



**T.C.
DICLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GÜNCEL FİSSÜR ÖRTÜCÜ MATERYALLERİN MİNE
REMİNERALİZASYONUNA KATKISININ
İN-VİTRO OLARAK İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dt. Elif OK

DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYESİ

Prof. Dr. Sema ÇELENK

DİYARBAKIR

2017



**T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GÜNCEL FİSSÜR ÖRTÜCÜ MATERYALLERİN MİNE
REMİNERALİZASYONUNA KATKISININ
İN-VİTRO OLARAK İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dt. Elif OK

DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYESİ

Prof. Dr. Sema ÇELENK

DİYARBAKIR

2017

Bu uzmanlık tezi Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.

Proje No: DİŞ.16.013



T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
DEKANLIK

“ Güncel Fissür Örtücü Materyallerin Mine Remineralizasyonuna Katkısının
İn-vitro Olarak İncelenmesi ”

Yukarıda Belirtilen Uzmanlık Tezi 28.09.2017 Tarihinde Değerlendirilerek
Başarılı / ~~Başarısız~~ Bulunmuştur.

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sema ÇELENK
Tezi Teslim Eden : Dt. Elif OK

JURİ ÜYESİNİN

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan : Prof. Dr. Fatma ATAKUL

Üye : Prof. Dr. Sema ÇELENK

Üye : Prof. Dr. İzzet YAVUZ

Üye : Doç. Dr. Buket AYNA

Üye : Yard. Doç. Dr. Salih DOĞAN

Yukarıdaki imzalar tasdik olunur.

28.09.2017

Prof. Dr. Remzi NİGİZ
Dicle Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Dekan V.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca samimi ilgisini, iyi niyetini ve şefkatini benden hiç esirgemeyen; her konuda en güzel bilgi ve deneyimleri ile bana daima yol gösterip ışık tutan; sevgisini ve desteğini hep yanımda hissettiğim; hayatımda önemli bir yere sahip olan çok değerli danışman hocam Sayın **Prof. Dr. Sema ÇELENK**' e,

Uzmanlık eğitimim süresince değerli tecrübeleriyle kendisinden çok şey öğrendiğim; iyi niyetini, şefkatini ve desteğini benden esirgemeyen Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı Başkanı Sayın **Prof. Dr. Fatma ATAKUL**' a,

Her yönden bilgi, tecrübe ve düşüncelerine çok kıymet verdiğim; sevgisini, güler yüzünü ve desteğini hep yanımda hissettiğim çok değerli bölüm hocam Sayın **Doç. Dr. Buket EROL AYNA**' ya,

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri' ne,

Tezimin laboratuvar aşamalarının gerçekleşmesi için gerekli olanakların ve ortamın sağlanmasındaki özveri ve desteklerinden dolayı Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi uzmanlarından Sayın **İhsan AKŞİT**' e,

Tezimin istatistiksel analizlerinin gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesi aşamasında, bana içtenlikle yardımcı olan Sayın **Yrd. Doç. Dr. Ersin UYSAL**' a,

Yaşamım boyunca bana her konuda destek olup başarıma gücü veren, bugünlere gelmemi sağlayan canım aileme,

en içten teşekkürlerimi sunarım...

Dt. Elif OK

İÇİNDEKİLER

Ön Sayfalar	Sayfa No
Kapak	
İç Kapak	
Kabul ve Onay Sayfası.....	I
Teşekkür Sayfası	II
İçindekiler	III
Şekiller ve Resimler Dizini	X
Tablolar Dizini	XII
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini.....	XVI
Özet	XX
Abstract	XXII
1. Giriş ve Amaç	1
2. Genel Bilgiler	4
2.1. Mine Dokusu ve Histolojik Yapısı.....	4
2.1.1. İnorganik Komponent	6
2.1.2. Organik Komponent.....	9
2.2. Demineralizasyon	10
2.3. Remineralizasyon.....	13
2.4. Minede Başlangıç Çürük Lezyonu Oluşumu	16
2.4.1. Yüzeyel Tabaka	18
2.4.2. Lezyon Gövdesi	18
2.4.3. Karanlık Bölge	19
2.4.4. Translüsent Bölge	19
2.5. Demineralizasyon Uygulama Yöntemleri/ Yapay Çürük Modelleri	20

2.5.1. Asit Tamponların Kullanıldığı (Kimyasal) İn-vitro Demineralizasyon Modeli	20
2.5.2. Bakteriler Tarafından Üretilen Asitlerin Kullanıldığı (Bakteriyolojik) İn-vitro Demineralizasyon Modeli	21
2.5.3. İnsan Çenesinde İn-Situ Çalışmalar	21
2.5.4. Çekimi Planlanmış Dişlerde Yapılan Çalışmalar	22
2.5.5. Yapay Çene Modelleri	22
2.5.6. İn-Vivo Hayvan Modelleri	22
2.5.7. PH Siklus Modelinin Kullanıldığı İn-Vitro Demineralizasyon ve Remineralizasyon Modelleri	23
2.6. Oklüzal Yüzeylerin Çürükten Korunması	24
2.6.1. Oklüzal Yüzey Morfolojisi	24
2.6.2. Pit ve Fissür Çürüklerinden Korunmada Çürük Yönetimi Sistemi (ÇYS)	25
2.6.3. Oklüzal Yüzeylerde Çürükten Korunmak Amacıyla Uygulanan Koruyucu Yöntemler	27
2.6.4. Pit ve Fissür Çürüklerinde Başlangıç Çürük Lezyonlarının Remineralizasyon Tedavileri	28
2.7. Pit ve Fissür Örtücüler	29
2.7.1. Pit ve Fissür Örtücü Endikasyonları	30
2.7.1.1. Hastayla İlgili Faktörler	30
2.7.1.2. Dişle İlgili Faktörler	32
2.7.1.3. Oklüzal Yüzeyde Çürük Lezyonu Varlığı	32
2.7.1.4. Aproksimal Yüzeylerin Durumu	33
2.7.2. İdeal Bir Pit ve Fissür Örtücü Materyalinde Bulunması Gereken Özellikler	33
2.7.3. Pit ve Fissür Örtücülerin Tarihsel Gelişimi	34
2.8. Fissür Örtücü Olarak Kullanılan Materyaller	36
2.8.1. Cam İyonomerler	36
2.8.2. Rezin Esaslı Fissür Örtücüler	39
2.8.2.1. Rezin Esaslı Fissür Örtücülerin Doldurucu Tiplerine Göre Sınıflandırılması	41
2.8.2.2. Rezin Esaslı Fissür Örtücülerin Polimerizasyon Tiplerine Göre Sınıflandırılması	42

2.8.2.2.1. Ultraviyole Işıklı Polimerize Olan Fissür Örtücüler (1. Jenerasyon Fissür Örtücüler)	42
2.8.2.2.2. Kimyasal Olarak Polimerize Olan Fissür Örtücüler (Otopolimerizasyon-2. Jenerasyon Fissür Örtücüler)	42
2.8.2.2.3. Görünür Işıklı Polimerizasyon Fissür Örtücüler (3. Jenerasyon Fissür Örtücüler)	43
2.8.2.3. Rezin Esaslı Fissür Örtücülerin Renklerine Göre Sınıflandırılması	43
2.8.3. Yapısında F Bulunan Rezin Esaslı Fissür Örtücüler (4. Jenerasyon Fissür Örtücüler)	44
2.8.4. Akışkan Kompozitler	46
2.8.5. Hibrit İyonomerler	46
2.8.5.1. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar	47
2.8.5.2. Poliasitle Modifiye Kompozit Rezinler	47
2.8.6. Ormoserler	48
2.8.7. Biyoaktif Cam İçerikli Fissür Örtücüler	48
2.8.8. Giomer İçerikli Fissür Örtücüler	49
2.8.9. Amorf Kalsiyum Fosfat (ACP) İçerikli Fissür Örtücüler	50
2.8.10. Cam Karbomerler	50
2.9. Remineralizasyonu Değerlendirmede Kullanılan Analiz Yöntemleri	52
2.9.1. Mikrosertlik Yöntemi	53
2.9.1.1. Vickers Sertlik Ölçüm Yöntemi	54
2.9.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)	55
2.9.2.1. Taramalı Elektron Mikroskobu-Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi (SEM-EDX)	56
3. Gereç ve Yöntem	58
3.1. Dişlerin Toplanması	58
3.2. Dişlerin Deneye Hazır Hale Getirilmesi	58
3.3. Çalışma Gruplarının Oluşturulması	61
3.4. Çalışmada Kullanılan Fissür Örtücü Materyaller	63
3.4.1. Aegis (Bosworth Company, The U.S.)	63

3.4.2. GCP Glass Seal (GCP Dental, Germany)	63
3.4.3. Fuji VII Capsule / Fuji Triage (GC, The U.S.)	63
3.4.4. Natural Flow (Nova Dfl, Brasil)	63
3.4.5. Conseal- F (SDI Limited, Australia).....	64
3.5. Gruplara Fissür Örtücülerin Uygulanması	64
3.5.1. A Grubuna Aegis Uygulanması	64
3.5.2. C Grubuna Conseal-F Uygulanması	65
3.5.3. N Grubuna Natural –Flow Akışkan Kompozit Resin Uygulanması.....	65
3.5.4. F Grubuna Fuji-Triage Uygulanması	65
3.5.5. G Grubuna Gcp Glass-Seal Uygulanması.....	66
3.6. Bukkalde Yapay Çürük Oluşturmak Üzere Hazırlanan Pencereler	67
3.7. Yapay Başlangıç Çürüğü Oluşturulması.....	68
3.8. Örneklerin Kesilmesi	72
3.9. Örneklerin Mikrosertlik Ölçümleri için Hazırlanması.....	73
3.10. Cross-Sectional Mikrosertlik Ölçümleri	75
3.11. Örneklerin Taramalı Elektron Mikroskobu-Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi (SEM-EDX) için Hazırlanması.....	77
3.12. Taramalı Elektron Mikroskobu-Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi (SEM-EDX) Analizleri	78
3.13. Sonuçların İstatistiksel Analizi	80
4. Bulgular	81
4.1. Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi	81
4.1.1. Grupların Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde (Bölge-1) Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Grup İçi Değerlendirilmesi.....	81
4.1.1.1. S Grubunda Bukkal Mine Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi.....	82
4.1.1.2. A Grubunda Bukkal Pencere Mine Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi.....	82

4.1.1.3. G Grubunda Bukkal Pencere Mine Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi.....	83
4.1.1.4. F Grubunda Bukkal Pencere Mine Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi.....	84
4.1.1.5. C Grubunda Bukkal Pencere Mine Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi.....	85
4.1.1.6. N Grubunda Bukkal Pencere Mine Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi.....	86
4.1.2. Grupların Fissür Tabanı Kesitlerinde (Bölge-2) Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Grup İçi Değerlendirilmesi.....	86
4.1.2.1. S Grubunda Fissür Tabanı Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi.....	87
4.1.2.2. A Grubunda Fissür Tabanı Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi.....	88
4.1.2.3. G Grubunda Fissür Tabanı Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi.....	89
4.1.2.4. F Grubunda Fissür Tabanı Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi.....	89
4.1.2.5. C Grubunda Fissür Tabanı Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi.....	90
4.1.2.6. N Grubunda Fissür Tabanı Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi.....	91
4.1.3. Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde (B1) 20 µm Derinlikten Elde Edilen Mikrosertlik Değerleri Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması	92
4.1.4. Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde (B1) 50 µm Derinlikten Elde Edilen Mikrosertlik Değerleri Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması	94
4.1.5. Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde (B1) 80 µm Derinlikten Elde Edilen Mikrosertlik Değerleri Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması	96
4.1.6. Fissür Tabanları Kesitlerinde (B2) 20 µm Derinlikten Elde Edilen Mikrosertlik Değerleri Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması	98
4.1.7. Fissür Tabanları Kesitlerinde (B2) 50 µm Derinlikten Elde Edilen Mikrosertlik Değerleri Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması	100

4.1.8. Fissür Tabanı Kesitlerinde (B2) 80 µm Derinlikten Elde Edilen Mikrosertlik Değerleri Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması.....	102
4.1.9. Her Grup için; Yapay Çürük Lezyonu Oluşturulan Bukkal Pencere Mine Kesiti (A, G, F, C, N - B1), Fissür Örtücülerin Uygulandığı Fissür Tabanı Kesiti (A, G, F, C, N - B2) ve İşlem Görmeyen Kontrol Grubu Olan S Grubunun Fissür Tabanı Kesiti (S - B2) Mikrosertlik Ortalamalarının Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi.....	104
4.1.9.1. A Grubu	104
4.1.9.2. G Grubu	106
4.1.9.3. F Grubu	108
4.1.9.4. C Grubu.....	110
4.1.9.5. N Grubu	112
4.2. SEM-EDX Analizi Bulguları.....	115
4.2.1. Ca, P, F, O, C, Na ve Si Elementlerinin Atom Yüzdeleri (%at) Ortalamalarının Grup İçi Değerlendirilmesi.....	115
4.2.1.1. S Grubu EDX Analizi Verilerinin Değerlendirilmesi.....	115
4.2.1.2. A Grubu EDX Analizi Verilerinin Değerlendirilmesi	117
4.2.1.3. G Grubu EDX Analizi Verilerinin Değerlendirilmesi	118
4.2.1.4. F grubu EDX Analizi Verilerinin Değerlendirilmesi.....	120
4.2.1.5. C grubu EDX Analizi Verilerinin Değerlendirilmesi	121
4.2.1.6. N grubu EDX Analizi Verilerinin Değerlendirilmesi	123
4.2.1.7. D grubu EDX Analizi Verilerinin Değerlendirilmesi	125
4.2.2. % Ca, P, F, O, C, Na ve Si Ortalamalarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi.....	126
4.2.2.1. % Ca Ortalamalarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi.....	127
4.2.2.2. % P Ortalamalarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi.....	129
4.2.2.3. % F Ortalamalarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi.....	131
4.2.2.4. % O Ortalamalarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi	132
4.2.2.5. % C Ortalamalarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi	133
4.2.2.6. % Na ve % Si Ortalamalarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi.....	135
4.2.3. % Ca/ P Oranlarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi	137

4.3. SEM Görüntüleri	139
5. Tartışma	142
6. Sonuç ve Öneriler.....	166
7. Kaynaklar	175
8. Özgeçmiş	197



ŞEKİLLER VE RESİMLER DİZİNİ

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Pit ve Fissürlerin Çürük Riski Değerlendirmesine ve Teşhisine Dayalı Çürük Yönetimi	26
--	----

RESİMLER

Resim 3.1. Dişlerin Yumuşak Doku Artıklarından Temizlenmesi	58
Resim 3.2. Diş Yüzeylerinin Pomza İle Fırçalanması	59
Resim 3.3. Lazer Floresan Cihazı (Diagnodent).....	59
Resim 3.4. Lazer Floresan Değerlerinin Tanımlama Kılavuzu.....	59
Resim 3.5. Dişlerin Hazırlık Aşamasında Kullanılan Gereçler	60
Resim 3.6. Diş Köklerinin Elmas Separe İle Kesilmesi.....	60
Resim 3.7. Pulpa Odalarının Doldurulmasında Kullanılan Gereçler	60
Resim 3.8. Pulpa Odası Kompozitle Doldurulmuş Diş Örneği	60
Resim 3.9. Deneye Hazır Hale Getirilen Diş Örnekleri.....	61
Resim 3.10. Çalışmada Kullanılan Fissür Örtücü Materyaller	63
Resim 3.11. Fissür Örtücülerin Uygulanmasında Kullanılan Materyaller.....	64
Resim 3.12. Quikstart GCP Carboled	66
Resim 3.13. Woodpecker Led-B.....	66
Resim 3.14. Fissür Örtücü Uygulanmış Diş Örnekleri.....	67
Resim 3.15. Bukkal Yüzeylerde Oluşturulacak Yapay Çürük Pencerelelerinin Hazırlanması İçin Gereçler.....	67
Resim 3.16. Bukkal Yüzeye 3x3 mm' lik Etiket Yapıştırılan Diş Örneği.....	68
Resim 3.17. Diş Yüzeylerinin Aside Dirençli Tırnak Cilasası ile Kaplanması	68
Resim 3.18. PH Siklusu Solüsyonlarının Hazırlanmasında Kullanılan Kimyasallar (Asetik asit, KCl, CaCl ₂ , NaH ₂ PO ₄ , KOH).....	69
Resim 3.19. PH' ı 4,4 Olan Demineralizasyon Solüsyonunun Hazırlanması	69
Resim 3.20. PH' ı 7,0 Olan Remineralizasyon Solüsyonunun Hazırlanması	69

Resim 3.21. pH Siklusu Süresince Örneklerin Bekletildiği İnkübatör	70
Resim 3.22. İnkübatöre Yerleştirilen Örnekler	70
Resim 3.23. PH Siklusu Tamamlanan A Grubu	71
Resim 4.1.A Grubunda Fissür Örtücü-Dış Arayüzeyi 100x Büyütmede SEM Görüntüsü...	139
Resim 4.2.A Grubunda Fissür Örtücü-Dış Arayüzeyi 500x Büyütmede SEM Görüntüsü...	139
Resim 4.3. F Grubunda Fissür Örtücü-Dış Arayüzeyi 100x Büyütmede SEM Görüntüsü...	139
Resim 4.4. F Grubunda Fissür Örtücü-Dış Arayüzeyi 500x Büyütmede SEM Görüntüsü...	139
Resim 4.5. C Grubunda Fissür Örtücü-Dış Arayüzeyi 100x Büyütmede SEM Görüntüsü...	140
Resim 4.6. C Grubunda Fissür Örtücü-Dış Arayüzeyi 500x Büyütmede SEM Görüntüsü...	140
Resim 4.7. N Grubunda Fissür Örtücü-Dış Arayüzeyi 100x Büyütmede SEM Görüntüsü...	140
Resim 4.8. N Grubunda Fissür Örtücü-Dış Arayüzeyi 500x Büyütmede SEM Görüntüsü...	140
Resim 4.9. G Grubunda Fissür Örtücü-Dış Arayüzeyi 100x Büyütmede SEM Görüntüsü...	141
Resim 4.10. G Grubunda Fissür Örtücü-Dış Arayüzeyi 500x Büyütmede SEM Görüntüsü...	141

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Pit ve Fissür Örtücülerin Kronolojik Gelişimi	36
Tablo 3.1. Çalışma Grupları.....	61
Tablo 4.1. Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde Derinliklere Göre Mikrosertlik Ortalamalarının Grup İçi Karşılaştırılması.....	81
Tablo 4.2. S Grubu Bukkal Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları.....	82
Tablo 4.3. A Grubu Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları.....	83
Tablo 4.4. G Grubu Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları.....	84
Tablo 4.5. F Grubu Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları.....	84
Tablo 4.6. C Grubu Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları.....	85
Tablo 4.7. N Grubu Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları.....	86
Tablo 4.8. Okluzal Bölge Fissür Tabanı Mine Kesitlerinde Derinliklere Göre Mikrosertlik Ortalamalarının Grup İçi Karşılaştırılması	87
Tablo 4.9. S Grubunda Fissür Tabanı Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları.....	88
Tablo 4.10. A Grubunda Fissür Örtücüye Komşu Fissür Tabanı Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları.....	88
Tablo 4.11. G Grubunda Fissür Örtücüye Komşu Fissür Tabanı Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları.....	89
Tablo 4.12. F Grubunda Fissür Örtücüye Komşu Fissür Tabanı Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları	90
Tablo 4.13. C Grubunda Fissür Örtücüye Komşu Fissür Tabanı Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları	91

Tablo 4.14. N Grubunda Fissür Örtücüye Komşu Fissür Tabanı Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları.....	91
Tablo 4.15. Bukkal Mine Kesitlerinde 20 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması.....	92
Tablo 4.16. Bukkal Mine Kesitlerinde 20 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması.....	93
Tablo 4.17. Bukkal Mine Kesitlerinde 50 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması.....	94
Tablo 4.18. Bukkal Mine Kesitlerinde 50 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması.....	95
Tablo 4.19. Bukkal Mine Kesitlerinde 80 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması.....	96
Tablo 4.20. Bukkal Mine Kesitlerinde 80 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması.....	97
Tablo 4.21. Fissür Tabanı Kesitlerinde 20 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması.....	98
Tablo 4.22. Fissür Tabanı Kesitlerinde 20 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması.....	99
Tablo 4.23. Fissür Tabanı Kesitlerinde 50 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması.....	100
Tablo 4.24. Fissür Tabanı Kesitlerinde 50 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması.....	101
Tablo 4.25. Fissür Tabanı Kesitlerinde 80 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması.....	102
Tablo 4.26. Fissür Tabanı Kesitlerinde 80 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması.....	103
Tablo 4.27. A Grubu için 20- 50- 80 µm Derinliklerde 3 Bölge Mikrosertlik Ortalamalarının Karşılaştırılması.....	104
Tablo 4.28. A Grubu İçin 3 Bölgede Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması.....	105

Tablo 4.29. G Grubu için 20- 50- 80 µm Derinliklerde 3 Bölge Mikrosertlik Ortalamalarının Karşılaştırılması	106
Tablo 4.30. G Grubu İçin 3 Bölgede Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması	107
Tablo 4.31. F Grubu için 20- 50- 80 µm Derinliklerde 3 Bölge Mikrosertlik Ortalamalarının Karşılaştırılması	108
Tablo 4.32. F Grubu İçin 3 Bölgede Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması...	109
Tablo 4.33. C Grubu için 20- 50- 80 µm Derinliklerde 3 Bölge Mikrosertlik Ortalamalarının Karşılaştırılması	110
Tablo 4.34. C Grubu İçin 3 Bölgede Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması.	111
Tablo 4.35. N Grubu için 20- 50- 80 µm Derinliklerde 3 Bölge Mikrosertlik Ortalamalarının Karşılaştırılması	112
Tablo 4.36. N Grubu İçin 3 Bölgede Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması.	113
Tablo 4.37. S Grubu EDX Verileri	115
Tablo 4.38. S Grubunda İyonların % at Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması	116
Tablo 4.39. A Grubu EDX Verileri.....	117
Tablo 4.40. A Grubunda İyonların % at Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması	118
Tablo 4.41. G Grubu EDX Verileri.....	118
Tablo 4.42. G Grubunda İyonların % at Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması	119
Tablo 4.43. F Grubu EDX Verileri	120
Tablo 4.44. F Grubunda İyonların % at Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması	121
Tablo 4.45. C Grubu EDX Verileri.....	122
Tablo 4.46. C Grubunda İyonların % at Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması	122
Tablo 4.47. N Grubu EDX Verileri.....	123
Tablo 4.48. N Grubunda İyonların % at Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması	124
Tablo 4.49. D Grubu EDX Verileri.....	125
Tablo 4.50. D Grubunda İyonların % at Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması	126
Tablo 4.51. İyonların % at Ortalamalarının Gruplara Göre Değerlendirilmesi	127

Tablo 4.52. Gruplara göre % Ca Ortalamaları	127
Tablo 4.53. % Ca Ortalamalarının Gruplar Arası Çoklu Karşılaştırılması	128
Tablo 4.54. Gruplara göre % P Ortalamaları	129
Tablo 4.55. % P Ortalamalarının Gruplar Arası Çoklu Karşılaştırılması	130
Tablo 4.56. Gruplara göre % F Ortalamaları	131
Tablo 4.57. % F Ortalamalarının Gruplar Arası Çoklu Karşılaştırılması	132
Tablo 4.58. Gruplara göre % O Ortalamaları.....	133
Tablo 4.59. Gruplara göre % C Ortalamaları.....	133
Tablo 4.60. % C Ortalamalarının Gruplar Arası Çoklu Karşılaştırılması.....	134
Tablo 4.61. Gruplara Göre % Na ve % Si Ortalamaları.....	135
Tablo 4.62. % Na Ortalamalarının Gruplar Arası Çoklu Karşılaştırılması.....	136
Tablo 4.63. % Si Ortalamalarının Gruplar Arası Çoklu Karşılaştırılması	136
Tablo 4.64. Gruplara Göre % Ca/P Ortalamaları.....	137
Tablo 4.65. % Ca/P Ortalamalarının Gruplar Arası Çoklu Karşılaştırmaları	137

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
%at	: Atomik yüzde (atomic %)
%wt	: Ağırlıkça yüzde (Weight %)
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
°C	: Santigrat Derece (Celcius Degree)
°F	: Fahrenayt Derece (Fahrenheit Degree)
µm	: Mikrometre
ACP	: Amorf Kalsiyum Fosfat (Amorphous Calcium Phosphate)
ADA	: Amerikan Diş Hekimliği Birliği (American Dental Association)
AFM	: Atomik Kuvvet Mikroskobu (Atomic Force Microscope)
Al	: Aliminyum
ANOVA	: Tek Yönlü Varyans Analizi (Analysis of Variance)
APF	: Asitlendirilmiş Fosfat Flourid
B-1	: Bukkal Pencere Mine Kesiti
B-2	: Fissür Tabanı Kesiti
Bis-GMA	: Bis-fenol A glisidil metakrilat
Bkz	: Bakınız
C	: Karbon
Ca	: Kalsiyum (Calcium)
CaCl₂	: Kalsiyum Klorit (Calcium Chloride)
CaCO₃	: Kalsiyum karbonat
CaF₂	: Kalsiyum Florid (Calcium Fluoride)
CİS	: Cam İyonomer Siman
Cl	: Klor
CO₂	: Karbondioksit
CPP	: Kazein Fosfo Peptit (Casein Phospho Peptide)

CPP-ACP	: Kazein Fosfo Peptit-Amorf Kalsiyum Fosfat (Casein Phospho Peptide-Amorf Calcium Phosphate)
CPP-ACP	: Kazeinfosopeptit-amorfkalsiyum fosfat
ÇYS	: Çürük yönetimi sistemi
dk	: Dakika
EDTA	: Etilen Diamin Tetra Asetikasit
EDX, EDS	: Enerji Dağılımlı X Işını Spektroskopisi (Energy Dispersive X- Ray)
F	: Flor
FHAP	: Florohidroksiapatit
FTIR	: Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
GCİS	: Geleneksel Cam İyonomer Simanlar
H	: Hidrojen
H₂PO₄⁻	: Dihidrojen fosfat
HA	: Hidroksiapatit
HAP	: Hidroksiapatit fosfat
HEMA	: 2-hidroksietil dimetakrilat
HSD	: Honestly Significiant Difference
ICP-AES	: İndüktif Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektroskopisi
ICP-MS	: İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma-kütle Spektrometresi
K	: Potasyum
KCl	: Potasyum Klorür (Potassium Chloride)
KH₂PO₄	: Potasyum Hidroksit (Potassium Hydroxide)
KOH	: Potasyum Hidroksit (Potassium Hydroxide)
kV	: KiloVolt
Lazer	: Uygulanmış Radyasyon Yayılımı ile Işığın Güçlenmesi (Light Amplication by Stimulated Emission of Radiation)
LED	: Light Emitting Diode
LF	: Lazer floresans
m	: Metre
Mg	: Magnezyum

MgCl₂	: Magnezyum Klorit(Magnesium Chloride)
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mm²	: Milimetre kare
MPa	: Megapaskal
n	: Örnek sayısı
Na	: Sodyum
NaF	: Sodyum Florid (Sodium Fluoride)
O	: Oksijen
OCT	: Optik Koherens Tomografi
OH	: Hidroksil
Ort	: Ortalama
P	: Fosfor
PO₄	: Fosfat
p	: İki grubu karşılaştırmak amacı ile yapılan bir istatistiksel değerlendirmede, iki grup arasında ortaya çıkan farkın şans eseri ortaya çıkma olasılığı
pH	: Hidrojenin Gücü / Hidrojen konsantrasyonunun eksi logaritması (Power of Hydrogen)
PMKR	: Poliasit Modifiye Kompozit Resin
PML	: Polarize Işık Mikroskobu
ppm	: Parts Per Million (Milyonda bir parça)
QLF	: Kantitatif Işık Kaynaklı Floresan (Quantitative Light-induced Fluorescence)
RMCİS	: Resin Modifiye Cam İyonomer Siman
rpm	: Revolutions per minute (dakikadaki devir sayısı)(dakika/devir)
SEM	: Scanning Electron Microscope (Taramalı Elektron Mikroskobu)
SEM-EDX	: Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi
Si	: Silisyum
SiO₂	: Silika
Sn	: Kalay

sn	: Saniye
Sr	: Stronsiyum
SS	: Standart Sapma
S-PRG Glass Ionomer)	: Önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer (Surface Pre-Reacted
TEGDMA	: Trietilen glikol dimetrikat
TEM	: Transmisyon Elektron Mikroskobu
TMR	: Transvers mikroradyografi
UDMA	: Üretan dimetrillat
W	: Watt
Zn	: Çinko

ÖZET

Güncel Fissür Örtücü Materyallerin Mine Remineralizasyonuna Katkısının İn Vitro Olarak İncelenmesi

Bu çalışmada, güncel ve modern analiz yöntemleri kullanılarak, mevcut ve deneysel aşamadaki fissür örtücü materyallerin minede demineralizasyona direnç ve remineralizasyon etkinliklerinin değerlendirilmesi ile koruyucu diş hekimliğine katkıda bulunmak amaç edinilmiştir.

Çalışmamızda, fissür örtücü materyallerin okluzal mine remineralizasyonuna katkısı, mikrosertlik yöntemi ve SEM-EDX analizi olmak üzere 2 farklı yöntem ile in-vitro olarak 2 bölümde değerlendirilmiştir. Deney grupları sırasıyla; A: Amorf kalsiyum fosfat (ACP) içerikli fissür örtücü (Aegis, Bosworth); G: Karbomer ve nanofloroapatit/hidroksiapatit ile güçlendirilmiş cam iyonomer bazlı fissür örtücü (GCP Glass Seal); F: Cam iyonomer esaslı yüksek flor salınımlı fissür örtücü (Fuji VII/Triage, GC); C: florür destekli, uzun süreli flor salınımı yapabilen rezin esaslı fissür örtücü (Conseal F, SDI); N: Flor salınımı yapabilen akışkan kompozit rezin (Natural Flow, DFL) uygulanan gruplar ile S: Herhangi bir işleme tabi tutulmayan sağlam dişlerden oluşan kontrol grubu; D: Fissür örtücü uygulanmayıp sadece pH siklusuna tabi tutulan dişlerden oluşan negatif kontrol grubu şeklindedir. Mikrosertlik ölçümü yönteminde 6 (S, A, F, G, C, N); SEM-EDX analizi yönteminde 7 çalışma grubu (S, A, F, G, C, N, D) mevcuttur. Mikrosertlik yönteminde, her grupta 15 örnek olacak şekilde (n=15) 6 grupta toplam 90 örnek; SEM-EDX analizi yönteminde, her grupta 10 örnek olacak şekilde (n=10) 7 grupta toplam 70 örnek ile çalışılmıştır. Örneklerde yapay çürük oluşturulmak üzere pH siklusu yönteminden yararlanılmıştır. Çalışmamızda pH siklusu 24 saatlik periyotlar şeklinde 14 gün boyunca uygulanmıştır. 6 deney grubunda (S, A, G, F, C, N) bukkolingual kesitler elde edildikten sonra fissür tabanı ve bukkal pencere mine kesiti olmak üzere 2 bölgede, mine marjiniinden dentine doğru; 20 µm, 50 µm ve 80 µm olmak üzere 3 derinlikten cross-sectional (enine kesit) mikrosertlik ölçümleri elde edilmiştir. 7 deney grubunun fissür tabanlarındaki mineral içeriğini elementer bazda incelemek için SEM-EDX analizinde % Ca, P, F, O, C, Na ve Si olmak üzere toplam 7 elementin atomca ve ağırlıkça yüzdeleri (%at ve %wt)

hesaplanmış ve % Ca/P oranları değerlendirilmiştir. Sonuçların istatistiksel analizinde; bağımsız gruplara ait ortalamalar arası farkların değerlendirilmesinde ANOVA (Tek Yönlü Varyans Analizi), çoklu karşılaştırmalarda ise Tukey HSD istatistik testi kullanılmıştır. İstatistiksel analizlerde % 95' lik güven aralığı uygulanmış olup; $p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Çalışmamızın mikrosertlik ve SEM-EDX analizi bulguları bütün olarak değerlendirildiğinde; A, G ve F gruplarına uygulanan ACP (Aegis), Cam karbomer (GCP Glass Seal) ve Cam iyonomer içerikli fissür örtücü (Fuji, Triage) materyallerin, okluzal yüzeylerde pH siklusu süresince demineralizasyonu engellediği ve minede mineral kazancı sağlayarak remineralizasyona katkı sağladığı gözlenmiştir. Bu üç materyalin mine mikrosertliğine katkılarının fissür örtücü marjinlerinden 20-50-80 μm derinliklerde birbirleriyle kıyaslanabilir olduğu tespit edilmiştir.

Her iki inceleme yönteminden elde edilen bulgularda da; ACP, cam karbomer ve cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin uygulandığı A, G ve F gruplarının, okluzal yüzeylerde minede mineral kaybını inhibe etme ve remineralizasyon etkinliklerinin, flor salınımı yapabilen rezin sistemlerin uygulandığı C ve N gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Her iki inceleme yönteminden elde edilen bulgularda da; C grubuna uygulanan flor salınımı yapabilen rezin esaslı fissür örtücü materyalin (Conseal-F) demineralizasyona direnç etkinliğinin, N grubuna uygulanan flor salınımı yapan akışkan kompozit rezinden (Natural Flow) daha iyi olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak, amorf kalsiyum fosfat içerikli ve iyonomer bazlı fissür örtücülerin minede remineralizasyon etkinliği, flor salınımı yapabilen rezin sistemlerden daha başarılı bulunmuştur. ACP içerikli ve cam karbomer içerikli fissür örtücü materyallerin diş sert dokuları üzerinde etkinliklerinin değerlendirildiği az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu materyallerin remineralizasyon etkinliklerinin farklı analiz methodlarıyla değerlendirildiği hem in-vitro hem in-vivo koşullarda daha çok araştırma yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Remineralizasyon, fissür sealant, amorf kalsiyum fosfat, cam karbomer, mikrosertlik, SEM-EDX

ABSTRACT

In Vitro Investigation of the Contribution of Current Fissure Sealant Materials to Enamel Remineralization

The present study aimed to contribute to preventive dentistry by evaluating demineralization resistance and remineralization abilities of current and experimental fissure sealant materials using actual and modern analysis methods.

The remineralization capacity of fissure sealant materials to occlusal enamel was evaluated in a two-part study using two different in vitro methods: the microhardness method and SEM-EDX analysis. The experimental groups were; Group-A: Amorphous calcium phosphate (ACP) containing fissure sealant applied group (Aegis, Bosworth), G: Carbomer and fluorapatite-reinforced glass ionomer-based fissure sealant applied group (GCP Glass Seal, GCP), F: High fluoride-releasing glass ionomer-based fissure sealant applied group (Fuji VII / Triage, GC), C: Fluorid-supported, long-term fluor-releasing resin-based fissure sealant applied group (Conseal F, SDI), N: Fluor-releasing flowable composite resin (Natural Flow, DFL) applied group, Group S: Control group consisting of intact teeth not subjected to any treatment and Group D: Control group composed of teeth not subjected to fissure sealant but subjected to pH cycle. Six groups (S, A, F, G, C, and N, with $n = 15$ in each group) were evaluated using the microhardness method, and seven groups (S, A, F, G, C, N, and D, with $n = 10$ in each group) were evaluated using the SEM-EDX analysis. The pH cycle model was used to form artificial caries, with the samples exposed to different pH cycles for 24-h periods for 14 days. Buccolingual sections were then taken from each tooth, and cross-sectional microhardness measurements were obtained from three depths (20, 50, and 80 μm) of the fissure margins and buccal window sections in the six experimental groups (S, A, G, F, C, and N). To examine the mineral content of the fissure bases of the seven experimental groups (S, A, F, G, C, N, and D), total atomic and weight percentages (% at and % wt) of seven elements (Ca, P, F, O, C, Na, and Si) were calculated, and the % Ca/P ratios of the groups were then evaluated by SEM-EDX analysis. A one-way variance analysis was conducted to evaluate differences between the averages of the independent groups. Tukey's HSD test was

used for multiple comparisons, and % 95 confidence intervals were applied in the statistical analysis tests. A value of $p < 0.05$ was considered statistically significant.

According to the results of the microhardness and SEM-EDX analyses, ACP (Aegis), glass carbomer (GCP Glass Seal), and glass ionomer-containing fissure sealant (Fuji, Triage) materials applied in groups A, G and F inhibited demineralization on occlusal surfaces during the pH cycle and contributed to remineralization on the enamel. The contribution of these three materials to enamel microhardness was comparable at depths of 20, 50, and 80 μm from the fissure sealant margins.

The findings of both the microhardness measurements and SEM-EDX analysis showed that the remineralization abilities and enamel demineralization inhibition of the materials applied in groups A, G, and F were statistically significantly higher than those of the fluor-releasing resin systems applied in groups C and N. The results of both analyses demonstrated that the demineralization resistance activity of the fluor-releasing resin-based fissure sealant (Conseal-F) applied in group C was better than the fluor-releasing flowable composite resin (Natural Flow) applied in group N.

As a result, the remineralization capacity on enamel of amorphous calcium phosphate and ionomer based fissure sealants were found more effective than flour-releasing resin systems. There are few studies evaluating the efficacy of ACP-containing and glass carbomer-containing fissure sealant materials on tooth hard tissues. We consider that more researches are needed that the remineralization activities of those materials are evaluated by different analysis methods in both in-vitro and in-vivo conditions.

Key words: Remineralization, fissure sealant, amorphous calcium phosphate, glass carbomer, micro-hardness, SEM-EDX

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüzde, diş hekimliği pratiğindeki birçok kavram modern teknolojinin sağladığı olanaklar sayesinde yeniden tanımlanmaktadır. Tedavi amacı ile kullanılan materyal ve yöntemlerde görülen gelişmelere paralel olarak; dişlerin çürükten korunması, yeni başlamakta olan çürüklerin kavite oluşumu öncesi tespitine yönelik tanı araçlarının geliştirilmesi, diş sert dokularının remineralizasyon prosedürleriyle eski sağlığına kavuşturulabilmesi ve mümkün olduğunca minimal invaziv yaklaşımlar, koruyucu diş hekimliğinde özellikle son yıllarda üzerinde hassasiyetle durulan ve yeni gelişmelerin görüldüğü önemli bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çürükten etkilenen diş yüzeylerinin %85' inden fazlasını okluzal yüzeyler oluşturmaktadır. Genel olarak dişlerdeki toplam yüzeylerin %12,5' ini teşkil etmelerine rağmen dişlerin okluzal yüzeyleri pit ve fissürlerden oluşan karmaşık morfolojileri nedeniyle çürük oluşumuna en yatkın bölgelerdir. [1]

Derin ve dar fissürlerde etkin mekanik temizliğin fırçalama ile yapılamaması ve bu bölgelerde tükürüğün temizleyici etkisinin sınırlı kalması, pit ve fissürlerde besin artıkları ve bakteriler için ideal bir retansiyon alanı oluşmasına neden olmaktadır. Hastaların beslenme alışkanlıkları konusunda bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi, oral hijyenin öneminin anlatılarak bu konuda eğitim verilmesi koruyucu diş hekimliği programlarının ilk basamağıdır. [2, 3] Günümüze kadar okluzal yüzey çürüklerinin engellenmesi amacıyla başlıca kullanılan diğer koruyucu yöntemler; antimikrobiyal ajanlar, amorf kalsiyum fosfat içerikli ürünler, florür uygulamaları, cikletler, şeker alkolleri ve fissür örtücüler olarak sıralanabilmektedir. [4]

Gün boyunca dişlerin mine yüzeylerinde, plak ve tükürük arasında belirli bir denge içerisinde devam eden bir iyon değişimi vardır. Bu değişim demineralizasyon ve remineralizasyon döngüleriyle ifade edilir. Demineralizasyon; oral pH' ın kritik ph seviyesinin (ph: 5,5) altına düşmesine bağlı olarak diş dokusunda meydana gelen mineral kaybı olarak tanımlanmaktadır. [5] Plakta oluşan asitlerin zamanla tükürük tarafından tamponlanması ile birlikte, plak pH' sı yükselerek nötr hale gelir. Plak pH' sı nötr hale geldiğinde mineden çözünen mineraller nedeniyle plak ve tükürük daha

doymuş bir hal alır. Bu noktada çözünen mineraller tekrar mine yüzeyine çökelmeye başlarlar ve remineralizasyon gerçekleşir. Çürük, demineralizasyon ve remineralizasyon konularıyla ilgili yapılan çalışmalarda, karyojenik bakterilerle kontakta geçen ilk diş katmanı olması sebebiyle en çok mine dokusu üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bunun yanı sıra maturasyon sonrası büyüme ya da kendini tamir etme yeteneği olmayan bir doku olması özelliği, demineralizasyon açısından mineyi daha kritik bir noktaya taşımaktadır. [6] Bu konudan hareketle, çürük lezyonlarının başlangıç aşamasında tespit edilip aktif lezyonları durdurularak, remineralizasyonu arttıran, demineralizasyonu inhibe eden farklı koruyucu tedaviler üzerinde çeşitli çalışmalar yapıldığı gözlenmektedir. [7-9]

Dişleri çürük oluşumuna karşı dirençli hale getirmek ve başlangıç lezyonlarının mineralizasyonunu sağlamak amacıyla yapılan profilaktik uygulamalar arasında geçmişten bugüne en yaygın kullanım bulan yöntem florit uygulamaları olmuştur. [10] Sistemik ve topikal olarak farklı şekillerde uygulanabilen floritler, mine yüzeyinde meydana gelen iyon değişimi vasıtasıyla minenin asitlere karşı daha dirençli olmasını sağlayıp, minenin maturasyon seviyesini artırarak çürük oluşumunu azaltırlar. Başlangıç dönemindeki erken çürük lezyonlarında ise remineralizasyonu uyararak bu lezyonların geri dönüşümünü sağlamada ve mevcut lezyonun ilerlemesini önlemede etkindirler. [11, 12] Florür iyonlarının ayrıca mikroorganizmalar üzerinde inhibisyon yaparak antibakteriyel etki göstermesi de ağızdaki remineralizasyon-demineralizasyon dengesini olumlu yönde etkileyerek çürük oluşumunu önlemede faydalı olur. Florit uygulamaları ile diş çürüğü arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok çalışmada, floridin çürük prevalansında önemli oranda azalma sağladığı rapor edilmiştir. Fakat floritlerin, pit ve fissür çürüklerinde düz yüzeylerde olduğu kadar etkili olmadığını gözlenmiştir. Bu durum derin fissürlerin floridin etkisinden yeterince faydalanamaması ile ilişkilendirilmiştir. [13] Bu bağlamda, çürüğe yatkın olan oklüzal yüzeylerdeki pit ve fissürlere bağlanarak, bakteriler ve besin kaynağı arasındaki bağlantıyı kesen, arada bir bariyer oluşturan fissür örtücüler gündeme gelmiş olmakla beraber bu konu hakkında yapılan çalışmalar hala güncelliğini korumakta ve günümüzde fissür örtücüler oklüzal yüzey çürüklerinin önlenmesinde en etkin koruyucu uygulamalar olarak kabul edilmektedir. [14]

Pit ve fissür çürüklerinden korunmada, oral hijyen alışkanlıkları, florit uygulamaları ve diğer yöntemlerin yeterli olmaması, fissür örtücü materyallerin pit ve fissür çürüklerini önlemedeki etkinliklerinin anlaşılmasını, kullanımlarının yaygınlaştırılmasını ve bu materyalleri geliştirmeye yönelik arayışların devam etmesini sağlamıştır. [15]

Bu çalışmada da güncel analiz yöntemleri kullanılarak, mevcut ve deneysel aşamadaki fissür örtücü materyallerin okluzal yüzeylerde demineralizasyona direnç ve remineralizasyon etkinliklerinin değerlendirilmesi ile koruyucu diş hekimliğine katkıda bulunmak amaç edinilmiştir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Mine Dokusu ve Histolojik Yapısı

Mine, ameloblastlar tarafından üretilen mineralize olmuş epitelyum kökenli bir dokudur. [16] Vücudun en sert dokusu olma özelliğini taşıyan minenin, ağırlıkça %95' i inorganik bileşenlerden, %1' i organik bileşenlerden ve %4' ü sudan oluşmaktadır. [17] Hacimce % 85' i inorganik yapıdan, kalan kısmı su, protein ve lipitten meydana gelmektedir. [18]

Sert ve translusent yapıdaki mine dokusu dişin tüm kuronunu örterek anatomik kuronun sınırlarını belirlemekte; dentin, pulpa gibi canlı diş dokularını korumakta; sertliği sayesinde gıdaların uygun şekilde küçültülerek parçalanmasını sağlamaktadır. [19] Mine, içerisindeki mikrokristal yapının düzeni, kimyasal kompozisyonu, histolojik özellikleri gibi faktörlere bağlı olarak ortalama 250-360 VHN (Vickers Sertlik Değeri) ya da 270-350 KHN (Knoop Sertlik Değeri) gibi yüksek değerlerde mikrosertliğe sahip bir dokudur. Mine mikrosertliği, mine-dentin sınırından mine yüzeyine doğru artış göstermektedir. [20] Mine kalınlığı, tüm diş yüzeyinde aynı değildir. Dişlerin okluzal ve insizal bölgelerinde kalınlık en fazla olup, kole bölgesine kadar azalarak devam etmektedir. Posterior dişlerin gelişimsel tüberküllerinin birleşim bölgesinde mine kalınlığı genellikle azalmakta hatta bazen birleşim bölgesinin tam kaynaşmamış olduğu fissürlerde sifıra yaklaşmaktadır. [19]

Ameloblastlar tarafından sentezlenen mine; salgı, geçiş ve olgunlaşma evresi olmak üzere üç ana evrede oluşturulur. [21]

Salgı Evresi: Bu evrede ameloblastlardan, hidroksiapatit kristalleri içerisinde bir iskelet oluşturan mine matriks proteinleri büyük oranda salgılanmakta ve mine matriksinin büyük bir kısmı oluşmaktadır. [22] Hidroksiapatit kristalleri yeni salgılanan bu matrikste hızlıca şekillenir. Fakat kristaller bu erken safhada uniform şekil ve boyutta değildir ve henüz prizmalar şeklinde düzenlenmemişlerdir. [23] Yapılan bir araştırmada minenin erken mineralizasyon safhalarında ilk mineral fazın amorf kalsiyum fosfat olarak şekillendiği ve daha sonra kristalin apatite dönüştüğü bildirilmiştir. [24] Ameloblastlar, olgunlaşmamış mineral kristallerine gömülü protein

matriksini geride bırakarak dentin yüzeyinden çekilirler ve salgılama devam eder. Bu evrede, daha sonra diş ağız ortamıyla temas haline geçtiğinde minenin kimyasal davranışını etkileyecek olan bazı mineral bileşenler de yapıya katılmaktadır. Minenin bu erken döneminde dentine yakın oranlarda yüksek magnezyum ve karbonat iyonları içerdiği rapor edilmiştir. [23]

Geçiş Evresi: Ameloblastlar mine yüzeyine yaklaştıkça, matriks sekresyonu yavaşlar ve sonunda durur. Salgı sırasındaki matriks çekilmesi daha belirgin hale gelir ve yerini alacak olan su miktarı dokuda önemli oranda artmaya başlar. Bunun sonucu olarak da doku içerisinde geniş poroziteler oluşur. Geçiş evresinde, minenin derin tabakalarındaki kristaller büyümesine rağmen, dokulardaki ortalama mineral içeriğinin önemli ölçüde değişmediği gözlenmektedir. [23]

Olgunlaşma Evresi: Bu evrede ameloblastlar mine mineralizasyonu ile sonuçlanan mine matriks proteinlerinin degradasyonundan sorumludur. [22] Minede mineralizasyon tamamlandığında organik matriks bozulmaya uğrar ve ortadan kaldırılır. Ameloblast hücrelerinde periyodik morfolojik değişiklikler ve hücre fonksiyonlarındaki major değişiklikler olgunlaşma evresinde meydana gelmektedir. Bu değişiklikler iyon taşınmasıyla (kalsiyum, fosfat, bikarbonat vb.), endositoz ve pH'ı kontrol eden hücre işleyişleriyle ilişkilidir. Bu evrede salgı aktivitesi azalır ama tamamen sonlanmaz. Prizmatik şeklindeki epitelyal ameloblastlar fonksiyonlarını kaybedip küçülerek kübik şekil alırlar. Son olarak da mine yüzeyinde diş erupsiyonu sonrası bir film tabakası oluştururlar. [25]

Minenin oluşumundan sorumlu olan ameloblastların diş kurunu tamamlandıktan sonra fonksiyonel yeteneklerini kaybetmelerinden ötürü, formasyon sonrası mine dokusu kendini onarma özelliğine sahip değildir. [19] Bununla birlikte mine, küçük moleküllü asitleri, kalsiyum, florür ve fosfat gibi çeşitli iyonları ölçülebilir oranda yapısına alacak kadar poröz yapıya sahip bir dokudur. Bu yapısından dolayı demineralizasyon ve remineralizasyon potansiyeli gösterir. [26]

Yapısal olarak mine; mine prizmasından, prizma kınından ve interprizmatik matriksten meydana gelmektedir. Mine prizmaları, mine-dentin sınırından minenin dış yüzeyine kadar uzanan, birbirine çok yakın hidroksiapatit kristallerinin oluşturduğu

organize olmuş yapılardır. Yaklaşık 1000 hidroksiapatit kristali demetler şeklinde düzenlenerek mine prizmalarını oluşturur. Hidroksiapatit (HA) kristallerinin uzun eksenleri prizmaların uzun eksenlerine paralel konumlanmıştır. Bu prizmalardan enine kesit alındığında, yapının bir baş ve bir kuyruk kısmı olan anahtar şeklinde olduğu gözlenmektedir. Bu prizmalar dış yüzeye yatay ve dikey doğrultudaki dalgalar şeklinde uzanmaktadır. [19] Mine prizmalarının histolojik yapıları ve prizmalardaki kristallerin doğrultuları mine çürüğünün bu alanda gelişimini etkiler. Mine prizmaları arasında interprizmatik alan denilen boşluklarda organik madde ve sudan oluşan matriks mevcuttur. [18]

2.1.1. İnorganik Komponent

Minedeki mineral miktarı, salgı evresinde ağırlık olarak yaklaşık %24- %36 oranında artar. Olgunlaşma evresinin başlamasından kısa bir süre sonra bu oran %48'e yükselir, proteinlerin büyük bir kısmı yıkıldıktan sonra da %95'e ulaşır. [16] Olgun bir mine, ağırlık olarak yaklaşık %95 mineral içeriğiyle vücuttaki kemik, dentin, sement, kıkırdak gibi diğer mineralize dokulardan daha sert bir yapıya sahip olan vücudun en sert dokusudur. [27]

Minenin mineral yapısının hacmi ise salgı evresinde %5 ile %9 arasındadır. Mine içeriğinden tüm proteinlerin yaklaşık yarısı kaybolduğunda bu hacim %20'ye ulaşır ve daha sonra proteinlerin büyük çoğunluğu kaybolunca, mineral hacmi kısa sürede iki katına çıkarak %40'a ulaşmaktadır. Olgun bir minede ise mineral fazı hacim olarak minenin yaklaşık %70-80'ini oluşturmaktadır. [24]

Dişin inorganik kısmının temeli, Ca, P, CO₂, Mg iyonlarından meydana gelmektedir. Ayrıca inorganik yapıda eser miktarda Na, Cl, Zn, Br, Tl, Cu, Au, Ag ve Si elementlerinin de bulunduğu bildirilmiştir. Cu, Mn, Se, Cd ve Pb çürüğü teşvik eden F, Br, Zn, Li, P ve Mg ise çürüğü önleyen elementler olarak bilinmektedir. [28, 29]

Diş minesinin temel mineral yapılarını kalsiyum hidroksiapatit ve oktakalsiyum fosfat oluşturur. [30, 31]

Kalsiyum hidroksiapatite ait kimyasal formül; Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂ şeklindedir. Fakat minenin mineral yapısı, apatit kafesine HPO₄⁻², CO₃⁻², Na⁺, F⁻, gibi diğer

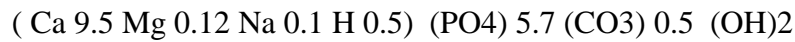
iyonlar da katıldığı için ideal hidroksiapatitten biraz farklıdır. Kalsiyum hidroksiapatit sıkı paketlenmiş altıgen levhalar halinde düzenlenmiş büyük fosfat iyonlarının egemen olduğu bir yapı olarak tarif edilir. Daha küçük olan kalsiyum ve hidroksil iyonları bunların arasındaki açıklıklara yerleşir. Fosfat iyonları, dış minesinde yerini bir diğerine bırakmaya en az maruz kalan iyonlardır. Bunları kalsiyum ve hidroksil iyonları izler. [17]

HAP, atom ya da molekül yarıçapı birbirine yakın olan iyonların yer değiştirmesiyle molekül yapısına farklı elementleri katabilme özelliğine sahiptir. Doğada Ca yerine geçebilen elementler; Mn, Pb, Se, Tl ve Sr'dur. Hidroksil grubu da F iyonu ile yer değiştirebilmektedir. Hidroksil grubu ile halojenler arasındaki yer değişimi hidroksiapatitin yapısını etkilemektedir. Hidroksiapatitin erirlik katsayısı $1,6 \times 10^{-56}$ iken florapatitin erirlik katsayısı $3,98 \times 10^{-51}$ olarak bildirilmiştir. Bu da fluorapatitin asitlere karşı daha dirençli bir yapı olması anlamına gelmektedir. [26]

Hidroksiapatit kafesi içerisine hidrojen, fosfat, karbonat ve magnezyum gibi iyonların dahil olması, apatitin daha az kararlı ve daha çözünür bir yapıda olmasına neden olmaktadır. [31]

Mine karbonatlanmış kalsiyum hidroksiapatit kristallerinden oluşan aselüler bir dokudur. Karbonatlanmış HA, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4, \text{CO}_3)_6(\text{OH})_2$ memelilerin özellikle kemik ve dişlerinde en çok üretilen fosfat mineralidir. Karbonatlanmış apatit kristalleri ortalama 50 nm genişliğinde 25 nm kalınlığındadır. Heksagonal yapıya sahip apatit kristallerinin uzunlukları ise genelde 100 nm den fazladır. [32]

Hidroksiapatitin moleküler şeması: [28]



Karbonat (CO_3^{2-}), mine kristallerinin ağırlıkça %3-4' ünü oluşturmaktadır. Karbonatın yaklaşık %10-15' i hidroksil iyonlarının; geriye kalan %85 -90' ı da PO_4^{3-} iyonlarının yerini almaktadır. [17] Karbonatın hidroksiapatit yapısına katılması apatitin çözünürlüğünü arttırmakta ve kristal boyu ve kristal biçimi itibariyle fiziksel özelliklerini değiştirmektedir. [18] Dentinde (%5,5) mineden (%3-4) daha yüksek

oranda bulunması, dentin kristallerini asit ataklarına karşı daha duyarlı hale getirmektedir. [33]

Mine apatiti ile ideal hidroksiapatit arasındaki bir fark da HPO_4^{2-} 'ın yerini PO_4^{3-} 'in almasıdır. Sekretuar minenin en dış katmanındaki mineralize bölümde bulunan fosfat "asit fosfat" (HPO_4^{2-}) formundadır ve tahminen oranı %22 dolaylarındadır. Daha olgun katmanlar incelenip derinlere inildiğinde bu oranın önce %15'e sonra %11'e düştüğü gözlenmektedir. Mine kristallerinin büyüyen uçları apatit kafesine daha sonra PO_4^{3-} 'e dönüşecek olan önemli miktarlarda asit fosfat (HPO_4^{2-}) dahil etmektedir. [17]

Magnezyum, hidroksiapatit kristalinin büyümesini engelleyen ve yapının kristalinitesini zayıflatan bir iyon olarak bilinmektedir. Minedeki magnezyum konsantrasyonu o derece azdır ki, apatit kafese hiçbir şekilde katılamayacağı savunulmuştur. Fakat hidroksiapatiti kontamine eden non-apatitik fazlarda eser miktarlarda mevcut olduğu gözlenmiştir. [23] Kalsiyum gibi iki değerliği olan bir katyon olan Mg^{+2} 'nin mine kristalleri üzerine olan absorpsiyon afinitesi, Ca^{+2} ' un $1/2-1/3$ ' ü kadardır ve bu değer kristallerin olgunlaşma derecesini belirgin olarak değiştirmeyecek bir değerdir. Magnezyum, apatit kafesteki pozisyonlar için kalsiyumla yarışan bir iyondur ancak magnezyumun kalsiyumun yerini almasını sınırlayan iki unsur vardır; birinci unsur magnezyumun atomik çapının kalsiyuma kıyasla oldukça küçük olması; ikinci unsur ise kristal yapıya ilave olmanın öncesinde serbestlenmeye ihtiyaç gösteren su moleküllerine yüksek afinitesi bulunmasıdır. [17, 30]

