümü belirgin şekilde iyileştirdiğini gösterir düzeydedir.

Özetle, renk parametreleri açısından değerlendirildiğinde GDF uygulamasının belirgin bir koyu renklenmeye neden olduğu, KI ile bu etkinin azaltılabildiği ortaya konmuştur. Bu durum, GDF'nin klinik kullanımında bir denge kurulması gerekliliğini işaret eder. Bir yanda GDF'nin üstün çürük durdurma kabiliyeti, diğer yanda estetik kaygılar bulunmaktadır. KI

gibi ek stratejiler veya GDF uygulanmış dişlerin sonradan restoratif materyallerle örtülmesi gibi yaklaşımlar bu dengeyi sağlamaya yönelik çözümler olarak değerlendirilebilir. Bazı çalışmalarda GDF ile durdurulan lezyonların üzerine yüksek viskozitede cam iyonomer restorasyon yapılmasının hem çürüğü kontrol altına aldığı hem de siyah lekelenmeyi gizlediği söylenmiştir [123].

Bu bulgular, çocuk diş hekimliği pratiğinde koruyucu ve minimal invaziv yaklaşımlar açısından önemlidir. Erken çocukluk çağı çürüklerinin tedavisinde genel anestezi altında restorasyon veya diş çekimi gibi invaziv işlemler gerekebilmektedir. Oysa GDF uygulaması, hiçbir döner alet kullanmadan, ağrısız ve hızlı bir şekilde çürüğü durdurma imkânı sunmaktadır. Bu çalışmada GDF'nin, özellikle %38 likit formunun çürük lezyonlarını in vitro ortamda etkin biçimde remineralize ettiği ve adeta sert doku kaybını geri çevirdiği gösterilmiştir. Bu sonuç, klinik olarak GDF'nin aktif çürükleri durdurmada ne denli güçlü olduğunu teyit eder niteliktedir. Literatürde GDF'nin süt dişlerinde çürük ilerlemesini durdurma oranının %80'lere ulaştığı, bunun geleneksel restorasyonlara yakın bir başarı oranı olduğu bildirilmektedir [151]. Özellikle koopere olmayan küçük çocuklarda veya genel anestezi riskinin alınmak istenmediği durumlarda, GDF uygulaması çürük kontrolü için hayat kurtarıcı bir alternatif olabilmektedir. Crystal ve arkadaşlarının yaptıkları bir anket çalışmasında, ebeveynlerin çocuklarının genel anestezi ile tedavi edilmesi durumunda alternatif olarak ön dişlerindeki GDF renklenmesini %60'lara varan oranda kabul edebilecekleri saptanmıştır [151]. Bu gibi çalışmalar, ciddi davranış yönetimi sorunlarında GDF'nin rahatlıkla tercih edilebileceğini göstermektedir. Bu çalışmanın bulguları da GDF'nin kısa vadede bile çürük lezyonunda mineral yapısını güçlendirdiğini ortaya koyduğu için, klinikte birkaç aylık periyotlarla GDF uygulayarak çürüğü uzun süre kontrol altında tutmanın mümkün olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle sağlık hizmetlerine erişimi kısıtlı bölgelerde GDF, çocukluk çağı çürük salgınını önlemede pratik ve ekonomik bir araç olabileceği düşünülmektedir [152].

Öte yandan, GDF'nin yaygın kullanımı önündeki engellerden biri estetik kaygılardır. Ön dişlerde GDF renklenmesi oluşan bir çocuk ve ailesi bundan rahatsızlık duyabilmekte, bu da tedaviye uyumu etkileyebilmektedir. Bu nedenle, KI ile kombine GDF uygulaması klinik açıdan büyük önem taşımaktadır. KI, GDF'nin etkililiğini çok düşürmeden renklenme problemini hafifletebilmektedir.

Florür vernik (NaF) ise çocuk diş hekimliğinde hâlen yaygın kullanılan bir ajan olmakla birlikte, çalışma sonuçları tek başına aktif çürükleri durdurmada yetersiz kalabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, klinikte NaF'nin daha çok önleyici amaçla, henüz derinleşmemiş beyaz nokta lezyonlarında veya GDF ile durdurulduktan sonra idame tedavisi olarak kullanılması gerektiğini düşündürmektedir. GDF ile durdurulmuş bir çürük lezyonuna daha sonraki kontrollerde florür vernik uygulayarak ilave bir florür rezervi sağlanabilir. Ayrıca florür verniklerin avantajı, renklenme yapmamaları ve mine yüzeyinde bir süre kalsiyum florür depoziti bırakarak remineralizasyonu desteklemeleridir. Bu çalışmanın kontrol grubunda da yapay tükürük kaynaklı kısmi bir spontan remineralizasyon gözlemlenmiştir; bu durumda vernik, jel gibi düzenli profesyonel florür uygulamalarının da bir miktar katkı yapacağı aşikârdır. Ancak aktif çürüğü olan çocuklarda tek seferlik NaF uygulaması yerine GDF gibi daha güçlü bir ajanın düşünülmesi, literatüre ve bu çalışmanın bulgularına göre daha doğru bir yaklaşım olarak görülmüştür [148].

Son olarak, bu çalışmanın geleceğe yönelik etkileri de değerlendirildiğinde elde edilen veriler, GDF'nin jel formu gibi yeni formülasyonlarının ve KI ile veya farklı konsantrasyonlarda GDF gibi kombinasyon tedavilerinin geliştirilmesine ışık tutmaktadır. Örneğin, jel formunun avantajları klinikte uygulama kolaylığı ve akıcılığın kontrolü iken, likit formun avantajı penetrasyonunun daha iyi olması olarak değerlendirilmiştir. Bu durumda üretici firmalar hem jel hem likit formların en iyi özelliklerini birleştiren ara formülasyonlar üzerine çalışabilir. Ayrıca, GDF uygulaması sonrası renklenmeyi tamamen önleyecek GDF içerisine dahil edilen renk maskeleri veya alternatif çöktürme ajanları gibi yenilikçi yöntemler gelecekte mümkün olabilir. Güncel bir çalışmada glutathione adlı bir antioksidanın GDF'nin renkleşmesi üzerine etkisi incelenmiş ve umut verici sonuçlar alınmıştır [147]. Tüm bu çalışmaların amacı, GDF'nin yararlarını koruyup zararlarını minimize ederek çocuk diş hekimliğinde daha yaygın kabul gören bir tedavi protokolü oluşturmaktır.

6. SONUÇ

Bu çalışmada kapsamında Gümüş Diamin Florür (GDF)'ün remineralizasyon kapasitesi ve diş dokusunda oluşturduğu renklenme potansiyeli in vitro koşullarda değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, GDF uygulamasının demineralize mine dokusunun remineralizasyonuna anlamlı ölçüde katkıda bulunduğunu açıkça göstermektedir. Elde edilen bulgular ışığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- a. DIAGNOdent, Mikro-CT ve SEM-EDX verileri, GDF uygulamasının demineralize mine yüzeylerinde belirgin remineralizasyon sağladığını göstermiştir. Özellikle Advantage Arrest likit formu, remineralizasyon etkinliği açısından diğer ajanlara ve jel forma kıyasla daha üstün bulunmuştur ($p<0.05$).
- b. GDF'nin KI ile kombine kullanımı, renk ölçümleri (L^* , a^* , b^*) doğrultusunda siyah renklenmeyi anlamlı düzeyde azaltmış, bu da estetik açıdan daha kabul edilebilir sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır. Bu durum, estetik-tedavi etkinliği dengesinde önemli bir klinik avantaj sunmaktadır.
- c. Mikro-CT analizleri, GDF uygulanan gruplarda remineralize bölgelerdeki mineral yoğunluğu ve yüzey derinliğinde anlamlı artışlar olduğunu ortaya koymuştur. Jel formun yüzeye daha kalın bir tabaka oluşturduğu SEM görüntüleriyle desteklenmiştir.
- d. Çoklu analiz yöntemlerinin (DIAGNOdent, Mikro-CT, SEM-EDX) birlikte kullanımı, elde edilen verilerin karşılıklı doğrulanmasını sağlamış, bu da çalışmanın bilimsel geçerliliğini ve literatüre olan katkısını artırmıştır. Özellikle Riva Star grubundaki ters yönlü korelasyon, analiz yöntemlerinin farklı klinik yansımalarla birbirini tamamladığını göstermektedir.
- e. Sadece GDF uygulanan örneklerin, incelenen gruplar arasında en yüksek remineralizasyon etkinliğini sağladığı saptanmıştır. Ayrıca, GDF'nin likit formunun remineralizasyon açısından jel formuna oranla daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir; bu da uygulama formülasyonunun tedavi etkinliği üzerinde önemli bir etkisi olabileceğini düşündürmektedir.
- f. GDF uygulamasının neden olduğu diş renklenmesine olan eğilimin değerlendirilmesinde GDF'nin KI ile birlikte uygulanmasının, GDF ile tedavi edilen mine yüzeylerindeki renk değişimini belirgin şekilde azalttığı tespit edilmiştir. Başka bir deyişle, GDF'den sonra KI uygulanan örneklerde, yalnızca GDF uygulanan örneklerle

kıyasla gözle görülür derecede daha az siyah renklenme meydana gelmiştir. Bu bulgu, gümüş içerikli tedavilerle ilişkilendirilen karakteristik siyah renklenmenin KI kullanımıyla önlenebileceğini ortaya koyarak estetik açıdan önemli bir avantajı işaret etmektedir.

