

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI FİSSÜR ÖRTÜCÜ MATERYALLERİNİN FLOR VERNİK
UYGULAMASI ÖNCESİ VE SONRASINDA NANOSERTLİK VE
SİTOTOKSİSİTELERİNİN İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Ece ÜNLÜGENÇ

Danışman

Prof. Dr. Behiye BOLGÜL

HATAY – 2019

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI FİSSÜR ÖRTÜCÜ MATERYALLERİNİN FLOR VERNİK
UYGULAMASI ÖNCESİ VE SONRASINDA NANOSERTLİK VE
SİTOTOKSİSİTELERİNİN İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Ece ÜNLÜGENÇ

Danışman

Prof. Dr. Behiye BOLGÜL

Bu tez, Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
18.U.011 nolu proje olarak desteklenmiştir.

HATAY – 2019

Kabul-Onay Sayfası

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

FARKLI FİSSÜR ÖRTÜCÜ MATERYALLERİNİN FLOR VERNİK
UYGULAMASI ÖNCESİ VE SONRASINDA NANOSERTLİK VE
SİTOTOKSİSİTELERİNİN İNCELENMESİ

Uzmanlık Tezi

Ece ÜNLÜGENÇ

Bu tez aşağıda isimleri yazılı tez jürisi tarafından 26/06/2019 günü sözlü olarak yapılan tez savunma sınavında oybirliği ile kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ:

Jüri Başkanı:

Prof. Dr. Berye BOLGİÇ

Üye :

Üye :

Doç. Dr. Arzu AYILCI YETİCİLER

Üye :

Doç. Dr. Ebru KÜÇÜKYLMAZ

Bu tez, dekanlığımız Pedodonti Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

26/06/2019

Prof. Dr. Nizami DURAN
Diş Hekimliği Fakültesi Dekan V.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince, tez çalışmam sırasında bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren hocam Prof. Dr. Behiye BOLGÜL'e,

Tez çalışmamın sitotoksosite çalışmalarını yapan Üniversitemiz Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı bölümüne,

Tez çalışmamın nanosertlik analizlerini Üniversitemiz Teknoloji ve AR-GE Uygulama ve Araştırma Merkezinde yapan Öğr. Gör. Selvin TURGUT'a,

Tez çalışmamın istatistiksel sonuçlarını değerlendiren ve elde edilen sonuçların yorumlanmasında bana yardımcı olan Arş. Gör. Emre DİRİCAN'a,

Tüm eğitim hayatımız boyunca hep yanımda olan, her zaman desteğini hissettiğim hayat arkadaşım Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalında uzmanlık eğitimi alan eşim Dt. Uğur Can ÜNLÜGENÇ'e

Eğitim hayatımda her türlü imkânı sağlayan ve beni destekleyen sevgili annem Selda YILMAZ'a, babam Muhammet YILMAZ'a ve kardeşim Atakan YILMAZ'a,

Tez çalışmam sırasında desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen tüm asistan arkadaşlarıma ve Pedodonti Anabilim Dalı çalışanlarına en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Kabul-Onay Sayfası	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
ÖZET	XI
ABSTRACT	XII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Mine Histolojisi	3
2.2. Pit ve Fissür Çürükleri	4
2.3. Pit ve Fissür Çürüklerinin Önlenmesinde Koruyucu Tedaviler	5
2.3.1. Ağız Sağlığı Eğitim Programları	6
2.3.2. Flor Uygulamaları	7
2.3.2.1. Sistemik Flor Uygulamaları	9
2.3.2.2. Topikal Flor Uygulamaları	10
2.3.3. Antibakteriyel Ajanlar	11
2.3.4. Sakızların Rolü	12
2.3.5. Pit ve Fissür Örtücüler	13
2.3.5.1. Pit ve Fissür Örtücülerin Tarihçesi	14
2.3.5.2. İdeal Pit ve Fissür Örtücüde Bulunması Gereken Özellikler	15
2.3.5.3. Fissür Örtücü Uygulama Endikasyonları	15
2.3.5.4. Güncel Fissür Örtücü Materyalleri	17
2.3.5.4.1. Rezin Esaslı Fissür Örtücüler	17
2.3.5.4.2. Cam İyonomer Siman Esaslı Fissür Örtücüler	20
2.3.5.4.3. Rezin Modifiye Camiyonmer Esaslı Fissür Örtücüler	21
2.3.5.4.4. Poliasit Modifiye Kompozit Rezin Esaslı Fissür Örtücüler	22
2.3.5.4.5. Ormoser Esaslı Fissür Örtücüler	23

2.3.5.4.6. Giomer Esaslı Fissür Örtücüler	24
2.3.5.4.7. Cam Karbomer Esaslı Fissür Örtücüler	25
2.4. Yüzey Sertliği	27
2.4.1. Yüzey Sertliğini Ölçmek İçin Kullanılan Yöntemler	27
2.5. Elastisite (Young) Modülü	29
2.6. Dental Materyallerde Biyouyumluluk Değerlendirilmesi	29
2.6.1. Sitotoksisite Sonuçlarının Değerlendirilmesi	30
2.6.2. MTT Yöntemi	31
3. GEREÇ VE YÖNTEM	33
3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller	33
3.2. Sitotoksisite Değerlendirme Testi	38
3.2.1. Sitotoksisite Değerlendirme Testi için Örneklerin Hazırlanması	38
3.3. Sitotoksisitenin Değerlendirilmesi	40
3.3.1 Hücre Kültürü Çalışmaları	41
3.3.2. Salınım Sıvılarının Toksikite Değerlendirilmesi	41
3.3.3. Tripan Mavisi Boyama Yöntemi	41
3.3.4. MTT (3-(4,5-Dimethylthiazol-2yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) Yöntemi	42
3.4. Nanosertlik Testi	43
3.4.1. Nanosertlik Testi için Örneklerin Hazırlanması	44
3.5. Nanosertlik Ölçümü	46
4. BULGULAR	48
4.1. Materyallerin Sitotoksisite Testlerine Ait Bulguları	48
4.1.1. Tripan Mavisi Boyama Yöntemi	48
4.1.2. Morfolojik Değerlendirme Sonuçları	48
4.2. Materyallerin Nanosertlik Testlerine Ait Bulguları	54
5. TARTIŞMA	66
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	82
7. KAYNAKLAR	84
EKLER	98
EK-1	98
EK-2	99
EK-3	100
ÖZGEÇMİŞ	101

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. GC Fuji Triage Kapsül (GC,Japonya).....	33
Şekil 3.2. Riva Protect (SDI, Avusturalya).....	34
Şekil 3.3. GCP Glass Seal (GCP Dental, Hollanda).....	34
Şekil 3.4. Ultraseal XT Hydro (Ultradent, USA).....	34
Şekil 3.5. Smart Seal (Detax, Almanya).....	34
Şekil 3.6. Fissurit FX (VOCO, Almanya).....	35
Şekil 3.7. GC MI Flor Vernik (GC, Japonya)	35
Şekil 3.8. Laminar Flow Kabini (Heal Force, Çin).....	36
Şekil 3.9. Kullanılan Steril Aletler.....	37
Şekil 3.10. Kullanılan LED ışık cihazı (VALO).....	37
Şekil 3.11. Amalgamatör cihazı (Linea Tac)	37
Şekil 3.12. Steril Teflon Kalıplar.....	39
Şekil 3.13. Kalıp içerisine materyal yerleştirilmesi.....	39
Şekil 3.14. Flor vernik uygulanmış örnekler.....	39
Şekil 3.15. Flor vernik uygulanmamış örnekler.....	39
Şekil 3.16. MTT yönteminde kullanılan plak görüntüsü.....	43
Şekil 3.17. MTT yönteminde pleytlerin spektrofotometrede değerlendirilmesi.....	43
Şekil 3.18. ECOPRESS 100 cihazı (Metkon, Türkiye).....	44
Şekil 3.19. Fenolik toz (Metkon, Türkiye).....	44
Şekil 3.20. Hazırlanan bakalit kalıp örnekleri.....	45
Şekil 3.21. Oyuk açılmış bakalit kalıp örneği.....	45
Şekil 3.22. Bakalit kalıplara materyallerin yerleştirilmesi	45
Şekil 3.23. Bakalit kalıplara yerleştirilmiş materyal örnekleri.....	46
Şekil 3.24. Hysitron TI 950 TriboIndenter (Hysitron, ABD) cihazı.....	46
Şekil 3.25. Hysitron TI 950 TriboIndenter cihazı iç ünit kısmı.....	47
Şekil 3.26. Örnekler üzerinde oluşturulan çentiklerden birinin görüntüsü.....	47
Şekil 4.1. Tripan mavisi ile boyamada canlı ve ölü hücre görüntüsü.....	48
Şekil 4.2. Vero (Afrika Yeşil Maymun Böbrek Hücre Kültürü) hücreleri.....	49

Şekil 4.3. Fissurit FX'in (A) 24. saatlik (B) 48. saatlik (C) 72. saatlik salınım sıvılarının vero hücreleri üzerindeki etkisi.	49
Şekil 4.4. GC Fuji Triage + flor vernik'in (A) 24. saatlik (B) 48. saatlik (C) 72. saatlik salınım sıvılarının vero hücreleri üzerindeki etkisi	50
Şekil 4.5. Materyallerin flor durumuna göre istatistiksel nanosertlik verilerinin grafiği.....	59
Şekil 4.6. Materyallerin flor durumuna göre istatistiksel elastik modül verilerinin grafiği...	60
Şekil 4.7. Cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin flor durumuna göre nanosertlik verilerinin grafiği.....	62
Şekil 4.8. Rezin içerikli fissür örtücülerin flor durumuna göre nanosertlik verilerinin grafiği	65



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller.....	35
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan materyallerin kimyasal içeriği.....	36
Çizelge 3.3. Materyal gruplarına ait kodlamalar.....	36
Çizelge 3.4. Materyallerin setleşme, uygulama şekli ve süreleri.....	38
Çizelge 3.5. Örneklerin değerlendirme periyodlarına göre alt grupları.....	40
Çizelge 4.1. İnkübasyonun 24.saatinde alınan salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerindeki hücre canlılığına etkisi.....	50
Çizelge 4.2. İnkübasyonun 48.saatinde alınan salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerindeki hücre canlılığına etkisi	52
Çizelge 4.3. İnkübasyonun 72.saatinde alınan salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerindeki hücre canlılığına etkisi.....	53
Çizelge 4.4. Flor durumu, Materyal ve İçeriğe göre istatistiksel analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.5. Flor durumuna göre materyallerin istatistiksel analiz sonuçları.....	56
Çizelge 4.6. MI flor vernik uygulanmamış örneklerin nanosertlik değerlerinin ikili kıyas analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.7. MI flor vernik uygulanmış örneklerin nanosertlik değerlerinin ikili kıyas analiz sonuçları.....	58
Çizelge 4.8. Cam iyonmer içerikli materyallerin flor durumuna göre istatistiksel analiz sonuçları.....	60
Çizelge 4.9. Cam iyonmer içerikli materyallerin flor durumuna göre ikili kıyas analiz sonuçları.....	61
Çizelge 4.10. Rezin içerikli materyallerin flor durumuna göre istatistiksel analiz sonuçları.....	63
Çizelge 4.11. Rezin içerikli materyallerin flor durumuna göre ikili kıyas analiz sonuçları.....	64

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AAPD	: Amerikan Pediatrik Dişhekimliği Birliği
ADA	: Amerikan Diş Hekimliği Birliği
Al	: Alüminyum
AmF	: Amin florid
ART	: Atravmatik restoratif teknik
APF	: Asidüle fosfat florid
Bis-GMA	: bis-fenol A glisidil metakrilat
Ca	: Kalsiyum
CaF ₂	: Kalsiyum florid
CİS	: Cam İyonomer Siman
CO ₃ ⁻²	: Karbonat iyonları
CPP-ACP	: Kazein fosfopeptid- amorf kalsiyum fosfat
DMSO	: Dimetil sülfoksit
<i>E</i>	: Young modülü
ϵ	: Gerinim
<i>Er</i>	: Elastisite modülü
EAPD	: Avrupa Pediatrik Dişhekimliği Birliği
F ⁺	: Flor
FBS	: Fetal dana serumu
σ	: Gerilme
H	: Hidrojen
HGF	: İnsan dişeti fibroblast
IC ₅₀	: Hücre üremesinin en azından %50'sini inhibe eden konsantrasyon
K	: Potasyum
KF	: Potasyum florid
LED	: Light Emitting Diode
μ l	: Mililitre
mm	: Milimetre
MDPC-23	: Odontoblast hücre hattı
MTT	: (3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolyum bromür)
N	: Newton
Na	: Sodyum
NaF	: Sodyum florid
NaMFP	: Sodyum monofosfat
NR	: Nötr kırmızı analizi
OH ⁻	: Hidroksil
Ormoser	: Organically modified ceramic
P	: Fosfat
PF	: Potasyum fluorid
PMKR	: Poliasit modifiye kompozit rezin
PRG	: Reaksiyona girmiş cam doldurucu

PO ₄ ⁻³	: Fosfat iyonları
QTH	: Quartz Tungsten Halojen
RMCİS	: Rezin modifiye cam iyonomer siman
S	: Rijidite
Si	: Silisyum
SnF ₂	: Kalay florid
Sr	: Stronsiyum
TEGDMA	: Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	: Üretan dimetakrilat
Vero	: Afrika yeşil maymun böbrek hücre hattı
Zn	: Çinko
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
°C	: Derece, Celcius
%	: Yüzde



ÖZET

Farklı Fissür Örtücü Materyallerinin Flor Vernik Uygulaması Öncesi Ve Sonrasında Nanosertlik Ve Sitotoksitelerinin İncelenmesi

Giriş ve Amaç: Günümüzde koruyucu diş hekimliğinde önemli yeri olan pit ve fissür örtücülerin birçok farklı tipi üretilmektedir. En sık kullanılan örtücü malzemeleri rezin esaslı ve cam iyonomer esaslı örtücülerdir. Bu in vitro çalışmanın amacı üç farklı rezin (Ultraseal XT Hydro, Smart Seal, Fissurit FX) ve üç farklı cam iyonomer (Riva Protect, GC Fuji Triage, GCP Glass Seal) esaslı fissür örtücü materyalinin GC MI flor vernik uygulaması öncesi ve sonrasında nanosertlik ve sitotoksitelerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Materyaller için hazırlanan standart bakalit kalıplar üzerine frezle standart genişlikte oyuk açılıp, içerisine üretici firmanın direktifleri doğrultusunda rezin ve cam iyonomer içerikli fissür örtücüler yerleştirilip sertleştirildi. Yüzeyi düzeltilen örneklerin yarısına flor vernik uygulanmaz iken, geri kalan örneklere GC MI flor vernik uygulandı. Bakalit kalıplardaki materyallerin, Hysitron TI 950 TriboIndenter nanomekanik test cihazı kullanılarak nanosertlik ölçümleri yapıldı. Araştırmada kullanılan materyallerin, steril ortamda üretici firmanın önerileri dikkate alınarak, silindirik standart teflon halkalar içerisine yerleştirilerek örnekleri hazırlandı. Her materyal için ayrı ayrı hazırlanan örneklerin yarısına flor vernik uygulanmaz iken, diğer yarısına ise GC MI flor vernik uygulandı. Hazırlanan örneklerin sitotoksitelerinin değerlendirilmesi için MTT (tetrazolium salt 3-[4, 5dimethylthiazol-2-yl]-2, 5- diphenyltetrazoliumbromide) testi kullanıldı.

Bulgular: 24, 48 ve 72 saatlik inkübasyon periyotlarından sonra sitotoksitesi değerlendirilen materyallerden GCP Glass Seal hariç, MI flor vernik uygulanmamış örnekler toksik etki göstermedi. Materyallerin MI flor vernik uygulanmış örneklerinin hepsi toksik etki gösterdi. Nanosertlik testi sonucu elde edilen değerler ile yapılan istatistiksel analiz sonucunda materyaller arasındaki fark anlamlı bulundu ($p < 0,005$). Gruplar arası karşılaştırmada, MI flor vernik uygulanmamış örneklerin nanosertlik değerleri açısından sıralamasının GCP Glass Seal > GC Fuji Tiage > Riva Protect > Smart Seal > Fissurit FX > Ultraseal XT Hydro şeklinde olduğu görüldü. MI flor vernik uygulanmış örneklerde ise sıralamanın GCP Glass Seal > Smart seal > Ultraseal XT Hydro > Fissurit FX > GC Fuji Triage > Riva Protect şeklinde olduğu görüldü.

Sonuç: GCP Glass Seal'in hem MI flor vernik uygulanmamış hem de uygulanmış örnekleri toksik etki gösterdi. Diğer materyallerin MI flor vernik uygulanmamış örnekleri düşük sitotoksik etki gösterdi. Her materyal için MI flor vernik uygulanmış örneklerin nanosertlik değerlerinin MI flor vernik uygulanmamış örneklerin nanosertlik değerlerine göre daha düşük olduğu görüldü.

Anahtar kelimeler: Fissür örtücü, nanosertlik, sitotoksiteler, flor vernik

ABSTRACT

Examination Of Nanohardness And Cytotoxicity Before And After Fluoro-Varnish Application Of Different Fissure Sealant Materials

Introduction and Aim: Nowadays, many different types of pit and fissure sealants are produced which have an important place in preventive dentistry. The most commonly used sealants are resin based sealants and glass ionomer based sealants. In this in vitro study it was aimed to evaluate nanohardness and cytotoxicity properties of three different resins (Ultraseal XT Hydro, Smart Seal, Fissurit FX) and three different glass ionomer (Riva Protect, GC Fuji Triage, GCP Glass Seal) containing fissure sealant material before and after GC MI fluoride varnish application.

Materials and Methods: The standard bakelite molds prepared for the materials were drilled into the standard-wide groove and the fissure sealants containing resin and glass ionomer were placed and hardened in accordance with the manufacturer's directives. While fluorine varnish was not applied to half of the surface corrected samples, GC MI fluoride varnish was applied to the remaining samples. Nanoshardness measurements were made by using Hysitron TI 950 TriboIndenter nanomechanical tester. The materials used in the study were placed in cylindrical standard teflon rings according to the recommendations of the manufacturer in sterile environment and their samples were prepared. Fluorine varnish was not applied to half of the samples prepared for each material and GC MI fluoride varnish was applied to the other half. Colorimetric MTT (tetrazolium salt 3- [4, 5-methylthiazol-2-yl] -2,5-diphenyltetrazoliumbromide) test was used to evaluate the cytotoxicity of the prepared samples.

Results: After the 24, 48 and 72 hour incubation periods, non-fluorinated varnish samples were not toxic, except for GCP Glass Seal. All of the materials which were applied with MI fluoride varnish samples were toxic. As a result of the statistical analysis performed with the values obtained from the Nano Hardness test, the difference between the materials was significant ($p < 0,005$). In the comparison between the groups, the ordering of the samples that have not been treated with MI fluoride varnish in terms of nanohardness values is as follows: GCP Glass Seal > GC Fuji Triage > Riva Protect > Smart Seal > Fissurit FX > Ultraseal XT Hydro. MI fluor vernik uygulandığı durumlarda, GCP Glass Seal > Smart Seal > Ultraseal XT Hidro > Fissurit FX > GC Fuji Triage > Riva Protect.

Conclusion: Both GCP Glass Seal samples were applied MI fluoride varnish and non-fluoride varnish samples were toxic. Other samples of other materials which were not applied MI fluoride varnish showed low cytotoxic effect. It was seen that nanohardness values of the samples with MI fluoride varnish applied for each material were lower than the nanohardness values of the non-fluorinated varnish samples.

Key words: Fissure sealant, nanohardness, cytotoxicity, fluoride varnish

1. GİRİŞ

Çürük, teşhis ve tedavide gerçekleşen pek çok gelişmeye rağmen, ağız sağlığını etkileyen önemli bir problem olma durumunu hala korumaktadır.¹ Son yıllarda diş hekimliği, çürük riskini azaltma, koruyucu önlemlerin alınması ve dental yapıların korunmasına yönelik invaziv olmayan konservatif teknikler üzerine odaklanmaktadır.² Bu amaçla beslenme düzenlenmesi, ağız hijyeni eğitiminin verilmesi, flor uygulamaları, flor içeren dental materyallerin kullanılması ve fissür örtücü uygulamaları tercih edilmektedir.

Hastaların beslenme alışkanlıkları konusunda bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi, oral hijyen eğitimi verilmesi koruyucu tedavilerin ilk basamağı olarak görülmektedir.^{3,4} Profilaktik uygulamalar arasında çürük oluşumunu önlemek ve opak mine lezyonlarının remineralizasyonunu sağlamak amacıyla yaygın olarak flor uygulamaları kullanılmaktadır.⁵ Flor; mine yapısındaki hidroksiapatitle hızlı bir reaksiyona girerek, tükürükteki fosfor ve kalsiyum iyonlarının çökmesini sağlamaktadır. Böylece reaksiyon sonucu çürüğe karşı minedeki hidroksiapatit yapıdan daha dirençli bir yapı olan fluoroapatit oluşmaktadır.⁶

Oral hijyen uygulamaları veya flor uygulamalarının pit ve fissür çürüklerinin önlenmesinde yeterli olmaması pit ve fissür örtücü uygulamalarının kullanılmasını gündeme getirmiştir. Pit ve fissür örtücüler, oklüzal yüzeydeki çürükleri önlemenin en etkili ve güvenli yoludur ve kapsamlı çürük önleyici stratejilerin vazgeçilmez bir parçası olarak değerlendirilmektedirler.²

Günümüzde restoratif materyallerin gelişimine paralel olarak fissür örtücülerin de birçok farklı tipi üretilmiştir. Kullanımı en sık tercih edilen fissür örtücü materyalleri ise rezin ve camiyonomer siman (CİS) esaslı olanlardır.⁷ Uygulama kolaylığı, kanıtlanmış karyostatik etkileri ve yüksek retansiyon oranı gibi avantajlarından dolayı rezin esaslı fissür örtücü materyalleri daha sık tercih edilmektedir.⁸ Resin esaslı fissür örtücülerin dezavantajları arasında uygulama basamaklarının fazla olması, çalışma süresini uzatarak özellikle çocuk hastalarda tükürük kontaminasyon riskini artırması ve buna bağlı olarak da başarısızlığa zemin hazırlaması sayılabilir.⁷

Cam iyonomer simanların başlıca avantajları, biyouyumlu olmaları, kimyasal adezyonları ve flor salınımlarıdır. Bunun yanında CİS'lerin sertleşme reaksiyonunun erken

dönemlerinde neme karşı hassas olmaları, erken dönemde dehidratasyon gözlenmesi, aşınmaya karşı dirençlerinin düşük olması ve düşük kırılma dayanımı göstermeleri gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Yapılan birçok çalışmada araştırmacılar, bu dezavantajları ortadan kaldırmak için yeni formüller geliştirerek özellikle CİS'lerin fiziksel özelliklerinin artırılmasına odaklanmıştır.⁹ Geleneksel CİS'lerin ve rezinlerin avantajlarından yararlanabilmek için, bu iki materyalin farklı oranlarda birleştirilmesiyle, rezin modifiye cam iyonomer simanlar ve poliasit modifiye kompozit rezin (kompomer) materyalleri geliştirilmiştir. Ayrıca materyalin klinik başarısını artırmak için materyal içerisinde modifikasyonlar yaparak giomer ve cam karbomer esaslı materyalleri de geliştirilmiştir.¹⁰

Fissür örtücülerin fiziksel özellikleri; rezin esaslı olup olmamalarına, içerdikleri doldurucu miktarına, doldurucu partiküllerinin büyüklüklerine, sertlik derecelerine veya flor salınım düzeylerine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Doldurucu miktarı ve bileşimi, mekanik özellikler üzerinde önemli etkiye sahip olabilmektedir. Aynı tip malzemeler için, mekanik özellikler genellikle doldurucu miktarının artışıyla doğru orantılı olarak artmaktadır. Genel olarak düşük fiziksel özelliklerin yüksek flor salınımıyla birlikte görüldüğü bildirilmektedir.¹¹

Bir materyalin mekanik özellikleri, materyalin kuvvet karşısında verdiği cevap olarak tanımlanmaktadır. Restoratif materyallerinin en önemli mekanik özellikleri aşınma direnci, basma dayanıklılıkları ve mikrosertlikleridir. Bu özellikler mutlaka diş dokuları ile uyumlu olmalıdır.¹²

Günümüzde klinik başarı yalnızca materyalin estetik veya mekanik özellikleriyle değil, biyolojik olarak da güvenilir olması ve dokularla biyouyumlu olmasıyla ilişkilidir.¹³ Kullanılan materyalin biyouyumluluğunun materyalin; uygulandığı bölgeye, tipine ve fonksiyonuna bağlı olduğu bildirilmiştir.¹⁴ Biyouyumluluk materyalin canlı dokular ile temas ettiğinde lokal ve sistemik toksisite, karsinojenik, mutajenik veya alerjik etkiler gibi doku reaksiyonları oluşturmaması olarak tanımlanmaktadır.¹⁵

Çocuk diş hekimliğinde koruyucu amaçlı en sık kullanılan yöntemler, fissür örtücü ve flor uygulamalarıdır. Bu çalışmada, rezin ve cam iyonomer esaslı farklı fissür örtücülerin flor vernik uygulaması öncesi ve sonrasında nanosertlik ve sitotoksitelerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Mine Histolojisi

Mine dokusu ameloblast hücreleri tarafından oluşturulmaktadır. İçeriğinin büyük bölümü inorganik bileşenlerden (%95), geri kalan kısmı ise su (%4) ve protein-lipid (%1) gibi organik bileşenlerden oluşmaktadır.¹⁶ Kalsiyum ve fosfatın özel bir formu olan hidroksiapatit kristalleri, minenin inorganik yapısının büyük bir kısmını oluşturmaktadır.¹⁷

Hidroksiapatit kristallerinin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan her bir prizmanın çevresi, mineye özgü mine proteininden oluşan ve prizma kını olarak adlandırılan organik bir kılıfla çevrilidir. Mine prizmaları, mine-dentin sınırından dış yüzeyine doğru uzanır ve mine dokusundan alınan enine kesitlerde anahtar deliği biçiminde görülürler. Mine prizmaları arasında por olarak adlandırılan, kristallerin oluşmadığı sıvıyla dolu ufak boşluklar bulunmaktadır. Bu alanlar, minenin demineralizasyon ve remineralizasyon potansiyeli gösteren doku olmasını sağlamaktadır.¹⁸

Çoğunluğu $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ şeklinde olan hidroksiapatit kristallerinin stabil olmayan yapısı mineye geçirgen özelliği ile bazı iyon ve moleküllerle reaksiyona girme olanağı tanımaktadır.¹⁷ Minedeki hidroksiapatit kristallerinin yapısına ortamda serbest olarak bulunan sodyum (Na), çinko (Zn) ve potasyum (K) gibi pozitif yüklü iyonlar ile karbonat ve flor gibi negatif yüklü iyonlar katılabilir. Mineyi oluşturan kristallerin boyutu, kristallerin dizilişi ve minenin kristal yapısına katılan negatif ve pozitif yüklü bu iyonlar, minenin asit ortamdaki çözünürlüğünü ve demineralizasyonunu etkilemektedir. Kristal yapıdan çözünen hidroksil (OH⁻) iyonlarının flor (F⁻) iyonları ile yer değiştirmesiyle oluşan florapatitin asit ortamdaki çözünürlüğü hidroksiapatitten daha az olmasına karşın, fosfat iyonlarının (PO₄⁻³), karbonat iyonları (CO₃⁻²) ile yer değiştirmesi sonucu oluşan karbonat apatitin çözünürlüğü hidroksiapatitten daha fazladır.¹⁸

Dişin en dış kısmında yer alan, oral flora ve tükürük ile sürekli temas halinde olan, dış dokusu minedir. Mine dokusunda demineralizasyon ve remineralizasyon döngüsü devamlı bir şekilde sürmektedir. Tüketilen asitli gıdalar ve bakteriler tarafından üretilen organik asitler mine dokusunda demineralizasyona neden olurken, bunun yanında tüketilen gıdalarda, oral hijyen için kullanılan ajanlarda ve tükürükte bulunan kalsiyum (Ca) ve fosfat (PO₄⁻³) gibi iyonlar da minede remineralizasyonu sağlamaktadır.

Demineralizasyonun remineralizasyondan daha baskın olduğu durumlarda mine dokusunda başlangıç demineralizasyonu meydana gelmektedir. Demineralizasyon devam ederse diş sert dokularında başlangıç çürüğü (White-spot lezyon) adı verilen bir lezyon gelişmektedir. Çürük oluşturan etkenler ortadan kaldırılmadığı ve ağız hijenine dikkat edilmediği takdirde başlangıç lezyonundaki çürük ilerler ve mine bütünlüğünde bozulmaya bağılı madde kaybına yol açabilmektedir.¹⁹ Mine çürükleri çürük yüzeyinden sağlıklı mine dokusuna kadar, her çürük lezyonunda gözlenmemekle beraber, dört farklı tabakadan oluşmaktadır. Bu tabakalar; mine çürüğünün en dış tabakası olan yüzeyel tabaka, yüzeyel tabaka altında bulunan mine çürüğün en geniş tabakası olan lezyon gövdesi, lezyon gövdesinin altında bulunan kahverengi renkteki tabaka olan karanlık tabaka ve çürüğün en alt kısmında yer alan ve sağlıklı mineden farklı yapısal özellikler sergileyen ilk tabaka olan saydam tabaka olarak isimlendirilmektedir.^{20,21}

2.2. Pit ve Fissür Çürükleri

Pit ve fissür çürükleri oldukça erken yaşlarda görülen bir hastalık sürecidir. Bukkal ve lingual yüzeylerdeki çürükler dikkate alındığında pit ve fissürlerde oluşan çürükler, çocuk ve ergenlerdeki tüm çürük deneyiminin %80'inden fazlasını oluşturmaktadır. Oklüzal yüzeylerde çürük insidansının yüksekliği derin pit ve fissürlerin varlığıyla ilişkili olduğundan, bu çürükler aynı zamanda pit ve fissür çürüğü olarak da isimlendirilirler.²²

İki ile dört yaş arasında ki çocukların yaklaşık olarak %20'si süt dişlenme döneminde çürük deneyimi yaşamıştır. Bu yaş grubunda, sadece oklüzal yüzey çürükleri tüm lezyonların %67'den fazlasını oluşturmaktadır. Daimi dentisyonda 12 yaş grubu ergenlerin %65'inin birinci daimi molarlarında restorasyon veya oklüzal çürük bulunmaktadır.^{23,24} Oklüzal yüzeylerdeki pit ve fissür çürüklerinin insidansının erüpsiyonu takip eden ilk 4 yıl en yüksek düzeyde olduğu bilinmektedir.²⁵ Diş sürme sırasında, çiğneme ve yutma sırasında ki dil, dudak ve yanaklar yoluyla oluşan doğal temizleme mekanizmalarından yoksundur. Süren dişlerin özellikle oklüzal yüzeyleri azalan temizlik kabiliyetinden etkilenmektedir. Sonuç olarak da, bakteri ve besin kalıntıları pit ve fissürlerde birikerek, bir biyofilm üretebilir ve demineralizasyon sonucunda çürüğe yol açabilir.²⁶

Sağlam oklüzal ve interproksimal yüzeylerdeki yıllık çürük gelişim insidansını, 8 yıldan uzun bir süre boyunca değerlendiren bir çalışmada, sağlam oklüzal yüzeylerde oluşan pit ve fissür çürüğü gelişiminin 8-9 yaşlarında sırasıyla %15 ve %10 olduğu saptanmıştır.²⁷ Aynı çalışmada çocuklarda sağlam birinci molar dişleri 8 yaşından 15 yaşına kadar takip edilmiş ve oklüzal yüzeylerinde %47 oranında pit ve fissür çürüğü geliştiği saptanmış iken, aynı süreçte interproksimal yüzeylerin sadece %10'unda çürük oluşumu gözlemlenmiştir. Epidemiyolojik bir çalışmada 2011-2012 yılları arasındaki veriler, oklüzal yüzey çürüğündeki azalmanın, düz yüzey çürüğündeki azalmaya eşit oranda olmadığını göstermiştir.²⁸

Diş hekimliğinde pit ve fissürlerin bulunduğu yüzeylerin çürük oluşumuna yatkınlığının, bu pit ve fissürlerin derinliği ve şekliyle ilişkili olduğu uzun zamandır bilinmektedir. Genellikle iki tip pit ve fissür tanımlanır: (1) sığ, geniş V-şeklinde, kendi kendine temizlenebilen hatta bir dereceye kadar çürüğe dirençli tipte fissürler ve (2) derin, dar I-şeklinde, girişi aşırı dar bir yarıkla başlayıp, şişe boyuna benzer şekilde aşağıya uzanan ve tabanı mine-dentin birleşimine kadar genişleyerek inen tipte fissürler. I-şeklindeki fissürler çürümeye daha yatkındır ve bu fissürlerin alttaki dentine uzana çok sayıda farklı dallanmalarında bulunabilmektedir.²⁹

Pit ve fissürlerde oklüzal çürüklerin oluşma hızının yüksek olmasının bir diğer sebebi; morfolojilerinin plak ve bakteri retansiyonunu kolaylaştırması ve bu bölgelerde minenin ince olması dolayısıyla deminerilizasyonun kolaylıkla dentine ilerlemesidir.³⁰ Mine kalınlığı sığ fissürlerin tabanında yaklaşık olarak 1,5-2 mm iken, bu değer derin fissürlerde 0,2 mm veya daha düşük değerlere kadar inebilmektedir.^{31,32} Dolayısıyla derin fissürlerde mine kalınlığının az olması, başlangıç çürüklerinin hızla dentine ilerlemesine neden olmaktadır.⁷

Oklüzal yüzeylerdeki derin ve dar fissürler çürük oluşumuna daha yatkındır. Bunun sebepleri olarak mekanik temizlik sırasında fırça kıllarının fissürlerin derin noktalarına kadar ulaşamaması, tükrüğün temizleyici etkisinin bu alanlarda yetersiz kalması, gıda ve bakterilerin bu alanlarda sıkışarak kolay birikmesi sayılabilmektedir.^{33,34}

2.3. Pit ve Fissür Çürüklerinin Önlenmesinde Koruyucu Tedaviler

Günümüzde hem tıp hemde diş hekimliğinde, genellikle hastalıkların tedavisine yönelik büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Hastalıklarla savaşıırken önemli olan; teknikler gelişmiş

olsa da hastalıklardan korunmadır.³⁵ Diş çürüğü, yavaş oluşmasına rağmen, tedavi edilmediği durumlarda ağrı, enfeksiyon ve diş kaybına sebep olabilen, hayat kalitesini düşürebilecek bir sağlık sorunudur.³⁶ Günümüzde, modern diş hekimliğinin çürüğün tedavisiyle ilgili görüşü, dişte bir kavite açıp restorasyon yapmak yerine, çürüğü erken safhalarda teşhis edip koruyucu önlemlerle diş dokularının korunmasıdır.³⁷ Çocuk hastaların çürüksüz dişlere sahip olması, genel sağlığı da pozitif yönde etkilemektedir. Ağız sağlığı uygulamalarının etkili olabilmesi amacıyla ağız hastalıklarının önlenmesine yönelik koruyucu uygulamaların geliştirilmesi gerekmektedir.³⁸

Çürük lezyonları özellikle oklüzal yüzey, arayüzler veya tutucu yüzey oluşturan bölgeler gibi biyofilmin uzun süre kaldığı ve oligunlaştığı bölgelerde oluşmaktadır. Tükürük, beslenme alışkanlıkları ve birçok biyolojik belirteç arasındaki karmaşık ilişki biyofilmin metabolizması ve içeriğine yön vermektedir. Bu nedenle koruyucu uygulamaların merkezinde biyofilm kontrolüne yönelik olan uygulamalar yer almalıdır. Biyofilmin oluşmaması tamamen engellenemez ama neden olduğu hastalıklardan korunma, geri çevirme veya durdurma stratejileri uygulanabilir. Bunlar arasında oral patojenlerin sayısını azaltmak, sağlıklı diş eti oluşturmak, dişin direncini arttırmak ve diş dokularının tamir kapasitesini arttırmak sayılmaktadır.³⁹

Toplum sularını florlama, topikal flor tedavisi, plak kontrolü ve diyetle şeker kontrolü gibi çürük önleyici yaklaşımların kullanımının, genel olarak çürük prevalansını, özellikle düz yüzey çürük lezyonlarının azalması üzerine daha büyük bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Pit ve fissürlerin plak tutma özelliği, temizlenmelerini zorlaştırarak, çürüklere düz yüzeylerden daha duyarlı olmalarına ve muhtemelen flor uygulamasıyla korunmamasına neden olmaktadır.⁴⁰

Günümüzde aileler tarafından evde, diş hekimleri tarafından pedodonti kliniğinde sıkça uygulanan koruyucu yöntemler arasında; ağız ve diş sağlığı eğitim programları, flor uygulamaları, pit ve fissür örtücü uygulamaları, antibakteriyal ajanların veya sakızların kullanımı gibi pek çok yöntem sıralanmaktadır.