Mine, yapısında düşük konsantrasyonlarda florit ihtiva etmekte olup bu içeriğin miktarı daha sonra dışarıdan florid alımıyla artmaktadır. Florohidroksiapatit bileşiminde, florit iyonları hidroksil iyonlarının yerini almış ve komşu hidroksil iyonlarına hidrojen bağı ile bağlanmışlardır. [18] Bu hidrojen bağları ve hidroksil iyonlarının bir sütunda hizalanışlarının bozulmaya yatkın olması, saf hidroksiapatite ya da florapatite kıyasla florohidroksiapatiti daha kararlı hale getirmektedir. Daha kararlı olan yapı minenin aside karşı dirençli olmasını sağlamakta ve dolayısıyla da çürüğe yatkınlığı azaltmaktadır. Florit dağılımına bakıldığında yüzeydeki minenin,

yüzey altı mineye kıyasla oldukça yüksek florit konsantrasyonu içerdiği görülmektedir. [17]

Minenin yüzeye yakın kısmında inorganik maddeler daha yoğunken dentine doğru yaklaştıkça organik madde yoğunluğu artmaktadır. [30]

2.1.2. Organik Komponent

Olgun matür bir minedeki organik madde miktarının ortalama %1 oranında olduğu bildirilmiştir. Minenin organik komponenti protein, lipid ve karbonhidratlardan meydana gelmektedir. Mine matriksinde mine proteinlerini oluşturan yaklaşık 16 çeşit amino asit saptanmıştır. Bütün aminoasit tutarının 1/4' ü prolin olmak üzere sırası ile metionin, histidin ve tryosin başta gelen aminoasitlerdir. [29]

Proteinler, olgun bir minede total mine ağırlığının %1' inden daha azını oluştursa da mine formasyonunun salgı evresinde protein oranının %30 'larda olduğu bilinmektedir. Salgı evresinde ameloblastların salgıladığı proteinlerin çoğunu amelogenin, enamelin ve ameloblastinler oluşturmaktadır. [16, 34]

Bu proteinlerden amelogenin, ameloblastların baskın salgı ürünüdür ve mine matriksinin %90' ından fazlasını oluşturur. Minenin normal gelişimi için gerekli olan amelogeninler, kristal şeritler arasındaki boşlukları doldurarak onları bir araya getirir, ayırır ve desteklerler. Enamelin ve ameloblastin gibi non-amelogenin mine matriks proteinlerinin de mine formasyonunda kritik rol oynadığı belirtilmiştir. [35, 36]

Enamelin de amelogenin gibi sekretuar kalsiyum bağlayıcı fosfoprotein (SCPP) gen ailesine ait bir proteindir. Mine formasyonunun üç ana aşaması boyunca sentezlenir fakat sekresyonu amelogenin sekresyonundan önce sonlanır. [25] Amelogeninler hidroksiapatit kristallerinde çekirdek büyümesini geciktirmezken, enamelinler bu olayı bariz biçimde geciktirip önlerler. [17]

Ameloblastinlerin ameloblast hücre diferansiasyonunu kontrol ettiği düşünülmektedir. Ameloblast tabakasında belirgin bir patoloji ve birleşim epitelinde bir defekt olduğunda bu proteinlerin mine oluşumunda kritik bir rol oynadığı kabul edilmektedir. [25]

Amelotin: Amelotin en son keşfedilen mine proteindir ve fonksiyonu henüz tam olarak açıklanamamıştır. Amelotinin mine matriksi ve ameloblastlar arasındaki bazal laminanın bir komponenti olarak ameloblastların olgunlaşma evresinde sentezlendiği ve birleşim epitel hücreleri çevresindeki alanda mevcut olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte son çalışmalarla amelotinin diğer mine ekstraselüler matriks proteinleri gibi mine gelişiminin salgı evresi boyunca sentezlendiği ve lokalizasyonunun bazal lamina ile sınırlı olmadığı da ortaya konulmuştur. [37]

Biglikan: Biglikan proteini mine proteinlerini sabitlemede rol oynaması muhtemel olan küçük bir proteoglikandır. Amelogenin, ameloblastin ve enamelin ile etkileşimde olduğu tespit edilmiştir. [35]

Tuftelin: Tuftelin mine matriksi ve mine-dentin bileşiminde mevcut olan asidik bir glikoproteindir. Tuftelinin mine matriksindeki fonksiyonu tam olarak bilinmemektedir fakat diş gelişimi boyunca başlangıç nükleasyonuna dahil olduğu ve kalsiyum bağlama alanı ve fosforile kalıntı içerdiği öne sürülmektedir. [23]

2.2. Demineralizasyon

Oral biyofilmdeki mikroorganizmaların karbonhidratları metabolize etmeleri sonucu ortaya çıkan organik asitler nedeniyle ağız ortamının pH' ı düşmektedir. pH 'daki düşüşe bağlı olarak diş sert dokularındaki özellikle kalsiyum ve fosfat minerallerinin çözünerek dişlerde mineral kaybı meydana gelmesi olayına demineralizasyon denir. [38] Demineralizasyonun başladığı ve kritik ph olarak nitelendirilen pH değeri ortalama 5.5 olarak bilinmektedir. [39]

Sağlıklı bir ağız ortamında demineralizasyon ve remineralizasyon olayları bir denge içerisinde. Ağız içi ph durumu, tükürük konsantrasyonu ve yapısı, diyetle karyojenik gıdaların alım sıklığı, florür ve diğer kimyasalların ortamdaki varlığı, demineralizasyon ve remineralizasyon arasındaki bu dengenin bağlı olduğu faktörlerin başında gelmektedir. [40, 41]

Ağız ortamında sürekli düşük pH ve yüksek karyojenik bakteriyel aktivite sürecinin devamlılığı dengelyi demineralizasyon yönünde değiştirmektedir. Fermente

edilebilir karbonhidratların sık tüketimi sonucunda biyofilmdeki karyojenik bakteri (S.mutans, laktobasil ve diğer türler) sayısı artmaktadır. [39, 42]

S. mutans başta olmak üzere viridians streptokoklar tarafından salgılanan dekstran sükröz ve levan sükröz enzimlerinin aktiviteleri sonucunda sükröz (disakkarit), glukozun ve fruktozun extrasellüler polisakkaritler olarak adlandırılan uzun polimer zincirlerine dönüştürebilmektedir. Oluşan bu polisakkarit yapılar dekstran (poliglükan) ve levan (polifrukta) olarak adlandırılmaktadır. [40] Dekstranlar (poliglükanlar), plak bakterilerinin birbirlerine ve plağın dış yüzeyine tutunmasını sağlamaktadır. Bu nedenle özellikle dişlerin düz yüzeylerindeki çürük lezyonlarının başlaması açısından önemli bir rol üstlenirler. Aksi halde plak adezyonunun olmadığı yani diş yüzeyinin plakla örtülü olmadığı durumlarda tükürüğün mekanik etkisiyle mikroorganizmaların uzaklaştırılması mümkün olabilmektedir. [43] Poliglükanların devamlı üretimi neticesinde plak kalınlığı da artmakta ve dental plak yapısında organik asit üretimi başlamaktadır. Plak pH değerinin diş yapısında demineralizasyonun başladığı noktaya düşmesiyle yani kritik pH' ya ulaşmasıyla birlikte, organik asitlerin oluşmuş pelikül yapısı boyunca mine yüzeyine difüzyonu gerçekleşmekte ve diş sert dokularındaki kalsiyum tuzları iyonize olup diş dokusundan uzaklaşmaktadır. [44]

Ayrıca hem dekstran hem de levan, artan organik asit üretimi sonucunda plak içerisinde glukoz ve fruktoza tekrar metabolize edilebilmektedir. Bu sebepten dolayı, sükröz hem plak matriksinin yapımında hem de diş yapılarında yıkıma neden olan organik asitlerin üretiminde kullanıldığı için karyojenik potansiyeli diğer şekerlere göre daha yüksektir. [45]

HAP, kendi kristal yapısına uyacak şekilde içerisinde farklı yabancı iyonlar bulundurabilmektedir. Yapıya katılabilen iyonlara florür, stronsiyum, selenyum, baryum örnek olarak gösterilebilir. [26] Hidroksiapatitin yapısına giren iyonların tipleri ve konsantrasyonları, mine dokusunun oluşumu sırasında ortamda var olup olmamalarına, dokuların bu iyonları çökeltme bölgesine geçirip geçirmemesine ve o esnadaki miktarlarına bağlı olarak değişmektedir. Bu yabancı maddelerden iki tanesi özellikle önem taşır: Karbonat ve florür. Bu iki iyon sürme öncesi diş dokularında çeşitli oranlarda katılabilmekte ve çözünürlüğü yüksek oranda etkilemektedir. [46]

Plakta meydana gelen asit ataklarını takiben ilk olarak kalsiyum floridin (CaF_2) çözüldüğü bildirilmiştir. Daha sonra çözünenin hidroksiapatit (HAP) ve en son florhidroksiapatit yapıda (FHAP) meydana geldiği belirtilmiştir. [33]

Normal şartlarda ağız sıvılarının (tükürük ve biyofilm sıvısı), mine mineral içeriğine göre doymuş konsantrasyonlarda kalsiyum ve fosfat içermesine ve demineralizasyondan korunmada doğal bir savunma mekanizması görevi üstlenmesine rağmen, devamlı organik asit üretimi sonucu ortamdaki H^+ iyon konsantrasyonundaki hızlı artış (100-1000 kat), sağlam yüzey ve yüzeyaltı minesinde HAP kristallerini çevreleyen gözeneklerde sıvı içine hidrojen iyonu difüzyonu için itici bir güç oluşturur ve kritik pH değerine ulaşıldığında minenin mineral yapısında çözünme olayı başlar. Bu süreç kalsiyum ve fosfatın yüzeyaltı mineden, doymamış hale gelen biyofilm üzerine hareketi sonucu yüzeyaltı minenin demineralizasyonu ile sonuçlanır. [27, 47] Düşük pH'da çevredeki sıvılarda (plak sıvısı gibi) doymuşluk veya aşırı doymuşluk koşullarının sağlanabilmesi için dolayısıyla daha yüksek oranlarda kalsiyum ve fosfata ihtiyaç duyulur. Tükürük bu oranların sağlanmasında belli koşullarda kalsiyum ve fosfat için iyi bir kaynak olabilmektedir. [47]

Mine yüzeyinin, sürme döneminde poröz bir yapıda olduğu bilinmektedir. Bu yapı sayesinde mine, difüzyon yolu ile çeşitli iyonların geçişine olanak sağlayabilmektedir. [48, 49] Atomik düzeyde organik asit molekülleri dış sert dokusunu oluşturan kristal yapıdaki hassas alanlara difüze olmaktadır. Asit ataklarından ilk etkilenen alanların inter-kristalin ve inter-prizmatik alanlar olduğu yani mine demineralizasyonunun ilk aşamasının interprizmatik mineral kaybı ile karakterize olduğu, sonraki aşamalarda erken çürük lezyonunu meydana getiren yüzey katmanını oluşturduğu bildirilmiştir. [6] Demineralizasyon başlangıcı olarak bilinen bu aşamada, daha az çözünebilir yapıya sahip olan floritli hidroksiapatit ve dikalsiyum fosfat dihidrat yapıları, minenin dış yüzeyine çökelmektedir. Bu süreç, ağız ortamı ile mine yüzeyi arasında bir denge sağlanıncaya kadar sürmektedir. Ancak ortam pH' sı asidik değerlerde kaldığı müddetçe demineralizasyon olayı devam etmektedir. [41]

Plak içerisinde üretilen asitler, diş minesi içerisinde yaklaşık 20-50 μm derinliğinde mikrokanallar oluştururlar. Bu derinlikte bir lezyon, minenin yüzey altı çözünmesine ve ilerleyen mineral kaybına bağlı olarak optik değişikliklere neden olur.

[50] Sağlam mine yüzeyi, beyaz ışık altında translüsent bir görünüm sergilerken demineralizasyona maruz kalmış bir mine yüzeyi, beyaz opak bir görünüme sahiptir. Plak pH' ında tekrarlayan düşüşlerin meydana gelmesi sonucunda bu minerallerin çözünmeye devam etmesiyle oluşan ve çürük lezyonunun başlangıcı olarak kabul edilen beyaz opak leke lezyonu , “white spot lesion” olarak adlandırılmıştır. [6] Lezyon histolojik olarak incelendiğinde, en erken mineral kaybının mine prizmalarının merkezinde meydana gelmesi, o bölgelerdeki düşük kristal yoğunluğu ile ilişkilendirilmiştir. İyileşme potansiyeline sahip olan bu lezyonlar önlem alınmadığı takdirde ilerlemekte ve mine yüzeyinde kavitasyon meydana gelebilmektedir. [41]

Klinikte tebeşirimsi beyaz renkte, opak lezyonlar olarak gözlenen erken mine çürüğü lezyonlarının, ortodontik tedavi sonrası görülme oranının çok sık olduğu bilinmektedir. Bu lezyonların oluşumu ve dişlerde görülme sıklığının maksiller lateral kesici ve mandibular birinci molar dişlerde en yüksek olduğu bildirilmiştir. [51]

2.3. Remineralizasyon

Remineralizasyon, çürük veya farklı nedenlerden dolayı mineden kaybedilen minerallerin tekrardan mine yüzeyinde birikmesi olarak tanımlanmaktadır ve bu terim redepozisyon, rehardening ya da mine tamiri ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. [26]

Ağız içerisinde gün boyunca çok sayıda demineralizasyon ve remineralizasyon süreci birbirini takip etmektedir. Normal şartlarda bu süreçler bir denge içerisinde. Asit atakları arasında yeterli zaman ve uygun koşullar olduğu takdirde oluşan demineralizasyonun etkileri geri dönebilmekte ve remineralizasyonla tamir mümkün olabilmektedir. [45, 52] Remineralizasyon sürecinde olay yeni kristal oluşumundan ziyade arda kalan kristal artıklarının üzerine yeniden bir yapılanma şeklindedir. [26]

Biofilm varlığı, hem opak lezyon oluşumunda hem de remineralizasyonda önemli bir yere sahiptir. Biofilm, yapısında bir yandan mikroorganizmaları barındırırken, aynı zamanda asit ve mineden çözünen kalsiyum, fosfat veya dışarıdan takviye edilen remineralize edici ajanlar için de bir rezervuar görevi görmektedir. Diğer taraftan da biofilm, remineralize edici ajanları inaktive edebilmekte, kompleks

oluşturabilmekte ya da onlarla reaksiyona girebilmektedir. [27, 48] Minenin optimal remineralizasyonu için mine yüzeyinin uzun süreli olarak düşük konsantrasyonda kalsiyum, fosfat ve florüre maruz kalması gerekmektedir. Biyofilm sıvısındaki kalsiyum ve fosfatla ya da fırçalamayla biyofilmin uzaklaştırılmasından sonra, tükürük kalsiyum ve fosfatıyla kaybedilen mineral kaybının redpozisyonunun doğrudan sağlanabildiği gözlenmiştir. [47, 53]

Demineralizasyonun tersine, remineralizasyon sırasındaki pasif taşınma; H⁺ iyon geçişiyle değil, Ca⁺² ve H₂ PO₄⁻ iyonlarının tükürük ve plaktan lezyon gövdesine doğru, konsantrasyonlarının tersi yönünde geçişleri ile mümkün olabilmektedir. Fizyolojik şartlarda oral sıvılar (tükürük ve biyofilm sıvısı), mine mineral içeriğine göre doymuş konsantrasyonlarda kalsiyum ve fosfat iyonları içerirler. Mine yüzeyinin iyon geçirgenliği özelliği sayesinde tükürükteki kalsiyum ve fosfat iyonları, interprizmatik aralıklar boyunca penetre olarak minenin biyolojik ve fiziksel özelliklerinde değişime neden olurlar. Bu değişimler, minenin olgunlaşması, permeabilitesinin azalması, başlangıç mine lezyonlarının remineralize olması ve asitler karşısındaki direncinin artması şeklinde gözlenir. [47]

Remineralizasyon sürecinde, tükürükteki kalsiyum ve fosfat iyon doygunluğunun yanı sıra bu iyonların yeniden çökmesinde katalizör etki gösterecek olan florun da ortamda var olup olmaması bu süreci etkileyen önemli bir faktördür. [33, 54] Çalışmalar, kaviteasyon gerçekleşmemiş başlangıç çürük lezyonlarının remineralizasyonu için gereken flor miktarının, çürük oluşumunun önlenmesi için gereken flor miktarından daha fazla olduğunu göstermiştir. Flor; minedeki hidroksiapatit yapı ile hızlı bir reaksiyona girebilmekte ve tükürük yapısında bulunan kalsiyum ve fosfat, flor varlığının yardımıyla mine yapısına difüze olarak demineralize alanlardaki kristal yapının remineralizasyonunu sağlayabilmektedir. [26, 38] Oluşan bu yeni yapılanma floritli hidroksiapatit ve florapatiti içermektedir ki bu kompozisyonlar asit ataklarına ve çürüğe karşı doğal minedeki hidroksiapatit yapısından daha yüksek direnç gösterir. Bu durum minenin mineral yapısını korumak için, ağız ortamında tükürük tarafından desteklenen doğal bir savunma ve koruma mekanizmasıdır. [41, 55] Buradan hareketle araştırmalarda çürük lezyonunun tamiri için oral sıvılardaki kalsiyum, fosfat veya florür konsantrasyonlarının artırılması

yoluna gidildiği görülmüştür. [41] Remineralize edici ajanlar vasıtasıyla alınan ve biyolojik olarak kullanılabilen eksojen kaynaklı, kalsiyum, fosfat ve florür dental plağın karyojenitesini de değiştirebilmektedir. [33]

Varolan bir mine çürüğünün yeniden remineralize olabilmesi, yüzeyde kavite oluşup olmamasına bağlıdır. [38] Mine dokusunda mineral yapının ilk çözülmeye başladığı süreden, bir sond ile teşhis edilebilecek düzeyde madde kaybının gerçekleşmesine kadar geçen sürenin 18-24 ay arasında değişebildiği, bununla beraber bu sürecin bazı nedenlerle hızlanıp yavaşlayabileceği bildirilmiştir. Kavite oluşmadığı opak mine lezyonlarında, minenin prizmaları normal kristalin yapısını kaybetmemiştir. [50] Remineralize olmuş bir çürük lezyonunun histopatolojik analizi yapıldığında, yeni yapılanma sonrası oluşan mine kristallerinin, sağlam mine kristallerinden daha büyük ve mineral miktarının fazla olduğu fakat bu kristallerin orjinal kristaller kadar mükemmel olmadığı, sağlam mine kristalleri gibi birbirlerine paralel olarak dizilmek yerine oldukça dağınık ve rastgele dizildikleri bildirilmiştir. Mineral yoğunluğunun ise hiçbir zaman sağlam mine seviyesine geri dönemeyeceği belirtilmiştir. [26]

Karbonhidrat tüketiminin azaltılması, plak içerisindeki karyojenik bakterilerin sayısının düşük olması, tükürük tamponlama kapasitesinin ve akış hızının yüksek olması, tükürükte inorganik iyonların yüksek oranda bulunması, lezyonun derinliğinin az olması ve aktif olmaması, floritlerin kullanımı ve etkili mekanik temizleme, remineralizasyon sürecini hızlandıran faktörlerdir. [48, 55]

Geçmişten günümüze yapılan araştırmalarda, çeşitli ajanlarla remineralizasyon sağlanmaya çalışılmaktadır. Fakat çürük riskini azaltıcı yönde uygulanacak girişimlerin yanı sıra çürük etyolojisine yönelik uygulamaların da remineralizasyon sürecinde önemli bir yere sahip olduğu belirtilmiştir. Tükürük miktarının azaldığı veya karyojenik bakteriyel atağın arttığı durumlarda, ağız ortamının normal tamir süreçlerinden olan remineralizasyonun, çürük gelişimi sürecini durdurmakta ve tersine çevirmekte yetersiz kaldığı bildirilmiştir. [6, 39, 45]

2.4. Minede Başlangıç Çürük Lezyonu Oluşumu

Diş çürüğü, kalsifiye dokuların lokalize çözünmesiyle başlayıp ileri aşamalarda yıkımıyla sonuçlanan, diyet, dental plak ve konağa ait faktörler (diş yüzeyi, tükürük ve kazanılmış pelikül gibi) arasındaki etkileşimleri içeren multifaktöriyel enfeksiyöz bir hastalıktır. [44, 45]

Minede stabil bir durumda kristallerin hemen yakınında, çevresindeki sıvı ile denge sağlamak için yeterli miktarda Ca^{+2} , PO_4^{3-} , O^{-2} ve F^{-} iyonları bulunur. Çevresel sıvıların doygunluk derecesini birincil olarak bu iyonların (aktif) konsantrasyonları (faaliyetleri), ikincil olarak da hidroksiapatitin çözünürlüğü (undersaturation) ya da minede çevreden mineral birikimi (supersaturation) belirler. Dişi çevreleyen plak içinde H^{+} konsantrasyonunun artması (düşük pH), OH^{-} konsantrasyonunu azaltır. İlâveten H^{+} iyonları plak sıvısı içindeki fosfat iyonlarını protonlayarak özellikle H_2PO_4 oluşturur. Çünkü PO_4^{3-} konsantrasyonu düşük pH'da azalır, fosfat iyonları ve hidroksil iyonları yüzey çevresinde solüsyonun dengesini sağlamak amacıyla dıştan çözünür. Bu süreç sonuç olarak nötralliği korumak için diş sert doku yüzeyinden kalsiyum salınımı ile diş mineral yapısının zayıflamasına neden olur. [6, 27]

Pit ve fissürler, aproksimal ve servikal diş yüzeyleri çoğunlukla dil, yanak ve tükürükle sağlanan doğal temizliğin yetersiz kaldığı bölgelerdir. [56, 57]

Dişte çürük riski yüksek bu tip alanlarda biyofilm tabakası oluşumunu takiben birinci haftada, hava ile kurutma sonrasında minede klinik bulgu olarak herhangi bir değişiklik meydana gelmemektedir. Bunun yanı sıra histolojik olarak incelendiğinde mine dış yüzeyinde meydana gelen çözümler sonucunda, yüzeyde porözitenin arttığı ve kristaller arası boşlukların genişlemeye başladığı gözlenmektedir. Süreç içerisinde ikinci haftada, yüzeylerde mikrobiyal plak birikiminin artması ile diş hava ile kurutulduğunda minedeki değişiklikler klinik olarak gözle görülebilir hale gelir ve mine yüzeyinde izlenen bu opak görüntü çürük oluşumunun ilk klinik belirtisi olan başlangıç çürük lezyonu olarak adlandırılmaktadır. [6, 58] Demineralizasyon sonucu oluşan aşırı yüzeyaltı porözitesi nedeniyle saydamlığın kaybedilmesinden dolayı bu tip lezyonlara 'white spot' ya da 'beyaz nokta lezyonu' da denilmektedir. İlerleyen süreçte üç ve dördüncü haftalardan sonra, havayla kurutulmadan da diş yüzeyi beyaz-

mat-opak bir biçimde görülebilmektedir. Histolojik olarak, yüzey altı demineralizasyon alanının belirginleştiği ve kristaller arası difüzyon kanallarının daha da genişlediği gözlenmektedir. [19, 41]

Başlangıç çürük lezyonlarında, dokusal bütünlüğün devamlılığını sürdürdüğü, bozulmamış mine üst yüzey bölgesinin histolojik görüntüsü, çürük gelişiminin basit bir demineralizasyon sürecinden ibaret olmadığını, sürekli değişim gösteren onarım ve yıkım süreçlerinden meydana geldiğini göstermektedir. [59] Yüzey tabaka sertlik bakımından sağlam mine yüzeyine benzerlik gösterir. Bu tabaka bir difüzyon ortamı yaratarak minenin içine ve dışına hareket eden minerallerin geçişine izin vermekte ve daha düşük oranda su ve karbonat ile yüksek oranda eser element içermektedir. [6, 26] Normal koşullardaki dental plak kalsiyum ve fosfata doymuş olduğu halde, asit üretimiyle beraber hidrojen iyonlarındaki hızlı yükseliş sonucunda bu iyonların sağlıklı yüzey ve yüzeyaltı tabakadaki hidroksiapatit kristallerini çevreleyen porlar içindeki sıvıya difüzyonu söz konusudur. [47, 48] Bu süreçte kalsiyum ve fosfat mine yüzeyine doğru hareket ederek yüzeyi örten biyofilmde birikmekte ve bu durum yüzeyaltı mine tabakasının demineralizasyonu ile sonuçlanmaktadır. Yüzeyi örten pelikül ve biyofilmin kalsiyum ve fosfat açısından doymuş halde bulunması bu iyonların büyük bir kısmının tekrar yüzeye çökerek yüzeyel minenin intakt kalmasını sağlamaktadır. Diğer yandan da dış ortamdan mine yüzeyine olan florit göçü, yüzey tabakayı asit atakları karşısında dirençli kılmaktadır. [26, 41]

Başlangıç çürük lezyonlarında mine dokusunun mineral içeriğinin ortalama %50'si kaybolmaktadır. [51] Başlangıç çürük lezyonları, sıklıkla kole bölgesinde, pit ve fissürler gibi çürüğe yatkın bölgelerde ve düz yüzeylerde görülebilmektedir. Bu lezyonların hipokalsifiye mine defektleriyle karıştırılabildiği bildirilmiştir. Bu nedenle gelişimsel lezyonlarla ayırıcı tanısı çok önemlidir. Başlangıç çürük lezyonları minenin ıslatılmasıyla kısmen ya da tamamen görünmez hale gelirken; hipokalsifiye minenin görüntüsü kurutulma ve ıslatma işlemlerinden etkilenmemektedir. Her iki lezyonun yüzey bütünlüğü olsa da başlangıç lezyonlarının yüzeyinin nispeten daha yumuşak ve poröz olduğu belirtilmiştir. Başlangıç mine lezyonlarının yüzeyinde genellikle dental plak birikimi göze çarpmasına rağmen, hipokalsifiye defektlerin bulunduğu yüzeylerde plak birikimi gözlenmemiştir. [41, 51, 58]

Başlangıç yüzey lezyonlarının klinik olarak teşhisi gözle ve sondla muayene, çürük tespit boyaları, ultrasonik sistemler ve lazer floresan gibi yöntemlerle yapılabilmektedir. Başlangıç aşamasındaki lezyonlar, herhangi bir önlem alınmazsa mine prizmaları boyunca daha derin dokulara doğru ilerlemeye devam etmektedir. Lezyon, mine-dentin sınırına yaklaştığında lateral yönde yayılarak intakt olan yüzey tabanının kırılıp bütünlüğünün bozulmasına neden olmaktadır. Bu süreçten sonra ilerlemiş çürük lezyonları klinik olarak tespit edilebilen kavitasyonlar haline gelmektedir. [41, 59] Histolojik olarak bir başlangıç çürük lezyonunun yüzeyden dentine doğru dört bölgeden oluştuğu bildirilmiştir. [59-61]

2.4.1. Yüzeyel Tabaka

Mine çürüğünün en dış, en sert ve çözünmesi en zor tabakasıdır. Lezyon gövdesine oranla daha az por içeren (%5' den az) ve nispeten etkilenmemiş bir tabakadır. Sağlıklı mine dokusundan daha poröz bir yapıda olan yüzeyel tabakada porlar normal mine yapısındaki porlardan daha geniştir. [60]

Mikroradyografilerde radyopak olarak görünen bu tabaka, alt tabakalardaki radyolüsent alanlardan ayırt edilebilir. Yüzeyel tabaka 20-100 µm genişliğinde olup tükürükle temas halinde olmasından ötürü hipermineralize yapıdadır. Başlangıç lezyonu üzerindeki sağlam mine dokusunun bozulmaması remineralizasyon sürecinde önemli bir faktördür. Bu hipermineralize yüzeyin cilalanarak kaldırılması, çürük lezyonu üzerinde iyi mineralize olmuş, tipik yüzeyin yeniden oluşumunu engellemektedir. Ayrıca yüzeyel tabakanın devamlılığı bakteri invazyonuna karşı bir bariyer görevi de görmektedir. Çürük süreci bu aşamada önlenbilirse zamanla pürüzlü olabilecek sert bir yüzey oluşabilir. [61]

2.4.2. Lezyon Gövdesi

Mine çürüğünün en geniş yer kaplayan ve en fazla por hacmine sahip olan bölgesidir. Demineralizasyonun en fazla olduğu bu bölgede por hacmi periferde %5 iken merkezde %25' lere çıkmaktadır. Oldukça poröz bir tabaka olan lezyon gövdesinde mineral kaybının %30-60 civarında olduğu bildirilmiştir. Çürüğün mine yüzeyine ilk penetrasyonu retzius çizgileri aracılığıyla gerçekleşmektedir. Lezyon

gövdesinde retzius çizgileri oldukça belirgindir. Porların genişliği bakteriyel penetrasyonu için yeterli genişlikte olursa bu tabakada mine prizmaları arasında bakterilerin bulunabileceği SEM kullanılarak yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. [61, 62]

2.4.3. Karanlık Tabaka

Toplam por hacminin %2-4 arasında olduğu, polarize ışığı geçirmeyen, lezyon gövdesinde geniş olan porların mikropor halini aldığı tabakadır. Bu bölgede bulunan küçük porların hava veya buhar ile dolmasıyla bölge opak bir hal almaktadır. Karanlık bölgede gözlenen demineralizasyon miktarı, yüzeyel tabakada görülen demineralizasyon miktarından fazla, lezyon gövdesindekinden ise daha azdır. [55] Karanlık bölgenin kalınlığı lezyon hızı hakkında bilgi verebilmektedir. Hızlı ilerleyen lezyonlarda bu tabakanın daha ince, yavaş ilerleyen lezyonlarda daha geniş izlendiği bildirilmiştir. [61] Bu bölgenin boyutuna bakılarak yakın bir zamanda meydana gelmiş remineralizasyonun miktarı hakkında fikir edinilebileceği belirtilmiştir. Yani önceleri karanlık tabakanın olmadığı lezyonların remineralizasyondan sonra bu bölgeyi göstermesi karanlık bölgenin oluşumunda remineralizasyonun etkili olabileceği fikrini vermiştir. [63] Daimi dişlerde meydana gelen çürük lezyonlarının %85-90'ında bulunan bir tabakadır. [59]

2.4.4. Translüsent Bölge

Diğer adıyla saydam tabaka, çürük lezyonunu normal sağlıklı mineden ayıran, lezyonun en derin tabakasıdır. Mine çürüğü içerisine kinolin sıvısı perfüze edilerek polarize ışık mikroskopunda incelendiğinde, lezyon bu bölgede kırılma indeksi sağlam mine ile aynı olduğundan translüsent görünür. Çürük lezyonlarının %50'inde görülen bu tabaka, normal mineye göre on kat daha poröz bir yapı gösterir. Saydam tabakada retzius çizgileri ve prizmaların enine çizgileri tamamen yok olmuş ya da çok azalmıştır. Yapısında, başlangıç çürük lezyonu oluşumu süresince mine prizmaları boyunca hidrojen iyonları geçişinin olduğu porlar bulunmaktadır. Translüsent tabakada bulunan porların hacmi %1 civarındadır. [58, 61, 64]

2.5. Demineralizasyon Uygulama Yöntemleri/ Yapay Çürük Modelleri

Çürük etiyojisini, çürükten korunma yollarını ve çürük önleyici ajanların mekanizmalarını anlamayı hedefleyen araştırmalarda, yeni restoratif materyallerin özellikle florür salınımı, remineralizasyon kabiliyetleri ve antibakteriyel özelliklerinin incelenebilmesi amacıyla in vivo, in situ ve in vitro yapay çürük modellerinden faydalanılmaktadır. In vitro ortamda oluşturulan yapay çürük lezyonları, ağız ortamında gelişen doğal çürük lezyonlarıyla tam olarak aynı özelliklere sahip olmasa da büyük oranda benzer özellikler göstermektedir. Test edilebilir özelliğe sahip olması, elde edilen veriler üzerinde çalışılabilecek kalitede olması ve tekrarlanabilir olması bu yöntemlerin en önemli avantajlarındanıdır. [65]

Literatürde in vitro çalışmalarda demineralizasyon oluşturulabilmesi için kullanılan modeller şunlardır;

2.5.1. Asitli Tamponların Kullanıldığı (Kimyasal) İn-vitro Demineralizasyon Modelleri

Kimyasal sistemler olarak da bilinen bu sistemler asidik bir ortamda iyon difüzyonu yoluyla dişin demineralize olması esasına dayanmaktadır. Asetik asit, laktik asit veya her ikisini birden içerebilen tampon solüsyonlarında, solüsyon pH' ının 4,5-5,0 arasında dikkatli bir biçimde ayarlanması gerekmektedir. Kolay ve ucuz bir çürük oluşturma yöntemi olarak bilinen bu yöntemde kullanılan solüsyonlarda önemli olan içerdikleri kalsiyum, fosfat ve florür yoğunluklarının bilinmesi ve pH derecesinin dikkatli bir şekilde ayarlanmasıdır. [66, 67]

Asitli jelatin jeli formundaki solüsyonun, jel halinde kullanılmasının en önemli sebeplerinden biri, içerisinde bulundukları kalsiyum ve fosfat iyonlarını bir anda hızlı bir şekilde demineralize alan içerisine bırakmamalarıdır. İyonların ani geçişinin remineralizasyon sürecini yavaşlattığı bildirilmektedir. [67]

Tampon solüsyonlarının içerisinde spesifik konsantrasyonlarda kalsiyum, fosfat, florür gibi iyonların yanısıra, pelikılı taklit etmek üzere yüzey çözünürlüğü inhibitörü de mevcut olmalıdır. Sitrik ve hidroklorik asitler bu modelleme yönteminde tercih edilmezler. Bunun nedeni mine içerisine penetrasyonlarının zayıf organik

asitlerdeki gibi olamamaları ve bu asitlerin sadece yüzeyde madde kaybına neden olan bir demineralizasyon oluşturmasıdır. [66]

Bu yöntemle hazırlanmış demineralizasyon modellerine ilişkin çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda çoğunlukla insan çenesi içerisindeki doğal durumun taklidi amacıyla termal sikluslar da yönteme dahil edilmiştir. Oluşturulan lezyonların histolojik olarak doğal lezyonlara benzer özellikler sergileyebildikleri bildirilse de, çalışmalarda tükürük komponentinin remineralizasyon fazının olmaması, asidin devamlı yenilenmemesi ve materyal yüzeyindeki kalıntıların temizlenememesi, bu yöntemle yapılan çalışmaların sonuçlarının güvenilirliği açısından şüphe uyandırmaktadır. [68]

2.5.2. Bakteriler Tarafından Üretilen Asitlerin Kullanıldığı (Bakteriyolojik) İn-vitro Demineralizasyon Modelleri

Bu demineralizasyon modelinde, karyojenik ortam, *S.mutans* inokülasyonu ile kombine edilen, sırasıyla triptikaz soya suyu, yapay tükürük ve sükröz solüsyonlarının dişler üzerine sürekli damlatılmasıyla elde edilir. Bu modellemin primer ve sekonder çürük benzeri mine lezyonlarının eş zamanlı üretimine olanak sağladığı belirtilmiştir. [66] Bakteriyolojik in-vitro demineralizasyon modelinde genel olarak kalsiyum, fosfat ve florür seviyeleri bilinmemekte ve kontrol altında tutulamamaktadır. PH düşmeye devam etmekte ve remineralizasyon için yıkama aşamasının olmamasından dolayı ortamda reaksiyon ürünleri birikmektedir. Bunun yanı sıra bakterilerle çalışmanın sağlık ve çevre açısından riskli olması, diğer yöntemlere göre uygulama zorluğu, kullanılan besi ajanlarının belirli periyotlarda tazelenmek zorunda olması da bu sistemlerin diğer dezavantajlarıdır. [69]

2.5.3. İnsan Çenesi Üzerinde Gerçekleştirilen İn-situ Çalışmalar

İN-situ koşullarda yapılan çalışmalar, diş minesi örneklerinin ya da dentin bloklarının kesitler halinde özel dizayn edilmiş protetik parçalar aracılığı ile belirli süreler içerisinde ağız ortamında takip edilmesi esasına dayanır. Kısmen demineralize olmuş mine ve dentin örneklerinin remineralizasyon modeli değerlendirilirken, sağlam mine ve dentin örneklerinin de demineralizasyon modeli değerlendirilebilmektedir.

Dental materyallerin florit etkinliği, antibakteriyel etkinliği ve ağız ortamlarına uyumunun incelenmesi bu modellerin kullanım alanlarındandır. Fakat insan çenesinde in-situ çalışmalar, pahalı ve zaman alan yöntemlerdir. Ayrıca detaylardaki değişikliklerin çalışma sonucunu direkt etkileyebildiği bir yöntem olmasından dolayı, elde edilen sonuçların dikkatlice değerlendirilmesi gerekmektedir. [65, 70]

2.5.4. Çekimi Planlanmış Dişlerde Yapılan Çalışmalar

Dişlerin tükürük ve plak ile tamamen doğal ortamda bulunmalarından ve beslenme kontrolünün sağlanabilmesinden ötürü sonuçları en güvenilir çalışma yöntemi olarak bilinmektedir. Çekimi planlanmış dişlerde plak birikimi, genellikle ortodontik braketler yapıştırılarak sağlanabilir. Florür salan materyaller ve antibakteriyel ajanlar bu yöntemle güvenilir bir şekilde test edilebilmektedir. Bu çalışma modelleri doğal demineralizasyon ve remineralizasyon süreçlerini en doğru şekilde yansıtan modellerdir. [66]

2.5.5. Yapay Çene Modelleri

Ağız ortamını taklit etmek amacıyla laboratuvar ortamında hazırlanmış bazı yapay çene modelleri mevcuttur. Bu yöntemde; ortamda saf, karışık veya plakla beraber bulunan bakteriler, insanlardan ya da sığırlardan alınan tükürük örnekleri ve besin ürünleri ile mine ya da diş kökleri, hareketli akışkan bir mekanizma içerisinde bulunurlar. Fakat araştırmacılar, bu amaçla hazırlanabilecek ve eksiksiz olarak ağız ortamını in situ simule edebilecek bir sistemin henüz başarılamadığı ve başarılmasının da zaman alacağı görüşündedirler. [66]

2.5.6. İn-Vivo Hayvan Modelleri

Deney hayvanları üzerinde yapılan çalışmaların çoğunda kobay olarak fareler kullanılmaktadır. Bu tip çalışmalarda, deney öncesi kullanılacak materyallerin hayvan sağlığına zarar verip vermediği kanıtlanmış olmalıdır. Genel olarak bu çalışmaların sonuçları insanlar üzerinde yapılan çalışmalara benzer sonuçlar ortaya koymaktadır fakat hayvan çalışmaları zaman alıcı ve pahalı çalışmalardır. Restorasyon uygulamaları açısından da kobay fare dişlerinin boyutlarının oldukça küçük olması, dental materyallerin fare dişleri üzerinde test edilmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca

kobay farelerindeki tükürük özelliklerinin insan tükürük özelliklerinden farklı olmasından ötürü elde edilen sonuçların daha dikkatli değerlendirilmesi gerekmektedir. [71]

2.5.7 PH Siklus Modelinin Kullanıldığı İn-vitro Demineralizasyon ve Remineralizasyon Modelleri

Ağız ortamında pH değişiklikleri nedeniyle gün içerisinde defalarca demineralizasyon ve remineralizasyon olayları birbirini takip etmektedir. PH siklus modeli, asidik koşullarda mine kristallerinin çözünmesinin gerçekleştiği (demineralizasyon) ve demineralize minenin tamirinin gerçekleştiği (remineralizasyon) ağız içi koşulları taklit edebilmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. [66]

Genellikle in-vitro pH siklus deneyleri, örneklerin her gün yaklaşık 6 saat süreyle demineralizasyona ve 18 saat süreyle ise remineralizasyona tabi tutulması üzerine tasarlanmıştır. Bu yöntemin demineralizasyon fazında 4,4 gibi düşük pH derecesinde asetik asit, kalsiyum ve fosfat içeren asit tamponları kullanılmaktadır. Remineralizasyon solüsyonu içerisinde yer alan kalsiyum ve fosfat iyonlarının ise doğal tükürüğün içerdiği seviyede tutulması gerekmektedir. Demineralizasyon solüsyonları içerisinde daldırılan örnekler çalışmanın amaçları ve planlaması doğrultusunda belli bir süreyle burada tutulurlar. Farklı iki solüsyon arasında belirli aralıklar ile daldırma işlemi tekrarlanır. [72] Remineralizasyon ve demineralizasyon solüsyonlarının düzenli olarak yenilenmesi, solüsyon içeriklerinin kontrolsüz bir şekilde azalmasının ve sonuçlara yanlış etki etmesinin önüne geçilmesi açısından önemlidir. [73]

Çürük oluşumu ve sürecinin ilerleyişi, demineralizasyon hakkındaki net sonuçlar ve çürük önleyici proflaktik ajanların remineralizasyona dair muhtemel mekanizmasını anlamaya yardımcı olan pH siklus modelleri, klinik uygulamalardan daha duyarlıdır ve daha pratiktir. Bu sistemlerde küçük örnek büyüklüğüyle bile yeterli düzeyde bilimsel kontrol sağlanabilmektedir. [74, 75] Dental materyallerin remineralizasyon etkinliğinin test edildiği çalışmalarda pH siklus modelinin başarılı ve güvenilir sonuçlar ortaya koyduğu bildirilmiştir. [76-78]

2.6. Oklüzal Yüzeylerin Çürükten Korunması

2.6.1. Oklüzal Yüzey Morfolojisi

Dişlerin oklüzal yüzeylerindeki pit ve fissürlerin morfolojisi bireyden bireye, hatta aynı bireyde dişten dişe değişiklik göstermektedir. Oklüzal pit ve fissürler genellikle dar ve çok sayıda girinti çıkıntıya sahip düzensiz yapılardır. Fissürlerin çürümeye yatkınlığı, tüberkül eğimlerinin dikliği dolayısıyla fissürlerin şekli ve derinliğiyle yakından ilişkilidir. [28]

Geçmişte oklüzal yüzey çürüklerinin fissürlerin tabanında başladığına inanılırken, günümüzde ilk histolojik belirtilerin fissürlerin giriş kısmında başladığı ve minede tüberküllerin eğimli yüzeyleri boyunca karşılıklı iki ayrı bağımsız lezyon şeklinde mine prizmalarının yönü doğrultusunda ilerlediği kabul edilmektedir. Zamanla iki ayrı lezyon birleşerek tek bir çürük lezyonunu oluşturur. [79]

Fissür tabanında mekanik temizliğin yetersiz olması, mikro alanlar içerisindeki bakterilerin çoğalmasına ve demineralizasyon sonucu yıkımın hızlanmasına yol açar. Çürük, fissürün derinliklerinde tüberkül eğimlerine oranla daha hızlı bir şekilde yayılarak mine-dentin birleşimi boyunca ilerler ve mine-dentin birleşiminde koni şeklini alır. [6]

Koruyucu programların planlanması sırasında oklüzal yüzey morfolojisinin özellikle dikkate alınması gerekmektedir. Oklüzal yüzeylerdeki fissürler anatomik yapılarına göre 5 tipe ayrılmıştır;

1. V (tepesi geniş tabanı dar formda)
2. U (tepesi ve tabanı hemen hemen aynı genişlikte)
3. I (dar bir yarık şeklinde)
4. IK (kum saati formunda)
5. Y (dar bir yarık şeklinde başlayıp dentine doğru dallanmaların görüldüğü formda)

V ve U şeklindeki fissürlerde pit ve fissür çürükleri daha seyrek görülürken, I ve IK şeklindeki derin ve dar fissürlerde daha sık çürüğe rastlanmaktadır. [80]

Fissürlerin derinlikleri göz önünde bulundurularak yapılan bir diğer değerlendirme:

1. Geniş açılı sığ fissür: Geleneksel bir ışık kaynağı ile (translüminasyon yöntemiyle) fissür tabanının rahatlıkla gözlenebildiği fissürlerdir.

2. Orta derinlikte fissür: Fissür tabanının transillüminasyon yöntemiyle genelde görülebildiği, sığ fissürlere göre daha dar açıyla birleşen fissürlerdir.

3. Derin fissür: Tüberkülleri dar açıyla birleşen ve zor temizlenen fissürlerdir. [81]

Pit ve fissürlerde mine kalınlığının düz yüzeylere oranla daha az olması çürük gelişimini etkileyen bir diğer önemli faktördür. Molar dişlerin okluzal yüzeylerinde mine dokusu kalınlığı fissürlerin tiplerine göre değişiklik göstermektedir. Derin ve dar fissürlerde mine kalınlığının nispeten daha az olması (mine kalınlığı < 0,2 mm) çürüğün minede daha hızlı ilerleyerek kısa sürede dentine ulaşmasına neden olmaktadır. Geniş fissürlerde ise mine kalınlığı yaklaşık 1,5-2 mm olup bu tip fissürlerde çürüğün dentine ulaşması için daha uzun bir süre gerekir. [82] Dişlerdeki doku anomalilerinin neden olduğu düzensiz morfolojik yapılar da yüzeylerde bakteri plağının birikimini ve çürük gelişme riskini artırır. Hem mine hem de dentinin gelişimsel anomalileri sonucu bu dokuların kalınlıklarının azalması ve/veya zayıf bir mineralizasyon yapısı göstermesi, pit ve fissürlerin çürüğe yatkınlığını arttırmaktadır. [83-85]

2.6.2. Pit ve Fissür Çürüklerinden Korunmada Çürük Yönetimi Sistemi (ÇYS)

Çürük Yönetimi Sistemi (ÇYS), çürükten korunmak amacıyla geliştirilen risk analizine dayalı, non invaziv yaklaşımları ve remineralizasyon uygulamalarını esas alan ve kapsamlı bir değerlendirme ve takip sistematığının kullanıldığı güncel bir uygulamadır. [86]

ÇYS' ye tabi tutulan bireylerde çürük riski analizi yapılırken çok sayıda faktörün birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Geçmiş çürük deneyimi, yetersiz

oral hijyen alışkanlıkları, bireyin genel sağlık durumu, diyet alışkanlıkları bu faktörlerin başında gelmektedir. Bu yöntemle hastaların dental ve medikal değerlendirmeleri sonucunda buldukları çürük risk grubu tayin edilmektedir. [87, 88] ÇYS‘ de tedavi planlamasında mevcut çürük lezyonlarının durumu değerlendirilir. Çürük lezyonları mineden pulpaya doğru çürük derinliklerine göre sınıflandırılır. Değerlendirmeler için çok sayıda farklı sınıflandırma kullanılsa da günümüzde en yaygın kullanılan sistem ‘Uluslararası Çürük Tespit ve Değerlendirme Sistemi’ (International Caries Detection and Assessment System-ICDAS) dir. [89] Bu sistemin temelini, gözle muayenenin detaylı ve dikkatli bir şekilde yapılması oluşturur. ICDAS kriterlerine göre çürüğün klinik görünümüyle histolojik derinliği arasında bir korelasyon olduğu kabul edilmektedir. [90, 91]

ICDAS kriterlerine göre çürükler; koronal çürükler (pit ve fissür, bukkal-lingual, mesial-distal), restorasyon ve sealantla bağlantılı çürükler ve kök çürükleri olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. [89] İlk kez Ekstand ve arkadaşları tarafından gündeme getirilen bu sistem, 2005’de modifiye edilmiştir. Yeni sistem ICDAS II olarak günümüzde de kullanılmaya devam edilmektedir. [92, 93]



Şekil 1.1. Pit ve Fissürlerin Çürük Riski Değerlendirmesine ve Teşhisine Dayalı Çürük Yönetimi [94]

ICDAS II'de son güncel halini alan çürüğün derecesinin belirlendiği 6 tane çürük kodu bulunmaktadır; [95]

Kod 0- Sağlam diş yüzeyi

Kod 1- Minede ilk görsel değişimler (hava ile kurutma sonrasında belirgin hale gelen opasite, renk değişimi vb.)

Kod 2- Minede belirgin görsel değişimler (hava kurutması olmaksızın gözle görülebilir değişimler)

Kod 3- Çürük nedeniyle meydana gelmiş lokalize mine kırığı (altta dentin tabakası ortaya çıkmayan)

Kod 4- Altta dentin tabakasının yansıması seviyesindeki mine çöküntüleri (dentinde kavite başlamamış)

Kod 5- Dentinde gözle görülen belirgin kavite

Kod 6- Dentinde gözle görülen yüzeyin yarısından fazlasını içine alan geniş kavite

Amerikan Diş Hekimleri Birliği'nin (American Dental Association-ADA) yayınlamış olduğu fissür örtücü uygulama rehberinde, fissür örtücülerin sağlam ve başlangıç çürük lezyonlarına uygulanmasının faydalı ve gerekli bir yaklaşım olduğu bildirilmiştir. [90]

2.6.3. Oklüzal Yüzeylerde Çürükten Korunmak Amacıyla Uygulanan Koruyucu Yöntemler

Günümüzde oklüzal yüzeylerin çürükten korunması amacıyla uygulanan ve etkinliği kanıtlanmış olan yöntemler; oral hijyen eğitimi, mekanik temizlik, flor uygulamaları, CCP-ACP içerikli koruyucu uygulamalar, biyoaktif cam içerikli koruyucu uygulamalar, çikletler, pit ve fissürlerin fissür örtücüleri ile örtülmesi ve belirtilen yöntemlerin kombinasyonu şeklindedir. [4, 96, 97]

2.6.4. Pit ve Fissür Çürüklerinde Başlangıç Çürük Lezyonlarının Remineralizasyon Tedavileri

Minerin remineralizasyonunda; tükürük, biyofilm ve uygulanan remineralize edici ajanlarda bulunan Ca, PO₄ ve F iyonlarının konsantrasyonları önem taşır. Mineralize edici ajanların uygulanmasıyla mine yapısından kaybedilen mineral iyonları tekrar kazanılmakta ve demineralize alanlar tamamen remineralize olabilmektedir. Mineralize edici ajanların floridlerle birlikte kullanımının, remineralizasyonda daha kalıcı sonuçlar verdiği ve mineral dokunun demineralizasyona daha dirençli hale geldiği bildirilmektedir. [5, 98]

Beyaz opak başlangıç çürük (white spot lezyonlar) lezyonlarında kavitasyon oluşmamışsa lezyonun remineralizasyonu amacıyla anti-bakteriyel ajanlar ve florit preparatları sık kullanılan yöntemlerdir. Anti-bakteriyel ajanlar mekanik temizlikle ulaşılması zor olan bu bölgelerdeki canlı mikroorganizma sayısını azaltırken; floritler, minerallerin lezyon içerisine depozisyonunu aktive ederek remineralizasyona katkı sağlamaktadır. [58, 99] Bununla beraber fissürlerin karmaşık anatomik özellikleri, plağın uzaklaştırılmasını ve remineralizasyon solüsyonları ile anti-bakteriyel solüsyonların penetrasyon etkinliğini güçleştirdiği için bu bölgelerde çürüğün önlenmesini ve başlangıç çürük lezyonlarının remineralizasyonunu zorlaştırmaktadır. [4, 100]

Florit uygulamaları kavitasyon oluşmamış lezyonların tedavisinde ve invaziv olmayan tedavi stratejisinde temel seçenek olarak kabul görse de, bu uygulamaların remineralizasyon potansiyelinin sınırlı olması, araştırmacıların yeni remineralizasyon materyalleri arayışı içerisine girmesine neden olmuştur. [38, 101]

Bir süt proteini olan kazeinden elde edilen kazein fosfopeptit amorfoz kalsiyum fosfat, (CPP-ACP) remineralize edici ve çürük önleyici özelliği olan bir ajandır. Çalışmalarda CPP-ACP'nin plakta yoğun bir Ca deposu oluşturduğu ve bu durumun da demineralizasyonu engelleyerek remineralizasyonu desteklediği gösterilmiştir. [102, 103] Günümüzde CPP-ACP preparatları, çürük proflaksisinde özellikle yüksek çürük riski taşıyan çocuk ve gençlerin önleyici tedavi prosedürlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. [5, 104]

Florit uygulamaları sonrasında başlangıç çürük lezyonlarının yüzey tabakalarında poröziteyi azaltan ve asit ataklarına daha dirençli hale getiren floritten zengin aside dirençli yeni kristal yapılar oluşmaktadır. [11, 18, 54] Fakat bu yüksek derecede mineralize yüzey tabaka, lezyonun daha derin tabakalarına flor, kalsiyum ve fosfatın penetrasyonunu sınırlayarak çürüğün yüzey altı tabakalarının remineralizasyonu için engel teşkil etmektedir. Son yıllarda, remineralizasyon tedavilerinde F ve CPP-ACP'nin yanısıra biyoaktifcamlar da kullanılmaya başlanmıştır. Çalışmalarda biyoaktifcamların çürük önleyici etkin bir remineralizasyon ajanı olduğu bildirilmiştir. [4, 104]

Pit ve fissürler S.mutans için rezervuar görevi gördüğünden fissür sealant uygulamalarının sadece pit ve fissürlerdeki çürüğü azaltmakla kalmadığı, aynı zamanda tükürükteki S.mutans sayısını azaltarak dişin diğer yüzeylerinde de çürük gelişim riskini azalttığı öne sürülmektedir. [105] Yapılan bir çalışmada çürüksüz ve başlangıç çürük lezyonu bulunan daimi dişlere fissür sealant uygulandıktan 4 ve 12 hafta sonra alınan tükürük örneklerinde S.mutans ve Lactobacillus bakterilerinin ölçümü yapılmış ve çürüksüz dişlere uygulanan fissür sealantın tükürük Lactobacillus sayısına etkisi olmazken S.mutans sayısını azalttığı tespit edilmiştir. [106]

Fissür sealantların pit ve fissürlerdeki çürük lezyonlarının ilerlemesini dentine uzansa dahi engellediği öne sürülmüştür. Bu yaklaşımın mantığı yerleştirilen fissür sealantın çürük lezyonunu yüzey biyofilm tabakasından izole etmesine dayanmaktadır. Bu uygulama fissür sealant yöntemine koruyucu olma özelliği yanında terapötik bir fayda da kazandırmaktadır. [42, 107] Bununla beraber, genel yaklaşım fissür sealantların çürük lezyonlarının mine ile sınırlı olduğu fissürlere uygulanması ve dentin lezyonlarının tercihen minimal invaziv tekniklerle (örn: koruyucu rezin restorasyon) tedavi edilmesi yönündedir. [10, 108]

2.7. Pit ve Fissür Örtücüler

Pit ve fissürlere örtücü uygulanmasının amacı, plak mikroflorası ve gıda debrisinin tükürüğün ulaşamayacağı derin alanlar olan fissürlerde birikmesini engellemek, başlangıç çürük lezyonlarını remineralize etmek ve karyojenik bakterilerce üretilen asidi tamponlamaktır. [108, 109]

2.7.1. Pit ve Fissür Örtücü Endikasyonları

Fissür örtücüler uzun yıllardır kullanılmalarına rağmen, endikasyonları konusunda araştırmacılar tarafından net fikir birliğine varılamadığı görülmektedir. Pit ve fissür örtücü uygulamalarıyla ilgili konulara yön vermek amacıyla bir takım rehberler geliştirilmiştir. [90]

Fissür örtücü uygulanmasına karar verilirken; klinik gözlem, hastanın genel sağlık durumu, geçmişteki çürük deneyimi ve çürüğe yatkınlığı göz önüne alınmalı ve gerektiğinde şüpheli alanlar radyografiler alınarak değerlendirilmelidir. [88] Ayrıca hastanın ağız florası, S.mutans seviyesi, üst ön grup dişlerdeki plak birikimi, ailenin eğitim ve gelir düzeyi, dişlerdeki pit ve fissürlerin morfolojisi, dişlerin sürme zamanları ve sürme düzeyleri, uygulama yapılacak dişlerde aproksimal bölgenin sağlık durumu gibi faktörler de birinci planda değerlendirilmeli, bireyin sistemik veya topikal F alımı, diş fırçalama ve beslenme alışkanlığı da fissür örtücü endikasyonunun konulmasında göz önünde bulundurulmalıdır. [90, 110]

2.7.1.1. Hastayla İlgili Faktörler

Hasta Profili: Tıbbi, fiziksel ya da entellektüel yetersizlikleri olan çocuklar ve gençlerde: Diş hastalıklarının ya da dental tedavi ihtiyacının sistemik sağlık için risk oluşturduğu durumlarda, bireyin süt ve daimi dişlerinin çürüğe eğilimli tüm bölgelerine fissür örtücü uygulanması gerekmektedir. [90]

Akut çürük aktivitesi belirtileri taşıyan çocuklar ve gençlerde; şüpheli görülen daimi birinci büyük azı dişlerinin bukkal fissürleri de dahil olmak üzere tüm pit ve fissürlere fissür örtücü uygulanması gerekmektedir. [111]

Aktif çürük belirtisi taşımayan çocuklar ve gençlerde; sadece plak tutulumuna elverişli derin fissürleri olan ve bu nedenle çürüğe potansiyel eğilimi olan fissürlere fissür örtücü uygulanması düşünülmelidir. [100]

Çürük Riski Tayini: Fissür örtücü uygulamasına karar vermeden önce bireyin çürük riskinin tayin edilmesi en önemli koşullardan biridir. Bireylerin risk profili zaman içerisinde değişebilmektedir. Oklüzal yüzeylerdeki çürük riski en basit şekilde

bireyin; mevcut çürük durumu, F'dan yararlanma durumu, pit ve fissürlerin morfolojisi ve plak düzeyi göz önüne alınarak değerlendirilebilir. [88, 108]

Geçmişten günümüze fissür örtücü endikasyonları konusunda çürük riskini temel alan farklı görüşler bildirilmiştir. Bir grup araştırmacı daimi büyük azı dişlerindeki çürük riskinin sürmeyi takiben 2-4 yıl devam ettiğini bu sebeple sürmenin üzerinden 4 yıl veya daha fazla süre geçmesine rağmen çürük lezyonu bulunmayan dişlere fissür örtücü uygulanmasına gerek olmadığını öne sürmektedir. Süt dişlenme döneminde çürüğü olmayan çocukların, daimi birinci büyük azı dişlerine fissür örtücü uygulanmasının gerekmediği ve bu dişlerin düzenli aralıklarla kontrolünün yeterli olacağı belirtilmektedir. [90, 112]

Çürük riski bulunmayan bireylerde sadece derin fissürlere koruyucu amaçlı fissür örtücü uygulanması önerilmektedir. Ancak sistemik rahatsızlığı bulunan, fiziksel engelli, mental yetersizliği ve öğrenme güçlüğü olan çocuk ve genç erişkinlerin süt ve daimi dişlerinin bütün fissürlerine fissür örtücü uygulanması gerekmektedir. [100]

Fakat daimi birinci büyük azı dişlerinin pit ve fissürlerinin çürüğe duyarlılığının adolesan dönemde ve sonrasında da devam ettiğinin kanıtlanması, karışık düşüncelerin doğmasına neden olmuştur. Örneğin; bir grup araştırmacı süt ve daimi dişlerin pit ve fissürlerinde her yaşta çürük riskinin bulunduğunu ve bu nedenle fissür örtücü uygulamalarına karar verilirken dişin sürmesinden sonra geçen sürenin temel faktör olarak değerlendirilmemesini ve önemli olan asıl unsurun hastanın çürük riski olduğunu savunmaktadır. [100, 113]

Bireyin çürük riskinin belirlenmesinde klinik uygulamalarda yararlanılabilecek en iyi tahmin faktörünün, süt ve daimi dişlenmeindeki çürük aktivite düzeyi olduğu öne sürülmektedir ve buna göre;

- Süt dişlenmeindeki dmfs değerinin yüksek olması, daimi dişlenmeindeki çürük riskinin habercisidir. Bu sebeple süt dişlenmede çok sayıda çürük lezyonu bulunan çocuklara daimi birinci büyük azı dişleri sürer sürmez fissür örtücü uygulanmalıdır.