- g. En yüksek çürük durdurma ve mineral geri kazanım etkinliği, GDF'nin tek başına kullanımında elde edilirken; bunun, diş dokusunda belirgin bir olumsuz estetik sonucu olduğu görülmüştür. Öte yandan, GDF'nin KI ile kombine kullanımının, remineralizasyon etkinliğinde hafif bir azalmaya neden olmasına rağmen, estetik açıdan kabul edilebilirliğini büyük ölçüde artırmaktadır. Elde edilen sonuçlar, GDF uygulamasında klinik açıdan bakıldığında etkinlik ve estetik arasında bir denge gözetilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.
- h. Bu çalışma, GDF'nin erken dönem çürük lezyonlarını girişimsel restoratif işlemlere gerek kalmaksızın kontrol altına alma potansiyelini elde edilen yüksek remineralizasyon değerleriyle desteklenmektedir. Bulgular GDF uygulamasının diş dokusunda oluşturduğu istenmeyen siyah renklenme sorununu da doğrulamaktadır. GDF ile birlikte KI uygulama yapılan örneklerde, potasyum iyodür GDF solüsyonundaki fazla gümüş iyonları ile reaksiyona girip açık renkli çökelti oluşturarak GDF'nin neden olduğu renklenmeyi belirgin biçimde azaltmıştır. Klinik uygulama açısından değerlendirildiğinde, bu bulgular GDF kullanımının kabul edilebilirliğini artırmak için uygulanabilir bir yaklaşım sunmaktadır. GDF'nin tek başına kullanımı maksimum tedavi etkinliği sağlasa da, özellikle ön bölge dişleri gibi estetiğin önemli olduğu durumlarda oluşturduğu siyah renklenme, bu yöntemin kullanımını kısıtlamaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen kanıtlar GDF ve KI'nın kombine kullanımının estetik görünümü büyük ölçüde koruduğunu göstererek, bu ajanın klinikte daha yaygın kullanılabilmesinin önünü açabilir. Başka bir deyişle, GDF'nin KI ile kombine edilmesi, çürük durdurma ve remineralizasyon konusundaki terapötik faydasını büyük ölçüde korurken, kullanımının önündeki başlıca engellerden biri olan estetik kaygıları hafifletmektedir. Bu bulgu, minimal invaziv diş hekimliği yaklaşımıyla da uyumludur; amaç, çürüğü etkin bir şekilde kontrol altına alırken hasta için rahatsızlık verici veya estetik açıdan sıkıntılı sonuçları en aza indirmektir. Dolayısıyla, GDF ve KI kombinasyonu, yüksek etkinlik ile iyileştirilmiş estetiği bir arada sunan dengeli bir tedavi stratejisi olarak ön plana çıkmaktadır.

Çalışmanın özgün bilimsel katkılarından biri de, yalnızca elde edilen bulgularla sınırlı kalmayıp metodolojik çeşitliliği içermesidir. Bu araştırmada, mine dokusundaki remineralizasyonun değerlendirilmesinde DIAGNOdent ölçümleri, mikro-BT (mikro-bilgisayarlı tomografi) görüntülemesi ve SEM-EDX (Taramalı Elektron Mikroskobu - Enerji Dispersif X-ışını) analizi üç farklı ve birbiriyle tamamlayıcı analiz yöntemi kullanılmıştır. Farklı prensiplere dayanan bu yöntemlerin bir arada kullanılması, GDF uygulamasının mine lezyonları üzerindeki etkisini çeşitli açılardan kapsamlı bir şekilde ortaya koymuştur. DIAGNOdent, mineral değişimlerini floresans temelli olarak sayısal biçimde ölçmeye olanak tanırken, mikro-BT lezyon içindeki mineral yoğunluğundaki iyileşmeyi üç boyutlu olarak ve örneğe zarar vermeden gözlemleme imkânı sağlamıştır. SEM-EDX analizi ise, tedavi sonrası mine yüzeyinin morfolojisini ve elementel kompozisyonunu inceleyerek, GDF uygulamasıyla elde edilen mineral birikimini teyit eden veriler sunmuştur. Üç farklı tekniğin bulgularının birbiriyle tutarlılık göstermesi, sonuçların geçerliliğini güçlendirmektedir. Remineralizasyonun çok yönlü değerlendirildiği bu yaklaşım, literatürde nadiren görülen bir uygulamadır ve literatüre metodolojik açıdan önemli bir katkı olarak değerlendirilebilir.

Bununla birlikte bu çalışmada GDF'nin daha önce sınırlı ölçüde incelenmiş olan jel formu da değerlendirilmiştir. Gümüş Diamin Florür genellikle solüsyon şeklinde uygulanmakla birlikte, farklı formülasyonlarının terapötik çıktıları literatürde yeterince karşılaştırılmamıştır. Bu çalışmada GDF'nin likit formunun remineralizasyon açısından üstün performans gösterdiğinin belirlenmesi, bu formun potansiyel avantajlarına işaret etmektedir. Bu bulgu, likit, jel form ya da farklı konsantrasyonlar şeklinde farklı uygulama şekillerinin çürük lezyonlarına etkisini nasıl değiştirebileceğine dair daha fazla araştırmayı teşvik etmektedir. Likit formda elde edilen olumlu sonuç, ajanın lezyon yüzeyiyle optimal temas ve penetrasyonunun remineralizasyon için önemli olduğunu düşündürmektedir. Dolayısıyla, gelecekte GDF bazlı tedaviler geliştirilirken, viskozite ya da uygulama yöntemi gibi formülasyon özellikleri üzerinde durulmasının, tedavi etkinliğini maksimize etme açısından faydalı olabileceği öngörülmektedir.

Her ne kadar bu çalışma kontrollü koşullarda gerçekleştirilen bir araştırma olarak önemli bulgular sağlamış olsa da, elde edilen sonuçların klinik ortama aktarılması hususunda bazı kısıtlılıklar bulunduğu da göz ardı edilmemelidir. Ağız içi ortamında tükürük, dental plak

biyofilmi ve hasta kaynaklı değişkenler gibi pek çok etken, GDF ve KI uygulamalarının performansını etkileyebilir, bu da hem remineralizasyon seviyelerini hem de renklenme sonuçlarını değiştirme potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, mevcut bulguların gerçek ağız koşullarında doğrulanabilmesi için in vivo çalışmaların veya klinik araştırmaların gerçekleştirilmesi bir sonraki adım olacaktır. Özellikle uzun dönemli klinik çalışmalar, yalnızca çürüğün anlık olarak durdurulması ve lezyon ilerlemesinin engellenmesi bakımından değil, aynı zamanda remineralize dokunun zaman içindeki kalıcılığı ve elde edilen estetik iyileşmenin sürdürülebilirliği açısından da değerli bilgiler sağlayacaktır. Örneğin, KI ile birlikte elde edilen azalmış renklenmenin uzun vadede devam edip etmediği veya gecikmeli bir renk değişimi oluşup oluşmadığı, ve tedavi edilen bölgelerde çürüğün tekrarlamadan ne kadar süre kontrol altında kaldığı gibi soruların yanıtlanması gerekmektedir. Bununla birlikte, KI'nın hangi konsantrasyon ve uygulama protokolüyle en optimal dengeyi sağladığı konusu da ileri araştırmalarda ele alınmalıdır; estetik iyileşmeyi maksimize ederken remineralizasyon etkinliğini koruyacak ideal koşullar belirlenmelidir. KI alternatifi ya da GDF uygulanan yüzeylerin ardından koruyucu bir örtü veya rezin uygulanması gibi destekleyici diğer yaklaşımların renklenmeyi azaltmak için kullanım potansiyeli de araştırılabilir. Son olarak, GDF ve KI kombinasyonunun mine yüzeysel çürükleri, dentin çürükleri veya yaşlı hastalarda kök çürükleri gibi farklı tipte lezyonlar ve çeşitli hasta grupları üzerinde de incelenmesi, bu yöntemin genellenebilirliğini ve farklı uygulamalardaki etkinliğini ortaya koyacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma, GDF'nin çürük lezyonlarını remineralize etme ve ilerlemelerini durdurma konusundaki yüksek kapasitesini vurgularken, eş zamanlı olarak bu yöntemin temel dezavantajı olan renklenme sorununa çözüm olasılıklarını da ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, KI gibi yardımcı ajanların kullanımı ve uygun formülasyon seçimleri sayesinde, GDF'nin tüm faydalarının estetikten ödün vermeden klinik pratiğe yansıtılabileceğine işaret etmektedir. Bu çalışma, GDF'nin etkinliği ve estetik sonuçlarına dair yeni veriler sunmanın yanı sıra, çürük yönetimi araştırmalarına metodolojik açıdan da katkı sağlamıştır. Sonuçların, çürük tedavisinde daha estetik ve hasta dostu yaklaşımların geliştirilmesine rehberlik edeceği ve minimal invaziv diş hekimliği uygulamalarına ışık tutacağı düşünülmektedir.