2.3.1. Ağız Sağlığı Eğitim Programları

Diş hekimliğinde koruyucu yaklaşımlar, ilk başta ağız bakımını esas alan hijyen eğitimine dayanmaktadır. Aileden edinilmesi gereken ağız hijyen alışkanlığı

kazanılmadığında, zamanla alışkanlığın kazanılması zor olmaktadır. Buna bağlı olarak plak birikimi artmakta ve ağız-diş hastalıkları erken çocukluk döneminden itibaren oldukça yaygın bir şekilde görülmektedir. Ağız bakımını esas alan hijyen eğitimi kapsamında, bireysel plak uzaklaştırma metodu önemli yer tutmaktadır.⁴¹ Bu amaçla, en yaygın kullanılan yöntem erken yaşlarda çocuklara diş fırçalama alışkanlığının kazandırılmasıdır. Diş fırçalamanın yanında diş ipi, dil temizleyicilerin veya ultrasonik cihazların kullanımı da önerilmektedir.⁴² Yeni doğan ağız temizliğinde, dişleri ve oral mukozayı travmatize etmeden bebeklerin ağızına kolay girebilen, parmak fırçalar önerilmektedir.³ Çocuklarda ise en ideal fırça tipinin küçük başlı ve kalın saplı fırça kullanımı olduğu ileri sürülmüştür.⁴³

Sağlıklı bir ağız ortamı, düzenli ve etkin diş fırçalamayla yapılan mekanik plak kontrolüyle sağlanmaktadır. Diş fırçalama dental plağın uzaklaştırılmasında buna bağlı olarak hem periodontal hastalık hem de diş çürüğünün önlenmesini sağlayarak etkin bir rol oynamaktadır.⁴⁴ Diş yüzeylerinde oluşan plağın uzaklaştırılmasında bireysel olarak uygulanan mekanik diş temizliğinin koruyucu etkisi özellikle dişin düz yüzeylerinde belirgin olup, dişlerin pit ve fissürlerinde karmaşık morfolojisi nedeniyle sınırlı kalmaktadır.⁴⁵ İyi bir ağız hijyeni sağlanmadığı koşullarda ve şeker içeren ürünlerin sıkça kullanılmasıyla pit ve fissür çürüklerinin oluşum sıklığı artmaktadır.⁴⁶ Yapılan bir çalışmada henüz sürmekte olan daimi birinci molar dişleri olan çocukların, günde bir ya da daha az diş fırçalayanlarında, günde iki kez fırçalayanlara oranla %64 daha fazla çürük olduğu bildirilmiştir.⁴⁷

Okul öncesi dönemde, özellikle 3-4 yaş grubundaki çocukların yeterli ve düzenli fırçalama yapabilmeleri anne veya babalarının yardımıyla mümkün olabilmektedir. Ebevenlerin bu konudaki davranışları çocuğun ağız diş sağlığını direkt olarak etkilemektedir. Yapılan bir çalışmada eğitim düzeyi yüksek olan ailelerdeki çocukların diş fırçalama oranının daha yüksek olduğu bildirilmiştir.⁴⁸

2.3.2. Flor Uygulamaları

Flor iyonu, halojen grubundan olan, soluk, sarı-yeşil renkte bir gazdır. Flor kimyasal elementler arasında elektronegatifliği en fazla olandır ve tüm elementlerle reaksiyona girme eğiliminde olduğu için doğada elementer formda serbest olarak bulunmaz, bileşiklerin yapısına girer.⁴⁹

Florun diş çürüklerinin yüzdesini azaltıcı etkisi, çürük oranının az olduğu bölgedeki içme suyunda flor konsantrasyonunun yüksek, çürük oranının yüksek olduğu bölgedeki içme suyunda düşük bulunmasıyla 1940'lı yıllarda fark edilmiştir.⁵⁰ Florun diş çürüğünü önleme mekanizması tam olarak anlaşılmasına rağmen üç genel mekanizma tipik olarak kabul edilmektedir. Flor minenin mineral yapısına girerek hidroksiapatiti daha az çözünür olan fluorapatite dönüştürerek asitte, minenin demineralizasyona karşı direncini arttırmaktadır. Flor aynı zamanda dental plağı etkileyerek plaktaki mikroorganizmaların asit oluşumunu azaltmakta böylece dental plağın karyojenik potansiyelini de düşürmektedir. Ayrıca asitlerle demineralize olan alanlarda minenin tamirini sağlamak ve remineralizasyonu desteklemektedir.^{6,51}

Flor diş hekimliğinde sistemik ve topikal yollarla uygulanabilmektedir. Florun diş sürme öncesi etkisinin sistemik yolla, diş sürme sonrası etkisinin ise daha çok yüzeysel uygulamayla oluştuğu kabul edilmektedir.⁴⁹ Florun diş sürme öncesi dönemde minenin yapısına girmesinden önce, sürme sonrası dönemde ağız içinde düşük konsantrasyonlarda ama sürekli bulunmasının çürük oluşumunu engellemede daha etkili olduğu belirtilmiştir.⁵¹

Flor sürme öncesi dönemde amelogenezis safhasında enzimatik reaksiyonlarda eser element olarak görev alırken, mine organik matriksinin oluşumu sırasında ortokalsiyum fosfatın hidroksiapatite dönüşmesinde katalizör olarak görev alır. Sürme sonrası dönemde ise tükürük ve plakta yüksek konsantrasyondaki flor iyonu doğrudan temas ettiği mine yüzeyindeki hidroksiapatit kristalini iyonize eder ve açığa çıkan kalsiyumla reaksiyona girerek yüzeysel bir kalsiyum florid (CaF_2) tabakası oluşturur. Diş yüzeyinden uzaklaşmayan CaF_2 tuzu, alttaki apatit kristallere flor iyonu geçişini sağlayarak florid hidroksiapatite dönüşmelerine neden olmaktadır.^{6,52}

Flor çürük önleyici bir ajan olduğunu için diş hekimliğinde sistemik ve topikal yollarla sıkça uygulanmaktadır. İçme sularının florlanması, flor tablet ve damlalar, süt ve tuzun florlanması sistemik yollar arasındadır.⁵³ Florlu diş macunları, diş ipi, gargaralar, flor vernik ve jeller ayrıca yavaş flor salınım yapan cihazlar topikal uygulama yolları arasında sayılmaktadır.⁵

2.3.2.1. Sistemik Flor Uygulamaları

Sistemik flor uygulamaları arasında suların florlanması, flor iyonu içeren tablet ve damlalar ayrıca süt, tuz gibi gıdalara flor eklenmesi sayılabilir.⁵³ Suların florlanması, çürük azaltmada sadece en etkili yol değildir, ayrıca kişisel uyuma bağlı olmadığı için toplumun florlanmasında faydalanmasını sağlayan en tasarruflu, uygun ve güvenilir yöntemdir.⁵⁴ Suyun florlanması fluorozis dışında yan etkisi yoktur.⁵⁵ Bireylerde diş çürüğü oluşumunu engelleyecek ve fluorozis riskini azaltacak suda ki optimal flor seviyesinin 0,7-1,2 ppm arasında olması gerekmektedir. Ayrıca fluorozisi engellemek için maksimum flor dozunun günde 0,005-0,007 mg/kg olmasına dikkat edilmelidir.⁵⁶

Suların florlanması alternatif olarak okul sularına flor eklenmesi gündeme gelmiştir. Ancak çocuklar okula 6 yaşından sonra başladıkları ve günün az bir zamanını okulda geçirdikleri için florun daimi dişler üzerindeki etkisinin sınırlı kaldığı bildirilmiştir.⁵⁷

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün 2009 raporunda, inek sütünün %4 şeker içermesine rağmen çürük etkeni olmadığı; sütü oluşturan diğer bileşenlerin ağız sağlığı için bir tehdit oluşturmaktan çok koruyucu etkisi olduğunu belirtilmiştir.⁵⁸ Malinovski ve arkadaşları florlanmış sütün farklı konsantrasyonlarının mine remineralizasyonuna olan etkinliğini araştırmışlar ve 1ppm flor içeren sütün remineralizasyona etkisi olduğunu bulmuşlardır.⁵⁹

Dünyada 30'dan fazla ülkede florlanmış tuz kullanılmaktadır. Sistemik florun bu şekilde kullanımı WHO tarafından da önerilmektedir.⁵⁵ Florlanmış tuz, üretim aşamasında kontrollü olarak belirli konsantrasyonlarda tuza sodyum florid (NaF) veya potasyum floridin (PF) eklenmesi ile yapılmaktadır.⁶⁰

Sistemik flor uygulamalarının diğer bir yöntemi de NaF içeren tabletlerin kullanımınıdır. Amerikan Pediatrik Dişhekimliği Birliğine (AAPD) göre flor tablet kullanımı, günlük olarak flor alım miktarı 0,6 ppm'in altında olan ve 6 aydan büyük çocuklarda tercih edilmelidir. Sıvı preparasyonlar, tabletleri yutma ve çiğnemedi zorlanabilecek daha küçük hastalar için önerilebilir. Vitaminsız sıvı destekler bir dozu 0.5 mg/ml olacak şekilde; vitaminli sıvı destekler ise 0.25 mg/ml ve 0.5 mg/ml olacak şekilde hazırlanırlar. Daha büyük hastalar için tablet formundaki flor takviyesi vitaminsiz olarak 0.25, 0.5 ve 1.0 mg flor ve flor-vitamin kombinasyonları 0.5 ve 1.0 mg dozlarında bulunur.⁶¹ Öngörülen flor dozajı çocuğun yaşına ve içtiği suyun flor konsantrasyonuna göre belirlenmelidir.⁶² Yapılan bir klinik çalışmada flor tabletlerle flor damlalar kıyaslanmış; flor damlaların günde iki kez kullanımının günlük 0,25 mg flor tablet kullanımından daha etkin olduğu sonucuna varılmıştır.⁶¹

2.3.2.2. Topikal Flor Uygulamaları

Topikal flor uygulamasında, diş macunları, diş ipi, gargaralar, flor vernikler, flor jelleri ve yavaş flor salımı yapan cihazlar kullanılabilir. ⁵ Topikal flor uygulamasına karar verilmeden önce hastanın hangi risk grubunda olduğu belirlenmelidir. Orta risk grubundaki hastalar için 6 ayda bir; yüksek risk grubundaki hastalar için ise 3-6 ayda bir topikal flor uygulaması gerekmektedir. ⁵⁵

Florlu jellerin %2'lik NaF, %8'lik kalay florid (SnF_2) ve %1,23'lük asidüle fosfat florid (APF) içeren formları bulunmaktadır. ⁴² Florlu vernikler ise %5 NaF (22600 ppm F iyonu) içermektedirler. Flor vernikler diş yüzeyine iyi bağlanmaları, uygulama süresinin kısalığı, uzun dönemde flor salınımına olanak vermeleri ve yüksek konsantrasyonlarda olup az miktarda kullanılabilirler için etkili uygulamalardır. ⁶³ Çocukları ve gençleri çürükten korumada her 6 ayda bir 4 dakikalık flor jel veya 6 ayda bir flor vernik uygulamasının etkili olduğu belirtilmektedir. ⁶⁴

Flor vernikler, dişler tamamen oklüzyona ulaşmış fissür örtücü uygulanıncaya kadar ve çocuklar yeterli ağız hijyeni alışkanlığı kazanıncaya kadar geçen sürede oklüzal yüzeylerin çürükten korunmasında büyük önem taşımaktadır. ⁶⁵ Yapılan bir çalışmada, %2'lik NaF kullanılarak yapılmış iyontoferez, %1,23'lük APF jel ve %5'lik NaF vernik uygulamalarının mine yüzey sertliğine, flor alımına ve lezyon alanının genişliğine olan etkilerini karşılaştırmıştır. Mikrosertlik açısından gruplar arasında farklılık bulunamamasına rağmen flor alımı ve lezyon alanındaki iyileşme açısından APF jel üstün bulunmuştur. ⁶⁶ Nötral Ph'taki NaF'ın, restoratif materyallerin yüzeyine uygulanması sonrası, APF kadar olmasa da, materyallerin mikrosertliğinde azalmaya neden olduğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. ^{67,68}

Yapılan bir diğer çalışmada ise kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP), APF ve demir takviyelerinin daimi diş ve süt dişi mine dokusundaki remineralizasyon potansiyelleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda CPP-ACP uygulanan gruplardaki yüzey sertliği diğer gruplardan anlamlı bir şekilde fazla bulunmuştur. ⁶⁹ Günümüzde CPP-ACP preparatları yüksek çürük risk grubunda olan çocuklarda koruyucu uygulamalar kapsamında sıklıkla kullanımları tercih edilmektedir. CPP-ACP ve flor çürük önlemedeki etkileriyle birbirlerine katkıda bulunmaktadır. CPP-ACP, F ve ikisinin kombinasyonunu içeren diş macunu ve gargaraların remineralizasyon etkilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, CPP-

ACP/F kombinasyonu kullanılan grupta en yüksek remineralizasyon etkinliğinin görüldüğü bildirilmiştir.⁷⁰

Fiziksel veya zihinsel engelli bireylerde, yeterli düzeyde oral hijyen sağlanamadığı için plak uzaklaştırılamamaktadır. Bu kişilerde, ağız ortamında plakta ve tükürükte uzun süreli düşük seviyede flor bulunmasını sağlayan yavaş flor salım cihazlarından yararlanılabilmektedir. Bu cihazlar minenin remineralizasyonu için gerekli olan tükürük flor düzeylerini sağlamaktadır. Cihazların dezavantajı ise, retansiyon problemidir.^{71,72}

‘Avrupa Pediatrik Dişhekimliği Birliği’ (EAPD)’ye göre diş çürüğü oranında son 30 yılda görülen belirgin azalmanın sebeplerinden biri florlu diş macunlarının kullanımınıdır. Flor içeren diş macunu kullanımı; kullanım kolaylığı, yaygınlığı ve ucuzluğu nedeniyle yaygın bir halk sağlığı metodudur.⁵⁵ Diş macunlarının içerisinde Sodyum florid (NaF), Amin florid (AmF), Kalay florid (SnF₂), Sodyum monofosfat (NaMFP) gibi florlar yer almaktadır ve bunlar arasında en yüksek flor NaMFP’nin sağladığı bildirilmektedir.⁷³ Yapılan bir çalışmada florlu diş macunu kullanımı sonrası CPP-ACP kullanımı ile uzun süreli florlu diş macunu kullanımının mine başlangıç çürük lezyonlarındaki remineralizasyona etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda CPP-ACP uygulaması çürük lezyonlarının remineralizasyonunda uzun süreli florlu diş macunu kullanımına göre daha az etkili bulunmuştur.⁷⁴ Çocuklarda ve gençlerde sıkça rastlanan ara yüz çürüklerinin azaltılması için florlu diş ipi kullanımı önerilmektedir. Diş ipinin düzenli kullanımı hem dişlerin ara yüzlerindeki bakteri kolonizasyonunu azaltmakta hem de mineye flor kazandırmaktadır.³ Flor içeren gargaraların kullanımı tükürükteki flor konsantrasyonunu birkaç saatliğine arttırmaktadır. %0,005’lik NaF içeren gargaralar günlük; %0,2’lik NaF içerenler ise haftalık kullanım için uygundur.⁵⁶

2.3.3. Antibakteriyel Ajanlar

Risk değerlendirmesi göz önüne alındığında çürük riski yüksek bireylerde diş fırçalamayla yapılan mekanik temizliğin yanında antibakteriyel ajanlardan da yararlanılmaktadır.⁷⁵ Ağız boşluğu içinde kullanılan antibakteriyel ajanlar arasında en sık tercih edileni klorheksidin diglukonattır. Klorheksidin, özellikle mutans streptokoklara duyarlı olup, Gram-pozitif mikroorganizmalar üzerinde de yaygın bir etkiye sahiptir.⁷⁶ Klorheksidin gargaraların tükürük hızı az olan hastalarda ve engelli bireylerde güvenle

kullanılabileceği ayrıca çocuklarda, henüz tam olarak sürmemiş altı yaş dişlerine klorheksidin içerikli vernik uygulamasının, dişleri çürükten korumada etkili olabileceği bildirilmiştir.⁷⁷ Yapılan çalışmalar klorheksidin içerikli vernik kullanımının mutans streptokokların sayısında azalmaya sebep olduğu; ancak beyaz nokta lezyonlarının remineralizasyonuna katkısının olmadığını belirtilmiştir.⁷⁸

Kullanılan bir diğer antibakteriyel ajan povidon iodindir. Ancak iodin allerjisi olanlar da ve hamileler de kullanımı kontrendikedir.⁷⁸ Povidon iodin'in antiplak ve antibakteriyel etkilerin araştırıldığı bir invivo çalışmada, % 1'lik oranda 10 gün süreyle kullanımının, plak akümüasyonu üzerinde etkili olmadığı ancak total tükürükteki aerob ve anaerob bakterileri azalttığı belirtilmiştir.⁷⁹ Yapılan bir başka çalışmada ise, 12-19 aylık bebeklerin ağız 2 ayda bir %10'luk povidon iodin'le silinmiştir. Bunun sonucunda çocuklarda beyaz nokta lezyonunun görülmediği belirtilmiştir.⁸⁰

Çürük önlemede aday bir ürün olan kitosanın; S. Mutans, P. Gingivalis ve A. Aktinomycescomitans üzerinde antibakteriyel etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Ayrıca S.Mutans'ın hidroksiapatite girişini engellediği düşünülmektedir.⁸¹ Bu ürünler suda çözünmediği için diş macunu ve gargaralar içine eklenen kimyasal ajan olarak kullanılmamaktadır.⁸²

2.3.4. Sakızların Rolü

Tükürük diş sert dokularının remineralizasyonunda büyük öneme sahiptir. Sakız çiğneme, tükürük akışını arttırarak tükürük içindeki fosfat ve kalsiyum iyonlarının miktarının çoğalmasını sağlamaktadır. Bu da biyofilm pH'sını yükseltmekte ve remineralizasyonda etkili olmaktadır.⁶⁴ Yapılan bir çalışmada, özellikle öğünlerden sonra 30 dakika sakız çiğnemenin remineralizasyona büyük katkısı olduğu bildirilmiştir.⁷³ Sakız çiğneme; tükürük akışında artışa, proksimal alanların tükürükle daha iyi temasına ve oklüzal yüzeylerin mekanik temizliğine olanak sağlayarak, pit ve fissür çürüklerinden korunmak amacıyla kullanımı önerilmektedir.⁸³

Üretilen ilk sakızlar sükröz gibi şekerlerle tatlandırılmıştır, günümüzde ise çoğu şeker yerine ksilitol gibi şeker alkollerini veya yapay tatlandırıcılar içermektedir.⁸⁴ Yapılan bir çalışmada, ksilitol içeren sakız ve çiğneme tabletinin, sükröz içeren çeşitlerinden daha az

plak birikimi sağladığı bildirilmiştir.⁸⁵ Yapılan bir başka çalışmada ise ksilitol içeren sakızlar, sorbitol ve sükröz içerenlere göre çürükten korunmada daha etkili bulunmuştur.⁸⁶

Sakızlar; flor, bikarbonat, klorheksidin ve metal tuzları gibi çeşitli dental terapötik ajanların lokal taşıma sistemi olarak kullanılabilir. ⁸⁷ Sjögren ve arkadaşları florlu sakızların kullanımından sonraki ilk 5-10 dakika içinde tükürükte florun en yüksek konsantrasyonuna ulaştığını bulmuşlardır.⁸⁸ Shen ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada sorbitollü ya da xylitollü sakızlara farklı oranda CPP-ACP eklenmesinin yüzeyel mine lezyonlarının remineralizasyonuna etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda remineralizasyon miktarının eklenen CPP-ACP dozuyla doğru orantılı olarak arttığını belirtmişlerdir.⁸⁹ Klorheksidin içeren sakızların kullanımıyla plak oluşumu ve birikimi engellenir. Günde 5 kez 5 mg klorheksidin asetat içeren sakız çiğnemenin dişlerde plak birikimini önlediği bildirilmiştir.⁹⁰ Yapılan diğer bir çalışmada, sorbitol-xylitollü sakızlarla klorheksidin içeren sakızlar karşılaştırılmış, klorheksidinli sakızların plak oluşumunu geciktirici etki gösterdiği bildirilmiştir.⁹¹

2.3.5. Pit ve Fissür Örtücüler

Özellikle gelişmiş ülkelerde çürük insidansını azaltmak için çürük oluşumunu önlemeye yönelik uygulamalara verilen önem giderek artmıştır. Ancak, yapılan çalışmalarda düz yüzey çürüklerinde azalma görülürken, oklüzal yüzey çürük insidansının hala yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle oklüzal yüzeylerin korunmasına yönelik çalışmaların önemi daha da artmıştır. Oral hijyen eğitimleri ve florid uygulamalarının pit ve fissür çürüklerini önlemede yetersiz kalması, pit ve fissür örtücü uygulamalarını gündeme taşımıştır. ⁹²

Pit ve fissür örtücüler, çürümeye yatkın oklüzal pit ve fissürlere karyojenik bakterilerin ve bakteri besinlerinin ulaşmasını ve tutunmasını engelleyerek bir nevi bariyer özelliği gösteren materyaller olarak tanımlanmıştır. Böylece çürüğe yatkın oklüzal pit ve fissürlerin korunmasını sağlamaktadırlar. Ayrıca pit ve fissür örtücü uygulamaları, koruyucu diş hekimliği tedavi planlamasının önemli bir basamağı olmakla beraber oklüzal çürüklerin önlenmesinde en sık tercih edilen ve en etkili koruyucu uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. ⁹³

Yapılan çeşitli çalışmalarda özellikle çürük riski yüksek olan çocukların süt ve daimi dişlerine fissür örtücü uygulamasının gerektiği bildirilmiştir. Çürük riski bulunan oklüzal pit

ve fissürlere fissür örtücü uygulamasının çürük insidansını 1 yılda %86, 4 yılda %58 oranında azaltığı belirtilmiştir.⁹⁴ Yapılan çalışmalar oklüzal yüzeylerde çürük oluşumunu önlemede flor vernik uygulamalarının fissür örtücüler kadar başarılı olmadığını göstermiştir. Bunun sebebi olarak da derin fissürlerin flor etkisinden yeteri kadar faydalanamaması gösterilmiştir.^{33,95}

2.3.5.1. Pit ve Fissür Örtücülerin Tarihçesi

Azı dişlerinin oklüzal yüzeylerinin uygun bir materyel ile örtülmesinin olası çürük lezyonlarının önüne geçilebileceği 18. yüzyılın başlarında öne sürülmüştür.⁹⁶ İlk tedavi yaklaşımı Wilson tarafından 1895 yılında fissürlerin çinko fosfat siman ile örtülmesiyle başlamıştır.⁹⁷ İlerleyen yıllarda Hyatt çürük şüphesi olan derin pit ve fissürlerin mekanik olarak aşındırılmasını ve açılan sınıf 1 kaviteilerin amalgam ile doldurulduğu ‘profilaktik odontomi’ tekniğini gündeme taşımıştır.⁹⁸ 1929 yılında Bodecker ilk olarak fissürleri sond ile temizleyip içerisine oksifosfat siman damlatılmasını savunmuştur. Daha sonra fissürlerde kendi kendine temizlenebilen alanlar yaratmak amacıyla, oklüzal fissürlerin frezle aşındırarak düzleştirildiği ‘fissür eradikasyon tekniğini’ önermiştir.²⁸

Pit ve fissür örtücülerin ortaya çıkışı, Buonocore tarafından yapılan minenin asitlenmesiyle oluşturulan mikroboşluklara, rezin materyalin sızarak materyalin tutuculuğunun artmasını sağlayan bir çalışmaya dayanmaktadır.⁹⁹ Cueto ve Buonocore tarafından 1967 yılında, asitlenen oklüzal yüzeylerin siyonoakrilat kullanılarak örtülmesiyle fissür örtücülerin ilk klinik uygulamaları başlamıştır.¹⁰⁰ Siyonoakrilatların deri ve ağız mukozasında oluşturdukları toksik etkiler, uygulamanın zor olması, nemli ortamda zamanla bakteriyel bozulmaya uğramaları, ağız sıvılarında çözünmeleri ve bağlanma kuvvetlerinin düşük olması gibi sebeplerle kullanımlarından vazgeçilmiştir.^{101,102} Fissür örtücü olarak poliüretan türevleri ve polikarboksilat simanlarda kullanılmıştır. Ancak materyallerin aşınma dirençlerinin düşük olması ve viskozitelerinin yüksek olması nedeniyle kullanımları fazla ilgi görmemiştir.^{101,103}

Flor içeren ve dişlere fizikokimyasal olarak bağlanabilen cam iyonomer simanlar, Wilson ve Kent tarafından formüle edilerek diş hekimliğinde kullanılabilecek yeni bir materyal olarak sunulmuştur.¹⁰⁴ Cam iyonomer simanları fissür örtücü materyali olarak ilk kullanan Mc Lean ve Wilson olmuştur.¹⁰⁵ Cam iyonomer simanlar uzun süre kullanılmış

olsalar da neme duyarlı olmaları, kırılmaları ve aşınma dirençlerinin düşük olması gibi olumsuz özelliklerini ortadan kaldırmak için içerisine rezin ilave edilerek, rezin modifiye cam iyonomer siman (RMCİS) ve poliasit modifiye kompozit rezin (PMKR) materyalleri geliştirilmiştir. Bu iki materyalin fissür örtücü tipleride üretilmiş ve günümüzde halen kullanılmaktadır.^{9,106} Daha sonra Bowen, bisfenol-a-glisidil dimetakrilat adı verilen yapışkan bir rezin icat etti ve bu, bis-fenol A glisidil metakrilat (Bis-GMA) olarak bilindi. 1960'lı yılların sonlarında geliştirilen Bis-GMA rezinler birçok restoratif işlemde başarıyla kullanılmıştır. Bu materyalin bozulmaya karşı dayanıklı olduğu ve asitlenmiş mineye bond ile başarıyla yapıştığı tespit edildi.¹⁰⁷ Buonocore, 1970 yılında ultraviyole ışık kullanımıyla Bis-GMA rezinin başarılı bir şekilde kullanılmasını açıklayan pit ve fissür örtücü maddesi hakkında ilk makalesini yayınladı. Amerikan Diş Hekimliği Birliği (American Dental Association-ADA) tarafından 1980'li yıllarda Bis-GMA rezin monomer içerikli fissür örtücülerin kullanımına izin verilmiştir.¹⁰⁸

2.3.5.2. İdeal Pit ve Fissür Örtücüde Bulunması Gereken Özellikler

İdeal bir fissür örtücününün sahip olması gereken özellikler :

- Ağız içindeki dokularla biyouyumlu olmalı,
- Kolay uygulanabilir olmalı,
- Uzun retansiyon süresine sahip olmalı,
- Mümkün olduğunca mine dokusuna benzer termal ve mekanik özelliklere sahip olmalı,
- Uygulandığı oklüzal yüzeylerde çürük önleyici etki göstermeli,
- Ağız ortamındaki çözünürlüğü az olmalı,
- Fissürlere iyi penetrasyonu için viskozitesi düşük, akışkanlığı fazla olmalı,
- Ağız içerisindeki fonksiyonel kuvvetlere karşı yeterli direnci göstermelidir.^{93,105,109}

2.3.5.3. Fissür Örtücü Uygulama Endikasyonları

Fissür örtücü uygulamasına karar verirken; dişin klinik durumu, bireyin medikal ve sosyal risk faktörleri, oral hijyen ve beslenme alışkanlıkları, sistemik veya topikal flor alımı,

geçmişteki çürük hikayesi göz önünde bulundurulmalıdır.¹¹⁰ Bazı çalışmalarda fissür örtücü uygulamasına karar verilmeden önce bireyin çürük risk seviyesinin belirlenmesi önerilmektedir. Buna dayanarak fissür örtücülerin çürük riski yüksek olan çocuklara uygulanması gerektiği bildirilmiştir.¹¹¹ Bazı araştırmalarda ise çürük riski bulunmayan bireylerde, sadece, oklüzal yüzeyde dar ve derin pit ve fissürlere koruyucu amaçlı fissür örtücü uygulanması gerektiği önerilmiştir.^{112,113}

Çürük risk değerlendirmesine dayanarak, süt dişlerinin derin fissür anatomisine bağlı olarak veya çürük riski yüksek olan çocukların fissür örtücü uygulamalarından faydalanabileceği düşünülmektedir.¹¹¹ Fissür örtücü uygulamasının, çürük riski yüksek bireylere, süt ve daimi dişlerinde çürük veya restorasyon olan bireylerin sağlıklı dişlerine, tıbbi, fiziksel veya zihinsel engelli çocuklar ve genç erişkinlere ayrıca sondun takıldığı derin ve dar oklüzal pit ve fissürleri olan dişlere yapılması önerilmektedir.¹⁰⁹

Fissür örtücü uygulamasına karar verilirken, aproksimal bölgenin çürük durumunun da değerlendirilmesi gerekmektedir. Aproksimal bölgede çürük varlığında kavite preperasyonu pit ve fissürleri de kapsıyorsa fissür örtücü uygulaması gerekmemektedir. Aksi durumda ise kavite preperasyonu fissürleri içermiyorsa, kavite dışında kalan pit ve fissürlere fissür örtücü uygulaması önerilmektedir.¹¹⁴

Fissür örtücü uygulamalarına karar verirken dişlerin sürme durumuna dikkat edilmelidir. Bazı araştırmacılar sürmekte olan dişlerde, sürme işlemi tamamlanıp, diş oklüzyona gelene kadar, dişe fissür örtücü uygulamasının ertelenmesini önermektedirler.¹¹⁴ Çürük riski yüksek olan bireylerde dişe sürme öncesi dönemde fissür örtücü uygulanması gerekiyorsa, cam iyonomer esaslı fissür örtücüler geçici bir tedavi seçeneği olarak kullanılabilirler. Çünkü sürmekte olan dişlerde nem kontrolü sağlanamayacağı için rezin esaslı fissür örtücüler önerilmez. Ancak diş tam olarak sürdüğünde rezin esaslı fissür örtücülerle tedavi tamamlanmalıdır.^{110,115}

Avrupa Pediatrik Dişhekimliği Birliği'nin 2014 yılında yayınladığı rehberde dişlerin oklüzal fissürlerinde başlangıç aşamasındaki çürük lezyonu tespit edildiğinde bile fissür örtücü uygulanabileceğini belirtilmiştir. Ancak aynı rehberde, klinik muayenede çürüğün sınırlarından emin olunamadığında, radyografilerden yararlanılarak durumun tekrardan değerlendirilmesi önerilmiştir.¹⁰⁹ 2014 yılında 'Amerikan Pediatrik Dişhekimliği Birliği' (AAPD)'nin yayınladığı rehberde de çürük riski bulunan oklüzal pit ve fissürlere koruyucu amaçlı, kavitasyon oluşmamış başlangıç çürük lezyonu bulunan oklüzal pit ve fissürlere ise

lezyonun ilerlemesini engellemek amacıyla fissür örtücü uygulanabileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte, örtücü maddelerinin düzenli aralıklarla takip edilmesi ve gerekirse onarılmasının materyalin etkinliğini arttırdığı bildirilmiştir.¹¹⁰

Örtücü yerleştirme endikasyonları şu şeklide sıralanabilir;

- Sondun sıkışmasına veya takılmasına neden olabilen derin, dar pit ve fissürler,
- Minimal dekalsifikasyon ve opasite görünümü olan renkleşmiş pit ve fissürler,
- Örtücü uygulanacak dişte radyolojik ve klinik olarak interproksimal çürük belirtisi olmaması,
- Diğer süt veya daimi dişlerde oluşmuş pit ve fissür çürükleri ya da restorasyonlar,
- İnterproksimal çürük oluşumundan koruyacak, sistemik veya topikal florid tedavisi gibi diğer koruyucu tedavilerin kullanılması,
- Örtücü uygulanacak dişin tükürük kontaminasyonundan yeterince izole edilebilir olmasıdır.²⁸

Örtücü yerleştirme kontrendikasyonları ise;

- Kendi kendine temizlenebilen V şeklinde geniş fissürler,
- Radyolojik ve klinik olarak restorasyon yapılması gereken oklüzal veya interproksimal bölgede çürük belirtisi olması,
- İnterproksimal veya oklüzal lezyon veya restorasyonların olması,
- İnterproksimal çürük oluşumunu önlemek için düzenli koruyucu tedavilerin yapılmıyor olması,
- Dişin parsiyel sürmüş olmasına bağlı yeterli izolasyon sağlanamam ihtimalinin olması olarak sayılabilmektedir.²⁸

2.3.5.4. Güncel Fissür Örtücü Materyalleri

2.3.5.4.1.Rezin Esaslı Fissür Örtücüler

Rezin esaslı dental materyaller, rezin matriksten oluşan bir organik kısım, doldurucu içeren bir inorganik kısım ve bu ikisini birbirine bağlayan ara faz ve başlatıcılardan oluşmaktadır. Bu materyallerin çoğunun organik matriksi Bis-GMA veya UDMA (üretan

dimetakrilat) gibi yüksek molekül ağırlıklı monomerlerden oluşmaktadır. Bis-GMA içeren fissür örtücülerin yapısına, viskozitesini azaltmak ve penetrasyonunu arttırmak amacıyla trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) veya HEMA gibi monomer ilavesi önerilmektedir.¹¹⁶

Günümüzde rezin esaslı fissür örtücüler yapısal özellikleri göz önünde bulundurulduğunda; renklerine, polimerizasyon şekillerine ve doldurucu içeriklerine göre sınıflandırılmaktadır.⁹³

Rezin esaslı fissür örtücüler renklerine göre, şeffaf, opak ve renkli olarak sınıflandırılırlar. Opak ve renkli fissür örtücülerin retansiyonları kolay kontrol edilebilir ve aileler tarafından farkedilebilir olduğu için kullanımı sıklıkla tercih edilmektedir. Ebeveynler fissür örtücüyü çocuklarının dişinde açıkça görebileceğinden, diş üzerinden fissür örtücü kaybedildiğinde kontrolü kolay sağlanabilmektedir. Şeffaf fissür örtücülerin ise alt katmanda çürük oluşumunu değerlendirmede faydalı oldukları bildirilmiştir.^{117,118} Yapılan bir çalışma, fissür örtücü tanımlama hatasının opak rezin örtücü maddesi için sadece % 1 olduğu, şeffaf rezin örtücü maddesi için % 23 olduğu gösterilmiştir.¹¹⁹

Rezin esaslı Bis-GMA içeren fissür örtücüler polimerizasyon şekillerine göre; ultraviyole ışık ile polimerize olan (1. jenerasyon fissür örtücüler), kimyasal olarak polimerize olan (2. jenerasyon fissür örtücüler), görünür ışık ile polimerize olan (3. jenerasyon fissür örtücüler) ve flor içeren fissür örtücüler (4. jenerasyon fissür örtücüler) olarak sınıflandırılmaktadır.⁹³

Birinci jenerasyon fissür örtücü olarak kullanılan siyanoakrilatların polimerizasyon reaksiyonunu başlatmak için 365 nanometre dalga boyunda ultraviyole ışık kullanılmıştır. Fakat, ultraviyole ışığın dalga boyunun stabilize edilememesi ve uzun süre ışığa maruz kalmanın retina hasarına yol açması nedeniyle yöntemden vazgeçilmiştir.^{7,120,121}

İkinci jenerasyon fissür örtücüler ultraviyole ışık kaynağına ihtiyaç duymadan kimyasal olarak polimerize olabilmektedir. Bis-GMA ve başlatıcı olarak benzoil peroksit içeren birinci kısım ve Bis-GMA ve %5 oranında organik amin hızlandırıcı içeren ikinci kısımdan oluşmaktadır. Bu iki kısmın karıştırılmasından sonra genellikle 1-2 dk içerisinde ekzotermik reaksiyon meydana gelir ve ardından materyal sertleşmeden hızlıca dişe yerleştirilmelidir. Karıştırma işlemi hava kabarcığı oluşmamasına dikkat edilmelidir çünkü bunlar fissür örtücü dişe yerleştirildikten sonra yüzeyinde materyalin başarısını olumsuz etkileyecek pürüzlere ve boşluklara yol açabilir.^{7,109,122} Birinci ve ikinci jenerasyon

fissür örtücülerin karşılaştırıldığı çalışmalarda, ikinci jenerasyon fissür örtücülerin retansiyon ve çürük önleme açısından daha iyi olduğu görülmüştür.^{122,123}

Üçüncü jenerasyon fissür örtücüler içerisinde 400-500 nanometre dalga boyunda görünür ışıkla aktive olarak polimerizasyon reaksiyonunu başlatan kamforokinon gibi diketon başlatıcılar ve reaksiyonu hızlandıran alifatik aminler ilave edilmiştir.⁷ Görünür ışık kaynaklarıyla polimerizasyon sağlanmasında sıklıkla halojen ışık kaynakları ve 'Light Emitting Diode' (LED) ışık kaynakları tercih edilmesine rağmen, plazma ark, quartz tungsten halojen (QTH) ve lazer ışık kaynaklarından da yararlanılmaktadır.¹²⁴ Ancak, kullanılan ışık cihazları göze zarar verebileceğinden işlem sırasında koruyucu gözlük kullanılması gerekmektedir.¹²² Üçüncü jenerasyon fissür örtücüler ikinci jenerasyon fissür örtücülere göre bazı avantajlara sahip oldukları için daha çok tercih edilmektedirler. Bu avantajlar arasında, kolay uygulanabilmeleri, yeterli çalışma süresinin olması, hızlı sertleşme, karıştırma işlemi olmadığı için hava boşluğu oluşma riskinin olmaması ve mine yüzeyine daha homojen yayılabilmesi sayılmaktadır.^{93,123}

Dördüncü jenerasyon flor içeren fissür örtücüler, florun çürük önlemedeki potansiyel yararları düşünülerek geliştirilmiştir. Fissür örtücülere flor iki farklı yöntemle ilave edilmektedir. Birinci yöntemde çözünebilir formda flor tuzları polimerize olmamış rezin içerisine ilave edilir. Fissür örtücü uygulandıktan sonra flor tuzları çözünür ve ağız ortamına flor iyonu salınır. İkinci yöntemde ise, organik bir flor bileşiği, yapısal bir bozulma olmadan flor iyonlarını iyon değişim mekanizmasıyla serbestleştirecek şekilde rezinin yapısına kovalent bağlarla bağlanır.^{122,125} Restoratif materyallere flor ilavesinin amacı, hem sekonder çürük oluşumunu önlemek hem de restorasyona komşu diş dokularının da florun olumlu faydalarından yararlanmasını sağlamaktır.¹²⁶

Rezin esaslı fissür örtücüler içerdikleri doldurucu oranına göre; dolduruculu, yarı dolduruculu ve doldurucusuz olarak sınıflandırılmaktadırlar.¹⁰² Farklı doldurucu oranı içeren fissür örtücülerin akışkanlıkları da farklı olmaktadır. Doldurucusuz fissür örtücüler dolduruculu ve yarı dolduruculu fissür örtücülerle karşılaştırıldığında, pit ve fissürlerin derinliklerine daha iyi nüfuz eder ve daha iyi retansiyon gösterirler.¹¹⁷ Bununla birlikte fissür örtücülerin doldurucu ilavesiyle aşınma ve abrazyona karşı daha dirençli hale gelmeleri sağlanmaktadır.^{7,122} Dolduruculu fissür örtücülerde klinik uygulamalarda oklüzal uyumlandırmaya ihtiyaç duyulmasının tedavi maliyetini ve süresini uzattığı bildirilmiştir.