- Bireyin çürük geçmişinde oklüzal yüzey çürüklerine duyarlılık mevcutsa, çürüksüz pit ve fissürlerine örtücü uygulanmalıdır.
- Bireyin herhangi bir birinci molar dişinde oklüzal yüzey çürüğü varsa, diğer bütün birinci molar dişlerine fissür örtücü uygulanmalıdır.
- Birinci molar dişlerinde bir veya daha fazla oklüzal çürük mevcutsa, ikinci molar dişler sürer sürmez fissür örtücü uygulanmalıdır. [113]

2.7.1.2. Dişle İlgili Faktörler

Pit ve fissürlerin morfolojisi çürük riskini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Sondun takıldığı derin pit ve fissürlere sahip dişler, fissür örtücü uygulamaları için öncelikli adaydır. Yapılan çalışmalarda fissür örtücülerin en iyi V ve U şekilli fissürlere; en kötü ise I ve IK şekilli fissürlere sızdığı gösterilmiştir. [32, 57]

2.7.1.3. Oklüzal Yüzeyde Çürük Lezyonu Varlığı

Fissür örtücülerin, çürük lezyonu bulunan pit ve fissürlere uygulanması sonrasında fissürlerdeki mikroorganizma sayısının azaldığı ve çürüğün ilerlemesinin durduğu klinik çalışmalarda gösterilmiştir. Klinik olarak fissür örtücünün tam olarak kaybedildiği durumlarda bile mineye penetre olmuş örtücü uzantılarının çürüğe karşı koruma sağladığı bildirilmiştir. Bu nedenle fissürlerde başlangıç çürük lezyonu mevcutsa bu dişlere de fissür örtücü uygulanabileceği tavsiye edilmekte ancak klinik değerlendirmelerle çürüğün sınırları konusunda emin olunamadığı koşullarda bite-wing radyografi alınmasının gerektiği belirtilmektedir. [100, 114]

Fissürlerdeki mineyle sınırlı çürük lezyonu varlığında, fissür örtücü uygulamasından sonra düzenli aralıklarla klinik ve radyografik kontroller yapılmalıdır. Çürük lezyonunun minede sınırlı olduğundan emin olunamadığı koşullarda ise; fissürlerdeki renkleşmiş bölgeler bir frez yardımıyla uzaklaştırılıp lezyonun derinliği tespit edildikten sonra uygun tedaviye karar verilmelidir. [90]

Fissürlerdeki çürük lezyonunun dentine ilerlediği durumlarda önerilen tedavi seçeneği, dentindeki lezyonların restore edilerek fissürlerin örtülmesini de içeren koruyucu rezin restorasyonlardır. (minimal invaziv restoratif tedavi) [115]

Çürük lezyonu bulunan fissürlerde, çürük sınırlarının genellikle demineralize dentin ve mineyle çevrili olması sebebiyle yüzeylerde adezyonun zayıfladığı ve bu tip fissürlere uygulanan fissür örtücülerin mikrosızıntısının sağlam fissürlere oranla daha fazla olduğu bildirilmiş, başlangıç çürük lezyonları üzerine uygulanan örtücülerde çürük lezyonunun yalnızca tutuculuğunun tam olarak sağlanabildiği koşullarda ilerlemediği belirtilmiştir. Ayrıca kavitasyon bulunan fissürlerde mevcut biofilm tabakasının da fissür örtücünün adaptasyonunu engelleyebileceği öne sürülmüştür. Bu nedenle çürük sınırlarının belirsiz olduğu dişlere uygulanan örtücülerin tam tutuculuk gösterip göstermedikleri düzenli aralıklarla kontrol edilmelidir. [10, 112]

2.7.1.4. Aproksimal Yüzeylerin Durumu

Pit ve fissürler aproksimal restorasyonun sınırları içerisindeyse fissür örtücü uygulanması gerekli değildir. Aproksimal yüzeydeki çürük lezyonuna konservatif preparasyon uygulandığı durumlarda ise oklüzal yüzeye fissür örtücü uygulanması önerilmektedir. [90]

2.7.2. İdeal Bir Pit ve Fissür Örtücü Materyalinde Bulunması Gereken Özellikler

İdeal bir fissür örtücü; [100, 110, 116]

*Ağız ortamından etkilenmemeli, çözünürlüğü az olmalı, plak ya da besin artıklarını absorbe etmemeli ve çeşitli sıvı ve iyonlara karşı geçirgen olmamalı,

* Oral dokularla biyouyumlu olmalı, termal ve mekanik özellikleri mineye mümkün olduğunca yakın olmalı,

*En dar fissürlere bile rahatlıkla penetre olmasına olanak sağlayacak yüksek penetrasyon katsayısına, düşük viskoziteye ve yüksek akışkanlığa sahip olmalı,

*Tutuculuğunu uzun süre devam ettirmeli ve ağız içerisindeki fonksiyonel kuvvetlere karşı yüksek aşınma direnci göstermeli,

*Uygulandığı yüzeyde çürük önleyici etkinlik gösterebilmeli ve remineralizasyonu destekleyebilmeli,

*Sertleşme reaksiyonları esnasında boyutsal stabilite göstermeli,

* Pratik uygulanabilmelidir.

2.7.3. Pit ve Fissür Örtücülerin Tarihsel Gelişimi

Pit ve fissürlerin korunması ile ilgili bilinen ilk çalışmalar Wilson' a aittir. Wilson 1895 yılında okluzal yüzeyleri çürükten korumak amacıyla fissürlere çinko fosfat siman yerleştirmiştir. [28]

1923 yılında Hyatt tarafından pit ve fissürlerin mekanik preparasyonu ve ardından amalgamla restorasyonu tarif edilmiştir. (Proflaktik Odontomi). Hyatt bu yöntemin pit ve fissür çürüklerinin yaygınlığını azaltacağını öne sürmüştür. [117]

1929' da ise Bödecker okluzal fissürlerin bir frez yardımıyla genişletilerek kendi kendine temizlenebilen alanlar yaratılmasını ve henüz sürmekte olan dişlerin pit ve fissürlerine mekanik olarak temizlenebilir düzeye gelinceye kadar fosfat siman uygulanmasını önermiştir. (Fissür Eradikasyonu Tekniği) [28]

1942 yılında Kline ve Knutson tarafından fissürlere amonyak ve gümüş nitrat uygulanması gündeme getirilmiş ancak diğer tedaviler gibi bu uygulama da yeterince başarılı olamamıştır. [118]

1948' de, Gottlieb çinko klorür ile mine lamellerindeki organik maddeyi çökeltip potasyum ferrosiyanyür ile erimez hale dönüştürmeyi önermiştir. [32]

Fissür örtücülerin geliştirilmesi restoratif rezinlerin fosforik asitle pürüzlendirilmiş mineye daha iyi tutunması keşfine dayanmaktadır. 1955 yılında Buonocore' un asitle pürüzlendirme yönteminin mineye bağlanma üzerindeki etkilerine dair yaptığı çalışmalarla bu bağlanmanın faydalı olabileceği fikri, modern anlamdaki ilk fissür örtücülerin gelişimine zemin hazırlamış ve böylece rezin sealantlar doğmuştur. [100]

1960' larda asitle pürüzlendirilmiş yüzeye polimetilmetakrilat uygulaması tarif edilmiştir. [28] Daha sonra Bis-GMA rezinlerin 1983 yılında ADA (American Dental Association) tarafından fissür örtücü olarak kullanımları onaylanmıştır. Bu

tarihten itibaren Bis-GMA rezinler fissür örtücü olarak sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. [110]

Tarihsel gelişim sürecinde fissür örtülemeye poliüretanlar ve polikarboksilat simanlar da kullanılmıştır. Poliüretanlar; aşınmaya karşı gösterdikleri direnç, rezin sertliği ve elastikiyeti özellikleriyle kullanılmaya başlanmıştır. Ancak toksik olması, kimyasal stabilizasyonlarının iyi olmaması gibi dezavantajları nedeniyle kullanımları bırakılmıştır. Düşük molekül ağırlıklı asit veya metakrilik asit polimeri olan polikarboksilat simanların reaksiyonu esnasında açığa çıkan fazla karboksilin, mine dokusunun kalsiyumu ile birleşip kimyasal olarak diş yüzeyine tutunabilme gibi bir avantaja sahipken; abrazyon direncinin düşük olması ve yeterli akışkanlığa sahip olmayıp fissür derinliklerine kadar yeterli düzeyde penetre olamaması gibi dezavantajları nedeniyle kullanımlarından vazgeçilmiştir. [57]

1970' lerde Wilson ve Kent tarafından cam iyonomer simanlar diş hekimliği dünyasına tanıtılmıştır. Cam iyonomerler, alüminosilikat cam tozuyla poliakrilik asit likitinden oluşmaktadır. Bu simanlar, silikat simanların direnç, sertlik ve F salınımı gibi olumlu özellikleri ile poliakrilik asit likitinin biyolojik uyumu ve diş dokularına bağlanma özelliklerinin birleştirilmesi fikriyle geliştirilmiştir. [118]

Cam iyonomer simanlar; viskoziteleri düşük, film kalınlığı az, asitlere karşı dirençli, termal genleşme katsayısının diş dokularına yakın olması, biyouyumluluk, mine ve dentine kimyasal olarak bağlanabilme ve flor salınımı sonucu çürük önleyici niteliğinin bulunması gibi olumlu özelliklerinden dolayı fissür örtücü olarak da kullanılmaktadır. Sertleşme reaksiyonlarının başlangıç aşamalarında neme karşı aşırı hassasiyet ve okluzal kuvvetlere karşı düşük mekanik direnç, cam iyonomerlerin önemli dezavantajları olarak kabul edilmektedir. [119]

Uzun yıllar kullanımları devam eden cam iyonomerlerin mekanik özelliklerinin geliştirilmesi ve bazı dezavantajlarının ortadan kaldırılması amaçlanarak bu materyallerin rezinle kombine edilmesi düşünülmüştür. Bu düşünce ile hibrit iyonomerler olarak anılan ve kullanımları günümüzde hala devam etmekte olan rezin modifiye cam iyonomerler (RMCİS) ve poliasit modifiye kompozit rezin materyaller (PMKR) geliştirilmiştir. [99, 110]

Tablo 1.1. Pit ve Fissür Örtücü Uygulamalarının Kronolojik Gelişimi [32, 57]

Yıllar	Araştırmacılar	Uygulamalar
1895	Wilson	Pit ve fissürlere çinko fosfat siman uygulaması
1923	Hyatt	Proflaktik odontomi
1929	Bödecker	Fissür eradikasyonu tekniği
1942	Kline and Knutson	Amonyak ve gümüş nitrat uygulamaları
1948	Gottlieb	Çinko klorür ile potasyum ferrosiyanür
1955-1960	Buonocore	Minerin asitle pürüzlendirme tekniği ve rezin sealantların doğuşu
1971	ADA (American Dental Association)	BisGMA rezin esaslı pit ve fissür sealantların ADA tarafından tanımlanması
1978	Simonsen	Koruyucu rezin restorasyonlar
1986	Garcia-godoy	Koruyucu cam iyonomer siman uygulamaları

2.8. Fissür Örtücü Olarak Kullanılan Materyaller

Koruyucu diş hekimliğinde geçmişten günümüze fissür örtücü olarak kullanılan materyaller; siyanoakrilatlar, poliüretanlar, polikarboksilat simanlar, cam iyonomer simanlar, RMCİS' ler, PMKR' ler, BİS-GMA rezinler ve son yıllarda üretilen ormoserler (organik modifiye seramik), amorf kalsiyum fosfat, biyoaktif cam ve cam karbomer içerikli fissür örtücüler olarak sıralanabilmektedir. [1, 90, 101, 120, 121]

2.8.1. Cam İyonomerler

Cam iyonomer simanlar ilk kez 1960' lı yılların sonlarında Wilson ve Kent tarafından üretildikleri dönemde sıklıkla kullanılmakta olan silikat simanın dişle gösterdiği renk uyumu, flor salınımı özellikleri ile polikarboksilat simanın dişlere bağlanabilme özelliklerinin bir araya getirilmesi amaçlanarak üretilmiştir. İlk jenerasyonları ASPA (alüminasilikat poliakrilik asit) olarak isimlendirilmiştir. Daha

sonra McLean ve Wilson tarafından geliştirilen bu simanlar 1975' den itibaren dental bir materyal olarak kullanılmaya başlanmıştır. [110, 122]

Cam iyonomer simanlar, tip I, tip II ve tip III olarak sınıflandırılmaktadır.

Tip I: Yapıştırma simanı

Tip II: Restoratif materyal olarak; a) Estetik b) Güçlendirilmiş

Tip III: Hızlı sertleşen kaide materyali ve fissür örtücü olarak kullanılanlar. [119]

Toz ve likit şeklinde iki bileşenden oluşan cam iyonomer simanların, toz kısmını florealüminasilikat cam, likit kısmını ise poliakrilik asit oluşturmaktadır. [123] Toz ve likidin karıştırılmasının ardından sertleşme reaksiyonu başlar. Sertleşme reaksiyonunun ilk basamağında poliakrilik asitten ayrılan protonlar, cam tozu partiküllerinin yüzeyine doğru hareket ederler. Ardından tozda bulunan alüminyum ve kalsiyum gibi katyonlar açığa çıkarak ortamı terk eder. Katyonlar herhangi bir şekilde ya da florür tuzları halinde ortamda çözünürler ve bu iyonlar sulu polielektrolit evresine geçerek poliakrilik asit zincirlerinin karboksilat iyonları arasında köprüler oluştururlar. Bu bağlanma jel yapısını kuvvetlendirici moleküller arasında iyon köprülerinin oluşmasını sağlar. Daha sonra poliakrilik asit zincirleri ağsı bir yapı halini alır ve bunun sonucu olarak da çözünmeyen bir jel matriks oluşur. [124] Cam iyonomer siman ve diş dokuları arasındaki bağlanma olayı, poliakrilik asidin diş yüzeyini yumuşatması ve poliasit zincirlerinin diş yüzeyindeki kalsiyum ve fosfat iyonlarıyla yer değiştirmesi sonucunda gerçekleşir. Bu etkileşim yeni karıştırılmış siman kaviteye yerleştirildiği zaman ilk asit atakları süresince meydana gelir. Simanın sertleşmesi ve mine dentin yüzeyinin çözünmesiyle kalsiyum ve fosfat iyonları materyal içerisine girerler, pH yükselir, poliasit tamponlanır ve böylece diş ve materyal arasında iyon etkileşimli yeni bir yüzey oluşur. [119]

Cam iyonomer simanların mine ve dentine kimyasal olarak bağlanması, yüksek oranda flor salımı sonucu çürük önleyici niteliğinin bulunması, termal genleşme katsayısının diş dokularına yakın ve biyouyumlu olması gibi avantajları vardır. Bunun yanısıra sertleşme reaksiyonlarının başlangıç aşamalarında neme karşı aşırı hassasiyeti

ve erken dönemlerde dehidratasyon gözlenmesi, okluzal kuvvetler karşısında düşük kırılma dayanımına sahip olması ve aşınmaya karşı dirençlerinin düşük olması cam iyonomerlerin dezavantajlarıdır. [110, 119]

Yapılan birçok çalışmada araştırmacılar bu dezavantajları ortadan kaldırmak amacıyla yeni formülasyonlar geliştirerek cam iyonomer simanların fiziksel özelliklerinin artırılması yoluna gitmiştir. [124] Cam iyonomerlerin geliştirilmesiyle ilgili yapılan ilk çalışmalarda, cam yapı içerisine ilave edilen ve matriks oluşturmeyen bazı maddelerin simanın fiziksel ve mekanik özelliklerini arttırabileceği gözlemlenmiştir. [125] Korundum, rutil, alüminyum titinat ve baddelyit gibi kristallerin cam yapı içerisine ilave edilmesiyle sertleşen simanın bükülme direncinin arttığı gösterilmiştir. Daha sonraki yıllarda gelişmelerin devamlılığıyla birlikte cam yapıya eklenen metal parçacıklarının cam iyonomerlerin fiziksel özelliklerini çarpıcı bir şekilde olumlu etkilediği gözlemlenmiştir. Seramik-metal (cermet) simanlar, gümüş, altın gibi değerli metallerin basınç ve ısı altında eşit oranlarda cam tozlarıyla birleşimi sonucu elde edilmiştir. Gümüş katkılı cam iyonomer simanlarda metal parçacıklarının florealuminasilika camının bir kısmıyla yer değiştirmesi sonucunda simanın hem ağız içinde asitlere karşı direncinde hem de materyalin yüzey sertliğinde artış meydana geldiği bildirilmiştir. [123]

Cam iyonomer simanlar bir florit deposu gibi davranarak uzun süre yavaş olarak flor iyonu salan materyallerdir. Bu simanların devamlı olarak flor açığa çıkarması, cam iyonomerlerin çürük oluşumunu önleyici etki gösterebileceği fikrinin doğmasını sağlamıştır. [119, 126] Flor, minedeki hidroksiapatitin OH^- iyonları ile yer değiştirebilen ve minenin yüzey enerjisini azaltan, aynı zamanda patojen mikroorganizmaların enzimatik sistemlerine etki ederek çürük yapıcı etkinliklerini engelleyen bir iyondur. Cam iyonomer simanların minenin asitlenmesine gerek duyulmaksızın dişe kimyasal olarak bağlanabilmesi ve yüksek oranda flor salarak antikaryojenik etki gösterebilmesinden dolayı koruyucu tedavilerde fissür örtücü olarak kullanımları önerilmiştir. [12, 127]

Literatürde cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin rezin esaslı fissür örtücülerle karşılaştırıldığı in vivo ve in vitro çalışmalar mevcuttur. [56, 77, 128, 129] Yapılan araştırmalarda cam iyonomerin düşük retansiyon değerleri gösterdiği

bildirilmiş ancak elde edilen düşük retansiyon sonuçlarına rağmen fissür örtücü olarak kullanımları konusu araştırılmaya devam edilmiştir. [118] Bunun nedeni yapılan çeşitli araştırmalarda fissür örtücü olarak kullanılan cam iyonomer esaslı materyallerin uygulandığı dişlerde çürük oluşumunu azaltması yönünden rezin esaslı fissür örtücülerle kıyaslandığında anlamlı ölçüde daha başarılı bulunmalarıdır. [130]

Cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin klinik olarak diş yüzeyinden düştüğü görülse bile bir miktar materyalin fissür tabanında kaldığı ve kalan bu miktarın da flor salınımına devam ederek dişin florun olumlu etkilerinden faydalanmasına devam edebileceği gözlemlenmiştir. [112]

CİS esaslı fissür örtücülerin yapısında su bulunduğundan tutuculukları nem ve tükürükten rezin esaslı materyaller kadar etkilenmemektedir. Bu sebeple tükürükle kontamine mine yüzeylerinde klinik başarılarının rezin esaslı fissür örtücülerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Tükürükle kontamine olan ve olmayan mine yüzeylerinde, CİS esaslı bir fissür örtücü ile rezin esaslı bir fissür örtücünün mikrosızıntısını karşılaştırmış, tükürükle kontamine olmayan mine yüzeylerinde rezin esaslı fissür örtücülerin, tükürükle kontamine mine yüzeylerinde ise CİS' in daha başarılı olduğu bildirilmiştir. [131]

Bu klinik avantajından ötürü cam iyonomer esaslı fissür örtücülerin sürmekte olan büyük azı dişlerine geçici bir fissür örtücü materyali olarak sürme süresince uygulanması tavsiye edilmektedir ve dişin sürmesi tamamlanıp nem izolasyonu sağlanabilir hale geldiğinde ise tutuculuk açısından cam iyonomerlerden daha kalıcı olan rezin esaslı fissür örtücülerin kullanımına geçilmesinin daha uygun olacağı belirtilmektedir. [110]

2.8.2. Resin Esaslı Fissür Örtücüler

Günümüzde kullanılan pit ve fissür örtücülerin temeli, Buonocore' un minenin asitle pürüzlendirilmesi konusundaki çalışmaları ile atılmıştır. Minenin asitle pürüzlendirilmesi amacıyla başlangıçta kullanılan çok güçlü asitlerin sadece yüzeysel bir pürüzlendirme oluşturduğu gözlenmiş ve daha sonra bunların yerine kullanılan fosforik asit ve sitrik asitin yüzey tabakasının altına da sızabildiği, oluşturulan poröz

mine yüzeyine materyalin daha rahat akarak etkili bir mekanik bağlantı oluşturabildiği tespit edilmiştir. [82]

Rezinlerle ilgili en önemli gelişme Bowen' in (1970) Bisfenol-A glisidil metakrilatı (Bis-GMA) üretmesiyle gerçekleşmiştir. Bis-GMA; Bisfenol-A adlı organik bileşik ile glisidil metakrilatın $\frac{1}{2}$ molekül oranında reaksiyona girmesi sonucunda oluşan, renksiz, yüksek molekül ağırlığına sahip, viskozitesi yüksek bir monomerdir. Bu yapıya 'Bowen Reçinesi' de denilmektedir. Bis-GMA hibrit monomerinde, metil metakrilatın kısa sürede polimerize olma özelliği ile epoksi rezinlerin minimal polimerizasyon büzülmesi gösterme özellikleri birleştirilmiştir. [2]

Rezin esaslı dental materyaller, temel olarak rezin matriksten oluşan bir organik kısım, doldurucu içeriğin oluşturduğu bir inorganik kısım ve bu ikisini birbirine bağlayan ara fazdan meydana gelirler. Rezin matriksi oluşturan monomerler içerisinde en sık tercih edilenler; Bis-GMA, UDMA, TEGDMA ve HEMA' dır. [82, 132]

Bis-GMA' nın kendinden önceki monomerlere göre polimerizasyon sırasında çapraz bağ kurabilme yeteneğinin olması ve polimerizasyon büzülmesinin daha az gerçekleşmesi gibi avantajları varken, yüksek viskozitesinden dolayı monomere doldurucu eklenmesinin zor olması gibi dezavantajları da mevcuttur. Bundan ötürü polimer matriksin viskozitesinin azaltılması ve penetrasyon yeteneğinin yükseltilmesi için rezinin yapısına TEGDMA (tri etilen gliko dimetakrilat) ve HEMA (hidroksi etil metakrilat) gibi monomerler ilave edilebilmektedir. [133]

HEMA (hidroksi etil metakrilat), TEGDMA molekülüne benzer bir monomer olup, hem hidrofilik hem de hidrofobik özelliğe sahiptir. Polimer matriksin viskozitesini azaltmak ve rezin materyalin nispeten nemli olan dokulara bağlantısını arttırmak amacıyla rezin sistemlerin içerisine ilave edilmektedir. [134, 135] UDMA (üretan dimetakrilat), küçük bir moleküldür ve yapısında bulunan alifatik kor ve iki üretan bağından dolayı esnek bir yapıdadır. Bis-GMA' ya göre viskozitesi daha düşüktür. Tek başına veya Bis-GMA ve TEGDMA gibi monomerlerle kombine olarak kullanılabilir. [136] Bis-GMA, UDMA, TEGDMA gibi bileşenlerin su absorpsiyonu özelliğine sahip olduğu bildirilmiştir. [137]

Rezin esaslı fissür örtücüler mine yüzeyine mikromekanik olarak bağlanırlar. Dar fissürlere sızarak ince bir tabaka oluşturarak oklüzal morfolojiyi değiştirirler ve mine yüzeyi ile ağız ortamı arasında fiziksel bir bariyer oluştururarak da pit ve fissürlerde çürük gelişimini engellerler. [112] Bunun yanında oklüzal yüzeylerde gelişen başlangıç çürük lezyonlarına da rezin esaslı fissür örtücülerin uygulanması tavsiye edilmiş ve lezyonların poröz yapısı içerisine rezinin penetrasyonunun; demineralize yapıya destek sağladığı, mikroorganizmalar ile sübstrat arasında fiziksel bir bariyer oluşturduğu ve asitle demineralizasyonu engellediği bildirilmiştir. Fakat gelişen başlangıç çürük lezyonları üzerine yerleştirilen rezin içerikli materyal ile diş arasında mikrosızıntı oluştuğu takdirde bakteri büyümesinin yeniden meydana geleceği ve çürük sürecinin tekrar başlayacağı belirtilmiştir. [82]

Günümüze kadar geliştirilen rezin esaslı fissür örtücüler yapısal özellikleri esas alınarak; doldurucu içeriklerine, polimerizasyon çeşitlerine, renklerine ve F içeriklerine göre farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. [2, 109, 116]

2.8.2.1. Rezin Esaslı Fissür Örtücülerin Doldurucu Tiplerine Göre Sınıflandırılması

Fissür örtücülerin mine yüzeyine tutuculuğunu ve mikrosızıntısını etkileyen en önemli unsurlardan biri materyalin akışkanlığı ve rezinin bağlanacağı minenin yüzey özellikleridir. [138] Poröz yapıdaki katı bir yüzeye herhangi bir likidin akışkanlığı; gözeneklerin çapı, yüzey gerilimi, likidin densitesi ve viskozitesine bağlı olarak değişmektedir. Likidin sızabilmesi için, katının yüzey enerjisinin, sıvının yüzey geriliminden daha fazla olması gerekir. Farklı doldurucu oranlarına sahip fissür örtücülerin akışkanlığı da farklı olduğu için, materyalin mine yüzeyindeki porözitelere sızma ve bağlanma güçleri doldurucu oranlarından etkilenmektedir. Bu sebeple, genellikle az miktarda inorganik partikül içeren, viskozitesi düşük, katı yüzeyleri ıslatma kabiliyeti fazla olan fissür örtücülerin kullanımı daha çok tercih edilmektedir. [57]

Fissür örtücüler doldurucu oranlarına göre; doldurucusuz fissür örtücüler ve doldurucu fissür örtücüler olarak sınıflandırılır. Doldurucusuz fissür örtücülerin aşınma dirençlerinin düşük olmasının önemli bir dezavantaj olarak görülmesinden

ötürü, çiğneme basıncına karşı dayanıklılığı arttırabilmek için rezin yapılarına değişik oranlarda doldurucu partiküller ilave edilmektedir. İlave edilen partiküllerin büyüklüğü, şekli ve miktarı materyalin fiziksel özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Örneğin; doldurucu partikül miktarının artmasıyla organik matriks oranı azaldığı için materyalin ısıl genişleme katsayısı ve polimerizasyon büzülmesi de azalmakta ve materyalin dayanıklılığı artmaktadır. Doldurucu partikül boyutlarının büyüklüğü, fissürlere ve mine yüzeyindeki mikroporözitelere materyalin penetre olmasını etkiler. Partiküller mine yüzeyindeki porözitelerden daha büyükse, fissür örtücünün mikroporözitelere sızamayacağı bildirilmektedir. Doldurucusuz fissür örtücüler, oklüzal kuvvetlerin etkisiyle uygulandıktan sonra kendiliğinden aşınırken, dolduruculu fissür örtücülerde oklüzal uyumlandırma klinik uygulamanın rutin bir parçası olmaktadır. [57, 114, 116]

2.8.2.2. Rezin Esaslı Fissür Örtücülerin Polimerizasyon Tiplerine Göre Sınıflandırılması

Rezin esaslı fissür örtücüler polimerizasyon tiplerine göre 3' e ayrılır:

2.8.2.2.1. Ultraviyole Işıqla Polimerize Olan Fissür Örtücüler (1. Jenerasyon Fissür Örtücüler)

Fissür örtücülerin polimerizasyonunu başlatmak için ilk olarak 365 nanometre dalga boyundaki ultraviyole ışık kullanılmış ancak, ultraviyole ışığın dalga boyunun stabilize edilememesinden dolayı ve uzun süre ultraviyole ışığa maruz kalmanın retinada hasara sebep olmasından ötürü bu yöntemin kullanımı bırakılmıştır. Günümüzde 1. jenerasyon fissür örtücüler kullanılmamaktadır. [118]

2.8.2.2.2. Kimyasal Olarak Polimerize Olan Fissür Örtücüler (Otopolimerizasyon - 2. Jenerasyon Fissür Örtücüler)

Kimyasal olarak polimerize olan sistemler, bir metakrilat ve bir epoksi rezinin hibrit oluşturmasıyla meydana gelen dimekriklatlardır. [57] Monomer ve indikatörün (benzoil peroksit) karıştırılmasından sonra materyalin sertleşme reaksiyonu genellikle 1-2 dk içerisinde egzotermik bir reaksiyon olarak gerçekleşir. [118]

2.8.2.2.3. Görünür Işıklı Polimerize Olan Fissür Örtücüler (3. Jenerasyon Fissür Örtücüler)

Rezin monomerin içerisinde görünür ışıklı polimerizasyonun başlamasını sağlayacak hassasiyete sahip kamforokinon ve reaksiyonu hızlandıran alifatik aminler ilave edilerek üretilen fissür örtücülerdir. 480 nm dalga boyunda görünür ışık spektrumunun mavi bölgesine hassastırlar. [57]

Görünür ışıkla polimerizasyonun sağlanmasında farklı ışık kaynakları kullanılmaktadır. En yaygın kullanılanları; halojen ve LED ışık (Light Emitting Diode -ışık yayan diyotlar) kaynaklarıdır. Bunlardan başka plazma ark, QTH (quartz, tungsten halojen) ve argon lazer ışık kaynakları da kullanılabilir. [139]

Görünür ışıkla sertleşen fissür örtücülerin kimyasal olarak sertleşen fissür örtücülere kıyasla önemli klinik avantajları vardır. Görünür ışıkla sertleşen fissür örtücülerde sertleşme reaksiyonu, ışık uygulamasından sonra meydana geldiği için materyal asitlenmiş mine porları içerisinde rahatlıkla sızacak zamana sahiptir. Görünür ışıkla sertleşen fissür örtücülerde, kimyasal yolla sertleşen fissür örtücülerdeki gibi iki ayrı rezinin karıştırılmasına gerek olmadığından, iki ayrı rezinin karıştırılması sırasında oluşan hava kabarcığı riski ve çalışma süresinin kontrol edilememesi gibi faktörlerin ortadan kalkması, klinik şartlarda hekime uygulama rahatlığı sağlamaktadır. Günümüzde görünür ışıkla polimerize olan fissür örtücüler daha fazla tercih edilmektedir. [57, 118]

2.8.2.3. Rezin Esaslı Fissür Örtücülerin Renklerine Göre Sınıflandırılması

Rezin esaslı fissür örtücüler renklerine göre şeffaf, renkli ve opak olmak üzere sınıflandırılabilir. Fissür örtücüler polimerizasyon öncesinde opak ya da hafif renkli olabildikleri gibi, polimerizasyondan önce farklı renkte olup polimerize olduktan sonra renk değiştirebilmektedir. [116] Renkli ve opak fissür örtücüler, dış yüzeyinde kolaylıkla görülebildiğinden retansiyon kontrolleri şeffaf örtücülerden daha rahat yapılabilir ve aileler tarafından da fark edilebilir bir yapıda olmalarından ötürü daha çok tercih edilmektedir. [57, 109]

2.8.3. Yapısında Flor Bulunan Rezin Esaslı Fissür Örtücüler (4. Jenerasyon Fissür Örtücüler)

Diş yapılarının çürüğe karşı direncinin artırılmasında floritler önemli bir yere sahiptir. Buradan hareketle yapısına F ilave edilen restoratif materyallerin geliştirildiği ve yapılan çalışmalarda, F salımı yapan dental materyallerin çürüğün başlamasını ve gelişimini önlediği bildirilmiştir. [57] Flor rezervuarı olarak görev yapan dental materyaller hem mine yüzeyiyle restoratif materyal arasında hem de komşu mine yüzeyinde çürükten koruyucu etki sağlamaktadır. [126, 140] Rezin esaslı fissür örtücülerin de yapısına flor eklenmesinin çürükten korunmada ilave bir yarar sağlayacağı düşünülmüştür. [57] Ancak flor içeren pit ve fissür örtücülerin geleneksel fissür örtücülerin yerini alabilmeleri için tutuculuklarının en az geleneksel fissür örtücüler kadar iyi olmaları ve F deposu olarak fonksiyon görerek devamlı F salımınıyla minede florapatit oluşumunu teşvik etmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. [12, 126]

Fissür örtücülerin yapısına flor iki şekilde katılabilir. Çözünebilir formda flor tuzlarının, polimerize olmamış rezin yapıya eklenmesi ya da organik bir flor bileşiğinin, yapısındaki flor iyonlarını iyon değişim reaksiyonu ile serbestleştirecek şekilde rezinin yapısına kimyasal olarak bağlanması. Bunlardan ilkinde fissür örtücü uygulandıktan bir süre sonra ilave edilen flor tuzları çözünerek ortama yayılmakta ve fissür örtücünün yapısı zayıflarken minedeki flor düzeyinde artış gözlenmektedir. Ancak bu durumda fissür örtücünün yapısı zayıfladığı için koruyucu etkinliğinin zamanla azaldığı belirtilmiştir. Organik flor bileşiği ise tükürükteki flor miktarı azaldığı zaman flor salımı yapmakta, çevredeki F konsantrasyonu arttığında rezinin yapısına flor depolamaktadır. Bu uygulamada toplam yapı içerisinde çok az flor olmasına karşın, kaybedilen flor zamanla yerine konduğu için fissür örtücünün koruyuculuğunda anlamlı bir azalma olmadığı belirtilmiştir. Yeniden yüklenebilme özelliğinin materyallerden uzun süre flor salımına olanak sağlayarak aktif çürük lezyonlarının gelişimini önlediği, materyale komşu mine yüzeyinin direncini arttırdığı ve remineralizasyonuna katkı sağladığı bildirilmektedir. Bu özelliğin rezin esaslı olmayan restoratif materyallerde, rezin esaslı olanlara oranla daha fazla olduğu belirtilmiştir. [141, 142]

Yapısına F ilave edilen fissür örtücüler, gargara, diş macunu, cila, jel gibi eksojen flor kaynaklarıyla yeniden flor yüklenebilmektedir. [54] Fissür örtücülerden en fazla flor salımı ilk 24 saat içerisinde gerçekleşmekte ve ikinci günden sonra salınım belirgin şekilde azalmaktadır. Daha sonra materyalin yapısal özelliklerine bağlı olarak sabit bir hızda düşük seviyelerde flor salınımının devam ettiği belirtilmektedir. [126] Ancak günümüzde sekonder çürüğü önleme açısından düşük dozda ve sürekli flor salımının çok daha etkili olduğu kanıtlanmış ve bu gerçek göz önüne alındığında flor içeren dental materyallerin kullanımının avantajları vurgulanmıştır. [129]

İyonomerik ve rezinöz materyallerin flor salınım profilleri arasındaki farklılıklar temel olarak kompozisyonlarıyla ilişkilendirilebilir. İyonomerik materyallerin rezinlere göre suya daha geçirgen olması, [143] bu materyallerde flor difüzyonunun ve salınımının daha fazla olmasını sağlamaktadır. [129]

Fissür örtücülerin klinik başarısı doğrudan rezinin mineyle adezyonuyla ilişkilidir ve hastanın uyumu, klinisyenin tecrübesi, fissür örtücünün türü, dişin ağız içerisindeki konumu ve tükürük izolasyonu gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Hem tutuculuğu hem de klinik başarıyı etkileyen en önemli faktör; nem kontrolünün sağlanmasıdır. [144] Ancak küçük yaşta çocuklarda fissür örtücü uygulamalarında hem uyum güclüğü hem de henüz sürmekte olan dişlerde özellikle distal yüzeyi kaplayan operkulum sebebiyle gerek lastik örtü gerekse pamuk tamponlarla dişin tükürükten izolasyonu ve kuru bir alan elde edilmesi oldukça zordur. [32, 82] Bu nedenle çürük aktivitesi yüksek ve nem kontaminasyonunun engellenemediği küçük yaşta çocukların henüz sürmekte olan büyük azı dişlerine rezin esaslı fissür örtücülerin uygulanmasının öncesinde nem duyarlılığı daha az olan mine-dentin bonding ajanlar uygulanması, tükürükle kontamine yüzeylere CO₂ lazer uygulanması gibi değişik yaklaşımlar önerilmiştir. Fissürlerde arta kalan nemin kurutma ajanları kullanılarak uzaklaştırılması sonucunda, hidrofobik yapıdaki fissür örtücülerin asitlenmiş minenin daha derin tabakalarına sızabileceği ve örtücü tutuculuğunun artabileceği bildirilmiştir. [131, 145]

Mine-dentin bonding ajan uygulamasının nem duyarlılığını azaltarak; fissür örtücülerin tutuculuğunu, mikrosızıntısını, makaslama ve bağlanma dayanımını ve klinik başarısını arttırdığı bildirilmektedir. Bunu yanısıra bu yaklaşımlar, uygulama

basamaklarını ve maliyetini arttırmaktadır. [82, 131] Belirtilen yöntemlerin uygulama basamaklarını arttırmasından dolayı pratik bulunmamaları, hidrofilik yapıda fissür örtücülerin üretilmesi fikrini gündeme getirmiştir. Bu nedenle çürük aktivitesi yüksek ve nem kontaminasyonunun engellenemediği küçük yaştaki çocuklarda henüz sürmekte olan birinci büyük azı dişlerinde, dişler tamamen oklüzyona geçinceye kadar geçici olarak nem duyarlılığı daha az olan cam iyonomer esaslı fissür örtücülerin kullanılması önerilmektedir. [146, 147]

2.8.4. Akışkan Kompozitler

Akışkan kompozitler viskozitelerinin düşük olmasından dolayı fissür örtücü olarak kullanılabilir. [82, 148] Bu materyallerin fissür örtücü olarak kullanıldığı çalışmalar kısıtlı olmakla beraber; klinik çalışmalarda, uygulanan akıcı kompozitlerin diş yüzeyinde bozulmadan kaldığı tespit edilmiş, bağlanma dayanımı ve örtücülüğünün iyi olduğu bildirilmiştir. [1, 149]

2.8.5. Hibrit İyonomerler

Kompozit rezinlerin ve geleneksel cam iyonomer simanların olumlu özelliklerinin bir araya getirilmesi fikrinden yola çıkılarak hibrit materyaller geliştirilmiştir. Geleneksel CİS' in aşırı nem hassasiyeti, düşük aşınma direnci, zayıf estetik özellikleri gibi dezavantajlarını giderebilmek amacıyla yapılarına ışıkla sertleşen bir monomer (HEMA, BIS-GMA gibi rezinler) ve foto-başlatıcı (kamforokinon) eklenerek farklı materyaller üretilmiştir. Hibrit iyonomerler olarak adlandırılan bu materyallerden sertleşmeleri önemli oranda asit-baz reaksiyonu ile gerçekleşen materyaller, rezin modifiye cam iyonomer (RMCİS); yapısında CİS' in yapı taşlarının bir kısmını bulduran ancak karanlık ortamda asit-baz reaksiyonu oluşmaksızın da sertleşebilen materyaller ise poliasit modifiye kompozit rezin (PMKR) olarak sınıflandırılmıştır. [110, 150]

Geleneksel kompozitlerden farklı olarak yapılarına eklenen ilave komponentlere rağmen temelde iki materyal (RMCİS ve PMKR) de hidrofobik özelliktedir. Ayrıca her iki materyalin F salımı da cam iyonomer simana oranla önemli derecede düşüktür. [151] Uygulanmalarının kolay olması, diş yapılarına adezyon

özelliklerini bulunması ve F salımı yapabilmeleri gibi olumlu özelliklere sahip bu materyallerin pit ve fissür örtücü olarak kullanımları tavsiye edilmiştir. [114, 152]

2.8.5.1. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

1980' ların sonuna doğru piyasaya sürülen RMCİS' ler, geleneksel cam iyonomer simanlardaki olumsuz özelliklerin ortadan kaldırılması ve fiziksel olarak daha güçlü bir materyal elde edilmesi amacıyla, cam iyonomer yapıya küçük miktarda rezin ilave edilerek üretilen materyallerdir. [124] Bu simanlarda sertleşme mekanizmaları değiştirilmiştir. Sertleşme reaksiyonu, poliakrilik asit zincirine bağlı metakrilat gruplarının foto aktivasyonu ile başlatılır ve bunu asit-baz reaksiyonları takip eder. [82, 153]

RMCİS, diş dokularına hem kimyasal hem de mikromekanik yolla bağlanmaktadır. Geleneksel cam iyonomerlerde olduğu gibi, simanın karıştırılmasıyla birlikte asit-baz reaksiyonu başlar ve 24 saat içerisinde mineral yapıyla iyonik bağlar kurularak bağlanma gerçekleşir. Ayrıca bu materyaller açığa çıkmış kollajen ağına ve/veya mineye HEMA gibi monomerlerin penetre olması yoluyla mikromekanik olarak da bağlanma gerçekleştirirler. [124] RMCİS, geleneksel cam iyonomer simanlarda olduğu gibi flor salınımı yapabilmektedir. Bu materyalin biyoyumlu bir materyal olduğu; stabil matriks yapısından dolayı RMCİS'lerin mikrosızıntısının GCİS'lere oranla daha az, makaslama bağlanma dayanımının ise daha fazla olduğu; bunun yanı sıra materyalde bulunan rezinin zamanla ağız ortamından bir miktar suyu absorbe ettiği ve aşınma direncinin zamanla azaldığı bildirilmiştir. [82] Arttırılmış fiziksel özellikleri ve flor salınımı yapabilme kabiliyetlerinden ötürü bu materyalin fissür örtücü olarak kullanımları gündeme gelerek çeşitli araştırmaların konusu olmuştur. [5, 154]

2.8.5.2. Poliasitle Modifiye Kompozit Rezinler

1990' ların başlarında, RMCİS'lerin geliştirilmesinden kısa bir süre sonra, kompomer olarak da bilinen poliasit modifiye kompozit rezinler (PMKR) piyasaya sunulmuştur. Bu materyal, kompozitlerin estetik özellikleri ile cam iyonomer simanların dişe kimyasal olarak bağlanabilme ve F salabilme özelliklerini tek bir

materyalde toplama düşüncesiyle üretilmiştir. PMKR' ler, RMCİS' lere göre rezin içerikleri daha yüksek; cam iyonomer içerikleri daha düşük materyallerdir. [112, 155]

Kompomerler, anhidrik asit monomer içerisinde bulunan cam dolduruculardan oluşur. Kompomerlerin iki ana bileşeni vardır; cam iyonomer simanın yapısındaki benzer, iyon salabilen doldurucu kısım ve yapısında karboksil grubu bulunduran dimetakrilat monomer kısmı. [82] Karboksil gruplarının, temel yapıyı oluşturan karbon atomlarına oranı 1/8' dir. PMKR materyalinin bileşenlerinin büyük bir kısmı kompozit rezinlerle aynı olup, bunlar BİSGMA veya türevleri ve/ veya trietilen glikol dimetakrilat (TEG-DMA) gibi büyük moleküllü makro-monomerlerdir. PMKR' lerde bu sistemlere kuartz veya silikat camı gibi non-reaktif inorganik doldurucular eklenmiştir. Ayrıca yapıda geleneksel kompozitlerden farklı olarak asidik fonksiyonel grupları olan bazı ek monomerler de bulunabilmektedir. [155]

2.8.6. Ormoserler

Ormoserler; 1998 yılında restoratif diş hekimliğine, aşınma dirençleri çok yüksek, kenar sızıntısı ve polimerizasyon sonrası ortaya çıkan artık monomer miktarı minimum olan dolayısıyla polimerizasyon büzülmesinin önemli ölçüde azaltıldığı, biyouyumlu ve kondanse edilebilen bir materyal olarak tanıtılmıştır. Diş hekimliğinde nispeten yeni bir materyal olan ormoserlerin uzun dönem klinik çalışmalarının henüz yeterli olmadığı bilinmektedir. [156, 157] Bu materyalin restoratif olarak kullanılan tiplerinin yanında, fissür örtücü olarak kullanılabilecek formu da mevcuttur. [158]

2.8.7. Biyoaktif Cam İçerikli Fissür Örtücüler

İlk kez 1969 yılında Hench ve arkadaşları tarafından geliştirilen biyoaktif camlar, tıp ve diş hekimliği alanlarında önemli bir yere sahiptir. Biyoaktif camların yüzeyinin dokularla bağ oluşumunu sağlayan biyoaktif hidroksi karbonapatit (HCA) tabakasından meydana gelmesi, çevre sert dokularla ve bazen yumuşak dokularla kimyasal bağ kurabilmesini sağlamaktadır. [159]

Biyoaktif camlar, vücut sıvıları ile temasa geçtiklerinde dakikalar içerisinde bir seri yüzey reaksiyonunun meydana gelmesiyle ortam pH' sının yükselmesini sağlamaktadırlar. Bu durum materyale aynı zamanda antibakteriyel özellik

kazandırmaktadır. Reaksiyon zincirinin başlamasıyla birlikte cam yapıdaki serbest Na^+ iyonları ile vücut sıvılarındaki H^+ iyonları arasında katyon değişimi gerçekleşmekte, böylece materyal yüzeyinde silikadan zengin bir jel tabakası oluşmaktadır. Bu silikadan zengin tabaka, materyalden ve vücut sıvılarından alınan Ca ve P birikmesi için uygun bir ortam olarak işlev görmektedir. [160, 161]

Günümüzde, biyoaktif camların; tıp alanlarında genellikle sentetik kemik grefti, kohlear implant materyali olarak kullanıldığı ve rejeneratif doku mühendisliğinde önemli bir yere sahip olduğu belirtilmiştir. [161] Son yıllarda, dentin hassasiyetinin giderilmesi, sert doku stimülasyonu ile tamir özelliği ve antibakteriyel özellikleri sayesinde dişhekimliği alanlarında da biyoaktif camların kullanımları giderek artmaktadır. Başlangıç aşamasındaki çürüklerin remineralizasyonu ve yeni başlayacak çürüklerin önlenmesinde başarılı olabilecekleri fikriyle, biyoaktif cam içerikli restoratif materyaller ve fissür örtücülerin piyasaya sunulduğu görülmüştür. [162, 163]

2.8.8. Giomer İçerikli Fissür Örtücüler

Giomerler; cam iyonomerler ve kompozitlerin birleşiminden oluşan, flor salınımı yapabilen ve ışıkla sertleşen hibrit materyallerdir. [124] Giomerlerin içerisinde önceden tepkimeye girmiş cam iyonomer partikülleri (S-PRG) bulunmaktadır. Asit-baz reaksiyonu önceden gerçekleşen multifonksiyonel cam koruyucu yapı, yüzey modifiye tabaka ile korunmaktadır. Bu yapı, cam iyonomerlerin stabil fazını oluştururken, materyalin nemden etkilemesini önlemektedir. [164]

Giomerlerin, asitleme ve yıkama işlemlerini gerektirmediğinden özellikle çocuk hastalarda zaman tasarrufu ve uygulama kolaylığı sağladığı belirtilmiş; ayrıca, estetik özellikleri, kolay cilalanabilmeleri ve kompozit rezinler kadar dirençli olmaları gibi avantajları olduğu da öne sürülmüştür. [165] Çapraz bağlantılı polimer matriksten oluşan giomerlerin bağlanma kuvveti ve dayanıklılığının ise, cam iyonomerlerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir. [166] Bununla birlikte bu materyallerde, tükürük ve nem kontaminasyonu varlığında bağlanma dayanımının olumsuz yönde etkilendiği belirtilmiştir. [167]

Süt ve daimi dişlerde restoratif dolgu materyali olarak başarılı sonuçlar sergilediği bildirilen giomerlerin [168], fissür örtücü olarak uygulandığı dişlerde, çürüğe direnç ve remineralizasyon sağladığı öne sürülmüştür. [169]

2.8.9. Amorf Kalsiyum Fosfat (ACP) İçerikli Fissür Örtücüler

Amorf kalsiyum fosfat (ACP); dişlerin yapısında bulunan, doğal hidroksiapatit oluşumu sürecinde prekürsör olan bir kalsiyum fosfat bileşimidir. [170] İlk kez 1963 yılında Posner tarafından tanımlanmıştır. ACP, ortam pH' sı dişlerin mineral yapısında çözünmenin meydana gelmesiyle Ca ve P kaybettiği kritik pH değerlerine düştüğünde, Ca ve P iyonları salınımı yaparak ortam asitliğini nötralize eder. Bunun yanında diş yüzeyinden çözünen iyonların yeniden diş yüzeyine çökmesini sağlayarak ve hidroksiapatit oluşumunu indükleyerek remineralizasyonun gerçekleşmesini destekler. [171]

Son yıllarda remineralizasyon konusundaki çalışmalarda, amorf kalsiyum fosfatın; solüsyon, şekersiz sakız, gargara, pastil, sporcu içecekleri ve patların yapısına eklenerek kullanımının yanı sıra [104] restoratif materyallerin de yapısına eklenmesi ile ACP içerikli ortodontik adhesivler, kompozitler ve fissür örtücüler piyasaya sunulmuştur. Biyouyumlu bir bileşen olan ACP' nin dişlerin demineralizasyonunu önlemesi ve aktif olarak remineralizasyonu uyarmasıyla fissür örtücü ve kompozitlerin profilaktik etkinliklerini arttırdığı savunulmaktadır. [107, 151, 170]

2.8.10. Cam Karbomerler

Kompozit rezinler ve cam iyonomerlerin olumsuz özelliklerinin, modifiye materyallere olan ihtiyacı ve yeni materyal arayışlarını arttırdığı gözlenmektedir. Restoratif materyal ve fissür örtücü olarak iki farklı şekilde piyasaya sunulan cam karbomerler de bu arayışın ve gelişmenin önemli bir parçası olmuştur. [172, 173] Daha önceden de belirtildiği gibi, cam iyonomer simanların avantajlarının (kimyasal bağlanma, flor salınımı, sekonder çürük oluşumunu önleme özellikleri vs.) yanı sıra kullanımını kısıtlayan belirgin dezavantajları bulunmaktadır. Bunlar; düşük kırılma direnci, yüzey aşınması, erken su emilimi, erken çözünme, yorgunluğa bağlı kırılmalar ve kenar açılmaları, önlenemeyen renk uyumsuzluğu ve yavaş sertleşme

reaksiyonlarıdır. [98] Cam iyonomerlere metal partiküllerinin eklenmesi, 1992 yılında rezin modifiye cam iyonomer simanların bulunması ve doldurucu boyutları azaltılarak viskozitelerinin arttırılması bu çabaların zorunlu sonucu olarak ortaya çıkmıştır. [174]

Cam karbomerler, karbomize nano partiküller (nanohidroksiapatit ve nanofloroapatit) içeren iyonomer bazlı materyallerdir. Cam iyonomerler gibi flor salınımı ve yeniden yüklenebilme özellikleri mevcuttur. Cam karbomerlerin avantajları konvansiyonel cam iyonomerlerle kıyaslandığında önemli ölçüde daha iyi mekanik ve kimyasal özellikler sergilemeleridir. Nanopartiküllerin yapıya eklenmiş olması, materyalin mekanik özelliklerini geliştirerek materyalde çözünürlüğü düşürürken, baskı direncini ve bükülme kuvvetini arttırır. Özellikle cam karbomerlerin mineyi makaslama kuvvetinin, konvansiyonel cam iyonomer simanlarla kıyaslanabilir düzeyde olduğu hatta daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. [121, 175]

Cam karbomerdeki cam partikülleri, cam iyonomer simanlara oranla oldukça daha ince boyutlara sahiptir. Sertleşme reaksiyonlarının mekanizması temel olarak cam iyonomer simanlara benzer. Bununla beraber nano boyutlu partiküller, temas yüzeyinin artmasını sağlayarak; cam karbomerin likiti (poliakrilik asit) ile temasa geçtiklerinde materyalin daha kolay sertleşmesine ve daha hızlı remineralizasyon etkisi göstermesine yardımcı olur. Nano partikül boyutunun florapatite dönüşümde etkili olduğu düşünülmektedir. Yapıdaki kalsiyum fluoroapatit nano-kristallerinin, remineralizasyon sürecinin merkezi olarak davrandığı ve fluoroapatit oluşumunu başlattığı belirtilmiştir. [176]

Cam karbomerlerin klinik endikasyonları cam iyonomer simanlara benzer olup; süt ve daimi dişlerdeki sınıf I, sınıf II ve V kaviterde restorasyon materyali olarak, kron ve köprülerde tamir ve yapıştırma materyali olarak ve fissür örtücü olarak kullanımları mevcuttur. [177-179] Cam karbomerler ile direk pulpa kuafajı yapılmasının kontrendrike olduğu, derin alanlarda ve pulpanın açığa çıkabileceği durumlarda kavite örtücüleri ile birlikte kullanılması gerektiği bildirilmiştir. [176]

Mekanik özelliklerin geliştirilmesi amacıyla simanların sertleşmeleri esnasında ultrasonik ve ısı enerjisi kullanılmaktadır. Isı uygulaması yapılmış konvansiyonel cam iyonomerlerin sıkışma dirençlerinin, standart sertleşme reaksiyonu sergileyenlerle

kıyaslandığında daha erken sertleştikleri görülmüştür. Siman yüzeyinde sıcaklığın maksimum 60°C olacak şekilde artırılmasının, materyalin yüzey sertliğini önemli ölçüde geliştirdiği; ısı uygulanmasıyla, cam karbomer ve konvansiyonel cam iyonomerlerin matrisi oluşturma reaksiyonlarının hızlandığı belirtilmiştir. [180]

Üreticiler, yüksek çıkış aralığına sahip ışık gücünün, cam karbomer yapısıyla birleşmiş nano boyutlu doldurucuların aşınma direncini ve basınç dayanımını geliştirdiklerini beyan etmişlerdir. Firma önerisine göre en iyi sonuç; sertleşme sürecinde çıkış gücü 1400 mw/cm² olan ve 60-90 sn. kullanılan ışık cihazıyla başarılmaktadır. (maksimum 60° C veya 140°F). Uzun çalışma zamanı, mine ve dentine olan adezyon kaybına yol açabilmektedir. Bununla beraber yapılan ışık uygulaması mekanik özellikleri önemli oranda artırır. Son öneri ise, yüzeye karbon-silikon içerikli (gloss) koruyucu tabaka uygulanmasıdır. Gloss uygulaması; cam iyonomer simanlarda nemden etkilenme olayını minimize etmek için kullanılan bir tür bonding uygulaması olarak cam karbomerlerde yapılan bir uygulamadır. Restorasyon ve örtücü yüzeyindeki bu koruyucu tabaka, ürünün özelliklerinin gelişmesini sağlamaktadır. [176]

2.9. Remineralizasyonu Değerlendirmede Kullanılan Analiz Yöntemleri

Koruyucu dişhekimliğine yönelik çalışmalarda, florit içerikli ürünlerin ve çürük önleyici özelliği ile remineralizasyon kapasitesi bulunan diğer materyallerin, demineralize mine üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla farklı yöntemler ve cihazlar kullanılmaktadır. Diş dokularının mineral yapılarında ve lezyon derinliklerinde meydana gelen değişiklikler; İndüktif Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektroskopisi (ICP-AES), İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma-kütle Spektrometresi (ICP-MS), asit biyopsi yöntemi, Transvers Mikroradyografi (TMR), Raman Spektropisi, Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR), Optik Koherens Tomografi (OCT), spesifik iyon analizörü, Polarize Işık Mikroskobu (PML), Konfokal Lazer Mikroskobu (CLSM), MicroCT, Kantitatif Işık Etkili Floresan yöntemi (QLF), Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM), Transmisyon Elektron Mikroskobu (TEM), Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM), mikrosertlik yöntemi ve Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi (SEM-EDX) kullanılarak değerlendirilebilmektedir. [181-192]

2.9.1. Mikrosertlik Yöntemi

Mikrosertik, sert dokuların mineral içeriğini analiz etmede kullanılan başarılı bir yöntemdir. [20] Mikrosertlik ölçme cihazlarının çalışma prensibi; elmas bir uç ile ışık mikroskobu altında cisimlerin yüzeylerine belirli ağırlıkların belirli sürelerde uygulanmasıyla yüzeyler üzerinde izler oluşturulması ve bu izlerin derinliklerinin değerlendirilmesiyle test edilen cismin sertlik değerinin belirlenmesi şeklindedir. Hızlı ve kolay uygulanabilen bu yöntem için örnek yüzeyinin sadece küçük bir alanı yeterli olmaktadır. [193]

İn-situ demineralizasyon ve remineralizasyon çalışmalarında mikrosertlik yöntemini ilk defa 1966 yılında Kouluorides kullanmıştır. [194] Demineralizasyon veya remineralizasyon işlemlerinden sonra, mikrosertlik, sert dokuların mineral kaybı veya kazancının indirek etkilerinin belirlenmesinde kullanılır. İz uzunluğunun artması dokunun mineral kaybetmiş olduğunu, tersine iz büyüklüğünün azalması dokunun mineral kazandığını göstermektedir. [195]

Minenin mikrosertlik ölçümü iki farklı şekilde yapılabilmektedir; [196]

a. Yüzey Mikrosertliği: Dışın dış yüzeyine dik olarak ölçüm yapılır.

b. Cross-Sectional Mikrosertlik (Enine Kesit Mikrosertliği): Örnekten kesitler alınır ve bu kesitlerde, dış yüzeye paralel olacak şekilde minenin daha alt katmanlarına doğru inilerek mikrosertlik ölçümü yapılır.