REFERANSLAR

- [1] J. D. B. Featherstone, “The science and practice of caries prevention”, *Journal of the American Dental Association*, c. 131, sy 7, ss. 887-899, 2000, doi: 10.14219/jada.archive.2000.0307.
- [2] N. Tinanoff vd., “Early childhood caries epidemiology, aetiology, risk assessment, societal burden, management, education, and policy: Global perspective”, 01 Mayıs 2019, *Blackwell Publishing Ltd*. doi: 10.1111/ipd.12484.
- [3] J. A. Horst, “Silver Fluoride as a Treatment for Dental Caries”, *Adv Dent Res*, c. 29, sy 1, ss. 135-140, Şub. 2018, doi: 10.1177/0022034517743750.
- [4] J. A. Horst, H. Ellenikiotis, ve P. L. Milgrom, “UCSF Protocol for Caries Arrest Using Silver Diamine Fluoride: Rationale, Indications and Consent.”, *J Calif Dent Assoc*, c. 44, sy 1, ss. 16-28, Oca. 2016.
- [5] C. H. Chu, L. Mei, C. J. Seneviratne, ve E. C. M. Lo, “Effects of silver diamine fluoride on dentine carious lesions induced by *Streptococcus mutans* and *Actinomyces naeslundii* biofilms”, *Int J Paediatr Dent*, c. 22, sy 1, ss. 2-10, Oca. 2012, doi: 10.1111/j.1365-263X.2011.01149.x.
- [6] World Health Organization, “World Health Organization Model List of Essential Medicines for Children - 8th List”, Geneva, 2021. Erişim: 13 Temmuz 2023. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: https://www.who.int/health-topics/oral-health#tab=tab_1
- [7] V. P. Mathur ve J. K. Dhillon, “Dental Caries: A Disease Which Needs Attention”, 01 Mart 2018, *Springer*. doi: 10.1007/s12098-017-2381-6.
- [8] N. Tinanoff vd., “Early childhood caries epidemiology, aetiology, risk assessment, societal burden, management, education, and policy: Global perspective”, 01 Mayıs 2019, *Blackwell Publishing Ltd*. doi: 10.1111/ipd.12484.
- [9] A. D. Paro, M. Hossain, T. J. Webster, ve M. Su, “Monte Carlo and analytic simulations in nanoparticle-enhanced radiation therapy”, *Int J Nanomedicine*, c. 11, ss. 4735-4741, Eyl. 2016, doi: 10.2147/IJN.S107624.

- [10] P. W. Caufield ve A. L. Griffen, “DENTAL CARIES An Infectious and Transmissible Disease”.
- [11] M. Simeonov vd., “Novel hybrid chitosan/calcium phosphates microgels for remineralization of demineralized enamel – A model study”, *Eur Polym J*, c. 119, ss. 14-21, Eki. 2019, doi: 10.1016/j.eurpolymj.2019.07.005.
- [12] Y. Gao vd., “Enamel remineralization via poly(amido amine) and adhesive resin containing calcium phosphate nanoparticles”, *J Dent*, c. 92, Oca. 2020, doi: 10.1016/j.jdent.2019.103262.
- [13] B. Korkut, M. Üniversitesi, H. Fakültesi, ve D. Hastalıkları Ve Tedavisi, “Diş Çürüklerinin Erken Teşhisi ve Teşhiste Yeni Yöntemler: QLF, Diagnodent, Elektriksel İletkenlik ve Ultrasonik Sistem Dilek Arslantunalı TAĞTEKİN Funda Çalışkan YANIKOĞLU”, 2005.
- [14] K. R. Ekstrand, S. Martignon, D. J. N. Ricketts, ve V. Qvist, “Detection and activity assessment of primary coronal caries lesions: A methodologic study”, *Oper Dent*, c. 32, sy 3, ss. 225-235, May. 2007, doi: 10.2341/06-63.
- [15] H. Yılmaz ve S. Keleş, “Recent Methods for Diagnosis of Dental Caries in Dentistry”, *Meandros Medical and Dental Journal*, c. 19, sy 1, ss. 1-8, Nis. 2018, doi: 10.4274/meandros.21931.
- [16] R. Khan, N. Singh, S. Govil, ve S. Tandon, “Occlusion and occlusal characteristics of primary dentition in North Indian children of East Lucknow region”, *European Archives of Paediatric Dentistry*, c. 15, sy 5, ss. 293-299, Eki. 2014, doi: 10.1007/s40368-014-0113-4.
- [17] R. H. Selwitz, A. I. Ismail, ve N. B. Pitts, “Dental caries”, *The Lancet*, c. 369, sy 9555, ss. 51-59, Oca. 2007, doi: 10.1016/S0140-6736(07)60031-2.
- [18] H. Yılmaz ve S. Keleş, “Recent Methods for Diagnosis of Dental Caries in Dentistry”, *Meandros Medical and Dental Journal*, c. 19, sy 1, ss. 1-8, Nis. 2018, doi: 10.4274/meandros.21931.

- [19] J. Kühnisch, S. Ifland, S. Tranæus, ve R. Heinrich-Weltzien, “Comparison of visual inspection and different radiographic methods for dentin caries detection on occlusal surfaces”, *Dentomaxillofacial Radiology*, c. 38, sy 7, ss. 452-457, Eki. 2009, doi: 10.1259/dmfr/34393803.
- [20] M.-Ch. D. N. J. M. Huysmans, Ch. Longbottom, ve N. B. Pitts, “Electrical Methods in Occlusal Caries Diagnosis: An in vitro Comparison with Visual Inspection and Bite–Wing Radiography”, *Caries Res*, c. 32, sy 5, ss. 324-329, 1998, doi: 10.1159/000016467.
- [21] G. R ve M. Gopakumar, “V Satish, Trimurty Apartment, Moden Town, Jaipur, Rajasthan, India”, *Int J Clin Pediatr Dent*, c. 4, sy 1, ss. 1-7, 2011, doi: 10.5005/jp-journals-10005-1073.
- [22] J. Gomez, “Detection and diagnosis of the early caries lesion”, *BMC Oral Health*, c. 15, sy 1, Eyl. 2015, doi: 10.1186/1472-6831-15-S1-S3.
- [23] K. W. Neuhaus, R. Ellwood, A. Lussi, ve N. B. Pitts, “Detection, Assessment, Diagnosis and Monitoring of Caries”, 2009.
- [24] A. Lussi, B. Megert, C. Longbottom, E. Reich, ve P. Francescut, “Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions”, *Eur J Oral Sci*, c. 109, sy 1, ss. 14-19, Şub. 2001, doi: 10.1034/j.1600-0722.2001.109001014.x.
- [25] N. Beldüz Kara, “Fissür çürüklerinin teşhisinde DIAGNOdent ve Cariescan Pro cihazlarının performansının değerlendirilmesi”, *Selcuk Dental Journal*, c. 3, sy 3, ss. 92-92, Ara. 2016, doi: 10.15311/1441.299985.
- [26] N. Jaafar, H. Ragab, A. Abedrahman, ve E. Osman, “An in vivo investigation of diagnostic performance of DIAGNOdent pen and the Canary System for assessment and monitoring enamel caries under fissure sealants”, *J Int Soc Prev Community Dent*, c. 10, sy 3, ss. 246-254, May. 2020, doi: 10.4103/jispcd.JISPCD_480_19.
- [27] N. A. Almosa, T. Lundgren, A. M. Aldrees, D. Birkhed, ve H. Kjellberg, “Diagnosing the severity of buccal caries lesions in governmental and private orthodontic patients

- at debonding, using the icdas-ii and the diagnodent pen”, *Angle Orthodontist*, c. 84, sy 3, ss. 430-436, 2014, doi: 10.2319/051313-371.1.
- [28] A. Lussi, S. Imwinkelried, N. B. Pitts, C. Longbottom, ve E. Reich, “Performance and Reproducibility of a Laser Fluorescence System for Detection of Occlusal Caries in vitro”, *Caries Res*, c. 33, sy 4, ss. 261-266, 1999, doi: 10.1159/000016527.
- [29] M. Gürses ve N. ÜNLÜ, “OKLUZAL ÇÜRÜK TEŞHİS YÖNTEMLERİNE GÜNCEL BAKIŞ”, *Selcuk Dental Journal*, Ara. 2017, doi: 10.15311/selcukdentj.305445.
- [30] M.-C. D. N. J. M. Huysmans, C. Longbottom, N. B. Pitts, P. Los, ve P. G. Bruce, “Impedance Spectroscopy of Teeth with and without Approximal Caries Lesions-an in vitro Study”, *J Dent Res*, c. 75, sy 11, ss. 1871-1878, Kas. 1996, doi: 10.1177/00220345960750110901.
- [31] S. Y. Ng, M. W. J. Ferguson, P. A. Payne, ve P. Slater, “Ultrasonic studies of unblemished and artificially demineralized enamel in extracted human teeth: a new method for detecting early caries”, *J Dent*, c. 16, sy 5, ss. 201-209, Eki. 1988, doi: 10.1016/0300-5712(88)90070-X.
- [32] F. Çalışkan Yanıkoğlu, F. Öztürk, O. Hayran, M. Analoui, ve G. K. Stookey, “Detection of Natural White Spot Caries Lesions by an Ultrasonic System”, *Caries Res*, c. 34, sy 3, ss. 225-232, 2000, doi: 10.1159/000016595.
- [33] J. Arends ve J. J. ten Bosch, “Demineralization and Remineralization Evaluation Techniques”, *J Dent Res*, c. 71, sy 3_suppl, ss. 924-928, Nis. 1992, doi: 10.1177/002203459207100S27.
- [34] M. A. Saghiri vd., “Back-scattered and secondary electron images of scanning electron microscopy in dentistry: A new method for surface analysis”, *Acta Odontol Scand*, c. 70, sy 6, ss. 603-609, Ara. 2012, doi: 10.3109/00016357.2011.645057.
- [35] G. E. Lloyd, “Atomic number and crystallographic contrast images with the SEM: a review of backscattered electron techniques”, *Mineral Mag*, c. 51, sy 359, ss. 3-19, Mar. 1987, doi: 10.1180/minmag.1987.051.359.02.