Doldurucusuz fissür örtücüler ise oklüzal kuvvetlerin etkisi ile 24-48 saat içerisinde kendiliğinden aşınmakta ve oklüzal uyumlama yapılmasına gerek kalmadığı belirtilmiştir.⁹³

2.3.5.4.2. Cam İyonomer Siman Esaslı Fissür Örtücüler

Cam iyonomer simanlar Wilson ve Kent tarafından 1960'lı yıllarda üretilmiştir. Bu simanlar McLean ve Wilson tarafından geliştirilmiş ve 1975 yılından itibaren dental materyal olarak kullanılmaya başlanmıştır.⁹ Cam iyonomer simanlar, üretildikleri dönemde sıkça kullanılmakta olan silikat simanın direnç, sertlik ve flor iyonu açığa çıkarma gibi olumlu özellikleriyle, diş dokularına bağlanabilme ve biyolojik uyum özelliklerine sahip poliakrilik asit likitin birleştirilmesi sonucu bulunmuştur.¹²⁷ Cam iyonomer siman dişlere kimyasal olarak bağlanabilen, yapısında flor bulunan ve yüksek düzeyde flor salınımı yapabilen bir materyal olup diş hekimliğinde birçok alanda kullanılmaktadırlar.¹²⁸

Cam iyonomer simanlarda bulunan cam partikülleri karmaşık yapıdadır ve üç temel bileşeni Ca, silisyum (Si), alüminyumdur (Al). Flor yapıda rezervuar görevi görmekte olup genellikle Na ve fosfat (P) da içerirler.¹²⁹ İçeriğinde akrilik asit, itokonik asit, maleik asit, vinil fosforik asit ve bütan dikarboksilik asit gibi farklı asitler bulunabilmektedir. Geleneksel CİS'larda sertleşme reaksiyonu bileşenlerinin karıştırılmasından sonra, katı cam tozlarının asit gruplarını nötralize etmesiyle meydana gelmektedir. Cam iyonomer simanların sertleşme mekanizması toz ve likitin teması, cam partikülleri üzerine asit atağı, matrisin şelasyonu ve matrisin sertleşmesi olarak dört fazda gerçekleşmektedir.^{10,130} Asitte bulunan hidrojen iyonları (H), suyun varlığında cam partiküllerine doğru hareket etmekte ve Ca, stronsiyum (Sr), Al, Na ve F iyonlarını açığa çıkarmaktadır.¹³¹

Cam iyonomer simanların sürekli ve aktif flor salınımı yapabilmeleri materyale antikaryojenik etki ve sekonder çürük oluşumunu engelliyebilme özelliği sağlamaktadır. Ayrıca, CİS'lar ortamda flor varlığında yeniden yüklenebilme özelliğine sahiptirler.¹³² CİS'ların flor salınımları, dişe kimyasal olarak bağlanabilmeleri, ısıl genleşme katsayısının diş sert dokularıyla uyumlu olması, sertleşme sırasında serbest monomer salmamaları, rezinlere oranla daha az büzülmeleri ve asitlere karşı dayanıklı olmaları gibi olumlu özelliklerinden dolayı pit ve fissür örtücü olarak kullanılmaları önerilmiştir.⁹ CİS'ların olumlu özelliklerinin yanında; kompozit rezinler kadar estetik olmamaları, suya ve kurumaya eğilimleri, çalışma zamanının kısa olması, aşınma ve kırılma direncinin düşük

olması, yüksek oranda mikrosızıntı göstermeleri gibi olumsuz özellikleride bulunmaktadır.^{9,127,133}

Fissür örtücülerin klinik başarısı uzun dönem retansiyonlarına bağlı olsa da zaman içerisinde bütünlüklerini kaybedebilmektedirler. Yapılan pek çok çalışmada CİS'ların retansiyon oranının rezin içerikli olanlara kıyasla daha düşük olduğu bildirilmesine rağmen, pit ve fissür alanları için çürüğü önlemede etkin oldukları gösterilmiştir. Bu durumun sebebinin klinik olarak fissür örtücünün tamamen kayıp olduğu belirlense bile fissür tabanında CİS'in az miktarda kalsa dahi mineye flor geçişini sağlayarak remineralizasyona katkı sağlaması olduğu düşünülmüştür.^{122,134}

Cam iyonomer simanların en önemli özelliklerinden biri, herhangi bir yüzey işlemi yapılmadan diş dokusuna şelasyonla bağlanabilmeleri olmasına rağmen, materyallerde görülen retansiyon sorununun önüne geçmek için farklı yüzey düzenleme yöntemleri denenmiştir. Fissür örtücülerin penetrasyon derinliğinin, mine yüzeyine %10'luk poliakrilik asit uygulandığında arttırılabildiği gösterilmiştir. Aynı zamanda self-etching ya da lazer sistemlerinin tek başına uygulanmasının poliakrilik asit uygulaması kadar etkili olmadığı bildirilmiştir.¹³⁵

Geleneksel cam iyonomer simanların ve rezinlerin avantajlarından yararlanabilmek için, bu iki materyalin farklı oranlarda birleştirilmesiyle, RMCİS ve PMKR (kompomer) materyalleri geliştirilmiştir. Ayrıca materyalin klinik başarısını arttırmak için materyal içerisinde modifikasyonlar yaparak giomer ve cam karbomer esaslı materyaller geliştirilmiştir.¹⁰

2.3.5.4.3. Resin Modifiye Camiyonomer Esaslı Fissür Örtücüler

Cam iyonomer simanların neme olan hassasiyeti ve düşük fiziksel özellikleri gibi mevcut olumsuzluklarının elimine edilmesi için, yapılarına rezin ilave edilerek sertleşme mekanizmaları değiştirilmiş ve 1992 yılında RMCİS üretilmiştir. RMCİS'ler %80 oranında CİS ve %20 oranında rezin esaslı hibrit materyalin karışımından oluşmaktadır.^{7,127,133} Bu materyal geliştirilirken CİS'lerin, kimyasal adezyon, flor salınımı ve resarj özelliği gibi olumlu özelliklerinin korunması da amaçlanmıştır.¹⁰⁹ Ayrıca bu simanlar artmış yüzey sertliği ve uzamış çalışma süresi gibi avantajlara sahiptir. RMCİS'ların toz kızımı

floroaluminosilikat cam tozları, likit kısmı ise metakrilat grupları, tartarik asit, poliakrilik asit, HEMA ve %8 oranında su içermektedir.¹⁰

Rezin modifiye cam iyonomer simanların kullanım alanları geniştir; küçük sınıf I, II ve III kaviteelerde, sınıf V kaviteelerde, süt dişlerinde sınıf I,II, III ve V kaviteelerde, yapıştırma simanı olarak, derin kaviteelerde kaide materyali olarak, kor yapımında ve fissür örtücü olarak kullanılabilirler.¹⁰

Rezin modifiye cam iyonomer simanların içerisinde %23 oranında flor bulunmaktadır. Bu simanların flor salınımı ve resarj kapasitesi geleneksel CİS'lardan daha fazladır.¹³⁶ RMCİS'lar dual sertleşme mekanizmasına sahip olup hem asit-baz reaksiyonu hemde foto-kimyasal bir sertleşme gösterirler. RMCİS'lerde firma talimatlarına göre polimerizasyon sağlansada artık monomer (HEMA) salınımı gerçekleşebilir. Bu durumda pulpa dokusu olumsuz yönde etkilenebilir, kontak dermatit ve alerjik reaksiyonlara neden olabilir. Bu nedenle, RMCİS'in biyouyumluluğunun içerisindeki HEMA nedeniyle geleneksel CİS'lardan daha düşük olduğu bildirilmiştir.¹³⁷

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar ve geleneksel CİS esaslı fissür örtücülerin karşılaştırıldığı bir çalışmada, RMCİS esaslı fissür örtücülerin retansiyonunun geleneksel CİS esaslı fissür örtücülerden daha iyi olduğu ancak rezin içerikli fissür örtücüden daha düşük olduğu gösterilmiştir.¹³⁸ Diğer bir çalışmada RMCİS ile geleneksel CİS oklüzal örtücü olarak kullanılmış ve retansiyonla çürükten koruyucu etkileri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, RMCİS'ların 6 ve 12 aylık retansiyon oranlarının geleneksel CİS'lardan daha fazla olduğu ve her iki grup için de 12 aylık dönemde çürük tespit edilemediği bildirilmiştir.¹³⁹

Yapılan bir diğer çalışmada RMCİS ile rezin esaslı bir fissür örtücünün yüzey özellikleri, retansiyon ve çürük önleyici özellikleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda 1 yıllık takipte RMCİS'in aşınma direncinin, adezyonunun, retansiyonunun ve çürük önleyici özelliklerinin rezin esaslı fissür örtücü kadar iyi olduğu bulunmuştur. Bu nedenle rezin esaslı fissür örtücülere alternatif olabileceğini bildirmişlerdir.¹⁴⁰

2.3.5.4.4. Poliasit Modifiye Kompozit Rezin Esaslı Fissür Örtücüler

Kompomer olarak da isimlendirilen bu restoratif materyal, iki karboksil gruplu dimetakrilat monomerler ve geleneksel CİS'larda bulunan iyon salabilen cam benzeri

doldurucular içerirler. Bunlara ilave olarak içeriğinde stabilizatörler, pigmentler ve reaksiyon başlatıcılar de bulunur. İçeriğinde %70-80 oranında kompozit rezin, %20-30 oranında CİS ve %13 oranında flor bulunmaktadır. Bu materyallerin estetik ve fiziksel özellikleri kompozit rezinlere benzemektedir. McLean ve arkadaşları, bu materyallere 1994 yılında "Poliasit-modifiye kompozit rezin" adını vermiş ve bu materyallerin RMCİS'lerden farklı materyaller olduğu kabul edilmiştir.^{10,141}

Bu materyallerin iki farklı sertleşme mekanizması vardır; önce hızlı bir şekilde ışıkla sertleşme gerçekleşir ve sonrasında materyalin zamanla su emilimine bağlı olarak asit baz reaksiyonu gerçekleşir ve cam doldurucudan matrikse flor salınımı olur. Gerçekleşen asit baz reaksiyonu sonucu PMKR'lerin higroskopik olarak ağırlıkça %3 oranında genişlemeye uğradıkları ve bu durumun da retansiyonu arttırabileceği bildirilmektedir. PMKR'lerin geleneksel pit ve fissür örtücüler kadar başarılı olduğu yapılan bazı çalışmalarda belirtilmiştir.⁷

Poliasit modifiye kompozit rezinin fiziksel özellikleri kompozitlere benzerdir ancak kompozitlere göre aşınmaları daha fazla ve kırılma dirençleri daha düşüktür.¹⁴² Kullanım endikasyonları arasında; Sınıf III ve V kaviteler, süt dişi restorasyonlarında, kor yapımında ve açık sandviç tekniğinin uygulandığı restorasyonlar sayılabilmektedir. Kullanımlarının kolay olması, flor salınımı yapmaları, diş sert dokularına bağlanabilmeleri ve ışıkla sertleşmeleri kullanım avantajları arsında sayılabilmektedir.^{10,143}

Poliasit modifiye kompozit rezin esaslı fissür örtücü materyallerinin retansiyon ve çürük önleme özelliklerinin değerlendirildiği klinik bir çalışmada, retansiyonlarının düşük olduğu ancak çürük önlemede başarılı oldukları belirtilmiştir.¹⁴⁴ Yapılan bir diğer çalışmada, PMKR esaslı fissür örtücülerden flor salınımının CİS esaslı fissür örtücülerden daha düşük olduğu saptanmıştır.¹⁴⁵

2.3.5.4.5.Ormoser Esaslı Fissür Örtücüler

Ormoserler (organically modified ceramic), biyouyumlu ve polimerizasyon büzülmesinin önemli ölçüde azaltıldığı, karbon yerine uzun "back bone" silikondan oluşan bir materyal olarak 1998 yılında tanıtılmışlardır.¹³³ Bu silikonun karbon-karbon çift bağları içeren kenar zincirleri işlenmiştir. Monomer molekülünün büyük boyutu sayesinde bu sistem polimerizasyon büzülmesini ve aşınmayı azaltıp monomer salınımının da azalmaya sebep

olduğundan kompozit restorasyonlar için matris olarak kullanımı tercih edilebilmektedir. Bunun sebebi polimerizasyon büzülmesini azaltmak, abrazyon dayanımını, biyouyumluluğu ve marjinal adaptasyonu artırmaktır. Ancak laboratuvar çalışmaların da bu özelliklerinin hepsi doğrulanamamıştır.^{146,147}

Yapılan bir çalışmada CİS ve ormoser esaslı fissür örtücüler retansiyon, marjinal bütünlük ve sekonder çürük oluşumu açısından karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda her iki materyalde retansiyon ve kenar bütünlüğü açısından benzer sonuçlar elde edilmiş olup CİS esaslı fissür örtücünün çürük önleyici etkisi diğerlerinden daha yüksek bulunmuştur.¹⁴⁸

Yapılan diğer bir çalışmada ormoser esaslı fissür örtücünün klinik başarısının kompomere göre daha üstün, rezin içerikli ve rezin modifiye CİS esaslı fissür örtücülere benzer bulunmuştur.¹⁴⁹

2.3.5.4.6. Giomer Esaslı Fissür Örtücüler

Giomer, rezin matristen oluşan reaksiyona girmiş cam doldurucular (pre-reacted glass ionomer fillers-PRG) içeren, flor salan ve ışıkla sertleştirilen bir restoratif materyal olarak piyasaya sunulmuştur.¹¹ Giomerlerin yapısında; Bis-GMA, TEGDMA, inorganik cam doldurucu, alüminyum oksit, silika, PRG doldurucu ve DL-kamforokinon bulunmaktadır.¹⁵⁰ Bu materyallerin CİS'ler gibi flor salma ve yeniden yüklenebilme ayrıca kompozitler rezinler gibi dirençli, estetik ve cilalanabilir olmaları gibi avantajları mevcuttur.¹⁵¹ Ayrıca giomerler, asitle pürüzlendirme ve yıkama işlemleri gerektirmezler. Böylece klinik uygulama süresini kısaltarak hem hekim hem de hasta için zaman tasarrufu sağlarlar ve asitle pürüzlendirme sırasında ortaya çıkabilecek olumsuzlukları ortadan kaldırır.¹⁵² Ancak yapılan bir çalışmada, asit uygulama basamağı yapılmadan gerçekleştirilen giomer esaslı fissür örtücülerin mikrosızıntı ve bağlanma dayanımlarının, geleneksel rezin esaslı sistemlerden ve asitle birlikte uygulandıklarında elde edilen değerlerden anlamlı derecede daha düşük olduğu bildirilmiştir.¹⁵³

Giomerlerin uzun dönem flor salınımı kesin olmakla beraber, yapılan çalışmalar demineralizasyonu inhibe etme özelliklerinin CİS'lere benzediğini göstermiştir.¹⁰ Giomerlerin uzun süreli flor salınımının incelendiği bir in-vitro çalışmada, ilk günlerde flor salınımının çok az olduğu, takip eden 21 gün sonunda flor salınımının belirgin derecede

arttığı görülmüştür.¹⁵⁴ Literatürde materyalin flor salınımı ve resarj özelliklerinin geleneksel CİS ve RMCİS'lardan düşük, ancak kompozitlerden daha yüksek olduğu gösterilmiştir.¹⁵⁵

Bir diğer çalışmada, flor yüklemesinden önce ve sonra rezin esaslı ve giomer esaslı fissür örtücülerin flor salınımı yapma özellikleri ve salınan diğer iyonların konsantrasyonları karşılaştırılmıştır. Çalışmada giomer esaslı fissür örtücülerin flor salınımının 1. gün oldukça yüksek olmasına rağmen takip eden günlerde azalmakta olduğu, 14-15. günde ise son bulunduğu gösterilmiştir. 16-25 günde yapılan flor yüklemesinden sonra giomer esaslı fissür örtücüden anlamlı düzeyde daha fazla flor salınımı gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu çalışma sonucunda giomer esaslı fissür örtücülerin topikal flor uygulaması, florlu diş macunu kullanımı gibi flor uygulamalarıyla birlikte kullanılmasının materyalin flor salınımını arttıracak için çürüklere karşı korumada daha etkili olabileceği bildirilmiştir.¹⁵⁶

Giomerlerin renklenmesi ve su emilimi nanohibrit rezin kompozitlere göre belirgin olarak daha fazladır ve bu durum materyalin estetik özellik açısından nanohibrit kompozitlerden daha başarısız olduğunu göstermektedir.¹⁵⁷ Yapılan bir çalışmada giomerlerin yüzey pürüzlülüğünün CİS içerikli ve RMCİS materyallerinden daha iyi, kompozitlerden ise daha kötü olduğu gösterilmiştir.¹⁵⁸ Yapılan başka bir in vitro çalışmada giomerlerin, geleneksel ve seramikle güçlendirilmiş cam iyonomer simanlar ve rezin kompozitlerden daha iyi biyouyumluluk gösterdiği bildirilmiştir.¹⁵⁹

2.3.5.4.7. Cam Karbomer Esaslı Fissür Örtücüler

Karbomerler, karbonize nanopartiküller içeren cam iyonomer yapıda simanlar olup, nano boyutlu toz partikülleri ve florapatit içermeleri nedeniyle CİS'lardan ayrılırlar. Deneysel olarak geleneksel CİS içerisine nanoboyuttaki partiküller ilave edildiğinde materyalin dayanıklılık, aşınma direnci, bağlanma dayanımı ve remineralizasyon kapasitesi gibi mekanik özelliklerinin arttığı gösterilmiştir. Materyalin yapısındaki florapatit oranı %20 olarak bildirilmiştir.¹⁶⁰

Cam karbomerler, mine veya dentine herhangi bir işlem uygulanmadan bağlanabilirler. CİS'larda olduğu gibi cam karbomerlerde kimyasal olarak sertleşmektedir ve sertleşme sırasında Al iyonu benzer görevi üstlenerek başlangıçta cam tozunda 4'lü bağ yapısındaiken sertleşme sırasında 6'lü bağ yapısına dönüştüğü görülmektedir.¹²⁶ Karbomerin sertleşme mekanizması yapılan bir çalışmada Al, F, P ve Si kullanılarak MAS-NMR streskopi ile takip

edilmiş ve yavaş sertleşmenin yaklaşık 10 ay sürdüğü görülmüştür.¹⁶⁰ Cam karbomerlere CİS'lardan farklı olarak sertleşme reaksiyonu sırasında ısı uygulanması yapılmalıdır. Isı uygulamasının sertleşmeyi hızlandırdığı, basma dayanımını arttırdığı ve mikrosızıntıyı azalttığı bildirilmiştir.^{161,162}

Cam karbomer materyalleri çocuk diş hekimliğinde restoratif materyal ve fissür örtücü olarak ayrıca paslanmaz çelik kron simantasyonunda ve ortodontik bantların yapıştırılmasında kullanılmaktadır.^{120,162}

Nanopartiküllerin eklenmesi materyalin mekanik özelliklerini geliştirmiştir. Cam karbomerler konvansiyonel cam iyonomerlerle kıyaslandığında önemli ölçüde daha iyi mekanik ve kimyasal özellikler sergilemektedir. Özellikle cam karbomerlerin konvansiyonel cam iyonomer simanlarla karşılaştırıldığında mineyi makaslama kuvvetinin, aynı düzeyde olduğu hatta daha yüksek olduğu rapor edilmiştir.^{161,163} Cam karbomerlerin flor salınımı ve yeniden yüklenebilme özellikleride mevcuttur. Cam karbomerlerin çürük oluşumunu önleme ve florapatit oluşturarak remineralizasyona katkı sağlama gibi özelliklerinin olmasının yanında, organik çözücüler ve Bisfenol-A gibi sağlığa zarar verme riski mevcut olan materyalleri içermemesi de bir avantajı olarak düşünülebilmektedir.¹⁶¹

Yapılan bir in vitro çalışmada cam karbomer esaslı fissür örtücünün farklı pH'larda çözünürlükleri incelenmiştir. Cam karbomerlerin geleneksel cam iyonomerden daha az çözündüğü ve mikrosızıntı açısından aralarında bir fark olmadığı belirtilmiştir. Bu nedenle özellikle nem kontrolü sağlanmasının zor olduğu tam olarak sürmemiş dişlerdeki fissürlerinin tedavisinde cam karbomer kullanımının alternatif olabileceği bildirilmiştir.¹²⁰ Çehreli ve arkadaşları geleneksel CİS, kompomer ve cam karbomerin mikrosızıntılarını karşılaştırdıkları çalışmalarında ise, en fazla mikrosızıntı cam karbomer simanda saptanmıştır.¹⁶⁴

Gorseta ve arkadaşlarının yaptıkları klinik çalışmada, cam karbomer simanı fissür örtücü olarak uygulamışlar ve konvansiyonel rezin esaslı fissür örtücülerle retansiyonları ve çürük oluşumu açısından karşılaştırmışlardır. 6 ve 12 hafta takip süreleri sonunda cam karbomerle yapılan tedavilerin, rezin esaslı fissür örtücülerden retansiyon açısından belirgin ölçüde farklı olmadıklarını bildirmişlerdir.¹⁶¹ Yapılan diğer bir in-vitro çalışmada; cam karbomer esaslı, CPP-ACP ilaveli ve geleneksel cam iyonomer esaslı fissür örtücüler karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, cam karbomer esaslı materyalin mikrosızıntı, penetrasyon kabiliyeti, bağlanma dayanımı gibi fiziksel özellikler açısından diğer iki

materyalden daha başarısız olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, cam karbomer esaslı materyalin sadece florid salımı açısından diğer materyallerden daha başarılı olduğu belirtilmiştir. Cam karbomerin yetersiz mikromekanik retansiyonu ve penetrasyon kabiliyetinin, yüzey hazırlığı sırasındaki düşük asitleme süresi ve muhtemel düşük akışkanlığı ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir.¹⁶⁵

2.4. Yüzey Sertliği

Dental materyallerde yüzey sertliği materyalin kuvvet karşısında aşınmaya ve delinmeye karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin mekanik özelliklerinin birbiriyle kıyaslanmasında kullanılan laboratuvar testlerinin başında yüzey sertlik testi gelmektedir. Materyalin yüzey sertliği aşınma direnci ile doğru orantılı olduğu gibi aynı zamanda materyalin mekanik dayanıklılığını da arttırmaktadır. Restoratif materyallerin çiğneme kuvvetlerine maruz kaldıklarında deformasyona uğramaması için yüzey sertliklerinin yüksek olması gerekmektedir. Yüzey sertliği düşük olan materyallerde aşınma miktarı fazla olmaktadır.¹⁶⁶

Rezin esaslı dental materyallerin yüzey sertliğini, organik matriksin yapısı, inorganik doldurucu partiküllerin miktarı ve tipi ayrıca polimerizasyon şekilleride etkilemektedir. Materyal yapısındaki inorganik doldurucu partikül miktarı arttıkça, yüzey sertlik değeride artmaktadır. Ayrıca mikrosertliği fazla olan materyallerin, yapısındaki karbon çift bağlarının dönüşüm hızının, yüzey sertliği düşük olanlara göre daha hızlı gerçekleştiği bildirilmiştir.¹⁶⁶

2.4.1. Yüzey Sertliğini Ölçmek İçin Kullanılan Yöntemler

Uygulanan yöntemlere göre sertlik ölçümü, makro, mikro ve nano dereceli olarak tanımlanabilir. Sertlik ölçümünde en sık kullanılan test yöntemleri; Brinell, Barcoll, Shore, Rocwell, Vickers ve Knoop testleridir. Brinell ve Rockwell makrosertlik ölçümlerinde kullanılırken, Vicker's ve Knoop mikrosertlik ölçümlerinde tercih edilmektedir. Shore ve Barcol testleri ise yumuşak plastik, kauçuk gibi elastik materyallerin sertlik ölçümünde kullanılan yöntemlerdir.¹⁶⁷

Sertlik değeri, belirlenen çeşitli boyutlarda uç ile farklı ağırlıktaki kuvvetlerin test materyaline uygulanması ile belirlenmektedir. Oluşan çentik şeklindeki izin derinliği ve yüzey alanı optik mikroskoplar altında incelenerek materyalin yüzey sertlik değeri hesaplanır. İşaretleyici uçlar koni, küre gibi farklı şekillerde ve tungsten karbit, çelik, elmas gibi farklı materyallerden de olabilir.¹⁶⁷

Makrosertlik ölçümlerinde Brinell ve Rockwell testleri kullanılmaktadır. Brinell sertlik ölçüm testi, metallerin ve alaşımların sertliğini ölçmede tercih edilirken, Rocwell sertlik ölçüm testi rezin bazlı protez kaideleri, kompozit, kompomer ve cam iyonomer gibi restoratif materyallerin sertlik ölçümünde kullanımları tercih edilmektedir.¹⁶⁸ Her iki test yöntemi de çelik top veya elmas konik uç ile materyal üzerine kuvvet uygulanması esasına dayanmaktadır. Brinell sertlik ölçüm yöntemi diş hekimliğinde en uzun zamandır kullanılan yöntemdir.¹⁶⁷

Mikrosertlik ölçümlerinde Vicker's ve Knoop testleri kullanılmaktadır. Vicker's sertlik ölçüm testi, diş dokusu, metal ve alaşımların sertlik ölçümünde, Knoop testi ise özellikle diş sert dokularının sertliğini ölçmede kullanılmaktadır. Her iki yöntemde piramit şekilli elmas ucun malzeme üzerinde yaptığı izin optik olarak ölçülmesi prensibine dayanmaktadır. Ancak Vicker's sertlik testinde tepe açısı 136° iken Knoop sertlik testinde bu açı 130° ve 172°dir. Knoop testinde Vicker'sa göre daha düşük kuvvetler uygulanmaktadır. Ayrıca Knoop ucu Vicker's testi ile karşılaştırıldığında nispeten daha derin izler bırakmaktadır.¹⁶⁹

Yüzey sertliğini ölçmede kullanılan diğer testler olan Shore ve Barcol sertlik testleri özellikle plastik esaslı dental materyallerde kullanılan karmaşık yöntemlerdir. Shore test yönteminde 'durameter' olarak isimlendirilen bir aletle ölçüm yapılmaktadır. Yöntemde durameter ucun materyale olan penetrasyon derinlik miktarına göre sertlik değeri belirlenmektedir. Barcoll yönteminde de benzer olarak çelik top veya elmas konik ucun sabit yük uygulanarak materyalde oluşan penetrasyon direncine göre sertlik değeri belirlenmektedir.¹⁷⁰

Nanosertlik testleri, çoğunlukla kullanılan geleneksel Brinell, Rockwell, Vicker's sertlik testlerinden farklı olarak, çok küçük boyutlardaki materyallerin mekanik özelliklerinin belirlenmesine olanak sağlamıştır. 1970'li yıllarda geliştirilen nanoindentasyon testleri zaman içerisinde, küçük alanların ve ince tabakaların mekanik özelliklerinin analiz edilmesinde yaygın olarak kullanılan bir teknik haline gelmiştir.^{171,172} Nanoindentasyon testlerinde, genellikle sertliği elde etmek için iz boyutlarının kullanıldığı geleneksel sertlik

ölçüm yöntemlerinin aksine, yük ve penetrasyon derinliğini birbiri ardına ölçülen iki bağımsız değişken olan enstrümental girinti tekniğini kullanır. Özel olarak tasarlanan sertlik ucu malzeme içerisine girer ve buradaki yüke bağlı olarak elde edilen yer değiştirme değerleri kaydedilir. Sertlik ucu malzeme içerisine girdiğinde hem plastik hem de elastik deformasyon meydana gelir ve sertlik ucunun geometrik şekline bağlı olarak h_c ile ifade edilen kontak derinliği oluşur. Ölçümlerin çok küçük ölçeklerde yapılabilmesi, biyolojik malzemelerin mekanik özelliklerinin değerlendirilmesinde nanoindentasyon tekniğinin kullanılmasına yol açmıştır. Bu yöntemin kullanılması ile subjektif olmayan, tekrarlanabilir, net sonuçlar elde edilebilmektedir.¹⁷³

2.5. Elastisite (Young) Modülü

Bir materyalin elastisite modülü, sertlik ve katılığının ölçümü olarak tanımlanmaktadır. Cismin uygulanan kuvvet karşısında elastik özelliğini kaybettiği ve plastik deformasyonun başladığı nokta ise oransal sınır olarak tarif edilmektedir. Her ikisi de (kg/cm², N/mm², MPa, GPa) cinsinden ifade edilmektedir.¹⁷⁴

Elastisite modülünün değeri; bir malzemeye uygulanan kuvvetin uygulandığı birim alana oranının (gerilme - “ σ ”), malzemede meydana getirdiği deformasyon miktarı ile malzemenin ilk boyutlarına oranına (gerinim - “ ϵ ”) bölünmesiyle elde edilir.¹⁷⁵ Bir cisme uygulanan yükün sonucunda cismin elastisite modülünün (young modülü - “ E ”) tespiti için Rijidite (S) ve indirgenmiş elastisite modülü (E_r) değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Rijidite bir cisme uygulanan yük sonucu, cismin deformasyona karşı gösterdiği dirençtir.¹⁷⁶

2.6. Dental Materyallerde Biyouyumluluk Değerlendirilmesi

Dental materyaller mine, periodonsiyum, dentin/pulpa, yanak, dil gibi çeşitli dokularla lokal olarak karşı karşıya gelebilir. Kullanılacak materyale karar verirken fiziksel ve mekanik özelliklerin yanında biyolojik özelliklerin de göz önünde bulundurulması gerekir. Bir materyalin canlı dokular ile temas ettiğinde lokal ve sistemik toksisite, allerjik, karsinojenik ve mutajenik etkiler gibi doku reaksiyonları oluşturmaması materyalin

biyoyumlu olduğunu göstermektedir.¹⁵ Biyoyumluluk materyalin uygulandığı bölgeye, fonksiyonuna ve tipine bağlıdır.¹⁴

Günümüzde materyalin biyolojik olarak kabul edilebilirliğini belirlemek için çeşitli testlerden yararlanılmaktadır. Testlere öncelikle hücre kültürlerinin kullanıldığı in vitro test yöntemleriyle başlanmaktadır. İn vitro testlerin avantajları arasında, hızlı uygulanması, ucuz olması, standartize edilmeleri ve deney ortamının kontrolünün kolay olması sayılabilirken, bunun yanında in vivo ortamla ilişkilendirilmesinin tartışmalı olması tek dezavantajdır. İn vitro testlerden sonra değerlendirmelere daha pahalı, uzun süre gerektiren ve etik açıdan sorgulanması gereken hayvan testleriyle devam edilir. Yapılan bu testlerden istenilen sonuçlar elde edildiğinde in vivo değerlendirme gibi daha kapsamlı çalışmalar yapılması gerekmektedir.¹⁷⁷ Materyallerin biyolojik uyumluluğunu değerlendirmek için yapılan in vitro testler; hücre kültürünün bulunduğu bir kap içerisinde, bir test tüpünde veya canlı organizmanın dışında yapılabilir. Bu testler, materyalin bir bileşeninin bir hücre, enzim veya diğer izole edilmiş biyolojik sistemlerle temas ettirilmesiyle yapılmaktadır. Testlerde materyallere temas eden hücrelerin büyüme ve sayıca canlılık oranları, metabolik fonksiyonları veya diğer hücresel fonksiyonları ölçülerek materyalin biyolojik etkisi saptanmaktadır.¹⁴

Sitotoksosite, hücrede moleküler olaylar sonucu çeşitli makromoleküllerin sentezlemesinin engellenmesi ve bunun sonucunda hücrenin yapısında ve fonksiyonlarında meydana gelen hasarlar şeklinde tanımlanmaktadır. Materyallerin sitotoksitesini in vitro koşullarda belirlemek için kullanılacak test metotları arasında; hücre kültürü (ekstrakt testi, direkt temas testi ve bariyer test methodu), filtre difüzyon testi, agar difüzyon testi ve dentin bariyer testi sayılmaktadır.^{178,179}

2.6.1. Sitotoksosite Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Sitotoksosite değerlendirme testlerinde in vitro koşullarda hücre kültürü kullanılarak olası toksikolojik reaksiyonlar araştırılmaktadır. Sitotoksosite testleri, hücre canlılığı ve ölümü, hücre membranları, organelleri, DNA ve protein sentezi ayrıca hücre bölünmesi ile ilgili ayrıntılı bilgiler vermektedir. Sitotoksosite değerlendirme yöntemleri dört ana başlık altında incelenmektedir. Bunlar;

1-Canlılık değerlendirme testleri: toksik reaksiyonların kısa dönemde oluşan etkileri incelenir. Bu testler nötral kırmızı testi, tripan mavisi testi, floresan metodur.

2-Yaşam değerlendirilen testler: toksik reaksiyonların uzun dönemde oluşan etkileri incelenir.