Örnekler üzerinde tam bir mikrosertlik ölçümü yapılabilmesi için dikkat edilmesi gereken en önemli hususlar; [197]

İzler, düzgün pürüzsüz ve cilalanmış bir yüzey üzerinden alınmalıdır.

Ölçüm yapılacak yüzey yere paralel olmalı ve örnek tabla da sabitlenmelidir.

Çalışma esnasında mikrosertlik aleti titreşimden uzak olmalı; ölçüm esnasında örnek ve cihazda oynama yapılmamalıdır.

Test edilen yüzeye uygulanan yük, yüzeyde çatlak oluşturmayacak ağırlıkta olmalıdır.

Mikrosertlik ölçümü yönteminde; belirli bir süre, belirli bir yükün örnek üzerine verilmesiyle, materyale yükü uygulayan elmas ucun şekline göre yüzeyde simetrik bir iz oluşturulur. Bu izin derinliği ve genişliği mikroskop altında ölçülmektedir ve okunan değer test yöntemine ait spesifik tablodaki uygun karşılığı bulunarak ‘sertlik birimi’ ne çevrilmektedir. [198]

Mikrosertlik ölçüm yöntemi; örnekler üzerinde işlemiden önce ve sonra ölçüm yapılmasına, dolayısıyla tekrarlanabilir ölçümlere olanak sağlayabilen oldukça hassas ve kolay uygulanabilir bir yöntemdir. [193]

Temel olarak dişlerin demineralizasyon-remineralizasyon çalışmalarında kullanılan iki çeşit mikrosertlik ölçüm yöntemi bulunmaktadır. Bunlardan ilki olan Vickers, 1925 yılında İngiltere’de geliştirilmiştir. [199] Kullanılan diğer bir yöntem ise, 1939 yılında Knoop, Peters ve Emerson tarafından tanımlanan Knoop sertlik ölçümü yöntemidir. [200] Ölçüm yapılırken mikrosertlik cihazının ucuna takılı olan elmas uçlu iğne örneğin içine belirli oranda kuvvet uygulayarak gömülür ve elmas ucun lezyonun farklı bölgelerinden elde ettiği penetrasyon derinlikleri ölçülerek ‘Vickers veya Knoop’ sertlik değeri olarak kaydedilir. Daha sonra bu değerler sağlam mine yüzeyine ait değerler ile karşılaştırılır. ‘Knoop veya Vickers’ sertlik değerinin karekökü alınarak minenin mineral içeriğinin lineer ilişkisi hesaplanır. [201]

Bu iki yöntemde aygıtların iz oluşturmaya yarayan uçları ve oluşturulan izler arasında birtakım farklılıklar mevcuttur. Vickers ucu, aynı yük Knoop ucuna göre yaklaşık olarak iki kat daha derin izler bırakır ve yüzeyde oluşturdukları çentik genişliklikleri de farklıdır. Meydana gelen çentiklerin yüzey görüntüleri Vickers’ te kare iken, Knoops’ ta eşkenar dörtgen şeklindedir. [202]

2.9.1.1. Vickers Sertlik Ölçüm Yöntemi

Vickers sertlik testinde piramit şeklindeki bir elmas uç kullanıldığından bu yöntem, ‘elmas piramit sertlik testi’ de denilmektedir. Bu piramit ucun yüzeyde bıraktığı iz kare şeklinde olup, yüzeyleri arasındaki açı 136° dir. [202] Ölçümü

yapılacak örnek üzerine belirli bir süre belirli bir kuvvet uygulanmasının ardından, materyalin yüzeyinde oluşan karenin iki köşegeni cihaza ilave edilen mikroskop aracılığıyla ölçülür. Sertlik değeri, uygulanan yük biriminin yüzeyde oluşturulan çökme alanına bölünmesi ile hesaplanmaktadır. [203]

Vickers sertlik testinde, yükleme ucunun izi daha küçük ve derin olduğu için küçük bölgelerin ve çok sert materyallerin sertliğinin belirlenmesinde bu yöntemin uygun olduğu bildirilmiştir. [204] Kırılgan malzemelerin sertliğinin ölçülmesine uygun bir yöntem olması sebebiyle diş dokusunun ve dental materyallerin sertliğinin ölçümünde Vickers sertlik ölçümü sıklıkla kullanılmaktadır. Elde edilen iz alanı ne kadar küçükse Vickers sertlik değeri o kadar büyüktür ve bu durum materyalin ya da yüzeyin daha sert olduğunu ifade etmektedir. Vickers sertlik testi ile doğru ve güvenilir değerlerin elde edilmesi, kullanılan elmas ucun uzun süre bozulmaması ve tüm materyal yüzeyleri için kullanılabilir olması, bu test yönteminin önemli avantajlarından. [205, 206]

2.9.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Taramalı elektron mikroskobu; örnekleri üç boyutlu inceleme imkanı sağlayan, modern bilimin bir çok alanında kullanıldığı gibi diş hekimliğine yönelik araştırmalarda da 1962 yılından bu yana kullanılan bir mikroskoptur. [207] Görüntülerde mükemmel alan derinliği sağlayan ve morfolojiyi tanımlama konusunda oldukça elverişli bir yöntem olan, de-reminalizasyon çalışmalarında da sıklıkla tercih edilen SEM' de görüntü; yüksek voltajla hızlandırılmış elektronların örnek üzerine odaklanması, bu elektron demetinin örnek yüzeyinde taratılması sırasında elektron ve örneğe ait atomlar arasında oluşan etkileşimin uygun algılayıcılarda toplanması ve sinyal güçlendiricilerinden geçirildikten sonra bir katot ışınları tüpünden ekrana aktarılmasıyla elde edilir. Modern sistemlerde bu algılayıcılardan gelen sinyaller dijital sinyallere çevrilip bilgisayar monitörüne verilmektedir. [208]

SEM'de sağlıklı bir görüntü elde edebilmek için, elektron demetinin numune yüzeyini düzgün bir şekilde taraması gerekmektedir. Bu nedenle incelenecek numunelerin buharlaşmayan, katı halde, temiz ve iletken bir yüzeye sahip olmaları önemlidir. Tamamen yalıtkan veya yapısında yalıtkan kısımlar içeren numuneler ise

incelemeden önce ince ve iletken bir tabaka ile kaplanmalıdır. Bu tabaka; fotografik ayrıntıları örtmeden orjinal hallerinde görülmelerine olanak sağlayacak kadar ince, soğurulan elektronları rahatlıkla toprağa iletebilecek kadar kalın ve kesintisiz olmalıdır. [209]

Taramalı elektron mikroskobunu diğer mikroskoplardan üstün kılan bir takım özellikler vardır. Bunlardan en önemlisi odak derinliğidir. Özellikle topografik ayrıntıların görüntülenmesinde bu özellikten faydalanılmaktadır. Her geçen gün geliştirilen özellikleri ile SEM, ışık mikroskobundan 300 defa daha yüksek fokus derinliğine ve 20 ile 100.000 arasında net görme oranına sahiptir. [210]

Gerek ayırım gücü, gerek odak derinliği ve gerekse görüntü ve analizi birleştirme özelliği gibi avantajlarından dolayı taramalı elektron mikroskobu, dış hekimliği alanlarında yapılan araştırma ve incelemelerde yaygın kullanıma sahiptir. [211] Bunun yanında mikro işlemci ve bilgisayarların mikroskopa birlikte kullanılmaları, cihaza kullanım kolaylığı sağlamıştır. SEM ile incelenen numunelerin yüzey özellikleri daha kesin ve daha ayrıntılı olarak görüntülenebilmekte ve diğer yöntemlerle çok uzun sürebilecek ayrıntılı veri toplama işlemi ve toplanan veri üzerinde yapılan değerlendirmeler bu yöntemle otomatik olarak çok kısa zamanda tamamlanabilmektedir. [207, 208]

2.9.2.1. Taramalı Elektron Mikroskobu-Enerji Dağılımlı X-ışını Spektroskopisi (SEM-EDX)

Enerji Dağılımlı X-ışını Spektroskopisi (EDX), bir numunenin element analizi veya kimyasal karakterizasyonunun incelenmesi için SEM ile bağlantılı olarak kullanılan analitik bir tekniktir. [208] Bu sistemde çalışma prensibi, dış kaynaklardan gelen elektronlar ile materyalin atomları çarpıştığında X-ışını fotonları şeklinde enerji yayılmasıdır. Böylece her elementin X-ışını karakteristiği oluşur. Bu sistemin karakterizasyon yetenekleri temel olarak büyük ölçüde her elementin X-ışını spektrumunda tepe noktaları oluşumuna izin veren benzersiz atomik yapısından kaynaklanmaktadır. [212]

İncelenen numuneye SEM elektron ışını ile bombardıman gerçekleştirildiğinde, elektronlar numune yüzeyinde atomlardan uzaklaştırılır. Oluşan elektron boşluğu daha yüksek halkalardaki elektronlar ile dolar ve bu iki elektron arasındaki enerji farklılığının dengelenmesi için X-ışını yayılır. X-ışını dedektörü yayılan X-ışınlarının enerjilerini ölçer. Oluşan X-ışınının enerjisi, yayıldığı elementin karakteristiğini gösterir. Bu yöntemde enerji spektrumu ile tespit edilen X-ışınlarının rölatif sayısı elde edilmekte ve bilgisayar bazlı bir program kullanılarak elementlerin kantitatif tayini yapılabilmektedir. [208, 212]



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızın deneysel aşamaları; Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi ve Erciyes Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma Merkezi' nde gerçekleştirildi. Çalışmamızın etik kurul onayı, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulu' ndan alındı. (Protokol No: 2016/40)

3.1. Dişlerin Toplanması

Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'na başvuran hastalardan, farklı nedenlerle (cerrahi, ortodontik vb.) çekim endikasyonu olan, çürüksüz, mine yüzeyinde çekime bağlı defekt bulunmayan toplam 250 adet gömülü alt ve üst üçüncü büyük azı dişi toplandı. Çekim sonrasında dişler, timol kristalleri içeren distile su içerisinde oda sıcaklığında muhafaza edildi.

3.2. Dişlerin Deneye Hazır Hale Getirilmesi

Toplanan 250 adet dişin yüzeylerindeki yumuşak doku ve artıklar, mekanik olarak el aletleriyle uzaklaştırılarak tüm yüzeyler florit içermeyen pomza ve politür fırçası ile temizlendi.



Resim.3.1. Dişlerin Yumuşak Doku Artıklarından Temizlenmesi

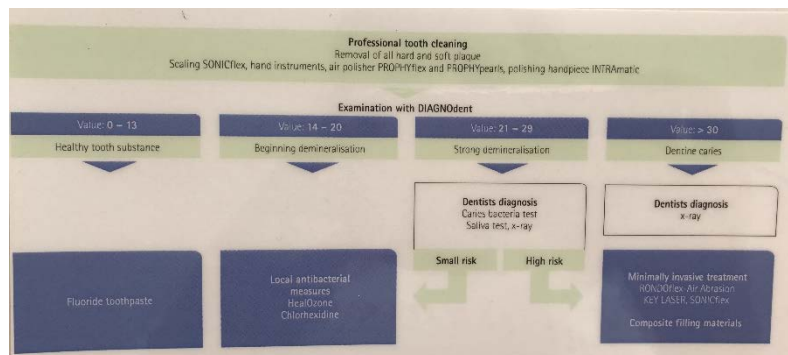


Resim.3.2. Diş Yüzeylerinin Pomza ile Fırçalanması

Çalışmaya dahil olacak olan dişlerin standardizasyonunu sağlamak amacıyla, lazer floresan (Diagnodent, KAVO, Germany) cihazından yararlanıldı. LF cihazının kullanma kılavuzunda belirtildiği şekilde kalibrasyon işlemleri yapıldıktan sonra, cihazın ucu her dişin fissürlerinde gezdirilerek LF ölçümleri yapıldı. Fissürlerde okunan en yüksek değer o dişin LF değeri olarak kaydedildi. LF değeri, cihazın tanımlama kılavuzunda sağlıklı mine değer aralığı olarak kabul edilen '0-13' arasındaki LF değerlerine sahip toplam 95 diş çalışmaya dahil edildi.



Resim.3.3. Lazer Floresan Cihazı (Diagnodent)



Resim.3.4. Lazer Floresan Değerlerinin Tanımlama Kılavuzu

Çalışmaya dahil edilen dişlerin kökleri, mine-sement sınırının 3-4 mm apikalinden su soğutması altında elmas separe ile kesildi. Pulpa odaları açılarak pulpa artıkları temizlendi; açılan ve temizlenen pulpa odaları sızdırmazlık açısından akışkan kompozit rezin ile dolduruldu. Daha sonra hazırlanan dişler %0,1 timol içeren distile su içerisinde deney süresine kadar buzdolabında saklandı.



Resim.3.5



Resim.3.6

Resim.3.5. Dişlerin Hazırlık Aşamasında Kullanılan Gereçler

Resim.3.6. Diş Köklerinin Elmas Separe ile Kesilmesi



Resim.3.7.

Resim.3.7. Pulpa Odalarının Doldurulmasında Kullanılan Gereçler



Resim.3.8

Resim.3.8. Pulpa Odası Kompozitle Doldurulmuş Diş Örneği



Resim.3.9. Deneye Hazır Hale Getirilen Diş Örnekleri

3.3. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Tablo.3.1. Çalışma Grupları

Grubun Adı	Grubun Özelliği	Uygulanan Ürünün Ticari Adı
A	Amorf kalsiyum fosfat (ACP) içerikli fissür örtücü uygulanan grup	AEGİS (Bosworth, The U.S.)
C	Uzun süreli flor salınımı yapabilen florit destekli rezin esaslı fissür örtücü uygulanan grup	CONSEAL- F (SDI Limited, Austuralia)
F	Cam iyonomer esaslı yüksek flor salınımlı fissür örtücü uygulanan grup	FUJI-IV CAPSULE /Fuji Triage (GC, America)
G	Karbomer ve florapatitle güçlendirilmiş nanopartiküllü cam iyonomer içeren fissür örtücü uygulanan grup	GCP GLASS SEAL (GCP Dental, Germany)
N	Flor salınımı yapabilen akışkan kompozit rezin uygulanan grup	NATURAL FLOW (Nova DFL, Brasil)
S	Herhangi bir işleme tabi tutulmayan dişlerden oluşan kontrol grubu	-
D	Fissür örtücü uygulanmayıp sadece pH siklusuna tabi tutulan negatif kontrol grubu	-

Çalışmamızda, fissür örtücü materyallerin minede demineralizasyona direnç/ remineralizasyonuna katkı etkinlikleri, 2 farklı yöntem ile in-vitro olarak 2 ayrı bölüm halinde araştırıldı.

- 1) **Cross-Sectional Mikrosertlik Yöntemi:** Çalışmanın bu bölümünde 6 çalışma grubu mevcuttur. (S, A, G, F, C, N Grupları)
- 2) **SEM-EDX Analizi:** Çalışmanın bu bölümünde 7 çalışma grubu mevcuttur. (S, A, G, F, C, N, D Grupları)

Hazırlanan 95 diş örneğinden rastgele 75 tanesi, fissür örtücüler uygulanmak üzere kullanıldı. 75 diş örneği, fissür örtücü uygulanacak gruplara (A, G, F, C, N) her birinde eşit sayıda 15 diş olacak şekilde rastgele 5 gruba ayrıldı.

Kalan 20 diş örneğinden; 15 tanesi, herhangi bir demineralizasyon-remineralizasyon ve fissür örtücü uygulaması işlemlerine tabi tutulmayıp, hem mikrosertlik hem SEM-EDX analizinde kontrol grubu (S) olarak kullanıldı.

5 diş örneği ise çalışmanın ikinci bölümü olan SEM-EDX analizinde, fissür örtücü uygulanmayıp sadece pH siklusuna tabi tutulan negatif kontrol grubu (D) olarak kullanıldı.

Çalışmanın örnek dağılımında, her bir diştten bukkolingual yönde kesitler alınıp bir diştten 2 kesit (2 örnek) elde edilmesi planlandı. Böylece çalışmanın her iki bölümünde de var olan A, G, F, C, N ve S gruplarının her birinden $15 \times 2 = 30$ diş kesiti, çalışmanın sadece SEM-EDX analizi bölümünde var olan D grubundan ise $5 \times 2 = 10$ kesit elde edilmesi planlandı.

Sonuç olarak ise örnek dağılımı; Birinci bölümde mikrosertlik yönteminde, örnek sayısı her bir grupta eşit sayıda 15 kesit ($n=15$) olacak şekilde;

İkinci bölümde SEM-EDX analizi yönteminde örnek sayısı her bir grupta eşit sayıda 10 kesit ($n=10$) olacak şekilde planlandı.

3.4. Çalışmada Kullanılan Fissür Örtücü Materyaller



Resim.3.10. Çalışmada Kullanılan Fissür Örtücü Materyaller

3.4.1. Aegis (Bosworth Company, The U.S.)

%38 doldurucu ACP (Amorf kalsiyum fosfat) içerikli, Ca ve P salınımı yapabilen rezin esaslı fissür örtücü materyaldir.

3.4.2. GCP Glass Seal (GCP Dental, Germany)

Azaltılmış çözünürlük için özel olarak tasarlanmış nanoteknoloji florapatit / hidroksiapatit partiküllere sahip, cam iyonomer içeren yeni bir karbomize edilmiş nanoparçacık ürünüdür. Reçine, solvent ve metal içermez ve anılan özelliğine bağlı olarak monomersizdir.

3.4.3. Fuji VII Capsule / Fuji Triage (GC, The U.S.)

Floroaluminasilikatcam, poliakrilik asit ve polikarboksilik asit bileşenlerinden oluşan, yüksek flor salımlı cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyaldir.

3.4.4. Natural Flow (Nova Dfl, Brasil)

Bileşiminde Bis-GMA, dimetakrilat rezinler, cam bor-alüminyum silikat, sentetik silikat ve boyalar bulunan, pit ve fissür sealant olarak kullanım endikasyonu olan, flor salınımı yapabilen akışkan kompozit rezin materyaldir.

beklendi. Daha sonra LED ışık cihazı (Woodpecker Led-B) ile 30 sn süreyle polimerize edildi.

3.5.2. C Grubuna ‘Conseal-F’ Uygulanması

Örnekler distile su ile yıkanarak kurutuldu. Fissür örtücünün uygulanacağı okluzal pit ve fissürlere % 35’ lik fosforik asit (3M Scotchbond Universal) 30 sn uygulanarak pürüzlendirme sağlandı. Asitin fazlası yüzeyden pamuk peletle uzaklaştırılıp yüzeyler hava su spreyi ile yıkanarak kurutuldu.

Fissür örtücü, kendi özel şırınga sistemi yardımıyla tüm pit ve fissürleri dolduracak şekilde okluzal yüzeye uygulandıktan sonra fissürlere iyi şekilde sızabilmesi için 5 sn beklendi. Daha sonra LED ışık cihazı (Woodpecker Led-B) ile 30 sn süreyle polimerize edildi.

3.5.3. N Grubuna ‘Natural Flow’ Akışkan Kompozit Rezin Uygulanması

Örnekler distile su ile yıkanarak kurutuldu. Fissür örtücünün uygulanacağı okluzal pit ve fissürlere % 35’ lik fosforik asit (3M Scotchbond Universal) 30 sn uygulanarak pürüzlendirme sağlandı. Asitin fazlası yüzeyden pamuk peletle uzaklaştırılıp yüzeyler hava su spreyi ile yıkanarak hafifçe kurutuldu. Materyal, kendi özel şırınga ucu yardımıyla tüm pit ve fissürleri dolduracak şekilde okluzal yüzeye uygulandıktan sonra fissürlere iyi şekilde sızabilmesi için 5 sn beklendi. Daha sonra LED ışık cihazı (Woodpecker Led-B) ile 30 sn süreyle polimerize edildi.

3.5.4. F Grubuna ‘Fuji-Triage’ Uygulanması

Örnekler distile su ile yıkandı. Hava spreyi kullanılarak fissür örtücünün uygulanacağı okluzal yüzeyler hafif kurutuldu. Kapsül şeklinde fissür örtücü materyalin aktivasyonu için, kapsül üzerindeki piston düz bir yüzey üzerinde bastırılarak uca doğru itildi. Kapsül, yüksek frekanslı bir karıştırıcı cihaza yerleştirilerek 10 sn süreyle karıştırıldı ve uygulanmak üzere tabancaya yerleştirildi. Hazırlanmış ve hafifçe kurutulmuş olan diş yüzeyine örtücü materyal doğrudan uygulandı ve parmak basıncı ile pit ve fissürlere yayılması sağlandı. Hafif sertleştikten sonra vernik materyali (Fuji Varnish, GC) fırça yardımı ile sürülüp işlem tamamlandı.

3.5.5. G Grubuna ‘GCP Glass-Seal’ Uygulanması

Örneklerin okluzal yüzeyi, üretici firmanın kullanım kılavuzunda belirtmiş olduğu öneri göz önünde bulundurularak EDTA ile temizlendi. (Üretici firmanın kullanma kılavuzunda; EDTA ile yüzeyin temizlenmesi önerilmiş, ancak gerekli olmadığı da kılavuzda ayrıca belirtilmiştir.) Yüzeyler distile su ile yıkandı.

Fissür örtücünün akvitasyonu öncesinde, içerisindeki tozun gevşetilmesi için sert bir zemine kapsülün kenarı hafifçe vuruldu. Aktivasyon için kapsül üzerindeki piston düz bir yüzey üzerinde bastırılarak uca doğru itildi. Daha sonra kapsül, bir kapsül tabancasına yerleştirildi ve kapsülün pistonu bir defa tabanca ile ileri itildi. Ayarlanmış olan kapsül, yüksek frekanslı bir karıştırıcı cihaza yerleştirilerek 13 sn süreyle karıştırıldı. Karıştırılma işlemi tamamlandıktan sonra kapsülün ucundaki püskürtücü başlıktan pimi çıkarılarak, materyal dişe uygulanmak üzere tabancaya yerleştirildi. Okluzal yüzey hafifçe kurutuldu. Fazla kurutma işlemi yapılmasından kaçınıldı. Hazırlanmış ve hafifçe kurutulmuş olan diş yüzeyine uygulanan materyal, GCP gloss kullanılarak parmak basıncı ile pit ve fissürlere kondanse edildi. Fissür örtücü, üretici firmanın kendi ışık cihazı olan, yüksek ışık çıkış gücüne ve ısı etkisine sahip, Thermo Led ışık cihazı (Quikstart GCP Carboled, Netherlands) ile 60 sn ışınlanarak polimerizasyon sağlandı.



Resim.3.12. Quikstart GCP Carboled



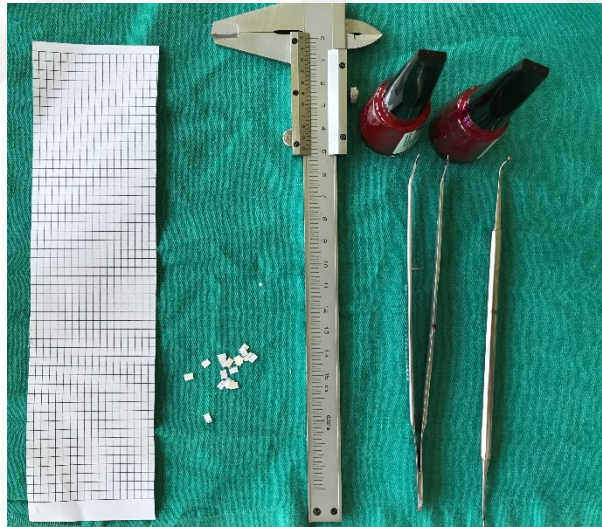
Resim.3.13. Woodpecker Led-B



Resim.3.14. Fissür Örtücü Uygulanmış Diş Örnekleri

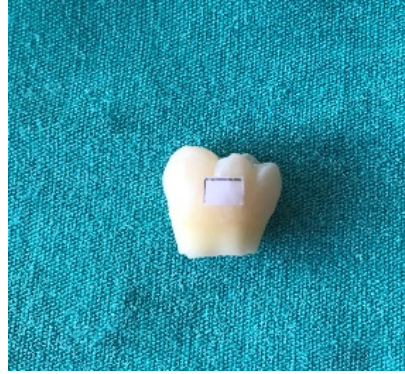
3.6. Bukkalde Yapay Çürük Oluşturmak Üzere Hazırlanan Pencereler

Dişlerin bukkal mine yüzeyinde, pH siklusuna tabi tutulup; mikrosertlik yönteminde her grubun kendi negatif kontrol grubu kendi üzerinde olacak şekilde değerlendirme yapabilmek amacıyla 3x3 mm' lik pencereler hazırlandı.



Resim.3.15. Bukkal Yüzeylerde Oluşturulacak Yapay Çürük Pencerelerinin Hazırlanması için Gereçler

Bukkal yüzeylerin merkezindeki 3x3 mm' lik etiketler dışındaki alandan başlayarak, fissür örtücünün uygulandığı okluzal yüzey çepeçevre 1mm açıkta kalacak şekilde kalan diş yüzeyleri 2 kat aside dirençli tırnak cilası ile kaplandı.



Resim.3.16



Resim.3.17

Resim.3.16. Bukkal Yüzeğe 3x3 mm' lik Etiket Yapıştırılan Diş Örneği

Resim.3.17. Diş Yüzeylerinin Aside Dirençli Tırnak Cilası ile Kaplanması

3.7. Yapay Başlangıç Çürüğü Oluşturulması

Fissür örtücülerin uygulandığı A, G, F, C ve N gruplarının bukkal yüzeylerinde pencere şeklinde hazırlanan açık mine yüzeylerinde ve uygulanan fissür örtücülerin etrafında açıkta kalan okluzal yüzey alanlarında başlangıç çürük lezyonları oluşturulmak üzere dişler pH siklusuna (demineralizasyon-remineralizasyon siklusu) tabi tutuldu.

*Demineralizasyon solüsyonunun hazırlanmasında;

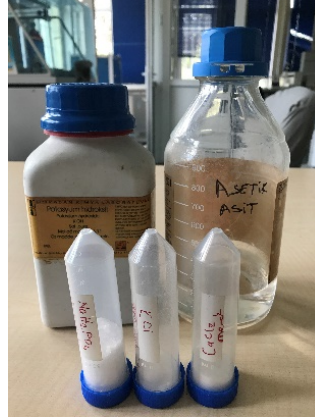
*2,2 mM CaCl₂ *2,2 mM NaH₂ PO₄ *50 mM asetik asit

kullanılarak, solüsyonun pH' sı 4,4 olana kadar 1 M Potasyum hidroksit (KOH) eklendi.

* Remineralizasyon solüsyonunun hazırlanmasında;

*1,5 mM CaCl₂ *0,9 mM NaH₂ PO₄ *150 mM KCl

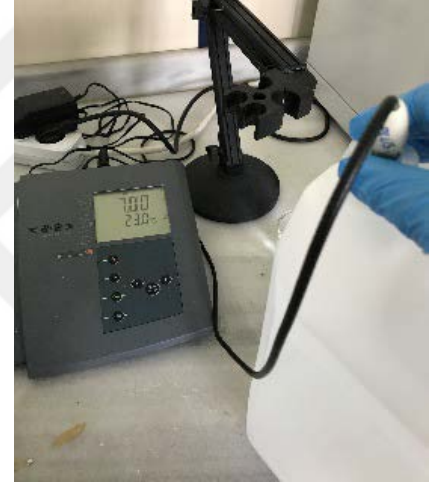
kullanılarak, solüsyonun pH' sı 7,00 olana kadar 1 M Potasyum hidroksit (KOH) eklendi.



Resim.3.18. PH Siklus Solüsyonlarının Hazırlanmasında Kullanılan Kimyasallar
(Asetik asit, KCl, CaCl₂, NaH₂ PO₄, KOH)



Resim.3.19



Resim 3.20

Resim.3.19. PH' ı 4,4 Olan Demineralizasyon Solüsyonunun Hazırlanması

Resim.3.20. PH' ı 7,0 Olan Remineralizasyon Solüsyonunun Hazırlanması

PH siklusunda kullanılacak olan demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonları, 5 Lt' lik plastik şişeler içerisinde çözelti oranlarına uygun olarak Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi' nde hazırlandı. Solüsyonların, deney süresince solüsyon değiştirme zamanları arasındaki sürede buzdolabında muhafaza edilmesiyle, bozulmaları ve dolayısıyla pH değişimleri önlemlendi. 3-4 günde bir biten solüsyonlar, yeniden taze olarak hazırlanarak kullanıldı.

PH siklusunda; ilk olarak örnekler 6 saat boyunca 37°C' de pH' sı 4.4 olan demineralizasyon solüsyonunda, her bir örnek için ayrı 20 mililitre (ml)' lik kapaklı

cam şişeler içerisinde inkübatörde bekletildi. Daha sonra örnekler bu solüsyondan çıkarılarak distile su ile iki kez yıkandı. Örnekler, sonraki 18 saat boyunca 37°C' de pH' sı 7.0 olan remineralizasyon solüsyonunda, her bir örnek için ayrı 20 ml' lik kapaklı cam şişeler içerisinde inkübatörde bekletildi. Örnekler, daha sonra bu solüsyondan çıkarılarak iki kez distile su ile yıkandı ve tekrar demineralizasyon solüsyonuna konuldu. Örneklerin demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonları her gün değiştirilerek şişeler içerisinde herhangi bir saturasyon oluşması engellendi. Siklus sürecinde fissür örtücüsü yüzeyden uzaklaşan G grubuna ait 1 diş örneği çalışma dışı bırakıldı.

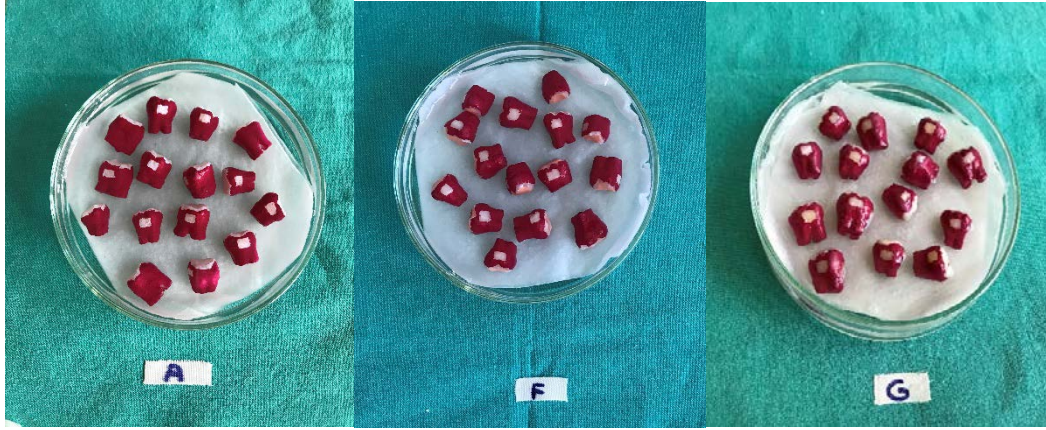
Bu çalışmada kullanılan pH siklusu, 24 saatlik periyotlar dizisi şeklinde 14 gün boyunca düzenlendi. Örnekler tüm pH siklusu süresince 37°C'de inkübatör içerisinde bekletildi. (Nüve Incubator, EN 055)



Resim.3.21. PH Siklusu Süresince Örneklerin Bekletildiği İnkübatör



Resim.3.22. İnkübatöre Yerleştirilen Örnekler

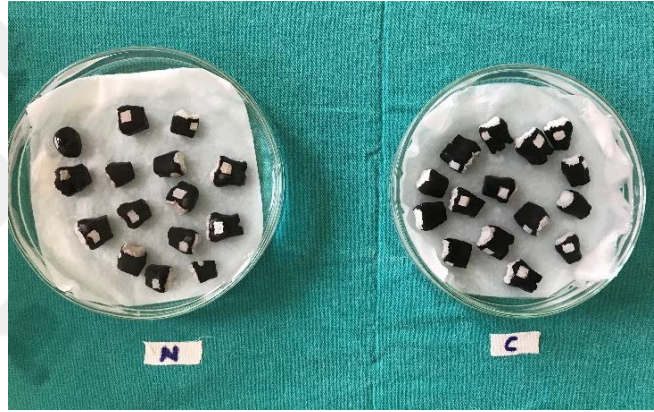


Resim.3.23

Resim.3.24

Resim.3.25

Resim.3.23-24-25. PH Siklusu Tamamlanan A-F-G Grupları



Resim.3.26. PH Siklusu Tamamlanan N-C Grupları



Resim.3.27



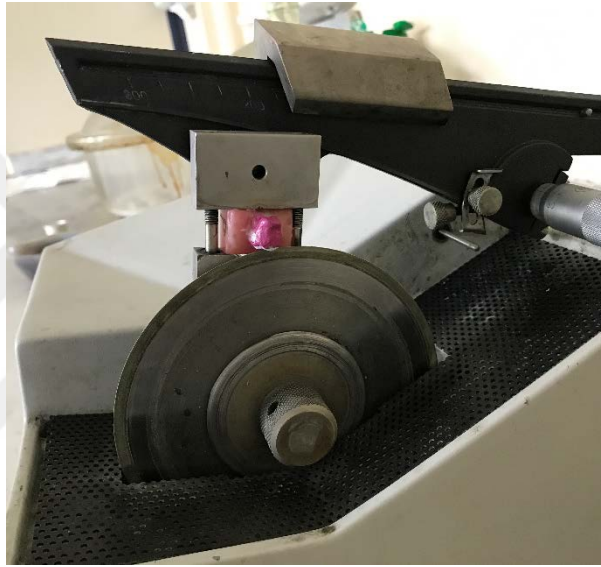
Resim.3.28

Resim.3.27. İşlem Uygulanmayan S Grubu

Resim.3.28. Fissür Örtücü Uygulanmayıp PH Siklusuna Tabi Tutulan D Grubu

3.8. Örneklerin Kesilmesi

Tüm gruplardaki dişler, bukkolingual yönde kesitler alınmak üzere akrilik reçineden hazırlanan bloklar üzerine sirkolant mum ile sabitlendikten sonra kesme cihazına (Struers Minitom, Denmark) yerleştirildi. Çalışmada, örneklerin kesilmesi esnasında cihaz 250 rpm'de kullanıldı. Dişler, 127x0.4x12.7 mm boyutlarındaki çift taraflı kesen elmas kesme diski (Metkon Dimos) ile fissür örtücü uygulanan gruplarda bukkal pencere orta hattına ve elmas disk kalınlığına (0,4mm) dikkat edilerek kesildi. 1 adet dişten 2 adet kesit elde edildi.



Resim.3.29. Örneklerin Akrilik Bloklara Sabitlenerek Kesme Cihazına Yerleştirilmesi



Resim.3.30. Minitom Cihazıyla Dişlerin Bukkolingual Yönde Kesilmesi

Kesme işlemi sonrasında elde edilen kesitler mikrosertlik ve SEM-EDX analizlerinde kullanılmak üzere ayrı ayrı hazırlık işlemlerine tabi tutuldu.

3.9. Örneklerin Mikrosertlik Ölçümleri İçin Hazırlanması

Mikrosertlik ölçümü için her grupta 15' er örnek olacak şekilde 6 grupta toplam 90 kesit, plastik kalıplar içerisinde akriliğe gömüldü.

Mikrosertlik ölçümlerinin sağlıklı ve doğru sonuçlar verebilmesi için, incelemesi yapılacak olan kesit örneklerinin, mikrosertlik cihazında yere paralel olacak şekilde düz bir yüzeyde bulunması gerekmektedir. Yere paralelliği sağlamak için örneklerin akriliğe gömülmesi işleminde, manuel mini bir press cihazından yararlanıldı. Akrilik, hamur kıvamına gelme aşamasında tabanı düz plastik kalıplar içerisine dolduruldu. Kesme işlemi sonrasında elde edilen diş örnekleri, mikrosertlik ölçümleri yapılacak olan yüzey üste bakacak şekilde akrilik hamurunun merkezine yerleştirildi. Kesitin akriliğe gömülmesi esnasında fazla kuvvet uygulanmasından kaçınıldı. Sertleşme reaksiyonundan önce kenarlardan taşan fazla akrilik, kalıplardan temizlendi.



Resim.3.31



Resim.3.32



Resim.3.33

Resim.3.31-32-33. Mikrosertlik Ölçümleri İçin Örneklerin Akrilik Kalıplara Gömülmesi

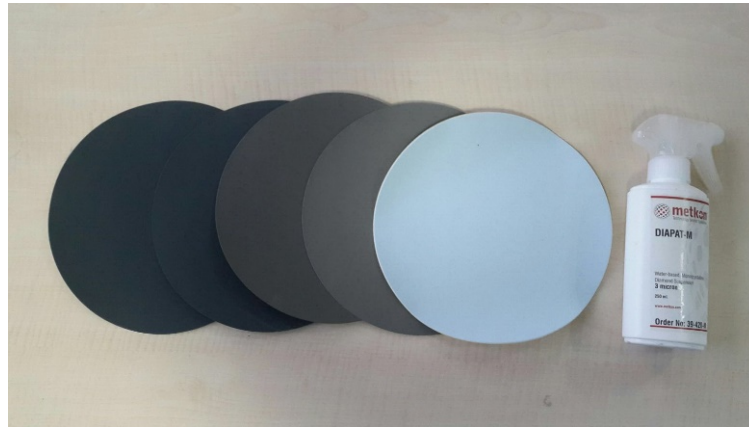
Akrilik kalıplara gömme işlemleri tamamlanan örnekler daha sonra zımparalama ve parlatma işlemlerine tabi tutuldu. Örneklerin tesfiye ve cila işlemleri

zımparalama/parlatma cihazı (Struers LaboPol 5, Denmark) kullanılarak gerçekleştirildi.

Mikrosertlik ölçümü yapılacak yüzeylerin tesviye işlemleri için sırası ile 600, 800 ve 1200, 2500 gritlik silikon karbid disk zımpara kağıtları (Metkon Paper Grinding Discs) su soğutması altında kullanıldı. Zımparalama esnasında iz oluşumunu engellemek adına aralıklı olarak zımparalama yönleri değiştirildi.

Cilalama işlemi için her örneğe parlatma keçesi (Metkon Fedo-3 Polishing clothes) ve 3 µm' lik monokristalin elmas solüsyon (Metkon Diapat-M) 2 dakika süreyle uygulandı. Cilalama sonrasında örnekler distile su ile yıkandı.

Zımparalama ve cilalama işlemleri sonucunda, her örnekte mikrosertlik ölçümleri yapabilmek üzere düz ve pürüzsüz yüzeyler elde edildi. Mikrosertlik ölçümlerin yapılacak olduğu bölgeleri belirtmek amacıyla fissür örtücü bölgesine (ft) ve yapay çürük lezyonu oluşturulmuş bukkal pencere bölgesine (p) işaretler koyularak, asetat kalemle kalıpların altına örneklerin grup isimleri ve numaraları yazıldı. Çalışmanın her aşamasında örnekler, kurumalarını önlemek amacıyla kapaklı kaplarda distile su içerisinde saklandı.



Resim.3.34. Örneklerin Zımparalama ve Parlatma İşlemlerinde Kullanılan Gereçler (Silikon karbid diskler, parlatma keçesi ve monokristalin elmas solüsyon)



Resim.3.35. Örneklerin Zımparalama ve Parlatma İşlemlerinin Yapıldığı Cihaz



Resim.3.36. Cross-Sectional Mikrosertlik Ölçümüne Hazır Hale Gelmiş Diş Örneği

(FT: Fissür Tabanı Mikrosertlik Ölçümlerinin Yapılacağı Bölge, P: Yapay Çürük Lezyonu Oluşturulmuş Bukkal Pencere Mine Kesiti Mikrosertlik Ölçümlerinin Yapılacağı Bölge)

3.10. Cross-Sectional Mikrosertlik Ölçümleri

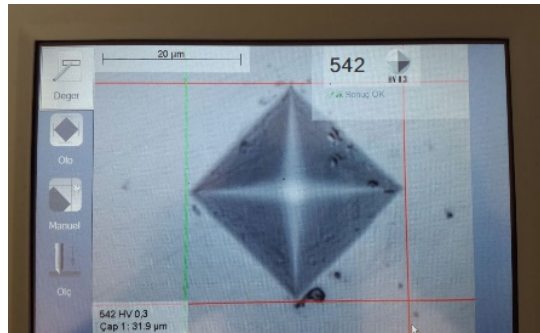
Örneklerdeki mine demineralizasyon oranlarını değerlendirmek amacıyla mikrosertlikteki değişimler incelendi ve ölçümler Vickers mikrosertlik değerleri ile ifade edildi. Mikrosertlik ölçümleri, Erciyes Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi' nde Vickers ucu bulunan mikrosertlik analiz cihazı (Emcotest DuraScan, Austria) ile yapıldı.

Mikrosertlik ölçüm cihazı üzerindeki tablaya alt ve üst yüzeyi birbirine paralel kalıplar içerisinde hazırlanan örnekler, cilalı diş kesit yüzeyi yukarı bakacak şekilde yerleştirildi.

Vickers elmas ucunun oluşturduğu çentiğin diagonal uzunluğu, cihazın üzerinde yer alan mikroskoptaki ölçüm sistemi aracılığıyla saptandı. Örneklere 25 gr kuvvet, 10 sn boyunca uygulanarak izler oluşturuldu. Oluşan izin köşegenleri, 60X büyütmede oküler altında işaretlendi. Elde edilen izler mikrosertlik cihazının kendi üzerindeki bilgisayar programında (Ecos Workflow, Austria) değerlendirilerek ölçümler Vickers Sertlik Değeri (VSD) olarak kaydedildi.



Resim.3.37. Mikrosertlik Cihazı



Resim.3.38. Vickers Elmas Ucunun Oluşturduğu İzin Görüntüsü

Cross-sectional mikrosertlik ölçümleri; fissür örtücü uygulanmış 5 deney grubu için her örnek üzerindeki fissür örtücü tabanı ve açıkta bırakılmış pencere mine kesiti olmak üzere ve herhangi bir işleme tabi tutulmayan kontrol grubunda hem bukkal hem de okluzal mine kesiti olmak üzere 2 farklı bölgede yapıldı. Ölçümler her bölgede dıştan içe doğru olacak şekilde; 20µm, 50µm ve 80µm derinliklerden elde edildi. Mikrosertlik ölçümleri dişten dişe değişiklik gösterebileceği, hatta aynı dişin değişik bölgelerinde bile farklılıklar olabileceğinden her iki bölgenin de üç derinliğinden 3'er ölçüm elde edildi.

Sonuç olarak, 1 örnek için 18, her bir grup için 270 ve tüm test grupları için toplamda 1620 adet mikrosertlik ölçümü gerçekleştirildi. Fissür örtücü uygulanmış deney gruplarındaki açıkta bırakılan bukkal pencere mine kesitlerinden elde edilen mikrosertlik ölçüm değerleri, her grup için kendi referans mine değerleri olarak sağlam mine değerleri ile karşılaştırılmak üzere kullanıldı.

3.11. Örneklerin Taramalı Elektron Mikroskobu-Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi (SEM-EDX) için Hazırlanması

Fissür örtücü uygulandıktan sonra pH siklusuna tabi tutulan 5 çalışma grubu; (A, G, F, C, N) fissür örtücü uygulanmadan sadece pH siklusuna tabi tutulan negatif kontrol grubu olan D grubu ve herhangi bir işleme tabi tutulmayan kontrol grubu (S) olmak üzere toplam 7 deney grubunun fissür tabanlarındaki mineral içeriğini elementer bazda ölçmek için SEM-EDX analizi yönteminden yararlanıldı.

SEM-EDX analizi için; kesme işlemi sonrasında elde edilen kesitlerden, 7 grupta toplam 70 örneğin, mikrosertlik analizi için hazırlanan örneklerdekine benzer şekilde sırasıyla zımparalama ve parlatma işlemleri gerçekleştirildi.

Cilamadan sonra pürüzsüz yüzeylerin elde edildiği örnekler, 3 saat distile suda bekletildi. Daha sonra kurutulurak altın-paladyum (Au-Pd) kaplama cihazında (Polaron SC 7620 Sputter Coater, England) incelemeleri yapılmak üzere kaplandı.



Resim.3.39



Resim.3.40

Resim.3.39. Au-Pd Kaplama Cihazı

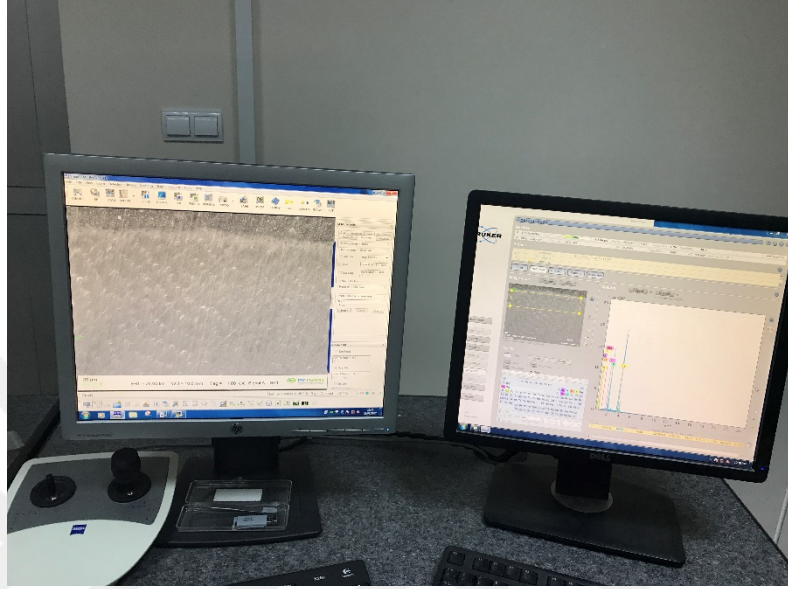
Resim.3.40. Kaplanarak SEM-EDX İncelemelerine Hazır Hale Getirilen Örnekler

3.12. Taramalı Elektron Mikroskobu-Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi (SEM-EDX) Analizleri



Resim.3.41. SEM Cihazı ve Bağlı Bulunduğu Bilgisayar Sistemi

Çalışmanın SEM-EDX analizi bölümü, Erciyes Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma Merkezi'nde (ERNAM) gerçekleştirildi. Ölçümler ve işaretlemeler SEM cihazının (ZEİSS, EVO-LS10, Germany) bağlı olduğu bilgisayar programı (Bruker, 125 eV, Minden, Germany) üzerinde yapıldı.

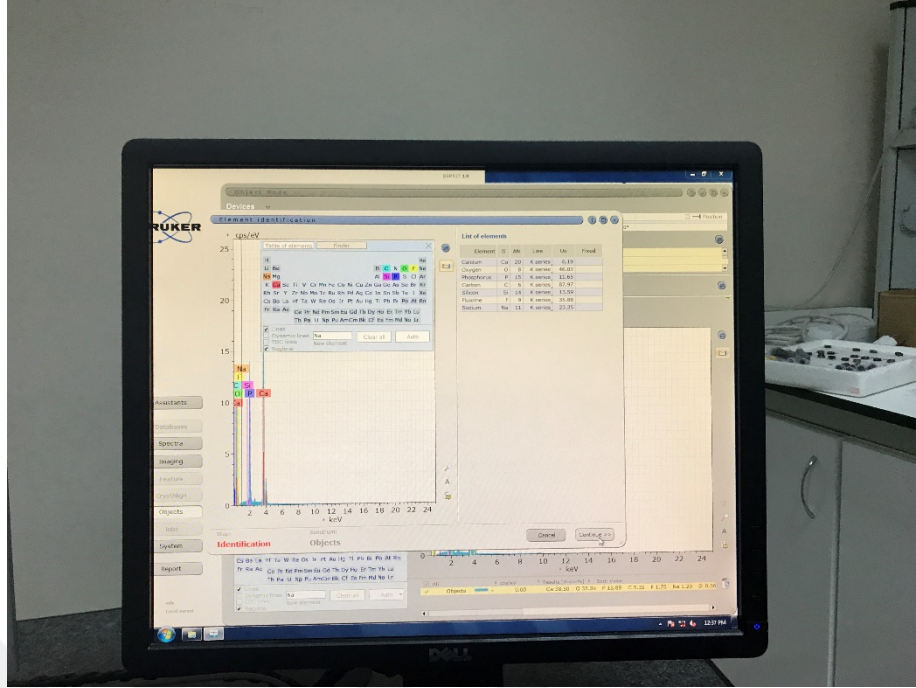


Resim.3.42. Bilgisayar Programı Üzerinde EDX Analizlerinin Yapılacağı Fissür Tabanı Alanlarının Belirlenmesi ve İşaretlenmesi

Bilgisayar üzerinde 1000x büyütmede fissür tabanının 60 μm derinliği ve taban boyunca 250 μm uzunluğunda bir alanı kapsayacak şekilde 60 x 250 μm^2 lik alanlar dikdörtgen çerçeve içerisine alınarak işaretlendi ve seçilen alandaki mineral içeriğinin hesaplamaları yapıldı. Bu alan belirleme yöntemi program üzerinde ‘multipoint edx’ şeklinde adlandırılmaktadır.

Yapılan analizlerde % Ca, P, F, O, C, Na ve Si olmak üzere toplam 7 iyonun atomca ve ağırlıkça yüzdelerinin (%at ve %wt) hesaplamaları yapıldı. Her örnekte %Ca/P oranları değerlendirildi.

Sonuçların güvenilirliği açısından ortalaması alınmak üzere, her örneğin iki farklı bölgesinden ölçümler yapıldı. Sonuç olarak 70 örnekten toplam 140 multipoint EDX analizi elde edilmiş oldu.



Resim.3.43. % Ca, %P, %F, %O, %C, %Na ve %Si Hesaplamalarının Yapılması

Örneklerin fissür örtücü-diş ara yüzeylerinden 100x ve 500x büyütmelerde SEM görüntüleri alınarak materyallerin fissürlere adaptasyonu değerlendirildi.

3.13. Sonuçların İstatistiksel Analizi

Bu çalışmada, tanımlayıcı istatistikler ve analizler R version 3.2.3 (2015-12-10), Copyright (C) 2015 "The R Foundation For Statistical Computing Free Software" bilgisayar paket programı kullanılarak yapıldı.

Tanımlayıcı istatistik olarak; ortalama, standart sapma, standart hata, minimum ve maksimum değerleri kullanıldı. Sürekli değişkenlerin normallik dağılım varsayımına uygunluğu Kolmogorov-Smirnow testi, homojenliği ise Levene testi ile araştırıldı.

Bağımsız gruplara ait ortalamalar arası farkların değerlendirilmesinde ANOVA (Tek Yönlü Varyans Analizi), çoklu karşılaştırmalarda ise Tukey HSD testi kullanıldı. İstatistik analiz testlerinde % 95' lik güven aralığı uygulandı ve $p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi

Çalışmanın bu bölümünde 6 deney grubu bulunmaktadır. Her grupta 15 örnek olmak üzere; toplam 90 örnek ile çalışılmıştır. Her örnekte 2 bölgeden, her bölgede 3 derinlikten, her derinlikten 3' er ölçüm olmak üzere; her örnek için 18, her grup için 270, toplam olarak 1620 adet mikrosertlik ölçümü elde edilmiştir.