- [36] A. Agarwal, J. Simonaitis, V. K. Goyal, ve K. K. Berggren, “Secondary electron count imaging in SEM”, *Ultramicroscopy*, c. 245, s. 113662, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.ultramic.2022.113662.
- [37] E. R. Fischer, B. T. Hansen, V. Nair, F. H. Hoyt, ve D. W. Dorward, “Scanning Electron Microscopy”, *Curr Protoc Microbiol*, c. 25, sy 1, May. 2012, doi: 10.1002/9780471729259.mc02b02s25.
- [38] V. E. Arana-Chavez ve L. S. Castro-Filice, “Transmission electron microscopy (TEM) and scanning electron microscopy (SEM) for the examination of dental hard tissues”, içinde *Methods in Molecular Biology*, c. 1922, Humana Press Inc., 2019, ss. 325-332. doi: 10.1007/978-1-4939-9012-2_29.
- [39] M. Hegde ve A. Moany, “Remineralization of enamel subsurface lesions with casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate: A quantitative energy dispersive X-ray analysis using scanning electron microscopy: An in vitro study”, içinde *Journal of Conservative Dentistry*, Oca. 2012, ss. 61-67. doi: 10.4103/0972-0707.92609.
- [40] J. C. Elliott ve S. D. Dover, “X-ray microtomography”, *J Microsc*, c. 126, sy 2, ss. 211-213, 1982, doi: 10.1111/j.1365-2818.1982.tb00376.x.
- [41] J. S. Rhodes, T. R. P. Ford, J. A. Lynch, P. J. Liepins, ve R. V. Curtis, “Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology”, *Int Endod J*, c. 32, sy 3, ss. 165-170, May. 1999, doi: 10.1046/j.1365-2591.1999.00204.x.
- [42] K. Keklikoglou vd., “Micro-computed tomography for natural history specimens: A handbook of best practice protocols”, *Eur J Taxon*, c. 2019, sy 522, ss. 1-55, Nis. 2019, doi: 10.5852/ejt.2019.522.
- [43] J. D. Boerckel, D. E. Mason, A. M. McDermott, ve E. Alsberg, “Microcomputed tomography: approaches and applications in bioengineering”, *Stem Cell Res Ther*, c. 5, sy 6, s. 144, Ara. 2014, doi: 10.1186/scrt534.
- [44] X. Q. Shi, P. Han, U. Welander, ve B. Angmar-Månsson, “Tuned-aperture computed tomography for detection of occlusal caries”, *Dentomaxillofacial Radiology*, c. 30, sy 1, ss. 45-49, Oca. 2001, doi: 10.1038/sj/dmfr/4600576.

- [45] M. Adhi ve J. S. Duker, “Optical coherence tomography-current and future applications”, Mayıs 2013. doi: 10.1097/ICU.0b013e32835f8bf8.
- [46] S. Lofthag-Hansen, S. Huuonen, K. Gröndahl, ve H. G. Gröndahl, “Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology”, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, c. 103, sy 1, ss. 114-119, Oca. 2007, doi: 10.1016/j.tripleo.2006.01.001.
- [47] O. Y. Yu, I. S. Zhao, M. L. Mei, E. C.-M. Lo, ve C.-H. Chu, “A Review of the Common Models Used in Mechanistic Studies on Demineralization-Remineralization for Cariology Research”, *Dent J (Basel)*, c. 5, sy 2, s. 20, Haz. 2017, doi: 10.3390/dj5020020.
- [48] P. D. Marsh, “The Role of Microbiology in Models of Dental Caries”, *Adv Dent Res*, c. 9, sy 3, ss. 244-254, Kas. 1995, doi: 10.1177/08959374950090030901.
- [49] O. Y. Yu, I. S. Zhao, M. L. Mei, E. C. M. Lo, ve C. H. Chu, “A review of the common models used in mechanistic studies on demineralization-remineralization for cariology research”, 01 Haziran 2017, *MDPI AG*. doi: 10.3390/dj5020020.
- [50] A. J. McBain, “Chapter 4 In Vitro Biofilm Models. An Overview”, 2009. doi: 10.1016/S0065-2164(09)69004-3.
- [51] M. Skucha-Nowak, M. Gibas, M. Tanasiewicz, H. Twardawa, ve T. Szklarski, “Natural and controlled demineralization for study purposes in minimally invasive dentistry”, 01 Eylül 2015, *Wroclaw University of Medicine*. doi: 10.17219/acem/28903.
- [52] J. D. B. Featherstone, “Modeling the caries-inhibitory effects of dental materials”, *Dental Materials*, c. 12, sy 3, ss. 194-197, May. 1996, doi: 10.1016/S0109-5641(96)80021-2.
- [53] M. J. Tyas, K. J. Anusavice, J. E. Frencken, ve G. J. Mount, “Minimal intervention dentistry - A review: FDI Commission Project 1-97”, *Int Dent J*, c. 50, sy 1, ss. 1-12, 2000, doi: 10.1111/j.1875-595X.2000.tb00540.x.

- [54] J. E. Frencken, “Atraumatic restorative treatment and minimal intervention dentistry”, *Br Dent J*, c. 223, sy 3, ss. 183-189, Ağu. 2017, doi: 10.1038/sj.bdj.2017.664.
- [55] J. E. Frencken, M. C. Peters, D. J. Manton, S. C. Leal, V. V. Gordan, ve E. Eden, “Minimal intervention dentistry for managing dental caries - A review: Report of a FDI task group”, 2012, *Wiley-Blackwell Publishing Ltd*. doi: 10.1111/idj.12007.
- [56] F. Schwendicke vd., “Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal”, içinde *Advances in dental research*, May. 2016, ss. 58-67. doi: 10.1177/0022034516639271.
- [57] J. E. Frencken, M. C. Peters, D. J. Manton, S. C. Leal, V. V. Gordan, ve E. Eden, “Minimal intervention dentistry for managing dental caries – a review”, *Int Dent J*, c. 62, sy 5, ss. 223-243, Eki. 2012, doi: 10.1111/idj.12007.
- [58] J. W. Friedman, D. A. Nash, ve K. R. Mathu-Muju, “The virtual dental home: a critique”, *J Public Health Dent*, c. 77, sy 4, ss. 302-307, Eyl. 2017, doi: 10.1111/jphd.12208.
- [59] S. Shah, V. Bhaskar, K. Venkatraghavan, P. Choudhary, G. M., ve K. Trivedi, “Silver Diamine Fluoride: A Review and Current Applications”, *J Adv Oral Res*, c. 5, sy 1, ss. 25-35, Oca. 2014, doi: 10.1177/2229411220140106.
- [60] J. E. Frencken, M. C. Peters, D. J. Manton, S. C. Leal, V. V. Gordan, ve E. Eden, “Minimal intervention dentistry for managing dental caries - A review: Report of a FDI task group”, 2012, *Wiley-Blackwell Publishing Ltd*. doi: 10.1111/idj.12007.
- [61] B. SEZER ve B. KARGÜL, “Current Remineralizing Agents in Caries Management”, *Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, c. 26, sy 3, ss. 472-486, 2020, doi: 10.5336/dentalsci.2019-71685.
- [62] C. M. Carey, “Focus on fluorides: Update on the use of fluoride for the prevention of dental caries”, *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, c. 14, sy SUPPL., ss. 95-102, 2014, doi: 10.1016/j.jebdp.2014.02.004.

- [63] D. S. Özdemir Çelik ve M. Belevcikli, “Diş Hekimliğinde Kullanılan Remineralizasyon Ajanları”, içinde *Sağlık Bilimlerinde Güncel Tartışmalar 3*, Bilgin Kültür Sanat Yayınları, 2022, ss. 33-53.
- [64] J. S. Kim vd., “Antimicrobial effects of silver nanoparticles”, *Nanomedicine*, c. 3, sy 1, ss. 95-101, Mar. 2007, doi: 10.1016/j.nano.2006.12.001.
- [65] A. Melaiye ve W. J. Youngs, “Silver and its application as an antimicrobial agent”, Şubat 2005. doi: 10.1517/13543776.15.2.125.
- [66] J. J. Y. Peng, M. G. Botelho, ve J. P. Matinlinna, “Silver compounds used in dentistry for caries management: A review”, Temmuz 2012. doi: 10.1016/j.jdent.2012.03.009.
- [67] P. R. Howe, “A method of sterilizing and at the same time impregnating with a metal, affected dentinal tissue”, *Dental cosmos; a monthly record of dental science.*, c. 59, sy 9, Eki. 1917.
- [68] J. Greenwall-Cohen, L. Greenwall, ve S. Barry, “Silver diamine fluoride - an overview of the literature and current clinical techniques”, *Br Dent J*, c. 228, sy 11, ss. 831-838, Haz. 2020, doi: 10.1038/s41415-020-1641-4.
- [69] M. L. Mei, E. C.-M. Lo, ve C.-H. Chu, “Clinical Use of Silver Diamine Fluoride in Dental Treatment.”, *Compend Contin Educ Dent*, c. 37, sy 2, ss. 93-8; quiz100, Şub. 2016.
- [70] N. Seifo, H. Cassie, J. R. Radford, ve N. P. T. Innes, “Silver diamine fluoride for managing carious lesions: An umbrella review”, 12 Temmuz 2019, *BioMed Central Ltd*. doi: 10.1186/s12903-019-0830-5.
- [71] L. Timms, O. Sumner, C. Deery, ve H. J. Rogers, “Everyone else is using it, so why isn’t the uk? Silver diamine fluoride for children and young people”, *Community Dent Health*, c. 37, sy 2, ss. 143-149, Haz. 2020, doi: 10.1922/CDH_00008Timms07.
- [72] Y. O. Crystal vd., “Use of Silver Diamine Fluoride for Dental Caries Management in Children and Adolescents, Including Those with Special Health Care Needs.”, *Pediatr Dent*, c. 39, sy 5, ss. 135-145, Eyl. 2017.

