TÜRKİYE CUMHURİYETİ
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOAKTİF CAM İÇERİKLİ REZİN MODİFİYE CAM İYONOMER SİMANIN *İN-VİVO* VE *İN-VİTRO* DEĞERLENDİRİLMESİ

FATMA DEMİRAY

DOKTORA TEZİ

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Emre KORKUT

KONYA 2018

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOAKTİF CAM İÇERİKLİ REZİN MODİFİYE CAM İYONOMER SİMANIN *İN-VİVO* VE *İN-VİTRO* DEĞERLENDİRİLMESİ

FATMA DEMİRAY

DOKTORA TEZİ

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Emre KORKUT

II. DANIŞMAN
Doç.Dr. Emrah TORLAK

Bu araştırma Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 171424002 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA 2018

TEZ ONAY SAYFASI

Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Pedodonti Anabilim Dalı Doktora Öğrencisi **FATMA DEMİRAY**'ın "**Biyoaktif Cam İçerikli Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanın *İn-Vivo* Ve *İn-Vitro* Değerlendirilmesi**" başlıklı tezi tarafımızdan incelenmiş; amaç, kapsam ve kalite yönünden Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Konya / 16.10.2018

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Emre KORKUT
Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Pedodonti Anabilim Dalı

Jüri Üyesi
Prof.Dr. Yağmur ŞENER
Necmettin Erbakan
Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı

Jüri Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Arslan TERLEMEZ
Necmettin Erbakan
Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı

Jüri Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Firdevs KAHVECİOĞLU
Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı

Jüri Üyesi
Prof. Dr. Gül TOSUN
Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı

Jüri Üyesi
Doç. Dr. Emrah TORLAK
Necmettin Erbakan
Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji Ve Genetik Anabilim Dalı

Yukarıdaki tez, Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 02/11/2018 tarih ve 21/04 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Kısmet Esra NURULLAHOĞLU ATALIK
Enstitü Müdürü
İmzası

APPROVAL

We certify that we have read this dissertation entitled **"*In-Vivo* and *In-Vitro* Evaluation of Resin Modified Glass Ionomer Cement with Bioactive Glass Content"** by "**FATMA DEMİRAY**"that in our opinion it is fully adequate, in scope and quality, as dissertation for the degree of ***PhD Thesis*** in the Department of **"Pediatric Dentistry"**, Institute of Health Sciences, University of Necmettin Erbakan.

Konya, Turkey / 16.10.2018

Principal Advisor

Assist. Prof. Emre KORKUT

Necmettin Erbakan University Faculty of Dentistry
Department of Pediatric Dentistry

Examination Committee Member

Prof. Yagmur SENER

Necmettin Erbakan

University Faculty of Dentistry

Department of Pediatric Dentistry

Examination Committee Member

Assist. Prof. Arslan TERLEMEZ

Necmettin Erbakan

University Faculty of Dentistry

Department of Endodontic Dentistry

Examination Committee Member

Assist. Prof. Firdevs KAHVECIOGLU

Selcuk

University Faculty of Dentistry

Department of Pediatric Dentistry

Examination Committee Member

Prof. Gül TOSUN

Selcuk

University Faculty of Dentistry

Department of Pediatric Dentistry

Examination Committee Member

Associate Prof. Emrah TORLAK

Necmettin Erbakan

University Faculty of ScienceDepartment of Molecular Biology and Genetics

This thesis has approved for the University of Necmettin Erbakan Institute of Health Sciences.