4.1.1. Grupların Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde (Bölge-1) Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Grup İçi Değerlendirilmesi

Tablo 4.1' de; A, G, F, C ve N gruplarının açıkta bırakılıp pH siklusu ile yapay çürük lezyonu oluşturulan bukkal pencere mine kesitlerinin, mine dış düzeyinden dentine doğru 20, 50 ve 80 µm derinliklerinden ve sağlam diş mikrosertlik değerleri olarak kullanılan kontrol grubu olan S grubunun bukkal mine kesitinin, mine dış yüzeyinden dentine doğru 20, 50 ve 80 µm derinliklerinden elde edilen mikrosertlik verilerinin; ortalamaları, standart sapmaları ve istatistik sonuçları verilmiştir. Bukkal mine kesitlerinde, farklı derinliklerden elde edilen mikrosertlik ortalamalarında anlamlı değişimler olup olmadığının tespiti için One-way Anova istatistik testinden yararlanılmıştır. Veriler $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

Tablo 4.1. Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde Derinliklere Göre Mikrosertlik Ortalamalarının Grup İçi Karşılaştırılması

Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde Derinliklere Göre Mikrosertlik Ortalamaları, Standart Sapmaları ve p Değerleri				
Grup Adı	20µm Ort ± Ss	50 µm Ort ± Ss	80 µm Ort ± Ss	p Değeri
S	398,57 ± 42,82	425,42 ± 37,86	407,88 ± 44,46	0,215
A	273,48 ± 95,02	336,04 ± 60,07	375,35 ± 47,55	0,001*
G	312,62 ± 42,28	367,91 ± 27,19	394,11 ± 34,44	0,000*
F	195,93 ± 33,11	267,57 ± 34,06	330,73 ± 30,67	0,000*
C	203,51 ± 33,61	261,73 ± 37,75	300,66 ± 41,42	0,000*
N	166,93 ± 36,07	212,44 ± 37,65	242,62 ± 41,85	0,000*

4.1.1.1. S Grubunda Bukkal Mine Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi

Kontrol grubu olarak herhangi bir işleme tabi tutulmayan S grubunda, bukkal mine kesitlerinden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalaması, 20, 50 ve 80 μm derinliklerde değişim göstermiştir. (Bkz. Tablo 4.1)

Bukkal mine kesitinin üç farklı derinliğinden elde edilen mikrosertlik ortalamalarındaki değişim, işlem görmeyen sağlam dişlerden oluşan S grubunda istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$) Mikrosertlik ortalamalarının derinlikler arası çoklu karşılaştırmalarında Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.2)

Tablo 4.2. S Grubu Bukkal Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

S Grubu Bukkal Mine Kesiti			
(I) Derinlik-1	(J) Derinlik-2	Fark (I-J)	p Değeri
20 μm	50 μm	-26,84444	0,196
	80 μm	-9,31111	0,816
50 μm	80 μm	17,53333	0,490

4.1.1.2. A Grubunda Bukkal Pencere Mine Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi

A grubunda, pH siklusuna maruz kalarak yapay çürük lezyonunun olduğu bukkal pencere mine kesitlerinden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalaması, 3 derinlikte (20-50-80 μm) önemli ölçüde değişim göstermiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p<0,05$) (Bkz. Tablo 4.1)

Farklılığın hangi derinlikten kaynaklandığını belirlemek için, derinlikler arası çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testi kullanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.3)

Tablo 4.3. A Grubu Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

A Grubu Bukkal Pencere Mine Kesiti			
Derinlik-1	Derinlik-2	Fark (1-2)	p Değeri
20 μ m	50 μ m	-62,55556(*)	0,050*
	80 μ m	-101,86667(*)	0,001*
50 μ m	80 μ m	-39,31111	0,289

A grubunda; 20 μ m derinlikteki mikrosertlik ortalaması, 50 ve 80 μ m derinliklerdeki mikrosertlik ortalamalarından önemli ölçüde daha düşük tespit edilmiştir. Mikrosertlik ortalamaları arasındaki fark, her iki derinlikle de kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$)

Bu grupta, 50 μ m' deki mikrosertlik değerleri ortalaması, 80 μ m' deki mikrosertlik ortalamasından daha düşük tespit edilmiştir. Fakat ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

4.1.1.3. G Grubunda Bukkal Pencere Mine Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi

G grubunda; pH siklusuna maruz kalarak yapay çürük lezyonunun oluşturulduğu bukkal pencere mine kesitlerinden elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamalarında, 3 derinlikte (20-50-80 μ m) önemli ölçüde değişim olduğu gözlenmiştir.

Bu grupta, bukkal pencere mine kesitlerinde farklı derinliklerinden elde edilen mikrosertlik ortalamalarındaki değişim, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$) (Bkz. Tablo 4.1)

Farklılığın hangi derinlikten kaynaklandığının tespiti için, derinlikler arası çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.4)

Tablo 4.4. G Grubu Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

G Grubu Bukkal Pencere Mine Kesiti			
Derinlik-1	Derinlik-2	Fark (1-2)	p Değeri
20µm	50µm	-55,28889(*)	0,000*
	80µm	-81,48889(*)	0,000*
50µm	80µm	-26,20000	0,115

G grubunda; 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalaması, 50 ve 80 µm derinliklerdeki mikrosertlik ortalamalarından önemli ölçüde daha düşük tespit edilmiştir. Ortalamalar arasındaki fark, her iki derinlikle de kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$)

Bu grupta, 50 µm' den elde edilen mikrosertlik ortalamasının, 80 µm' den elde edilen mikrosertlik ortalamasından daha düşük tespit edildiği gözlenmiştir ancak ortalamalar arası değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

4.1.1.4. F Grubunda Bukkal Pencere Mine Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi

F grubunda, pH siklusuna maruz kalarak yapay çürük lezyonu oluşturulan bukkal pencere mine kesitlerinden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları, 3 derinlikte (20-50-80 µm) önemli ölçüde değişim göstermiştir. Ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$) (Bkz. Tablo 4.1)

Farklılığın hangi derinlikten kaynaklandığını tespiti için, derinlikler arası çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testi kullanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.5)

Tablo 4.5. F Grubu Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

F Grubu Bukkal Pencere Mine Kesiti			
Derinlik-1	Derinlik-2	Fark (1-2)	p Değeri
20µm	50µm	-71,64444(*)	0,000*
	80µm	-134,80000(*)	0,000*
50µm	80µm	-63,15556(*)	0,000*

F grubunda; bukkal pencere mine kesitlerinde 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasının, 50 ve 80 µm derinliklerden elde edilen mikrosertlik ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük olduğu gözlenmiştir. ($p<0,05$) Bu grupta, 80 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalaması, 50 µm derinlikteki mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek tespit edilmiştir. ($p<0,05$)

4.1.1.5. C Grubunda Bukkal Pencere Mine Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi

C grubunda; pH siklusuna maruz kalan bukkal pencere mine kesitinden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları, 3 derinlikte (20-50-80 µm) önemli ölçüde değişim göstermiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p<0,05$) (Bkz. Tablo 4.1)

Farklılığın hangi derinlikten kaynaklandığını belirlemek için, derinlikler arası çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.6)

Tablo 4.6. C Grubu Bukkal Pencere Mine Kesitinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

C Grubu Bukkal Pencere Mine Kesiti			
Derinlik-1	Derinlik-2	Fark (1-2)	p Değeri
20µm	50µm	-58,22222(*)	0,000*
	80µm	-97,15556(*)	0,000*
50µm	80µm	-38,93333(*)	0,019*

C grubunda; bukkal pencere mine kesitlerinde 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalaması, 50 ve 80 µm derinliklerdeki mikrosertlik ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük tespit edilmiştir. ($p<0,05$)

Bu grupta, 80 µm derinlikteki mikrosertlik değerlerinin ortalaması, 50 µm derinlikteki mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek tespit edilmiştir. ($p<0,05$)

4.1.1.6. N Grubunda Bukkal Pencere Mine Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi

N grubunda, pH siklusuna maruz kalan bukkal pencere mine kesitlerinden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları, 3 derinlikte (20-50-80 μm) önemli ölçüde değişim göstermiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$) (Bkz. Tablo 4.1)

Farklılığın hangi derinlikten kaynaklandığını belirlemek için, derinlikler arası çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.7)

Tablo 4.7. N Grubu Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

N Grubu Bukkal Pencere Mine Kesiti			
Derinlik-1	Derinlik-2	Fark (1-2)	p Değeri
20 μm	50 μm	-45,51111(*)	0,007*
	80 μm	-75,68889(*)	0,000*
50 μm	80 μm	-30,17778	0,094

N grubunda; bukkal pencere mine kesitlerinde, 20 μm derinlikten elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalaması, 50 ve 80 μm derinliklerdeki mikrosertlik ortalamalarından önemli ölçüde daha düşük tespit edilmiştir. Ortalamalar arasındaki fark, her iki derinlikle de kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$)

Bu grupta, 80 μm ' den elde edilen mikrosertlik ortalaması, 50 μm ' den elde edilen mikrosertlik ortalamasından daha yüksek tespit edilmiş olup; aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

4.1.2. Grupların Fissür Tabanı Kesitlerinde (Bölge-2), Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Grup İçi Değerlendirilmesi

A, G, F, C ve N gruplarının fissür örtücüye komşu fissür tabanında, 20, 50 ve 80 μm derinliklerden ve sağlam diş mikrosertlik verileri olarak kullanılan S grubunun okluzal yüzey fissür tabanında, 20, 50 ve 80 μm derinliklerden elde edilen mikrosertlik

değerlerinin ortalamaları, standart sapmaları ve istatistik sonuçları Tablo 4.8' de görüldüğü gibidir.

Gruplarda, farklı derinliklerden elde edilen mikrosertlik ortalamalarının değişip değişmediğini, ortalamalarda anlamlı fark olup olmadığını karşılaştırmak için One-way Anova istatistik testi kullanılmıştır. Veriler $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

Tablo 4.8. Okluzal Bölge Fissür Tabanı Mine Kesitlerinde Derinliklere Göre Mikrosertlik Ortalamalarının Grup İçi Karşılaştırılması

Fissür Tabanı Mine Kesitlerinde Derinliklere Göre Mikrosertlik Ortalamaları, Standart Sapmaları ve p değerleri				
GRUP ADI	20 µm Ort ± Ss	50 µm Ort ± Ss	80 µm Ort ± Ss	p Değeri
S	399,93 ± 29,69	411,48 ± 45,66	395,75 ± 34,75	0,495
A	446,46 ± 34,39	451,17 ± 29,59	447,71 ± 32,18	0,917
G	430,33 ± 36,80	440,68 ± 30,41	443,75 ± 38,89	0,560
F	455,20 ± 38,28	424,51 ± 34,57	416,86 ± 30,52	0,010*
C	373,55 ± 43,75	366,04 ± 34,66	358,95 ± 29,46	0,552
N	325,17 ± 31,54	295,80 ± 31,59	278,33 ± 31,81	0,001*

4.1.2.1. S Grubunda Fissür Tabanı Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi

Kontrol grubu olarak herhangi bir işleme tabi tutulmayan S grubunda, okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları 20, 50 ve 80 µm derinliklerde değişim göstermiştir. Üç farklı derinlikteki mikrosertlik ortalamalarındaki değişim, bu grupta istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$) (Bkz. Tablo 4.8)

Derinlikler arası çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.9)

Tablo 4.9. S Grubunda Fissür Tabanı Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

S Grubu Fissür Tabanı Kesiti			
Derinlik-1	Derinlik-2	Fark (1-2)	p Değeri
20µm	50µm	-11,55556	0,675
	80µm	4,17778	0,950
50µm	80µm	15,73333	0,486

4.1.2.2. A Grubunda Fissür Tabanı Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi

A grubunda; okluzal bölge fissür tabanı mine kesitlerinden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları, 3 derinlikte (20-50-80 µm) değişim göstermektedir. A grubunda, üç farklı derinlikteki mikrosertlik ortalamaları arasındaki değişim, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$) (Bkz. Tablo 4.8)

Fissür tabanında en yüksek mikrosertlik ortalamasının 50 µm; en düşük mikrosertlik ortalamasının 20 µm derinlikte olduğu gözlenmektedir.

Derinlikler arası çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.10)

Tablo 4.10. A Grubunda Fissür Örtücüye Komşu Fissür Tabanı Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

A Grubu Fissür Örtücü Tabanı			
Derinlik-1	Derinlik-2	Fark (1-2)	p Değeri
20µm	50µm	-4,71111	0,915
	80µm	-1,24444	0,994
50µm	80µm	3,46667	0,953

4.1.2.3. G Grubunda Fissür Tabanı Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi

G grubunda; fissür örtücü tabanı kesitlerinden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları, 3 derinlikte (20-50-80 μm) değişim göstermiştir. Fissür tabanında en yüksek mikrosertlik ortalamasının 50 μm , en düşük mikrosertlik ortalamasının 20 μm derinlikte olduğu gözlenmektedir. G grubunda, fissür tabanlarından elde edilen üç farklı derinlikteki mikrosertlik ortalamalarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$) (Bkz. Tablo 4.8)

Derinlikler arası çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testi kullanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.11)

Tablo 4.11. G Grubunda Fissür Örtücüye Komşu Fissür Tabanı Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

G Grubu Fissür Örtücü Tabanı			
Derinlik-1	Derinlik-2	Fark (1-2)	p Değeri
20 μm	50 μm	-10,35556	0,707
	80 μm	-13,42222	0,560
50 μm	80 μm	-3,06667	0,970

4.1.2.4. F Grubunda Fissür Tabanı Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi

F grubunda, fissür örtücü tabanı mine kesitlerinden elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamaları 3 derinlikte (20-50-80 μm) önemli ölçüde değişim göstermiştir. F grubunda, üç farklı derinlikteki mikrosertlik ortalamaları arasındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p<0,05$) (Bkz. Tablo 4.8)

Fissür tabanında en yüksek mikrosertlik ortalamasının 20 μm , en düşük mikrosertlik ortalamasının 80 μm derinlikte olduğu tespit edilmiştir.

Farklılığın hangi derinlikten kaynaklandığının tespiti için derinlikler arası çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.12)

Tablo 4.12. F Grubu Fissür Örtücüye Komşu Fissür Tabanı Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerdeki Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

F Grubu Fissür Örtücü Tabanı			
Derinlik-1	Derinlik-2	Fark (1-2)	p Değeri
20µm	50µm	30,68889	0,050
	80µm	38,33333(*)	0,011*
50µm	80µm	7,64444	0,818

F grubunda, fissür tabanı kesitlerinde 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasının, 80 µm derinlikteki mikrosertlik ortalamasından önemli ölçüde yüksek olduğu gözlenmektedir. İki derinlik arası ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$)

Bu grupta, 20 µm derinlikteki mikrosertlik ortalamasının, 50 µm derinlikteki mikrosertlik ortalamasından daha yüksek olduğu gözlenmektedir. ($p = 0,05$)

Bu grupta, 50 µm derinlikteki mikrosertlik ortalamasının 80 µm derinlikteki mikrosertlik ortalamasından daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Fakat iki derinlik arasındaki ortalama farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

4.1.2.5. C Grubunda Fissür Tabanı Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi

C grubunda; okluzal bölge fissür örtücü tabanı kesitlerinden elde edilen mikrosertlik ortalamaları 3 derinlikte (20-50-80 µm) değişim göstermiştir. Bu grupta, üç farklı derinlikteki mikrosertlik ortalamaları arasındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$) (Bkz. Tablo 4.8) Fissür tabanında en yüksek mikrosertlik ortalamasının 20 µm, en düşük mikrosertlik ortalamasının 80 µm derinlikte olduğu gözlenmektedir.

Derinlikler arası çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testi kullanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.13)

Tablo 4.13. C Grubu Fissür Örtücüye Komşu Fissür Tabanı Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

C Grubu Fissür Örtücü Tabanı			
Derinlik-1	Derinlik-2	Fark (1-2)	p Değeri
20µm	50µm	7,51111	0,840
	80µm	14,60000	0,521
50µm	80µm	7,08889	0,856

4.1.2.6. N Grubunda Fissür Tabanı Kesitlerinden Elde Edilen Mikrosertlik Verilerinin Değerlendirilmesi

N grubunda; okluzal bölge fissür örtücü tabanı kesitlerinden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları, 3 derinlikte (20-50-80 µm) önemli ölçüde değişim göstermiştir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$) (Bkz. Tablo 4.8)

Farklılığın hangi derinlikten kaynaklandığının tespiti için, derinlikler arası çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testi kullanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.14)

Tablo 4.14. N Grubu Fissür Örtücüye Komşu Fissür Tabanı Mine Kesitlerinde Farklı Derinliklerden Elde Edilen Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

N Grubu Fissür Örtücü Tabanı			
Derinlik-1	Derinlik-2	Fark (1-2)	p Değeri
20µm	50µm	29,37778(*)	0,039*
	80µm	46,84444(*)	0,001*
50µm	80µm	17,46667	0,296

N grubu fissür tabanında; 20 µm derinlikteki mikrosertlik değerleri ortalamasının 50 ve 80 µm derinliklerden elde edilen mikrosertlik ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı önemli ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

Bu grupta, 50 µm derinlikteki mikrosertlik ortalamasının 80 µm derinlikteki mikrosertlik ortalamasından daha yüksek olduğu gözlenmektedir. İki derinlik arası ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

4.1.3. Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde (B1) 20 µm Derinlikten Elde Edilen Mikrosertlik Değerleri Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

Grupların bukkal mine kesitlerinde, 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamalarının gruplar arası değişip değişmediğini, ortalamalarda fark olup olmadığını karşılaştırmak için istatistiksel değerlendirmede One Way Anova istatistik testi kullanılmıştır. Veriler $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

Gruplar arası değerlendirmede; grupların bukkal kesitlerinde, 20 µm derinliklerden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları, önemli ölçüde birbirinden farklılık göstermiştir. Bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$) (Bkz. Tablo 4.15)

Tablo 4.15. Bukkal Mine Kesitlerinde 20 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

B1 - 20 µm	
Grup Adı	Ort ± Ss
S	398,57 ± 42,82
A	273,48 ± 95,02
G	312,62 ± 42,28
F	195,93 ± 33,11
C	203,51 ± 33,61
N	166,93 ± 36,07
p = 0,000*	

Grupların bukkal mine kesitlerinde, 20 µm derinlikteki mikrosertlik ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; S > G > A > C > F > N şeklindedir.

Farklılığın hangi gruptan/gruplardan kaynaklandığını belirlemek için çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.16)

Tablo 4.16. Bukkal Mine Kesitlerinde 20 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

B1 - 20 µm Çoklu Karşılaştırmalar		
1. Grup	2. Grup	(1-2) p Değeri
S	A*	0,000*
	G*	0,000*
	F*	0,000*
	C*	0,000*
	N*	0,000*
A	G	0,316
	F*	0,001*
	C*	0,005*
	N*	0,000*
G	F*	0,000*
	C*	0,000*
	N*	0,000*
F	C	0,999
	N	0,646
C	N	0,392

20 µm derinlikte; S grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının, A, G, F, C, N gruplarının mikrosertlik ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

Bu derinlikte; A grubunun mikrosertlik ortalamasının, F, C ve N gruplarının mikrosertlik ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p < 0,05$)

Bu derinlikte; A grubundan elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalaması, G grubundan daha düşük bulunmuştur. İki grup arasındaki ortalama farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

20 µm derinlikte, G grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının, F, C ve N gruplarının mikrosertlik ortalamalarından önemli ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. G grubu ile F, C, N gruplarının mikrosertlik ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$)

Bu derinlikte, F grubunun mikrosertlik ortalamasının, N grubundan daha yüksek, C grubundan ise daha düşük olduğu saptanmış olup; F grubu ile N ve C gruplarının mikrosertlik ortalamaları arasındaki farklar, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

Bu derinlikte, C grubunun mikrosertlik ortalamasının, N grubundan daha yüksek olduğu gözlenmiş olup; C grubu ile N grubu arasındaki mikrosertlik ortalamalarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

4.1.4. Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde (B1) 50 µm Derinlikten Elde Edilen Mikrosertlik Değerleri Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

Gruplar arası değerlendirmede, 6 deney grubunun bukkal mine kesitlerinde 50 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları önemli ölçüde birbirinden farklılık göstermiştir. Bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$) (Bkz. Tablo 4.17)

Tablo 4.17. Bukkal Mine Kesitlerinde 50 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

B1 - 50 µm	
Grup Adı	Ort ± Ss
S	425,42 ± 37,86
A	336,04 ± 60,07
G	367,91 ± 27,19
F	267,57 ± 34,06
C	261,73 ± 37,75
N	212,44 ± 37,65
p = 0,000*	

Gruplara göre bukkal pencere kesitlerinde 50 µm derinlikteki mikrosertlik ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; S > G > A > F > C > N şeklindedir.

Farklılığın hangi gruptan/gruplardan kaynaklandığını belirlemek için, çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testi kullanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.18)

50 µm derinlikte, S grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının; A, G, F, C ve N gruplarının mikrosertlik ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

Bu derinlikte; A grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının, F, C ve N gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p < 0,05$)

Tablo 4.18. Bukkal Mine Kesitlerinde 50 μm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

B1 - 50 μm Çoklu Karşılaştırmalar		
Grup-1	Grup-2	(1-2) p Değeri
S	A*	0,000*
	G*	0,003*
	F*	0,000*
	C*	0,000*
	N*	0,000*
A	G	0,267
	F*	0,000*
	C*	0,000*
	N*	0,000*
G	F*	0,000*
	C*	0,000*
	N*	0,000*
F	C	0,999
	N*	0,004*
C	N*	0,015

Bu derinlikte, A grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının G grubundan daha düşük olduğu saptanmış olup; iki grup arasındaki ortalama farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

50 μm ' de, G grubundan elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalaması, F, C ve N gruplarından önemli ölçüde daha yüksek; S grubundan önemli ölçüde daha düşük tespit edilmiştir. G grubu ile S, F, C ve

N gruplarının mikrosertlik ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p<0,05$)

Bu derinlikte, F grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, istatistiksel olarak anlamlı ölçüde N grubundan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$)

Bu derinlikte, F grubu mikrosertlik ortalamasının, C grubundan daha yüksek olduğu saptanmış olup; F grubu ile C grubu arasındaki ortalama farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

Bu derinlikte, C grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının, istatistiksel olarak anlamlı ölçüde N grubundan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$)

4.1.5. Bukkal Pencere Mine Kesitlerinde (B1) 80 µm Derinlikten Elde Edilen Mikrosertlik Değerleri Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

Gruplar arası değerlendirmede, grupların bukkal pencere mine kesitlerinde 80 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları, önemli ölçüde birbirinden farklılık göstermiştir. Bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$) (Bkz: Tablo 4.19)

Tablo 4.19. Bukkal Mine Kesitlerinde 80 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

B1 - 80 µm	
Grup Adı	Ort ± Ss
S	407,88 ± 44,46
A	375,35 ± 47,55
G	394,11 ± 34,44
F	330,73 ± 30,67
C	300,66 ± 41,42
N	242,62 ± 41,85
p = 0,000*	

Gruplara göre bukkal pencere kesitlerinde 80 µm derinlikteki mikrosertlik ortalamaları, büyükten küçüğe doğru sırasıyla; S > G > A > F > C > N şeklindedir.

Farklılığın hangi gruptan/gruplardan kaynaklandığını belirlemek için, çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.20)

80 µm derinlikte, S grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının, F, C ve N gruplarındaki mikrosertlik ortalamalarından önemli ölçüde daha yüksek olduğu görülmektedir. S grubu ile F, C ve N gruplarının mikrosertlik ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$)

Bu derinlikte, S grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının, A ve G gruplarının mikrosertlik ortalamalarından daha yüksek olduğu saptanmış olup; ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

Tablo 4.20. Bukkal Mine Kesitlerinde 80 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

B1 - 80 µm Çoklu Karşılaştırmalar		
Grup-1	Grup-2	(1-2) p Değeri
S	A	0,248
	G	0,937
	F*	0,000*
	C*	0,000*
A	N*	0,000*
	G	0,801
	F*	0,038*
	C*	0,000*
G	N*	0,000*
	F*	0,001*
	C*	0,000*
F	N*	0,000*
	C	0,332
C	N*	0,002*

80 µm derinlikte; A grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, F, C ve N gruplarındaki mikrosertlik ortalamalarından önemli ölçüde yüksek olduğu gözlenmektedir. Ortalamalardaki bu değişim, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$)

Bu derinlikte; A grubunun mikrosertlik ortalamasının, G grubu mikrosertlik ortalamasından daha düşük

olduğu gözlenmiştir. Fakat ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

80 µm derinlikte; G grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, F, C ve N grupları mikrosertlik ortalamalarından önemli ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. G grubu ile F, C ve N gruplarının mikrosertlik ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$)

80 µm derinlikte, F grubundan elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalaması, N grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek saptanmıştır. ($p < 0,05$)

Bu derinlikte, F grubundan elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamasının C grubundan daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Fakat iki grup arası ortalama farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

Bu derinlikte, C grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının, N grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

4.1.6. Fissür Tabanları Kesitlerinde (B2) 20 µm Derinlikten Elde Edilen Mikrosertlik Değerleri Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

Gruplar arası değerlendirmede, 6 deney grubunun okluzal bölge fissür tabanı mine kesitlerinde 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamaları önemli ölçüde birbirinden farklılık göstermiştir. Bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$) (Bkz. Tablo 4.21)

Tablo 4.21. Fissür Tabanı Kesitlerinde 20 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

B2 - 20 µm	
Grup Adı	Ort ±Ss
S	399,93 ± 29,69
A	446,46 ± 34,39
G	430,33 ± 36,80
F	455,20 ± 38,28
C	373,55 ± 43,75
N	325,17 ± 31,54
p = 0,000*	

Gruplara göre okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinde 20 µm derinlikteki mikrosertlik ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; F> A> G> S> C> N şeklindedir.

Farklılığın hangi gruptan/gruplardan kaynaklandığını belirlemek için çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.22)

Fissür tabanı kesitlerinde, 20 µm derinlikte S grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, A ve F gruplarının mikrosertlik ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük olduğu gözlenmektedir. ($p < 0,05$)

Tablo 4.22. Fissür Tabanı Kesitlerinde 20 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

B2 - 20 µm Çoklu Karşılaştırmalar		
Grup-1	Grup-2	(1-2) p Değeri
S	A*	0,008*
	G	0,202
	F*	0,001*
	C	0,349
	N*	0,000*
A	G	0,823
	F	0,985
	C*	0,000*
	N*	0,000*
G	F	0,416
	C*	0,001*
	N*	0,000*
F	C*	0,000*
	N*	0,000*
C	N*	0,005*

Bu derinlikte S grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, G grubundan daha düşük, C grubundan daha yüksek olduğu saptanmış olup; ortalamalar arası değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

20 µm derinlikte, A grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, C ve N gruplarının mikrosertlik değerleri ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu görülmektedir. ($p<0,05$)

Bu derinlikte, A grubu mikrosertlik ortalamasının G grubundan daha yüksek, F grubundan daha düşük olduğu saptanmıştır. Fakat A grubunun bu gruplarla arasındaki ortalama farkları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

20 µm' de G grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalaması, C ve N gruplarının mikrosertlik ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek tespit edilmiştir. ($p<0,05$)

Bu derinlikte, G grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının F grubundan daha düşük olduğu saptanmıştır. Fakat ortalamalar arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

20 µm derinlikte F grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, C ve N gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu görülmektedir. ($p<0,05$)

Bu derinlikte, C grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, N grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

4.1.7. Fissür Tabanları Kesitlerinde (B2) 50 µm Derinlikten Elde Edilen Mikrosertlik Değerleri Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

Gruplar arası değerlendirmede, 6 deney grubunun okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinin 50 µm derinliğinden elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamalarının, önemli ölçüde birbirinden farklılık gösterdiği saptanmıştır. Ortalamalardaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$) (Bkz. Tablo 4.23)

Tablo 4.23. Fissür Tabanı Kesitlerinde 50 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

B2 - 50 µm	
Grup Adı	Ort ± Ss
S	411,48 ± 45,66
A	451,17 ± 29,59
G	440,68 ± 30,41
F	424,51 ± 34,57
C	366,04 ± 34,66
N	295,80 ± 31,59
p = 0,000*	

Gruplara göre okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinde 50 µm derinlikteki mikrosertlik ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; A > G > F > S > C > N şeklindedir.

Farklılığın hangi gruptan/gruplardan kaynaklandığını belirlemek için Tukey HSD testi kullanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.24)

Tablo 4.24. Fissür Tabanı Kesitlerinde 50 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

B2 - 50 µm Çoklu Karşılaştırmalar		
Grup-1	Grup-2	(1-2) p Değeri
S	A*	0,029*
	G	0,208
	F	0,909
	C*	0,008*
	N*	0,000*
A	G	0,962
	F	0,299
	C*	0,000*
	N*	0,000*
G	F	0,799
	C	0,000*
	N	0,000*
F	C	0,000*
	N	0,000*
C	N	0,000*

Fissür tabanı kesitlerinde 50 µm derinlikte S grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, A grubu mikrosertlik ortalamasından önemli ölçüde daha düşük olduğu görülmektedir. S grubu ile A gruplarının mikrosertlik ortalamaları arasındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$)

Bu derinlikte S grubunun mikrosertlik ortalamasının G ve F gruplarından daha düşük olduğu tespit

edilmiştir. Fakat gruplarla arasındaki ortalama farkları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

Bu derinlikte, S grubundan elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalaması, C ve N gruplarının mikrosertlik ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek tespit edilmiştir. ($p < 0,05$)

50 µm derinlikte, A grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, C ve N gruplarındaki mikrosertlik ortalamalarından önemli ölçüde yüksek olduğu gözlenmektedir. A grubu ile C ve N grupları mikrosertlik ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$)

Bu derinlikte, A grubunun mikrosertlik ortalamasının G ve F gruplarından daha yüksek olduğu saptanmıştır. Fakat ortalamalardaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

50 µm' de G grubundan elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalaması, C ve N gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek tespit edilmiştir. ($p < 0,05$)

50 μm derinlikte, F grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, C ve N gruplarının mikrosertlik ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

Bu derinlikte, C grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, N grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p < 0,05$)

4.1.8. Fissür Tabanı Kesitlerinde (B2) 80 μm Derinlikten Elde Edilen Mikrosertlik Değerleri Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

Gruplar arası değerlendirmede, 6 deney grubunun okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinde 80 μm derinlikten elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları önemli ölçüde birbirinden farklılık göstermiştir. Gruplar arası ortalamalardaki bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,05$) (Bkz. Tablo 4.25)

Tablo 4.25. Fissür Tabanı Kesitlerinde 80 μm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

B2 - 80 μm	
Grup Adı	Ort \pm Ss
S	395,75 \pm 34,75
A	447,71 \pm 32,18
G	443,75 \pm 38,89
F	416,86 \pm 30,52
C	358,95 \pm 29,46
N	278,33 \pm 31,81
p = 0,000*	

Gruplara göre okluzal yüzey fissür tabanı kesitlerinde 80 μm derinlikteki mikrosertlik ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; A > G > F > S > C > N şeklindedir.

Farklılığın hangi gruptan/gruplardan kaynaklandığını belirlemek için Tukey HSD testi kullanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.26)

Tablo 4.26. Fissür Tabanı Kesitlerinde 80 µm Derinlikteki Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırmaları

Fissür tabanı kesitlerinde 80 µm derinlikte S grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, A ve G gruplarının mikrosertlik ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

Bu derinlikte, S grubunun mikrosertlik ortalaması F grubundan daha düşük tespit edilmiştir. Fakat ortalamalar arası fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

80 µm' de; S, A, G ve F gruplarından elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamalarının, C ve N gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p < 0,05$)

Bu derinlikte, A grubunun mikrosertlik ortalamasının, G ve F gruplarından daha yüksek olduğu saptanmıştır. Fakat ortalamalardaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

Bu derinlikte, F grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, G grubundan daha düşük olduğu saptanmıştır. Fakat ortalamalar arası fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

80 µm' de C grubundan elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, N grubunun mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

B2 - 80 µm Çoklu Karşılaştırmalar		
Grup-1	Grup-2	(1-2) p Değeri
S	A*	0,001*
	G*	0,002*
	F	0,505
	C*	0,035*
	N*	0,000*
A	G	0,999
	F	0,121
	C*	0,000*
	N*	0,000*
G	F	0,237
	C*	0,000*
	N*	0,000*
F	C*	0,000*
	N*	0,000*
C	N*	0,000*

4.1.9. Her Grup için; Yapay Çürük Lezyonu Oluşturulan Bukkal Pencere Mine Kesiti (A, G, F, C, N - B1), Fissür Örtücülerin Uygulandığı Fissür Tabanı Kesiti (A, G, F, C, N - B2) ve İşlem Görmeyen Kontrol Grubu Olan S Grubunun Fissür Tabanı Kesiti (S - B2) Mikrosertlik Ortalamalarının Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi

4.1.9.1. A Grubu

A grubunda; çürük lezyonu oluşturulan bukkal pencere, fissür örtücüye komşu fissür tabanı ve işlem uygulanmayan örneklerden oluşan S kontrol grubu fissür tabanı mine kesitlerinin, 20, 50 ve 80 µm derinliklerinden elde edilen mikrosertlik ortalamaları, istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim göstermiştir. ($p < 0,05$) (Bkz. Tablo 4.27)

Tablo 4.27. A Grubu için 20- 50- 80 µm Derinliklerde
3 Bölge Mikrosertlik Ortalamalarının Karşılaştırılması

Bölge Adı	Derinlikler		
	20 µm Ort ± Ss	50 µm Ort ± Ss	80 µm Ort ± Ss
A-b1	273,48 ± 95,02	336,04 ± 60,07	375,35 ± 47,55
A-b2	446,46 ± 34,39	451,17 ± 29,59	447,71 ± 32,18
S-b2	399,93 ± 29,69	411,48 ± 45,66	395,75 ± 34,75
	p=0,000*	p=0,000*	p=0,000*

Her bir derinlikte değişimin hangi bölge/bölgelerden kaynaklandığının tespiti açısından çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testi kullanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.28)

A grubunda; okluzal bölge fissür örtücü tabanı kesitlerinde, fissür örtücüye komşu 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasının, yapay çürük bölgesi bukkal pencere mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

Tablo 4.28. A Grubu için 3 Bölgede
Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması

Derinlik	Bölge Adı	Karşılaştırılan Bölge	Ortalama Farkı	Standart Hata	p Değeri
20 µm	A-b1	A-b2	-172,97733(*)	22,20569	0,000*
		S-b2	-126,44467(*)	22,20569	0,000*
	A-b2	S-b2	46,53267	22,20569	0,103
50 µm	A-b1	A-b2	-115,13200(*)	17,08890	0,000*
		S- b2	-75,44400 (*)	17,08890	0,000*
	A-b2	S-b2	39,68800	17,08890	0,064
80 µm	A-b1	A-b2	-72,35533 (*)	14,15018	0,000*
		S-b2	20,40133	14,15018	0,329
	A-b2	S-b2	51,95400(*)	14,15018	0,002*

20 µm derinlikte; bukkal pencere mikrosertlik ortalamasının, kontrol grubu mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. ($p < 0,05$) Bu grupta, fissür örtücüye komşu fissür tabanının 20 µm derinliğinden elde edilen mikrosertlik ortalamasının, herhangi bir işlem uygulanmayan kontrol grubunun okluzal bölge fissür tabanının 20 µm derinliğindeki mikrosertlik ortalamasından daha yüksek olduğu görülmüştür. Fakat bölgeler arası ortalama farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

A grubunda, okluzal bölge fissür örtücü tabanında fissür örtücüye komşu 50 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasının, bukkal pencere mine kesitinin 50 µm derinliğinden elde edilen mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$) Fissür örtücüye komşu fissür tabanının 50 µm derinliğindeki mikrosertlik ortalamasının, herhangi bir işlem uygulanmayan kontrol grubunun okluzal bölge fissür tabanının 50 µm derinliğindeki mikrosertlik ortalamasından daha yüksek olduğu görülmektedir. Fakat bölgeler arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

A grubunda, okluzal bölge mine kesitlerinde fissür örtücüye komşu 80 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasının, bukkal pencere mine kesitinde 80 µm' den elde edilen mikrosertlik ortalamasından ve herhangi bir işlem uygulanmayan kontrol grubunun okluzal bölge fissür tabanının 80 µm derinliğinden elde edilen mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$) 80 µm derinlikte, bukkal pencere mikrosertlik ortalamasının kontrol grubu mikrosertlik ortalamasından daha düşük olduğu tespit edilmiş olup; bölgeler arasındaki ortalama farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

4.1.9.2. G Grubu

G grubunda; bukkal pencere, fissür örtücü tabanı ve S kontrol grubu fissür tabanı mine kesitlerinin 20, 50 ve 80 µm derinliklerinden elde edilen mikrosertlik ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim göstermiştir. ($p<0,05$) (Bkz. Tablo 4.29)

Tablo 4.29. G Grubu için 20- 50- 80 µm Derinliklerde
3 Bölge Mikrosertlik Ortalamalarının Karşılaştırılması

Bölge Adı	Derinlikler		
	20 µm Ort ± Ss	50 µm Ort ± Ss	80 µm Ort ± Ss
G- b1	312,62 ± 42,28	367,91 ± 27,19	394,11 ± 34,44
G-b2	430,33 ± 36,80	440,68 ± 30,41	443,75 ± 38,89
S- b2	399,93 ± 29,69	411,48 ± 45,66	395,75 ± 34,75
	p=0,000*	p=0,000*	p=0,001*

Her bir derinlikte değişimin hangi bölge/bölgelerden kaynaklandığının tespiti açısından çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testi kullanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.30)

Tablo 4.30. G Grubu için 3 Bölgede
Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması

Derinlik	Bölge Adı	Karşılaştırılan Bölge	Ortalama Farkı	Standart Hata	p Değeri
20 µm	G-b1	G-b2	-117,71000(*)	13,37267	0,000*
		S-b2	-87,31133(*)		0,000*
	G-b2	S-b2	30,39867	13,37267	0,071
50 µm	G-b1	G-b2	--72,77800(*)	12,91057	0,000*
		S-b2	-43,57800(*)		0,004*
	G-b2	S-b2	29,20000	12,91057	0,073
80 µm	G-b1	G-b2	-49,64467(*)	13,17843	0,001*
		S-b2	-1,64533		0,991
	G-b2	S-b2	47,99933(*)	13,17843	0,002*

G grubunda; okluzal bölge fissür örtücü tabanı mine kesitlerinde fissür örtücüye komşu 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasının, yapay çürük oluşturulan bukkal pencerede 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. (p<0,05)

20 µm derinlikte; bukkal pencere mikrosertlik ortalamasının, kontrol grubu fissür tabanından elde edilen mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. (p<0,05)

G grubunda; okluzal bölge kesitlerinde fissür örtücüye komşu 50 µm derinlikteki mikrosertlik ortalamasının, bukkal pencere mine kesitinin 50 µm derinliğinden elde edilen mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. (p<0,05) Fissür örtücüye komşu 50 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasının, herhangi bir işlem uygulanmayan kontrol grubunun okluzal bölge fissür tabanının 50 µm derinliğindeki mikrosertlik ortalamasından daha yüksek olduğu saptanmış olup; ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. (p>0,05)

G grubunda, bukkal pencere kesitlerinde 80 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasının, kontrol grubu mikrosertlik ortalamasından daha düşük olduğu gözlenmiş olup; bölgeler arasındaki ortalama farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$) Bu grupta, fissür örtücüye komşu 80 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamasının, bukkal pencere kesitlerinde 80 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasından ve herhangi bir işlem uygulanmayan kontrol grubunun okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinin 80 µm derinliğinden ölçülen mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$)

4.1.9.3. F Grubu

F grubunda; bukkal pencere, fissür örtücüye komşu fissür tabanı ve kontrol grubu fissür tabanı mine kesitlerinde 20, 50 ve 80 µm derinliklerden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim göstermiştir. ($p<0,05$) (Bkz. Tablo 4.31)

Tablo 4.31. F Grubu için 20- 50- 80 µm Derinliklerde 3 Bölge Mikrosertlik Ortalamalarının Karşılaştırılması

Bölge Adı	Derinlikler		
	20 µm Ort ± Ss	50 µm Ort ± Ss	80 µm Ort ± Ss
F-b1	195,93 ± 33,11	267,57 ± 34,06	330,73 ± 30,67
F-b2	455,20 ± 38,28	424,51 ± 34,57	416,86 ± 30,52
S-b2	399,93 ± 29,69	411,48 ± 45,66	395,75 ± 34,75
	p=0,000*	p=0,000*	p=0,000*

Her bir derinlikte değişimin hangi bölge/bölgelerden kaynaklandığının tespiti açısından çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testi kullanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.32)

Tablo 4.32. F Grubu için 3 Bölgede
Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması

Derinlik	Bölge Adı	Karşılaştırılan Bölge	Ortalama Farkı	Standart Hata	p Değeri
20 µm	F-b1	F-b2	-259,26600(*)	12,37128	0,000*
		S- b2	-204,00067(*)		0,000*
50 µm	F-b1	F-b2	-156,93467(*)	14,05021	0,000*
		S- b2	-143,91200(*)		0,000*
80 µm	F-b1	F-b2	-86,13267(*)	11,70190	0,000*
		S- b2	-65,02267(*)		0,000*
	F-b2	S-b2	21,11000	11,70190	0,181

F grubunda; okluzal bölge fissür örtücü tabanı kesitlerinde, fissür örtücüye komşu 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, bukkal pencere mine kesitlerinin 20 µm derinliğinden ve herhangi bir işlem uygulanmayan kontrol grubunun okluzal bölge fissür tabanının 20 µm derinliğinden elde edilen mikrosertlik ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$) 20 µm derinlikte, bukkal pencere mikrosertlik ortalamasının kontrol grubu mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$)

F grubunda; okluzal mine kesitlerinde fissür örtücü tabanına komşu 50 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasının, bukkal pencere kesitlerinde 50 µm' den elde edilen mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$)

Bu grupta; fissür örtücü tabanına komşu 50 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasının, herhangi bir işlem uygulanmayan kontrol grubunun fissür tabanında 50 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasından daha yüksek

olduğu tespit edilmiş olup; bölgeler arası ortalama farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

F grubunda; fissür örtücü tabanına komşu 80 μm derinlikten elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, bukkal pencere kesitlerinde 80 μm ' den elde edilen mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. ($p<0,05$)

Bu grupta; fissür örtücü tabanına komşu 80 μm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasının, herhangi bir işlem uygulanmayan kontrol grubunun fissür tabanında 80 μm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup; bölgeler arası ortalama farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

4.1.9.4. C Grubu

C grubunda; bukkal pencere, fissür örtücüye komşu fissür tabanı ve kontrol grubu fissür tabanı mine kesitlerinde 20, 50 ve 80 μm derinliklerden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim göstermiştir. ($p<0,05$) (Bkz. Tablo 4.33)

Tablo 4.33. C Grubu için 20- 50- 80 μm Derinliklerde
3 Bölge Mikrosertlik Ortalamalarının Karşılaştırılması

Bölge Adı	Derinlikler		
	20 μm	50 μm	80 μm
	Ort \pm Ss	Ort \pm Ss	Ort \pm Ss
C-b1	203,51 \pm 33,61	261,73 \pm 37,75	300,66 \pm 41,42
C-b2	373,55 \pm 43,75	366,04 \pm 34,66	358,95 \pm 29,46
S-b2	399,93 \pm 29,69	411,48 \pm 45,66	395,75 \pm 34,75
	p=0,000*	p=0,000*	p=0,000*

Her bir derinlikte değişimin hangi bölge/bölgelerden kaynaklandığının tespiti açısından çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testi kullanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.34)

Tablo 4.34. C Grubu için 3 Bölgede
Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması

Derinlik	Bölge Adı	Karşılaştırılan Bölge	Ortalama Farkı	Standart Hata	p Değeri
20 µm	C-b1	C-b2	-170,04333(*)	13,21013	0,000*
		S- b2	-196,42200(*)		0,000*
50 µm	C-b2	S-b2	-26,37867	13,21013	0,125
		C-b1	-104,31200(*)		14,47280
80 µm	C-b1	S- b2	-149,75600(*)	14,47280	0,000*
		C-b2	-45,44400(*)		14,47280
80 µm	C-b2	C-b2	-58,28867(*)	12,98320	0,000*
		S- b2	-95,08933(*)		0,000*
80 µm	C-b2	S-b2	-36,80067(*)	12,98320	0,019*

C grubunda; okluzal bölge fissür örtücü tabanı kesitlerinde fissür örtücüye komşu 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasının, bukkal pencere mine kesitlerinde 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$) Bu derinlikte, bukkal pencere mikrosertlik ortalamasının kontrol grubu mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$)

C grubunda; fissür tabanı kesitlerinde fissür örtücüye komşu 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasının, kontrol grubunun fissür tabanında 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasından daha düşük olduğu tespit edilmiş olup; ortalama farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$) 50 µm derinlikte, kontrol grubu mikrosertlik ortalamasının, fissür örtücü tabanında fissür örtücüye komşu 50 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasından ve bukkal pencere mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$)

C grubunda; fissür örtücü tabanına komşu 80 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasının, bukkal pencere mine kesitlerinde 80 µm' den elde edilen mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. ($p<0,05$) 80 µm derinlikte, kontrol grubunun okluzal bölge fissür tabanının mikrosertlik ortalamasının, fissür örtücü tabanından ve bukkal pencere kesitlerinden elde edilen mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$)

4.1.9.5. N Grubu

N grubunda; bukkal pencere, fissür örtücüye komşu fissür tabanı ve kontrol grubu fissür tabanı mine kesitlerinde 20, 50 ve 80 µm derinliklerden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim göstermiştir. ($p<0,05$) (Bkz. Tablo 4.35)

Tablo 4.35. N Grubu için 20- 50- 80 µm Derinliklerde
3 Bölge Mikrosertlik Ortalamalarının Karşılaştırılması

Bölge Adı	Derinlikler		
	20 µm	50 µm	80 µm
	Ort ± Ss	Ort ± Ss	Ort ± Ss
N-b1	166,93 ± 36,07	212,44 ± 37,65	242,62 ± 41,85
N-b2	325,17 ± 31,54	295,80 ± 31,59	278,33 ± 31,81
S-b2	399,93 ± 29,69	411,48 ± 45,66	395,75 ± 34,75
	p=0,000*	p=0,000*	p=0,000*

Her bir derinlikte, değişimin hangi bölge/bölgelerden kaynaklandığının tespiti açısından çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD testi kullanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.36)

Tablo 4.36. N Grubu için 3 Bölgede
Mikrosertlik Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması

Derinlik	Bölge Adı	Karşılaştırılan Bölge	Ortalama Farkı	Standart Hata	p Değeri
20 µm	N-b1	N-b2	-158,24333(*)	11,88448	0,000*
		S- b2	-232,99933(*)		0,000*
	N-b2	S-b2	-74,75600(*)	11,88448	0,000*
50 µm	N-b1	N-b2	-83,35533(*)	14,14461	0,000*
		S- b2	-199,04400(*)		0,000*
	N-b2	S-b2	-115,68867(*)	14,14461	0,000*
80 µm	N-b1	N-b2	-35,71200(*)	13,28699	0,027*
		S- b2	-153,13400(*)		0,000*
	N-b2	S-b2	-117,42200(*)	13,28699	0,000*

N grubunda; okluzal bölge fissür örtücü tabanı kesitlerinde fissür örtücüye komşu 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, bukkal pencere mine kesitlerinde 20 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. (p<0,05)

20 µm derinlikte, kontrol grubu mikrosertlik ortalamasının, N grubunun fissür tabanı ve bukkal pencere kesitlerinde 20 µm derinliklerden elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. (p<0,05)

50 µm derinlikte; bukkal pencere mikrosertlik ortalamasının, fissür örtücü tabanı mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. (p<0,05)

Herhangi bir işlem uygulanmayan kontrol grubunun okluzal bölge fissür tabanında 50 µm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasının, C grubu fissür örtücü tabanında ve bukkal pencere mine kesitlerinde 50 µm derinliklerden elde edilen

mikrosertlik ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$)

N grubunda; bukkal pencere mine kesitlerinde 80 μm derinlikten elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, fissür tabanında fissür örtücüye komşu 80 μm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$)

Kontrol grubunun okluzal bölge fissür tabanında 80 μm derinlikten elde edilen mikrosertlik değerleri ortalamasının, N grubunda fissür örtücü tabanı ve bukkal pencere mine kesitlerinde 80 μm derinliklerden elde edilen mikrosertlik ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$)

4.2. SEM-EDX ANALİZİ BULGULARI

Çalışmanın bu bölümünde 7 çalışma grubu bulunmaktadır. Her grupta 10 örnek olmak üzere; toplam 70 örnekten 140 EDX analizi elde edilmiştir. Verilerin güvenilirliği açısından her örnekten 2 adet EDX analizi yapılarak; ölçülen değerlerin ortalaması alınmıştır.

4.2.1. Ca, P, F, O, C, Na ve Si Elementlerinin Atom Yüzdeleri (%at) Ortalamalarının Grup İçi Değerlendirilmesi

İyon dağılımlarının grup içi değerlendirmelerinde; Ca, P, F, O, C, Na ve Si elementlerinin atom yüzdelerinin ortalamaları arasında fark olup olmadığının tespiti için One Way Anova istatistik testinden yararlanılmıştır. Veriler $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

4.2.1.1. S Grubu EDX Analizi Verilerinin Değerlendirilmesi

S grubuna ait; Ca, P, F, O, C, Na ve Si iyonlarının atomca yüzdelerinin ortalamaları (% at), minimum-maksimum değerleri, standart sapmaları ve p değeri Tablo 4.37' de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.37. S Grubu EDX verileri

S Grubu %at Ortalamaları			
İyon	Ortalama \pm Ss	Minimum	Maximum
Ca	27,19 \pm 2,81	23,88	32,82
P	18,16 \pm 1,22	16,57	21,09
F	1,50 \pm 0,10	1,25	1,62
O	27,82 \pm 4,72	20,96	35,27
C	22,01 \pm 4,05	14,48	27,35
Na	2,03 \pm 0,26	1,71	2,49
Si	1,25 \pm 0,17	1,0	1,48
p=0,000*			

Herhangi bir işlem uygulanmayan kontrol grubunun okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinden elde edilen multipoint EDX analizinde, atomca iyon yüzdeleri (%at) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

S grubu için iyonların ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; O> Ca> C> P> Na> F> Si şeklindedir.

Elde edilen % at ortalamalarının çoklu karşılaştırmalarında Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.38)

Tablo 4.38. S Grubunda İyonların % at Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması

S GRUBU		
İyon-1	İyon-2	(1-2) p Değeri
Ca	P	0,000*
	F	0,000*
	O	0,998
	C	0,001*
	Na	0,000*
P	Si	0,000*
	F	0,000*
	O	0,000*
	C	0,027*
	Na	0,000*
F	Si	0,000*
	O	0,000*
	C	0,000*
	Na	0,999
	Si	01,000
O	C	0,000*
	Na	0,000*
	Si	0,000*
C	Na	0,000*
	Si	0,000*
Na	Si	0,994

S grubunda, %Ca ortalamasının, %P, F, C, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p < 0,05$)

Bu grupta, %O ortalamasının %Ca ortalamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup; ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

S grubunda, %Na ortalamasının %F ve %Si ortalamasından daha yüksek olduğu saptanmış olup; ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

S grubunda, %C ortalamasının %P, F, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

Bu grupta, %F ortalaması, %Si ortalamasından daha yüksek tespit edilmiş olup; ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

4.2.1.2. A Grubu EDX Analizi Verilerinin Değerlendirilmesi

A grubuna ait; Ca, P, F, O, C, Na ve Si iyonlarının atomca yüzdelerinin ortalamaları (% at), minimum-maksimum değerleri, standart sapmaları ve p değeri Tablo 4.39' da görüldüğü gibidir.

Tablo 4.39. A Grubu EDX Verileri

A Grubu % at Ortalamaları			
İyon	Ortalama \pm Ss	Minimum	Maximum
Ca	32,06 \pm 1,37	30,07	34,44
P	19,18 \pm 0,72	18,26	20,25
F	1,37 \pm 0,19	1,08	1,73
O	31,61 \pm 5,03	22,13	36,89
C	12,88 \pm 2,97	9,16	18,05
Na	1,73 \pm 0,34	1,25	2,34
Si	1,01 \pm 0,26	0,68	1,48
p=0,000*			

A grubunda; okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinden elde edilen multipoint EDX analizinde, atomca iyon yüzdeleri (%at) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

A grubu için iyon yüzdelerinin ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; Ca > O > P > C > Na > F > Si şeklindedir.

Ölçülen % at ortalamalarının çoklu karşılaştırmalarında, Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.40)

A grubunda, %Ca ortalamasının %P, F, C, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

Bu grupta, %O ortalamasının %Ca ortalamasından daha düşük olduğu saptanmış olup; ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

Tablo 4.40. A Grubunda İyonların % at Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması

A GRUBU		
İyon -1	İyon-2	(1-2) p Değeri
Ca	P	0,000*
	F	0,000*
	O	0,999
	C	0,000*
	Na	0,000*
	Si	0,000*
P	F	0,000*
	O	0,000*
	C	0,000*
	Na	0,000*
	Si	0,000*
F	O	0,000*
	C	0,000*
	Na	1,000
	Si	1,000
O	C	0,000*
	Na	0,000
	Si	0,000*
C	Na	0,000
	Si	0,000*
Na	Si	0,992

A grubunda; %P ortalamasının, %C, F, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

A grubunda, %Na ortalamasının, %F ve Si ortalamalarından daha yüksek olduğu gözlenmiş olup; ortalamalar arasındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

Bu grupta, %F ortalamasının %Si ortalamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup; ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

4.2.1.3. G Grubu EDX Analizi Verilerinin Değerlendirilmesi

G grubuna ait; Ca, P, F, O, C, Na ve Si iyonlarının atomca yüzdelerinin ortalamaları (% at), minimum-maksimum değerleri, standart sapmaları ve p değeri Tablo 4. 41' de görüldüğü şekildedir.

Tablo 4.41. G Grubu EDX Verileri

G Grubu %at Ortalamaları			
İyon	Ortalama \pm Ss	Minimum	Maximum
Ca	30,17 \pm 0,19	29,86	30,50
P	18,27 \pm 0,59	16,92	18,84
F	5,40 \pm 0,44	4,64	5,98
O	27,88 \pm 2,57	23,67	32,59
C	15,09 \pm 2,18	12,16	19,62
Na	1,93 \pm 0,13	1,71	2,14
Si	1,17 \pm 0,11	0,96	1,33
p = 0,000*			

G grubunda; okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinden elde edilen multipoint EDX analizinde, atomca iyon yüzdeleri (%at) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

G grubu için iyon yüzdelerinin ortalamaları büyükten küçüğe doğru; $Ca > O > P > C > F > Na > Si$ şeklindedir.

Ölçülen % at ortalamalarının çoklu karşılaştırmalarında Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.42)

Tablo 4.42. G Grubunda İyonların %at Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması

G GRUBU		
İyon-1	İyon-2	(1-2) p değeri
Ca	P	0,000*
	F	0,000*
	O	0,004*
	C	0,000*
	Na	0,000*
	Si	0,000*
P	F	0,000*
	O	0,000*
	C	0,000*
	Na	0,000*
F	Si	0,000*
	O	0,000*
	C	0,000*
	Na	0,000*
O	Si	0,000*
	C	0,000*
	Na	0,000*
C	Si	0,000*
	Na	0,000*
Na	Si	0,844

G grubunda; %Ca ortalamasının, %P, F, O, C, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

G grubunda; %O ortalamasının, %P, C, F, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p < 0,05$)

Bu grupta; %P ortalamasının, %C, F, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

G grubunda, %F ve %C ortalamalarının; %Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

Bu grupta, %Na ortalamasının, %Si ortalamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup; ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

4.2.1.4. F grubu EDX Analizi Verilerinin Değerlendirilmesi

F grubuna ait; Ca, P, F, O, C, Na ve Si iyonlarının atomca yüzdelerinin ortalamaları (% at), minimum-maksimum değerleri, standart sapmaları ve p değeri, Tablo 4. 43' de görüldüğü şekildedir.

Tablo 4.43. F Grubu EDX Verileri

F Grubu % at Ortalamaları			
İyon	Ortalama \pm Ss	Minimum	Maximum
Ca	29,74 \pm 2,48	27,43	35,01
P	18,44 \pm 1,56	16,38	21,52
F	4,46 \pm 0,34	3,87	5,05
O	29,18 \pm 7,36	16,20	37,69
C	15,38 \pm 3,22	10,73	20,67
Na	1,76 \pm 0,24	1,44	2,08
Si	1,10 \pm 0,26	0,80	1,52
p=0,000*			

F grubunda, okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinden elde edilen multipoint EDX analizinde, atomca iyon yüzdelerinin (% at) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

F grubu için iyon yüzdelerinin ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; Ca > O > P > C > F > Na > Si şeklindedir.