3-Hücre proliferasyonunu değerlendiren testler: H-timidin testi ve Bromodeoksiuridin immunohistokimyasal testi

4-Metabolik sitotoksisite değerlendirme testleri: MTT, MTS, WST-1, WST-8, XTT, LDH testi ve alamar mavisi testi olarak sayılmaktadır.^{179,180}

2.6.2. MTT Yöntemi

Metabolik sitotoksisite değerlendirme testleri, kısa dönem toksiteden ziyade uzun dönemde oluşacak zararı belirlemek için hücrelerin metabolik ve proliferatif kapasitelerini ölçerler. Metabolizma testlerinde mikroparka okuyucu spektrofotometre yardımıyla hücrelerin canlılıkları tespit edilmektedir. Metabolizma testleri hızlı ve ucuz yöntemlerdir. Bu gruba giren testler LDH testi, alamar mavisi testi ve MTT testidir.¹⁷⁹ Mossman tarafından 1983 yılında geliştirilen MTT testinden sonra, MTS, XTT, WST-8, WST-1 gibi farklı özelliklere sahip olan tetrazolyum bileşikleri geliştirilerek kolorimetrik methodlara eklenmiştir. Bir tetrazolyum tuzu olan MTT (3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolyum bromür) yaşayan hücrelerin mitokondrisindeki süksinat-dehidrojenaz enzimine bağlanmaktadır. Ayrıca pozitif yüklü bir bileşik olan MTT, ökaryot hücrelerin membranını geçerek hücre içinde indirgenmektedir. Fakat bunun sonucunda oluşan formazan, suda çözünmeyip kristal şeklinde çökelmektedir.

Tetrazolyum halkası sadece aktif mitokondrial dehidrojenaz enzimi tarafından kırıldığı için renk değişim reaksiyonu yalnızca canlı hücrelerde meydana gelmektedir. Gerçekleşen spektrofotometrik yöntemle renk değişimi ölçülür ve canlı/ölü hücre sayısı saptanır. MTT bileşiği sarı renklidir, reaksiyon sonucu oluşan formazan ise mor renkli olup suda çözünmemektedir. Bu nedenle absorbansın ölçülebilmesi için oluşan formazan uygun bir çözücüde çözdürülmelidir. Oluşan formazanı çözmek için dimetil sülfoksit (DMSO) kullanımının uygun olacağı bildirilmiştir. Uygun çözücüler ile çözülmüş olan bu boya, konsantrasyona bağımlı olarak spektrofotometrik yöntemlerle görünür dalga boylarında ölçülebilir bir absorbans vermektedir. Böylelikle hücrelerin metabolik aktiviteleri indirekt

olarak ölçülebilmekte ve bu değer canlı hücre sayısı ile ilişkilendirilebilmektedir.^{181,182} Bu yöntemin başlıca avantajları arasında, kolay ve hızlı uygulanması, diğer sitotoksikite test yöntemlerinden daha hassas olması ve maliyetinin fazla olmaması sayılmaktadır.¹⁸¹



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada farklı fissür örtücü materyallerinin flor vernik uygulaması öncesi ve sonrasında nanosertlik ve sitotoksisite in vitro koşullarda değerlendirildi. Materyallerin sitotoksisite değerlendirmesi Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Bakterioloji ve Hücre Laboratuvar'ında ve nanosertlik değerlendirilmesi ise Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Teknoloji ve Ar-Ge Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirildi.

Bu çalışmanın Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Yerel Etik Kurulu'nun 2018/30 sayılı etik kurul izni bulunmaktadır.

3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller

Bu çalışmada 3 farklı rezin esaslı ve 3 farklı cam iyonomer esaslı fissür örtücü olmak üzere toplam 6 farklı fissür örtücü aynı flor vernik uygulaması öncesi ve sonrasında nanosertlik ve sitotoksisite açısından karşılaştırılmıştır. Çalışmamızda; cam iyonomer esaslı GC Fuji Triage (GC, Japonya) (Şekil 3.1), Riva Protect (SDI, Avustralya) (Şekil 3.2) ve GCP Glass Seal (GCP Dental, Hollanda) (Şekil 3.3) ve rezin esaslı olan Ultraseal XT Hydro (Ultradent, USA) (Şekil 3.4), Smart Seal (Detax, Almanya) (Şekil 3.5) ve Fissurit FX (VOCO, Almanya) (Şekil 3.6) fissür örtücü materyalleri ve GC MI flor vernik (GC, Japonya) (Şekil 3.7) materyalleri kullanıldı.



Şekil 3.1. GC Fuji Triage Kapsül



Şekil 3.2. Riva Protect



Şekil 3.3. GCP Glass Seal



Şekil 3.4. Ultraseal XT Hydro



Şekil 3.5. Smart Seal



Şekil 3.6. Fissurit FX



Şekil 3.7. GC MI Flor Vernik

Çalışmada kullanılan materyaller Çizelge 3.1’de, çalışmada kullanılacak materyallerin kimyasal içeriği Çizelge 3.2’de ve materyal gruplarına ait kodlama Çizelge 3.3’te gösterilmiştir.

MATERYAL	KATEGORİ	ÜRETİCİ FİRMA
GC FUJİ TRIAGE	CİS içerikli fissür örtücü	GC, Japonya
RİVA PROTECT	CİS içerikli fissür örtücü	SDI, Avusturalya
GCP GLASS SEAL	CİS içerikli fissür örtücü	GCP Dental, Hollanda
ULTRASEAL XT HYDRO	Rezin içerikli fissür örtücü	Ultradent, USA
SMART SEAL	Rezin içerikli fissür örtücü	Detax, Almanya
FİSSURİT FX	Rezin içerikli fissür örtücü	VOCO, Almanya
MI FLOR VERNİK	Flor ve kalsiyum, fosfat içerikli flor vernik	GC, Japonya

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller

MATERYAL	İÇERİK
GC FUJİ TRIAGE	Cam iyonomer, alümina-floro-silikat cam, poliakrilik asit, damıtılmış su, karboksilik asit
RİVA PROTECT	Toz: fluoro aluminosilikat cam (%90) ve poliakrilik asit (%10) Likit: poliakrilik asit (%25), tartarik asit (%10) ve dengeli bileşenler (temel olmayan) (%65)
GCP GLASS SEAL	Nano boyutlu cam partikülleri, nanofluoro\hidroksiapatit, likit silika
ULTRASEAL XT HYDRO	Diüretan dimetakrilat, Bis GMA, TEGDMA, UDMA, %53 dolduruculu
SMART SEAL	Alifatik metaakrilik bileşenler (<%15), ışık aktivatörü ve katkı maddeleri , % 50 dolduruculu
FİSSÜRİT FX	BİSGMA/TEGDMA rezin kompozisyon, nano-dolduruculu, % 55 oranında inorganik ve camiyonomer doldurucu (maksimum 10 µm), % 2 NaF
MI FLOR VERNİK	%5 Sodyum florid (%2.26 veya 22,600 ppm florid iyonu), Kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP), Polivinil asetat (sentetik rezin), Etanol, Hydrogenated rosin,% 1-5 Silikon dioksit, tatlandırıcı

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan materyallerin kimyasal içeriği

GRUPLAR	ALT GRUPLAR	FİSSÜR ÖRTÜCÜ	FLOR UYGULAMASI
GRUP 1	1A	GC Fuji Triage	Var
	1B (Kontrol Grubu)		Yok
GRUP 2	2A	Riva Protect	Var
	2B (Kontrol Grubu)		Yok
GRUP 3	3A	GCP Glass Seal	Var
	3B (Kontrol Grubu)		Yok
GRUP 4	4A	Ultraseal XT Hydro	Var
	4B (Kontrol Grubu)		Yok
GRUP 5	5A	Smart Seal	Var
	5B (Kontrol Grubu)		Yok
GRUP 6	6A	Fissurit FX	Var
	6B (Kontrol Grubu)		Yok

Çizelge 3.3. Materyal gruplarına ait kodlama

Aseptik koşulların sağlanması amacıyla örneklerin hazırlanması ve sertleşme prosedürleri bir laminar flow kabini içinde (Heal Force, Çin) yapıldı. Örneklerin hazırlanması sırasında kullanılacak cam, siman spatülü, presel, ağız spatülü gibi el aletleri, her işlem öncesinde otoklavda 1350C’da bir saat süre ile steril edilip, ayrı ayrı paketlenildi (Şekil 3.8, 3.9). Tüm işlemler sırasında steril eldiven kullanıldı.



Şekil 3.8. Laminar Flow Kabini



Şekil 3.9. Kullanılan steril aletler

Örnekler üretici firmanın önerisi doğrultusunda sertleştirildi. Örneklerin hazırlanmasında materyallerin sertleşme, uygulama şekli ve süreleri Çizelge 3.4’de gösterilmektedir. Işıkla sertleştirilen fissür örtücü materyallerin sertleşmesinde LED ışık cihazı (VALO) kullanıldı (Şekil 3.10). Kapsül formundaki fissür örtücülerin karıştırılmasında Amalgamatör cihazı (Linea TAC) kullanıldı (Şekil 3.11).



Şekil 3.10. Kullanılan LED ışık cihazı (VALO)



Şekil 3.11. Kullanılan amalgamatör cihazı (Linea TAC)

MATERYAL	SERTLEŞME VE UYGULAMA ŞEKLİ	SERTLEŞME SÜRESİ
----------	-----------------------------	------------------

GC FUJİ TRIAGE	Kimyasal, 10 saniye süresince kapsülün karıştırıcı ile karıştırılması ve tabanca ile uygulanması	2 dakika 30 saniye
RİVA PROTECT	Kimyasal, 10 saniye süresince kapsülün karıştırıcı ile karıştırılması ve tabanca ile uygulanması	2-5 dakika
GCP GLASS SEAL	Kimyasal, 10 saniye süresince kapsülün karıştırıcı ile karıştırılması ve tabanca ile uygulanması	3 dakika 30 saniye
ULTRASEAL XT HYDRO	Işıkla, şırınga ile uygulama	20 saniye
SMART SEAL	Işıkla, şırınga ile uygulama	20 saniye
FİSSURİT FX	Işıkla, şırınga ile uygulama	20-30 saniye

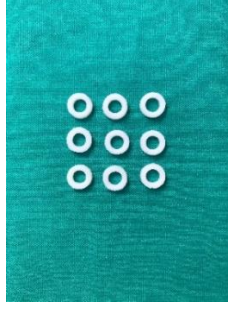
Çizelge 3.4. Materyallerin sertleşme, uygulama şekli ve süreleri.

3.2. Sitotoksisite Değerlendirme Testi

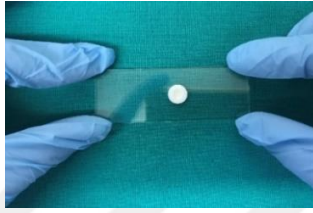
Çalışmamızda kullanılacak materyallerin sitotoksisitelerinin değerlendirilmesi Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Hücre Laboratuvar'ında yapıldı.

3.2.1. Sitotoksisite Değerlendirme Testi için Örneklerin Hazırlanması

Sitotoksisite değerlendirilmesinde kullanılacak örneklerin hazırlanmasında, 5 mm çapında ve 2mm derinliğinde steril teflon kalıplar kullanıldı (Şekil 3.12). Kalıplar içerisine materyaller, fazla materyalin uzaklaştırılması ve örnek içerisinde hava kabarcığı kalmamasını sağlamak için materyal üzerine şeffaf bant konup cam lamel ile sıkıştırılarak yerleştirildi (Şekil 3.13).

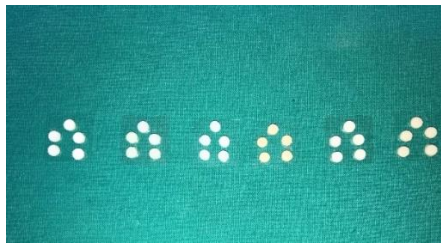


Şekil 3.12. Steril Teflon Kalıplar

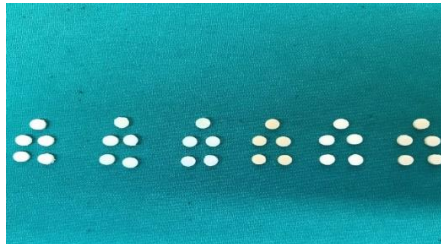


Şekil 3.13. Kalıp içerisine materyal yerleştirilmesi

Hazırlanan örnekler üretici firmanın önerileri doğrultusunda sertleştirildi. Her gruba ait 24'er adet olmak üzere toplamda 144 adet örnek hazırlandı. Her gruba ait hazırlanan 24'er adet örneğin yarısına flor vernik uygulaması yapılırken diğer yarısına herhangi bir işlem uygulanmadı. Toplamda her gruba ait 24'er adet olmak üzere 72'şer adet örnek flor vernik uygulanmış (Şekil 3.14) ve 72'şer adet örnek flor vernik uygulanmamış (Şekil 3.15) olarak gruplara ayrıldı.



Şekil 3.14. Flor vernik uygulanmış örneklerden bir görüntü



Şekil 3.15. Flor vernik uygulanmamış örneklerden bir görüntü

3.3. Sitotoksitenin Değerlendirilmesi

Her materyal grubuna ait 12 adet flor vernik uygulanmış ve 12 adet flor vernik uygulanmamış toplamda 24'er adet örneğin, 24, 48 ve 72 saatlik inkübasyon periodlarının ardından MTT testi ile sitotoksitelerinin değerlendirilmesi için her saat grubu 4 adet örnek içerecek şekilde gruplara ayrılmıştır (Çizelge 3.5).

KULLANILACAK MATERYALLER	GRUP	ALT GRUPLAR	DEĞERLENDİRME PERİYODU	ÖRNEK SAYISI
GC FUJİ TRIAGE	A1 (Florsuz)	A1a	24 Saat	n=4
		A1b	48 Saat	n=4
		A1c	72 Saat	n=4
	A2 (Florlu)	A2a	24 Saat	n=4
		A2b	48 Saat	n=4
		A2c	72 Saat	n=4
RİVA PROTECT	B1 (Florsuz)	B1a	24 Saat	n=4
		B1b	48 Saat	n=4
		B1c	72 Saat	n=4
	B2 (Florlu)	B2a	24 Saat	n=4
		B2b	48 Saat	n=4
		B2c	72 Saat	n=4
GCP GLASS SEAL	C1 (Florsuz)	C1a	24 Saat	n=4
		C1b	48 Saat	n=4
		C1c	72 Saat	n=4
	C2 (Florlu)	C2a	24 Saat	n=4
		C2b	48 Saat	n=4
		C2c	72 Saat	n=4
ULTRASEAL XT HYDRO	D1 (Florsuz)	D1a	24 Saat	n=4
		D1b	48 Saat	n=4
		D1c	72 Saat	n=4
	D2 (Florlu)	D2a	24 Saat	n=4
		D2b	48 Saat	n=4
		D2c	72 Saat	n=4
SMART SEAL	E1 (Florsuz)	E1a	24 Saat	n=4
		E1b	48 Saat	n=4
		E1c	72 Saat	n=4
	E2 (Florlu)	E2a	24 Saat	n=4
		E2b	48 Saat	n=4
		E2c	72 Saat	n=4
FİSSURİT FX	F1 (Florsuz)	F1a	24 Saat	n=4
		F1b	48 Saat	n=4
		F1c	72 Saat	n=4
	F2 (Florlu)	F2a	24 Saat	n=4
		F2b	48 Saat	n=4
		F2c	72 Saat	n=4

Çizelge 3.5. Örneklerin değerlendirme periyodlarına göre alt gruplara ayrılması

3.3.1 Hücre Kültürü Çalışmaları

Tüm deneylerde sitotoksosite çalışmaları için, hücre hattı olarak Vero (Afrika yeşil maymun böbrek hücre hattı) hücre hattı kullanıldı. Hücre üretme besiyeri olarak içeriğinde %10 oranında fetal dana serumu (FBS), 10 mM HEPES, 4 mM glutamin içerikli ve 100 IU/ml penisilin/streptomisin ihtiva eden RPMI 1640 üretme besiyeri kullanıldı. Hücre kültürlerinin inkübasyonu ise 37 °C, %5 CO₂ ve %95 oranında hava bulunduran inkübatörde gerçekleştirildi. Hücreler 1x10⁵ hücre/ml olacak şekilde düz tabanlı hücre kültürü plaklarına inoküle edilip kültürleri yapıldı. Hazırlanan örnekler RPMI-1640 besiyeri içinde farklı zaman aralıklarında tutularak salınım sıvıları alındı. Salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerinde hücre toksisiteyi tripan mavisi yöntemiyle canlı hücre tayini ve MTT yöntemleriyle analiz edilerek değerlendirildi. Aynı zamanda denemelerde içerisinde salınım sıvısı bulunmayan hücre kültürleri kontrol grubu olarak kullanıldı ve kontrol grubu olarak değerlendirildi.

3.3.2. Salınım Sıvılarının Toksikite Değerlendirilmesi

Hazırlanan örneklerinin Vero hücre hattı üzerinde değerlendirmeleri için 12 ve 24 kuyucuklu düz tabanlı mikropaklar kullanıldı. Çalışmada hücre dansitesi 1x10⁵/ml olacak şekilde hazırlanarak, içerisinde %1 oranında FBS bulunan üretme besiyerleri içinde değerlendirildi. Her grup örnek 24., 48. ve 72. saatler sonunda kültür kabı yüzeylerinden versen-tripsin solüsyonu ile kaldırıldıktan sonra toplanarak, örnekler 50 ml'lik santrifüj tüplerine alındı. Santrifügasyon işlemi 1500 rpm'de 15 dakika süre ile soğutmalı santrifüjde gerçekleştirildi. Toplanan hücrelerin hücre canlılığı ve sayısı %0.9 oranında NaCl içerisinde hazırlanmış %1'lik tripan mavisi kullanılarak hemositometrede mikroskop altında tespit edildi.

3.3.3. Tripan Mavisi Boyama Yöntemi

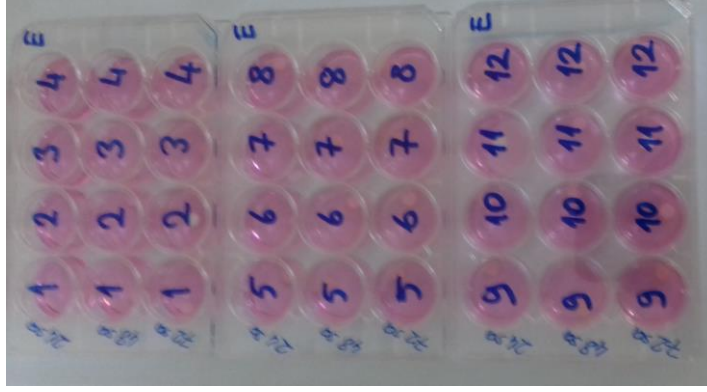
Bu yöntemde ticari olarak temin edilen Tripan Mavisi boyasının PBS içinde hazırlanmış %1'lik solüsyonu kullanıldı. Çalışmada hücre inkübasyonlarını takiben %0.25'lik

tripsinizasyon solüsyonu ile kültür kaplarından kaldırılan hücreler boya solüsyonu ile 1:1 (v/v) nispetinde konarak boyanmaları için 15 dakika oda ısısında inkübe edilerek sonra mikroskop altında incelenerek hücre canlılık tayini yapıldı. Çalışmada canlı hücre tayini için hücre canlılıklarının tripan mavisi kullanarak değerlendirilmesi hemositometre ile gerçekleştirildi.

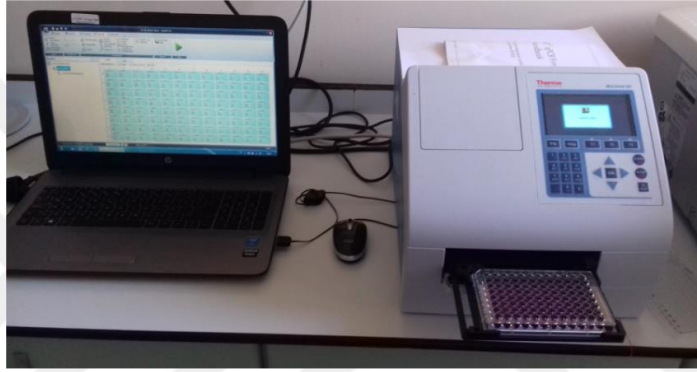
3.3.4. MTT (3-(4,5-Dimethylthiazol-2yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) Yöntemi

Hücre canlılığının değerlendirildiği MTT yöntemi, canlılığın kolorimetrik ve kantitatif olarak saptanabildiği bir yöntemdir.¹⁸² Bir tetrazolyum tuzu olan MTT (3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolyum bromür) canlı hücrelerin mitokondrilerinde bulunan süksinat-dehidrojenaz enzimine bağlanmaktadır. Ayrıca MTT, pozitif yüklü bir bileşiktir. Ayrıca ökaryot hücrelerin membranını kolaylıkla geçerek hücre içinde indirgenebilmekte fakat indirgenme sonucunda oluşan formazan, suda çözünmez ve kristal şeklinde çökelmektedir. Tetrazolyum halkası ancak aktif mitokondrial dehidrojenaz enzimi tarafından kırılır ve renk değişim reaksiyonu sadece canlı hücrelerde meydana gelmektedir. Spektrofotometrik yöntemle meydana gelen renk değişimi ölçülerek canlı/ölü hücre sayısı belirlenmektedir.^{181,182}

Çalışmada örneklerin farklı inkübasyon süresi sonunda alınan salınım sıvılarının hücre proliferasyonu üzerindeki etkileri MTT yöntemi ile değerlendirildi. Ayrıca bu çalışmada negatif ve pozitif kontroller MTT yönteminde birlikte çalışıldı. Salınım sıvıları ile hazırlanan kültürleri takiben 1 gece 37 °C'de %5 karbondioksitli inkübatörde inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda her kuyucuğa 10 µl MTT eklenerek pleytler 4 saat için aynı şartlarda inkübe edildi (Şekil3.16). Absorbans ölçümleri spektrofotometre 570 nm'de gerçekleştirildi (Şekil 3.17). Proliferasyon sentezlenen bis türevi bileşiklerle muamele edilen kuyucuklardaki hücrelerin kontrol grubu hücrelerine oranı olarak ifade edildi. Spektrofotometrik ölçüm tabanlı bir yöntem olan bu metotta salınım sıvılarının hücre proliferasyonu üzerindeki etkileri MTT boyasıyla tespit edildi. İnkübasyon sonunda MTT yöntemiyle hücre viabilitesi veya kimyasal bileşiklerin (sentezlerin) hücreler üzerindeki etkisi mikropalak okuyucu ile okutularak IC₅₀ (hücre üremesinin en azından %50'sini inhibe eden konsantrasyon) değerleri belirlendi.



Şekil 3.16. MTT yönteminde kullanılan plak görüntüsü



Şekil 3.17. MTT yönteminde pleytlerin spektrofotometrede değerlendirilmesi

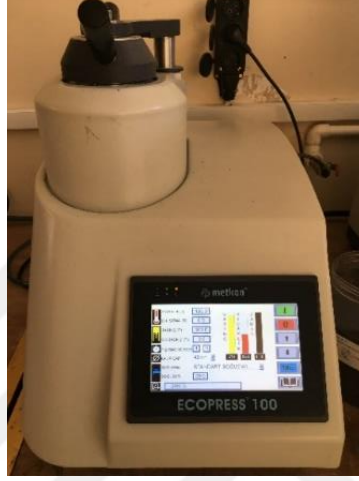
Tüm deneyler her denemede dörtlü olacak şekilde üç kopya halinde gerçekleştirildi. IC_{50} değerleri SPSS programı (SPSS. Inc, Chicago) kullanılarak hesaplandı. Çalışmamızda elde edilen veriler Khi-Kare testi kullanılarak analiz edildi. $P < 0.05$ ise istatistiksel açıdan önemli olarak kabul edildi.

3.4. Nanosertlik Testi

Çalışmamızda kullanılacak materyallerin Nanosertlik Testi Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Teknoloji ve Ar-Ge Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirildi.

3.4.1. Nanosertlik Testi için Örneklerin Hazırlanması

Nanosertlik testi için hazırlanacak örneklerin yerleştirileceği bakalit bloklar İskenderun Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Laboratuvarı'nda ECOPRESS 100 cihazı (Metkon, Türkiye) (Şekil 3.18) ile Fenolik toz (Metkon, Türkiye) (Şekil 3.19) kullanılarak yapıldı.



Şekil 3.18. ECOPRESS 100 cihazı (Metkon, Türkiye)



Şekil 3.19. Fenolik toz (Metkon, Türkiye)

Her materyal için 2 adet olmak üzere toplamda 12 adet bakalit blok hazırlandı. Hazırlanan bakalit blokların herbirine pembe taş kullanılarak 2 mm derinliğinde ve 7 mm çapında birbirine eşit mesafede 5 adet oyuk açıldı (Şekil 3.20, 3.21). Her gruba ait 5'er adet örneğin yerleştirileceği bakalit kalıplara toplamda 60 adet oyuk açıldı. Her gruba ait 10'ar adet örneğin yarısına flor vernik uygulaması yapılırken diğer yarısına flor vernik uygulanması yapılmadı.



Şekil 3.20. Hazırlanan bakalit kalıp örnekleri



Şekil 3.21. Oyuk açılmış bakalit kalıp örneği

Hazırlanan bakalit bloklar üzerindeki oyuklara materyaller, fazla materyalin uzaklaştırılması ve örnek içerisinde hava kabarcığı kalmaması için üzerlerine şeffaf bant konularak yerleştirildi (Şekil 3.22, 3.23). Hazırlanan örnekler üretici firmanın önerisi doğrultusunda sertleştirildi ve 24 saat 37 °C de distile suda saklandı. Başlangıç sertleşmesinden 24 saat sonra hazırlanan örneklerin üzerine sulu polisaj yapıldı, flor vernik uygulaması yapılacak örneklere flor vernik uygulandı ve distile su içinde 37 °C de bekletildi.



Şekil 3.22. Bakalit kalıplara materyallerin yerleştirilmesi



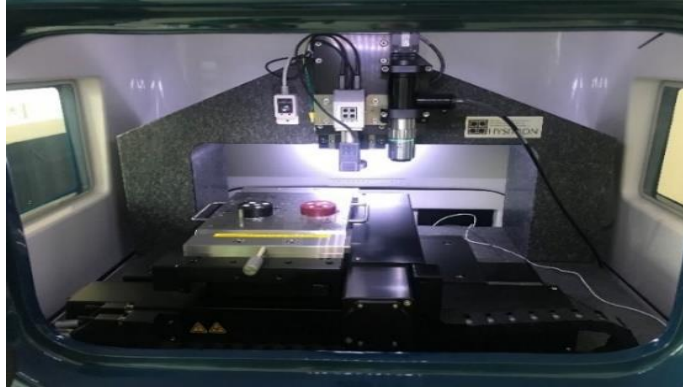
Şekil 3.23. Bakalit kalıplara yerleştirilmiş materyal örnekleri

3.5. Nanosertlik Ölçümü

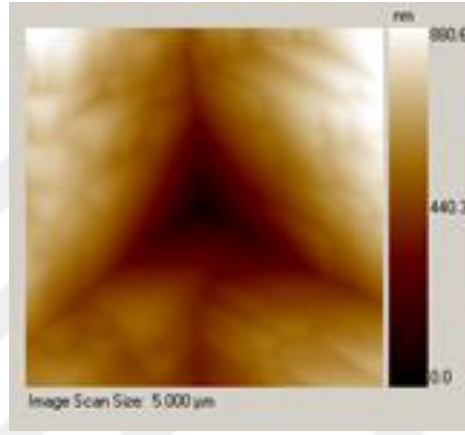
Nanosertlik ölçümü Hysitron TI 950 TriboIndenter (Hysitron, ABD) cihazı (Şekil 3.24) ile Berkovich elmas uç kullanılarak yapıldı. Materyallerin yerleştirildiği bakalit bloklar cihazın tablasına yerleştirilerek hava kalibrasyonu yapıldıktan sonra örnek yüzeylerine 6000 Mn kuvvet uygulandı (Şekil 3.25). Uygulanan kuvvet ile örnek yüzeyinde çentik oluşturularak ölçüm yapıldı (Şekil 3.26).



Şekil 3.24. Hysitron TI 950 TriboIndenter (Hysitron, ABD) cihazı



Şekil 3.25. Hysitron TI 950 TriboIndenter cihazı iç unit kısmı



Şekil 3.26. Örnekler üzerinde oluşturulan çentiklerden birinin görüntüsü

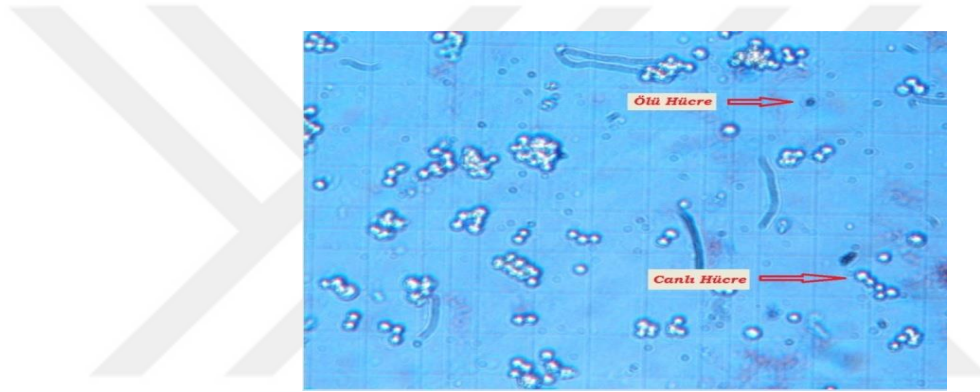
Bu çalışmada altı farklı fissür örtücü materyalinin flor vernik uygulanmış ve uygulanmamış örneklerinin nanosertlik ve elastik modülü değerlendirildi. Çalışmamızda veriler %95 güvenle, SPSS 22 (Armonk, NY: IBM Corp) paket programı kullanılarak analiz edildi.¹⁸³ Sürekli değişkenler için merkezi yayılım ölçülerinden ortalama \pm standart sapma kullanıldı. Sürekli değişkenler için normalliğe uygunluk değerlendirmesi Shapiro Wilk testi ile yapıldı. Nanoindentasyon çalışmamızda testlerden Student-t testi ve ANOVA testi kullanıldı. ANOVA testinin ikili kıyası için Tamhane's T2 testi kullanıldı.

4. BULGULAR

4.1. Materyallerin Sitotoksikite Testlerine Ait Bulguları

4.1.1. Tripan Mavisi Boyama Yöntemi

Tripan mavisi ile boyamadan sonra ışık mikroskobu altında incelenen preparatlarda hücre duvar bütünlüğü bozulan, ölü ya da parçalanmış hücreler tripan mavisi ile boyandı, canlı hücrelerin ise boya almayarak beyaz renkte görüldükleri saptanmıştır (Şekil 4.1).

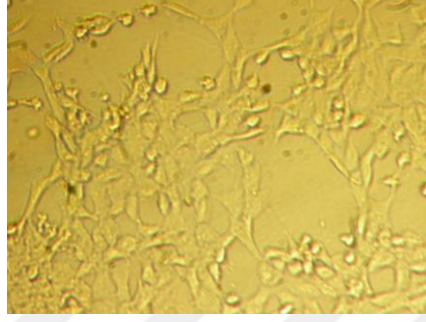


Şekil 4.1. Tripan mavisi ile boyamada canlı ve ölü hücre görünümü

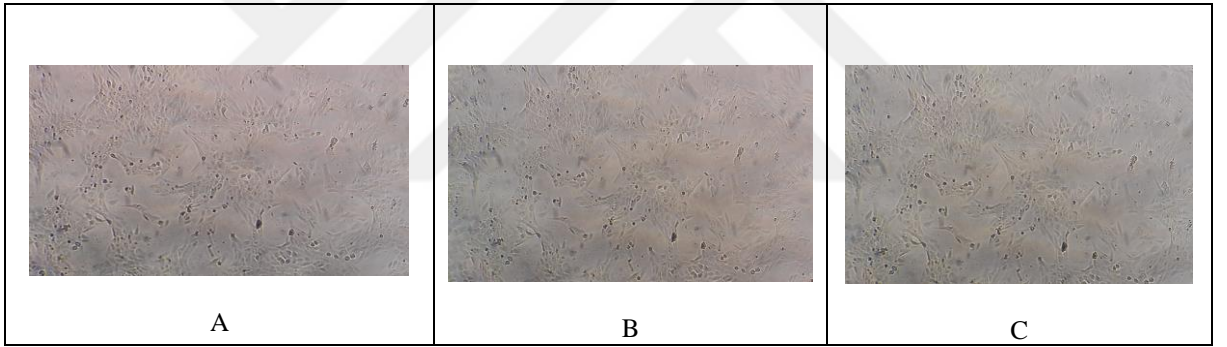
4.1.2. Morfolojik Değerlendirme Sonuçları

Deneylerde Vero (Afrika Yeşil Maymun Böbrek Hücre Kültürü) hücre kültürlerinde örneklerin salınım sıvılarının hücreler üzerinde toksik etkileri öncelikle değerlendirildi (Şekil 4.2). Hücrelerin salınım sıvılarına maruz bırakılarak kültive edildiği deneylerde hücreler 96. saatin sonuna kadar günlük olarak inverted mikroskop altında değerlendirildi. Çalışmada örneklerinin 24, 48 ve 72 saatlik salınım sıvıları ile kültive edilen hücreler üzerinde günlük olarak yapılan morfolojik değerlendirmelerde herhangi bir hücrede hücre yuvarlaklaşması, granülasyon, stoplazma daralması ve nükleer yapının dens bir hal alması gibi morfolojik herhangi bir değişikliğin olmadığı tespit edildi. Hücrelerde farklı zaman aralıklarında toplanan salınım sıvılarının herhangi bir sitopatolojik değişim meydana getirmediği tespit edilmiştir. Salınım sıvılarının bulunduğu kültürlerde hücreler morfolojik

açından kontrol grubunda (içerisinde herhangi bir salınım sıvısı bulunmayan) bulunan hücreler ile kıyaslandığında hücre grupları arasında morfolojik olarak herhangi bir farkın olmadığı tespit edildi. Deney gruplarında bulunan hücrelerin kontrol grubu hücrelerinin morfolojisine benzer olarak tipik morfolojide olduğu ve kültür kabının yüzeyini tamamen kaplayarak monolayer tarzda hücre üremesinin gerçekleştiği belirlendi.

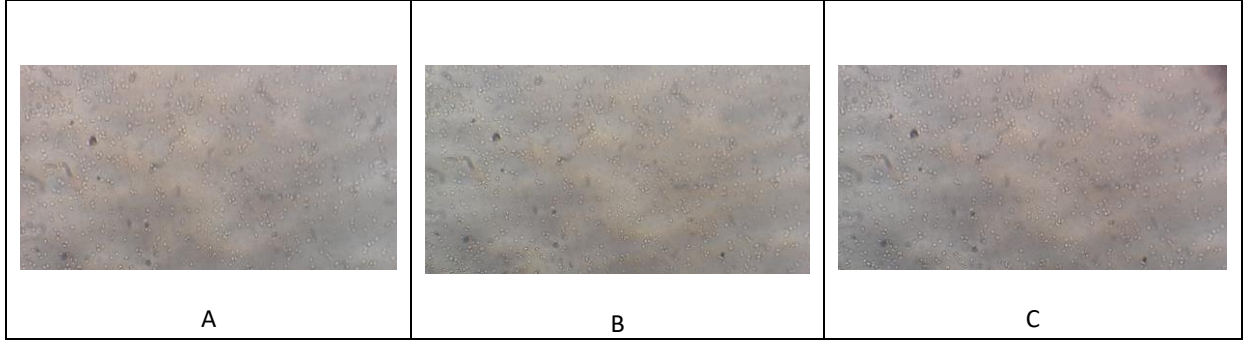


Şekil 4.2. Vero (Afrika Yeşil Maymun Böbrek Hücre Kültürü) hücreleri



Şekil 4.3. Fissurit FX'in (A) 24. saatlik (B) 48. saatlik (C) 72. Saatlik salınım sıvılarını vero hücreleri üzerindeki etkisi.