- [73] M. Karahan ve B. Kızıltan Eliaçık, “Çocuk Diş Hekimliğinde Gümüş Diamin Florürün Kullanımı”, *Medical Research Reports*, c. 4, sy 1, ss. 37-48, 2021.
- [74] R. L. Slayton vd., “Evidence-based clinical practice guideline on nonrestorative treatments for carious lesions: A report from the American Dental Association”, *Journal of the American Dental Association*, c. 149, sy 10, ss. 837-849.e19, Eki. 2018, doi: 10.1016/j.adaj.2018.07.002.
- [75] I. G. Yan, F. M. Zheng, S. S. Gao, D. Duangthip, E. C. M. Lo, ve C. H. Chu, “Ion Concentration of Silver Diamine Fluoride Solutions”, *Int Dent J*, c. 72, sy 6, ss. 779-784, Ara. 2022, doi: 10.1016/j.identj.2022.04.005.
- [76] S. Hu, B. Meyer, ve M. Duggal, “A silver renaissance in dentistry”, 01 Ağustos 2018, *Springer Verlag*. doi: 10.1007/s40368-018-0363-7.
- [77] J. O. Burgess ve P. M. Vaghela, “Silver Diamine Fluoride: A Successful Anticarious Solution with Limits”, 01 Şubat 2018. doi: 10.1177/0022034517740123.
- [78] K. B. Nilsson, I. Persson, ve V. G. Kessler, “Coordination chemistry of the solvated AgI and AuI ions in liquid and aqueous ammonia, trialkyl and triphenyl phosphite, and tri-n-butylphosphine solutions”, *Inorg Chem*, c. 45, sy 17, ss. 6912-6921, Ağu. 2006, doi: 10.1021/ic060175v.
- [79] Z. UÇAR ve B. M. AKYILDIZ, “ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE GÜMÜŞ DİAMİN FLORÜR KULLANIMI”, *Selcuk Dental Journal*, c. 9, sy 2, ss. 652-661, Ağu. 2022, doi: 10.15311/selcukdentj.980001.
- [80] Y. O. Crystal ve R. Niederman, “Evidence-Based Dentistry Update on Silver Diamine Fluoride”, 01 Ocak 2019, *W.B. Saunders*. doi: 10.1016/j.cden.2018.08.011.
- [81] F. M. Zheng, I. G. Yan, D. Duangthip, S. S. Gao, E. C. M. Lo, ve C. H. Chu, “Silver diamine fluoride therapy for dental care”, 01 Kasım 2022, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.jdsr.2022.08.001.
- [82] I. S. Zhao vd., “Mechanisms of silver diamine fluoride on arresting caries: a literature review”, 01 Nisan 2018, *Wiley-Blackwell Publishing Ltd*. doi: 10.1111/idj.12320.

- [83] G. Knight, J. McIntyre, G. Craig, Mulyani, P. Zilm, ve N. Gully, “Differences between normal and demineralized dentine pretreated with silver fluoride and potassium iodide after an *in vitro* challenge by *Streptococcus mutans*”, *Aust Dent J*, c. 52, sy 1, ss. 16-21, Mar. 2007, doi: 10.1111/j.1834-7819.2007.tb00460.x.
- [84] R. B. K. Wakshlak, R. Pedahzur, ve D. Avnir, “Antibacterial activity of silver-killed bacteria: The ‘zombies’ effect”, *Sci Rep*, c. 5, Nis. 2015, doi: 10.1038/srep09555.
- [85] Z. Al-Nerabieah, M. AlKhouli, ve M. Dashash, “Parental satisfaction and acceptance of silver diamine fluoride treatment for molar incisor hypomineralisation in pediatric dentistry: a cross-sectional study”, *Sci Rep*, c. 14, sy 1, Ara. 2024, doi: 10.1038/s41598-024-55456-0.
- [86] É. T. de A. Piovesan, J. B. Alves, C. D. P. V. Ribeiro, C. Massignan, A. C. B. Bezerra, ve S. C. Leal, “Is silver diamine fluoride effective in reducing dentin hypersensitivity? A systematic review”, 2023, *Tabriz University of Medical Sciences*. doi: 10.34172/joddd.2023.35449.
- [87] American Academy of Pediatric Dentistry, “Fluoride Therapy”, 2023.
- [88] “Use of Fluoride for Caries Prevention: Foundational Articles and Consensus Recommendations”, IAPD Foundational Articles and Consensus Recommendations. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: http://www.iapdworld.org/03_use-of-fluoride-for-caries-prevention.
- [89] C. M. Da Costa-Silva, G. M. B. Ambrosano, F. Jeremias, J. F. De Souza, ve F. L. Mialhe, “Increase in severity of molar-incisor hypomineralization and its relationship with the colour of enamel opacity: A prospective cohort study”, *Int J Paediatr Dent*, c. 21, sy 5, ss. 333-341, Eyl. 2011, doi: 10.1111/j.1365-263X.2011.01128.x.
- [90] I. S. Zhao vd., “Mechanisms of silver diamine fluoride on arresting caries: a literature review”, 01 Nisan 2018, *Wiley-Blackwell Publishing Ltd*. doi: 10.1111/idj.12320.
- [91] S. E. Ainoosah, J. Levon, G. J. Eckert, A. T. Hara, ve F. Lippert, “Effect of silver diamine fluoride on the prevention of erosive tooth wear *in vitro*”, *Journal of Dentistry: X*, c. 3, May. 2020, doi: 10.1016/j.jjodo.2020.100015.

- [92] L. K. Gadallah, E. M. Safwat, R. S. Saleh, S. M. Azab, ve M. M. Azab, “Effect of silver diamine fluoride/potassium iodide treatment on the prevention of dental erosion in primary teeth: an in vitro study”, *BDJ Open*, c. 9, sy 1, Ara. 2023, doi: 10.1038/s41405-023-00153-9.
- [93] “THE REFERENCE MANUAL OF PEDIATRIC DENTISTRY Chairside Guide: Silver Diamine Fluoride in the Management of Dental Caries Lesions *”. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://www.cdc.gov/nchs/>
- [94] C. CARLI ve F. SEYMEN, “Silver Diamine Fluoride in Pediatric Dentistry”, *European Journal of Research in Dentistry*, c. Cilt:7 Sayı:1, sy Cilt:7 Sayı:1, ss. 47-53, 2023, doi: 10.29228/erd.44.
- [95] A. B. G. Lansdown, “Silver in Health Care: Antimicrobial Effects and Safety in Use”, içinde *Biofunctional Textiles and the Skin*, Basel: KARGER, 2006, ss. 17-34. doi: 10.1159/000093928.
- [96] E. Vasquez vd., “Short term serum pharmacokinetics of diammine silver fluoride after oral application”, *BMC Oral Health*, c. 12, sy 1, Ara. 2012, doi: 10.1186/1472-6831-12-60.
- [97] G. Y. Xu, I. X. Yin, I. S. Zhao, C. Y. Lung, E. C. Lo, ve C. H. Chu, “Minimizing tooth discoloration caused by topical silver diamine fluoride application: A systematic review”, 01 Kasım 2024, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.jdent.2024.105353.
- [98] J. Patel, R. P. Anthonappa, ve N. M. King, “Evaluation of the staining potential of silver diamine fluoride: In vitro”, *Int J Paediatr Dent*, c. 28, sy 5, ss. 514-522, 2018, doi: 10.1111/ipd.12401.
- [99] Y. O. Crystal vd., “USE OF SDF FOR DENTAL CARIES MANAGEMENT E135 RECOMMENDATIONS: CLINICAL PRACTICE GUIDELINE Use of Silver Diamine Fluoride for Dental Caries Management in Children and Adolescents, Including Those with Special Health Care Needs”. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: <http://gdt.guidelinedevelopment.org/app/handbook/handbook.html>

- [100] D. Duangthip, M. H. T. Fung, M. C. M. Wong, C. H. Chu, ve E. C. M. Lo, “Adverse Effects of Silver Diamine Fluoride Treatment among Preschool Children”, *J Dent Res*, c. 97, sy 4, ss. 395-401, Nis. 2018, doi: 10.1177/0022034517746678.
- [101] D. Cernigliaro vd., “Caregiver satisfaction with interim silver diamine fluoride applications for their children with caries prior to operating room treatment or sedation”, *J Public Health Dent*, c. 79, sy 4, ss. 286-291, Ara. 2019, doi: 10.1111/jphd.12338.
- [102] M. S. Islam, A. A. C. Smriti, M. M. Rahman, M. F. Abry, N. S. M. Salman, ve Z. M. Ahmed, “Inhibition of Silver Diamine Fluoride-induced Tooth Discoloration by Using Natural Antioxidant: In Vitro Study”, *Journal of Contemporary Dental Practice*, c. 24, sy 5, ss. 278-284, 2023, doi: 10.5005/jp-journals-10024-3512.
- [103] B. Karaduran, S. Çelik, M. K. Gök, ve M. Koruyucu, “Evaluation of staining potential of Silver Diamine Fluoride, Potassium Iodide, Nanosilver Fluoride: an in vitro study”, *BMC Oral Health*, c. 24, sy 1, Ara. 2024, doi: 10.1186/s12903-024-04370-y.
- [104] D. Hamdy, M. Giraki, A. Abd Elaziz, A. Badran, G. Allam, ve S. Ruettermann, “Laboratory evaluation of the potential masking of color changes produced by silver diamine fluoride in primary molars”, *BMC Oral Health*, c. 21, sy 1, Ara. 2021, doi: 10.1186/s12903-021-01697-8.
- [105] E. Alsagob, N. Sawan, S. Aladhyhan, N. Alsalem, A. Alshami, ve S. Albluwi, “Silver diamine fluoride with delayed restoration reduces tooth discoloration”, *Saudi J Biol Sci*, c. 29, sy 3, ss. 1434-1438, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.sjbs.2021.11.030.
- [106] A. H. Munsell, *MUNSELL COLOR SYSTEM Balanced Colors Selected by Measurement*, 5. bs, c. 9. Boston, Massachusetts: Centre of Vision, 1911.
- [107] S. Cochrane, “The Munsell Color System: A scientific compromise from the world of art”, *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, c. 47, ss. 26-41, 2014, doi: 10.1016/j.shpsa.2014.03.004.