Prof. Dr. Kısmet Esra NURULLAHOĞLU ATALIK

Director of Institute of Health Sciences

Date and Signature

02.11.2018

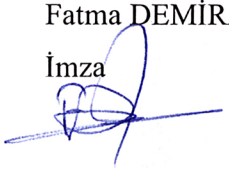
BEYANAT

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

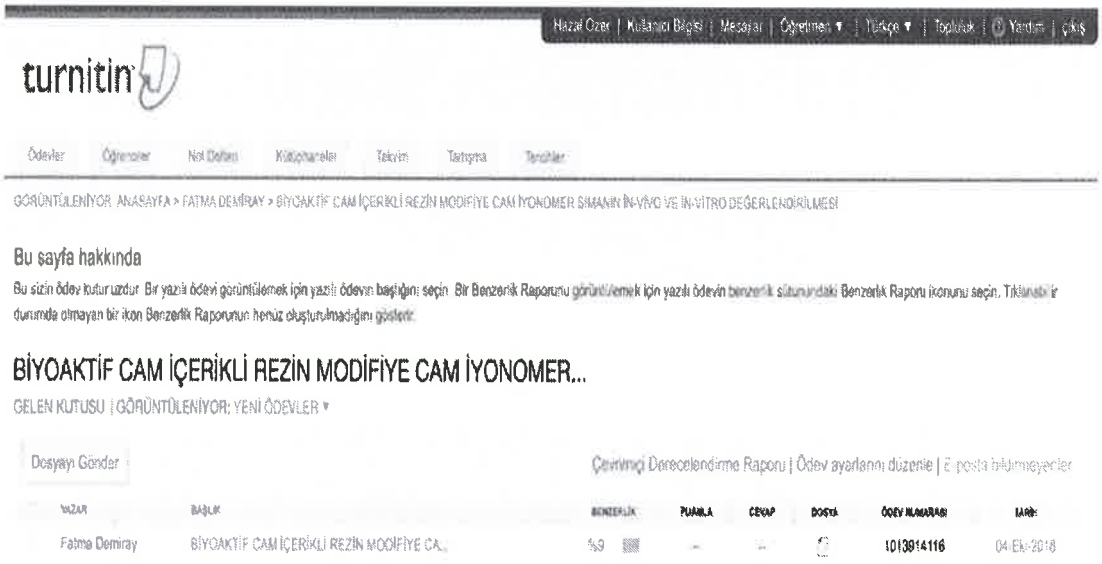
16.10.2018

Fatma DEMİRAY

İmza



TURNITIN ORİJİNALLİK RAPORU



Dr. Öğr. Üyesi Emre KORKUT
N.E.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi
Dekan Yardımcısı

Telif Hakkı © 1998 - 2018 Turnitin, LLC. Tüm Hakları Saklıdır.
Gizlilik Politikası Gizlilik Sözleşmesi Hizmet Koşulları AB Veri Koruma Uyarılığı Telif Hakkı Koruması Yasal SSS'ler Yardım Merkezi

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince bana her konuda yardımcı olan, yol gösteren tez danışmanım sayın Dr. Öğr. Üyesi Emre KORKUT'a

Tez çalışmamın başından sonuna kadar her türlü bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan sayın Doç. Dr. Emrah TORLAK'a

Tez izleme komitemin değerli üyeleri anabilim dalı başkanımız sayın Prof.Dr. Yağmur ŞENER ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Arslan TERLEMEZ'e,

Doktora eğitimim süresince klinik olarak her türlü bilgi ve deneyimlerini bizimle paylaşan, akademik anlamda her zaman yol gösteren, yardımcı olan, yol gösteren pedodonti bölümü öğretim üyeleri, doktora öğrencisi ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Aynı bölümde çalışmaktan daha fazlasını paylaştığımız sayın Dr. Öğr. Üyesi Büşra BOSTANCI ve sayın Öğr. Üyesi Yasemin Derya FİDANCIOĞLU'na,

Tezimin in-vitro kısmınını tamamlanmasında yardımlarını esirgemeyen Konya Imicryl A.Ş. Ar-Ge Birimi Laboratuvarı ve değerli çalışanları Harun YÜKSEL ve Sümeyra SAĞICI'ya,

Birim çevirilerinde yardımcı olan, akademik olarak yol gösteren, destek olan Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Bölümü öğretim üyesi sayın Doç. Dr. Fikret AKYÜREK'e

Doktora eğitimim süresince aynı zamanda personeli olduğum, mesai saatlerimin düzenlenmesinde ve eğitimime devam etmemde desteğini esirgemeyen Konya Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi yönetimine,

Hayatımın her anında yanımda olan, karşılaştığım her zorlukta desteğini esirgemeyen, doktora yaptığım süre boyunca ve tez çalışmamda en az benim kadar yorulan ve emeği olan sevgili aileme; annem Aysel DEMİRAY'a, babam Ömer DEMİRAY ve kardeşim Ömer Faruk DEMİRAY'A, tüm eğitim hayatımda büyük emeği olan aynı zamanda öğretmenim dayım Hayati SALLAN'a teşekkür eder, sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