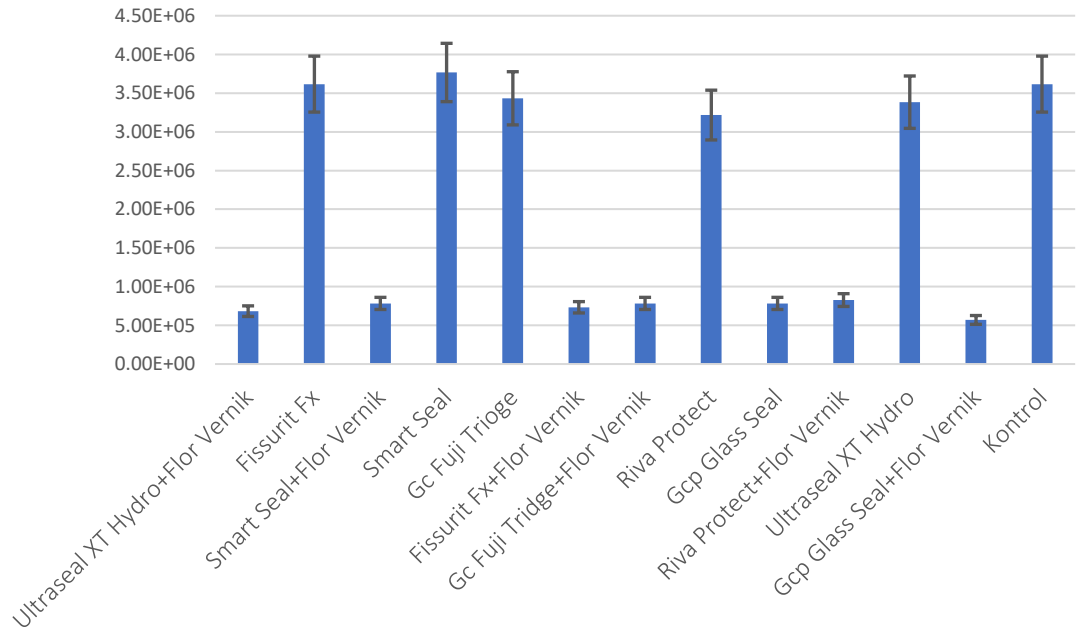
Fissurit FX'in flor vernik uygulanmamış örneklerinin üç farklı zaman diliminde elde edilen salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerinde nontoksik olduğu hücrelerin tipik morfolojide kültür kabı yüzeyine yapışmış ve üremeye devam ettiği görülmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.4. Gc fuji triage+flor vernik'in (A) 24. saatlik (B) 48. saatlik (C) 72. Saatlik salınım sıvılarını vero hücreleri üzerindeki etkisi.

GC Fuji Triage'in flor vernik uygulanmış örneklerinin üç farklı zaman diliminde elde edilen salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerinde toksik olduğu görülmektedir (Şekil 4.4). Hücrelerin atipik morfolojide ve kültür kabı yüzeyine yapışmamış olarak bulunduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. İnkübasyonun 24. saatinde alınan salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerindeki hücre canlılığına etkisi.



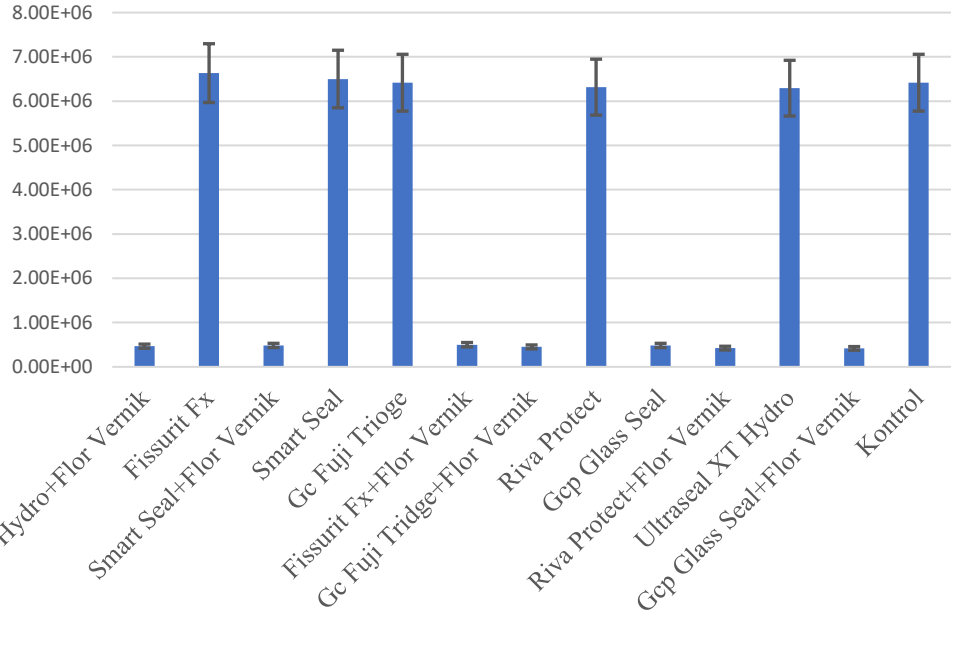
Çizelge 4.1. İnkübasyonun 24. saatinde alınan salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerindeki hücre canlılığına etkisi.

24. saate grup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında elde edilen p değerleri:

Ultraseal XT Hydro + Flor Vernik	Kontrol	<0.001
Fissurit FX	Kontrol	> 0.05
Smart Seal + Flor vernik	Kontrol	< 0.001
Smart Seal	Kontrol	> 0.05
GC Fuji Triage	Kontrol	> 0.05
Fissurit FX + Flor Vernik	Kontrol	< 0.001
GC Fuji Triage + Flor Vernik	Kontrol	< 0.001
Riva Protect	Kontrol	> 0.05
GCP Glass Seal	Kontrol	< 0.001
Riva Protect + Flor Vernik	Kontrol	< 0.001
Ultraseal XT Hydro	Kontrol	> 0.05
GCP Glass Seal + Flor Vernik	Kontrol	< 0.001

Kontrol grubu hücrelerinin hücre canlılığı ile Fissurit FX, Smart Seal, GC Fuji Triage, Riva Protect ve Ultraseal XT Hydro materyallerinin MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin 24. saatlik salınım sıvılarının hücre canlılığı açısından aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Çizelge 4.1). Yani 24. saatte alınan salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerinde yapılan denemelerde hücreler için non-toksik olduğu hem hücre sayıları hem de MTT yöntemiyle tespit edildi. Ancak çalışmada kullandığımız 6 materyalinde MI flor vernik uygulanmış örnekleri ve GCP Glass Seal'in MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin 24. saatlik salınım sıvılarının hücre canlılığı açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. Yani bu örneklerin 24. saatte alınan salınım sularının Vero hücreleri üzerinde yapılan denemelerde hücreler için toksik olduğu hem hücre sayıları hem de MTT yöntemiyle saptandı.

Çizelge 4.2. İnkübasyonun 48. saatinde alınan salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerindeki hücre canlılığına etkisi.



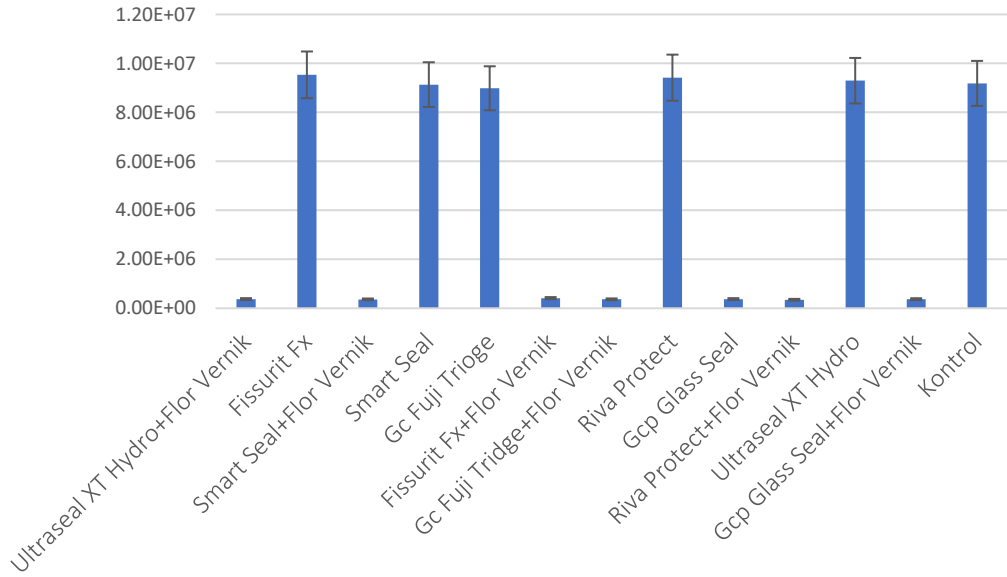
Çizelge 4.2. İnkübasyonun 48. saatinde alınan salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerindeki hücre canlılığına etkisi.

48. saate grup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında elde edilen p değerleri:

Ultraseal XT Hydro + Flor Vernik	Kontrol	<0.001
Fissurit FX	Kontrol	> 0.05
Smart Seal + Flor vernik	Kontrol	< 0.001
Smart Seal	Kontrol	> 0.05
GC Fuji Triage	Kontrol	> 0.05
Fissurit FX + Flor Vernik	Kontrol	< 0.001
GC Fuji Triage + Flor Vernik	Kontrol	< 0.001
Riva Protect	Kontrol	> 0.05
GCP Glass Seal	Kontrol	< 0.001
Riva Protect + Flor Vernik	Kontrol	< 0.001
Ultraseal XT Hydro	Kontrol	> 0.05
GCP Glass Seal + Flor Vernik	Kontrol	< 0.001

Benzer şekilde 48. ve 72. saatte Fissurit FX, Smart Seal, GC Fuji Triage, Riva Protect ve Ultraseal XT Hydro materyallerinin MI flor vernik uygulanmamış örneklerinden alınan salınım sıvılarının da hücre canlılığı üzerinde kontrol grubu hücrelerinden istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi (Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3). Yani 48. ve 72. saatte alınan salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerinde yapılan denemelerde hücreler için non-toksik olduğu hem hücre sayıları hem de MTT yöntemiyle saptandı. Aynı şekilde çalışmada kullandığımız 6 materyalinde MI flor vernik uygulanmış örnekleri ve GCP Glass Seal'in MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin 48. ve 72. saatte alınan salınım sıvılarının da hücre canlılığı üzerinde kontrol grubu hücrelerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı olduğu bulundu. Yani bu örneklerin 48. ve 72. saatte alınan salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerinde yapılan denemelerde hücreler için toksik olduğu hem hücre sayıları hem de MTT yöntemiyle saptandı.

Çizelge 4.3. İnkübasyonun 72. saatinde alınan salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerindeki hücre canlılığına etkisi.



Çizelge 4.3. İnkübasyonun 72. Saatinde alınan salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerindeki hücre canlılığına etkisi.

72. saate grup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında elde edilen p değerleri:

Ultraseal XT Hydro + Flor Vernik	Kontrol	<0.001
Fissurit FX	Kontrol	> 0.05
Smart Seal + Flor vernik	Kontrol	< 0.001
Smart Seal	Kontrol	> 0.05
GC Fuji Triage	Kontrol	> 0.05
Fissurit FX + Flor Vernik	Kontrol	< 0.001
GC Fuji Triage + Flor Venik	Kontrol	< 0.001
Riva Protect	Kontrol	> 0.05
GCP Glass seal	Kontrol	< 0.001
Riva Protect + Flor Vernik	Kontrol	< 0.001
Ultraseal XT Hydro	Kontrol	> 0.05
GCP Glass seal + Flor vernik	Kontrol	< 0.001

4.2. Materyallerin Nanosertlik Testlerine Ait Bulguları

Çalışmada 3 farklı rezin (Ultraseal XT hydro, Smart Seal, Fissurit FX) ve 3 farklı cam iyonomer (GC Fuji Triage, Riva Protect, GCP Glass Seal) esaslı fissür örtücü materyalinin MI flor vernik uygulaması öncesi ve sonrası nanosertlik ve elastik modül değerleri nanoindentasyon yöntemi ile ölçülmüştür. Nanoindentasyon testi sonucunda elde edilen nanosertlik ve elastik modül değerlerin flor durumu, materyal ve içeriğine göre gruplandırılarak yapılan istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.4’de gösterildi. Flor durumuna göre, materyaller ve içeriklerine göre nanosertlik ve elastik modül değerleri farklı bulundu ($p=0,001$). Materyallerin MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin nanosertlik ve elastik modül değerlerinin MI flor vernik uygulanmış örneklerinin nanosertlik ve elastik modül değerlerinden daha yüksek olduğu görüldü. Materyaller arasında flor durumuna bakılmaksızın en yüksek nanosertlik ve elastik modül değerine GCP Glass Seal’in, en düşük nanosertlik değerine Ultraseal XT Hydro’nun ve en düşük elastik modül değerine Fissurit FX’in sahip olduğu tespit edildi. Materyallerin içeriklerine göre flor durumuna

bakılmaksızın, cam iyonomer içerikli olanların rezin içerikli olanlara göre daha yüksek nanosertlik ve elastik modül değerlerine sahip olduğu görüldü.

			Nanosertlik	Elastik_Modül	p1	p2
Flor Durumu	Flor Yok	Ort ± SS	0,57 ± 0,44	10,72 ± 7,89	0,001*	0,001*
		Min - Max	0,02 - 2,06	1,06 - 42,23		
	Flor Var	Ort ± SS	0,16 ± 0,18	5,61 ± 6,37		
		Min-Max	0,01-1,64	0,09-29,76		
	Total	Ort ± SS	0,37 ± 0,39	8,16 ± 7,60		
		Min-Max	0,01-2,06	0,09-42,23		
Materyal	GC Fuji Triage	Ort ± SS	0,51 ± 0,50	8,17 ± 8,10	0,001**	0,001**
		Min-Max	0,01-2,06	0,09-33,62		
	GCP Glass Seal	Ort ± SS	0,67±0,57	15,9 ± 9,70		
		Min-Max	0,10-2,03	4,34-42,23		
	Fissurit FX	Ort ± SS	0,20 ± 0,10	3,65 ± 2,91		
		Min-Max	0,02-0,46	0,49-10,89		
	Riva Protect	Ort ± SS	0,39 ± 0,39	6,74 ± 7,56		
		Min-Max	0,04-1,68	0,30-25,47		
	Smart Seal	Ort ± SS	0,26 ± 0,13	7,80 ± 4,167		
		Min-Max	0,01-0,49	0,24-19,62		
	Ultraseal XT Hydro	Ort ± SS	0,18 ± 0,07	6,70 ± 4,85		
		Min-Max	0,03-0,34	0,20-29,76		
	Total	Ort ± SS	0,37 ± 0,39	8,16 ± 7,60		
		Min-Max	0,01-2,06	0,09-42,23		
İçerik	Cam iyonomer	Ort ± SS	0,53 ± 0,50	10,28 ± 9,36	0,001*	0,001*
		Min-Max	0,01-2,06	0,09-42,23		
	Rezin	Ort ± SS	0,21 ± 0,11	6,05 ± 4,39		
		Min-Max	0,01-0,49	0,20-29,76		
	Total	Ort ± SS	0,37 ± 0,39	8,16 ± 7,60		
		Min-Max	0,01-2,06	0,09-42,23		

p1: Nanosertlik için p değeri, p2: Elastik Modül için, *: Student-t testi, **: ANOVA

Çizelge 4.4. Flor durumu, materyal ve içeriğe göre istatistiksel analiz sonuçları

Flor vernik uygulama durumuna göre her bir marka için ölçülen nanosertlik ve elastik modül değerlerinin yapılan istatistiksel analiz sonucu farklı olduğu gözlemlendi (p=0,001) (Çizelge 4.5). GCP Glass Seal markasının MI flor vernik uygulanmış ve uygulanmamış örneklerinin nanosertlik ve elastik modül değerleri diğer materyallerden daha yüksek bulundu. Materyallerde MI flor vernik uygulanmamış örnekler arasında en düşük nanosertlik değerine Ultraseal XT Hydro'nun, en düşük elastik modül değerine ise Fissurit FX'in sahip

olduğu bulundu. Materyallerde MI flor vernik uygulanmış örnekler arasında en düşük nanosertlik değerine Riva Protect'in, en düşük elastik modül değerine ise Fissurit FX'in sahip olduğu bulundu.

	Materyal		Nanosertlik	Elastik_Modül	p1	p2
Flor Yok	Gc Fuji Triage	Ort ± SS	0,90 ± 0,41	11,73 ± 7,84	0,001**	0,001**
		Min-Max	0,19-2,06	4,28-33,62		
	GCP Glass Seal	Ort ± SS	1,04 ± 0,50	23,27 ± 8,00		
		Min-Max	0,34-2,03	11,87-42,23		
	Fissurit FX	Ort ± SS	0,26 ± 0,11	5,82 ± 2,67		
		Min-Max	0,02-0,46	1,05-10,89		
	Riva Protect	Ort ± SS	0,70 ± 0,35	7,87 ± 5,50		
		Min-Max	0,10-1,68	1,82-17,57		
	Smart Seal	Ort ± SS	0,33 ± 0,11	7,63 ± 2,02		
		Min-Max	0,10-0,49	3,51-10,06		
	Ultraseal XT Hydro	Ort ± SS	0,22 ± 0,06	8,00 ± 1,75		
		Min-Max	0,05-0,34	4,26-11,73		
Flor Var	GC Fuji Triage	Ort ± SS	0,12 ± 0,16	4,61 ± 6,80	0,001**	0,001**
		Min-Max	0,01-0,70	0,09-26,17		
	GCP Glass Seal	Ort ± SS	0,31 ± 0,37	8,56 ± 3,95		
		Min-Max	0,11-1,64	4,35-19,69		
	Fissurit FX	Ort ± SS	0,14 ± 0,05	1,48 ± 0,57		
		Min-Max	0,03-0,25	0,49-2,80		
	Riva Protect	Ort ± SS	0,09 ± 0,37	5,62 ± 9,16		
		Min-Max	0,04-0,16	0,30-25,47		
	Smart Seal	Ort ± SS	0,18 ± 0,10	7,98 ± 5,59		
		Min-Max	0,01-0,49	0,24-19,62		
	Ultraseal XT Hydro	Ort ± SS	0,14 ± 0,06	5,41 ± 6,43		
		Min-Max	0,03-0,29	0,20-29,76		

p1: Nanosertlik için p değeri p2: Elastik modül için, *:Student testi, **:ANOVA

Çizelge 4.5. Flor durumuna göre materyallerin istatistiksel analiz sonuçları

Materyallerin flor durumuna göre ikili kıyas analizleri Tamhane's T2 testi ile yapıldı. MI flor vernik uygulanmamış örneklerin nanosertlik test sonuçlarına göre elde edilen p değerleri Çizelge 4.6'da gösterildi. Bu bulgulara göre GC Fuji Triage ile Fissurit FX, Smart Seal ve Ultraseal XT Hydro markalarının nanosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi (p=0,001). Ancak GC Fuji Triage ile GCP Glass Seal ve Riva Protect markalarının nanosertlik değerleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı

(p=0,996, p=0,674). Ayrıca Fissurit FX ile GC Fuji Triage, GCP Glass Seal ve Riva protect'in nanaosertlik değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi (p=0,001). Ancak Fissurit Fx ile Smart Seal ve Ultraseal XT Hydro'nun nanosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi (p=0,505, p=0,963). Ayrıca GCP Glass Seal ile Fissurit FX, Smart Seal ve Ultraseal XT Hydro'nun nanosertlik değerleri istatistiksel olarak farklı bulundu (p=0,001). Ancak GCP Glass Seal ile GC Fuji Triage ve Riva Protect'in nanosertlik değerleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (p=0,996, p=0,129).

	(I) Materyal	(J) Materyal	Mean Difference (I-J)	p
Flor Yok Nanosertlik	GC Fuji Triage	gcp glass seal	-,13617	,996
		fissurit fx	,64037	,000
		riva protect	,20196	,674
		smart seal	,57162	,000
		ultraseal xt hydro	,67641	,000
	GCP Glass Seal	gc fuji triage	,13617	,996
		fissurit fx	,77654	,000
		riva protect	,33812	,129
		smart seal	,70779	,000
		ultraseal xt hydro	,81257	,000
	Fissurit FX	gc fuji triage	-,64037	,000
		gcp glass seal	-,77654	,000
		riva protect	-,43841	,000
		smart seal	-,06875	,505
		ultraseal xt hydro	,03604	,963
	Riva Protect	gc fuji triage	-,20196	,674
		gcp glass seal	-,33812	,129
		fissurit fx	,43841	,000
		smart seal	,36966	,001
		ultraseal xt hydro	,47445	,000
	Smart Seal	gc fuji triage	-,57162	,000
		gcp glass seal	-,70779	,000
		fissurit fx	,06875	,505
		riva protect	-,36966	,001
ultraseal xt hydro		,10479	,007	
Ultraseal XT Hydro	gc fuji triage	-,67641	,000	
	gcp glass seal	-,81257	,000	
	fissurit fx	-,03604	,963	
	riva protect	-,47445	,000	
	smart seal	-,10479	,007	

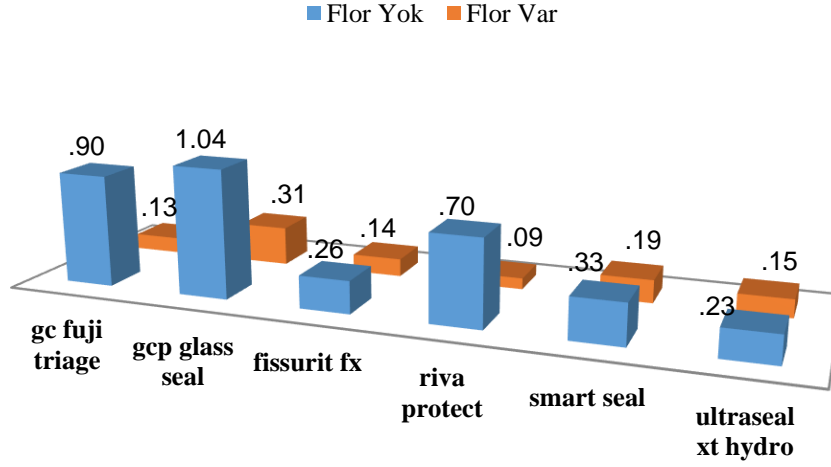
Çizelge 4.6. MI flor vernik uygulanmamış örneklerin nanosertlik değerlerinin ikili kıyas analiz sonuçları

MI flor vernik uygulanmış örneklerin nanosertlik test sonuçlarına göre elde edilen p değerleri Çizelge 4.7’de gösterildi. GC Fuji Triage ve GCP Glass Seal’in MI flor vernik uygulanmış örneklerinin nanosertlik değerleri ile diğer materyallerin MI flor vernik uygulanmış örneklerinin nanosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmadı ($p>0,05$). Ancak Riva Protect’nin MI flor vernik uygulanmış örneklerinin nanosertlik değerleri ile Fissurit FX ($p=0,003$), Smart Seal ($p=0,004$), GCP Glass Seal ($p=0,092$) ve Ultraseal XT Hydro ($p=0,002$) materyallerinin MI flor vernik uygulanmış örneklerinin nanosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi.

	(I) Materyal	(J) Materyal	Mean Difference (I-J)	p
Flor Var Nanosertlik	GC Fuji Triage	gcp glass seal	-,18677	,361
		fissurit fx	-,01661	1,000
		riva protect	,03757	,993
		smart seal	-,05939	,906
		ultraseal xt hydro	-,02185	1,000
	GCP Glass Seal	gc fuji triage	,18677	,361
		fissurit fx	,17016	,401
		riva protect	,22434	,092
		smart seal	,12737	,837
		ultraseal xt hydro	,16491	,452
	Fissurit Fx	gc fuji triage	,01661	1,000
		gcp glass seal	-,17016	,401
		riva protect	,05418	,003
		smart seal	-,04278	,755
		ultraseal xt hydro	-,00525	1,000
	Riva Protect	gc fuji triage	-,03757	,993
		gcp glass seal	-,22434	,092
		fissurit fx	-,05418	,003
		smart seal	-,09696	,004
		ultraseal xt hydro	-,05942	,002
	Smart Seal	gc fuji triage	,05939	,906
		gcp glass seal	-,12737	,837
		fissurit fx	,04278	,755
		riva protect	,09696	,004
ultraseal xt hydro		,03754	,902	
Ultraseal Xt Hydro	gc fuji triage	,02185	1,000	
	gcp glass seal	-,16491	,452	
	fissurit fx	,00525	1,000	
	riva protect	,05942	,002	
	smart seal	-,03754	,902	

Çizelge 4.7. MI flor vernik uygulanmış örneklerin nanosertlik değerlerinin ikili kıyas analiz sonuçları

Materyallerin Flor Durumuna göre Nanosertliği

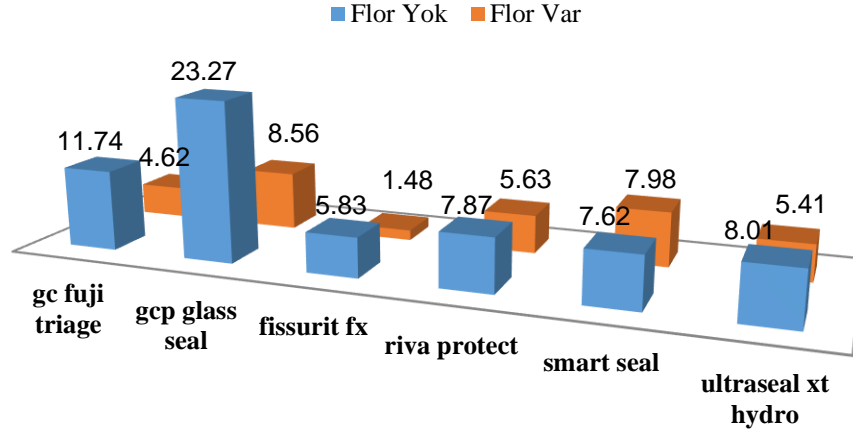


Şekil 4.5. Materyallerin flor durumuna göre istatistiksel nanosertlik verilerinin grafiği

Materyallerin flor durumuna göre nanosertlik değerlerine ait istatistiksel verilerin bir grafiği Şekil 4.5’de gösterildi. Grafikte görüldüğü gibi MI flor vernik uygulanmamış örneklerin nanosertlik değerleri açısından sıralaması GCP Glass Seal > GC Fuji Triage > Riva Protect > Smart Seal > Fissurit FX > Ultraseal XT Hydro şeklindedir. MI flor vernik uygulanmış örneklerde ise sıralama GCP Glass Seal> Smart seal> Ultraseal XT Hydro> Fissurit FX> GC Fuji Triage> Riva Protect şeklindedir. Ayrıca grafikte her materyal için MI flor vernik uygulanmış örneklerin nanosertlik değerlerinin MI flor vernik uygulanmamış örneklerin nanosertlik değerlerine göre daha düşük olduğu görüldü.

Materyallerin flor durumuna göre elastik modül değerlerine ait istatistiksel verilerin bir grafiği de Şekil 4.6’de gösterildi. Grafikte görüldüğü gibi MI flor vernik uygulanmamış örneklerin elastik modül değerleri açısından sıralaması GCP Glass Seal> GC Fuji Triage> Ultraseal XT Hydro> Riva Protect> Smart Seal> Fissurit FX şeklindedir. Bunun yanında MI flor vernik uygulanmış örneklerde ise sıralama GCP Glass Seal> Smart seal> Riva Protect> Ultraseal XT Hydro> GC Fuji Triage> Fissurit FX şeklindedir. Ayrıca grafikte her materyal için MI flor vernik uygulanmış örneklerin elastik modül değerlerinin MI flor vernik uygulanmamış örneklerin elastik modül değerlerine göre daha düşük olduğu görüldü.

Materyallerin Flor Durumuna göre Elastik Modülü



Şekil 4.6. Materyallerin flor durumuna göre istatistiksel elastik modül verilerinin grafiği

Çalışmada kullanılan cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerinin (GCP Glass Seal, Riva Protect, GC Fuji Triage) MI flor vernik uygulaması durumuna göre her bir materyalde ölçülen nanosertlik ve elastik modül değerlerinin yapılan istatistiksel test sonuçları Çizelge 4.8’de gösterildi. Materyallerden MI flor vernik uygulanmamış örnekler arasında en düşük nanosertlik ve elastik modül değerine Riva Protect’in, en yüksek nanosertlik ve elastik modül değerine ise GCP Glass Seal’in sahip olduğu görüldü. Materyallerden MI flor vernik uygulanmış örnekler arasında en düşük nanosertlik değerine Riva Protect’in ve en düşük elastik modül değerine GC Fuji Triage’in, en yüksek nanosertlik ve elastik modül değerine ise GCP Glass Seal’in sahip olduğu görüldü.

Flor Durumu	Materyal		Nanosertlik	Elastik Modül	p1	p2
Flor Yok	GC Fuji Triage	Ort ± SS	0,90 ± 0,41	11,7 ± 7,84	0,025**	0,001**
		Min-Max	0,19-2,06	4,28-33,62		
	GCP Glass Seal	Ort ± SS	1,04 ± 0,50	23,27 ± 8,00		
		Min-Max	0,34-2,03	11,87-42,23		
	Riva Protect	Ort ± SS	0,70 ± 0,35	7,87 ± 5,50		
		Min-Max	0,10-1,68	1,82-17,57		
Flor Var	GC Fuji Triage	Ort ± SS	0,12 ± 0,16	4,61 ± 6,80	0,003**	0,123**
		Min-Max	0,01-0,70	0,09-26,17		
	GCP Glass Seal	Ort ± SS	0,31 ± 0,37	8,56 ± 3,95		
		Min-Max	0,11-1,64	4,34-19,69		
	Riva Protect	Ort ± SS	0,09 ± 0,03	5,62 ± 9,16		
		Min-Max	0,04-0,16	0,30-25,47		

p1: Nanosertlik için p değeri, p2: elastik modül için, **: ANOVA

Çizelge 4.8. Cam iyonomer içerikli materyallerin flor durumuna göre istatistiksel analiz sonuçları

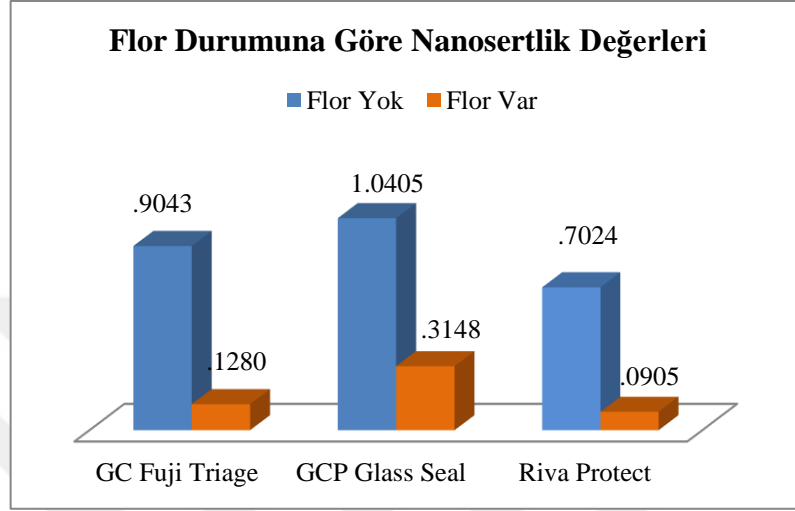
Tabloda MI flor vernik uygulanmış materyallerin elastik modül değerlerinde bir fark gözlenmediği için ikili kıyas yapılmadı ($p=0,123$). Farklı çıkan durum için yapılan ikili kıyas sonuçları Çizelge 4.9’da gösterildi. GC Fuji Triage’in MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin nanosertlik değerleri ile GCP Glass Seal ve Riva Protect’in nanosertlik değerleri istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p=0,661$, $p=0,201$). Ancak GCP Glass Seal ve Riva Protect’in nanosertlik değerleri istatistiksel olarak farklı bulundu ($p=0,27$). Öte yandan materyallerin MI flor vernik uygulanmış örneklerinin nanosertlik değerleri içinde aynı sonuçların elde edildiği görüldü. GCP Glass Seal’in MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin elastik modül değerleri ile GC Fuji Triage ve Riva Protect’in elastik modül değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi ($p=0,001$). Ancak GC Fuji Triage’in MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin elastik modül değerleri ile Riva Protect’in elastik modül değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmadı ($p=0,142$).

		(I) Materyal	(J) Materyal	Mean Difference (I-J)	P
Flor Yok	Nanosertlik	GC Fuji Triage	GCP Glass Seal	-,13617	,661
			Riva Protect	,20196	,201
		GCP Glass Seal	GC Fuji Triage	,13617	,661
			Riva Protect	,33812	,027
		Riva Protect	GC Fuji Triage	-,20196	,201
			GCP Glass Seal	-,33812	,027
	Elastik_Modül	GC Fuji Triage	GCP Glass Seal	-11,53401	,000
			Riva Protect	3,86909	,142
		GCP Glass Seal	GC Fuji Triage	11,53401	,000
			Riva Protect	15,40310	,000
Riva Protect		GC Fuji Triage	-3,86909	,142	
		GCP Glass Seal	-15,40310	,000	
Flor Var	Nanosertlik	GC Fuji Triage	GCP Glass Seal	-,18677	,086
			Riva Protect	,03757	,633
		GCP Glass Seal	GC Fuji Triage	,18677	,086
			Riva Protect	,22434	,019
		Riva Protect	GC Fuji Triage	-,03757	,633
			GCP Glass Seal	-,22434	,019

Çizelge 4.9. Cam iyonomer içerikli materyallerin flor durumuna göre ikili kıyas analiz sonuçları

Çalışmada kullandığımız cam iyonomer içerikli fissür örtücü materyallerinin flor durumuna göre nanosertlik değerlerine ait istatistiksel verilerin bir grafiği Şekil 4.3’de gösterildi. Grafikte görüldüğü gibi MI flor vernik uygulanmış ve uygulanmamış

örneklerin nanosertlik değerleri açısından sıralaması GCP Glass Seal > GC Fuji Triage > Riva Protect şeklindedir. Ayrıca grafikte her materyal için MI flor vernik uygulanmış örneklerin nanosertlik değerlerinin MI flor vernik uygulanmamış örneklerin nanosertlik değerlerine göre daha düşük olduğu görüldü.



Şekil 4.7. Cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin flor durumuna göre nanosertlik verilerinin grafiği

Çalışmada kullanılan rezin içerikli fissür örtücü materyallerinin (Fissurit FX, Smart Seal, Ultraseal XT Hydro) MI flor vernik uygulaması durumuna göre her bir materyalde ölçülen nanosertlik ve elastik modül değerlerinin yapılan istatistiksel test sonuçları Çizelge 4.10'da gösterildi. Materyallerden MI flor vernik uygulanmamış örnekler arasında en düşük nanosertlik değerine Ultraseal XT Hydro'nun, en düşük elastik modül değerine Fissurit FX'in, en yüksek nanosertlik değerine Smart Seal'in, en yüksek elastik modül değerine Ultraseal XT Hydro'nun sahip olduğu görüldü. Materyallerden MI flor vernik uygulanmış örnekler arasında en düşük nanosertlik değerine Fissurit FX ve Ultraseal XT Hydro'nun, en düşük elastik modül değerine Fissurit FX'in, en yüksek nanosertlik ve elastik modül değerine ise Smart Seal'in sahip olduğu görüldü.