- [108] J. Y. Chang vd., “Evaluation of the accuracy and limitations of three tooth-color measuring machines”, *J Dent Sci*, c. 10, sy 1, ss. 16-20, Mar. 2015, doi: 10.1016/j.jds.2013.04.004.
- [109] A. Karamouzos, M. A. Papadopoulos, G. Kolokithas, ve A. E. Athanasiou, “Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth”, *J Oral Rehabil*, c. 34, sy 8, ss. 613-621, Ağu. 2007, doi: 10.1111/j.1365-2842.2007.01744.x.
- [110] S. Paul, A. Peter, N. Pietrobon, ve C. H. F. Hämmerle, “Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth”, *J Dent Res*, c. 81, sy 8, ss. 578-582, Ağu. 2002, doi: 10.1177/154405910208100815.
- [111] K. Ebeid, A. Sabet, ve A. Della Bona, “Accuracy and repeatability of different intraoral scanners on shade determination”, *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, c. 33, sy 6, ss. 844-848, Eyl. 2021, doi: 10.1111/jerd.12687.
- [112] S. J. Chu, R. D. Trushkowsky, ve R. D. Paravina, “Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects”, içinde *Journal of Dentistry*, 2010. doi: 10.1016/j.jdent.2010.07.001.
- [113] M. Reise, S. Kranz, M. Heyder, K. D. Jandt, ve B. W. Sigusch, “Effectiveness of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) compared to fluoride products in an in-vitro demineralization model”, *Materials*, c. 14, sy 20, Eki. 2021, doi: 10.3390/ma14205974.
- [114] O. Y. Yu, I. S. Zhao, M. L. Mei, E. C. M. Lo, ve C. H. Chu, “A review of the common models used in mechanistic studies on demineralization-remineralization for cariology research”, 01 Haziran 2017, *MDPI AG*. doi: 10.3390/dj5020020.
- [115] A. Lussi, R. Hibst, ve R. Paulus, “DIAGNOdent: An optical method for caries detection”, içinde *Journal of Dental Research*, Oca. 2004. doi: 10.1177/154405910408301S16.
- [116] P. R. A. Oliveira, A. B. M. Fonseca, E. M. Silva, T. C. L. Coutinho, ve M. A. Tostes, “Remineralizing potential of CPP-ACP creams with and without fluoride in artificial

- enamel lesions”, *Aust Dent J*, c. 61, sy 1, ss. 45-52, Mar. 2016, doi: 10.1111/adj.12305.
- [117] Z. Jabin, I. Nasim, V. Vishnu Priya, ve N. Agarwal, “Quantitative analysis and effect of sdf, apf, naf on demineralized human primary enamel using sem, xrd, and ftir”, *Int J Clin Pediatr Dent*, c. 14, sy 4, ss. 537-541, Tem. 2021, doi: 10.5005/jp-journals-10005-1988.
- [118] A. Kolumban vd., “An evaluation of the demineralizing effects of various acidic solutions”, *Applied Sciences (Switzerland)*, c. 11, sy 17, Eyl. 2021, doi: 10.3390/app11178270.
- [119] H. Almqvist ve F. Lagerlof, “Effect of Intermittent Delivery of Fluoride to Solution on Root Hard-tissue De- and Remineralization Measured by 125I Absorptiometry”, *J Dent Res*, c. 72, sy 12, ss. 1593-1598, Ara. 1993, doi: 10.1177/00220345930720121101.
- [120] L. F. Espíndola-Castro, A. Rosenblatt, A. Galembeck, ve G. Q. de Melo Monteiro, “Dentin staining caused by nano-silver fluoride: A comparative study”, *Oper Dent*, c. 45, sy 4, ss. 435-441, Tem. 2020, doi: 10.2341/19-109-L.
- [121] N. Yılmaz, M. Ocak, ve Z. Ökte, “REMINERALIZATION OF PRIMARY MOLAR DENTINE WITH SILVER DIAMINE FLUORIDE AND SODIUM FLUORIDE: AN IN VITRO STUDY”, *Cumhuriyet Dental Journal*, c. 23, sy 4, ss. 340-347, 2020, doi: 10.7126/cumudj.796823.
- [122] M. M. Aly ve Y. M. Yousry, “Potential discolouration of silver diamine fluoride versus silver diamine fluoride/potassium iodide in primary teeth: a randomised clinical study”, *Br Dent J*, 2022, doi: 10.1038/s41415-022-5272-9.
- [123] V. Contreras, M. J. Toro, A. R. E.-B. Elías-Boneta, ve A. Encarnación-Burgos, “Effectiveness of silver diamine fluoride in caries prevention and arrest: a systematic literature review”, *Gen Dent.*, c. 65, sy 3, ss. 22-29, Ağu. 2017.
- [124] D. B. Gouvêa, N. M. Dos Santos, J. P. Pessan, J. J. Jardim, ve J. A. Rodrigues, “Enamel subsurface caries-like lesions induced in human teeth by different solutions:

A TMR analysis”, *Braz Dent J*, c. 31, sy 2, ss. 157-163, Mar. 2020, doi: 10.1590/0103-6440202003123.

- [125] R. N. AlSheikh, “The use of silver diamine fluoride to prevent/treat enamel carious lesions: a narrative review”, 2024, *PeerJ Inc.* doi: 10.7717/peerj.17897.
- [126] S. C. İlisulu, A. T. Gürcan, ve S. Şişmanoğlu, “Remineralization efficiency of three different agents on artificially produced enamel lesions: A micro-CT study”, *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, Kas. 2024, doi: 10.1111/jerd.13292.
- [127] Y. J. Kale, S. Misal, M. Dadpe, P. T. Dahake, S. B. Kendre, ve M. Jain, “Comparative Evaluation of Cariostatic and Remineralizing Potential of Two Commercial Silver Diamine Fluoride Preparations Using Confocal Laser Microscopy and EDX-SEM Spectroscopy: An In Vitro Study”, *Int J Clin Pediatr Dent*, c. 15, sy 4, ss. 442-449, Tem. 2022, doi: 10.5005/jp-journals-10005-2423.
- [128] I. G. Yan, F. M. Zheng, I. X. Yin, I. G. Sun, E. C. M. Lo, ve C. H. Chu, “Stability of Silver and Fluoride Contents in Silver Diamine Fluoride Solutions”, *Int Dent J*, c. 73, sy 6, ss. 840-846, Ara. 2023, doi: 10.1016/j.identj.2023.05.001.
- [129] J. Heukamp, H. Korbmacher-Steiner, S. Schmidt, C. M. Neumann, P. Bottenberg, ve A. Jablonski-Momeni, “Remineralisation capability of silver diamine fluoride in artificial enamel lesions on smooth surfaces using quantitative light-induced fluorescence measurements in-vitro”, *Sci Rep*, c. 12, sy 1, Ara. 2022, doi: 10.1038/s41598-022-12498-6.
- [130] M. Prakash, Y. H. Kang, S. Jain, ve A. F. Zandona, “In-vitro Assessment of Silver Diamine Fluoride Effect on Natural Carious Dentin Microhardness”, *Frontiers in Dental Medicine*, c. 2, 2021, doi: 10.3389/fdmed.2021.811308.
- [131] A. Mashhour, G. Allam, ve M. Wassel, “Comparative evaluation of prevention of demineralization of artificial enamel caries treated with two fluoride vernikes and 38% SDF in primary teeth: an in vitro study”, *BMC Oral Health*, c. 23, sy 1, Ara. 2023, doi: 10.1186/s12903-023-02799-1.