Ölçülen % at ortalamalarının çoklu karşılaştırmalarında Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.44)

F grubunda; %Ca ortalamasının, %P, F, C, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

Bu grupta, %Ca ortalamasının, %O ortalamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir fakat ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

Bu grupta; % P ortalamasının, %F, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

Tablo 4.44. F Grubunda İyonların % at Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması

F GRUBU		
İyon-1	İyon-2	(1-2) p Değeri
Ca	P	0,000*
	F	0,000*
	O	1,000
	C	0,000*
	Na	0,000*
	Si	0,000*
P	F	0,000*
	O	0,000
	C	0,358
	Na	0,000*
	Si	0,000*
	F	O
C		0,000*
Na		0,512
Si		0,250
O	C	0,000*
	Na	0,000*
	Si	0,000*
C	Na	0,000*
	Si	0,000*
Na	Si	0,999

F grubunda; %O ortalamasının %P, C, F, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

Bu grupta; %P ortalamasının, %C ortalamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir fakat ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

F grubunda; %F ortalamasının, %Na ve Si ortalamalarından daha yüksek olduğu gözlenmiş olup; ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı

bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

F grubunda; %C ortalamasının %Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

Bu grupta; %Na ortalamasının %Si ortalamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir fakat ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

4.2.1.5. C grubu EDX Analizi Verilerinin Değerlendirilmesi

C grubuna ait; Ca, P, F, O, C, Na ve Si iyonlarının atomca yüzdelerinin ortalamaları (% at), minimum-maksimum değerleri, standart sapmaları ve p değeri Tablo 4.45' de görüldüğü şekildedir.

C grubunda, okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinden elde edilen multipoint EDX analizinde, atomca iyon yüzdeleri (%at) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

C grubu için iyon yüzdelerinin ortalamaları, büyükten küçüğe doğru sırasıyla; O> Ca> C> P> F> Na> Si şeklindedir.

Tablo 4.45. C Grubu EDX Verileri

C Grubu %at Ortalamaları			
İyon	Ortalama \pm Ss	Minimum	Maximum
Ca	24,38 \pm 1,43	22,41	26,16
P	17,09 \pm 1,27	14,85	19,05
F	4,06 \pm 1,13	2,63	5,81
O	28,27 \pm 6,12	18,08	36,55
C	23,29 \pm 2,44	19,96	27,07
Na	1,92 \pm 0,36	1,51	2,54
Si	1,19 \pm 0,36	0,81	1,82
p=0,000*			

Ölçülen % at ortalamalarının çoklu karşılaştırmalarında, Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.46)

Tablo 4.46. C Grubunda İyonların % at Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması

C Grubu		
İyon-1	İyon-2	(1-2) p Değeri
Ca	P	0,000*
	F	0,000*
	O	0,026*
	C	0,967
	Na	0,000*
	Si	0,000*
P	F	0,000*
	O	0,000*
	C	0,000*
	Na	0,000*
	Si	0,000*
F	O	0,000*
	C	0,000*
	Na	0,541
	Si	0,203
O	C	0,001*
	Na	0,000*
	Si	0,000*
C	O	0,001*
	Na	0,000*
	Si	0,000*
Na	Si	0,996

C grubunda; %O ortalamasının, %Ca, P, F, C, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. (p<0,05)

Bu grupta, %Ca ortalamasının %C ortalamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup; ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. (p>0,05)

C grubunda; %Ca ve % P ortalamalarının, %F, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. (p<0,05)

Bu grupta, %P ortalamasının %C ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. ($p < 0,05$)

C grubunda, % F ortalamasının % Na ve Si ortalamalarından daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup; ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

Bu grupta % Na ortalamasının, % Si ortalamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup; ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

4.2.1.6. N grubu EDX Analizi Verilerinin Değerlendirilmesi

N grubuna ait; Ca, P, F, O, C, Na ve Si iyonlarının atomca yüzdelerinin ortalamaları (% at), minimum-maksimum değerleri, standart sapmaları ve p değeri, Tablo 4.47' de görüldüğü şekildedir.

N grubunda, okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinden elde edilen multipoint EDX analizinde, atomca iyon yüzdeleri (%at) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

Tablo 4.47. N Grubu EDX Verileri

N Grubu %at Ortalamaları			
İyon	Ortalama \pm Ss	Minimum	Maximum
Ca	21,79 \pm 1,34	18,66	23,50
P	15,76 \pm 0,98	13,43	17,03
F	3,50 \pm 0,32	3,04	3,87
O	24,99 \pm 4,67	18,59	35,59
C	30,38 \pm 2,76	26,39	36,11
Na	2,29 \pm 0,34	1,51	2,72
Si	1,46 \pm 0,29	0,78	1,90
p=0,000*			

N grubu için iyonların ortalamaları, büyükten küçüğe doğru sırasıyla; C > O > Ca > P > F > Na > Si şeklindedir.

Ölçülen % at ortalamalarının çoklu karşılaştırmalarında, Tukey HSD istatistik testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.48)

Tablo 4.48. N Grubunda İyonların % at Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması

N GRUBU		
İyon-1	İyon-2	(1-2) p Değeri
Ca	P	0,000*
	F	0,000*
	O	0,024*
	C	0,000*
	Na	0,000*
	Si	0,000*
P	F	0,000*
	O	0,000*
	C	0,000*
	Na	0,000*
	Si	0,000*
F	O	0,000*
	C	0,000*
	Na	0,872
	Si	0,358
O	C	0,000*
	Na	0,000*
	Si	0,000*
C	Na	0,000*
	Si	0,000*
Na	Si	0,976

N grubunda, % C ortalamasının % Ca, P, F, O, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

Bu grupta; %O ortalamasının, %Ca ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

N grubunda; %Ca ortalamasının %P, F, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p < 0,05$)

Bu grupta, %P ortalamasının, %F, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

N grubunda; %F ortalamasının, % Na ve Si ortalamalarından daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup; ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$) %Na ortalamasının, %Si ortalamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup; ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

4.2.1.7. D grubu EDX Analizi Verilerinin Değerlendirilmesi

D grubuna ait; Ca, P, F, O, C, Na ve Si iyonlarının atomca yüzdelerinin ortalamaları (% at), minimum-maksimum değerleri, standart sapmaları ve p değeri Tablo 4.49' da görüldüğü şekildedir.

D grubunda, okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinden elde edilen multipoint EDX analizinde, atomca iyon yüzdeleri (%at) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$) (Bkz. Tablo 4.49)

Tablo 4.49. D Grubu EDX Verileri

D Grubu % at Ortalamaları			
İyon	Ortalama \pm Ss	Minimum	Maximum
Ca	15,65 \pm 1,50	13,56	17,61
P	11,14 \pm 0,93	9,15	12,62
F	1,32 \pm 0,26	0,68	1,59
O	26,64 \pm 2,97	20,55	30,73
C	42,52 \pm 3,52	37,21	49,34
Na	1,66 \pm 0,28	1,26	2,10
Si	1,07 \pm 0,28	0,73	1,60
p=0,000*			

D grubu için iyonların ortalamaları, büyükten küçüğe doğru sırasıyla; C > O > Ca > P > Na > F > Si şeklindedir.

Ölçülen % at ortalamalarının çoklu karşılaştırmalarında, Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.50)

D grubunda; %C ortalamasının %Ca, P, F, O, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

Bu grupta, %O ortalamasının %Ca ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p < 0,05$)

Tablo 4.50. D Grubunda İyonların % at Ortalamalarının Çoklu Karşılaştırılması

D GRUBU		
İyon-1	İyon-2	(1-2) p Değeri
Ca	P	0,000*
	F	0,000*
	O	0,000*
	C	0,000*
	Na	0,000*
	Si	0,000*
P	F	0,000*
	O	0,000*
	C	0,000*
	Na	0,000*
	Si	0,000*
F	O	0,000*
	C	0,000*
	Na	1,000
	Si	1,000
O	C	0,000*
	Na	0,000*
	Si	0,000*
C	Na	0,000*
	Si	0,000*
Na	Si	0,992

D grubunda; %Ca ortalamasının %P, F, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$)

Bu grupta; %P ortalamasının %F, Na ve Si ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$)

D grubunda; %Na ortalamasının, %F ve Si ortalamalarından daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup; ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

Bu grupta, %Na ortalamasının, %Si ortalamasından daha yüksek olduğu saptanmış olup; ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

4.2.2 % Ca, P, F, O, C, Na ve Si Ortalamalarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi

Tablo. 4.51' de; A, G, F, C, N ve D gruplarının, EDX analizlerinden elde edilen Ca, P, F, O, C, Na ve Si elementlerinin atomca yüzdelerinin (% at) ortalamaları, standart sapmaları ve istatistik sonuçları verilmiştir.

Gruplar arasında iyon yüzdeleri ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı değişimler olup olmadığının tespiti için, One-way Anova istatistik testinden yararlanılmıştır. Buna göre; gruplar arası %Ca, P, F, C, Na ve Si ortalamalarındaki değişimler istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmiş, %O ortalamalarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. (Bkz. Tablo 4.51)

Tablo 4.51. İyonların % at Ortalamalarının Gruplara Göre Değerlendirilmesi

Grup Adı	Atomca İyon Yüzdeleri (%at) Ortalamaları						
	% Ca	% P	% F	% O	% C	% Na	% Si
	Ort ± Ss	Ort ± Ss	Ort ± Ss	Ort ± Ss	Ort ± Ss	Ort ± Ss	Ort ± Ss
S	27,19±2,81	18,16±1,22	1,50±0,10	27,82±4,72	22,01±4,05	2,03±0,26	1,25±0,17
A	32,06±1,37	19,18±0,72	1,37±0,19	31,61±5,03	12,88±2,97	1,73±0,34	1,01±0,26
G	30,17±0,19	18,27±0,59	5,40±0,44	27,88±2,57	15,09±2,18	1,93±0,13	1,17±0,11
F	29,74±2,48	18,44±1,56	4,46±0,34	29,18±7,36	15,38±3,22	1,76±0,24	1,10±0,26
C	24,38±1,43	17,09±1,27	4,06±1,13	28,27±6,12	23,29±2,44	1,92±0,36	1,19±0,36
N	21,79±1,34	15,76±0,98	3,50±0,32	24,99±4,67	30,38±2,76	2,29±0,34	1,46±0,29
D	15,65±1,50	11,14±0,93	1,32±0,26	26,64±2,97	42,52±3,52	1,66±0,28	1,07±0,28
	p=0,000*	p=0,000*	p=0,000*	p=0,141	p=0,000*	p=0,000*	p=0,01*

Her bir iyon için gruplar arası çoklu karşılaştırmalarda, Tukey HSD testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.53-55-57-59-61-63-65)

4.2.2.1. % Ca Ortalamalarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi

A, G, F, C, N ve D gruplarının EDX analizlerinden elde edilen %at Ca ortalamaları, istatistik sonuçlarına göre standart sapmalar ve p değeri; Tablo. 4.52' de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.52. Gruplara göre % Ca Ortalamaları

% Ca Ortalamaları	
Grup Adı	Ort ± Ss
S	27,19 ± 2,81
A	32,06 ± 1,37
G	30,17 ± 0,19
F	29,74 ± 2,48
C	24,38 ± 1,43
N	21,79 ± 1,34
D	15,65 ± 1,50
p=0,000*	

%Ca ortalamaları karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

Grupların atomca Ca iyonu yüzdelerinin (%at Ca) ortalamaları, büyükten küçüğe doğru sırasıyla; A > G > F > S > C > N > D şeklindedir.

%Ca ortalamalarının gruplar arası değerlendirmelerinde, değişimin hangi grup/gruplardan kaynaklandığının tespiti için çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD istatistik testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.53)

Tablo 4.53. % Ca Ortalamalarının Gruplar Arası Çoklu Karşılaştırılması

% Ca		
Grup-1	Grup-2	(1-2) p Değeri
S	A	0,000*
	G	0,007*
	F	0,033*
	C	0,013*
	N	0,000*
	D	0,000*
A	G	0,228
	F	0,071
	C	0,000*
	N	0,000*
	D	0,000*
G	F	0,998
	C	0,000*
	N	0,000*
	D	0,000*
F	C	0,000*
	N	0,000*
	D	0,000*
C	N	0,029*
	D	0,000*
N	D	0,000*

A grubundan elde edilen %Ca ortalamasının; S, C, N ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

A grubunun %Ca ortalamasının, G ve F gruplarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak ortalamalar arası farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

G grubundan elde edilen %Ca ortalamasının; S, C, N ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$)

F grubundan elde edilen %Ca ortalaması; S, C, N ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek saptanmıştır. ($p<0,05$)

G grubunun %Ca ortalamasının, F grubundan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ancak ortalamalar arası fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

S grubundan elde edilen %Ca ortalamasının; C, N ve D gruplarının %Ca ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$)

C grubunun %Ca ortalamasının; N ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. ($p<0,05$)

N grubunun %Ca ortalamasının; D grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$)

4.2.2.2. % P Ortalamalarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi

A, G, F, C, N ve D gruplarının EDX analizlerinden elde edilen %at P ortalamaları, istatistik sonuçlarına göre standart sapmalar ve p değeri, Tablo. 4.54' de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.54. Gruplara göre % P Ortalamaları

% P Ortalamaları	
Grup Adı	Ort \pm Ss
S	18,16 \pm 1,22
A	19,18 \pm 0,72
G	18,27 \pm 0,59
F	18,44 \pm 1,56
C	17,09 \pm 1,27
N	15,76 \pm 0,98
D	11,14 \pm 0,93
p=0,000*	

%P ortalamaları karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

Grupların atomca P iyonu yüzdeleri (%at P) ortalaması, büyükten küçüğe doğru sırasıyla; $A > F > G > S > C > N > D$ şeklindedir.

%P ortalamalarının gruplar arası değerlendirmelerinde, değişimin hangi grup/gruplardan kaynaklandığının tespiti için çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD istatistik testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.55)

Tablo 4.55. % P Ortalamalarının Gruplar Arası

Çoklu Karşılaştırılması

% P		
Grup-1	Grup-2	(1-2) p Değeri
S	A	0,371
	G	1,000
	F	0,997
	C	0,312
	N	0,000*
A	D	0,000*
	G	0,513
	F	0,739
	C	0,001*
	N	0,000*
G	D	0,000*
	F	1,000
	C	0,205
	N	0,000*
F	D	0,000*
	C	0,096
	N	0,000*
C	D	0,000*
	N	0,111
N	D	0,000*

A grubundan elde edilen % P ortalamasının; C, N ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

A grubu %P ortalamasının; S, G ve F gruplarının %P ortalamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir fakat ortalamalar arası değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

G grubunun % P ortalamasının; N ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

G grubundan elde edilen %P ortalamasının C grubundan daha yüksek olduğu görülmüş olup; ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

F grubundan elde edilen % P ortalamasının; N ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

F grubunun % P ortalamasının; S, G ve C gruplarından daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup; ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

C grubunun % P ortalamasının; N ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. ($p<0,05$)

N grubunun % P ortalamasının; D grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$)

4.2.2.3. % F Ortalamalarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi

A, G, F, C, N ve D gruplarının EDX analizlerinden elde edilen %at F ortalamaları, istatistik sonuçlarına göre standart sapmalar ve p değeri, Tablo. 4.56' da görüldüğü gibidir.

Tablo 4.56. Gruplara göre % F Ortalamaları

% F Ortalamaları	
Grup Adı	Ort \pm Ss
S	1,50 \pm 0,10
A	1,37 \pm 0,19
G	5,40 \pm 0,44
F	4,46 \pm 0,34
C	4,06 \pm 1,13
N	3,50 \pm 0,32
D	1,32 \pm 0,26
p=0,000*	

%F ortalamaları karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim olduğu gözlenmiştir. ($p<0,05$)

Grupların %F ortalamaları, büyükten küçüğe doğru sırasıyla; G> F> C> N> S> A> D şeklindedir.

%F ortalamalarının gruplar arası değerlendirmelerinde, değişimin hangi grup/gruplardan kaynaklandığının tespiti için çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD istatistik testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.57)

Tablo 4.57. % F Ortalamalarının Gruplar Arası

Çoklu Karşılaştırılması

% F		
Grup-1	Grup-2	(1-2) p Değeri
S	A	0,997
	G	0,000*
	F	0,000*
	C	0,000*
	N	0,000*
A	D	0,983
	G	0,000*
	F	0,000*
	C	0,000*
	N	0,000*
G	D	1,000
	F	0,002*
	C	0,000*
	N	0,000*
F	D	0,000*
	C	0,587
	N	0,001*
C	D	0,000*
	N	0,185
N	D	0,000*

G grubundan elde edilen %F ortalamasının; S, A, F, C, N ve D gruplarından elde edilen %F ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p < 0,05$)

F grubundan elde edilen %F ortalamasının; N, S, A ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p < 0,05$)

F grubunun %F ortalamasının, C grubundan daha yüksek olduğu gözlenmiş olup; ortalamalardaki değişim

istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

C ve N gruplarından elde edilen %F ortalamalarının; S, A ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p < 0,05$)

C grubundan elde edilen %F ortalamasının; N grubundan daha yüksek olduğu gözlenmiş olup; ortalamalardaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

4.2.2.4. % O Ortalamalarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi

A, G, F, C, N ve D gruplarının EDX analizlerinden elde edilen %at O ortalamaları, istatistik sonuçlarına göre standart sapmalar ve p değeri, Tablo. 4.58' de görüldüğü gibidir.

Gruplar arası oksijen iyonu yüzdeleri karşılaştırıldığında, O iyonu ortalamalarında değişim olduğu görülmektedir. Fakat bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

Tablo 4.58. Gruplara göre % O Ortalamaları

% O Ortalamaları	
Grup Adı	Ort \pm Ss
S	27,82 \pm 4,72
A	31,61 \pm 5,03
G	27,88 \pm 2,57
F	29,18 \pm 7,36
C	28,27 \pm 6,12
N	24,99 \pm 4,67
D	26,64 \pm 2,97
	p=0,141

4.2.2.5. % C Ortalamalarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi

A, G, F, C, N ve D gruplarının EDX analizlerinden elde edilen %at C ortalamaları, istatistik sonuçlarına göre standart sapmalar ve p değeri, Tablo. 4.59' da görüldüğü gibidir.

Tablo 4.59. Gruplara göre % C Ortalamaları

% C Ortalamaları	
Grup Adı	Ort \pm Ss
S	22,01 \pm 4,05
A	12,88 \pm 2,97
G	15,09 \pm 2,18
F	15,38 \pm 3,22
C	23,29 \pm 2,44
N	30,38 \pm 2,76
D	42,52 \pm 3,52
	p=0,000*

%C ortalamaları karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim olduğu gözlenmiştir. ($p<0,05$)

Grupların atomca C iyon yüzdeleri (% at C) ortalamaları, büyükten küçüğe doğru sırasıyla; D> N> C> S> F> G> A şeklindedir.

%C ortalamalarının gruplar arası değerlendirmelerinde, değişimin hangi grup/gruplardan kaynaklandığının tespiti için çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD istatistik testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.60)

Tablo 4.60. % C Ortalamalarının Gruplar Arası

Çoklu Karşılaştırılması

% C		
Grup-1	Grup-2	(1-2) p Değeri
S	A	0,000*
	G	0,000*
	F	0,000*
	C	0,966
	N	0,000*
A	D	0,000*
	G	0,681
	F	0,544
	C	0,000*
	N	0,000*
G	D	0,000*
	F	1,000
	C	0,000*
	N	0,000*
F	D	0,000*
	C	0,000*
	N	0,000*
C	D	0,000*
	N	0,000*
N	D	0,000*

D grubundan elde edilen %C ortalamasının; S, A, F, C, N ve G gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. (p<0,05)

N grubundan elde edilen %C ortalamasının; S, A, C, F ve G gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. (p<0,05)

C grubunun % C ortalamasının; A, F ve G gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. (p<0,05)

C grubunun %C ortalamasının; S grubu %C ortalamasından daha yüksek olduğu gözlenmiş olup; ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. (p>0,05)

S grubundan elde edilen %C ortalamasının; A, F ve G gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. (p<0,05)

A, G ve F gruplarının %C ortalamaları arasındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. (p>0,05)

4.2.2.6. % Na ve % Si Ortalamalarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi

A, G, F, C, N ve D gruplarının EDX analizlerinden elde edilen %at Na ve Si ortalamaları, istatistik sonuçlarına göre standart sapmalar ve p değerleri, Tablo. 4.61' de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.61. Gruplara göre % Na ve % Si Ortalamaları

% Na ve % Si Ortalamaları		
Grup Adı	% Na Ort ± Ss	% Si Ort ± Ss
S	2,03 ± 0,26	1,25 ± 0,17
A	1,73 ± 0,34	1,01 ± 0,26
G	1,93 ± 0,13	1,17 ± 0,11
F	1,76 ± 0,24	1,10 ± 0,26
C	1,92 ± 0,36	1,19 ± 0,36
N	2,29 ± 0,34	1,46 ± 0,29
D	1,66 ± 0,28	1,07 ± 0,28
	p=0,000*	p=0,01*

%Na ve %Si ortalamaları karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim olduğu gözlenmiştir. ($p < 0,05$)

Grupların %Na ortalamaları, büyükten küçüğe doğru sırasıyla; N> S> G> C> F> A> D şeklindedir.

Grupların %Si ortalamaları, büyükten küçüğe doğru sırasıyla; N> S> C> G> F> D> A şeklindedir.

%Na ve %Si ortalamalarının gruplar arası değerlendirmelerinde, değişimin hangi grup/gruplardan kaynaklandığının tespiti için çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD istatistik testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.62-63)

Tablo 4.62. % Na Ortalamalarının Gruplar Arası Çoklu Karşılaştırılması

% Na		
Grup-1	Grup-2	(1-2) p Değeri
S	A	0,272
	G	0,988
	F	0,401
	C	0,974
	N	0,443
	D	0,080
A	G	0,731
	F	1,000
	C	0,804
	N	0,001*
G	D	0,997
	F	0,856
	C	1,000
	N	0,109
F	D	0,363
	C	0,907
	N	0,003*
C	D	0,982
	N	0,080
N	D	0,440
	D	0,000*

Tablo 4.63. % Si Ortalamalarının Gruplar Arası Çoklu Karşılaştırılması

% Si		
Grup-1	Grup-2	(1-2) p Değeri
S	A	0,401
	G	0,992
	F	0,865
	C	0,999
	N	0,578
	D	0,731
A	G	0,830
	F	0,987
	C	0,706
	N	0,006*
G	D	0,998
	F	0,998
	C	1,000
	N	0,191
F	D	0,982
	C	0,985
	N	0,053
C	D	1,000
	N	0,291
N	D	0,941
	D	0,027*

N grubundan elde edilen %Na ortalaması; A, F ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek bulunmuştur. ($p < 0,05$)

Na iyonu için gruplar arası diğer karşılaştırmalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

N grubundan elde edilen %Si ortalaması; A ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek bulunmuştur. ($p < 0,05$)

Si iyonu için gruplar arası diğer karşılaştırmalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$)

4.2.3. % Ca/P Oranlarının Gruplar Arası Değerlendirilmesi

A, G, F, C, N ve D gruplarından elde edilen % Ca/P ortalamaları, istatistik sonuçlarına göre standart sapmalar ve p değeri; Tablo. 4.64' de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.64. Gruplara göre % Ca/P Ortalamaları

Gruplarda %Ca/P Oranları	
Grup Adı	Ort ± Ss
S	1,49 ± 0,07
A	1,67 ± 0,05
G	1,65 ± 0,05
F	1,61 ± 0,06
C	1,42 ± 0,05
N	1,38 ± 0,06
D	1,40 ± 0,09
p=0,000*	

%Ca/P ortalamaları, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim göstermiştir. (p<0,05)

Grupların %Ca/P oranlarının ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; A> G> F> S> C> D> N şeklindedir.

Tablo 4.65. % Ca/P Ortalamalarının Gruplar Arası

Çoklu Karşılaştırmaları

% Ca/P		
Grup-1	Grup-2	(1-2) p Değeri
S	A	0,000*
	G	0,000*
	F	0,005*
	C	0,356
	N	0,011*
	D	0,083
A	G	0,996
	F	0,516
	C	0,000*
	N	0,000*
	D	0,000*
G	F	0,877
	C	0,000*
	N	0,000*
	D	0,000*
F	C	0,000*
	N	0,000*
	D	0,000*
C	N	0,763
	D	0,990
N	D	0,989

% Ca/P ortalamalarının gruplar arası değerlendirmelerinde, değişimin hangi grup/gruplardan kaynaklandığının tespiti için çoklu karşılaştırmalarda Tukey HSD istatistik testinden yararlanılmıştır. (Bkz. Tablo 4.65)

A grubunun %Ca/P ortalamasının; S, C, N ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. (p<0,05)

A grubunun %Ca/P ortalamasının; G ve F gruplarından daha yüksek olduğu

saptanmış olup; ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

G grubunun %Ca/P ortalamasının; S, C, N ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$)

G grubunun %Ca/P ortalamasının F grubundan daha yüksek olduğu saptanmış olup; ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

F grubunun %Ca/P ortalamasının; S, C, N ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$)

S grubunun %Ca/P ortalamasının N grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$)

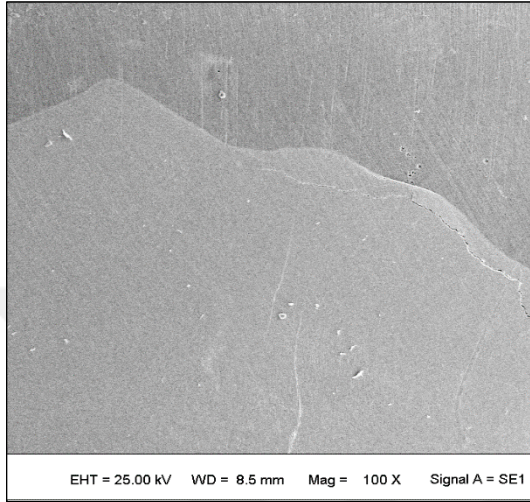
S grubunun %Ca/P ortalamasının; C ve D gruplarından daha yüksek olduğu saptanmış olup; ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

C grubunun %Ca/P ortalamasının; N ve D gruplarından daha yüksek olduğu saptanmış olup; ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

D grubunun %Ca/P ortalamasının; N grubundan daha yüksek olduğu saptanmış olup; ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

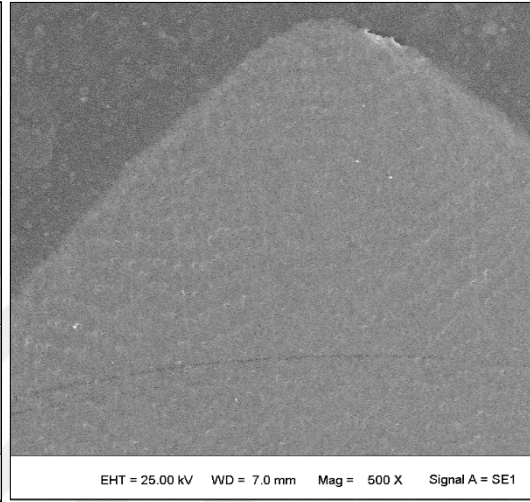
4.3. SEM Görüntüleri

Her gruptan birer örneğin fissür örtücü-diş ara yüzlerinden 100x ve 500x büyütmelerde SEM görüntüleri alınarak, fissür örtücü materyallerin dişle olan bağlantıları değerlendirilmiştir.



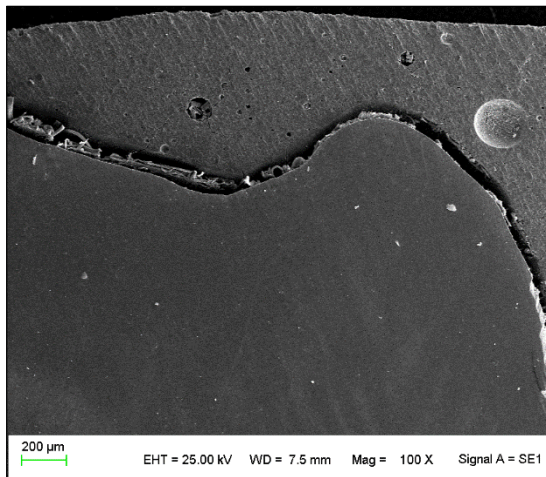
Resim 4.1

Resim 4.1. A Grubunda Fissür Örtücü-Diş Arayüzeyi 100x Büyütmede SEM Görüntüsü



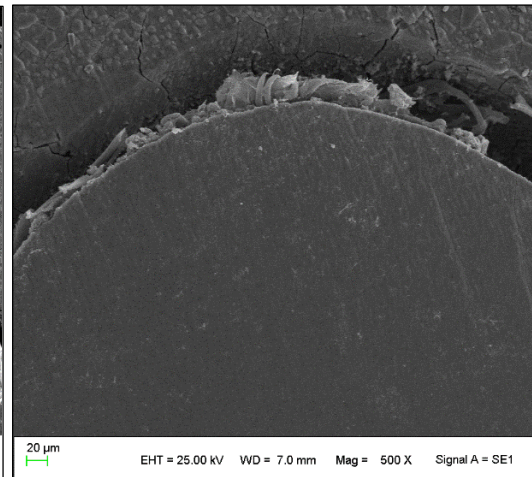
Resim 4.2

Resim 4.2. A Grubunda Fissür Örtücü-Diş Arayüzeyi 500x Büyütmede SEM Görüntüsü



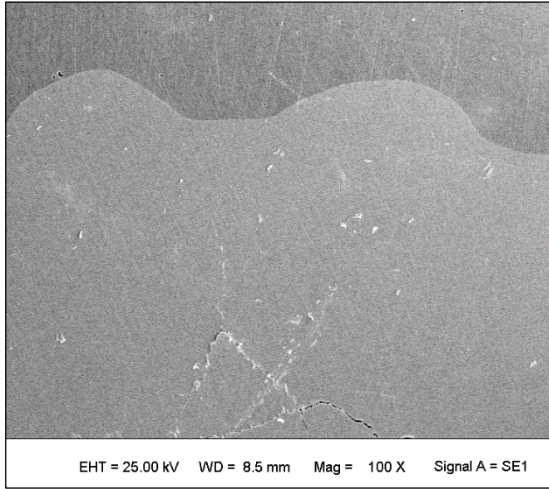
Resim 4.3

Resim 4.3. F Grubunda Fissür Örtücü-Diş Arayüzeyi 100x Büyütmede SEM Görüntüsü

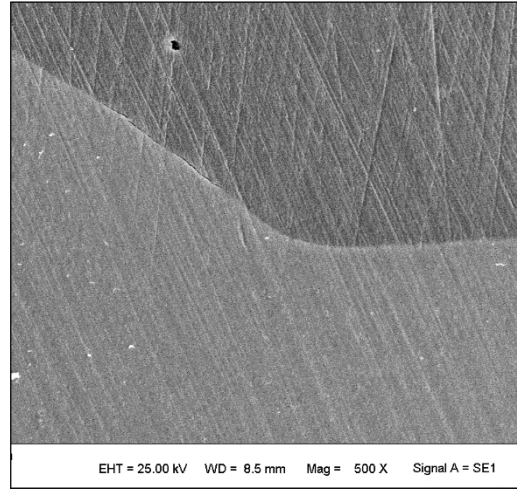


Resim 4.4

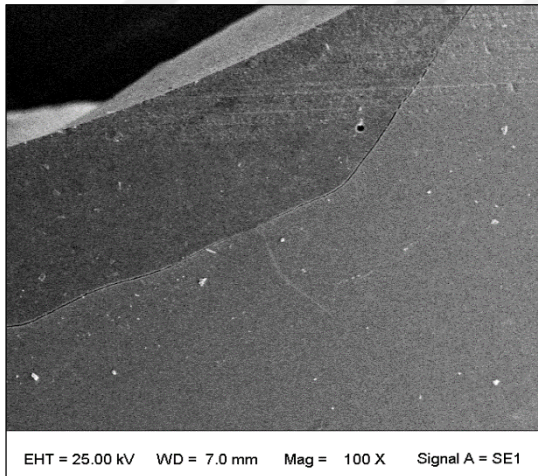
Resim 4.4. F Grubunda Fissür Örtücü-Diş Arayüzeyi 500x Büyütmede SEM Görüntüsü

**Resim 4.5**

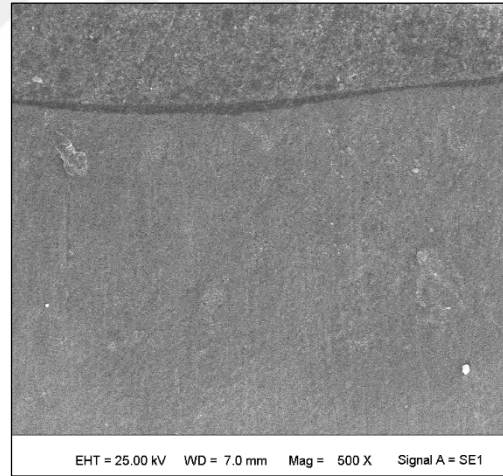
Resim 4.5. C Grubunda Fissür Örtücü-Dış Arayüzeyi 100x Büyütmede SEM Görüntüsü

**Resim 4.6**

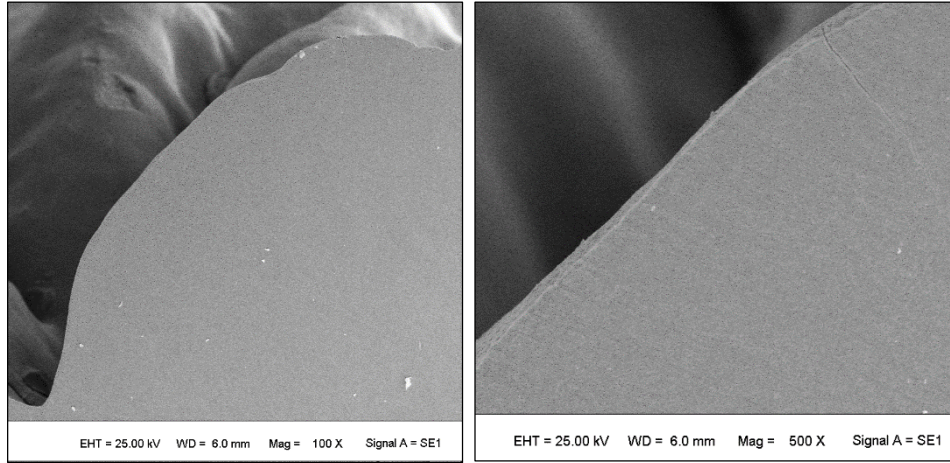
Resim 4.6. C Grubunda Fissür Örtücü-Dış Arayüzeyi 500x Büyütmede SEM Görüntüsü

**Resim 4.7**

Resim 4.7. N Grubunda Fissür Örtücü-Dış Arayüzeyi 100x Büyütmede SEM Görüntüsü

**Resim 4.8**

Resim 4.8. N Grubunda Fissür Örtücü-Dış Arayüzeyi 500x Büyütmede SEM Görüntüsü

**Resim 4.9****Resim 4.10**

Resim 4.9. G Grubunda Fissür Örtücü-Diş Arayüzeyi 100x Büyütmede SEM Görüntüsü

Resim 4.10. G Grubunda Fissür Örtücü-Diş Arayüzeyi 500x Büyütmede SEM Görüntüsü

PH siklusuna tabi tutulup, hazırlık ve deney işlemlerinden geçen fissür örtücü uygulanan çalışma gruplarından rastgele seçilen birer örnekten elde edilen SEM görüntülerinde; A grubunda ve C grubunda iyi bir fissür örtücü-diş bağlantısının olduğu; F grubunda örtücü ile diş arasında koheziv kopmalar meydana geldiği; N grubunda, örtücü ile diş arasında birçok yerde boşluklar ve açıklıklar oluştuğu ve bağlantının A ve C grubu kadar iyi olmadığı; G grubunda ise SEM incelemesi esnasında fissür örtücünün diş yüzeyinden ayrılarak bütün halinde uzaklaştığı gözlenmiştir.

5. TARTIŞMA

Günümüz sağlık anlayışında bireylerin hastalıklardan uzak bir yaşam sürdürmesi ilk hedeftir. Bu da ancak koruyucu yöntemlerin toplumda yaygın bir şekilde kullanılması ile mümkün olabilir. Hastalıklardan korunma (proflaksi), bütün tıp dallarında olduğu gibi diş hekimliğinde de önemli bir yere sahiptir. Koruyucu ve önleyici tedaviler ile çürüklerin önlenmesi ve diş yapısının korunması; çürüğe yönelik uygulanan restoratif prosedürlerle kıyaslandığında hem maliyet hem de zaman açısından daha avantajlıdır. Bu amaçla özellikle çocuk diş hekimliği kliniklerinde, önleyici tedavi prosedürleri oldukça önemli bir yere sahiptir.

Çürükten etkilenen diş yüzeylerinin %85'inden fazlasını okluzal yüzeyler oluşturmaktadır. Genel olarak dişlerdeki toplam yüzeylerin %12,5'ini teşkil etmelerine rağmen dişlerin okluzal yüzeyleri, pit ve fissürlerden oluşan karmaşık morfolojileri nedeniyle çürük oluşumuna en yatkın bölgelerdir. [1] Pit ve fissür çürüklerinden korunmada oral hijyen alışkanlıkları, florür uygulamaları ve diğer yöntemlerin yeterli olmaması, fissür örtücü materyallerin pit ve fissür çürüklerini önlemedeki etkinliklerinin anlaşılmasını, kullanımlarının yaygınlaştırılmasını ve bu materyalleri geliştirmeye yönelik arayışların devam etmesini sağlamıştır. [15, 110]

Literatür incelendiğinde, dişleri çürük oluşumuna karşı dirençli hale getirmek ve başlangıç çürük lezyonlarının mineralizasyonunu sağlamak amacıyla yapılan profilaktik uygulamaların gün geçtikçe daha çok önem kazanmasıyla beraber, bu yöndeki çalışmaların da gelişen teknolojiyle yeni materyaller ve yöntemler üzerinden sürdüğü görülmektedir. [101, 171, 213]

Bu nedenle çalışmamızda; mevcut ve deneysel aşamalardaki fissür örtücü materyallerin, demineralizasyona direnç ve remineralizasyon etkinliklerinin araştırılmasıyla koruyucu diş hekimliği uygulamalarına katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

İn situ demineralizasyon ve remineralizasyon çalışmalarında mikrosertlik yöntemini ilk defa 1966 yılında Kouluorides kullanmıştır. [194] Literatüre bakıldığında, demineralizasyon veya remineralizasyon işlemlerinden sonra, sert

dokuların mineral kaybı veya kazancının etkilerinin belirlenmesinde mikrosertlik yöntemi oldukça sık kullanılan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. [77, 78]

Diş sert dokularının ve materyallerin dişler üzerine remineralizasyon etkinliklerinin değerlendirildiği mikrosertlik çalışmalarında sıklıkla Vicker's ve Knoop sertlik testlerinin kullanıldığı görülmektedir. [201, 214-216] İki yöntem arasındaki temel fark; Vicker's sertlik yönteminde sertlik cihazı ucunun oluşturduğu iz kare şeklinde iken, Knoop yönteminde eşkenar dörtgen şeklindedir. [203] Mikrosertlik değerlerinin hesaplanmasında, izlerin köşegen ortalamasının alınmasından ve Vicker's izinin Knoop izinden daha küçük olmasından ötürü, mine gibi anizotropik (değişkenlik gösteren) dokuların sertliğinin ölçülmesinde Vicker's yöntemi, Knoop yöntemine kıyasla daha hassas bir methodtur. Bizim çalışmamız da bu nedenle mikrosertlik ölçümlerinde Vickers sertlik ucu tercih edilmiştir. Mikrosertlik ölçümlerinin dişten dişe değişiklik gösterebileceği, hatta aynı dişin değişik bölgelerinde bile farklılıklar olabileceğinden ötürü, çalışmamızda mikrosertlikleri değerlendirilecek olan bölgelerden tek ölçüm yapılmamış, her bölgenin üç derinliğinden de üçer ölçüm alınmıştır.

İn-vitro çalışmalarda, remineralize edici ajanların remineralizasyon etkinliğini değerlendirebilmek amacıyla çeşitli analiz yöntemlerinin kullanılabilmesi bildirilmiştir. Modern prospektif çürük çalışmaları, bir dişin mineral içeriğindeki küçük değişikliklerin bile ölçülebilmesini gerektirir. Taramalı elektron mikroskobu (SEM), günümüzde modern bilimin hemen hemen her alanında kullanılan, diş hekimliği çalışmalarında da diş dokularının topografik yapısının ultramikroskopik seviyede incelenmesine; yüzeylerde meydana gelen değişikliklerin, diş yüzeyi ve restorasyon materyali arasında oluşabilecek bağlantı problemlerinin mikro düzeyde ve yüksek çözünürlükte detaylı şekilde değerlendirilmesine olanak tanıyan; kullanım avantajları birçok çalışmada vurgulanmış bir araştırma tekniğidir. SEM, demineralizasyon/remineralizasyon etkisinin araştırıldığı pek çok çalışmada çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılmıştır. [181, 183]

Enerji Dağılımlı X-ışını Spektroskopisi (EDS/EDX), bir numunenin element analizi veya kimyasal karakterizasyonu için SEM ile birlikte kullanılabilen iyi tanımlanmış, ileri düzeyde bir analitik teknik olarak karşımıza çıkmaktadır. Kantitatif

X-ışını uygulamaları, mineralizasyon çalışmaları için güçlü veriler veren kullanışlı bir yöntemdir. Bu yöntemin numuneyi hedefleyen odaklanmış elektron ışını ile iyi tanımlanmış morfolojik alanların mineral analizini sağlama gibi bir avantajı vardır. Böylece incelenmesi yapılacak olan dokuların nispeten dar bir alanı içindeki mineral bileşimini incelemek mümkün olabilmektedir. [181, 217, 218] Literatürde, SEM-EDX analiz yöntemi kullanılarak yapılan çeşitli remineralizasyon çalışmaları mevcuttur. [219-221]

Bizim çalışmamızda da, uygulanan fissür örtücülerin remineralizasyon etkinlikleri ve dişte meydana getirdikleri mineral düzeyindeki değişiklerin değerlendirilmesi, mikroanalitik bir teknik olan EDX analizi yöntemiyle araştırılmıştır. Çalışma örneklerinden, pH siklusu sonrası; fissür tabanı kesitlerinden Ca, P, F, O, C, Na ve Si iyonlarının ortalama % atomik(%at) ve % ağırlık (%wt) değerleri elde edilmiş olup; değerlendirmelere, iyonların atomca yüzdeleri (%at) dahil edilmiştir. Daha güvenilir sonuçların elde edilebilmesi açısından her örnekte iki bölgeden EDX analizi yapılarak; elde edilen ölçümlerin ortalaması o örneğin EDX analizi olarak değerlendirilmiştir.

Demineralizasyonun ve/veya remineralizasyonun değerlendirildiği in vitro çalışmalar, çekilmiş hayvan veya insan dişleri üzerinde çeşitli yöntemler ile yapay çürük lezyonları oluşturularak yapılmaktadır. Çürük etiyojisini, çürükten korunma yollarını ve çürük önleyici ajanların mekanizmalarını anlamayı hedefleyen araştırmalarda, yeni restoratif materyallerinin özellikle remineralizasyon kabiliyetlerinin incelenebilmesi amacıyla; in-vivo, in-situ ve in-vitro yapay çürük modellerinden faydalanılmaktadır. In-vitro ortamda oluşturulan yapay çürük lezyonları, ağız ortamında gelişen doğal çürük lezyonlarıyla büyük oranda benzer özellikler göstermektedir. Test edilebilir özelliğe sahip olması, elde edilen veriler üzerinde çalışılabilecek kalitede olması ve tekrarlanabilir olması, bu yöntemlerinin en önemli avantajlarındanıdır. [65]

PH siklus modeli, demineralizasyon ve remineralizasyon çalışmalarında bir materyallerin remineralizasyon etkinliği hakkında başarılı ve güvenilir bir şekilde elde edilmesini sağlayan bir yapay çürük oluşturma yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. İn-vitro pH siklus çalışmalarında oluşturulan dizaynın amacı, ağız ortamında uzun

sürelerde meydana gelen dinamik koşulları ve doğal süreçleri taklit edebilmektir. Modelin uygulanması için gerekli sürenin kısa olması ve oluşturulan yapay çürüğün histolojik özelliklerinin mine başlangıç çürüklerinin histolojik yapısına benzerlik göstermesi gibi avantajlarından ötürü, bu yöntemin pek çok çalışmada tercih edildiği görülmüştür. [78, 213]

Bu nedenle, farklı fissür örtücü materyallerinin demineralizasyona direnç kabiliyetleri ve remineralizasyon etkinliklerini araştırdığımız çalışmamızda, yapay çürük lezyonlarının oluşturulması amacıyla pH siklusu modeli kullanılmıştır.

Işıklı polimerizasyonun sağlandığı rezin esaslı fissür örtücülerde, polimerizasyon reaksiyonun başlamasında başlatıcı olarak görev yapan bileşim olan kamforokinon, 470 nm dalga boyundaki mavi ışığa duyarlıdır. Bu nedenle rezin esaslı fissür örtücülerin polimerizasyonunda, görünür mavi ışık kaynakları olan halojen ışık cihazlarının ve ışık yayan diyotlar olan LED ışık kaynaklarının (modifiye tipte görünür mavi ışık kaynakları) kullanıldığı görülmektedir. LED ışık kaynaklarından çıkan ışığın %95' i polimerizasyon reaksiyonu için istenilen niteliktedir. Bu cihazların yeterli güçte ışık verebilen, fan soğutmasına gerek duymadan kablosuz şekilde pille dahi çalışabilen kullanışlı sistemler olması en önemli avantajlarıdır. [222]

Bu nedenle, çalışmamızda kullanılan rezin esaslı fissür örtücülerin polimerizasyonu LED ışık cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

Üreticiler, cam karbomer yapısıyla birleşmiş nano boyutlu doldurucuların, yüksek çıkış aralığına sahip ışık gücüyle birleştirilmesiyle aşınma direnci ve basınç dayanımını geliştirdiklerini bildirmişlerdir. Firma önerisine göre en iyi sonuç; sertleşme sürecinde çıkış gücü 1400 mw/cm² olan ve 60-90 sn. kullanılan ışık cihazıyla başarılmaktadır. (maksimum 60° C veya 140°F). [223]

Bu nedenle çalışmamızda, cam karbomer içerikli fissür örtücünün polimerizasyonunda üretici firmanın kendi karbo-led ışık cihazı kullanılmıştır.

Literatür incelendiğinde; cam karbomer içerikli, amorf kalsiyum fosfat içerikli, cam iyonomer içerikli fissür örtücüler ile flor salınımı yapabilen rezin esaslı fissür örtücü ve flor salınımlı bir kompozit rezin materyalin minede demineralizasyona

direnç kabiliyetleri ve remineralizasyon etkinliklerini, Cross-Sectional Mikrosertlik Yöntemi ve SEM-EDX analizi olmak üzere 2 farklı yöntem ile in-vitro olarak araştırdığımız çalışmamızın, materyal-method olarak özgün bir çalışma niteliği taşıdığı gözlenmiştir.

Literatürde, demineralize mine yüzeylerinde farklı remineralizasyon ajanlarının etkinliğinin SEM-EDX analizi yöntemiyle değerlendirildiği çalışmalara rastlansa da, fissür örtücülerin uygulandığı, diş-restorasyon arayüzünün konuya dahil olduğu remineralizasyon çalışmalarında, yöntemimize benzer şekilde SEM-EDX analizi ile yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Minede mineral değişimlerinin SEM-EDX analizi ile değerlendirildiği çalışmalar incelenecek olursa;

Daimi dişlerde hipomineralize ve normal minenin mekanik özelliklerinin ve mikro yapısının değerlendirildiği bir çalışmada; SEM-EDX analizi sonucu hipomineralize minede sağlam mine ile karşılaştırıldığında bağıl mineral içeriğinde yaklaşık %5'lik bir azalma olduğu bildirilmiştir. Mineral yapının ve Ca/P oranı hipomineralize ve sağlam minede birbirine benzer olduğu belirtilmiştir. Hipomineralize minede ortalama atomik %Ca değerleri; 58,07; 59,75; 58,53; ortalama atomik %P değerleri; 35,45; 37,03; 37,37 iken, sağlam minede ortalama atomik %Ca değerleri; 60,49; 59,86, ortalama atomik %P değerleri; 37,55; 37,44 olarak bulunmuştur. [224]

Arnold ve arkadaşları, insan diş tomurcuklarındaki ve daimi dişlerdeki mine, dentin ve predentinde bulunan Ca, P ve C dağılımını (%wt olarak) EDX element analiz yöntemi kullanarak araştırmışlardır. Bu çalışmadan elde edilen verilere göre; gelişmekte olan dişlerin mine prizmalarındaki Ca ve P içeriği, yüzeyden mine-dentin bağlantı noktasına doğru doğrusal bir artış göstermiştir. Daimi dişlerde mine ve sirkumpulpal dentindeki Ca ve P içeriği gelişmekte olan diş ile karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur. Farklı kalsiyum fosfat bileşimlerini yansıtan predentin ve dentin alanları arasında Ca/P oranı farklı iken, mineralize ve genç minede bu oran aynı bulunmuştur. Gelişmekte olan dişlerde mineralize minede ortalama ağırlık %Ca değeri 23,8, %P değeri 11,4 ve %Ca/P oranı 2,0 olarak bulunmuştur. Olgun minede ise

ortalama ağırlıkça (%wt) %Ca değeri 33,9, %P değeri 16,7 ve %Ca/P oranı 2,0 olarak bulunmuştur. Daimi dişlerde minede ortalama ağırlık %Ca değeri; 42,7; %P değeri 19,9 ve %Ca/P oranı 2,1 olarak bulunmuştur. [217]

Noha ve El-Wassefy, soğuk plazma, biyocam ve florid patını kullanarak, bu ajanların remineralizasyon potansiyellerini karşılaştırdıkları bir çalışmada SEM-EDX analizi yönteminden yararlanmışlardır. Çalışmalarında; Ca, P, F, O, C, Na ve Si elementlerinin atomik yüzdelerini haritalama tekniğini kullanarak ölçmüşlerdir. (EDS Mapping) Herhangi bir işlem uygulamadıkları sağlam dişlerden elde edilen EDX analizi sonucu elementlerin atomik yüzdelerini sırasıyla; O: %52,32; C: %19,80; Ca: %17,56; P: %10,33; F: %0; Na: %0; Si: %0 ve %Ca/P: 1.7 olarak tespit edilmiştir. Negatif kontrol grubu olarak pH siklusuna tabi tutup yapay çürük lezyonu oluşturdukları örneklerden elde edilen EDX analizi sonucunda, element yüzdelerini sırasıyla; O: %48,57; C: %26,56; Ca: %15,84; P: %9,03; F: %0; Na: %0; Si: %0 ve %Ca/P: %1,75 olarak; Flor uyguladıkları grupta ise: O: %40,35; C: %35,35; Ca: %15,76; P: %8,44; F: %0,1; Na: %0; Si: %0 ve %Ca/P: 1,87 olarak tespit edilmiştir. [225]

Liu ve arkadaşları, çalışmalarında 3,3 ile 5,4 pH aralığında bir dizi farklı konsantrasyonlarda fosfat ile hidroksiapatitin çözünürlüğünü belirlemeyi amaçlamışlardır. 0,5 mmol/L fosfat kullanıldığında, EDX ile element analizi sonucu; titrant hidroksiapatitte %Ca: 24,46; %P: 14,51; %Ca/P oranı 1,68 olarak bulunmuştur. PH 3,8 iken %Ca: 21,44, %P: 16,32, %Ca/P oranı: 1,31 olarak tespit edilmiştir. PH 4,3 iken %Ca: 23,73; %P: 15,01, %Ca/P oranı 1,58 olarak bulunmuştur. [226]

Eissaa ve arkadaşları, ortodontik braketler etrafındaki mine demineralizasyonunun azaltılmasında flor salan (Grup 1: Transbond Plus) ve flor salınımı olmayan adezivlerin (Grup 2: Transbond XT) in-vivo etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında SEM-EDX analiz yöntemini kullanarak mineral içeriğini belirlemişlerdir. Birinci grupta ortalama ağırlık %Ca değeri daha fazla bulunmuştur. [227]

Eggerath ve arkadaşları, farklı konsantrasyonlarda florit içeren temizleme tabletlerinin remineralizasyon potansiyelini EDX analiz yöntemi kullanarak

araştırmışlardır. Çalışma grubu olarak; 1450 ve 4350 ppm NaF içeren tabletler kullanılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen verilere göre; tedavi gruplarında lezyonun gövdesinde Ca ve P içeriğinin, kontrol grupları ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu ve yüksek konsantrasyonlarda kullanılan NaF'ın erken çürük lezyonlarının remineralizasyonunda daha etkili olduğu tespit edilmiştir. [228]

Arnold ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada; floritlenmiş süt grubundan elde edilen ortalama ağırlık %Ca değeri, hem yüzeyel tabakada, hem lezyon gövdesinde, hem de translüent bölgede süt grubundan elde edilen ortalama ağırlık %Ca değerinden daha yüksek bulunmuştur. [229]

Arnold ve arkadaşları, florit içerikleri farklı olan 4 farklı diş macununun (Grup 1: Plasebo diş macunu, Grup 2: Remineralizasyon solüsyonu, Grup 3: Elmex Anticaries, Grup 4: Elmex Sensitive, Grup 5: Blend-a-med Complete, Grup 6: 76 Colgate GRF) mine remineralizasyonu üzerindeki etkinliğini araştırmışlardır. Kantitatif element analizi sonucu, örneklerin P, C, F içeriğinde ve Ca/P oranında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadığını rapor etmişlerdir. Sadece Ca içeriğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildiğini bildirmişlerdir. Ca içeriği Elmex Anticaries (1250 mg/l amin florit, pH 4,7) grubunda en yüksek olarak bulunmuştur. [219]

Mevcut bu çalışmalar Ca, P ve F içerikli remineralizasyon ajanlarının minenin ortalama %Ca içeriğini arttırdığını ortaya koymaktadır.

Bizim çalışmamızda da, grupların atomca Ca iyonu yüzdelerinin (%at Ca) ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; A> G> F> S> C> N> D şeklindedir. (A: 32,06±1,37; G: 30,17±0,19; S: 29,74±2,48; C: 24,38±1,43; N: 21,79±1,34; D: 15,65±1,50)

A, G ve F gruplarından elde edilen % at Ca ortalamasının, hem herhangi bir işleme tabi tutulmayan S kontrol grubundan; hem demineralize D negatif kontrol grubundan; hem de flor salımlı rezin sistemlerin uygulandığı C, N gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek olduğu saptanması (p<0,05); amorf kalsiyum fosfat, cam karbomer ve cam iyonomer esaslı materyallerin pH siklusu

süresince minede Ca kaybını önlemenin yanı sıra extra kazanç da sağlayabildiklerini ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda, C grubundan elde edilen %Ca ortalamasının; N grubundan istatistiksel olarak daha yüksek tespit edilmesi ($p<0,05$), bu gruba uygulanan uzun süreli flor salınımı özelliği bulunan rezin esaslı fissür örtücü materyalin, minede Ca kaybını önlemede, flor salınımı yapabilen akış kompozit rezin materyalden daha etkin olduğunu ortaya koymuştur. Her iki materyal de flor salınımlı rezin sistemler olmasına karşın, farklı etkinlikler gösterebilmeleri; yapıya eklenen flor miktarı ve materyalin kompozisyonu ile ilişkilendirilebilmektedir.

Fissür örtücü uygulanan tüm gruplarda, %Ca ortalamasının yapay çürük lezyonu oluşturulan D grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmış olup ($p<0,05$); A, G ve F grubundaki %Ca ortalaması işleme tabi tutulmayan sağlam dişlerden oluşan S grubundan daha yüksek bulunmuştur. C ve N gruplarında ise %Ca ortalaması, S grubundan daha düşük tespit edilmiştir. Dolayısıyla A, G ve F gruplarına uygulanan materyaller (Aegis, Cam Karbomer ve Fuji Triage) C ve N gruplarında uygulanan materyallere kıyaslandığında (Conseal-F, Natural Flow) minede Ca kaybını daha engelleyebilmede ve/veya apatit oluşumunu desteklemede daha etkin olduklarını söylemek mümkündür.