Flor Durumu	Materyal		Nanosertlik	Elastik Modül	p1	p2
Flor Yok	Fissurit FX	Ort ± SS	0,26 ± 0,11	5,82 ± 2,67	0,003**	0,002**
		Min-Max	0,02-0,46	1,06-10,89		
	Smart Seal	Ort ± SS	0,33 ± 0,11	7,62 ± 2,02		
		Min-Max	0,10-0,49	3,51-10,06		
	Ultraseal XT Hydro	Ort ± SS	0,22 ± 0,06	8,00 ± 1,75		
		Min-Max	0,05-0,34	4,26-11,73		
Flor Var	Fissurit FX	Ort ± SS	0,14 ± 0,05	1,48 ± 0,57	0,120**	0,001**
		Min-Max	0,03-0,25	0,49-2,80		
	Smart Seal	Ort ± SS	0,18 ± 0,10	7,98 ± 5,59		
		Min-Max	0,01-0,49	0,24-19,62		
	Ultraseal XT Hydro	Ort ± SS	0,14 ± 0,06	5,41 ± 6,43		
		Min-Max	0,03-0,29	0,20-29,76		

p1: Nanosertlik için p değeri, p2: Elastik modül için, **: ANOVA

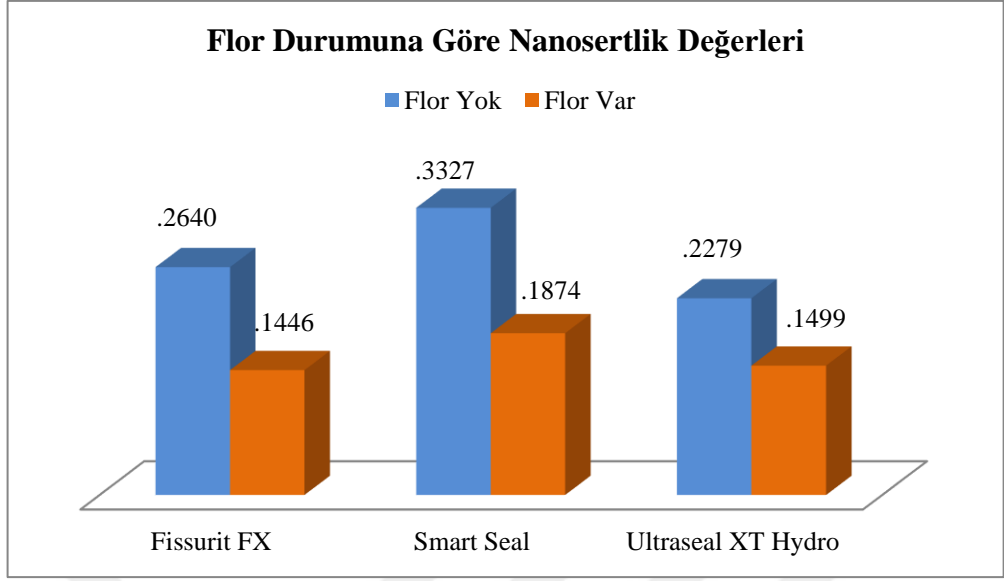
Çizelge 4.10. Rezın içerikli materyallerin flor durumuna göre istatistiksel analiz sonuçları

Tabloda MI flor vernik uygulandığında materyallerin nanosertlik değeriinde istatistiksel olarak bir fark gözlenmediği için ikili kıyas yapılmadı ($p=0,123$). Farklı çıkan durum için yapılan ikili kıyas sonuçları Çizelge 4.11’de gösterildi. Fissurit FX’in MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin nanosertlik değeri ile Ultraseal XT Hydro ve Smart Seal’in MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin nanosertliği arasında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,131$, $p=0,484$). Ancak Smart Seal ve Ultraseal XT Hydro’nun MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin nanosertlik değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi ($p=0,001$). Materyallerin MI flor vernik uygulanmış örneklerinin nanosertlik değeri arasında istatistiksel olarak ANOVA analizinde fark bulunmadığı için ikili kıyas yapılmadı. Ayrıca Fissurit FX’in MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin elastik modül değeri ile Ultraseal XT Hydro ve Smart Seal’in MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin elastik modül değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlendi ($p=0,031$, $p=0,004$). Smart Seal’in MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin elastik modül değeri ile Ultraseal XT Hydro’nun MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin elastik modül değeri arasında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,857$). MI flor vernik uygulanmış örneklerin elastik modül değeri için de istatistiksel olarak aynı sonuçların elde edilđi görüldü.

		(I) Materyal	(J) Materyal	Mean Difference (I-J)	p
Flor Yok	Nanosertlik	Fissurit FX	Smart Seal	-,06875	,131
			Ultraseal XT Hydro	,03604	,484
		Smart Seal	Fissurit FX	,06875	,131
			Ultraseal XT Hydro	,10479	,001
		Ultraseal XT Hydro	Fissurit FX	-,03604	,484
			Smart Seal	-,10479	,001
	Elastik Modül	Fissurit FX	Smart Seal	-1,79425	,031
			Ultraseal XT Hydro	-2,17835	,004
		Smart Seal	Fissurit FX	1,79425	,031
			Ultraseal XT Hydro	-,38410	,857
		Ultraseal XT Hydro	Fissurit FX	2,17835	,004
			Smart Seal	,38410	,857
Flor Var	Elastik Modül	Fissurit FX	Smart Seal	-6,49904	,000
			Ultraseal XT Hydro	-3,92780	,017
		Smart Seal	Fissurit FX	6,49904	,000
			Ultraseal XT Hydro	2,57124	,361
		Ultraseal XT Hydro	Fissurit FX	3,92780	,017
			Smart Seal	-2,57124	,361

Çizelge 4.11. Resin içerikli materyallerin flor durumuna göre ikili kıyas sonuçları

Çalışmada kullandığımız resin içerikli fissür örtücü materyallerinin flor durumuna göre nanosertlik değerlerine ait istatistiksel verilerin bir grafiği Şekil 4.4'de gösterildi. Grafikte görüldüğü gibi MI flor vernik uygulanmamış örneklerin nanosertlik değerleri açısından sıralaması Smart Seal > Fissurit FX > Ultraseal XT Hydro şeklindedir. Ayrıca MI flor vernik uygulanmış örneklerin nanosertlik değerleri açısından sıralaması Smart Seal > Ultraseal XT Hydro > Fissurit FX şeklindedir. Ayrıca grafikte her materyal için MI flor vernik uygulanmış örneklerin nanosertlik değerlerinin MI flor vernik uygulanmamış örneklerin nanosertlik değerlerine göre daha düşük olduğu görüldü.



Şekil 4.8. Rezin içerikli fissür örtücülerin flor durumuna göre nanosertlik verilerinin grafiği

5. TARTIŞMA

Çürük, teşhis ve tedavide gerçekleşen pek çok gelişmeye rağmen, ağız sağlığını etkileyen önemli bir problem olma durumunu hala korumaktadır.¹ Bununla birlikte, diş çürüğü en yaygın intraoral hastalıklardan biridir ve hem bireysel hem de halk için tıbbi, sosyal ve ekonomik kaygılar açısından ciddi sonuçlar oluşturmaktadır. Bireysel olarak hasta ağrı, oral sistemin işlevsizliği ve yaşam kalitesinin düşmesinden yakınıdır.¹⁸⁴ Son yıllarda çürük oluşumunun önlenmesine yönelik uygulamalara verilen önem giderek artmış ve özellikle gelişmiş ülkelerde çürük insidansı önemli oranda azalmıştır. Yapılan çalışmalarda düz yüzey çürüklerinde azalma olduğu ancak oklüzal yüzey çürük insidansının halen yüksek olduğu gözlenmiştir.⁹² Bukkal ve lingual yüzeylerdeki çürükler dikkate alındığında pit ve fissürlerde oluşan çürükler, çocuk ve ergenlerdeki tüm çürük deneyiminin %80'inden fazlasını oluşturmaktadır. Oklüzal yüzeylerde çürük insidansının yüksekliği derin pit ve fissürlerin varlığı ile ilişkili olduğundan, bu çürükler aynı zamanda pit ve fissür çürüğü olarak da isimlendirilirler.²² Toplum sularının florlanması, topikal flor tedavisi, plak kontrolü ve diyetle şeker kontrolü gibi çürük önleyici yaklaşımların kullanımının, özellikle düz yüzey çürük lezyonları üzerine olmakla beraber genel çürük prevalansı üzerine azaltıcı etkisi olduğu görülmüştür. Pit ve fissürlerin plak tutma özelliği, mekanik olarak temizlenmelerini zorlaştırarak, çürüklere düz yüzeylerden daha duyarlı olmalarına ve muhtemelen flor uygulaması ile korunamamasına neden olmaktadır.⁴⁰ Pit ve fissürleri korumak için daha etkili önlemler alınması gerekir; bunların başında pit ve fissür örtücülerin kullanımı gelmektedir. Pit ve fissür örtücüler, dişlerin oklüzal pit ve fissürlerinde çürük oluşumuna sebep olan bakteriler ile besin kaynağı arasında bariyer görevi gören ve bunlar arasındaki bağlantıyı keserek, çürüğe yatkın oklüzal pit ve fissürlerin korunmasını sağlayan materyallerdir.⁹³

Fissür örtücü materyallerinin pit ve fissür çürüklerini önlemedeki etkinlikleri birçok çalışma ile kanıtlanmıştır. Bunun sonucunda pit ve fissür örtücüler koruyucu tedavi planlamasında sıkça tercih edilmektedirler. Günümüzde yaygın olarak rezin ve CİS esaslı fissür örtücü materyalleri kullanılmaktadır. Resin esaslı fissür örtücüler yüksek retansiyon oranları ve koruyucu etkileri nedeniyle ilk tercih edilen fissür örtücü tipidir. Ancak kısmi sürmüş ve nem izolasyonunun tam olarak yapılamadığı dişlerde koruyucu amaçlı fissür örtücü uygulanacaksa CİS esaslı fissür örtücüler tercih edilmektedir.⁸ Bunun sebebi CİS

esaslı fissür örtücülerin diş kimyasal bağlanması, hidrofilik özelliği ve flor salınımı yapabilmesi gibi avantajlara sahip olmasıdır.¹⁸⁵ Bu nedenlerle çalışmamızda farklı rezin ve CİS esaslı fissür örtücüleri karşılaştırmalı olarak değerlendirdik.

Profilaktik uygulamalar arasında yaygın olarak kullanılan flor uygulamaları, başlangıç çürüklerinin remineralizasyonunda ve çürük oluşumunun azaltılmasında etkili yöntemler olarak kabul edilmektedir.⁵ Flor uygulamaları, topikal ve sistemik olarak iki şekilde yapılmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar topikal flor uygulamalarının çürük önlemede daha etkili olduğunu bildirmiştir.¹⁸⁶ Topikal flor uygulamalarından, diş macunları, diş ipi, gargaralar bireysel uygulamalara; flor vernikler, flor jelleri ve yavaş flor salımı yapan cihazlar ise profesyonel uygulama metodlarına örnektir.⁵ Topikal flor uygulamasıyla yutulan miktarın herhangi bir sakıncası olmadığı bildirilmiştir.¹⁸⁷ Ancak özellikle tükürme kabiliyeti yeterli olmayan küçük yaştaki çocuklarda kullanılan yüksek konsantrasyonlu topikal flor ajanlarının konsantrasyonuna ve uygulama protokollerine dikkat edilmelidir. Ayrıca bu çocuklarda, flor ajanlarının yutulmasının engellenmesi için sakşın kullanımı, uygulama sıklığı ve çocuk tarafından alınan günlük flor miktarının doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Yutma riskinden dolayı toksik riski azaltmak için küçük çocuklarda flor vernik kullanımı tercih edilebilir.¹⁸⁸ Ayrıca flor verniklerin diş yüzeyine bağlanmasının iyi olması, uzun dönemde flor salınımı yapabilmeleri, kısa uygulama süresi ve yüksek konsantrasyonlarda olup az miktarda kullanılabilmeleri nedeniyle etkili uygulamalar oldukları bildirilmiştir.⁶³

Çürük gelişimine yatkın çocuk ve yetişkinlerin, her 6 ayda bir topikal flor tedavisi almaları önerilir. Piyasada diş hekimleri tarafından kullanılan topikal florür jelleri % 1.23 asidüle fosfat florür jel ve ya köpük formunda (APF, 12.300 ppm F) ve nötr %2 NaF (9.040 ppm F) formunda yer almaktadır. Nötr maddelerle karşılaştırıldığında, APF jelin mine tarafından flor alımını daha fazla arttırdığı ve minede demineralizasyonu en aza indirdiği bulunmuştur.¹⁸⁹ Bununla birlikte, rezin esaslı kompozitler üzerinde APF jeliyle tedavi, inorganik doldurucu maddelerde çözünme, yüzey erozyonu, yüzey pürüzlülüğünde artış, aşınma direncinde azalma, karyojenik bakterilerde artan tutulum, renk stabilitesi üzerine etki ve azalmış yüzey sertliği gibi olumsuz etkilere katkıda bulunabilir.¹⁹⁰ Nötr sodyum florür jeli kullanılırsa rezin esaslı kompozitlerin bozulmasının önemli ölçüde olmadığı belirtilmiştir.⁶⁷ Bizde çalışmamızda içerisinde %5 Sodyum florid (%2.26 veya 22,600 ppm flor iyonu), Kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) kombinasyonu bulunan

GC MI flor vernik uygulamasının farklı rezin ve cam iyonmer esaslı fissür örtücülerin sitotoksosite ve nanosertlik özellikleri üzerine etkisini değerlendirdik.

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin restorasyonun başarısını etkilediği bilinmektedir. Restoratif materyallerin ağız içerisinde maruz kaldıkları etkilere başarılı bir şekilde karşı koyabilmeleri için yüksek düzey sertlik değerlerine sahip olmaları gerekmektedir. Sertlik maddenin dayanıklılığını, aşınma ve kırılma direncini arttırdığı gibi, kuvvet altında orijinal şeklini kaybetmemesini de sağlamaktadır.¹⁹¹ Restoratif bir malzemenin sertlik kaybının, malzemenin klinik ortamda bozulmasına, yüzey pürüzlülüğünün artmasına, artmış plak tutulumuna, anatomik form kaybına ve renk bozulmasına neden olabildiği için restorasyonların ömrünü önemli ölçüde kısalttığı belirtilmiştir.¹⁹²

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin mekanik özelliklerinin birbiriyle kıyaslanmasında kullanılan laboratuvar testlerinin başında yüzey sertlik testi gelmektedir.¹⁶⁶ Sertlik ölçümünde en sık kullanılan test yöntemleri; Brinell, Barcoll, Shore, Rocwell, Vickers ve Knoop testleridir. Uygulanacak test yöntemi materyalin cinsine bağlı olarak seçilmektedir. Uygulanan yöntemlere göre sertlik ölçümü, makro, mikro ve nano dereceli olarak tanımlanabilir. Vickers ve Knoop sertlik testleri kırılma yapıdaki malzemelerin sertlik değerlerinin belirlenmesi için daha uygun olduğundan, diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin sertliklerinin belirlenmesinde genellikle Vickers ve Knoop sertlik testlerinden yararlanılmaktadır.¹⁶⁷ Makro ve mikro düzeyde sertlik ölçümü yapan testlerden farklı olarak, ölçümlerin çok küçük ölçeklerde yapılabilmesi nedeniyle, biyolojik malzemelerin mekanik özelliklerinin değerlendirilmesinde nanoindentasyon tekniği kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemin kullanılması ile subjektif olmayan, tekrarlanabilir, net sonuçlar elde edilebilmesinin yanında, sertlik, kırılma tokluğu, elastisite modülü ve akma dayanımı gibi birçok farklı özelliğin tek bir ölçümle hesaplanmasına olanak sağlamaktadır.¹⁷³ Bu sebeplerle yaptığımız çalışmada nanosertlik testinden yararlandık.

Nanoindentasyon yönteminin dental materyallerin mekanik özelliklerini incelemeye kullanıldığı çalışmalarda cam iyonmer simanlarla yapılan araştırma sayısı azdır. Literatürdeki az sayıda çalışmada, cam iyonmer simanların kırılma tokluğu, sertlik ve elastisite modülü özellikleri üzerine yoğunlaşmıştır. Bu noktada Fuji IX cam iyonmerin kapsüllü formunun kimyasal olarak sertleşmeye bırakılan ile ultrasonik cihaz kullanılarak sertleştirilen örneklerin nanoindentasyon yöntemi kullanılarak sertlik değerinin

incelendiği Towler ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, ultrasonik cihaz kullanılarak sertleştirilen örneklerin kimyasal olarak sertleştirilen örneklere kıyasla daha yüksek sertlik değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir.¹⁹³

Son zamanlarda Shahmoradi ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada kalsiyum ve fosfat kompleksi içeren çeşitli flor verniklerinin (Clinpro, Duraphat, MI Vernik, Duraphat Single Dose flor vernik) diş minesinin yapısal ve nanomekanik özelliklerinin korunmasındaki etkinliğini araştırmıştır. Vernikle muamele görmüş grupta, nanoindentasyon testi ile elde edilen elastik modül ve sertlik değerleri sırasıyla %18 ve %23 azalırken, vernikle muamele edilmemiş numunelerde karşılık gelen değerler sağlıklı mineye kıyasla %43 ve %54 oranında azalmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular, flor vernik uygulanmasının lezyonun ilerlemesini önemli ölçüde azalttığını ve mine demineralizasyon oranını inhibe ettiğini göstermiştir. Bu bulgular, flor verniğinin mineral yapısının korunmasındaki rolünü ve minenin aside bağlı demineralizasyona karşı mekanik bütünlüğünü vurgulamıştır. Çalışmada kalsiyum ve fosfat bileşimlerin ilavesinin, flor verniklerin performansını arttırmadığı veya inhibe etmediği sonucuna varılmıştır.¹⁹⁴

Selçuk ve arkadaşları yaptıkları çalışmada 3 adet farklı içeriğe sahip cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyali (Fuji VII EP, Fuji Triage ve GCP Glass Seal) üzerine 3 farklı sürede (1 dk, 4 dk ve 4x4 dk jel uygulaması) %2'lik NaF ve %1,23'lük APF'nin uygulamasının materyallerin mikrosertlikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda uygulanan ajanın türü, uygulama süresi ve tekrarlayan uygulamaların, test edilen fissür örtücü materyallerin mikrosertlik değerlerini düşürdüğü fakat elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı belirtilmiştir.¹⁹⁵ Bizim çalışmamızda da GC MI flor vernik (%5 Sodyum florid, Kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat kompleksi) uygulaması yapılan örneklerin nanosertlik değerlerinin flor vernik uygulaması yapılmamış örneklerin nanosertlik değerlerine göre daha düşük olduğu bulundu. GCP Glass Seal markasının MI flor vernik uygulanmış ve uygulanmamış örneklerinin nanosertlik ve elastik modül değerleri diğer materyallerden daha yüksek bulundu. Materyallerde MI flor vernik uygulanmamış örnekler arasında en düşük nanosertlik değerine Ultraseal XT Hydro'nun, en düşük elastik modül değerine ise Fissurit FX'in sahip olduğu bulundu. Materyallerde MI flor vernik uygulanmış örnekler arasında en düşük nanosertlik değerine Riva Protect'in, en düşük elastik modül değerine ise Fissurit FX'in sahip olduğu bulundu.

Topaoğlu ve arkadaşları yaptıkları çalışmada TiF4 çözeltisi ve APF jelinin rezin modifiye cam iyonomer, nano-iyonomer ve yüksek viskoziteli cam iyonomer restoratif materyallerinin yüzey morfolojisine ve mikrosertliklerine olumsuz bir etkisinin olup olmadığını araştırmıştır. Her bir materyalin örnekleri, % 1.23 APF'nin 1 ve 4 dakikalık uygulaması ve %1 TiF4'ün 1 dakikalık uygulaması olarak rastgele üç alt gruba ayrılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar, APF uygulama süresinin (1' ve 4 ') test edilen tüm restoratif materyaller için mikro sertlik veya yüzey pürüzlülük değerleri üzerinde hiçbir etkisi olmadığını göstermiştir.¹⁹⁶ Bu bulgu, rezin modifiye cam iyonomer ve yüksek viskoziteli cam iyonomere APF köpüğü ile 1 ve 4 dakika uygulama süresinin mikrosertlik üzerine etkisini değerlendiren Godoy ve arkadaşlarının yaptığı çalışmayla benzerdir.¹⁹⁷ Bizim çalışmamızda ise tam tersi incelediğimiz farklı rezin ve cam iyonomer içerikli fissür örtücü materyallerin hepsinde GC MI flor vernik uygulaması sonrası materyallerin nanosertlik değerlerinde bir düşüş olduğu tespit edildi. Çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmesinin sebebinin araştırılan fissür örtücü materyallerinin farklı yapısından ve kullanılan sertlik testinin farklı olmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Yap ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, profesyonel olarak uygulanan topikal florların, bir kompozitin (Spectrum TPH), bir kompomerin (Dyract AP) ve bir giomerin (Reactmer) yüzey sertliği üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Hazırlanan örneklere damıtılmış su (kontrol), % 1.23 APF köpük, % 0.9 nötr köpük, % 1.23 APF jel ve % 0.4 kalay florür jeli uygulanarak 37 ° C'de 36 saat boyunca bekletilmiştir. Örnekler daha sonra Knoop mikro sertlik testine tabi tutulmuştur. Tüm malzemeler için APF jel ve köpük ile işlemin, kontrol grubuna kıyasla yüzey sertliğini önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur. Tüm materyaller için en büyük sertlik bozulmasının % 1.23 APF jeli ile muameleden kaynaklandığı belirtilmiştir. Bu nedenle, köpük formundaki APF'nin, jel formundan daha az zararlı olduğu sonucuna varmışlardır. Bu bulgu, APF köpüğün çeşitli cam iyonomer ve kompozitler üzerindeki etkilerinin APF jel kullanıldıktan sonra elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında belirgin olmadığını gösteren Cehreli ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışma ile benzerdir.¹⁹⁸ Kompomerin yüzey sertliği ayrıca nötr köpüğe maruz kaldıktan sonra da önemli ölçüde azalmıştır. Bu nedenle, profesyonel olarak uygulanan topikal florların, özellikle APF jelinin ve köpük uygulamasının, kompozit bazlı restoratiflerin uzun süreli dayanıklılığına zarar verebildiği bildirilmiştir.¹⁹⁰ Bizim çalışmamızda da, benzer olarak %5 Sodyum florid, Kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat kompleksinde oluşan GC MI flor vernik

uygulamasının incelediğimiz farklı rezin ve cam iyonmer içerikli fissür örtücü materyallerinin hepsinin nanosertlik değerlerinde bir azalmaya neden olduğu bulundu.

Olegario ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, sağlıklı ve çürükten etkilenmiş dentinde cam karbomer siman ve yüksek viskoziteli cam iyonmer simanın Knoop sertliğini ve yapışma kuvvetini karşılaştırmıştır. Nanoparçacıklara rağmen, cam karbomer simanın, in vitro olarak test edilen iki özellik için de yüksek viskoziteli cam iyonmer siman ile karşılaştırıldığında düşük performans gösterdiği sonucuna varmışlardır. Materyallerin Knoop sertlik değerleri bakımından cam karbomerin, CİS'lara göre herhangi bir avantajı olmadığını belirtmişlerdir.¹⁹⁹ Bizim çalışmamızda da test edilen cam karbomer içerikli fissür örtücü GCP Glass Seal ile cam iyonmer içerikli fissür örtücü GC Fuji Triage'in MI flor vernik uygulanmış ve uygulanmamış örneklerinin nanosertlik değerleri istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi. Ancak GCP Glass Seal ve Riva Protect markalarının MI flor vernik uygulanmış ve uygulanmamış örneklerinin nanosertlik değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p=0,27$). Çalışmamızda, cam iyonmer içerikli örtücü materyallerinden MI flor vernik uygulanmamış örnekler arasında en düşük nanosertlik ve elastik modül değerine Riva Protect'in, en yüksek nanosertlik ve elastik modül değerine ise GCP Glass Seal'in sahip olduğu görüldü. Materyallerden MI flor vernik uygulanmış örnekler arasında en düşük nanosertlik değerine Riva Protect'in ve en düşük elastik modül değerine GC Fuji Triage'in, en yüksek nanosertlik ve elastik modül değerine ise GCP Glass Seal'in sahip olduğu görüldü. Ayrıca çalışmada kullandığımız materyallerin MI flor vernik uygulanmış ve uygulanmamış örnekleri arasında nanosertlik değeri en yüksek olan GCP Glass Seal'di. Yine de, GCP Glass Seal'e uygulanan GC MI flor verniğin materyalin nanosertliğinde bir düşüşe sebep olduğu görüldü.

Kugz ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, bir doldurucusuz rezin esaslı (Clipro), bir cam iyonmer esaslı (Fuji Triage) ve bir nano-dolduruculu rezin esaslı (Grandio Seal) fissür örtücünün dönüşüm derecesi, mikrosertliği, mikrosızıntı ve flor salınımını değerlendirmiştir. Çalışmada mikrosertlik ölçümünde Vickers sertlik testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda Grandio Seal, Fuji Triage ve Clipro'ya göre daha yüksek ve önemli ölçüde farklı yüzey sertlik değerleri sergilediği bulunmuştur. Materyaller arası sertlik sıralamasının ise Grandio Seal > Fuji Triage > Clipro ($p<0.05$) şeklinde olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, yüzey sertliği özelliklerinin doldurucu maddesi varlığı ve bileşimi tarafından etkilendiği düşünülmektedir.²⁰⁰ Literatürde, doldurucu yüklemesindeki artışın sertliğin artmasına neden

olduğu bildirilmiştir.²⁰¹ Bizim çalışmamızda da, MI flor vernik uygulanmamış materyallerin nanosertlik değerlerinin açısından sıralanması GCP Glass Seal> GC Fuji Triage> Riva Protect> Smart Seal > Fissurit FX> Ultraseal XT Hydro şeklindedir. MI flor vernik uygulanmış örneklerde ise sıralama GCP Glass Seal> Smart seal> Ultraseal XT Hydro> Fissurit FX> GC Fuji Triage> Riva Protect şeklindedir.

NC Gill ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, 4 dakikalık % 1.23 asidüle fosfat florür (APF) jeli ve % 2 sodyum florür (NaF) jeli uygulamasının rezin modifiye cam iyonomer simanlar, geleneksel cam iyonomer simanlar ve yüksek viskoziteli geleneksel cam iyonomer simanların mikro sertliği üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, 4 dakika boyunca uygulanan % 1,23 APF jelinin, test edilen restoratif materyallerin mikro sertliği üzerinde 4 dakika boyunca uygulanan % 2 NaF jel ile karşılaştırıldığında daha zararlı etki yarattığını göstermektedir. Bu çalışmada APF işleminden sonra mikro sertlikte azalma geleneksel cam iyonomer restoratif materyallerde daha belirgin iken rezin modifiye cam iyonomer simanlarında daha az belirgin olduğu belirtilmiştir.²⁰² Bu bulgu Setty ve arkadaşlarının yaptıkları çalışma ile uyumludur.¹⁸⁵ Bizim çalışmamızda da benzer şekilde %5 Sodyum florür, Kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat kompleksi içeren GC MI flor vernik uygulamasının incelediğimiz rezin ve cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerinin nanosertlik değerlerinde düşüşe sebep olduğu görüldü. Yapılan diğer çalışmalarla benzer şekilde bizim çalışmamızda da, MI flor vernik uygulamasından sonra nanosertlikteki azalmanın cam iyonomer esaslı fissür örtücülerde rezin esaslı fissür örtücülere göre daha belirgin olduğu görüldü.

Menne-happ ve arkadaşları yapmış oldukları bir çalışmada, RMCİS, cam karbomer ve CİS'nin mekanik özelliklerini karşılaştırmışlar ve çalışma sonucuna göre materyallerin kimyasal yapısındaki farklılıkların mikro yapıyı ve mekanik özelliklerini önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir. RMCİS'lerde yüksek esneme dayanım değerleri bulunmuşken, cam karbomerlerde yüksek vickers sertlik değeri ve düşük akma değeri göstermiştir.¹⁶² Literatürde cam karbomerin nanopartiküllü yapısının reaktif yüzeyini arttırdığı ve böylece daha yüksek bir sertliğe yol açtığı belirtilmiştir.²⁰³ Çalışmamızda da benzer şekilde cam karbomer içerikli fissür örtücüde diğer materyallere göre daha yüksek nanosertlik değerleri bulundu.

Bunun yanında materyal seçiminde fiziksel ve mekanik özelliklerin yanında biyouyumluluk özellikleride göz önünde bulundurulmalıdır. Diş hekimliği uygulamalarında

kullanılan materyallerin çoğu uygulandıklarında yumuşak doku, diş dokuları ve tükürük, diş eti oluşu sıvısı gibi sıvılarla temas etmesi durumunda biyolojik doku reaksiyonları oluşturabilmektedir. Bu reaksiyonların derecesi; materyalin fonksiyonuna, gücüne, yerleştirilme koşullarına ve hastaya bağlıdır. Doku uyumluluğu veya biyouyumluluk kavramı; canlı dokuya yerleştirilen materyalin, organizmayla temas ettiğinde gösterdiği biyolojik performansı ifade etmektedir. Materyal konağı etkileyebildiği gibi, konak da materyali etkileyebilmektedir. Diğer bir deyişle; materyal vücutta bir etki meydana getirdiğinde, vücut da materyalde bir tepki oluşturabilmektedir. Ayrıca biyouyumluluk; şartlara ve zamana göre değişebilen dinamik bir süreçtir. Zamanla materyalde korozyon, yük, yorgunluk, oklüzyon ve beslenme kaynaklı değişimler olabilmektedir. Bunun sonucunda başlangıçta verilen biyolojik yanıt zamanla değişebilmektedir.¹⁴

Dental materyallerin biyouyumluluklarının değerlendirilmesinde en temel ve sıklıkla tercih edilen yöntem hücre kültürü ile uygulanan in vitro test yöntemleridir.¹⁷⁷ In vitro testlerle, materyalin canlı dokular üzerindeki biyolojik etkileri laboratuvar ortamında belirlenmektedir. In vitro testlerin kısa sürede sonuca ulaşabilmesi, standardize ve tekrar edilebilir olması, hayvan testlerinden daha ucuz olması, geniş çapta taramaya izin vermesi, hassas olması ve belli bilimsel sorularla kontrol edilebilir olması avantaj sağlamaktadır.¹⁵ Bu çalışmada farklı rezin ve cam iyonomer içerikli fissür örtücülere flor vernik uygulaması öncesi ve sonrası, 24, 48 ve 72 saatte direk hücre kültürüne tabi tutulan örneklerin salınım sıvılarının sitotoksik etkilerini belirlemek için Vero (Afrika yeşil maymun böbrek hücre) hücreleri kullanılmış ve sitotoksisite MTT yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Canlı hücrelerin sayısal olarak belirlenebilmesi için kullanılan MTT testi, renk yoğunluğunun tayinine dayanan bir yöntemdir. Bu testin başlıca avantajları arasında, kolay ve hızlı uygulanması, diğer sitotoksisite test yöntemlerinden daha hassas olması ve maliyetinin fazla olmaması sayılmaktadır.¹⁸¹

Wataha ve arkadaşları, dental materyallerin toksik etkilerini farklı sitotoksisite test yöntemleri ile karşılaştırdıkları çalışmalarında; MTT yönteminde kullanılan boyanın hücre içinde metabolize edilmesinin kısa sürede gerçekleşmesi, verilerin spektrofotometrik veya ELISA cihazında değerlendirilmesi nedeniyle tekrarlanabilir olması ve farklı zamanlarda yapılmış olan çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılabilmesi gibi sebeplerle bu yöntemin diğer yöntemlere göre daha avantajlı olduğunu belirtmişlerdir.²⁰⁴

MTT yöntemi; hücresel metabolik fonksiyonu ölçen ve in vitro biyouyumluluğun değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Ayrıca aynı anda birçok örneğin test edilebilmesini sağlayan bu yöntemin hücre içi biyokimyasal değişiklikleri göstermesi ve yöntemin tekrarlanabilir olması nedeniyle çalışmalarda tercih edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.^{205,206} Biz de bu sebeplerden dolayı çalışmamızda sitotoksitenin tayininde MTT yöntemini kullanmayı tercih ettik.

Rezin esaslı dental materyaller özelliklerine göre farklı tipte monomerler içermektedir. Bunlar arasında Bis-GMA ve UDMA hidrofobik monomer, HEMA ve TEGDMA hidrofilik monomer olarak bilinmektedir. Monomerlerin yapısı ve özellikleri, materyalin sitotoksik etkisini değiştirmektedir. Bis-GMA ve UDMA'nın HEMA ve TEGDMA gibi hidrofilik monomere kıyasla daha fazla sitotoksik potansiyeli taşıdığı belirtilmiştir.¹⁷⁷

Koulaouzidou ve arkadaşları, 1 günlük ve 40 günlük depolamadan sonra gaz kromatografisi ve kütle spektrometresi (GC / MS) kullanılarak beş farklı rezin esaslı fissür örtücü materyalinin elüt edilen organik bileşenleri ve materyallerin kültürlenmiş fibroblastların hücre sağkalımı üzerindeki etkisini araştırmıştır. Tespit edilen ana monomer TEGDMA olmuştur. Rezin esaslı pit ve fissür örtücü malzemeleri ile temastan sonra hücre canlılığının yüzdesi, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında her iki gözlem periyodunda da (24 saat ve 72 saat) azalmıştır. Bu sonuçlara göre zamana bağlı bir korelasyon var gibi görünmekte ve hücre canlılığı 72 saat sonra azalmaktadır. Bu, 72 saat sonra sızan monomerlerin daha yüksek konsantrasyonlarına bağlanabilir. Üstelik, daha büyük miktarlarda TEGDMA'yı elute eden malzemelerde hücre canlılığının daha da azaldığı gözlenmiştir.²⁰⁷ Çalışmamızda incelediğimiz rezin esaslı fissür örtücü materyallerinin yapısında TEGDMA bulunmasına rağmen flor vernik uygulanmamış örneklerinde toksik etki gözlenmemiştir.

Gocıu ve arkadaşları, sekiz farklı içeriğe sahip deneysel kompozit malzemenin biyolojik uyumluluğunu in vitro yöntemlerle inceledikleri çalışma sonucunda yapılan testlerde, kullanılan malzemelerin tüm versiyonlarında, canlı hücreler için sitotoksik olmadığını bildirmiştir.²⁰⁸ Bizim çalışmamızda incelediğimiz flor vernik uygulanmamış rezin esaslı fissür örtücülerde toksik etki gözlenmemesi bu çalışma sonucuyla uyumludur.

Rezin içerikli restoratif materyallerin ışık ile polimerizasyonu sırasında rezin matriks içerisinde, metilmetaakrilat monomerlerin bir kısmının tepkimeye girmemesi sonucunda polimerize olmamış artık monomer kalabilmektedir. Rezin kompozitlerden salınan

monomerler non-letal konsantrasyonlarda hücre metabolizmasını bozarak sitotoksik etki ve alerjik reaksiyon neden olabilmektedir. Rezin içerikli dental materyallerin sitotoksik etkisinin materyalin polimerizasyon düzeyine, salınan komponentlerin miktarına ve türüne bağlı olduğu bildirilmiştir.²⁰⁹

Pit ve fissür örtücülerden çıkan artık monomer ve bozunma ürünlerinin, ağız boşluğu için biyo-uyumlulukları ve toksisiteleri ile ilgili endişeler artmaktadır.²¹⁰ Rezin esaslı dental materyallerin bazı bileşenlerinin sitotoksik ve genotoksik etkileri olabilir veya alerjik reaksiyonlara neden olabilir.^{15,211} Dahası, bazıları östrojenik aktivite gösterir.²¹² Pit ve fissür örtücü malzemelerinin diğer dental rezin esaslı malzemelerden oluşması nedeniyle (pit ve fissür örtücüler daha fazla rezin matrisi ve daha az miktarda parçacık içerir), fissür örtücülerdeki artık monomerlerin değerlendirilmesi günümüzde önemli bir konudur.²¹³ Biz de çalışmamızda 3 farklı rezin esaslı fissür örtücü materyali olan ultraseal XT Hydro, Fissurit FX ve Smart Seal materyallerinin GC MI flor vernik uygulaması öncesi ve sonrası sitotoksisitesini karşılaştırdık.

Birden fazla diş yüzeyine örtücü uygulanması gerektiğinde, ışıkla sertleştirme işlemi çok zaman almaktadır. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, 3 farklı rezin esaslı yüzey örtücü daha kısa bir sürede ışıkla sertleştirilirken, ışık yoğunluğu aynı anda artırılmıştır. Bu çalışmada, yüzey örtücü materyallerinin hızlı ışıkla sertleştirildiği zaman, demineralizasyona karşı koruyucu etkisinde ve mekanik stabilitesinde anlamlı bir fark gözlenmemiştir.²¹⁴

Diğer rezin esaslı dental malzemeler için (adhezivler, kompozitler ve yapıştırma simanları), daha kısa ışıkla sertleşme süresinin kullanılması genellikle daha düşük bir dönüşüm derecesi, daha düşük mekanik özellikler ve daha yüksek bir sitotoksisite ile sonuçlanmıştır.^{209,215} Artan yoğunluklu ışıkla sertleşme ünitelerinin geliştirilmesiyle, daha kısa ışıkla sertleşme süreleri nedeniyle daha düşük dönüşüm derecelerini telafi etmek mümkün olmuştur. Bununla birlikte, ışıkla sertleştirme yoğunluğundaki büyük artışın, dönüşüm derecesi üzerinde olumsuz bir etkisi olabileceğini ve ışık yoğunluğunun artırılmasının daha düşük bir dönüşüm derecesiyle sonuçlanabileceğini gösteren çalışmalar vardır.²¹⁶ Daha düşük dönüşüm derecesi (daha fazla miktarda polimerize olmamış monomer miktarı) daha zayıf mekanik özelliklerin yanı sıra, rezin esaslı malzemelerin sitotoksitesinin yüksek olması ile de ilişkilendirilmiştir.^{215,217}

Son zamanlarda yapılan bir çalışma, ışıkla sertleşme süresini kısaltmanın (ışıkla sertleştirme yoğunluğunu aynı anda artırarak benzer enerji yoğunluğunu korurken) test edilen iki yüzey örtücü maddesinin (Seal & Protect, K-0184) sitotoksitesine etki edip etmeyeceğini araştırmıştır. Işıkla sertleştirme VALO LED ışık ünitesi ile yapılmıştır. Çalışma sonucunda ışıkla sertleşme süresinin kısaltılmasının, sabit enerji yoğunluğunu korurken, araştırılan örtücü maddelerinin sitotoksitesinde artışa neden olmadığı bulunmuştur.²¹⁸ Bizim çalışmamızda kullanılan ışık ünitesi VALO Cordless, standart mod ile 1000 mW/cm²'lik yüksek bir ışık yoğunluğuna sahip olup, rezin esaslı fissür örtücü numunelerinin ışıkla sertleştirilmesi öncesinde kalibrasyonu sağlandığından flor vernik uygulanmamış materyal örneklerinde toksik potansiyeli olumsuz yönde etkilemediğini düşünmekteyiz. Flor vernik uygulanmış materyal örneklerinde gözlenen sitotoksitenin ışık yoğunluğundan etkilenip etkilenmediği sonucuna varabilmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

Rezin esaslı materyallerin yapısında kalan artık monomer salınımının, polimerizasyondan hemen sonraki günlerde yüksek, devam eden dönemde ise düşük konsantrasyonda gerçekleşebileceği belirtilmiştir.²¹¹ Buna bağlı olarak rezin esaslı materyallerinin sitotoksik etkilerinin zamana bağlı değişim gösterdiği bilinmektedir. Bu nedenle polimerizasyondan sonraki farklı zamanlarda değerlendirme yapılması gerekmektedir. Ferracane ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada artık monomer sızmasının ilk 24 ile 48 saat içerisinde tamamlandığını belirtmişlerdir.²¹⁹ Bu bilgilerin ışığında biz de çalışmamızda 24, 48 ve 72 saatte değerlendirilmek üzere örnekleri 3 grup halinde inceledik.