- [132] K. Singh, P. Jhingan, M. Malik, ve S. Mathur, “In vitro comparative evaluation of physical and chemical properties of surface enamel after using APF and SDF with or without laser activation”, *European Archives of Paediatric Dentistry*, c. 24, sy 4, ss. 461-472, Ağu. 2023, doi: 10.1007/s40368-023-00808-z.
- [133] S. Akküç, G. Duruk, ve A. Keleş, “Remineralization effect of three different agents on initial caries and erosive lesions: a micro-computed tomography and scanning electron microscopy analysis”, *BMC Oral Health*, c. 23, sy 1, Ara. 2023, doi: 10.1186/s12903-023-02805-6.
- [134] A. Itthagaran, N. M. King, ve R. Rana, “Effects of child formula dentifrices on artificial caries like lesions using in vitro pH-cycling: preliminary results”, *Int Dent J*, c. 57, sy 5, ss. 307-313, Eki. 2007, doi: 10.1111/j.1875-595X.2007.tb00138.x.
- [135] K. Punyanirun, T. Yospiboonwong, T. Kunapinun, P. Thanyasrisung, ve C. Trairatvorakul, “Silver diamine fluoride remineralized artificial incipient caries in permanent teeth after bacterial pH-cycling in-vitro”, *J Dent*, c. 69, ss. 55-59, Şub. 2018, doi: 10.1016/j.jdent.2017.09.005.
- [136] M. A. R. Buzalaf, A. R. Hannas, A. C. Magalhães, D. Rios, H. M. Honório, ve A. C. B. Delbem, “pH-cycling models for in vitro evaluation of the efficacy of fluoridated dentifrices for caries control: strengths and limitations”, *Journal of Applied Oral Science*, c. 18, sy 4, ss. 316-334, Ağu. 2010, doi: 10.1590/S1678-77572010000400002.
- [137] M. M. Aly ve Y. M. Yousry, “Potential discolouration of silver diamine fluoride versus silver diamine fluoride/potassium iodide in primary teeth: a randomised clinical study”, *Br Dent J*, 2022, doi: 10.1038/s41415-022-5272-9.
- [138] J. Patel, B. Turton, S. Cherian, ve R. Anthonappa, “Silver Diamine Fluoride Staining With Potassium Iodide: A Prospective Cohort Study”, *Int Dent J*, c. 74, sy 1, ss. 95-101, Şub. 2024, doi: 10.1016/j.identj.2023.07.006.
- [139] A. Rafiee, M. Memarpour, ve H. Benam, “Evaluation of bleaching agent effects on color and microhardness change of silver diamine fluoride-treated demineralized

- primary tooth enamel: An in vitro study”, *BMC Oral Health*, c. 22, sy 1, Ara. 2022, doi: 10.1186/s12903-022-02371-3.
- [140] O. Y. Yu, M. L. Mei, I. S. Zhao, Q. L. Li, E. C. M. Lo, ve C. H. Chu, “Remineralisation of enamel with silver diamine fluoride and sodium fluoride”, *Dental Materials*, c. 34, sy 12, ss. e344-e352, Ara. 2018, doi: 10.1016/j.dental.2018.10.007.
- [141] P. Sorkhdini, R. L. Gregory, Y. O. Crystal, Q. Tang, ve F. Lippert, “Effectiveness of in vitro primary coronal caries prevention with silver diamine fluoride - Chemical vs biofilm models”, *J Dent*, c. 99, Ağu. 2020, doi: 10.1016/j.jdent.2020.103418.
- [142] J. M. Ten Cate ve P. P. E. Duijsters, “Influence of Fluoride in Solution on Tooth Demineralization”, *Caries Res*, c. 17, sy 3, ss. 193-199, 1983, doi: 10.1159/000260667.
- [143] M. L. Mei, L. Ito, Y. Cao, Q. L. Li, E. C. M. Lo, ve C. H. Chu, “Inhibitory effect of silver diamine fluoride on dentine demineralisation and collagen degradation”, *J Dent*, c. 41, sy 9, ss. 809-817, Eyl. 2013, doi: 10.1016/j.jdent.2013.06.009.
- [144] G. M. Knight, J. M. McIntyre, G. G. Craig, ve Mulyani, “Ion uptake into demineralized dentine from glass ionomer cement following pretreatment with silver fluoride and potassium iodide”, *Aust Dent J*, c. 51, sy 3, ss. 237-241, 2006, doi: 10.1111/j.1834-7819.2006.tb00435.x.
- [145] J. A. Cury ve L. M. A. Tenuta, “Enamel remineralization: controlling the caries disease or treating early caries lesions?”, *Braz Oral Res*, c. 23, sy suppl 1, ss. 23-30, Haz. 2009, doi: 10.1590/S1806-83242009000500005.
- [146] I. S. Zhao, M. L. Mei, M. F. Burrow, E. C. M. Lo, ve C. H. Chu, “Effect of silver diamine fluoride and potassium iodide treatment on secondary caries prevention and tooth discolouration in cervical glass ionomer cement restoration”, *Int J Mol Sci*, c. 18, sy 2, Şub. 2017, doi: 10.3390/ijms18020340.
- [147] R. N. AlSheikh, “The use of silver diamine fluoride to prevent/treat enamel carious lesions: a narrative review”, 2024, *PeerJ Inc*. doi: 10.7717/peerj.17897.

- [148] K. Rogalnikovaitė, J. Narbutaitė, V. Andruskeviciene, E. A. Bendoraitienė, ve J. Razmienė, “The Potential of Silver Diamine Fluoride in Non-Operative Management of Dental Caries in Primary Teeth: A Systematic Review”, 01 Kasım 2024, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/medicina60111738.
- [149] M. M. Aly ve Y. M. Yousry, “Potential discolouration of silver diamine fluoride versus silver diamine fluoride/potassium iodide in primary teeth: a randomised clinical study”, *Br Dent J*, 2022, doi: 10.1038/s41415-022-5272-9.
- [150] Y. O. Crystal, M. N. Janal, D. S. Hamilton, ve R. Niederman, “Parental perceptions and acceptance of silver diamine fluoride staining”, *Journal of the American Dental Association*, c. 148, sy 7, ss. 510-518.e4, Tem. 2017, doi: 10.1016/j.adaj.2017.03.013.
- [151] Y. O. Crystal, M. N. Janal, D. S. Hamilton, ve R. Niederman, “Parental perceptions and acceptance of silver diamine fluoride staining”, *Journal of the American Dental Association*, c. 148, sy 7, ss. 510-518.e4, Tem. 2017, doi: 10.1016/j.adaj.2017.03.013.
- [152] S. S. Gao vd., “Clinical trials of silver diamine fluoride in arresting caries among children: A systematic review”, 01 Ekim 2016, *SAGE Publications Ltd.* doi: 10.1177/2380084416661474.

EKLER

EK A

A.1 ETİK KURUL ONAYI

İÜC Tarih ve Sayı: 10.06.2024-1011171												
	T.C. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA REKTÖRLÜĞÜ Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı											
Sayı : E-74555795-050.04-1011171	10.06.2024											
Konu : 2024/94 Sayılı Etik Kurul Onayı												
Sayın Sıla BOLAY Altınbaş Üniversitesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı Doktora Programı Öğrencisi												
İlgi : 03.04.2024 tarihli proje başvurunuz.												
Danışmanlığını Prof. Dr. Figen SEYMEN 'in üstlendiği, " <i>Gümüş Diamin Florürün Remineralizasyon ve Renkleşme Potansiyelinin İn-Vitro Olarak Değerlendirilmesi</i> " başlıklı " Doktora Tezi " çalışmanız, Etik Kurulumuzun 08.05.2024 tarihinde gerçekleştirilen toplantısında görüşülmüş olup, 2024/94 No'lu Etik Kurulu Onay Formu ilişikte gönderilmiştir.												
Bilgilerini ve gereğini rica ederim.												
Prof. Dr. Doğan Niyazi ÖZÜÇELİK Başkan V.												
Ek:Onay Formu												
Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.												
<table><tr><td>Belge Doğrulama Kodu :BDSUNP1U3</td><td>Belge Takip Adresi : https://www.turkiye.gov.tr/istanbul-universitesi-cerrahpasa-cbya</td></tr><tr><td>Adres:İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Rektörlüğü, 34320 Avcılar-İstanbul</td><td>Bilgi için: Secde Nur ATAMTÜRK</td></tr><tr><td>Telefon:0212 404 03 00 Faks:0212 404 07 01</td><td></td></tr><tr><td>Web:https://www.iuz.edu.tr</td><td></td></tr><tr><td>Keş Adresi:uc@hs01.kep.tr</td><td></td></tr></table>			Belge Doğrulama Kodu :BDSUNP1U3	Belge Takip Adresi : https://www.turkiye.gov.tr/istanbul-universitesi-cerrahpasa-cbya	Adres:İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Rektörlüğü, 34320 Avcılar-İstanbul	Bilgi için: Secde Nur ATAMTÜRK	Telefon:0212 404 03 00 Faks:0212 404 07 01		Web:https://www.iuz.edu.tr		Keş Adresi:uc@hs01.kep.tr	
Belge Doğrulama Kodu :BDSUNP1U3	Belge Takip Adresi : https://www.turkiye.gov.tr/istanbul-universitesi-cerrahpasa-cbya											
Adres:İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Rektörlüğü, 34320 Avcılar-İstanbul	Bilgi için: Secde Nur ATAMTÜRK											
Telefon:0212 404 03 00 Faks:0212 404 07 01												
Web:https://www.iuz.edu.tr												
Keş Adresi:uc@hs01.kep.tr												
Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.												



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ CERRAHPAŞA
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU BAŞKANLIĞI
KARAR FORMU



Başvuru Tarihi: 03.04.2024

Toplantı Karar No: 2024/94

İlgili Makama;

Etik Kurul başvurusu, Danışmanlığını Altınbaş Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Öğretim Üyesi **Prof. Dr. Figen SEYMEN'in** üstlendiği Altınbaş Üniversitesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı Doktora Programı Öğrencisi **Dt. Sıla BOLAY** yürütücülüğündeki *“Gümüş Diamin Florürün Remineralizasyon ve Renkleşme Potansiyelinin In-Vitro Olarak Değerlendirilmesi”* başlıklı **“Doktora Tezi”** başvurusu ile Kurulumuzun **08.05.2024** tarihli toplantısında bilimsel ve etik açıdan değerlendirilmiş ve **oybirliği/oyçokluğu** ile uygun olduğu karara bağlanmıştır.