Eissaa ve arkadaşları ortodontik braketler etrafındaki mine demineralizasyonunun azaltılmasında, flor salınımı olan (Grup 1: Transbond Plus) ve flor salınımı olmayan adezivlerin (Grup 2: Transbond XT) in-vivo etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında; SEM-EDX analiz yöntemini kullanarak mineral içeriğini belirlemişlerdir. Birinci grupta, ortalama ağırlık %F içeriği daha fazla bulunmuştur. [227]

Naumova ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada ise farklı konsantrasyonlarda amin florit içeren remineralizasyon ajanlarının uygulanmasının ardından, tedavi ve kontrol gruplarında F içeriğinde, hem yüzeyel tabakada hem de lezyonun gövdesinde farklılık bulunamamıştır. [230]

Arnold ve arkadaşları, deneysel olarak oluşturulan çürük benzeri lezyonlar üzerinde süt ve floritlenmiş sütün etkinliğini araştırmışlardır. Örnekler, 3 gün boyunca pH'ı 4,85 olan demineralizasyon solüsyonunda tutularak yapay çürük lezyonu oluşturulmuştur. Daha sonra 3 gün boyunca pH'ı 7 olan farklı solüsyonlarda tutularak remineralizasyonun sağlanması hedeflenmiştir. Kantitatif element analizi ile floritlenmiş süt grubunda, lezyon gövdesi ve yüzeyel tabakadaki florit içeriğinin anlamlı bir şekilde arttığı rapor edilmiştir. [229]

Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar ortalama %F değerlerinin flor içeren materyallerin uygulandığı gruplarda artış gösterdiğini desteklemektedir.

Çalışmamızda, grupların atomca F iyon yüzdeleri (%at F) ortalaması büyükten küçüğe doğru sırasıyla; G> F> C> N> S> A> D şeklinde tespit edilmiştir. (G: 5,40±0,44; F: 4,46±0,34; C: 4,06±1,13; N: 3,50±0,32; S: 1,50±0,10; A: 1,37±0,19; D: 1,32±0,26)

Çalışmamızda; C ve N gruplarından elde edilen % at F ortalamasının, S, A ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu gözlenmektedir. ($p<0,05$) Bu durum, flor salınımı yapabilen rezin sistemlerin, hem sağlam hem demineralize minede flor kazancında etkin olduklarını ortaya koymaktadır. Yapısı nanoflorapatit/hidroksiapatitle zenginleştirilmiş cam karbomer materyalin uygulandığı G grubundan elde edilen, %F ortalamasının; diğer gruplardan (S, A, F, C, N ve D) istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek olduğu saptanması ($p<0,05$) ile yüksek flor salınımı özelliği bulunan cam iyonomer fissür örtücünün uygulandığı F grubundan elde edilen % at F ortalamasının; N, S, A ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunun tespit edilmesi($p<0,05$); iyonomerik materyallerin minede F kazancında oldukça etkin rol oynadıklarını ve bu özellik hususunda rezinöz materyallerden daha üstün olduklarını ortaya koymaktadır. İyonomerik ve rezinöz materyallerin flor salınım profilleri arasındaki farklılıklar, temel olarak kompozisyonlarıyla ilişkilendirilebilir. İyonomerik materyallerin rezinlere göre suya daha geçirgen olması, bu materyallerde flor difüzyonunun ve salınımınının daha fazla olmasını sağlayabilmektedir.

Nanoparçacıklı florapatit+hidroksiapatit kombinasyonu içeriğe sahip bir karbomize cam iyonomer türevi ürün olan cam karbomer fissür örtücünün uygulandığı G grubundan elde edilen %F ortalaması; fissür örtücüye komşu minede 60 µm derinlikte cam iyonomer esaslı fissür örtücü grubu olan F grubundan daha yüksek tespit edilmiştir. Bu durum, karbomer materyalin nanoparçacık yapıda olmasına bağlı olarak, pH siklusu süresince mine dokusunun yüzeyinden daha derin tabakalara inildikçe iyon transferinde daha etkili olabileceğini düşündürmüştür.

Eissaa ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada; %Ca ve %F değerlerinin aksine %P değerleri flor salınımı yapmayan adezivlerin kullanıldığı grupta flor salınımı yapan adezivlerin kullanıldığı gruptan daha fazla bulunmuştur. Bu sonuçların aksine Arnold ve arkadaşları yaptıkları çalışmada ortalama %P değerlerini floritlenmiş süt grubunda hem yüzeyel tabakada, hem lezyon gövdesinde, hem de translüsent bölgede süt grubundan daha yüksek bulmuşlardır. [227]

Eggerath ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada ise tedavi gruplarında lezyonun gövdesinde Ca ve P içeriğinin kontrol grupları ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu bulunmuştur. Yüzeyel tabakada ise herhangi bir farklılık bulunmamıştır. [228]

Benzer çalışmalardan elde edilen bu farklı sonuçlar remineralizasyon etkinliği gösteren sistemlerde ortalama %P değerlerine ait sonuçların farklılık gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda, grupların atomca P iyon yüzdeleri (%at P) ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; A> F> G> S> C> N> D şeklindedir. (A:19,18±0,72; F:18,44±1,56; G:18,27±0,59; S:18,16±1,22; C:17,09±1,27; N:15,76±0,98; D:11,14±0,93)

A, G ve F gruplarında %P ortalamalarıyla, sağlam mine grubu olan S grubu %P ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde fark olmaması, bunun yanında bu grupların C, N, D gruplarından anlamlı ölçüde daha yüksek %P ortalamasına sahip olmaları, A, G ve F gruplarına uygulanan fissür örtücülerin, minede P kaybını önlemede C ve N gruplarına uygulanan flor salımlı rezin materyallerden

daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla en yüksek %Ca ve P oranlarının elde edildiği grup olan A grubuna uygulanan ACP içerikli fissür örtücü (Aegis), G grubuna uygulanan nanohidroksiaptit&florapatit içeriğiyle gündeme gelmiş olan cam karbomer içerikli fissür örtücü (GCP Glass-Seal) ve F grubuna uygulanan yüksek flor salınımı özelliğinde olan cam iyonomer esaslı fissür örtücü (Fuji-Triage) materyallerin, minede apatit oluşumunu destekleyebildiğini söylemek mümkündür.

Çalışmamızda ölçümleri yapılan diğer iyonlar değerlendirildiğinde; %O ortalamaları karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim saptanmamıştır. ($p>0,05$) Grupların % at C ortalamalarındaki değişim ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p>0,05$) % C ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; $D> N> C> S> F> G> A$ şeklindedir. S grubunda % C ortalamasının A, G ve F grubundan anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$) N grubunda Na iyonu ortalaması A, F ve D gruplarından anlamlı ölçüde daha yüksek bulunmuştur. N grubunda Si iyonu ortalaması, A ve D gruplarından anlamlı ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Elde edilen diğer %Na, Si değerlendirmeleri anlamlı değildir.

Demineralize negatif kontrol grubundan ve akışkan kompozit rezin uygulanan gruptan elde edilen % C ortalamalarının, diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek tespit edilmesi ($p<0,05$); Ca ve P kaybının en fazla gerçekleştiği gruplar olduğu için D ve N grubundaki total (%100) hesaplamadaki C iyonu yüzdesinin arttığını düşündürmüştür.

Dong ve arkadaşları in vitro şartlarda trikalsiyum silikatın remineralizasyon etkinliğini araştırmışlardır. %0,25'lik sitrik asit (pH 3,8) kullanılarak demineralize edilen mine örneklerine günde 3 kez trikalsiyum silikat uygulanmış ve farklı zamanlardaki (1, 3, 5, 7 gün) mineral değişiklikleri SEM-EDX kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada EDX spektrumu ile remineralize tabakanın ana kompozisyonunun kalsiyum, fosfat ve oksijen olduğu belirlenmiştir. Ortalama %Ca/P oranı 1. gün 1,53 iken, 7. gün 1,62 olarak rapor edilmiştir. [231]

Mahoney ve arkadaşları hipomineralize minede Ca/P oranını 2,07 [224] Jalevik ve arkadaşları 1,4 olarak bulmuşlardır. [232]

Zhou ve arkadaşları süt dişlerinin erken mine lezyonlarında CPP-ACP'nin remineralizasyon etkinliğini araştırmışlardır. CPP-ACP'nin etkinliği 500 ppm NaF solüsyonu ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda CPP-ACP içeren patın NaF ile karşılaştırıldığında; minenin mikroyapısını tamir ettiği, prizma ve interprizma da dahil olmak üzere hidroksiapatit kristal boyutunu ve Ca/P oranını önemli ölçüde arttırdığını rapor etmişlerdir. CPP-ACP içeren patın uygulandığı grupta Ca/P oranı $1,637 \pm 0,096$ iken NaF'in uygulandığı grupta ise $1,397 \pm 0,086$ olarak bulunmuştur. [233]

Topaloğlu'nun, CPP-ACP içerikli patın mine demineralizasyonu üzerine etkisini incelediği tez çalışmasında; ortalama atomik %Ca/P oranları Grup 1'de (kontrol) 1,24, Grup 2'de (CPP-ACP içerikli pat) 1,54, Grup 3'de (CPP-ACP içerikli pat ve floridli diş macunu) 1,64, Grup 4'de (floritli diş macunu) 1,53 olarak bulunmuştur. [234]

Hegde ve arkadaşları CPP-ACP'nin mine yüzey altı lezyonlarının remineralizasyonu üzerindeki etkinliğini SEM-EDX analiz yöntemini kullanarak araştırmışlardır. Örnekler 4 gün boyunca demineralizasyon solüsyonunda bekletilerek yapay çürük lezyonu oluşturulmuştur. Daha sonra günde 2 kez CPP-ACP ajanı uygulanmış ve yapay tükürük içerisinde bekletilmiştir. 7, 14, 21, 28, ve 35. günlerde SEM-EDX analizi yapılarak mineral içeriğindeki değişiklik değerlendirilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen verilere göre Ca/P oranı kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir. Ca/P oranı 35. gün sonunda 1,47'den 1,93'e yükselmiştir. [235]

Aras ve arkadaşlarının başlangıç mine lezyonlarının tedavisinde florid ilave edilmiş CPP-ACPF ile floridli sütün etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında SEM-EDX ile yapılan element analizi sonucu; MI Paste Plus, Floridli süt, floridli su ve deiyonize su gruplarında Ca/P oranı sırasıyla 4,43; 3,59; 2,89; 2,66 olarak bulunmuştur. [236]

Naumova ve arkadaşları insan minesinde tekrarlayan demineralizasyon değişikliklerinde azalan florid konsantrasyonlarının etkinliğini araştırmışlardır. Bu çalışmada remineralizasyon ajanı olarak 100, 10 ve 0,1 ppm florid içeren amin florit

kullanılmış ve SEM-EDX element analiz yöntemi kullanılarak örneklerin Ca, P ve F içeriği belirlenmiştir. Ca ve P içeriği tüm deney gruplarında kontrol grubu ile karşılaştırıldığında anlamlı bir şekilde daha yüksek bulunmuştur. [230]

Literatürde mevcut bu çalışmalar, remineralize edici ajanların ortalama %Ca/P oranını arttırdığını ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda grupların %Ca/P oranlarının ortalamaları büyükten küçüğe doğru; A> G> F> S> C> D> N şeklindedir. (A: 1,67±0,05; G:1,65±0,05; F: 1,61±0,06; S:1,49±0,07; C:1,42±0,05; D: 1,40±0,09; N: 1,38±0,06)

A, G ve F gruplarında %Ca/P ortalamasının S,C,N ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. (p<0,05) A grubunun %Ca/P ortalamasının G ve F gruplarından daha yüksek olduğu saptanmış olup; ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. (p>0,05) Bu değerlendirmeler doğrultusunda; A, G, F gruplarına uygulanan fissür örtücülerin anlamlı şekilde hem sağlam mine kesitlerine, hem demineralize mineye göre % Ca/P oranlarını arttırdığını, C ve N gruplarından elde edilen %Ca/P ortalamaları ile S ve D gruplarından elde edilen %Ca/P ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaması, bu gruplara uygulanan flor salınımlı rezin materyallerin %Ca/P kaybı ve/veya kazancında anlamlı etkinliğe sahip olmadıklarını ortaya koymuştur.

Literatürde, multipoint EDX analizi kullanılarak fissür tabanlarında % Ca, P, F, O, C, Na ve Si ve %Ca/P oranlarını değerlendirdiğimiz fissür örtücülerin remineralizasyon etkinliğini ve demineralizasyona direnç özelliklerini araştırdığımız çalışmamıza benzer özellikte bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Literatürde, farklı içeriklere sahip dental restoratif/fissür örtücü materyallerin demineralizasyona direnç/remineralizasyon etkinliklerinin farklı methodlarla karşılaştırıldığı ve değerlendirildiği in-vitro çalışmalar incelenecek olursa;

Yaman ve ark. kompozit, kompomer ve cam iyonomer simanlar ile yaptıkları in-vitro çalışmada cam iyonomer simanların ve kompomerlerin sekonder çürükleri anlamlı derecede azalttıklarını tespit etmişlerdir. [237]

Tanaka ve ark, üç deneysel florit içeren rezin esaslı fissür örtücüyü, ortodontik olarak çekilme kararı alınmış dişlere ağız içerisinde uyguladıkları ve çekim sonrası dişlerin mine florit konsantrasyonunu araştırdıkları çalışmalarında, materyallerin uygulandığı mine yüzeyinde florid artışının, kontrol grubu olarak alınan dişlere ve materyallerin uygulandığı bölgeye komşu mine dokusuna göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarında, fissür örtücü materyallerin uygulandığı bölgeye komşu mine dokusunda kontrol grubuna göre florit konsantrasyonunda artış gözlemlendiğini belirtmişlerdir. [238]

Hicks ve ark. yapay çürük mine lezyonu oluşturdukları dişlerde, yapısında florid bulunan ve bulunmayan rezin içerikli fissür örtücü materyallerin remineralizasyon etkinliğini polarize ışık mikroskopuyla değerlendirmişlerdir. Maksimum çürükten korunma etkinliğinin, florit salınımı özelliği olan materyale en yakın bölgede meydana geldiğini tespit etmişlerdir. [239]

Takeuti ve ark. kompomer, cam iyonomer ve kompozitten oluşan farklı restorasyon materyallerinin demineralizasyona karşı direncini polarize ışık mikroskobu ve mikrosertlik yöntemi kullanarak değerlendirmişler, kompomerin cam iyonomer simana benzer ve kompozitten daha üstün performans gösterdiğini ancak cam iyonomer simanın demineralizasyonu önlemede diğer materyallerden daha üstün olduğunu bildirmişlerdir. Diş çürüğünü en fazla GCİS'in sonra sırasıyla cam iyonomer/kompozit hibrit materyallerin ve florür içeren kompozitlerin önlediği belirtmişlerdir. [240]

Lobo ve ark. , üç farklı fissür örtücünün Rmcis (Vitremar, 3M ESPE), florid içeren rezin esaslı (Clinpro Sealant, 3M ESPE) ve rezin esaslı fissür örtücünün (Concise, 3M ESPE) karyostatik etkisini; fissür yan duvarında, örtülenmiş ve örtülenmemiş minede, materyale yakın ve uzak bölgelerin mikrosertlik verilerini inceleyerek değerlendirmişlerdir. RMCİS grubunda demineralizasyonun daha az olduğunu ve fissür yan duvarına yakın bölgede mikrosertliğin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. [241]

Gjorgievska ve ark. yapay çürük lezyonunda florür salınımı yapan restoratif materyallerin demineralizasyonu önleme etkinliğini belirlemek amacıyla yaptıkları

çalışmada, kompomer restoratif materyallerin minenin demineralizasyonunu engellemediğini bildirmişlerdir. [242]

Kantovitz ve ark. Flor içeren (Fluoroshield) ve içermeyen (Helioseal) rezin esaslı fissür örtücülerin, mineral kaybını inhibe etme potansiyellerini cross-sectional mikrosertlik yöntemini kullanarak araştırdıkları çalışmalarında, en az mine mineral kaybının flor içerikli fissür örtücü uygulanan grupta olduğunu tespit etmişlerdir. [243]

Salar ve ark. rezin esaslı fissür örtücü (Delton), flor salınımı yapabilen rezin esaslı fissür örtücü (Proseal) ve cam iyonomer esaslı fissür örtücünün (Fuji IIV) minede demineralizasyonu inhibe etme potansiyellerini polarize ışık mikroskobu kullanarak oluşturulan yapay çürük lezyonu derinliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, cam iyonomer esaslı fissür örtücünün demineralizasyonu inhibe etme potansiyelinin rezin esaslı örtücülerden daha yüksek olduğunu bildirmiş, materyalin kavite duvarlarındaki mineyi yalnızca çürük ataklarından korumakla kalmayıp, aynı zamanda materyale komşu lezyon oluşumunun boyutlarında da anlamlı ölçüde azalma sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca flor salan rezin esaslı fissür örtücüde oluşan çürük lezyonu derinliğinin anlamlı ölçüde geleneksel rezin esaslı fissür örtücüden daha az olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak materyale komşu bölgede flor salan materyallerin minede çürük direncini arttırdığını, en yüksek flor içerikli olan cam iyonomer esaslı örtücülerin de en iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir. [244]

Serra ve Cury cam iyonomer simanın ve bir kompozit rezinin, demineralizasyon-remineralizasyon döngüsünde restorasyona komşu minedeki çürük önleyici etkinliğini enine kesit mikrosertlik ölçümleri kullanarak incelemişlerdir. Kontrol grubu olarak sağlam mine yüzeyinin 30-130-230 µm derinliklerden elde ettikleri mikrosertlik ortalamalarını sırasıyla; 356,8- 352,8- 353,1 olarak tespit etmişlerdir. Restorasyonlara komşu minede, mine yüzeyine 30-130-230 µm uzaklıklardan, restorasyon marjiniinden ise 100-200-300-400 µm derinliklerden elde ettikleri mikrosertlik değerlendirmeleri sonucunda, pH siklusundan en fazla etkilenen mine dış yüzeylerine en yakın alanlarda (30 µm uzaklık) restorasyona komşu 4 derinlikten de elde edilen (100-200-300-400 µm) mikrosertlik ortalamalarının cam iyonomer siman uygulanan grupta istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Diğer bölgelerden elde edilen mikrosertlik ortalamalarında cam iyonomer

siman grubu daha yüksek miksertlik değerleri gösterse de, iki grup arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, restorasyondan uzak alanlarda kompozit ve cam iyonomerin yapay rk lezyonlarına etkinliğinin benzer olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar, cam iyonomer simanın restorasyona komşu minede rk lezyon gelişimini engelleyebilme özelliği olduğunu bildirmişlerdir. [245]

Prabhakar ve ark. flor salınımı yapan (Guardian Seal) ve yapmayan (Helioseal) rezin esaslı fissür rtcler ile cam iyonomer esaslı fissür örtücünün (Fuji VII) fissür örtücüye komşu minede asitli tampon solüsyonu içerisinde bekletilen örneklerde demineralizasyona direnç kabiliyetlerini araştırdıkları çalışmalarında, cam iyonomer içerikli fissür örtücü uygulanan grupta en az mine demineralizasyonu gözlendiğini, cam iyonomer içerikli fissür örtücünün antikaryojenik etkinliğinin, flor salınımı yapan ve yapmayan rezin esaslı fissür örtücülerden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. [13]

Savarino ve ark. alışmalarında restoratif materyallerin asidik ortam içinde mine yüzeyini demineralizasyondan koruyamadıklarını, kompomer ve cam iyonomer simandan salınan florür sayesinde yeni sentezlenmiş olan florapatitin mine remineralizasyonunu uyarmak için yeterli olmadığını ne sürmüşlerdir. Çalışmada Ph siklusu yerine laktik asit kullanılmasının ve demineralizasyon solüsyonunun sık aralıklarla değiştirilmesinin mine hidroksiapatiti ile florür arasındaki kimyasal etileşimi azaltıp remineralizasyonu da engellemiş olabileceğini belirtmişlerdir. [246]

F içeren restoratif materyallerin rk önleyici etkileri, içerdiği F miktarı ve salınım süresiyle doğrudan alakalıdır. Flor içeren fissür örtücülerin geleneksel fissür rtclere oranla düz yüzeyleri, hipoplazik mine yüzeyini ve ortodontik braketlerin çevresini de koruyabilmesinin ek bir avantaj sağladığı bildirilmiştir. [51]

Kantovitz ve ark. iyonomerik ve flor içerikli rezin materyallerden flor salınımına çevresel şartların etkisini değerlendirdikleri bir diğer çalışmada, ph siklusu süresince materyallerden salınan flor miktarını ve materyalde meydana gelen yüzey sertlik değerlerini ve pürüzlülüğünü incelemişlerdir. İyonomerik materyallerin asidik ortamda daha fazla flor saldığını, bununla beraber daha cok yüzey bozunmasına

uğradığını, rezin materyallerin ise flor salınımında ve pürüzlülüğünde farklı çevresel koşullarda anlamlı değişim olmadığını tespit etmişlerdir. [128]

Chloe ve ark. flor içerikli farklı fissür örtücü materyallerin, flor salınımı ve reşarj kapasitelerini değerlendirdikleri çalışmalarında, 4 fissür örtücü materyalin (rezin esaslı flor içeren fissür örtücü, cam iyonomer fissür örtücü, giomer fissür örtücü, akışkan kompozit rezin) de flor salınımı yapabildiğini en yüksek flor salınımı ve resarj edebilme özelliğinin cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyalin (Fuji IIV, GC) uygulandığı grupta, en düşük değerler flor salınımlı akışkan kompozit rezinin (Aelite Flo, BISCO) uygulandığı grupta olduğunu tespit etmişlerdir. [142]

Amaral ve ark. in- situ yöntemle, cam iyonomer siman(Fuji IX, GC) ve rezin esaslı fissür örtücünün (Delton, Dentsply) okluzal pit ve fissürlerde demineralizasyona direnç/remineralizasyon etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmalarını, herhangi bir işlem yapılmayan sağlam çürüksüz okluzal yüzeylerin oluşturduğu grup (ağız dışında tutulan diş örnekleri); sealant uygulanmayıp sadece ağız dışında bekletilen asit solüsyonda bekletilerek yapay çürüğün oluşturulduğu grup; sealant uygulanmadan ağız ortamında bekletilen yapay çürüklü grup; yapay çürüğe rezin esaslı fissür örtücü uygulanan grup, yapay çürüğe cam iyonomer siman uygulanan grup olmak üzere 5 deney grubunda fissür marjinlerinden 25 -75 ve 125 µm derinliklerde mikrosertlik ölçümleri yapmışlardır. Değerlendirmeler sonucunda 25 µm' olan örtüçüye en yakın derinlikte en yüksek mikrosertlik ortalamalarının cam iyonomer simanın uygulandığı grupta olduğunu, bu grupta 75-125 µm derinliklerden elde edilen mikrosertlik ortalamasının sağlam diş grubuna yakın değerlerde olduğunu, üç derinlikte de en düşük değerlerin sealant uygulanmayan yapay çürük lezyonlu örneklerde olduğunu, rezin esaslı fissür örtücü uygulanan grupta 3 derinlikte de mikrosertlik ortalamalarının sağlam okluzal yüzey fissür marjinlerinden elde edilen mikrosertlik değerlerinden daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak cam iyonomer simanın fissür marjinlerinde belirgin remineralizasyon sağladığını, rezin esaslı fissür örtücünün ise uzun süre asite maruziyette okluzal mine yüzeylerini remineralize etmekte yetersiz kaldığını belirtmişlerdir. [247]

Rodrigues ve arkadaşları, flor salınımını yapabilen dental materyallerin pH siklusuna tabi tutulan örneklerde mine remineralizasyon etkinliğini araştırmışlardır.

Hazırladıkları mine bloklarına, geleneksel kompozit rezin (Z100, 3M ESPE) , flor salınımı yapabilen fissür örtücü (Fluroshield, Dentsply), rezin modifiye cam iyonomer siman (Vitremmer, 3M) uygulamışlar, bir gruba da likit oranı artırılarak dilüe edilmiş rezim modifiye cam iyonomer siman uygulamışlardır. Örneklerin yüzey mikrosertliği ve cross-sectional mikrosertlik ölçümlerini elde etmişler, aynı zamanda kullandıkları materyallerin flor salınımı ve geri alımı potansiyellerini iyon-selektif elektrodla ölçmüşlerdir. Örneklerdeki mikrosertlik değişimleri ile salınan flor konsantasyonları arasında pozitif bir kolerasyon olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmalarında hem flor salınımı yapabilen fissür örtücü materyalin hem cam iyonomer simanın remineralizasyon potansiyeli olduğunu bildirmişlerdir. Resin modifiye cam iyonomer siman uygulanan gruplardaki flor salınımının ve remineralizasyon sonuçlarının anlamlı şekilde, flor salan rezin esaslı fissür örtücüden daha yüksek olduğunu, hatta dilüe edilmiş RMCİS materyalinin uygulandığı grupta en yüksek remineralizasyon sonuçlarının elde edildiğini tespit etmişlerdir. Bu durumu materyalin çözünebilirliğinin artmasından dolayı flor salınımının da beraberinde artabileceğinden kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir. [78]

Souchois ve Viera'nın cam iyonomer siman ve flor verniğin, yapay çürük lezyonları oluşturdukları okluzal yüzeylerde remineralizasyon etkinliğini, cross-sectional mikrosertlik yöntemi ile araştırmışlardır. Cam iyonomer simanın başlangıç okluzal çürüklerini remineralize etme potansiyelinin flor vernikten daha yüksek olduğunu bildirmişler ve okluzal yüzey çürüklerinde tek başına floridlerin yeterli olamayacağını belirtmişlerdir. [72]

Cam iyonomer esaslı materyallerin, flor salma özelliğinden dolayı antikaryojenik etkiye sahip olduğu, mine demineralizasyonunu yavaşlatığı remineralizasyona katkı sağladığı ve dolayısıyla restorasyona komşu mine yüzeylerinde hem primer çürüklerin hem de sekonder çürüklerin önlenmesinde büyük rol oynadığı birçok çalışmada tespit edilmiştir. [248]

Çalışmamızın cross-sectional mikrosertlik bulguları ele alındığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar tespit edilmiştir. Her diş için ayrı ayrı demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonu içeren şişelerde bekletilen fissür örtücüleri uygulandığı çalışma gruplarında, ph siklusu süresince açıkta bırakılıp yapay

çürük lezyonu oluşturulan bukkal yüzeylerin 3 derinliğinde de (20-50-80 µm) mikrosertlik ortalamaları incelendiğinde, A ve G gruplarında, diğer fissür örtücülerin uygulandığı gruplardan (F, C ve N) istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek mikrosertlik ortalamalarının saptanması ($p<0,05$), uygulanan materyal tarafından solüsyonlara salınan iyonlar ve/veya iyon konsantrasyonları sayesinde bu bölgelerde de extra mineral kazancının sağlandığını ve sağlam diş mikrosertlik ortalamalarına en yakın ortalamalara sahip olmaları, bu materyaller tarafından salınan iyonların aynı diş üzerinde bukkal yüzeye de etkinlik gösterebildiğini düşündürmüştür.

Bukkal pencere kesitlerinde, 20-50 ve 80 derinliklerde, A ve G gruplarının mikrosertlik ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı bulunmaması, ($p>0,05$) yapay çürük lezyonu oluşturulan bukkal pencere mine kesitlerinin 3 derinliğinde de bu iki gruba uygulanan materyalin benzer etki yaptığını ortaya koymaktadır.

Okluzal bölgede fissür örtücü tabanı 20-50-80 µm derinliklerde ölçülen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları değerlendirildiğinde A, G ve F gruplarından elde edilen mikrosertlik ortalamalarının istatistiksel olarak anlamlı ölçüde üç derinlikte de C ve N gruplarından daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$) Bu durum, okluzal bölgede pH siklusu süresince, A, G ve F grubuna uygulanan fissür örtücü materyallerin mine mikrosertliğine katkısının, dolayısıyla minede remineralizasyon etkinliğinin C ve N gruplarına uygulanan materyallerden daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Fissür örtücü tabanında 20-50-80 µm derinliklerden elde edilen C grubu mikrosertlik değerlerinin ortalamalarının N grubundan üç derinlikte de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek saptanması, ($p<0,05$) okluzal bölgede pH siklusu süresince C grubuna uygulanan flor salınım yapabilen fissür örtücü materyalin mine mikrosertliğine katkısının, dolayısıyla etkinliğinin N grubuna uygulanan flor salınımı yapabilen akışkan kompozit rezin materyalden daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Üç derinlikte de N grubun mikrosertlik ortalamasının herhangi bir işleme tabi tutulmayan sağlam dişlerin oluşturduğu S grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük saptanması, bu gruba uygulanan materyalin pH siklusu sürecinde okluzal bölgeleri demineralizasyona karşı koruyamadığını, mineral kaybını önleyemediğini göstermiştir.

Fissür tabanından elde edilen mikrosertlik ortalamalarında, 20-50-80 µm olmak üzere her üç derinlikte de A grubun mikrosertlik ortalamasının herhangi bir işleme tabi tutulmayan sağlam dişlerin oluşturduğu S grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek saptanması, ($p<0,05$) bu gruba uygulanan ACP içerikli fissür örtücü materyalin (Aegis) ph siklusu sürecinde okluzal bölgeleri demineralizasyona karşı koruyup, mineral kaybını önlemekle beraber mine mikrosertliğini de arttırarak extra mineral kazancı da sağlayabildiğini ortaya koymaktadır.

F grubunda okluzal bölge fissür tabanında yüzeye en yakın derinlikten (20 µm den) elde edilen mikrosertlik ortalamasının, sağlam dişlerden oluşan kontrol grubu (S grubu) mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek olması ($p<0,05$), bu gruba uygulana cam iyonmer esaslı fissür örtücü materyalin (FujiTriage) ph siklusuna rağmen, mine mikrosertliğine anlamlı katkı sağladığını dolayısıyla fissür örtücü marjinde 20 µm derinlikte mineral kaybını önlemekle beraber extra mineral kazancı da sağladığını göstermiştir.

Fissür tabanında ayrıca 20 µm de G grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının S grubundan istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$) Bu gruba uygulanan cam karbomer esaslı fissür örtücü materyalin (GC Glass Seal) ph siklusu süresince sağlam okluzal yüzeylerden mineral kaybını önleyip demineralizasyonu inhibe ettiğini ve tekrardan tamir sürecinde rol oynayarak remineralizasyonu gerçekleştirebildiğini ortaya koymaktadır.

20 µm derinlikte A, F ve G gruplarının mikrosertlik ortalamaları arasındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p<0,05$) Bu durumda fissür örücü majinine en yakın derinlikte bu üç materyalin kıyaslanabilir ama birbirine yakın etkinliklerinin bulunduğunu, üç gruba uygulanan materyalin de mine mikrosertliğine önemli katkı sağladığını söylemek mümkündür.

Fissür tabanında 20 µm derinlikte C grubundan elde edilen mikrosertlik ortalaması, S grubundan daha düşük tespit edilmiştir. Ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$) C grubuna uygulanan flor salınımı yapan fissür örtücü materyalin de minede mineral kaybını fissür marjinlerinden 20 µm

derinlikte inhibe edebileceğini söylemek mümkündür. Fakat 50 µm ve 80 µm derinliklerde C grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının istatistiksel olarak anlamlı biçimde ($p<0,05$) S grubundan daha düşük olması, bu gruba uygulanan materyalin pH siklusu süresince okuzal minede etkinliğinin daha yüzeysel kaldığını (20 µm), ve pH siklusu sürecinde okluzal minede mineral kaybını daha derin bölgelere kadar önleyemediğini göstermektedir.

Fissür tabanından dentin yönünde 50 µm derinliğe inildiğinde A grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının S grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek saptanması ($p<0,05$), bu gruba uygulanan materyalin derinlik arttıkça da mine mikrosertliğine anlamlı katkı sağladığını, dolayısıyla mineral kaybına karşı okluzal yüzeyleri korumanın yanı sıra extra mineral kazancı da sağladığını ortaya koymaktadır. Bu derinlikte G ve F gruplarının mikrosertlik ortalamaları, herhangi bir işlem uygulanmayan örneklerin oluşturduğu S grubunun mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p>0,05$) Bu durum G ve F grubundan uygulanan fissür örtücü materyallerin bu derinlikte minede demineralizasyonu inhibe edebildiğini ve mineral kaybını önleyebildiğini gösterebilmektedir.

Fissür tabanından 80 µm derinliğe inildiğinde A ve G gruplarından elde edilen mikrosertlik ortalamasının S grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$) Dolayısıyla bu gruplara uygulanan materyallerin fissür örtücü tabanından daha derin bölgelere inildikçe de mine mikrosertliğine oldukça anlamlı katkı sağladığını gözlenmiş; fissür örtücü marjinininden dentine doğru 80 µm derinlikte de mineral kaybına karşı okluzal yüzeyleri korumanın yanı sıra extra mineral kazancı da sağladıkları tespit edilmiştir. G grubuna uygulanan cam karbomerin bir nanoparçacık ürünü olması yani nano boyutlarda florapatit ve hidroksiapatit içermesi, cam iyonomer fissür örtücüye kıyasla daha derin tabakalara da iyon transferini gerçekleştirebileceğini düşündürmüştür. 80 µm derinlikte F grubu mikrosertlik ortalamasının S grubundan daha yüksek olduğu gözlenmiş fakat ortalamalardaki fark istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmemiştir. ($p>0,05$) Bu durumda F grubuna uygulanan cam iyonomer esaslı fissür örtücünün pH siklusu sürecinde mineral kaybını inhibe edebildiğini söylemek mümkündür.

Flor salınımı yapabilen rezin esaslı fissür örtücü materyalin uygulandığı C grubundan elde edilen hem mikrosertlik hem SEM-EDX analizi bulguları göz önünde alındığında; bu materyalin etkinliğinin, N grubuna uygulanan flor salınımlı akışkan kompozit rezinden daha iyi olduğu saptanmıştır. Fakat C grubunun remineralizasyona katkı/ demineralizasyona direnç etkinliğinin A, G ve F gruplarından daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Mevcut çalışmalardan anlaşıldığı gibi; flor salınımı yapabilen sistemler geleneksel rezin sistemlerden; cam iyonomer bazlı sistemler ise birçok remineralizasyon çalışmasında, flor salınımlı rezin sistemlerden daha etkin bulunmuştur. Bizim çalışmamızda G ve F gruplarına uyguladığımız temelde iyonomer kompozisyonlara sahip fissür örtücü materyalleri, rezin sistemlerden daha etkin demineralizasyon direnci/remineralizasyon kapasitesi ortaya koymaları literatür ile uyum içerisinde dir.

İlki 2008 yılında piyasaya çıkmış olan ACP içerikli fissür örtücü Aegis ile ilgili literatürde az sayıda remineralizasyon çalışmasına rastlanmıştır. Yine 2008 yılında piyasaya çıkmış olan cam karbomerlerle ilgili az sayıda klinik ve laboratuvar çalışması mevcuttur. Cam karbomer esaslı fissür örtücülerin diğer fissür örtücüler ile mekanik özelliklerinin, mikrosızıntılarının ve retansiyonlarının karşılaştırıldığı çalışmalar bulunmasına rağmen, karbomerlerin remineralizasyon etkinliğinin diğer fissür örtücü materyallerle karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Alsaffar ve ark. farklı fissür örtücü materyallerin, fissür örtücüye komşu okluzal mine yüzeylerinde demineralizasyona karşı koruyucu etkinliklerini Knoop mikrosertlik yöntemi kullanılarak araştırmışlardır. Çalışmalarında konvansiyonel rezin esaslı fissür örtücü (Delton) , flor salınımı yapabilen rezin esaslı fissür örtücüler (Ultraseal XT plus ve Clinpro), ACP içerikli fissür örtücü (Aegis) ve cam iyonomer esaslı fissür örtücü (FUJİ IIV/Triage) uyguladıkları örneklerden 20 gün boyunca asitli jelde bekletmişler, daha sonra bukkolingual kesitler olarak cross-sectional mikrosertlik ölçümleri yapmışlar, fissür örtücü marjinlerinden 0,5 mm derine kadar olan bölgelerden %mineral kaybı profilleri elde etmişlerdir. Konvansiyonel rezin esaslı fissür örtücü (Delton) ve flor salınımı yapan fissür örtücülerden Ultraseal XT plus uygulanan grupta belirgin şekilde diğer gruplardan daha yüksek oranda

demineralizasyon gözlenmişken, Aegis uygulanan grup ile Flor salınımı yapabilen Concise uygulanan grup arasında lezyon profilinde anlamlı fark olmadığını belirtmişlerdir. Cam iyonomer esaslı fissür örtücü (Fuji Triage) uygulanan grupta demineralizasyonun diğer gruplardan daha az olduğu bildirmişlerdir. Sonuç olarak cam iyonomer simanın asit demineralizasyonunda fissür örtücüye komşu minere mineral kaybını engellediğini, ACP içerikli fissür örtücünün ve flor içerikli bazı fissür örtücülerin komşu mineyi demineralizasyondan koruyabileceğini bildirmişlerdir. [249]

Langhorst ve ark. ACP içerikli kompozit materyal ve flor salınımı yapabilen ortodontik kompozit rezin simanın başlangıç çürük lezyonlarını remineralize etme potansiyellerini mikro-bt kullanarak araştırdıkları çalışmalarında, flor salan kompozit rezinin çürük lezyonunun sadece dış yüzeye yakın üst bölgelerini remineralize edebildiğini, Ca ve PO₄ salınımı yapabilen ACP içerikli kompozit materyalin ise lezyonun derin bölgelerine kadar etkili olduğunu, asidik ataklarıyla hasar gören minere, apatit formasyonu oluşumunu sağlayarak remineralizasyon gerçekleştirebildiğini bildirmişlerdir. [184]

Choudary ve arkadaşları ACP içerikli fissür örtücü (Aegis, Bosworth) flor salan fissür örtücü (Teethmate F-1, Kuraray) ve rezin esaslı fissür örtücünün (Concise, 3M ESPE) remineralizasyon potansiyelini değerlendirdikleri çalışmalarında, fissür örtücü uygulandıktan sonra örnekleri 14 gün süreyle pH siklusuna tabi tutmuşlardır. Daha sonra dişleri bukkolingual kesitlere ayırarak diş yüzeyi ve fissür örtücü-diş arayüzeyindeki kalitatif değişimleri SEM ile incelemişlerdir. Ara yüzlerde beyaz zon (remineralizasyon zonu) oluşumunu remineralizasyon bulgusu olarak pozitif kabul etmişlerdir. Hem ACP içerikli fissür örtücü de hem flor salınımı yapabilen fissür örtücünün remineralizasyon potansiyeli gösterdiğini bildirmişlerdir. Acp içerikli fissür örtücüden salınan fosfat moleküllerinin hidroksiapatit oluşumunu sağlayarak, flor salınımı yapabilen grupta da florapatit formasyonu oluşumunu sağlayarak bu materyallerin remineralizasyon potansiyelleri olabildiğini belirtmişlerdir. [250]

Zawaideh ve arkadaşları, ACP içerikli fissür örtücünün (Aegis, Bosworth), flor salınımı yapabilen rezin esaslı fissür örtücünün (Conseal-F) ve kontrol grubu olarak rezin esaslı fissür örtücü (Concise, 3M ESPE) mine demineralizasyonunu inhibe etme

potansiyelini araştırdıkları çalışmalarında, fissür örtücülerin uygulandığı diş örneklerini asit solüsyonundan bekletmeden önce ve sonra mikrosertlik ölçümleri elde etmişlerdir. Örneklerin Başlangıç mikrosertlik değeri ile asit solüsyonuna maruz kaldıktan sonraki mikrosertlik değerleri arasındaki değişimi hesaplayarak materyallerin demineralizasyona direnç potansiyellerini kıyaslamışlardır. Flor salınımı yapan fissür örtücünün demineralizasyonu önlemede geleneksel rezin esslı fissür örtücüden daha etkin olduğunu, ACP içerikli fissür örtücünün etkinliğinin ise ikisinde de fazla olduğunu tespit etmişlerdir. [170]

ACP içerikli materyallerin etkinliğinin karşılaştırıldığı birçok çalışmada, amorf kalsiyum fosfatın remiralizasyonda oldukça etkili bir bileşen olduğu görülmektedir. Bizim alışmamızda da ACP içerikli fissür örtücünün uygulandığı A grubundan elde edilen veriler bu fissür örtücü materyalin, okluzal yüzeylerin korunmasında, demineralizasyona direnç ve remineralizasyon etkinliğinin anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. A grubun fissür tabanı bölgesinde 20-50-80 m  derinlikte de istatistiksel olarak anlamlı şekilde, S grubundan daha yüksek mikrosertlik değerlerine sahip olması, ayrıca bukkal mine kesitlerinde de açıkta kalan mine yüzeyinden elde edilen mikrosertlik değerlerinin de yüksek tespit edilmesi dikkat çekicidir.

Çalışmamızın bulguları detaylı ve bütün olarak değerlendirildiğinde, ACP, cam karbomer ve cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin uygulandığı A, G ve F gruplarının demineralizasyonu başarılı bir şekilde inhibe edip, mine remineralizasyona oldukça anlamlı düzeyde katkı sağladıkları gözlenmiştir. Hem mikrosertlik hem SEM-EDX analizi bulgularında; A, G ve F grubuna uygulanan materyallerin gerek mine mikrosertliğini arttırma; gerekse kompozisyonlarına göre yapılarından Ca, P, F iyon salınımları yaparak mineral kazancı sağlama kabiliyetlerinin; C ve N gruplarına uygulanan flor salınımlı rezin materyallerden anlamlı şekilde daha üstün olduğunu söylemek mümkündür. Kullanımı henüz yaygınlaşmamış olan cam karbomer içerikli fissür örtücü materyalin minede remineralizasyon etkinliğinin değerlendirildiği bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Cam iyonomer ve amorf kalsiyum fosfat bileşenli dental materyallerin remineralizasyon etkinliğine ilişkin elde ettiğimiz anlamlı sonuçların, literatür ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Gruplar arası değerlendirmede, 6 deney grubunun bukkal pencere kesitlerinden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları, her üç derinlikte de (20, 50 ve 80 μm) istatistiksel olarak anlamlı ölçüde farklılık göstermiştir. ($p<0,05$) Dolayısıyla gruplara uygulanan fissür örtücü materyallerin, yapay çürük lezyonlarının oluşturulduğu bukkal pencere mine kesitlerinde, 80 μm 'ye kadar değişen etkinliklere sahip olduklarını ve bu etkinliklerin sağlam dişlerden oluşan S grubu mikrosertlik ortalamalarıyla anlamlı ölçüde kıyaslanabilir olduğunu söylemek mümkündür.

2. Fissür örtücü uygulanan gruplarda, pH siklusuna maruz kalarak yapay çürük lezyonunun olduğu bukkal pencere mine kesitlerinden elde edilen mikrosertlik ortalamalarının, istatistiksel olarak anlamlı şekilde sağlam dişlerden oluşan kontrol S grubu bukkal mine kesiti mikrosertlik ortalamalarından daha düşük tespit edilmesi; bu gruplarda bukkal yüzeylerde mineral kaybının meydana geldiğini göstermektedir. Gruplarda meydana gelen mineral kaybının ise 20 μm derinlikten 80 μm 'ye doğru gidildikçe azaldığı saptanmıştır.

Gruplara göre bukkal pencere kesitlerinde 20 derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamaları, büyükten küçüğe doğru sırasıyla; S> G> A> C> F> N şeklindedir.

Gruplara göre bukkal pencere kesitlerinde 50 ve 80 μm derinliklerden elde edilen mikrosertlik ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; S> G> A> F> C> N şeklindedir.

3. Her diş için ayrı ayrı demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonu içeren şişelerde bekletilen fissür örtücülerin uygulandığı çalışma gruplarında, yapay çürük lezyonu oluşturulan bukkal pencere mine kesitlerinde 3 derinlikten (20-50-80 μm) elde edilen mikrosertlik ortalamaları incelendiğinde; A ve G gruplarında, diğer fissür örtücülerin uygulandığı gruplardan (F, C ve N) istatistiksel olarak anlamlı ölçüde ($p<0,05$) daha yüksek mikrosertlik ortalamalarının saptanması; uygulanan materyaller tarafından solüsyonlara salınan iyonlar ve/veya iyon konsantrasyonları sayesinde bu bölgelerde extra mineral kazancının sağlandığını ortaya koymuştur.

Bukkal pencere kesitlerinde, her üç derinlikten de elde edilen mikrosertlik ortalamalarında, A ve G grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaması ($p>0,05$); bu iki gruba uygulanan amorf kalsiyum fosfat içerikli ve cam karbomer içerikli fissür örtücü materyallerin, bu bölgede benzer etki yaptığını düşündürmüştür.

4. Kontrol grubu olarak herhangi bir işleme tabi tutulmayan S grubunda, hem fissür tabanı hem bukkal pencere kesitlerinde üç derinlikten (20-50-80 μm) elde edilen mikrosertlik ortalamaları değerlendirildiğinde; sağlam dişlerden oluşan bu grupta, hem okluzal yüzeyden hem de bukkal mine yüzeyinden dentine doğru 80 μm 'ye kadar mine mikrosertliğinde anlamlı ölçüde bir mikrosertlik değişimi olmadığı saptanmıştır.

5. Gruplar arası değerlendirmede, 6 deney grubunun fissür tabanı kesitlerinden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları, her üç derinlikte de (20, 50 ve 80 μm) istatistiksel olarak anlamlı ölçüde farklılık göstermiştir. ($p<0,05$)

Gruplara göre okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinde 20 μm derinlikten elde edilen mikrosertlik ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; $F > A > G > S > C > N$ şeklindedir.

Gruplara göre okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinde 50 ve 80 μm derinliklerden elde edilen mikrosertlik ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; $A > G > F > S > C > N$ şeklindedir.

6. A, G ve C gruplarında, fissür örtücüye komşu fissür tabanından elde edilen mikrosertlik ortalamalarının, 20-50-80 μm derinliklerde gösterdiği değişim, istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmemiştir. ($p>0,05$) Diğer bir ifadeyle, bu gruplara uygulanan materyallerin okluzal yüzeylerde 20 μm 'den 80 μm 'ye kadar etkinlik düzeylerinde anlamlı farklılık olmadığı saptanmıştır. F ve N gruplarında, fissür örtücüye komşu fissür tabanından elde edilen mikrosertlik ortalamaları; 20-50-80 μm derinliklerde istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim göstermiştir. ($p<0,05$) Dolayısıyla bu gruplara uygulanan materyallerin okluzal bölgede 80 μm 'ye kadar değişen etkinliklere sahip olduklarını söylemek mümkündür.

7. Okluzal bölgede fissür örtücü tabanında, 20-50-80 µm derinliklerden elde edilen mikrosertlik değerlerinin ortalamaları değerlendirildiğinde; A, G ve F gruplarından elde edilen mikrosertlik ortalamalarının istatistiksel olarak anlamlı ölçüde üç derinlikte de C ve N gruplarından daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$) Bu durum; pH siklusu süresince, A, G ve F grubuna uygulanan fissür örtücü materyallerin okluzal bölgede mine mikrosertliğine katkısının, diğer bir ifadeyle demineralizasyona direnç ve/veya remineralizasyon kabiliyetinin, C ve N gruplarına uygulanan materyallerden daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

8. Fissür örtücü tabanında, 20-50-80 µm derinliklerde C grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamalarının, N grubundan üç derinlikte de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek saptanması ($p<0,05$); pH siklusu süresince, C grubuna uygulanan flor salınımı yapabilen fissür örtücü materyalin mine mikrosertliğine katkısının, N grubuna uygulanan flor salınımlı akışkan kompozit rezin materyalden daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Üç derinlikte de N grubun mikrosertlik ortalamasının, sağlam dişlerin oluşturduğu S grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha düşük saptanması ($p<0,05$); bu gruba uygulanan materyalin pH siklusu sürecinde okluzal bölgeleri demineralizasyona karşı koruyamadığını, mineral kaybını önleyemediğini göstermiştir.

9. Fissür tabanından elde edilen mikrosertlik ortalmalarında, her üç derinlikte de A grubun mikrosertlik ortalamasının herhangi bir işleme tabi tutulmayan sağlam dişlerin oluşturduğu S grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek saptanması ($p<0,05$); bu gruba uygulanan ACP içerikli fissür örtücü materyalin (Aegis) pH siklusu süresince okluzal bölgeleri demineralizasyona karşı koruyup, mineral kaybını önlemekle beraber mine mikrosertliğini de artırarak remineralizasyon sürecinde extra mineral kazancı da sağlayabildiğini ortaya koymuştur.

10. F grubunda okluzal bölge fissür tabanında yüzeye en yakın derinlikten (20 µm den) elde edilen mikrosertlik ortalamasının, sağlam dişlerden oluşan kontrol grubu (S grubu) mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek olması ($p<0,05$); bu gruba uygulanan cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyalin (FujiTriage) pH siklusu süresince mine mikrosertliğine anlamlı katkı sağladığını

dolayısıyla fissür örtücü marjinde 20 µm derinlikte mineral kaybını önlemekle beraber extra mineral kazancı sağladığını ortaya koymuştur.

11. Fissür tabanında 20 µm derinlikte C grubundan elde edilen mikrosertlik ortalaması, S grubundan daha düşük tespit edilmiş olup; ortalamalardaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$) Bu durumda, C grubuna uygulanan flor salınımı yapan fissür örtücü materyalin de minede mineral kaybını yüzeyel seviyede inhibe edebileceğini söylemek mümkündür. Bununla beraber 50 µm ve 80 µm derinliklerde, C grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamalarının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde ($p<0,05$) S grubundan daha düşük olması, bu gruba uygulanan materyalin pH siklusu süresince okuzal minede etkinliğinin daha yüzeyel kaldığını (20 µm) ve pH siklusu sürecinde okluzal minede mineral kaybını daha derin bölgelere kadar önleyemediğini göstermektedir.

12. Fissür tabanında ayrıca 20 µm de G grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının S grubundan istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$) Bu gruba uygulanan cam karbomer esaslı fissür örtücü materyalin (GC Glass Seal), pH siklusu süresince okluzal yüzeylerden mineral kaybını önleyip demineralizasyonu inhibe ettiğini ve tekrardan tamir sürecinde rol oynayarak remineralizasyonu gerçekleştirebildiğini ortaya koymaktadır.

13. Fissür tabanında 20 µm derinlikten elde edilen ölçümlerde, A, F ve G gruplarının mikrosertlik ortalamaları arasındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p<0,05$) Bu durumda, fissür örtücü majinine en yakın derinlikte, bu üç materyalin kıyaslanabilir ama birbirine yakın etkinliklerinin bulunduğunu; üç gruba uygulanan materyalin de fissür örtücü marjinine yakın derinlikte mine mikrosertliğine önemli katkı sağladığını söylemek mümkündür.

14. Fissür tabanından mineden dentine doğru 50 µm derinliğe inildiğinde; A grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının S grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek saptanması ($p<0,05$), bu gruba uygulanan materyalin, mine dış yüzeyinden iç tabakalara doğru derinlik arttıkça da mine mikrosertliğine anlamlı katkı sağladığını, dolayısıyla mineral kaybına karşı okluzal yüzeyleri korumanın yanı sıra extra mineral kazancı da sağladığını ortaya koymaktadır. 50 µm

derinlik ölçümlerinde, G ve F gruplarından elde edilen mikrosertlik ortalamalarının, herhangi bir işlem uygulanmayan örneklerin oluşturduğu S grubunun mikrosertlik ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p>0,05$) Bu durum G ve F grubuna uygulanan fissür örtücü materyallerin bu derinlikte demineralizasyonu inhibe edip, mine mikrosertliğine olumlu katkı sağladığını dolayısıyla okluzal mine yüzeyini mineral kaybından koruduğunu ortaya koyabilmektedir.

15. Fissür tabanından 80 μm derinlikte A ve G gruplarından elde edilen mikrosertlik ortalamasının S grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$) 80 μm derinlikte, F grubundan elde edilen mikrosertlik ortalamasının S grubundan daha yüksek olduğu gözlenmiş olup; ortalamalardaki fark istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmemiştir. ($p>0,05$) Dolayısıyla A ve G gruplarına uygulanan materyallerin, fissür örtücü tabanından daha derin bölgelere inildikçe de mine mikrosertliğini anlamlı şekilde arttırdıklarını; fissür örtücü marjiniinden dentine doğru 80 μm derinlikte de mineral kaybına karşı okluzal yüzeyleri korumanın yanı sıra extra mineral kazancı sağladıklarını söylemek mümkündür. Bu derinlikte F grubunda anlamlı mikrosertlik kazancı sağlanmamasının yanısıra, elde edilen ortalamaların sağlam diş mikrosertlik değerlerinden bir ölçüde daha yüksek olması, bu gruba uygulanan cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyalin pH siklusu süresince fissür örtücü marjiniinden 80 μm derinliğe doğru gidildikçe de okluzal yüzeyde mineral kaybını inhibe edebildiğini göstermiştir. G grubuna uygulanan cam karbomerin bir nanoparçacık ürünü olup nano boyutlarda florapatit ve hidroksiapatit içermesi özelliğinin; cam iyonomer fissür örtücüye kıyasla daha derin tabakalara iyon transferi yapabilme hususunda daha başarılı olabileceğini düşündürmüştür.

16. Okluzal bölge fissür tabanı kesitlerinden elde edilen multipoint EDX analizlerinin grup içi değerlendirmelerinde; tüm gruplarda (S, A, G, F, C, N, D) elde edilen atomca iyon yüzdeleri (%at) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim olduğu gözlenmiştir. ($p<0,05$)

A grubu için iyonların % at ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; $\text{Ca}>\text{O}>\text{P}>\text{C}>\text{Na}>\text{F}>\text{Si}$ şeklindedir.

G grubu için iyonların % at ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; Ca> O> P> C> F> Na> Si şeklindedir.

F grubu için iyonların % at ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; Ca> O> P> C> F> Na> Si şeklindedir.

C grubu için iyonların % at ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; O> Ca> C> P> F> Na> Si şeklindedir.

N grubu için iyonların % at ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; C> O> Ca> P> F> Na> Si şeklindedir.

D grubu için iyonların % at ortalamaları büyükten küçüğe doğru; C> O> Ca> P> Na>F> Si şeklindedir.

17. % Ca, P, F, C, Na ve Si ortalamaları karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim olduğu gözlenmiştir. ($p<0,05$) %O iyonu ortalamaları karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim gözlenmemiştir. ($p>0,05$)

18. Grupların %Ca ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; A> G> F> S> C> N> D şeklindedir.

A, G ve F gruplarından elde edilen %Ca ortalamalarının; S, C, N ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$) S grubunda % Ca ortalamasının C, N ve D gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak önemli ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$) C grubundan elde edilen %Ca ortalamasının, N ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. ($p<0,05$) N grubunda %Ca ortalamasının D grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$) Bu değerlendirmeler doğrultusunda; A, G ve F gruplarına uygulanan materyallerin (Aegis, Cam Karbomer ve Fuji Triage); C ve N gruplarına uygulanan materyallere kıyasla (Conseal-F, Natural Flow) minede Ca kaybını engellemede ve mineral kazancı sağlayarak apatit oluşumunu desteklemede daha başarılı olduklarından söz etmek mümkündür.

19. Grupların %P ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; A> F> G> S> C> N> D şeklindedir.

A, G ve F gruplarında %P ortalamalarıyla, sağlam mine grubu olan S grubu %P ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde fark olmaması, bunun yanı sıra bu grupların C, N, D gruplarından anlamlı ölçüde daha yüksek %P ortalamasına sahip olması; A, G ve F gruplarına uygulanan fissür örtücülerin mineden P kaybını önlemede, C ve N gruplarına uygulanan fissür örtücü materyallerden daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

20. Grupların %F ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; G> F> C> N> S> A> D şeklindedir.

Çalışmamızda; C ve N gruplarından elde edilen %F ortalamasının, S, A ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır. ($p<0,05$) Bu durum, flor salınımı yapabilen rezin sistemlerin, hem sağlam hem demineralize minede flor kazancında etkin olduklarını ortaya koymaktadır. Cam karbomer materyalin uygulandığı G grubundan elde edilen, %F ortalamasının; diğer gruplardan (S, A, F, C, N ve D) istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek olduğu saptanması ($p<0,05$) ile yüksek flor salınımı özelliği bulunan cam iyonmer fissür örtücünün uygulandığı F grubundan elde edilen %F ortalamasının; N, S, A ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunun tespit edilmesi ($p<0,05$); iyonmerik materyallerin minede F kazancında oldukça etkin rol oynadıklarını ve bu özellik hususunda rezinöz materyallerden daha üstün olduklarını ortaya koymaktadır.

Nanoparçacıklı florapatit+hidroksiapatit kombinasyonu içeriğe sahip bir karbomize cam iyonmer türevi ürün olan cam karbomer fissür örtücünün uygulandığı G grubundan elde edilen %F ortalamasının cam iyonmer esaslı fissür örtücünün uygulandığı F grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek bulunması; karbomer materyalinin pH siklusu süresince mine dokusuna iyon transferinde daha etkili olabileceğini ortaya koymuştur.