Cam iyonomer simanlar biyoyumlu materyaller olarak sınıflandırılmıştır. Bu materyallerle yapılan hücre kültürü çalışmalarında, hücre gelişimi üzerine çok az ya da hiçbir etki göstermemiştir. Bundan dolayı CİS'ler kaide veya astar materyali olarak ve retrograd dolgu materyali olarak kullanılabilir.²²⁰ Klinik diş hekimliği uygulamalarında geleneksel CİS'ler düşük sertleşme sıcaklığı ve hızlı nötralizasyondan dolayı iyi biyoyumluluk gösterirler ve bu simanlar genel olarak polimerizasyon esnasında yararlı iyonlar salarlar.¹³⁷

Geleneksel CİS'lerin nötral şartlarda Na, Si, P ve F saldığı ve asidik şartlarda Ca saldığı bilinmektedir. Alüminyumdan ayrı olarak bu iyonların farklı fiziksel süreçlerde vücuda çeşitli faydaları olduğu ve bazılarının diş yüzeyinin remineralizasyonu ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Alüminyumun, iskelet ve hematopoetik sisteme, merkezi sinir sistemine

toksik etkileri vardır. Bununla birlikte CİS'lerden salınan alüminyum düşük miktardadır ve bu mevcut alüminyum vücuttan gastrointestinal sistemle atılır. Bu materyallerin klinik diş hekimliğinde kullanıldığında genel olarak biouyumlu oldukları ve yan etkilerinin olmadığı bildirilmiştir.²²¹

Çeşitli in vitro çalışmalar, kültürlenmiş hücreler üzerinde geleneksel ve rezin modifiye CİS'lerin sitotoksitesini değerlendirmiştir.^{222,223} Bu in vitro çalışmaların çoğu, dental materyallerin sızan bileşenlerinin hücre kültürüne olumsuz etkilerden sorumlu olduğu fikrini desteklemiştir. Öte yandan, Lewis ve arkadaşları, CİS'lerin sızan bileşenlerinin, hücreler üzerinde hücre ölümü ile sonuçlanan toksik etkilere neden olmak yerine, hücre döngüsü boyunca oral epitel hücrelerinin ilerleme hızını etkileyebileceğini bildirmişlerdir.²²² Mevcut bir in vitro çalışmada, Oliva ve arkadaşları, ticari CİS'ler üzerinde kültürlenmiş insan osteoblastik hücrelerinin tepkisini karşılaştırmıştır. Yazarlar, Fuji II LC de dahil olmak üzere çoğu deney malzemesinin, kültürlenmiş hücreler üzerinde düşük sitotoksik etkilere neden olduğunu bildirmiştir.²²⁴ Yapılan diğer bir in vitro çalışmada, de Souza Costa ve arkadaşları, beş cam iyonmer simanının odontoblast hücre hattı (MDPC-23) üzerindeki sitotoksik etkilerini değerlendirmiştir. Yazarlar, tüm deney materyallerinin MDPC-23 hücreleri üzerinde sitotoksik olmasına rağmen, GCİS'lerin en az sitotoksik, RMCİS'lerin ise en yüksek sitotoksik etkiye neden olduğunu göstermişlerdir.²²⁵

Cam iyonmer simanların başlangıç sertleşmesinden 24 saat sonra maksimum flor salınımı sağladığı ve flor salınımının pulpal toksisite için önemli bir potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. Chang ve Chou yaptıkları çalışmada, CİS'lerden salınan florun pulpa hücreleri üzerine olan etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, flor'un kültüre edilmiş insan pulpa hücreleri üzerinde hücre büyümesini, mitokondrial aktivitesini, proliferasyonunu ve protein sentezini inhibe edici özelliklerinin olduğu sonucuna varılmıştır.²²⁶ Muller ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmaya göre de sitotoksikite CİS'lerin içerisindeki flor iyonlarından kaynaklanmamaktadır. Bu çalışmaya göre sitotoksikite kültür ortamına diffüze olan ve tanımlanmayan sitotoksik faktör olarak düşünülen toksik diğer komponentlerden kaynaklanmaktadır.²²⁷ Bizde çalışmamızda farklı cam iyonmer esaslı fissür örtücü olan Riva Protect, Fuji Triage ve GCP Glass Seal materyallerinin GC MI flor vernik uygulaması öncesi ve sonrası sitotoksikitesini değerlendirdik.

Ülker ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, bir rezin esaslı (Ultraseal XT Plus), bir poliasit modifiye kompozit rezin esaslı (Dyract Seal) ve bir cam iyonmer esaslı fissür örtücünün

(Fuji Triage) iki boyutlu L929 fare fibroblast hücreleri üzerine sitotoksik etkilerini incelemiştir. Çalışmada, rezin içerikli olmasına rağmen Ultraseal Xt Plus hücre dizisi üzerine belirgin sitotoksik etki göstermemiştir. Çalışma sonucunda Dyract Seal'in, hem Fuji Triage hem de Ultraseal XT Plus'tan daha sitotoksik olduğu bildirilmiştir.²²⁸ Bizim çalışmamızda da incelediğimiz rezin esaslı fissür örtücülerden Ultraseal XT Hydro, Smart Seal ve Fissurit FX'in flor vernik uygulanmamış örnekleri VERO hücreleri üzerine sitotoksik etki göstermemiştir. Cam iyonomer esaslı fissür örtücülerden GC Fuji Triage ve Riva Protect'in flor vernik uygulanmamış örneklerinin de sitotoksik etki göstermediği görüldü. Ancak cam karbomer içerikli örtücü materyali olan GCP Glass Seal'in flor vernik uygulanmamış örneklerinin sitotoksik etki gösterdiği görüldü. Tüm materyaller örneklerine GC MI flor vernik uygulaması sonrası yapılan MTT testinde 24, 48 ve 72 saatlik salınım sıvılarının Vero hücreleri üzerine sitotoksik etki gösterdiği görüldü. Bu sonucun materyalin içeriğinden çok uygulanan flor vernikten kaynaklandığı yorumunu yapabiliriz.

Selimovic-Dragas ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada osteoblast benzeri hücreler (UMR-106) ve fare fibroblast hücreleri (NIH(3)T(3)) üzerine Fuji Triage'in sitotoksik olduğunu fakat test ettikleri RMCİS'lerden daha az sitotoksik olduğunu bildirmişlerdir.²²⁹ Bizim çalışmamızda da benzer şekilde, Fuji Triage'in flor vernik uygulanmamış örneklerinin 24. 48. ve 72. saatlik salınım sıvılarının VERO hücrelerinin canlılığı üzerine sitotoksik etki göstermediği görüldü.

Kanjevac ve arkadaşları yaptıkları çalışmada sekiz farklı materyalin (Fuji I, Fuji II, Fuji VIII, Fuji IX, Fuji Triage, Fuji Plus, Vitrebond ve Kompozit) insan dental pulpasının kök hücreleri üzerine sitotoksik etkilerini karşılaştırmışlardır. Salınan düşük miktardaki flor ile uyumlu olarak Fuji Triage'in çok az sitotoksik etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmada cam iyonomer simanlardan salınan F^- , AL^{3+} ve Sr^{2+} gibi iyonların konsantrasyonunun bu materyallerin toksik potansiyelini etkilediği belirtilmiştir. Çalışmada yüksek miktarda flor salınımı yapan CİS'lerin insan dental pulpa kök hücreleri üzerine, düşük flor salınımı yapanlara göre daha toksik etki gösterdiği bildirilmiştir.²³⁰ Bizim çalışmamızda da, incelenen rezin ve cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin GCP Glass Seal hariç sitotoksik olmadığı tespit edildi. Ancak materyallere MI flor vernik uygulaması sonrası yapılan MTT testinden sonra sitotoksik özellik gösterdikleri bulundu. Bu sonuca göre GCP Glass Seal hariç incelediğimiz materyallerin sitotoksik potansiyelinin MI flor vernik uygulaması sonucu olduğu yorumunu yapabiliriz.

Claudio ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada GC Fuji Triage, Fissurit FX ve Grandio Seal'in florür salınımında önemli farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir. GC Fuji Triage'in rezin esaslı örtücülere kıyasla daha yüksek flor salınımı yaptığını, Fissurit FX'in de Grandio Seal den yüksek flor salınımı gerçekleştirdiğini göstermişlerdir. Ayrıca çalışmalarında materyallere Profluorid vernik ve MI Paste Plus uygulaması sonrası flor salınımlarını değerlendirmişlerdir. Çıkan sonuçlara göre, Profluorid Vernik uygulamasının, tüm örtücü maddeleri için florür salınımını arttırdığı, MI Paste Plus'ın ise Fuji Triage hariç tüm örtücü maddeleri için florür salınımını arttırdığı, ancak Profluorid Vernik ile karşılaştırıldığında florür salınım miktarının anlamlı derecede düşük olduğunu bildirmişlerdir.²³¹ Bizim çalışmamızda da materyallere MI flor vernik uygulaması sonrası yapılan MTT testinde sitotoksik potansiyel göstermiş olmaları materyallerde artan flor salınımına bağlanabilir.

Yapılan çalışmalar florun kültürlenmiş insan pulpa hücrelerinde hücre büyümesini, proliferasyonunu, mitokondriyal aktiviteyi ve protein sentezini inhibe ederek sitotoksik etkileri olduğunu göstermiştir²²⁶, aynı zamanda florun mitokondriyal / kaspaz-9 / kaspaz-3-bağımlı yolla programlanmış hücre ölümünü indükleyebildiği belirtilmiştir.²³²

Yapılan bir diğer çalışma Duraflor verniğinin sitotoksitesini, insan dişeti fibroblastları (HGF) üzerinde yaygın olarak kullanılan iki kök kanal patı (AH-Plus ve AH-26) ile karşılaştırmıştır. Test materyallerinin sitotoksik değerlendirmesinde, Duraflor'un AH-Plus'a kıyasla daha yüksek sitotoksitesine rağmen, 1/4 ve 1/8 dilüsyonlarda AH-26'dan daha az sitotoksik olduğu gösterilmiştir. Çalışmada Duraflor verniğinin, AH-26'ya kıyasla daha iyi biyoyumluluğa sahip olmasına rağmen, yine de intraöz ve deri altı implantasyonu gibi biyoyumluluk testleri ile değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.²³³

Innorth ve arkadaşları yaptıkları çalışmada farklı cam iyonomer simanların (Fuji II LC, Fuji II, Ketac Silver ve kaide simanı) dimetiltiyazol difeniltetrazolyum (MTT) ve nötr kırmızı (NR) analizleri kullanılarak L929 fare fibroblastları üzerinde sitotoksitesini değerlendirmiştir. Çalışmada polimerize olmayan Ketac Silver dışındaki tüm ekstraktların her iki analizde de ciddi sitotoksik olduğu bulunmuştur. Gözlemlenen sitotoksitesine flor salınımının katkıda bulunabileceğini öne sürmüşlerdir.²³⁴ Flor salınımı ve sitotoksitesindeki ilişki Khalil & Da'dara tarafından gözlemlenmiş ve yüksek dozlarda florun hücre bölünmesini inhibe ettiğini ve sıçan kemik iliği hücrelerinin ölümüne neden olduğunu belirtmişlerdir.²³⁵ Yapılan diğer bir çalışmada da NaF'nin, kültürlenmiş insan proksimal tübüler hücrelerinde doza bağlı sitotoksitesine neden olduğu belirtilmiştir.²³⁶ Çalışmamızın

sonucunda elde ettiğimiz MI flor vernik uygulanmış tüm materyallerde gözlenen sitotoksitenin yapılan bazı araştırmalarla uyumlu olmasına rağmen ileri tekniklerle çalışmalar yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

Kan ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, iki rezin modifiye cam iyonomerin (Vitremer Tri-Cure Cam İonomer Sistemi [VT], Fuji II LC [FL]), geleneksel bir cam iyonomer simanın (Ketac-Fil [KF]) ve bir rezin kompozitin (Silux Plus [SP]) sitotoksitesini ve florür salınımını araştırmıştır. Çalışma sonucunda, dört malzemenin hepsi de her zaman aralığında minimal sitotoksik bulunmasına rağmen, materyaller arasında farklılıklar gözlenmiştir. Resin modifiye bir CİS (VT), önemli ölçüde sitotoksik, geleneksel CİS, toksisitedesi orta düzeyde ve ikinci resin modifiye CİS (FL) ve resin kompozitin, sitotoksik olmadığı bulunmuştur. Çalışmanın flor salınımının değerlendirildiği kısımda, resin modifiye ve geleneksel cam iyonomerlerden, resin kompozitinden daha fazla F salındığı bulunmuştur. Resin modifiye bir CİS (VT) ve geleneksel CİS, her zaman aralığında ikinci resin modifiye CİS'den (FL) ve resin kompozitinden çok daha fazla F salmıştır. Çalışmada resin modifiye iki CİS'nin farklı özellikler gösterdiği bulgusu, malzeme sitotoksitesi ve F salınımı arasında bir bağlantı olduğunu ortaya koymuştur.²³⁷ Bizim çalışmamızda da flor vernik uygulanmamış resin içerikli ve geleneksel cam iyonomer yapıdaki fissür örtücüler sitotoksik bulunmamıştır. Ancak tüm materyallerde MI flor vernik uygulaması sonrası gözlenen sitotoksitenin yükselen flor seviyesi kaynaklı olduğu desteklenmektedir.

Michel ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, dört kalsiyum silikat simanın (ProRoot MTA, Harvard MTA, Biodentine, EndoSequence simanı), bir resin modifiye cam iyonomer simanın (GC Fuji II LC) ve bir cam karbomer simanın (GCP Glass Fill) insan periodontal hücrelerinin canlılığı, adezyonu ve çoğalması üzerindeki etkilerini karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda kalsiyum silikat simanların düşük sitotoksite ile karakterize olduğu, GC Fuji II LC'nin orta derecede sitotoksik etki gösterdiği ve GCP Glass Fill'in hücre canlılığını, yapışmasını ve çoğalmasını belirgin derecede azalttığı bildirilmiştir.²³⁸ Bizim çalışmamızda da benzer şekilde GCP Glass Seal'in hem MI flor vernik uygulanmış hem de uygulanmamış örneklerinin incelediğimiz diğer materyallere göre belirgin derecede daha fazla sitotoksik etki gösterdiği bulundu. Bunun cam karbomerlerin siloran esaslı olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Çünkü Olivia ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, siloran bazlı kompozitlerin, metakrilat bazlı kompozitlerden daha küçük boyutta olmasına rağmen, in vitro olarak ciddi başlangıç sitotoksik etkiler gösterdiğini bildirmiştir.²²⁴

Bizim çalışmamızda farklı rezin ve cam iyonmer içerikli fissür örtücü materyallerine MI flor vernik uygulaması öncesi ve sonrası in vitro koşullarda yapılan sitotoksisite test sonuçlarının in vivo koşullarda farklılık gösterebileceği akılda tutulmalıdır. Çocuk diş hekimliğinde güvenle kullanılabilir ideal dental materyallerin tüm özelliklerini taşıyan fissür örtücü ve flor vernikler için ileri araştırmaların yapılması önerilmektedir.

Biyouyumluluğun yanında dental materyallerin diş dokuları ile uyumlu mekanik özelliklere sahip olmasının materyallerin klinik başarısına ve yapılan tedavilerin uzun dönem prognozuna olan katkıları bilinmektedir. Bundan dolayı daha biyouyumlu ve klinik başarısı yüksek olan dental materyallerin geliştirilebilmesi amacıyla, dental materyallerin, diş dokuları ile mekanik açıdan uyumluluklarının ve ağız içi ortamla olan olası ilişkilerini inceleyen çalışmaların yapılması önemlidir. Dolayısıyla dental materyaller üzerinde daha fazla nanoindentasyon çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- 1- Çalışmamızda rezin ve cam iyonmer içerikli fissür örtücü materyallerinin MI flor vernik uygulanmamış örneklerinin MTT analizi ile yapılan sitotoksisite değerlendirmesi sonucunda 24,48 ve 72 saatlik inkübasyon periyodlarının ardından GCP Glass Seal hariç diğer fissür örtücü materyallerinde sitotoksik etki gözlenmedi. GCP Glass Seal materyalinin MI flor vernik uygulanmamış örnekleri sitotoksik etki gösterdi.
- 2- Materyallere MI flor vernik uygulaması sonrası yapılan MTT analizi ile sitotoksisite değerlendirilmesi sonucunda 24,48 ve 72 saatlik inkübasyon periyodlarının ardından hepsinde sitotoksik etki gözlendi.
- 3- Sitotoksisite bulgularına dayanarak, cam iyonmer içerikli fissür örtücüler arasında GCP Glass Seal'in toksik etki göstermesinden dolayı kullanımı tercih edilmeyebilir. Ayrıca materyallerde MI flor vernik uygulaması sonrasında gözlenen sitotoksisitenin artan flor konsantrasyonuna bağlı olabileceği düşünülmekte ve ileri tekniklerle araştırmalara devam edilmesi önerilmektedir.
- 4- Sitotoksisite bulgularına göre MI flor vernik uygulanmamış örneklerin nanosertlik açısından sıralaması GCP Glass Seal > GC Fuji Triage > Riva Protect > Smart Seal > Fissurit FX > Ultraseal XT Hydro şeklindedir.
- 5- Sitotoksisite bulgularına göre MI flor vernik uygulanmış örneklerde ise sıralaması GCP Glass Seal> Smart seal> Ultraseal XT Hydro> Fissurit FX> GC Fuji Triage> Riva Protect şeklindedir.
- 6- Nanosertlik bulgularına dayanarak, her materyal için MI flor vernik uygulanmış örneklerin nanosertlik değerlerinin, MI flor vernik uygulanmamış örneklerin nanosertlik değerlerine göre daha düşük olduğu görüldü. Buna dayanarak MI flor vernik uygulamasının materyalin nanosertliğini düşürdüğü sonucuna varabiliriz.

Bu çalışmada fissür örtücü ve flor vernik olarak kullanılan materyaller dışında piyasada bulunan diğer markalara ait fissür örtücü ve flor verniklerle de ileri araştırmalar yapılması önerilir. Ayrıca farklı ışık kaynakları ve süreleri, farklı flor materyalleri ve uygulama süreleri de kullanılarak sitotoksisite ve nanosertlik üzerinde diğer faktörlerin etkilerini incelemek

için ileri çalışmalara ihtiyaç vardır. In vitro çalışmaların yapılması basit ve ucuzdur, önemli miktarda bilgi sağlar, kontrollü koşullar altında gerçekleştirilebilir ve hücrel toksisite mekanizmalarını açıklayabilir, ancak bu verilerden in vivo toksisiteyi tahmin etmek zordur. Çocuk diş hekimliğinde kullanılabilir ideal özelliklere sahip fissür örtücü ve flor vernik bulunana kadar piyasadaki fissür örtücü ve flor vernikler üzerinde ileri araştırmalar yapmaya ihtiyaç vardır.



7. KAYNAKLAR

1. **NCfH S.** Health, United States, 2009: With Special Feature on Medical Technology. *Hyattsville, MD: US Government Printing Office.* **2010.**
2. **Küçükylmaz E, Akçay M.** Cam İyonomer Esaslı Fissür Örtücüler. *Türkiye Klinikleri Journal of Pediatric Dentistry-Special Topics.* **2017**;3(3):165-74.
3. **Avery DR, McDonald RE.** *Dentistry for the Child and Adolescent:* Mosby; **2004.**
4. **Karaman S, Durucan G.** Pedodontide Koruyucu Tedaviler. *SÜ Diş. Hek. Fak. Der.* **1996**;6(2):84-91.
5. **Oulis C, Raadal M, Martens L.** Guidelines on the Use of Fluoride in Children: An Eapd Policy Document. *Eur J Paediatr Dent.* **2000**;1(1):7-12.
6. **Featherstone JD.** Prevention and Reversal of Dental Caries: Role of Low Level Fluoride. *Community dentistry and oral epidemiology.* **1999**;27(1):31-40.
7. **Pinkham J, Casamassimo P, Mc Tighe D.** Field Hw, Nowak Aj. *Pediatric Dentistry: Infancy through Adolescence.*5:88.
8. **Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donly K, Feigal R, et al.** Evidence-Based Clinical Recommendations for the Use of Pit-and-Fissure Sealants: A Report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *The Journal of the American Dental Association.* **2008**;139(3):257-68.
9. **Croll TP, Nicholson J.** Glass Ionomer Cements in Pediatric Dentistry: Review of the Literature. *Pediatric dentistry.* **2002**;24(5):423-29.
10. **Kanık Ö, Türkün LŞ.** Restoratif Cam İyonomer Simanlarda Güncel Yaklaşımlar. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi.*37(2):54-65.
11. **Xu X, Burgess JO.** Compressive Strength, Fluoride Release and Recharge of Fluoride-Releasing Materials. *Biomaterials.* **2003**;24(14):2451-61.
12. **Lu H, Roeder LB, Lei L, Powers JM.** Effect of Surface Roughness on Stain Resistance of Dental Resin Composites. *Journal of esthetic and restorative dentistry.* **2005**;17(2):102-08.
13. **Atalayın Ç, Tezel H, Ergücü Z.** Rezin Esaslı Dental Materyallerin Sitotoksitesine Genel Bir Bakış. **2016.**
14. **Wataha JC.** Principles of Biocompatibility for Dental Practitioners. *The Journal of prosthetic dentistry.* **2001**;86(2):203-09.
15. **Hanks CT, Wataha JC, Sun Z.** In Vitro Models of Biocompatibility: A Review. *Dental Materials.* **1996**;12(3):186-93.
16. **Gwinnett A.** Structure and Composition of Enamel. *Operative dentistry.* **1992**:10-17.
17. **Bonucci E.** Ultrastructural Organic-Inorganic Relationships in Calcified Tissues: Cartilage and Bone Vs. Enamel. *Connective tissue research.* **1995**;33(1-3):157-62.
18. **Hara AT, Zero DT.** The Caries Environment: Saliva, Pellicle, Diet, and Hard Tissue Ultrastructure. *Dental Clinics.* **2010**;54(3):455-67.

19. **Hicks J, Garcia-Godoy F, Flaitz C.** Biological Factors in Dental Caries Enamel Structure and the Caries Process in the Dynamic Process of Demineralization and Remineralization (Part 2). *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. **2005**;28(2):119-24.
20. **Darling A.** The Selective Attack of Caries on the Dental Enamel: Charles Tomes Lecture Delivered at the Royal College of Surgeons of England on 21st July 1961. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*. **1961**;29(6):354.
21. **Featherstone J.** Dental Caries: A Dynamic Disease Process. *Australian dental journal*. **2008**;53(3):286-91.
22. **Jurić H.** Current Possibilities in Occlusal Caries Management. *Acta medica academica*. **2013**;42(2):216.
23. **Feigal R.** Current Status of Pit and Fissure Sealants: Improving Effectiveness of the Prevention Strategy. *J Pediatr Dent Care*. **2003**;9:10-14.
24. **Graves R, Burt B.** The Pattern of the Carious Attack in Children as a Consideration in the Use of Fissure Sealants. *The Journal of preventive dentistry*. **1975**;2(3):28-32.
25. **Chisick MC, Poindexter FR, York AK.** Dental Sealants: Prevalence and Need in Us Military Recruits. *Military medicine*. **1998**;163(6):386-88.
26. **Carvalho JC, Dige I, Machiulskiene V, Qvist V, Bakhshandeh A, et al.** Occlusal Caries: Biological Approach for Its Diagnosis and Management. *Caries research*. **2016**;50(6):527-42.
27. **Vehkalahti M, Solavaara L, Rytömaa I.** An Eight-Year Follow-up of the Occlusal Surfaces of First Permanent Molars. *J Dent Res*. **1991**;70(7):1064-67.
28. **Feigal RJ, Donly KJ.** The Use of Pit and Fissure Sealants. *Pediatric dentistry*. **2006**;28(2):143-50.
29. **Hicks MJ, Flaitz C.** Occlusal Caries Formation in Vitro: Comparison of Resinmodified Glass Ionomer with Fluoride-Releasing Sealant. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. **2000**;24(4):309-14.
30. **Özer S, Gönülol N, Tunç EŞ, Ay T.** Farklı Polimerizasyon Protokolleri Ve Yüzey Uygulama Metodlarının İki Farklı Fissür Örtücünün Makaslama Bağlanma Dayanım Kuvveti Üzerine Etkisi. *Acta Odontologica Turcica*. **2016**;33(1):18-23.
31. **Hicks M, Flaitz C.** Caries-Like Lesion Formation in Occlusal Fissures: An in Vitro Study. *Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)*. **1986**;17(7):405-10.
32. **König KG.** Dental Morphology in Relation to Caries Resistance with Special Reference to Fissures as Susceptible Areas. *J Dent Res*. **1963**;42(1):461-76.
33. **Mathewson RJ, Primosch RE, Robertson D.** *Fundamentals of Pediatric Dentistry*: Quintessence; **1995**.
34. **Pinkham J.** *Çocuk Diş Hekimliği: Bebeklikten Ergenliğe*: Atlas Kitapçılık; **2009**.
35. **Özdaş DÖ.** Güncelleme; Çocuk Diş Hekimliğinde Koruyucu Uygulamalar. *Selcuk Dental Journal*.1(2):84-91.
36. **Mortensen D, Dannemand K, Twetman S, Keller MK.** Detection of Non-Cavitated Occlusal Caries with Impedance Spectroscopy and Laser Fluorescence: An in Vitro Study. *The open dentistry journal*. **2014**;8:28.

37. **Pitts N.** Are We Ready to Move from Operative to Non-Operative/Preventive Treatment of Dental Caries in Clinical Practice? *Caries research*. **2004**;38(3):294-304.
38. **Petersen PE.** The World Oral Health Report 2003: Continuous Improvement of Oral Health in the 21st Century—the Approach of the Who Global Oral Health Programme. *Community dentistry and oral epidemiology*. **2003**;31:3-24.
39. **Fejerskov O, Nyvad B.** Is Dental Caries an Infectious Disease? Diagnostic and Treatment Consequences for the Practitioner. *Nordic Dentistry 2003 Yearbook*: Quintessence Publishing Co, Ltd; **2003**:141-52.
40. **Kitchens DH.** The Economics of Pit and Fissure Sealants in Preventive Dentistry: A Review. *J Contemp Dent Pract*. **2005**;6(3):95-103.
41. **Yıldırım I, Dülgergil ÇT, Serdaroğlu İ.** Aİle Hekİmlİği Uygulamalarında Erken Dönem Koruyucu Diş Hekİmlİği Uygulamalarının Önemi. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*.2(2):21-39.
42. **Ulusoy AT.** Pedodontide Güncel Koruyucu Yaklaşımlar. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **2010**;2010(3).
43. **Updyke J, Terrell M.** Toothbrush Selection of a Young Child. *The Journal of pedodontics*. **1980**;4(4):295.
44. **Telishevesky YS, Levin L, Ashkenazi M.** Assessment of Parental Tooth-Brushing Following Instruction with Single-Headed and Triple-Headed Toothbrushes. *Pediatric dentistry*. **2012**;34(4):331-36.
45. **Arrow P.** Oral Hygiene in the Control of Occlusal Caries. *Community dentistry and oral epidemiology*. **1998**;26(5):324-30.
46. **Bellini HT, Arneberg P, Von Der Fehr FR.** Oral Hygiene and Caries: A Review. *Acta Odontologica Scandinavica*. **1981**;39(5):257-65.
47. **Pine C, McGoldrick P, Burnside G, Curnow M, Chesters R, et al.** An Intervention Programme to Establish Regular Toothbrushing: Understanding Parents' Beliefs and Motivating Children. *International dental journal*. **2000**;50(S6_Part1):312-23.
48. **Tulunoğlu Ö, Bodur H, Akal N.** Aile Eğitim Düzeyinin Okul Öncesi Çocuklardaki Ağız Diş Sağlığı Uygulamaları Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **1999**;16(2):27-32.
49. **Murray J.** Fluoride and Dental Caries. Chapter 3 in Prevention of Oral Disease. Eds Murray Jj, Nunn Jh, Steele Jg: Oxford University Press, Oxford; **2003**.
50. **Robinson C, Kirkham J.** The Effect of Fluoride on the Developing Mineralized Tissues. *Journal of Dental Research*. **1990**;69(2_suppl):685-91.
51. **Margolis H, Moreno E.** Physicochemical Perspectives on the Cariostatic Mechanisms of Systemic and Topical Fluorides. *Journal of Dental Research*. **1990**;69(2_suppl):606-13.
52. **Hellwig E, Klimek J, Schmidt H, Egerer R.** Fluoride Uptake in Plaque-Covered Enamel after Treatment with the Fluoride Lacquer Duraphat®. *Journal of Dental Research*. **1985**;64(8):1080-83.
53. **McDonald R.** Dental Caries in the Child and Adolescence In: Mcdonald Re, Avery Dr: Dentistry for the Child and Adolescent: St. Louis: The CV Mosby Co; **2000**.

54. **Griffin SO, Jones K, Tomar SL.** An Economic Evaluation of Community Water Fluoridation. *Journal of public health dentistry.* **2001**;61(2):78-86.
55. **Toumba J, Lygidakis N, Oulis C, Espelid I, Poulsen S, et al.** Guidelines on the Use of Fluoride in Children: An Eapd Policy Document. *Eur Arch Paediatr Dent.* **2009**;10(3):129-35.
56. **Clarkson JJ, McLoughlin J.** Role of Fluoride in Oral Health Promotion. *International dental journal.* **2000**;50(3):119-28.
57. **Horowitz HS.** Effectiveness of School Water Fluoridation and Dietary Fluoride Supplements in School-Aged Children. *Journal of public health dentistry.* **1989**;49(5):290-96.
58. **Bánóczy J, Petersen PE, Rugg-Gunn A.** *Milk Fluoridation for the Prevention of Dental Caries:* World Health Organization; **2009**.
59. **Malinowski M, Duggal M, Strafford S, Toumba K.** The Effect on Dental Enamel of Varying Concentrations of Fluoridated Milk with a Cariogenic Challenge in Situ. *Journal of dentistry.* **2012**;40(11):929-33.
60. **Burt BA, Ekstrand J, Fejerskov O.** *Fluoride in Dentistry:* Munksgaard; **1996**.
61. **Lin Y-T, Tsai C-L.** Comparative Anti-Caries Effects of Tablet and Liquid Fluorides in Cleft Children. *The Journal of clinical dentistry.* **2000**;11(4):104-06.
62. **Edelstein BL, Cottrel D, O'Sullivan D, Tinanoff N.** Comparison of Calorimeter and Electrode Analysis of Water Fluoride. *Pediatr Dent.* **1992**;14(1):47-49.
63. **Suwansingha O, Rirattanapong P.** Effect of Fluoride Varnish on Caries Prevention of Partially Erupted of Permanent Molar in High Caries Risk. **2012**.
64. **Ritter AV, Roberts MW, Timothy Wright J.** Managing Early Stages of Dental Caries. *Journal of Cosmetic Dentistry-The Official Journal of the AACD.* **2011**;26(4):80.
65. **Raadal M, Laegreid O, Laegreid KV, Hveem H, Wangen K.** Evaluation of a Routine for Prevention and Treatment of Fissure Caries in Permanent First Molars. *Community dentistry and oral epidemiology.* **1990**;18(2):70-73.
66. **Lee Y, Baek H, Choi Y, Jeong S, Park Y, et al.** Comparison of Remineralization Effect of Three Topical Fluoride Regimens on Enamel Initial Carious Lesions. *Journal of dentistry.* **2010**;38(2):166-71.
67. **Dionysopoulos P, Gerasimou P, Tolidis K.** The Effect of Home-Use Fluoride Gels on Glass-Ionomer, Compomer and Composite Resin Restorations. *Journal of oral rehabilitation.* **2003**;30(7):683-89.
68. **Kula K, Webb E, Kula T.** Effect of 1-and 4-Minute Treatments of Topical Fluorides on a Composite Resin. *Pediatric dentistry.* **1996**;18(1):24-28.
69. **Agrawal N, Shashikiran N, Singla S, Ravi K, Kulkarni VK.** Effect of Remineralizing Agents on Surface Microhardness of Primary and Permanent Teeth after Erosion. *Journal of Dentistry for Children.* **2014**;81(3):117-21.
70. **Reynolds E, Cai F, Cochrane N, Shen P, Walker G, et al.** Fluoride and Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate. *Journal of Dental Research.* **2008**;87(4):344-48.
71. **Pessan JP, Al-Ibrahim NS, Buzalaf MAR, Toumba KJ.** Slow-Release Fluoride Devices: A Literature Review. *Journal of Applied Oral Science.* **2008**;16(4):238-44.

72. **Gündoğar ZU, Yıldız E.** Diş Hekimliğinde Fluoridler. *Türkiye Klinikleri Journal of Pediatric Dentistry-Special Topics*. **2015**;1(1):111-17.
73. **Rao A, Malhotra N.** The Role of Remineralizing Agents in Dentistry: A Review. *Compendium*. **2011**;32(6):27-34.
74. **Meyer-Lueckel H, Wierichs RJ, Schellwien T, Paris S.** Remineralizing Efficacy of a Cpp-Acp Cream on Enamel Caries Lesions in Situ. *Caries research*. **2015**;49(1):56-62.
75. **Autio-Gold J.** The Role of Chlorhexidine in Caries Prevention. *Operative dentistry*. **2008**;33(6):710-16.
76. **Emilson C.** Potential Efficacy of Chlorhexidine against Mutans Streptococci and Human Dental Caries. *J Dent Res*. **1994**;73(3):682-91.
77. **Martens L, Marks L, Kint J.** The Use of Chlorhexidine as a Preventive and Therapeutic Means of Plaque Control in the Handicapped. Review of the Literature and Definitive Advice for Application. *Revue belge de médecine dentaire*. **1997**;52(2):27-37.
78. **Twetman S.** Antimicrobials in Future Caries Control? *Caries research*. **2004**;38(3):223-29.
79. **Addy M, Griffiths C, Isaac R.** The Effect of Povidone Iodine on Plaque and Salivary Bacteria. A Double-Blind Crossover Trial. *Journal of periodontology*. **1977**;48(11):730-32.
80. **Lopez L, Berkowitz R, Zlotnik H, Moss M, Weinstein P.** Topical Antimicrobial Therapy in the Prevention of Early Childhood Caries. *Pediatric dentistry*. **1999**;21:9-11.
81. **Tarsi R, Muzzarelli R, Guzman C, Pruzzo C.** Inhibition of Streptococcus Mutans Adsorption to Hydroxyapatite by Low-Molecular-Weight Chitosans. *J Dent Res*. **1997**;76(2):665-72.
82. **Holme KR, Perlin AS.** Chitosan N-Sulfate. A Water-Soluble Polyelectrolyte. *Carbohydrate research*. **1997**;302(1-2):7-12.
83. **Alanen P, Holsti M-L, Pienihäkkinen K.** Sealants and Xylitol Chewing Gum Are Equal in Caries Prevention. *Acta Odontologica Scandinavica*. **2000**;58(6):279-84.
84. **Imfeld T.** Chewing Gum—Facts and Fiction: A Review of Gum-Chewing and Oral Health. *Critical reviews in oral biology & medicine*. **1999**;10(3):405-19.
85. **REKOLA M.** Comparative Effects of Xylitol-and Sucrose-Sweetened Chew Tablets and Chewing Gums on Plaque Quantity. *European Journal of Oral Sciences*. **1981**;89(5):393-99.
86. **Makinen K, Bennett C, Hujoel P, Isokangas P, Isotupa K, et al.** Xylitol Chewing Gums and Caries Rates: A 40-Month Cohort Study. *J Dent Res*. **1995**;74(12):1904-13.
87. **Müjdeci A, Koç U.** Sakızlar Ve Dental Sağlık Üzerine Etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **2011**;12(3):123-31.
88. **Sjögren K, Lingström P, Lundberg A-B, Birkhed D.** Salivary Fluoride Concentration and Plaque Ph after Using a Fluoride-Containing Chewing Gum. *Caries research*. **1997**;31(4):366-72.
89. **Shen P, Cai F, Nowicki A, Vincent J, Reynolds E.** Remineralization of Enamel Subsurface Lesions by Sugar-Free Chewing Gum Containing Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate. *J Dent Res*. **2001**;80(12):2066-70.
90. **Ainamo J, Nieminen A, Westerlund U.** Optimal Dosage of Chlorhexidine Acetate in Chewing Gum. *Journal of clinical periodontology*. **1990**;17(10):729-33.