Unvanı / Adı / Soyadı	Kurumu	Raportörün araştırma ile ilişkisi	Karar	İmza
Prof. Dr. Ayşem KAYA (Başkan)	IÜC Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu	E ☒ H ☒	☒ Onay ☐ Katılmadı ☐ Ret ☐ M.Katılmadı	
Prof. Dr. Doğanç Niyazi ÖZÜCELİK (Başkan Yardımcısı)	IÜC Sağlık Bilimleri Fakültesi	E ☒ H ☒	☒ Onay ☐ Katılmadı ☐ Ret ☐ M.Katılmadı	
Prof. Dr. Sibel ÖZYAZGAN (Üye)	IÜC Cerrahpaşa Tıp Fakültesi	E ☒ H ☒	☒ Onay ☐ Katılmadı ☐ Ret ☐ M.Katılmadı	
Prof. Dr. Seda ÖZKAN (Üye)	IÜC Cerrahpaşa Tıp Fakültesi	E ☒ H ☒	☒ Onay ☐ Katılmadı ☐ Ret ☐ M.Katılmadı	
Prof. Dr. Hülya BİLGİN (Üye)	IÜC Florence Nightingale Hemşirelik Fakültesi	E ☒ H ☒	☒ Onay ☐ Katılmadı ☐ Ret ☐ M.Katılmadı	
Doç. Dr. Şükrü ARSLAN (Üye)	IÜC Kardiyoloji Enstitüsü	E ☒ H ☒	☒ Onay ☐ Katılmadı ☐ Ret ☐ M.Katılmadı	
Doç. Dr. Osman ATEŞ (Üye)	IÜC Spor Bilimleri Fakültesi	E ☒ H ☒	☒ Onay ☐ Katılmadı ☐ Ret ☐ M.Katılmadı	
Av. Bedriye ERIŞMİŞ NURSUN	IÜC Hukuk Müşavirliği	E ☒ H ☒	☒ Onay ☐ Katılmadı ☐ Ret ☐ M.Katılmadı	
Prof. Dr. Ayfer ÖZBAŞ (Sivil Üye)	Sivil Üye	E ☒ H ☒	☐ Onay ☒ Katılmadı ☐ Ret ☐ M.Katılmadı	

Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Rektörlüğü, 34320 Avcılar-İstanbul
Tel : (0 212) 4040300/16601-16602
Web: <https://www.iuc.edu.tr>
Kep Adresi: iuc@hs01.kep.tr

Bilgi için: Secde Nur ATAMTÜRK

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

A.2 GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

 İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ CERRAHPAŞA	GÖNÜLLÜ ONAM FORMU*
---	----------------------------

Tarih:15.05.2024

Sizi Altınbaş Üniversitesi Diş Hekimliği Farkültesi'nde Prof. Dr. Figen SEYMEN yürütücülüğünde Dt. Sıla Bolay ile gerçekleştirilecek olan Gümüş diamin florürün remineralizasyon ve renkleşme potansiyelinin in-vitro olarak değerlendirilmesi başlıklı projeye davet ediyoruz. Siz bu araştırmanın gönüllü grubu içinde yer alacaksınız. Sizden ve diğer katılımcılardan elde edilecek bilgiler veya verilerle bilimsel bir sonuca ulaşılabacaktır. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce araştırmanın niçin, nasıl, ne yöntemle yapılacağı ve sizden ne istendiği katılmanın size getireceği faydaları, riskleri ve rahatsızlıkları bilmeniz gerekmektedir.

Bu nedenle, bu formun okunup anlaşılması önemlidir. Anlamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa açıklanmasını talep ediniz. Araştırmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra çıkma hakkına sahipsiniz. Proje ile ilgili olarak aşağıdaki konularda özellikle bilgi alınız:

- Projenin niteliği,
- Amacı,
- Bilime katkıları,
- Yapılacak işlem (kan alma, anket vb.),
- Nasıl uygulanacağı,
- Hangi yöntem/yöntemlerle gerçekleştirileceği (intravenöz, soru, röportaj vb.),
- Süresi,
- Yaklaşık katılımcı sayısı (Çok merkezli ise toplam katılımcı kurum ve katılımcı sayısı).
- Riskler, ortaya çıkabilecek istenmeyen etkiler ve tedavi edilebilirliği,

Bu proje kapsamında yapılacak her türlü işlem için sizden herhangi bir ücret talep edilmeyecektir. Bu proje sizin sosyal güvenli kurumu veya diğer sağlık sigortası kuruluşlarıyla ilgili ödemelerinize herhangi bir yük getirmeyecektir.

Sonuçlarınız ve kimliğiniz gizli tutulacaktır. Ancak istemeniz halinde elde edilen sonuçlar rapor halinde size verilecektir.

***BU FORM HASTANIN ANLAYABİLECEĞİ BİR DİLLE, TIBBİ TERİMLERDEN KAÇINILARAK YAZILMALIDIR.**

Projenin niteliği ve amacı:

Diş çürükleri zamanla diş yapısını yıkıma uğratan, bakteri kaynaklı, kronik, bulaşıcı ve çocukluk çağının en yaygın önlenabilir hastalıklarından biridir. Diş çürükleri ve sonucunda oluşan komplikasyonlar, insanların yaşam kalitesini azaltmakla birlikte sistemik hastalıkların oluşumunu tetikleyebilmekte veya var olan hastalıkları şiddetlendirebilmektedir. Son dönemde diş hekimliğinde, çürüklerin tedavi edilmesi veya onarılmasından ziyade önlenmesi hakkında daha fazla çalışma yapılmaktadır. Bu durum dişin yıkımını önleyip diş yapısının korunumunu destekleyerek çürük sürecini başlangıç seviyesinde durduracak yöntem ve müdahalelerin kullanılmasını gerektirmektedir.

Gümüş diamin florür (GDF), çürüklerin durdurulmasında pratik ve nispeten maliyetli az bir tedavi seçeneğidir. GDF, geleneksel yöntemler ile tedavi edilmesi gereken dişlerin varlığında, çürüğün ilerlemesini durdurmak veya yavaşlatmak amacıyla kullanılabilir. Amerikan Pediatrik Diş Hekimleri Birliği (The American Academy of Pediatric Dentistry, AAPD), özel sağlık bakım gereksinimi olan çocuklar da dahil olmak üzere, çocuk ve ergenlerde çürük yönetimi için GDF kullanımını tavsiye etmektedir. Uygulanmasını takiben çürük lezyonlarının siyaha boyanması, GDF'nin en önemli dezavantajıdır.

Bu çalışmanın amacı, %38 gümüş diamin florür (Advantage Arrest), gümüş diamin florür ile potasyum iyodür (Riva Star) ve sodyum florürün ortodontik nedenle veya çürük nedeni ile çekim kararı verilmiş veya düşme zamanı gelmiş ve çekilmiş süt dişleri üzerindeki remineralizasyon etkinliklerinin ve gümüş diamin florür içerikli remineralizasyon solüsyonlarının renkleştirme potansiyellerinin karşılaştırılmasıdır.

Projenin bilime katkıları:

Farklı gümüş diamin florür bileşimlerinin, remineralizasyonda geçerliliği kanıtlanmış sodyum florür ile laboratuvar koşullarında remineralizasyon etkinliği ve renkleşme potansiyelinin karşılaştırılıp klinik kullanıma da katkı sağlanması beklenmektedir. Bu amaçla üretilen ürünlerin karşılaştırmalı çalışmalarının az olması klinik kullanımda uygun materyal seçimine de ışık tutacaktır.

Yapılacak işlem (kan alma, anket vb.):

Düşme zamanı gelmiş olan çürüksüz süt kesici dişlerin, çekim endikasyonu koyulmuş çürüklü süt azı dişlerinin çekimi Altınbaş Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Kliniği'nde gerçekleştirilecektir. Bu işlem Pedodonti kliniklerinde uygulanan rutin bir işlemdir ve sıklıkta uygulanmaktadır.

Nasıl uygulanacağı:

Çocuğunuzdan çekilmiş olan diş bir solüsyon içinde laboratuvara götürülecek ve çalışmalar burada devam edecektir. Hiçbir hastadan özellikle çalışmada kullanılmak amacıyla diş çekimi

yapılması durumu söz konusu değildir. Bu çalışmaya katılıp katılmamanız tamamen sizin kendi iradeniz ile vereceğiniz karara bağlıdır.

Hangi yöntem/yöntemlerle gerçekleştirileceği (intravenöz, soru, röportaj vb.):

Çocuğunuzdan çekilmiş olan diş bir solüsyon içinde laboratuvara götürülecek ve çalışmalar burada devam edecektir. Uygulanacak deneyler çocuğunuzdan çekilecek dişler üzerinde uygulanacaktır. Çocuğunuza direk olarak her hangi bir işlem yapılmayacaktır.

Süresi:

Uzman diş hekimi tarafından çekim kararı verilmiş çürük süt azı dişleri çekim sonrasında hastanın iznini takiben alınacaktır. Herhangi bir katılım süresi söz konusu değildir.

Yaklaşık katılımcı sayısı (Çok merkezli ise toplam katılımcı kurum ve katılımcı sayısı):

100 katılımcı

Riskler, ortaya çıkabilecek istenmeyen etkiler ve tedavi edilebilirliği:

Araştırmada uzman diş hekimi tarafından çekim kararı verilmiş çürük süt azı dişleri ve fizyolojik sürme zamanı gelmiş olan çürüksüz süt kesici dişleri çekim sonrasında hastanın izni alınarak kullanılacaktır. Bu nedenle çalışmada herhangi bir risk söz konusu değildir.

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Dt. Sıla Bolay'ı nolu telefondan ve Altınbaş Üniversitesi Pedodonti Anabilim Dalı'ndan 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 getirmeyeceğini de biliyorum.

GÖNÜLLÜ ONAY FORMU

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarda 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,...)