21. Grupların %C ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; D> N> C> S> F> G> A şeklindedir. Demineralize negatif kontrol grubundan ve akışkan kompozit rezin uygulanan gruptan elde edilen % C ortalamalarının, diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek tespit edilmesi ($p<0,05$); Ca ve P kaybının en fazla gerçekleştiği gruplar olduğu için D ve N grubundaki total (%100) hesaplamadaki C iyonu yüzdesinin arttığını düşündürmüştür.

22. %Ca/P ortalamalarında, gruplar arası değerlendirmede istatistiksel olarak anlamlı ölçüde değişim olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$) Grupların %Ca/P oranlarının ortalamaları büyükten küçüğe doğru sırasıyla; A> G> F> S> C> D> N şeklindedir.

A, G ve F gruplarından elde edilen %Ca/P ortalamalarının; S, C, N ve D gruplarından istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$) S grubunun %Ca/P ortalamasının N grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ($p<0,05$) %Ca/P ortalamalarındaki diğer değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu değerlendirmeler doğrultusunda; A, G ve F gruplarına uygulanan fissür örtücülerin anlamlı şekilde minede % Ca/P oranlarını arttırdığından; C ve N gruplarına uygulanan fissür örtücülerde ise demineralize mineye göre % Ca/P oranında anlamlı kazanç sağlamadıklarından söz etmek mümkündür.

23. Çalışmamızın mikrosertlik ve SEM-EDX analizi bulguları bütün olarak değerlendirildiğinde; A, G ve F gruplarına uygulanan ACP (Aegis), cam karbomer (GCP Glass Seal) ve cam iyonomer içerikli fissür örtücü (Fuji Triage) materyallerin, okluzal yüzeylerde pH siklusu süresince demineralizasyonu engellediği ve minede mineral kazancı sağlayarak remineralizasyonu desteklediği gözlenmiştir. Bu üç materyalin mine mikrosertliğine katkılarının fissür örtücü marjinlerinden 20-50-80 μm derinliklerde birbirleriyle kıyaslanabilir olduğu tespit edilmiştir.

24. Her iki inceleme yönteminden elde edilen bulgularda da; ACP, cam karbomer ve cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin uygulandığı A, G ve F gruplarının okluzal yüzeylerde minede mineral kaybını inhibe etme ve remineralizasyon etkinliklerinin, flor salınımı yapabilen rezin sistemlerin uygulandığı C ve N gruplarından daha üstün olduğu tespit edilmiştir.

25. Her iki inceleme yönteminden elde edilen bulgularda da, C grubuna uygulanan flor salınımı yapabilen rezin esaslı fissür örtücü materyalin (Conseal-F) demineralizasyona direnç ve remineralizasyon etkinliğinin, N grubuna uygulanan flor salınımlı akışkan kompozit rezinden (Natural Flow) daha iyi olduğu saptanmıştır.

ACP içerikli ve cam karbomer içerikli fissür örtücü materyallerin gerek mekanik, gerekse diş sert dokuları üzerinde etkinliklerinin değerlendirildiği az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu materyallerin, özellikle remineralizasyon etkinliklerinin farklı analiz methodlarıyla değerlendirildiği hem in-vitro hem in-vivo koşullarda daha çok araştırma yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.



7. KAYNAKLAR

1. Asefi S, Eskandarion S, Hamidiaval S. Fissure Sealant Materials: Wear Resistance of Flowable Composite Resins. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*. 2016;10(3):194-199.
2. Godhane A, Ukey A, Tote J et al. Use of Pit and Fissure Sealant in Prevention of Dental Caries in Pediatric Dentistry and Recent Advancement: A Review. *Int J Dent Med Res*. 2015;1(6):220-223.
3. Karabekiroğlu S, Ünlü N. Toplum Bazlı Koruyucu Ağız Diş Sağlığı Programlarında Erken Dönem Koruyucu Uygulamaların Yeri ve Önemi. *EÜ Dişhek Fak Derg*. 2017;38(2):89-100.
4. Özdaş D. Güncelleme; Çocuk Diş Hekimliğinde Koruyucu Uygulamalar. *Selçuk Dental Journal*. 2014;2:84-91.
5. Arathi R, Neeraj M. The Role of Remineralization Agents in Dentistry: A Review. *Compendium*. 2011;32(6):1-26.
6. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental Caries. *Lancet*. 2007;369:51-59.
7. Sicca C, Bobbio E, Quartuccio N, Nicolo G, Cistaro A. Prevention of Dental Caries: A Review of Effective Treatments. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 2016;8(5):604-610.
8. Hu W, Featherstone JD. Prevention of enamel demineralization: an in-vitro study using light-cured filled sealant. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2005;128(5):592-600; quiz 670.
9. Featherstone JD, Domejean S. The role of remineralizing and anticaries agents in caries management. *Adv Dent Res*. 2012;24(2):28-31.
10. Holmgren C, Gaucher C, Decerle N, Domejean S. Minimal Intervention Dentistry II: Part 3. Management of Non-Cavitated (Initial) Occlusal Caries Lesions--Non-Invasive Approaches Through Remineralisation and Therapeutic Sealants. *British Dental Journal* 2014;216(5):237-243.
11. Arathi R, Neeraj M. The Role of Remineralization Agents in Dentistry: A Review. *Compendium*. 2011;32(6):1-26.

12. Cury JA, de Oliveira BH, dos Santos AP, Tenuta LM. Are fluoride releasing dental materials clinically effective on caries control? *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2016;32(3):323-333.
13. Prabhakar AR, Dahake PT, Raju OS, Basappa N. Fluoride: Is It Worth to be Added in Pit and Fissure Sealants? *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2012;5(1):1-5.
14. Godhane A, Ukey A, Tote JV et al. Pit and Fissure Sealant in Prevention of Dental Caries. *Int J Dent Med Res* 2015;1(6):220-223.
15. Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ et al. Evidence-Based Clinical Recommendations for the Use of Pit-and-Fissure Sealants. *The Journal of the American Dental Association*. 2008;139(3):257-268.
16. Smith CE. Cellular and Chemical Events During Enamel Maturation. *Crit Rev Oral Biol Med*. 1998;9(2):128-161.
17. Simmer JP, Fincham AG. Molecular Mechanisms of Dental Enamel Formation. *Crit Rev Oral Biol Med*. 1995;6(2):84-108.
18. Rosin-Grget K, Peros K, Sutej I, Basic K. The Cariostatic Mechanisms of Fluoride. *Acta Medica Academica*. 2013;42(2):179-188.
19. Koçyiğit C. Başlangıç Mine Lezyonlarının Remineralizasyonunda Florid İçeren ve İçermeyen Nanohidroksiapatitli Diş Macununun Etkinliğinin Değerlendirilmesi. *Doktora Tezi Ankara Üniversitesi Pedodonti Anabilim Dalı* 2015.
20. Gutierrez-Salazar M, Reyes-Gasga J. Microhardness and Chemical Composition of Human Tooth. *Materials Research*. 2003;6(3):367-373.
21. Bluteau G, Luder HU, De Bari C, Mitsiadis TA. Stem Cells for Tooth Engineering. *European Cells and Materials*. 2008;16:1-9.
22. Salmela E, Lukinmaa PL, Partanen AM, Sahlberg C, Alaluusua S. Combined Effect of Fluoride and 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin on Mouse Dental Hard Tissue Formation in vitro. *Archives of Toxicology*. 2011;85(8):953-963.
23. Robinson C, Kirkham J, Brookes SJ, Bonass WA, Shore RC. The Chemistry of Enamel Development. *Int. J. Dev. Biol*. 1995;39:145-152
24. Beniash E, Metzler RA, Lam RS, Gilbert PU. Transient Amorphous Calcium Phosphate in Forming Enamel. *Journal Of Structural Biology* 2009;166(2):133-143.

25. Moradian-Oldak J: Protein-mediated Enamel Mineralization. NIHPA. 2013;17:1-43.
26. Robinson C, Shore RC, Brookes SJ et al. The Chemistry of Enamel Caries. Crit Rev Oral Biol Med 2000;11(4):481-495.
27. García-Godoy F, Hicks MJ: Maintaining the Integrity of the Enamel Surface. The Journal of the American Dental Association 2008;139:25-34.
28. Harris NO, Garcia-Godoy F. Primary Preventive Dentistry. 6 ed. New Jersey. 2004. Bantabook Group. 842.
29. Ulusoy N. Diş Sert Dokulari (Mine; Dentin; Sement) Histolojisi. [http://docs.neu.edu.tr/staff/nuran.ulusoy/Di%C5%9F%20sert%20dokular%C4%B1\(Mine,%20Dentin;%20Sement\)%20histolojisi_12.pdf](http://docs.neu.edu.tr/staff/nuran.ulusoy/Di%C5%9F%20sert%20dokular%C4%B1(Mine,%20Dentin;%20Sement)%20histolojisi_12.pdf) [11.09.2016].
30. Goldberg M, Septier D, Lecolle S et al. Dental Mineralization. Int.J.Dev.Biol. 1995;39:93-110.
31. Simmer JP, Papagerakis P, Smith CE et al. Regulation of Dental Enamel Shape and Hardness. Journal of Dental Research. 2010;89(10):1024-1038.
32. Duangthip D, Lussi A. Effects of Fissure Cleaning Methods, Drying Agents and Fissure Morphology on Microleakage and Penetration Ability of Sealants In Vitro. Pediatric Dentistry. 2003;25(6):527-533.
33. Lussi A, Hellwig E, Klimek J. Flourides-Mode of Action and Recommendations for Use. Schweiz Monatsschr Zahnmed 2012;122:1030-1036.
34. Lu Y, Papagerakis P, Yamakoshi Y et al. Functions of KLK4 and MMP-20 in dental enamel formation. Biological Chemistry 2008;389(6):695-700.
35. Palmer LC, Newcomb CJ, Kaltz SR, Spoerke ED, Stupp SI. Biomimetic Systems for Hydroxyapatite Mineralization Inspired by Bone and Enamel. Chemical Reviews 2008;108(11):4754-4783.
36. Le Norcy E, Kwak SY, Wiedemann-Bidlack FB et al. Potential Role of the Amelogenin N-terminus in the Regulation of Calcium Phosphate Formation in vitro. Cells, tissues, organs 2011;194(2-4):188-193.
37. Gao Y, Wang W, Sun Y et al. Distribution of Amelotin in Mouse Tooth Development. Anatomical Record 2010;293(1):135-140.

38. Cochrane NJ, Cai F, Huq NL, Burrow MF, Reynolds EC. New Approaches to Enhanced Remineralization of Tooth Enamel. *Journal of Dental Research* 2010;89(11):1187-1197.
39. Yalçın Çakır F, Gürkan S, Attar N. Çürük Mikrobiyolojisi. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2010;34:78-91.
40. Jeon JG, Rosalen PL, Falsetta ML, Koo H. Natural Products in Caries Research: Current (Limited) Knowledge, Challenges and Future Perspective. *Caries Research* 2011;45(3):243-263.
41. Cury JA, Tenuta LMA. Enamel Remineralization: Controlling the Caries Disease or Treating Early Caries Lesions? *Braz Oral Res.* 2009;23:23-30.
42. Diaz-Garrido N, Lozano C, Giacaman RA. Frequency of Sucrose Exposure on the Cariogenicity of a Biofilm-Caries Model. *Eur J Dent.* 2016;10(3):345-350.
43. Rozen R, Bachrach G, Bronshteyn M, Gedalia I, Steinberg D. The Role of Dental Biofilm Formation by *Streptococcus Sobrinus*, *Streptococcus Mutans*, *Streptococcus Gordonii* and *Actinomyces Viscosus*. *FEMS Microbiology Letters* 2001;195:205-210.
44. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental Caries. *The Lancet* 2007;369(9555):51-59.
45. Rugg-Gunn A. Dental Caries: Strategies to Control This Preventable Disease. *Acta Medica Academica* 2013;42(2):117-130.
46. Lacruz RS, Nanci A, Kurtz I, Wright JT, Paine ML. Regulation of pH During Amelogenesis. *Calcified Tissue International* 2010;86(2):91-103.
47. Kaidonis J, Townsend G. The 'Sialo-Microbial-Dental Complex' in Oral Health and Disease. *Annals of Anatomy = Anatomischer Anzeiger : Official Organ of the Anatomische Gesellschaft* 2016;203:85-89.
48. Rudney JD. Saliva and Dental Plaque. *Advances in Dental Research* 2000;14(1):29-39.
49. Simmer JP. Dental Enamel Formation and Its Impact on Clinical Dentistry. *Journal of Dental Education* 2001;65(9):896-905.
50. Görken FN, Erdem AP, İkikarakayalı G, Sepet E. Nano-Hidroksiapatitli (n-Hap) Diş Macunlarının Mine Remineralizasyonu Üzerine Etkileri. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2013;47(2):81-88.

51. Emral E. Ortodontik Tedavi Sırasında Oluşan Beyaz Nokta Lezyonlar. *Turkish Journal of Orthodontics* 2008;21:243-254.
52. Featherstone JDB. The Continuum of Dental Caries - Evidence for a Dynamic Disease Process. *J Dent Res.* 2004;83:39-42.
53. Kanduti D, Sterbenk P, Artnik B. Fluoride: A Review of Use and Effects on Health. *Materia socio-medica* 2016;28(2):133-137.
54. Civelek A, Özel E, Kavaloğlu Çıldır Ş. Diş Hekimliğinde Topikal Florür Uygulamaları. *Ondokuz Mayıs Univ Dis Hekim Fak Derg.* 2004;5(2):103-109.
55. Featherstone JDB. The Science and Practice of Caries Prevention. *JADA* 2000;131:887-899.
56. Wright JT, Tampi MP, Graham L et al. Sealants for Preventing and Arresting Pit-and-Fissure Occlusal Caries in Primary and Permanent Molars: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials-A Report of the American Dental Association and the American Academy of Pediatric Dentistry. *Journal of the American Dental Association* 2016;147(8):631-645.
57. Babu G, Mallikarjun S, Premkumar C, Wilson B. Pit and Fissure Sealants in Pediatric Dentistry. *SRM Journal of Research in Dental Sciences* 2014;5(4):253-257.
58. Uzer Çelik E, Yazkan B, Katırcı G. Başlangıç Çürük Lezyonlarının Tedavisi. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 2011;21:48-56.
59. Keleş K. Mine Yüzeyindeki Beyaz Lezyonların "CpP-Acp" İle Remineralizasyonu Sonrası Braket Bağlanma Dayanımlarının İncelenmesi: In Vitro Çalışma. Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Anabilim Dalı Doktora Tezi 2010.
60. Mount GJ. Defining, classifying, and placing incipient caries lesions in perspective. *Dent Clin North Am* 2005;49(4):701-723.
61. Yıkılğan İ, Kılıç HS. Diş Çürüğü ve Diş Sert Dokuları. *Türkiye Klinikleri J Retro Dent-Special Topics* 2016;2(1):5-8.
62. Thylstrup A, Fejerskov O. *Textbok of Cariology.* 2 ed. Copenhagen Munksgaard 1986.

63. Berber A. Başlangıç Okluzal Çürüklerin Tedavisinde Kullanılan İki Farklı Nanokompozitin Klinik Performanslarının Değerlendirilmesi: İki Yıllık Takip. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tedavi Programı Doktora Tezi 2015.
64. Featherstone JD. Dental Caries: A Dynamic Disease Process. Australian Dental Journal 2008;53(3):286-291.
65. Featherstone JD, Zero DT. An In Situ Model for Simultaneous of Inhibition of Demineralization and Enhancement of Remineralization. J Dent Res 1992;71:804-810.
66. Featherstone JDB. Modeling the Caries-inhibitory Effects of Dental Materials. Dent Mater 1996;12:194-197.
67. Featherstone JD, Rodgers BE. Effect of Acetic, Lactic and Other Organic Acids on the Formation of Artificial Carious Lesions. Caries Res 1981;5(15):377-385.
68. Zhou SL, Zhou J, Watanabe S et al. In Vitro Study of the Effects of Fluoride-Releasing Dental Materials on Remineralization in an Enamel Erosion Model. Journal of Dentistry 2012;40(3):255-263.
69. Karabulut Can DC, Karabulut B, Solak H: Bakteriolojik Teknikler İle Minede Yapay Çürük Oluşturma Yöntemleri. Süleyman Demirel Üniv Diş Hek Fak Derg. 2010;2(2):127-136.
70. Zero DT: In Situ Caries Models. Adv Dent Res 1995;3(9):214-230.
71. Stookey GK, Warrick JM, Miller LL, Greene AL. Animal Caries Models for Evaluating Flouride Dentifrices. Adv Dent Res 1995;3(9):198-207.
72. Souchois MW, Vieira RS. Effect of a Glass Ionomer Cement and a Fluoride Varnish on Cross-Sectional Microhardness Values of Artificial Occlusal Caries: In Vitro Study. Indian Journal of Dental Research : Official Publication of Indian Society for Dental Research 2012;23(6):732-737.
73. Ushimura S, Nakamura K, Matsuda Y et al. Assessment of the Inhibitory Effects of Fissure Sealants on the Demineralization of Primary Teeth Using an Automatic pH-Cycling System. Dent Mater J 2016;35(2):316-324.
74. Rodrigues E, Delbem ACB, Pedrini D, Cavassan L. Enamel Remineralization by Flouride-Releasing Materials: Proposal of a pH-Cycling Model. Braz Dent J 2010;21(5):446-451.

75. Singhal RK, Rai B. Remineralization Potential of Three Tooth Pastes on Enamel Caries. *Open Access Maced J Med Sci.* 2017;5(5):664-666.
76. Weir MD, Chow LC, Xu HH. Remineralization of Demineralized Enamel via Calcium Phosphate Nanocomposite. *Journal of Dental Research* 2012;91(10):979-984.
77. Kantovitz KR, Pascon FM, Correr GM et al. Inhibition of mineral loss at the enamel/sealant interface of fissures sealed with fluoride and non-fluoride containing dental materials in vitro. *Acta odontologica Scandinavica* 2006;64(6):376-383.
78. Mohd Said SN, Ekambaram M, Yiu CK. Effect Of Different Fluoride Varnishes On Remineralization Of Artificial Enamel Carious Lesions. *Int J Paediatr Dent.* 2017;27(3):163-173.
79. Hicks J, Flaitz C.M. Çocuk Diş Hekimliği: Bebeklikten Ergenliğe. Tortop T, Tulunoğlu Ö. 4. Baskı. Ankara Atlas Kitapçılık 2009.
80. Salman FD. The Effect of Fissure Morpholgy on Caries Severity of Adults in North Iraq. *Iraqi Academic Scientific J* 2011;24:29-37.
81. Symons AL, Chu CY, Meyers IA. The Effect of Fissure Morphology and Pretreatment of the Enamel Surface on Penetration and Adhesion of Fissure Sealants. *J Oral Rehabil.* 1996;23:791-798.
82. Sturdevant, Heymann HO, Sturdevant's Art&Science Operative Dentistry 4th edition. St.Louis Mosby 2002.
83. Bilgin EŞ, Erdem AP. Gelişimsel Mine Defektleri ve Tedavi Yaklaşımları. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. 2016;26(2):334-343.
84. Gürkaya B. Diş Sert Dokularinin Hipoplazileri. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Bitirme Tezi 2013
85. Fragelli CMB, Souza JF, Bussaneli DG et al. Survival of sealants in molars affected by molar-incisor hypomineralization: 18-month follow-up. *Brazilian oral research* 2017;31(30):1-9.
86. Evans RW, Dennison PJ. The Caries Management System: an evidence-based preventive strategy for dental practitioners. Application for children and adolescents. *Australian Dental Journal.* 2009;54:381-389.

87. Rethman J. Trends in preventive care: caries risk assessment and indications for sealants. *Am Dent Assoc.* 2000;131:8-12.
88. Bektaş S, Turgut M. Çocuk Diş Hekimliğinde Çürük Risk Tayini. Bölüm 1. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2010;11(3):109-118
89. Ismail AI, Sohn W, Tellez M, Amaya A, Sen A et al. The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2007;35(3):170-178.
90. Pit and Fissure Sealants. Irish Oral Health Services Guideline <https://www.ucc.ie/en/media/research/ohsrc/PitandFissureSealantsFull.pdf> 2010.
91. Jablonski-Momeni A, Ricketts DN, Weber et al. Effect of different time intervals between examinations on the reproducibility of ICDAS-II for occlusal caries. *Caries research* 2010;44(3):267-271.
92. Dikmen B. ICDAS II Criteria (International Caries Detection And Assessment System). *J Istanbul Univ Fac Dent* 2015;49(3):63-72.
93. Pitts NB, Ekstrand KR, Foundation I. International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) and its International Caries Classification and Management System (ICCMS) - methods for staging of the caries process and enabling dentists to manage caries. *Community dentistry and oral epidemiology* 2013;41(1):41-52.
94. Deery C. Caries detection and diagnosis, sealants and management of the possibly carious fissure. *Br Dent J.* 2013;7 (214):551-557.
95. Diniz MB, Rodrigues JA, Hug I, Cordeiro Rde C, Lussi A: Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for occlusal caries detection. *Community dentistry and oral epidemiology* 2009;37(5):399-404.
96. Yang SY, Kwon JS, Kim KN, Kim KM. Enamel Surface with Pit and Fissure Sealant Containing 45S5 Bioactive Glass. *Journal of dental research* 2016;95(5):550-557.
97. Akbaş Y, Hazar Bodrumlu E. New Preventive Approaches In Pediatric Dentistry. *Journal of International Dental Sciences* 2016;1(1):1-8.
98. Savaş S, Bölükbaşı B, Küçükyılmaz E. Topikal Flor Uygulamalarının Cam İyonomer Esaslı Fissür Örtücü Materyallerin Mikrosertlikleri Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 2015;1(25):7-12.

99. Kaya T, Tirali ER. Cam İyonomer Simanlardaki Gelişmeler. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg 2013;7:71-77.
100. Feigal RJ, Donly KJ. The Use of Pit and Fissure Sealants. Pediatric Dentistry 2006;28(2):143-150.
101. Padmavar N, Pawar N, Joshi S et al. Biosmart Dental Materials: A New Era in Dentistry. International Journal of Oral Health and Medical Research 2016;3(1):171-176.
102. Srinivasan N, Kavitha M, Loganathan SC. Comparison of the remineralization potential of CPP-ACP and CPP-ACP with 900 ppm fluoride on eroded human enamel: An in situ study. Archives of oral biology 2010;55(7):541-544.
103. Oliveira GM, Ritter AV, Heymann HO et al. Remineralization effect of CPP-ACP and fluoride for white spot lesions in vitro. Journal of dentistry 2014;42(12):1592-1602.
104. Diyapriya GK, Yavagal PC, Veeresh DJ. Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate in Dentistry: An Update. Int J Oral Health Sci 2016;6:18-25.
105. Malaton S, Slutzky H, Mazor Y, Weis EI. Surface Antibacterial Properties of Fissure Sealants. Pediatric Dentistry 2003;25(1):43-48.
106. Aren G, Külekçi G, Akıncı T. Fissür Örtücü Uygulamalarının Tükürük Mutans Streptokokları ve Laktobasil Oranlarına Etkisi. İÜ Diş Hek Fak Der 1995;29:80-83.
107. Cannon M. A New Therapeutic Pit-and-Fissure Sealant Improves Early Dental Caries Monitoring for Minimally Invasive Dentistry. Inside Dentistry 2008;4(5):1-3.
108. Gunda S, Varma N. Minimal Intervention in Pediatric Dentistry. Journal of Orofacial Research 2013;3(1):28-33.
109. Ulu O, Dörtler C. Fissür Örtücüler ve Uygulama Alanları. İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi 2008;42(3-4):25-30.
110. Gorseta K: Fissure Sealing in Occlusal Caries Prevention <http://www.researchgate.net/publication/273919752> [Mart 2015]
111. Weintraub J. Pit and Fissure Sealants in High-Caries-Risk Individuals. Journal of Dental Education 2001;65(10):1084-1090.

112. Welbury R, Raadal M, Lygidakis NA. EAPD Guidelines for the Use of Pit and Fissure Sealants. *European Journal of Pediatric Dentistry* 2004;3:179-184.
113. Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, Nordblad A, Makela M et al. Pit and fissure sealants for preventing dental decay in permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;31(7).
114. Sungurtekin E, Öznurhan F, Öztaş N. Pit Ve Fissür Sealant Uygulamaları: Sistematik Bir Derleme. *GÜ Diş Hek Fak Derg* 2010;27(2):145-149.
115. Yalçın Çakır F, Türkün ŞL, Gürkan S. Minimal Girişimsel Yaklaşımlarda Kullanılan Estetik Restoratif Materyaller. *Dental Klinik Dergisi* 2013;3:26-30.
116. Simonsen RJ. Pit and Fissure Sealant: Review of the Literature. *Pediatric Dentistry* 2002;24(5):393-414.
117. Bayırlı G, Şirin Ş. Konservatif Diş Tedavisi. *İstanbul 1982 Dünya Tıp Kitapevi* 285-343.
118. San-Martin L, Ogunbodede EO, Kalenderian E. A 50-year audit of published peer-reviewed literature on pit and fissure sealants, 1962-2011. *Acta odontologica Scandinavica* 2013;71(6):1356-1361.
119. Sidhu SK, Nicholson JW. A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *Journal of functional biomaterials* 2016;7(3):1-15.
120. Bhatnagar A, Wagh S, Singh B, Agarwal RR, Khan F. Smart Materials-A Review. *Annals of Dental Specialty* 2016;4(1):10-12.
121. Subramaniam P, Girish Babu KL, Jayasurya S. Evaluation of Solubility and Microleakage of Glass Carbomer Sealant. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2015;39(5):429-434.
122. Berg JH, Croll TP. Glass Ionomer Restorative Cement Systems: An Update. *Pediatr Dent* 2015;37(2):116-124.
123. Benderli Y. Cam İyonomer Simanların Fiziksel Mekanik Biyokimyasal Özellikleri ve Uygulanımları Yönünden Değerlendirilmesi. *İ Ü Diş Hek Fak Der* 1994;28:313-318.
124. Kanıklı Ö, Türkün Ş. Restoratif Cam İyonomer Simanlarda Güncel Yaklaşımlar. *EÜ Dişhek Fak Derg* 2016;37(2):54-65.

125. Romitti FMG, Imparato JCP, Manzano TP. A Comparative Study of Two High-Viscosity Ionomeric Cements for the Sealing of Newly Erupted Permanent Molars. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada* 2015;15(1):421-429.
126. Dionysopoulos D, Sfeikos T, Tolidis K. Fluoride release and recharging ability of new dental sealants. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2016;17(1):45-51.
127. American Academy of Pediatric Dentistry, *Guideline on Pediatric Restorative Dentistry* 1991.
128. Kantovitz KR, Pascon FM, Correr GM et al. Influence of Environmental Conditions on Properties of Ionomeric and Resin Sealant Materials. *J Appl Oral Sci* 2009;17(4):294-300.
129. Dayanand C, Prathamesh L, Shashank K et al. Comparative Evaluation of the Fluoride Release and Recharge through Four Different Types of Pit and Fissure Sealants: An In Vitro Study. *Int J Adv Health Sci* 2015;2(6):1-6.
130. Ananda SR, Mythri H. A Comparative Study Of Fluoride Release From Two Different Sealants. *Journal Of Clinical And Experimental Dentistry* 2014;6(5):497-501
131. Güçyetmez Topal B, Kırzioğlu Z. Tükürük ve Nem Kontaminasyonunun Fissür Örtücü Başarısızlığındaki Rolü. *SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2016;7(3):45-50.
132. Cebe F, Cebe MA, Polat S, Bıçakçı H. Comparison of eluted monomer from different indirect and direct resin composites. *Journal of Adhesion Science and Technology* 2017;31(15):1711-1722.
133. Chiari MD, Rodrigues MC, Xavier TA et al. Mechanical Properties And Ion Release From Bioactive Restorative Composites Containing Glass Fillers And Calcium Phosphate Nano-Structured Particles. *Dental Materials : Official Publication Of The Academy Of Dental Materials* 2015;31(6):726-733.
134. Schwengberg S, Bohlen H, Kleinsasser N et al. In Vitro Embryotoxicity Assessment With Dental Restorative Materials. *Journal Of Dentistry* 2005;33(1):49-55.
135. Eren B, Özel Bektaş Ö. Dental Adezivler. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2006;1(9):63-67.

136. Barszczewska-Rybarek I, Jurczyk S. Comparative Study of Structure-Property Relationships in Polymer Networks Based on Bis-GMA, TEGDMA and Various Urethane-Dimethacrylates. *Materials* 2015;8(3):1230-1248.
137. Özel Bektaş Ö, Eren D, Hürmüzlü F. Farklı İki Kompozit Rezinin Su Emilimi Yönünden Karşılaştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2006;2(9):95-100.
138. Sütlaş E, Aras Ş. Asitsiz Uygulanan Rezin Esaslı Bir Fissür Örtücünün Mikrosızıntısının Değerlendirilmesi A.Ü. Dış Hek. Fak. Derg. 2009;36(3):163-168.
139. Özel Bektaş Ö, Hergüner Siso Ş, Eren D. Işık Kaynakları, Polimerizasyon ve Klinik Uygulamalar. *EÜ Dışhek Fak Derg* 2006;27:117-124.
140. Kavaloğlu Ş, Sandallı N. Compressive Strength, Surface Roughness, Fluoride Release and Recharge of Four New Fluoride-releasing Fissure Sealants. *Dental Materials Journal* 2007;26(3):335-341.
141. Marković D, Petrović B, Perić T, Mandić J. Prophylactic Properties of Fluoride-releasing Dental Materials. *Association of Metallurgical Engineers of Serbia* 2008:112-120.
142. Dayanand C, Prathamesh L, Shashank K et al. Comparative Evaluation of the Fluoride Release and Recharge through Four Different Types of Pit and Fissure Sealants: An In Vitro Study. *Int J Adv Health Sci* 2015;2(6):1-6.
143. Küçükeşmen ÇHC, Öztaş DD, Erkuş S. Farklı Işık Kaynakları İle Polimerize Edilen Kompozit Kompomer ve Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman Materyallerinin Su Emilimi ve Suda Çözünürlük Düzeylerinin İncelenmesi. *SDÜ Tıp Fak. Derg.* 2007;14(2):17-23.
144. Karaman E, Yazıcı R, Görücü J, Başeren M. Farklı Pürüzlendirme Yöntemleriyle Uygulanan Fissür Örtücülerin 18 Aylık Klinik Performanslarının Değerlendirilmesi. *GÜ Dış Hek Fak Derg.* 2012;29(1):33-40.
145. Uysal D, Güler Ç. Dış Hekimliği'nde Lazer: Bir Literatür Derlemesi Atatürk Üniv. *Dış Hek. Fak. Derg.* 2012;6:44-53.
146. Cury JA, de Oliveira BH, dos Santos AP, Tenuta LM. Are Fluoride Releasing Dental Materials Clinically Effective on Caries Control? *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials* 2016;32(3):323-333.

147. Pushpalatha HM, Ravichandra KS, Srikanth K et al. Comparative evaluation of Shear bond strength of different Pit and fissure Sealants in Primary and Permanent teeth – An In-Vitro Study. *Journal of International Oral Health* 2014;6(2):84-89.
148. Zhao X, Pan J, Malmstrom HS, Ren YF. Protective Effects of Resin Sealant and Flowable Composite Coatings Against Erosive and Abrasive Wear of Dental Hard Tissues. *Journal of Dentistry* 2016;49:68-74.
149. Rahimian-Imam S, Ramazani N, Fayazi MR. Marginal Microleakage of Conventional Fissure Sealants and Self-Adhering Flowable Composite as Fissure Sealant in Permanent Teeth. *Journal of Dentistry Tehran University of Medical Science* 2015;12(6):430-435.
150. Kantovitz KR, Pascon FM, Correr GM et al. Influence Of Environmental Conditions On Properties Of Ionomeric And Resin Sealant Materials. *J Appl Oral Sci.* 2009;17(4):294-300.
151. Venkatesan K, Ranjan M. Remineralizing Agents in Dentistry: A Review. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences* 2014;13(4):57-60.
152. Turgut M, Güngör HC, Ölmez S. Süt Dişlerinde Pit ve Fissür Örtücü Olarak Kullanılan Poliasitle Modifiye Akışkan Kompozit Resinin Klinik Değerlendirmesi: 1. Yıl Sonuçları. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi* 2005;29(4):2-7.
153. Najeeb S, Khurshid Z, Zafar MS et al. Modifications in Glass Ionomer Cements: Nano-Sized Fillers and Bioactive Nanoceramics. *International Journal of Molecular Sciences* 2016;17(7):1-14.
154. Mousavinasab M, Meyers I. Fluoride Release by Glass Ionomer Cements, Compomer and Giomer. *Dent Res J (Isfahan)* 2009;6(2):75–81.
155. Milward PJ, Adusei GO, Lynch CD. Improving some selected properties of dental polyacid-modified composite resins. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 2011;27(10):997-1002.
156. Kalra S, Singh A, Gupta M, Chadha V. Ormocer: An aesthetic direct restorative material; an in vitro study comparing the marginal sealing ability of organically modified ceramics and a hybrid composite using an ormocer-based bonding agent and a conventional fifth-generation bonding agent. *Contemporary clinical dentistry* 2012;3(1):48-53.

157. Yücel T, Tarım B, Ulukapı H, Demirci M. Ön Bölge Dişlerde Direk Estetik Restorasyonlar. *Estetik Diş Hekimliği ve Klinik Uygulamaları TDBD* 2004;83:10-24.
158. Bani M, Tiralı RE. Effect of New Light Curing Units on Microleakage and Microhardness of Resin Sealants. *Dent Mater J* 2016;35(3):517-522.
159. Hench LL. The story of Bioglass. *Journal of materials science Materials in medicine* 2006;17(11):967-978.
160. Hu Y , Zhong J. Medical progress Osteostimulation of bioglass. *Chin Med J* 2009;122(19):2386-2389.
161. Krishnan V, Lakshmi T. Bioglass: A novel biocompatible innovation. *Journal of advanced pharmaceutical technology & research* 2013;4(2):78-83.
162. Ylı-Urpo H, Vallittu PK, Narhi TO. Release of silica, calcium, phosphorus, and fluoride from glass ionomer cement containing bioactive glass. *Journal of Biomaterials Applications* 2004;19:5-11.
163. Zehnder M, Luder HU, Schatzle M, Kerosuo E, Waltimo T. A comparative study on the disinfection potentials of bioactive glass S53P4 and calcium hydroxide in contra-lateral human premolars ex vivo. *International Endodontic Journal*, 2006;39:952-958.
164. Wang Y, Kaga M, Kajiwarada D et al. Ion Release and Buffering Capacity of S-PRG Filler-containing Pit and Fissure Sealant in Lactic Acid. *Nano Biomedicine* 2011;3(2):275-281.
165. Kimyai S, Savadi-Oskoe S, Ajami AA, Sadr A, Asdagh S. Effect of Three Prophylaxis Methods on Surface Roughness of Giomer. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal* 2011:110-114.
166. Choudhary HV , Tandon S, Rathore M, Gopal K, Tiwari N. Fluoride Release And Uptake By Glass Ionomer Cements, Polyacid Modified Composite Resin And Giomer- Assessment An In Vitro. *IJOER* 2015;3(1):68-74.
167. Jiang Q, Pan H, Liang B, Fu B, Hannig M. Effect of saliva contamination and decontamination on bovine enamel bond strength of four self-etching adhesives. *Operative dentistry* 2010;35(2):194-202.

168. Quader SMA, Alam MS, Bashar AKM, Gafur A, Al-Mansur MA. Compressive Strength, Fluoride Release and Recharge of Giomer. *Updat Dent. Coll J* 2012;2(2):28-37.
169. Alsayed EZ, Hariri I, Nakashima S et al. Effects of coating materials on nanoindentation hardness of enamel and adjacent areas. *Dental Materials* 2016;32(6) 807-816.
170. Zawaideh F, Owais A, Kawaja W. Ability of Pit and Fissure Sealant-containing Amorphous Calcium Phosphate to Inhibit Enamel Demineralization. *Int J Clin Pediatr Dent* 2016;9(1):10-14.
171. Mangaiyarkarasi SP, Manigandan T, Sivagami S, Vijayakumar R, Chowdary N. *Biosmart Dentistry* 2013;5(4):34-38.
172. Gorseta K, Glavina D, Borzabadi-Farahaní A, Hill RG. One-Year Clinical Evaluation of a Glass Carbomer Fissure Sealant, a Preliminary Study. *Eur. J. Prosthodont. Rest. Dent. Printed in Great Britain* 2014;22(2):67-71.
173. Zainuddin N, Karpukhina N, Law RV, Hill RG. Characterisation of a remineralising Glass Carbomer(R) ionomer cement by MAS-NMR spectroscopy. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials* 2012;28(10):1051-1058.
174. Silva ASR, Santos RFR, Spadaro CCA et al. Profile of Fluoride Release from a Nanohybrid Composite Resin. *Dentistry 3000* 2015;3(1):9-12.
175. Arslanoglu Z, Altan H, Sahin O, Tekin MG, Adigüzel M. Evaluation of Surface Properties of Four Tooth-Colored Restorative Materials. *Acta Physica Polonica A* 2015;128(2):310-313.
176. Dülgerligil ÇT, Ertürk AT. Diş Hekimliği Restoratif Uygulamalarında Yeni Materyal Olarak Cam Karbomer Simanlar. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 2016;26(3):517-523.
177. Simirnova EKT, Pazdnikova N. A One-Year Clinical Study of the Efficacy of a Pit-and-Fissure Sealant Containing Bioactive Glass. *OHDMBSC* 2009;8(1):7-12.
178. Koenraads H, Van der Kroon G, Frencken JE. Compressive strength of two newly developed glass-ionomer materials for use with the Atraumatic Restorative Treatment (ART) approach in class II cavities. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 2009;25(4):551-556.

179. Cehreli SB, Tirali RE, Yalcinkaya Z, Cehreli ZC. Microleakage of newly developed glass carbomer cement in primary teeth. *European Journal of Dentistry* 2013;7:15-20.
180. Menne-Happ U, Ilie N. Effect of gloss and heat on the mechanical behaviour of a glass carbomer cement. *Journal of dentistry* 2013;41(3):223-230.
181. Arnold WH, Bachstaedter L, Benz K, Naumova EA. Resin Infiltration into Differentially Extended Experimental Carious Lesions. *The Open Dentistry Journal* 2014;8:251-256.
182. Vicente A, Ortiz Ruiz AJ, Gonzalez Paz BM, Garcia Lopez J, Bravo-Gonzalez LA. Efficacy of fluoride varnishes for preventing enamel demineralization after interproximal enamel reduction. Qualitative and quantitative evaluation. *PloS one* 2017;12(4):1-11.
183. Minami M, Watanabe S, Suzuki A, Pai C. Research on the remineralization of partially decalcified enamel surfaces using extracted tooth with calcifying solution. *Pediatric Dental Journal* 2006;16(2):138-144.
184. Langhorst SE, O'Donnell JN, Skrtic D. In vitro remineralization of enamel by polymeric amorphous calcium phosphate composite: quantitative microradiographic study. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 2009;25(7):884-891.
185. Kensche A, Potschke S, Hannig C et al. Influence of Calcium Phosphate and Apatite Containing Products on Enamel Erosion. *The Scientific World Journal* 2016;1-12.
186. Meyer-Lueckel H, Paris S, Mueller J, Colfen H, Kielbassa AM. Influence of the application time on the penetration of different dental adhesives and a fissure sealant into artificial subsurface lesions in bovine enamel. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 2006;22(1):22-28.
187. Paris S, Meyer-Lueckel H, Mueller J, Hummel M, Kielbassa AM. Progression of sealed initial bovine enamel lesions under demineralizing conditions in vitro. *Caries research* 2006;40(2):124-129.
188. Gennady V, Lubarsky Sanjukta L, Raechelle AD, Meenan BJ, Lemoine P. The Role of Enamel Proteins in Protecting Mature Human Enamel Against Acidic Environments: A Double Layer Force Spectroscopy Study. *Biointerphases* 2012;7(14):1-8.

189. Nair AS, Kumar RK, Philip ST et al. A Comparative Analysis of Caries Inhibitory Effect of Remineralizing Agents on Human Enamel Treated With Er:YAG Laser: An In-vitro Atomic Emission Spectrometry Analysis. Journal of clinical and diagnostic research : JCDR 2016;10(12):10-13.
190. Jones RS, Fried D. Remineralization of Enamel Caries Can Decrease Optical Reflectivity J Dent Res. 2006;85(9):804–808.
191. Lippert F, Parker DM, Jandt KD. In vitro demineralization/remineralization cycles at human tooth enamel surfaces investigated by AFM and nanoindentation. Journal of colloid and interface science 2004;280(2):442-448.
192. Ünlü NA, Özer F. Florlu Florsuz Diş Macunu Kullanmanın Tükürük Akış Hızı, Tamponlama Kapasitesi, Kalsiyum, Fosfor, Total Protein Ve Flor Konsantrasyonlarına Etkisi. Atatürk Üniv. Diş. Hek. Fak. Derg. 2001;11(1):52-60.
193. Zawaideh FI, Owais AI, Kawaja W. Ability of Pit and Fissure Sealant-Containing Amorphous Calcium Phosphate to Inhibit Enamel Demineralization. Int J Clin Pediatr Dent 2016;9(1):10-14.
194. Koulourides T. Dynamics of Tooth Surface Oral Fluid Equilibrium. Adv Oral Biol 1966;2:149- 71.
195. Arrends J, Bocsh T. Demineralization And Remineralization Evaluation Techniques. J Dent Res 1992;71:924-928.
196. Karlinsey RL, Mackey AC, Walker TJ et al. In vitro remineralization of human and bovine white-spot enamel lesions by NaF dentifrices: A pilot study. J Dent Oral Hyg. 2011;3(2):22–29.
197. Mikro Vickers Sertlik Deney Föyü <http://bys.trakya.edu.tr/file/open/83587897>
198. Metal Teknoloji Sertlik Ölçme Yöntemleri. http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/metal/moduller/sertlik_olcme_yontemleri.pdf MEGEP (Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi) 2006.
199. Vander Voort GF, Fowler R. Low-Load Vickers Microindentation. Advanced Materials & Processes 2012:28-33.
200. Winchell H. The Knoop Microhardness Tester As A Mineralogical Tool. http://www.minsocam.org/ammin/AM30/AM30_583.pdf

201. Lippert F, Lynch RJ. Comparison Of Knoop And Vickers Surface Microhardness And Transverse Microradiography For The Study Of Early Caries Lesion Formation In Human And Bovine Enamel. Archives Of Oral Biology 2014; 59(7):704-710.
202. Independent Metallurgist and Consultant to the Thermal Spray Coating Industry: Hardness Test. İnternet Kaynağı: <http://civil.eng.buffalo.edu/cie616/2-LECTURES/Lecture%204a%20%20Material%20Testing/HARDNESS%20TEST.pdf>
203. Sertlik Deneyi. Celal Bayar Üniversitesi Laboratuvar Malzeme Bilgisi Ders Föyü. http://www2.bayar.edu.tr/muhendislik/malzeme/dersler/malzeme_lab/sertlik.pdf
204. Craig JR. Quantitative Methods-Microindentation Hardness, Ore Microscopy And Ore Petrography Second Edition. USA. John Wiley & Sons. Inc. 1994:106-117.
205. Anusavice KJ. Phillips' Science of Dental Materials. 11th Ed. St. Louis, Missouri: Saunders 2003.
206. O'Brien WJ. Dental Materials and Their Selection. 2nd ed. Chicago Quintessence Publishing Co Inc. 1997.
207. Paradella TC, Bottino MA. Scanning Electron Microscopy in Modern Dentistry Research. Brazilian Dental Science 2012;15(2):43-48.
208. Mejia-Olea O, Contreras-Bulnes R , Zamudio-Ortega RM, Morales-Luckie RM, Olea Cardoso O. Scanning Electron Microscopy and Energy Dispersive Spectroscopy microanalysis applied to human dental specimens under laser irradiation for caries prevention. Microscopy: advances in scientific research and education (A. Méndez-Vilas, Ed.) Formatex 2014;70-77.
209. H. Yorucu, O. T. Özkan, S. Özen, Z. Mısırlı, S. Onurlu, Malzeme Biliminde Tarama Elektron Mikroskobu Uygulamasına Giriş, TÜBİTAK-MBEAM, Proje No: 031202 8602, Gebze, Eylül 1986
210. Terim Kapakin KA. Scanning-Elektron Mikroskobu. YYÜ Vet Fak Derg 2006;17(1-2):55-58.
211. Nicolae CS, Amariei CI. Comparative Study Using Scanning Electron Microscopy and Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy to Assess Morphological Modifications to the Enamel Surface Produced by Three Sodium Fluoride Solutions. OHDM 2011;10(4):199-208.

212. Asaka Y, Miyazaki M, Aboshi H et al. EDX Fluorescence Analysis and SEM Observations of Resin Composites. *Journal of Oral Science* 2004;46(3):143-148.
213. Exterkate RAM, ten Cate JM. Effects of a New Titanium Fluoride Derivative on Enamel de- and Remineralization. *Eur J Oral Sci* 2007;115:143-147.
214. Petta TM, do Socorro Batista de Lima Gomes Y, Antunes Esteves R et al. Chemical Composition and Microhardness of Human Enamel Treated with Fluoridated Whiting Agents. A Study in Situ. *The open dentistry journal* 2017;11:34-40.
215. Salehzadeh Esfahani K, Mazaheri R, Pishavar L. Effects of Treatment with Various Remineralizing Agents on the Microhardness of Demineralized Enamel Surface. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects* 2015;9(4):239-245.
216. China Ana LP, Souza NM, Gomes YL, Alexandrino L, Silva CM. Effect of Fluoride Gels on Microhardness and Surface Roughness of Bleached Enamel. *The Open Dentistry Journal* 2014;8:188-193.
217. Arnold WH, Gaengler P. Quantitative Analysis of the Calcium and Phosphorus Content of Developing and Permanent Human Teeth. *Ann Anat* 2007;189(2):183-190.
218. Barbour ME, Rees JS. The Laboratory Assessment Of Enamel Erosion: A Review *J Dent* 2004;32(8):591-602.
219. Arnold WH, Dorow A, Langenhorst S et al. Effect of Fluoride Toothpastes on Enamel Demineralization. *BMC Oral Health* 2006;6(8):1-6.
220. Arnold WH, Haase A, Hacklaender J et al. Effect of pH of Amine Fluoride Containing Toothpastes on Enamel Remineralization in vitro. *BMC Oral Health* 2007;7(14):1-5.
221. Arnold WH, Forer S, Heesen J et al. The in vitro Effect of Fluoridated Milk in a Bacterial Biofilm--enamel model. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub* 2006;150(1):63-69.
222. Özel E, Soyman M. LED Işık Kaynakları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2003;13:13-17.
223. Instructions Of Use Glass Fill UK <http://www.Gcp-Dental.Com/Wp-Content/Uploads/2012/08/Instructions-Of-Use-Glass-Fill-UK>. 2011

224. Mahoney EK, Rohanizadeh R, Ismail FS, Kilpatrick NM, Swain MV. Mechanical Properties and Microstructure of Hypomineralised Enamel of Permanent Teeth. *Biomaterials* 2004;25(20):5091-5100.
225. El-Wassefy NA. Remineralizing Effect Of Cold Plasma And/Or Bioglass On Demineralized Enamel. *Dent Mater J* 2017;36(2):157-167.
226. Liu Q, Chen Z, Pan H, Darvell BW. The Effect of Excess Phosphate on the Solubility of Hydroxyapatite. *Ceramics International* 2014;40(2):2751-2761.
227. Eissaa OE, El-Shourbagy EM, Ghobashy SA. In vivo Effect of a Fluoride Releasing Adhesive on Inhibition of Enamel Demineralization Around Orthodontic Brackets. *Tanta Dental Journal* 2013;10(2):86-96.
228. Eggerath J, Kremniczky T, Gaengler P, Arnold WH. EDX- Element Analysis of the In Vitro Effect of Fluoride Oral Hygiene Tablets on Artificial Caries Lesion Formation and Remineralization in Human Enamel. *Open Dent J* 2011;5:84-89.
229. Arnold WH, Cerman M, Neuhaus K, Gaengler P. Volumetric Assessment and Quantitative Element Analysis of the Effect of Fluoridated Milk on Enamel Demineralization. *Arch Oral Biol* 2003;48(6):467-473.
230. Naumova EA, Niemann N, Aretz L, Arnold WH. Effects of Different Amine Fluoride Concentrations on Enamel Remineralization. *J Dent* 2012;40(9):750-755.
231. Dong Z, Chang J, Deng Y, Joiner A. In vitro Remineralization of Acid-etched Human Enamel with Ca₃SiO₅. *Applied Surface Science* 2010;256(8):2388-2391.
232. Jalevik B, Odelius H, Dietz W, Noren J. Secondary Ion Mass Spectrometry and X-ray Microanalysis of Hypomineralized Enamel in Human Permanent First. *Arch Oral Biol* 2001;46(3):239-247.
233. Zhou C, Zhang D, Bai Y, Li S. Casein Phosphopeptide-amorphous Calcium Phosphate Remineralization of Primary Teeth Early Enamel Lesions. *J Dent* 2014;42(1):21-29.
234. Topaloğlu B. Kazein Fosfopeptid-Amorf Kalsiyum Fosfat İçerikli Patın Mine Demineralizasyonu Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Doktora Tezi Ondokuz Mayıs Üniversitesi* 2009.
235. Hegde MN, Moany A. 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. *J Conserv Dent* 2012;15(1):61-67.
236. Aras Ş, Sütlaş E. Başlangıç Mine Lezyonlarının Tedavisinde Florid İlave Edilmiş Kazein Fosfopeptit Amorfoz Kalsiyum Fosfat (CPP-ACPF) ile Floridli Sütün Etkinliğinin Araştırılması. Bilimsel Arastırma Projeleri, Ankara Üniversitesi, Ankara 2011.
237. Yaman SD, Er O, Yetmez M, Karabay GA. In vitro Inhibition of Caries-like Lesions with Fluoride-releasing Materials. *J Oral Sci* 2004;46(1):45-50.
238. Cooley RL, McCourt JW, Huddleston AM, Casmedes HP. Evaluation of a Fluoride-containing Sealant by SEM, Micrileakage, and Fluoride Release. *Pediatric Dentistry* 1990;12(1):38-42.
239. Hicks MJ, Flaitz CM, Garcia-Godoy F. Fluoride Releasing Sealant and Caries-like Enamel Lesion Formation in vitro. *J Clin Pediatr Dent* 2000;24(3):215-219.
240. Takeuti ML, Marquezan M, Rodrigues CR, Rodrigues Filho LE, Rocha Rde O. Inhibition of Demineralization Adjacent to Tooth-colored Restorations in Primary Teeth After 2 in vitro Challenges. *J Dent Child (Chic)* 2007;74(3):209-214.
241. Lobo MM, Pecharki GD, Tengan C et al. Original Fluoride-Releasing Capacity And Cariostatic Effect Provided By Sealants. *Journal of Oral Science* 2005;47(1):35-41.
242. Gjorgievska E, Nicholson WJ, Iljovska S, Slipper I. The Potential of Fluoride-Releasing Dental Restoratives to Inhibit Enamel Demineralization: an SEM Study. *Prilozi* 2009;30(1):191-204.
243. Kantovitz KR, Pascon FM, Nociti FH, Jr., Tabchoury CP, Puppim-Rontani RM. Inhibition of enamel mineral loss by fissure sealant: an in situ study. *Journal of dentistry* 2013;41(1):42-50.
244. Salar DV, García-Godoy F, Flaitz CM, Hicks MJ. Potential inhibition of demineralization in vitro by fluoride-releasing sealants. *The Journal of the American Dental Association* 2007;138(4):502-506.
245. Serra MC, Cury JA. The in vitro Effect of Glass-ionomer Cement Restoration on Enamel Subjected to a Demineralization and Remineralization Model. *Quintessence Int* 1992;23(2):143-147.

246. Savarino L, Saponara Teutonico A, Tarabusi C, Breschi L, Prati C. Enamel Microhardness After in vitro Demineralization and Role of Different Restorative Materials. *J Biomater Sci Polym Ed* 2002;13(3):349-357.
247. Amaral MT, Guedes-Pinto AC, Chevitarese O. Effects of a Glass-ionomer Cement on the Remineralization of Occlusal Caries – An In Situ Study. *Braz Oral Res* 2006;20(2):91-96.
248. Pınar Erdem A, Gencay K. Kanıta Dayalı Diş Hekimliği Kapsamında Cam İyonomer Simanların Önerilen Klinik Kullanım Alanları. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 2013;23(1):123-130
249. Alsaffar A, Tantbirojin D, Versluis A, Beiraghi S. Protective Effect of Pit and Fissure Sealants on Demineralization of Adjacent Enamel. *Pediatric Dentistry* 2011;33:491-495.
250. Choudhary P, Tandon S, Ganesh M, Mehra A. Evaluation of the Remineralization Potential of Amorphous Calcium Phosphate and Flouride Containing Pit and Fissure Sealants Using Scanning Electron Microscopy. *Indian J Dent Res* 2012;23:157-163.

8. ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Adana ilinin Kozan ilçesinde dünyaya geldim. 1996-2004 yılları arasında, ilk ve orta öğrenimimi 60. Yıl İlköğretim Okulu'nda tamamladım. 2004 yılında lise öğrenimime başladığım Yusuf Baysal Anadolu Lisesi'nden, 2008 yılında birincilikle mezun oldum. 2008 yılında üniversite öğrenimime başladığım Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden, 2013 yılında ikincilikle mezun oldum. 2014 yılında atandığım Edirne-Havsa Toplum Sağlığı Merkezi'nde kısa bir süre görev yaptıktan sonra, aynı yıl Diş Hekimliği Uzmanlık Eğitimi Giriş Sınavı'nı (DUS) kazanarak Dicle Üniversitesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandım.



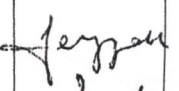
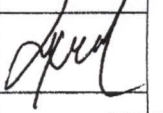
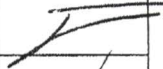
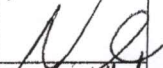

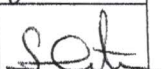
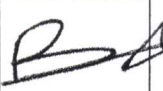

T.C.
DICLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
YEREL ETİK KURULU

ETİK KURUL KARARI

TOPLANTI TARİHİ	TOPLANTI SAYISI	KARAR NO	ARAŞTIRMA YÜRÜTÜCÜSÜ
21-11-2016	5	4	Prof.Dr. Sema ÇELEKN Pedodonti Anabilim Dalı

KARAR

'Güncel Fissür Örtücü Materyallerinin Mine Remineralizasyonuna Katkısının İn Vitro Olarak İncelenmesi' başlıklı, 2016/40 protokol no.lu çalışma etik kurulumuz tarafından görüşülmüş olup, etik kurallara uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.

Görevi	Adı Soyadı	Bölümü	Evet	Hayır	İmza
Başkan (raportör)	Prof.Dr. Beyza KAYA	Diş.Hek. Fak.Ağız, Diş,Çene Hst. ve Cerrahisi	X		
Başkan Yrd.	Prof. Dr. Remzi NİĞİZ	Diş.Hek.Fak.Protetik Diş Tedavisi A.D	X		
üye	Prof. Dr. Seher GÜNDÜZ ASLAN	Tıp Fak. Ortodonti A.D	X		
üye	Prof.Dr. Nezahat AKPOLAT	Tıp Fak.Mikrobiyoloji A.D	✓		
üye	Prof.Dr. M.Zülküf AKDAĞ	Tıp Fak. Biyofizik A.D	X		
üye	Doç.Dr. Emin Caner TÜMEN	Diş.Hek. Fak. Pedodonti A.D	✓		
üye	Doç.Dr. Ayfer AKTAŞ	D.Ü. Tıp Fak. Histoloji-Embriyoloji A.D			
üye	Doç.Dr. Bayram İNCE	Diş.Hek. Fak. Konservatif Diş Tedavisi A.D	X		
üye	Doç.Dr. Ela Tules KADİROĞLU	Diş.Hek. Fak. Periodontoloji A.D	X		
üye	Yrd.Doç.Dr.Ersin UYSAL	D.Ü.Meslek Yük. Okulu Bilg.Prog.			
üye	Av. Şahhanım KAPLAN	D.Ü Hukuk Müşavirliği			