91. **Tellefsen G, Larsen G, Kaligithi R, Zimmerman GJ, Wikesjö UM.** Use of Chlorhexidine Chewing Gum Significantly Reduces Dental Plaque Formation Compared to Use of Similar Xylitol and Sorbitol Products. *Journal of periodontology*. **1996**;67(3):181-83.
92. **Fejerskov O.** Changing Paradigms in Concepts on Dental Caries: Consequences for Oral Health Care. *Caries research*. **2004**;38(3):182-91.
93. **Simonsen RJ.** Pit and Fissure Sealant: Review of the Literature. *Pediatric dentistry*. **2002**;24(5):393-414.
94. **Clinical ACRDS, Dentistry AAoP.** Guideline on Pediatric Restorative Dentistry. *Pediatric dentistry*. **2012**;34(5):173.
95. **Hicks MJ, Flaitz CM, Garcia-Godoy F.** Fluoride-Releasing Sealant and Caries-Like Enamel Lesion Formation in Vitro. *The Journal of clinical pediatric dentistry*. **2000**;24(3):215-19.
96. **Hunter J.** *A Practical Treatise on the Disease of the Teeth*: Johnson; **1778**.
97. **Wilson I.** Preventive Dentistry. *Dent Dig*. **1895**;1(70-72):15.
98. **Hyatt TP.** A Statistical Study of the Location of Dental Caries Shows the Practical Value of Prophylactic Odontotomy. *Dent. Digest*. **1928**;34:23543.
99. **Buonocore MG.** A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. *Journal of Dental Research*. **1955**;34(6):849-53.
100. **Cueto EI, Buonocore MG.** Sealing of Pits and Fissures with an Adhesive Resin: Its Use in Caries Prevention. *The Journal of the American Dental Association*. **1967**;75(1):121-28.
101. **Boudreau GE, Jerge CR.** The Efficacy of Sealant Treatment in the Prevention of Pit and Fissure Dental Caries: A Review and Interpretation of the Literature. *The Journal of the American Dental Association*. **1976**;92(2):383-87.
102. **Ripa L.** Sealants Revisited: An Update of the Effectiveness of Pit-and-Fissure Sealants. *Caries research*. **1993**;27(Suppl. 1):77-82.
103. **Branco R, Hegdahl T.** Physical Properties of Some Zinc Phosphate and Polycarboxylate Cements. *Acta Odontologica Scandinavica*. **1983**;41(6):349-53.
104. **Wilson AD, Kent B.** The Glass-Ionomer Cement, a New Translucent Dental Filling Material. *Journal of Applied Chemistry and Biotechnology*. **1971**;21(11):313-13.
105. **McLean J, Wilson A.** Fissure Sealing and Filling with an Adhesive Glass-Ionomer Cement. *British dental journal*. **1974**;136(7):269.
106. **Gungor H, Altay N, Alpar R.** Clinical Evaluation of a Polyacid-Modified Resin Composite-Based Fissure Sealant: Two-Year Results. *Operative Dentistry-University Of Washington-*. **2004**;29:254-60.
107. **Bowen RL.** Method of Preparing a Monomer Having Phenoxy and Methacrylate Groups Linked by Hydroxy Glyceryl Groups: Google Patents; **1965**.
108. **Bowen R.** Composite and Sealant Resins: Past, Present and Future. *Pediatr Dent*. **1982**;4(1):10-5.
109. **Welbury R, Raadal M, Lygidakis N.** Eapd Guidelines for the Use of Pit and Fissure Sealants. *European journal of paediatric dentistry*. **2004**;5:179-84.

110. **Crall JJ, Donly KJ.** Dental Sealants Guidelines Development: 2002-2014. *Pediatric dentistry.* **2015**;37(2):111-15.
111. **Feigal RJ.** The Use of Pit and Fissure Sealants. *Pediatric dentistry.* **2002**;24(5):415-22.
112. **Grewal N, Chopra R.** The Effect of Fissure Morphology and Eruption Time on Penetration and Adaptation of Pit and Fissure Sealants: An Sem Study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry.* **2008**;26(2):59.
113. **Welbury R, Duggal MS, Hosey MT.** *Paediatric Dentistry:* Oxford university press; **2018**.
114. **Locker D, Jokovic A, Series EK.** Prevention. Part 8: The Use of Pit and Fissure Sealants in Preventing Caries in the Permanent Dentition of Children. *British dental journal.* **2003**;195(7):375.
115. **Nunn J, Murray J, Smallridge J.** British Society of Paediatric Dentistry: A Policy Document on Fissure Sealants in Paediatric Dentistry. *International journal of paediatric dentistry.* **2000**;10(2):174-77.
116. **Peutzfeldt A.** Resin Composites in Dentistry: The Monomer Systems. *European journal of oral sciences.* **1997**;105(2):97-116.
117. **Simonsen R, Neal R.** A Review of the Clinical Application and Performance of Pit and Fissure Sealants. *Australian dental journal.* **2011**;56:45-58.
118. **Simonsen RJ.** Retention and Effectiveness of Dental Sealant after 15 Years. *The Journal of the American Dental Association.* **1991**;122(10):34-42.
119. **Rock W, Potts A, Marchment M, Clayton-Smith A, Galuszka M.** The Visibility of Clear and Opaque Fissure Sealants. *British dental journal.* **1989**;167(11):395.
120. **Subramaniam P, Girish Babu K, Jayasurya S.** Evaluation of Solubility and Microleakage of Glass Carbomer Sealant. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry.* **2015**;39(5):429-34.
121. **De GC, Martens L, Dermaut L, Surmont P.** A Clinical Evaluation of a Light-Cured Fissure Sealant (Helioseal). *ASDC journal of dentistry for children.* **1989**;56(2):97-102.
122. **Babu G, Mallikarjun S, Wilson B, Premkumar C.** Pit and Fissure Sealants in Pediatric Dentistry. *SRM Journal of Research in Dental Sciences.* **2014**;5(4):253.
123. **Kühnisch J, Mansmann U, Heinrich-Weltzien R, Hickel R.** Longevity of Materials for Pit and Fissure Sealing—Results from a Meta-Analysis. *Dental Materials.* **2012**;28(3):298-303.
124. **Dunn WJ, Bush AC.** A Comparison of Polymerization by Light-Emitting Diode and Halogen-Based Light-Curing Units. *The Journal of the American Dental Association.* **2002**;133(3):335-41.
125. **Morphis TL, Toumba JK, Lygidakis NA.** Fluoride Pit and Fissure Sealants: A Review. *International journal of paediatric dentistry.* **2000**;10(2):90-98.
126. **Nicholson JW.** Fluoride-Releasing Dental Restorative Materials: An Update. *Balkan Journal of Dental Medicine.* **2014**;18(2):60-69.
127. **Cho S, Cheng AC.** A Review of Glass Ionomer Restorations in the Primary Dentition. *Journal-Canadian Dental Association.* **1999**;65:491-95.
128. **Zaimoğlu A, Can G, Ersoy E, Aksu L.** Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi. *AÜ Basımevi, Ankara.* **1993**:515.

129. **Sidhu SK, Nicholson JW.** A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *Journal of functional biomaterials.* **2016**;7(3):16.
130. **Crisp S, Kent BE, Lewis BG, Ferner AJ, Wilson AD.** Glass-Ionomer Cement Formulations. Ii. The Synthesis of Novel Polycarboxylic Acids. *Journal of Dental Research.* **1980**;59(6):1055-63.
131. **Davidson CL.** Advances in Glass-Ionomer Cements. *Journal of Applied Oral Science.* **2006**;14(SPE):3-9.
132. **Rao A, Rao A.** Fluoride Rechargability of a Non-Resin Auto-Cured Glass Ionomer Cement from a Fluoridated Dentifrice: An in Vitro Study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry.* **2011**;29(3):202-04.
133. **Kaya DT, Tirali YDDRE.** Cam Iyonomer Simanlardaki Gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* **2013**;23.
134. **Poulsen S, Beiruti N, Sadat N.** A Comparison of Retention and the Effect on Caries of Fissure Sealing with a Glass-Ionomer and a Resin-Based Sealant. *Community dentistry and oral epidemiology.* **2001**;29(4):298-301.
135. **Markovic D, Petrovic B, Peric T, Miletic I, Andjelkovic S.** The Impact of Fissure Depth and Enamel Conditioning Protocols on Glass-Ionomer and Resin-Based Fissure Sealant Penetration. *Journal of Adhesive Dentistry.* **2011**;13(2):171.
136. **Hes K, Leung S, Wei S.** Resin-Ionomer Restorative Materials for Children: A Review. *Australian dental journal.* **1999**;44(1):1-11.
137. **Nicholson JW, Czarnecka B.** The Biocompatibility of Resin-Modified Glass-Ionomer Cements for Dentistry. *Dental Materials.* **2008**;24(12):1702-08.
138. **Papacchini F, Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Garcia-Godoy F, et al.** Microtensile Bond Strength to Ground Enamel by Glass-Ionomers, Resin-Modified Glass-Ionomers, and Resin Composites Used as Pit and Fissure Sealants. *Journal of dentistry.* **2005**;33(6):459-67.
139. **Pereira A, Basting R, Pinelli C, Werner C.** Retention and Caries Prevention of Vitremer and Ketac-Bond Used as Occlusal Sealants. *American journal of dentistry.* **1999**;12(2):62-64.
140. **de Oliveira FS, da Silva SMB, Machado MAdAM, Bijella MFTB, Lima JEDO, et al.** Resin-Modified Glass Ionomer Cement and a Resin-Based Material as Occlusal Sealants: A Longitudinal Clinical Performance. *Journal of Dentistry for Children.* **2008**;75(2).
141. **Oya B.** Poliasıt-Modiflye Kompozıt Rezınler (Kompomerler) Lıteratür Taraması.
142. **Tyas M, Burrow M.** Adhesive Restorative Materials: A Review. *Australian dental journal.* **2004**;49(3):112-21.
143. **Nicholson J, Alsarheed M.** Changes on Storage of Polyacid-Modified Composite Resins. *Journal of oral rehabilitation.* **1998**;25(8):616-20.
144. **Pardi V, Carlos Pereira A, Luiz Mialhe F, de Castro Meneghim M, Maria Bovi Ambrosano G.** Six-Year Clinical Evaluation of Polyacid-Modified Composite Resin Used as Fissure Sealant. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry.* **2004**;28(3):257-60.
145. **Matalon S, Peretz B, Sidon R, Weiss EI, Slutzky H.** Antibacterial Properties of Pit and Fissure Sealants Combined with Daily Fluoride Mouth Rinse. *Pediatric dentistry.* **2010**;32(1):9-13.

146. **Ünlü N, Çetin AR.** Kompozit Rezin Materyallerin İçeriklerindeki Yeni Gelişmeler. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.* **2008**;14(3):156-67.
147. **Bottenberg P, Alaerts M, Keulemans F.** A Prospective Randomised Clinical Trial of One Bis-Gma-Based and Two Ormocer-Based Composite Restorative Systems in Class Ii Cavities: Three-Year Results. *Journal of dentistry.* **2007**;35(2):163-71.
148. **Guler C, Yilmaz Y.** A Two-Year Clinical Evaluation of Glass Ionomer and Ormocer Based Fissure Sealants. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry.* **2013**;37(3):263-68.
149. **Yılmaz Y, Beldüz N, Eyübo O.** A Two-Year Evaluation of Four Different Fissure Sealants. *European Archives of Paediatric Dentistry.* **2010**;11(2):88-92.
150. **Manuja N, Pandit I, Srivastava N, Gugnani N, Nagpal R.** Comparative Evaluation of Shear Bond Strength of Various Esthetic Restorative Materials to Dentin: An in Vitro Study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry.* **2011**;29(1):7.
151. **Arami S, Kimyai S, Oskoe P-A, Daneshpooy M, Rikhtegaran S, et al.** Reparability of Giomer Using Different Mechanical Surface Treatments. *Journal of clinical and experimental dentistry.* **2017**;9(4):e520.
152. **Dhillon J, Pathak A.** Comparative Evaluation of Shear Bond Strength of Three Pit and Fissure Sealants Using Conventional Etch or Self-Etching Primer. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry.* **2012**;30(4):288.
153. **Durham S, Meyers E, Bailey C, Vandewalle K.** Microleakage and Shear Bond Strength of a New Sealant Containing Prereacted Glass Ionomer Particles. *General dentistry.* **2017**;65(2):e12-e16.
154. **Okuyama K, Murata Y, Pereira P, Miguez P, Komatsu H, et al.** Fluoride Release and Uptake by Various Dental Materials after Fluoride Application. *American journal of dentistry.* **2006**;19(2):123-27.
155. **Bansal R, Bansal T.** A Comparative Evaluation of the Amount of Fluoride Release and Re-Release after Recharging from Aesthetic Restorative Materials: An in Vitro Study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR.* **2015**;9(8):ZC11.
156. **Shimazu K, Ogata K, Karibe H.** Evaluation of the Ion-Releasing and Recharging Abilities of a Resin-Based Fissure Sealant Containing S-Prg Filler. *Dental Materials Journal.* **2011**;30(6):923-27.
157. **Gonulol N, Ozer S, Sen Tunc E.** Water Sorption, Solubility, and Color Stability of Giomer Restoratives. *Journal of esthetic and restorative dentistry.* **2015**;27(5):300-06.
158. **Bani M, Öztaş N.** Cam Iyonomer İçerikli Farklı Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüklerinin Değerlendirilmesi. *Acta Odontologica Turcica.* **2013**;30(1):13-7.
159. **Tamilselvam S, Divyanand M, Neelakantan P.** Biocompatibility of a Conventional Glass Ionomer, Ceramic Reinforced Glass Ionomer, Giomer and Resin Composite to Fibroblasts: In Vitro Study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry.* **2013**;37(4):403-06.
160. **Zainuddin N, Karpukhina N, Law RV, Hill RG.** Characterisation of a Remineralising Glass Carbomer® Ionomer Cement by Mas-Nmr Spectroscopy. *Dental Materials.* **2012**;28(10):1051-58.
161. **Gorseta K, Glavina D, Borzabadi-Farahani A, Van Duinen R, Skrinjaric I, et al.** One-Year Clinical Evaluation of a Glass Carbomer Fissure Sealant, a Preliminary Study. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* **2014**;22(2):67-71.

162. **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):223-30.
163. **Glavina D, Goršeta K, Vranić DN, Škrinjarić I.** Enamel Shear-Bond Strength of Glass Carbomer after Heating with Three Polymerization Units. Paper presented at: 22nd Congress of the International Association of Paediatric Dentistry 2009.
164. **Cehreli SB, Tiralı RE, Yalcinkaya Z, Cehreli ZC.** Microleakage of Newly Developed Glass Carbomer Cement in Primary Teeth. *European journal of dentistry*. **2013**;7(1):15.
165. **Kucukyilmaz E, Savas S.** Of Glass Ionomer-Based Fissure Sealants. *European journal of paediatric dentistry*. **2016**;17:17.
166. **Benderli Y, Yücel T.** Posterior Kompozit Dolgu MateryallerİNın Yüzey Sertliği Yönünden Değerlendirİlmesi-the Evaluation of the Surface Hardness of Posterior Composite Filling Materials. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*. **1994**;28(3):228-32.
167. **Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR.** *Phillips' Science of Dental Materials*: Elsevier Health Sciences; **2013**.
168. **O'Brien WJ.** *Dental Materials and Their Selection*; Quintessence Pub. Co.: *Chicago, IL, USA*. **2002**;23.
169. **Lippert F, Lynch R.** 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):704-10.
170. **Sakaguchi RL, Powers JM.** *Craig's Restorative Dental Materials-E-Book*: Elsevier Health Sciences; **2012**.
171. **Tostes MA, Santos Jr E, Camargo Jr SA.** Effect of Resin Infiltration on the Nanomechanical Properties of Demineralized Bovine Enamel. *Indian journal of dentistry*. **2014**;5(3):116.
172. **Poon B, Rittel D, Ravichandran G.** An Analysis of Nanoindentation in Linearly Elastic Solids. *International Journal of Solids and Structures*. **2008**;45(24):6018-33.
173. **Ebenstein DM, Pruitt LA.** Nanoindentation of Biological Materials. *Nano Today*. **2006**;1(3):26-33.
174. **Craig R, Peyton F.** Elastic and Mechanical Properties of Human Dentin. *Journal of Dental Research*. **1958**;37(4):710-18.
175. **Shuman DJ, Costa ALdM, Andrade MS.** Calculating the Elastic Modulus from Instrumented Indentation Reload Curves 2006.
176. **Gallagher R, Balooch M, Balooch G, Wilson R, Marshall S, et al.** Coupled Nanomechanical and Raman Microspectroscopic Investigation of Human Third Molar Dej. *Journal of dental biomechanics*. **2010**;2010.
177. **Schmalz G, Arenholt-Bindslev D.** *Biocompatibility of Dental Materials*. Vol 1: Springer; **2009**.
178. **Murray PE, García Godoy C, García Godoy F.** How Is the Biocompatibility of Dental Biomaterials Evaluated? *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal (Internet)*. **2007**;12(3):258-66.
179. **Tuncer S, Demirci M.** Dental Materyallerde Biyouyumluluk Değerlendirmeleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **2011**;2011(2).

180. **Nicholson JW.** The Chemistry of Medical and Dental Materials: Rsc (Rsc Materials Monographs). **2002.**
181. **Riss TL, Moravec RA.** Use of Multiple Assay Endpoints to Investigate the Effects of Incubation Time, Dose of Toxin, and Plating Density in Cell-Based Cytotoxicity Assays. *Assay and drug development technologies.* **2004**;2(1):51-62.
182. **Mosmann T.** Rapid Colorimetric Assay for Cellular Growth and Survival: Application to Proliferation and Cytotoxicity Assays. *Journal of immunological methods.* **1983**;65(1-2):55-63.
183. **Corp IBM.** Ibm Spss Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp. **2013.**
184. **Petersen PE.** World Health Organization Global Policy for Improvement of Oral Health-World Health Assembly 2007. *International dental journal.* **2008**;58(3):115-21.
185. **Setty J, Singh S, Subba VR.** Comparison of the Effect of Topical Fluorides on the Commercially Available Conventional Glass Ionomers, Resin Modified Glass Ionomers and Polyacid Modified Composite Resins--an in Vitro Study. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry.* **2003**;21(2):55-69.
186. **Akgün ÖM, Görgülü S, Altun C.** Diş Çürüğüne Karşı Koruyucu Flor Uygulamaları Protective Flouride Applications against Dental Caries.
187. **Heath K, Singh V, Logan R, McIntyre J.** Analysis of Fluoride Levels Retained Intraorally or Ingested Following Routine Clinical Applications of Topical Fluoride Products. *Australian dental journal.* **2001**;46(1):24-31.
188. **Opydo-Szymaczek J, Opydo J.** Salivary Fluoride Concentrations and Fluoride Ingestion Following Application of Preparations Containing High Concentration of Fluoride. *Biological trace element research.* **2010**;137(2):159-67.
189. **Delbem ACB, Cury JA.** Effect of Application Time of Apfand Nafgels on Micro-Hardness and Fluoride Uptake of in Vitro Enamel Caries. *J Dent.* **2002**;15:169-72.
190. **Yap A, Mok B.** Effects of Professionally Applied Topical Fluorides on Surface Hardness of Composite-Based Restoratives. *Operative Dentistry.* **2002**;27(6):576-81.
191. **McKinney J, Wu W.** Chemical Softening and Wear of Dental Composites. *Journal of Dental Research.* **1985**;64(11):1326-31.
192. **Diaz-Arnold A, Wistrom D, Swift JE.** Topical Fluoride and Glass Ionomer Microhardness. *American journal of dentistry.* **1995**;8(3):134-36.
193. **Towler M, Bushby A, Billington R, Hill R.** A Preliminary Comparison of the Mechanical Properties of Chemically Cured and Ultrasonically Cured Glass Ionomer Cements, Using Nano-Indentation Techniques. *Biomaterials.* **2001**;22(11):1401-06.
194. **Shahmoradi M, Hunter N, Swain M.** Efficacy of Fluoride Varnishes with Added Calcium Phosphate in the Protection of the Structural and Mechanical Properties of Enamel. *BioMed research international.* **2017**;2017.
195. **Savaş S, Bölükbaşı B, Küçükylmaz E.** Topikal Flor Uygulamalarının Cam İyonomer Esaslı Fİssür Örtücü Materyallerin Mikrosertlikleri Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* **2015**;25(1).

196. **Topaloglu-Ak A, Cogulu D, Kocatas Ersin N, Sen B.** Microhardness and Surface Roughness of Glass Ionomer Cements after Apf and Tif4 Applications. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. **2012**;37(1):45-51.
197. **García-Godoy F, García-Godoy A.** Effect of Apf Minute-Foam on the Surface Roughness, Hardness, and Micromorphology of High-Viscosity Glass Ionomers. *Journal of Dentistry for Children*. **2003**;70(1):19-23.
198. **Çehreli ZC, Yazici R, García-Godoy F.** Effect of 1.23 Percent Apf Gel on Fluoride-Releasing Restorative Materials. *ASDC journal of dentistry for children*. **2000**;67(5):330-7, 02.
199. **Olegário IC, Malagrana APVFP, Kim SSH, Hesse D, Tedesco TK, et al.** Mechanical Properties of High-Viscosity Glass Ionomer Cement and Nanoparticle Glass Carbomer. *Journal of Nanomaterials*. **2015**;16(1):37.
200. **Kuşgöz A, Tüzüner T, Ülker M, Kemer B, Saray O.** Conversion Degree, Microhardness, Microleakage and Fluoride Release of Different Fissure Sealants. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. **2010**;3(8):594-99.
201. **Arcis RW, López-Macipe A, Toledano M, Osorio E, Rodríguez-Clemente R, et al.** Mechanical Properties of Visible Light-Cured Resins Reinforced with Hydroxyapatite for Dental Restoration. *Dental Materials*. **2002**;18(1):49-57.
202. **Gill N, Pathak A.** Comparative Evaluation of the Effect of Topical Fluorides on the Microhardness of Various Restorative Materials: An in Vitro Study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. **2010**;28(3):193.
203. **Prentice LH, Tyas MJ, Burrow MF.** The Effect of Ytterbium Fluoride and Barium Sulphate Nanoparticles on the Reactivity and Strength of a Glass-Ionomer Cement. *Dental Materials*. **2006**;22(8):746-51.
204. **Wataha JC, Craig RG, Hanks C.** Precision of and New Methods for Testing in Vitro Alloy Cytotoxicity. *Dental Materials*. **1992**;8(1):65-70.
205. **Bean TA, Zhuang WC, Tong PY, Eick JD, Chappelow CC, et al.** Comparison of Tetrazolium Colorimetric and 51cr Release Assays for Cytotoxicity Determination of Dental Biomaterials. *Dental Materials*. **1995**;11(5-6):327-31.
206. **Huang T-H, Ding S-J, Hsu T-Z, Lee Z-D, Kao C-T.** Root Canal Sealers Induce Cytotoxicity and Necrosis. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. **2004**;15(7):767-71.
207. **Koulaouzidou EA, Roussou K, Sidiropoulos K, Nikolaidis A, Kolokuris I, et al.** Investigation of the Chemical Profile and Cytotoxicity Evaluation of Organic Components Eluted from Pit and Fissure Sealants. *Food and chemical toxicology*. **2018**;120:536-43.
208. **Gociu M, Pătroi D, Prejmerean C, Păstrăv O, Boboia S, et al.** Biology and Cytotoxicity of Dental Materials: An in Vitro Study. *Rom J Morphol Embryol*. **2013**;54(2):261-5.
209. **de Souza Costa C, Hebling J, Hanks C.** Effects of Light-Curing Time on the Cytotoxicity of a Restorative Resin Composite Applied to an Immortalized Odontoblast-Cell Line. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON*-. **2003**;28(4):365-70.
210. **Seiss M, Langer C, Hickel R, Reichl F-X.** Quantitative Determination of Tegdma, Bht, and Dmabee in Eluates from Polymerized Resin-Based Dental Restorative Materials by Use of Gc/Ms. *Archives of toxicology*. **2009**;83(12):1109.

211. **Geurtsen W.** Substances Released from Dental Resin Composites and Glass Ionomer Cements. *European Journal of Oral Sciences*. **1998**;106(2p2):687-95.
212. **Olea N, Pulgar R, Pérez P, Olea-Serrano F, Rivas A, et al.** Estrogenicity of Resin-Based Composites and Sealants Used in Dentistry. *Environmental health perspectives*. **1996**;104(3):298-305.
213. **Komurcuoglu E, Olmez S, Vural N.** Evaluation of Residual Monomer Elimination Methods in Three Different Fissure Sealants in Vitro. *Journal of oral rehabilitation*. **2005**;32(2):116-21.
214. **Wegehaupt FJ, Tauböck TT, Sener B, Attin T.** Influence of Light-Curing Mode on the Erosion Preventive Effect of Three Different Resin-Based Surface Sealants. *International journal of dentistry*. **2012**;2012.
215. **Tauböck TT, Bortolotto T, Buchalla W, Attin T, Krejci I.** Influence of Light-Curing Protocols on Polymerization Shrinkage and Shrinkage Force of a Dual-Cured Core Build-up Resin Composite. *European Journal of Oral Sciences*. **2010**;118(4):423-29.
216. **Hadis M, Leprince J, Shortall A, Devaux J, Leloup G, et al.** High Irradiance Curing and Anomalies of Exposure Reciprocity Law in Resin-Based Materials. *Journal of dentistry*. **2011**;39(8):549-57.
217. **Caughman WF, Caughman GB, Shiflett RA, Rueggeberg F, Schuster GS.** Correlation of Cytotoxicity, Filler Loading and Curing Time of Dental Composites. *Biomaterials*. **1991**;12(8):737-40.
218. **Wegehaupt FJ, Tauböck TT, Attin T, Belibasakis GN.** Influence of Light-Curing Mode on the Cytotoxicity of Resin-Based Surface Sealants. *BMC oral health*. **2014**;14(1):48.
219. **Ferracane J, Condon J.** Rate of Elution of Leachable Components from Composite. *Dental Materials*. **1990**;6(4):282-87.
220. **Kovarik RE, Haubenreich JE, Gore D.** Glass Ionomer Cements: A Review of Composition, Chemistry, and Biocompatibility as a Dental and Medical Implant Material. *Journal of long-term effects of medical implants*. **2005**;15(6).
221. **Nicholson JW, Czarnecka B.** Kinetic Studies of Water Uptake and Loss in Glass-Ionomer Cements. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. **2008**;19(4):1723-27.
222. **Lewis J, Nix L, Schuster G, Lefebvre C, Knoernschild K, et al.** Response of Oral Mucosal Cells to Glass Ionomer Cements. *Biomaterials*. **1996**;17(11):1115-20.
223. **Geurtsen W, Spahl W, Leyhausen G.** Residual Monomer/Additive Release and Variability in Cytotoxicity of Light-Curing Glass-Ionomer Cements and Compomers. *Journal of Dental Research*. **1998**;77(12):2012-19.
224. **Oliva A, Della Ragione F, Salerno A, Riccio V, Tartaro G, et al.** Biocompatibility Studies on Glass Ionomer Cements by Primary Cultures of Human Osteoblasts. *Biomaterials*. **1996**;17(13):1351-56.
225. **de Souza Costa CA, Hebling J, Garcia-Godoy F, Hanks CT.** In Vitro Cytotoxicity of Five Glass-Ionomer Cements. *Biomaterials*. **2003**;24(21):3853-58.
226. **Chang Y-C, Chou M-Y.** Cytotoxicity of Fluoride on Human Pulp Cell Cultures in Vitro. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. **2001**;91(2):230-34.
227. **Müller J, Hörz W, Bruckner G, Kraft E.** An Experimental Study on the Biocompatibility of Lining Cements Based on Glass Ionomer as Compared with Calcium Hydroxide. *Dental Materials*. **1990**;6(1):35-40.

228. **Ülker HE, Ülker M, Yalçın M, Dündar A.** Fissür Örtücülerin in Vitro Sitotoksitesi. *Acta Odontologica Turcica*. **2014**;31(1).
229. **Selimović-Dragaš M, Huseinbegović A, Kobašlija S, Hatibović-Kofman Š.** A Comparison of the in Vitro Cytotoxicity of Conventional and Resin Modified Glass Ionomer Cements. *Bosnian journal of basic medical sciences*. **2012**;12(4):273.
230. **Kanjevac T, Milovanovic M, Volarevic V, L Lukic M, Arsenijevic N, et al.** Cytotoxic Effects of Glass Ionomer Cements on Human Dental Pulp Stem Cells Correlate with Fluoride Release. *Medicinal Chemistry*. **2012**;8(1):40-45.
231. **Poggio C, Andenna G, Ceci M, Beltrami R, Colombo M, et al.** Fluoride Release and Uptake Abilities of Different Fissure Sealants. *Journal of clinical and experimental dentistry*. **2016**;8(3):e284.
232. **Theiszova M, Jantova S, Letasiova S, Palou M, Cipak L.** Cytotoxicity of Hydroxyapatite, Fluorapatite and Fluor-Hydroxyapatite: A Comparative in Vitro Study. *Neoplasma*. **2008**;55(4):312-16.
233. **Parirokh M, Forghani FR, Paseban H, Asgary S, Askarifard S, et al.** Cytotoxicity of Two Resin-Based Sealers and a Fluoride Varnish on Human Gingival Fibroblasts. *Iranian endodontic journal*. **2015**;10(2):89.
234. **Lönnroth E-C, Dahl JE.** Cytotoxicity of Dental Glass Ionomers Evaluated Using Dimethylthiazol Diphentyltetrazolium and Neutral Red Tests. *Acta Odontologica Scandinavica*. **2001**;59(1):34-39.
235. **Khalil A, Da'dara A.** The Genotoxic and Cytotoxic Activities of Inorganic Fluoride in Cultured Rat Bone Marrow Cells. *Archives of environmental contamination and toxicology*. **1994**;26(1):60-63.
236. **Zager RA, Iwata M.** Inorganic Fluoride. Divergent Effects on Human Proximal Tubular Cell Viability. *The American journal of pathology*. **1997**;150(2):735.
237. **Kan K, Messer L, Messer H.** Variability in Cytotoxicity and Fluoride Release of Resin-Modified Glass-Ionomer Cements. *Journal of Dental Research*. **1997**;76(8):1502-07.
238. **Michel A, Erber R, Frese C, Gehrig H, Saure D, et al.** In Vitro Evaluation of Different Dental Materials Used for the Treatment of Extensive Cervical Root Defects Using Human Periodontal Cells. *Clinical oral investigations*. **2017**;21(3):753-61.

EKLER

EK-1

MKÜ
TAYFUR ATA SÖKMEN TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı fissür örtücü materyallerinin flor vernik uygulaması öncesi ve sonrasında nanosertlik ve sitotoksitelerinin incelenmesi
ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	2018/30

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	MKÜ TAYFUR ATA SÖKMEN TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ:	MKÜ Alahan Kampüsü Antakya HATAY
	TELEFON	0326 245 51 14
	FAKS	0326 245 51 14
	E-POSTA	tipetik@gmail.com

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof.Dr. Behiye BOLGÜL			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Pedodonti Anabilim Dalı			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	MKÜ Diş Hekimliği Fakültesi			
	DESTEKLEYİCİ				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 4	<input type="checkbox"/>		
		Gözlemsel ilaç çalışması	<input type="checkbox"/>		
İlaç dışı klinik araştırma		<input type="checkbox"/>			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input type="checkbox"/>	ULUSLAR ARASI <input type="checkbox"/>	

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı Prof. Dr. Nazan SAVAŞ
İmza:

ASLI GİBİDİR
Enver Seda BORAZAN
Etik Kurul Başkanı



Not: Etik kurul başkanının her sayfada imzasının olması gerekmektedir.

MKÜ
TAYFUR ATA SÖKMEN TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı fissür örtücü materyallerinin flor vernik uygulaması öncesi ve sonrasında nanosertlik ve sitotoksitelerinin incelenmesi
ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	2018/30

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	22/02/2018-38	1
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU		1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama		
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>		
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>		
	ILAN	<input type="checkbox"/>		
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>		
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>		
	DİĞER:	<input type="checkbox"/>		
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 09	Tarih: 22/02/2018		
	<p>KARAR 09- Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof.Dr. Behiye BOLGÜL'ün "Farklı fissür örtücü materyallerinin flor vernik uygulaması öncesi ve sonrasında nanosertlik ve sitotoksitelerinin incelenmesi" isimli çalışması görüşülmüş olup; çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve etik kurallara uygun bulunmuş olup; çalışmanın finans kaynağı olarak gösterilen, Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nden (BAP) gerekli belgelerin Kurulumuza ulaştıktan sonra çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üyelerinin oy birliği ile karar verilmiştir.</p>			

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	PROF.DR.NAZAN SAVAŞ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile İlişki		Katılım		İmza
Prof.Dr.Nazan SAVAŞ	Halk Sağlığı	MKÜ T.A.S. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Muhyittin TEMİZ	Genel Cerrahi	MKÜ T.A.S. Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Prof.Dr.Aydiner KALACI	Ortopedi ve Travmatoloji	MKÜ T.A.S. Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Burçin ÖZER	Tıbbi Mikrobiyoloji	MKÜ T.A.S. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd.Doç.Dr.Enver Ahmet DEMİR	Tıbbi Fizyoloji	MKÜ T.A.S. Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı Prof.Dr.Nazan SAVAŞ
İmza:



Not: Etik kurul başkanının her sayfada imzasının olması gerekmektedir.

EK-3

MKÜ
TAYFUR ATA SÖKMEN TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Farklı fissür örtücü materyallerinin flor vernik uygulaması öncesi ve sonrasında nanosertlik ve sitotoksitelerinin incelenmesi							
ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU		2018/30							
Yrd.Doç.Dr.Neslihan PINAR	Tıbbi Farmakoloji	MKÜ T.A.S. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Erhan YENİL	Aile Hekimliği	MKÜ T.A.S. Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Av.Nefise Yeşil YILDIZ	Hukuk	MKÜ Hukuk Müşavirliği	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Yrd.Doç.Dr.Rana CAN	Sağlık Hizmetleri	MKÜ Sağlık Yüksekokulu	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Gül Ayşe APAK	Öğretmen	Milli Eğitim Bakanlığı Hacılar İlköğretim Okulu	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Aysel KUŞÇU	Çocuk Gelişimci	Hatay Halk Sağlığı Müdürlüğü	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Hakan BORAZAN	Öğretmen	Milli Eğitim Bakanlığı İslahiye Yeşilyurt İlköğretim Okulu	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı Prof.Dr.Nazan SAVAŞ
İmza:


Enver SAVAŞ BORAZAN
Etik Kurul Başkanı

Not: Etik kurul başkanının her sayfada imzasının olması gerekmektedir.

ÖZGEÇMİŞ

8 Ağustos 1990'da İstanbul'da doğdu. İlkokul eğitimini Elazığ Özel Bilgem Kolejinde tamamladı, orta öğrenim eğitimini Ankara Alparslan ilköğretim okulunda ve lise eğitimini Ankara Cumhuriyet Süper Lisesi'nde aldı. 2013 yılında Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden mezun oldu. 2016 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimine başladı. Halen aynı kurumda eğitimine devam etmektedir. Evli olup, orta derecede İngilizce bilmektedir.