İç Kapak……i
Tez Onay Sayfası……ii
Approval……iii
Beyanat……iv
Turnitin Orijinallik Raporu……v
Teşekkür……vi
İçindekiler……vii
Kısaltmalar ve Simgeler Listesi……ix
Şekiller Listesi……x
Tablolar Listesi……xii
Grafikler Listesi……xii
Özet……viii
Abstract……ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ……1
2. GENEL BİLGİLER……3
2.1. Diş Çürüğü……3
2.1.1. Diş Çürüğünün Etiyolojisi ……3
2.1.2. Diş Çürüğünün Mikrobiyolojisi……4
2.1.3. Diş Çürüğünün Epidemiyolojisi……7
2.2. Süt Dişlerinde Çürük Lezyonları ……8
2.3. Süt Dişi Çürük Lezyonların Tedavisinde Kullanılan Restoratif Materyaller……9
2.3.1. Cam İyonomer Simanlar……10
2.4. Dental Restoratif Materyallerin İn-Vivo Değerlendirilmesi……16
2.5. Dental Restoratif Materyallerin İn-Vitro Değerlendirilmesi……17
2.5.1. Materyallerden Salınan Florid Miktarının Değerlendirilmesi……17
2.5.2. Materyallerin Antibakteriyel Özelliklerinin Değerlendirilmesi……19
3. GEREÇ VE YÖNTEM……21
3.1. Cam İyonomer Siman Materyallerinin İn-Vivo Değerlendirilmesi……21
3.1.1. Hasta Seçim Kriterleri……21
3.1.2. Diş Seçim Kriterleri……22
3.1.3. Çalışmanın İn-Vivo Kısmında Kullanılan Materyaller……22
3.1.4. Klinik Uygulamalar……25
3.1.5. Bitim İşlemleri ve Takip Süreci……28

3.1.6. Çalışmada Kullanılan Başarı Değerlendirme Kriterleri……..28
3.2. Cam İyonomer Siman Materyallerinin İn-Vitro Değerlendirilmesi.....29
3.2.1. Materyallerden Salınan Florid Miktarının Değerlendirilmesi.…… ……..…....30
3.4.2. Materyallerin Antibakteriyel Özelliklerinin Değerlendirilmesi……..…...33
3.5.İstatistiksel Analiz……..……...36
4. BULGULAR……..……37
4.1. Cam İyonomer Siman Materyallerinin İn-Vivo Değerlendirilmesinde Elde Edilen Bulgular……..37
4.2. Cam İyonomer Siman Materyallerinin İn-Vitro Değerlendirilmesinde Elde Edilen Bulgular……..……..49
4.2.1. Cam İyonomer Siman Materyallerinin Florid Salınımı Değerlendirmelerinden Elde Edilen Bulgular……..49
4.2.2. Cam İyonomer Siman Materyallerinin Antibakteriyel Etkinliklerinin Değerlendirilmesi ……..……54
5. TARTIŞMA VE SONUÇ……..…….…...57
6. KAYNAKLAR. ……...……79
7. ÖZGEÇMİŞ……..…..…88
8. EKLER……..……..…89
EK A: Etik Kurul Onayı……..89
EK B: Bilgilendirilmiş Onam Formu ……..90
EK C: Hasta Takip Formu ……..……..93

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

ADA	: Amerikan Dişhekimliği Birliği
Al^{+3}	: Alüminyum İyonu
APF	: Asidülofosfatflorür
ART	: Atravmatik Restoratif Tedavi
Bis-Gma	: Bisfenol-A-Glisidil Metakrilat
Ca^{+2}	: Kalsiyum İyonu
Dk	: Dakika
E. Coli	: Escherichia coli
HCA	: Hidroksikarbonaapatit
HEMA	: 2-Hidroksietilmetakrilat
HF	: Hidrojenflorür
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Kurumu
Kg	: Kilogram
Khz	: Kilohertz
MİK	: Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu
mL	: Mililitre
NA	: Besleyici Agar
NaF	: Sodyumflorür
Ppm	: Milyonda bir
Rpm	: Dakikadaki devir sayısı
Sn	: Saniye
S. Cricetus	: Streptococcus Cricetus
S. Downei	: Streptococcus Downei
S. Ferus	: Streptococcus Ferus
S. Macacae	: Streptococcus Macacae
S. Mutans	: Streptococcus Mutans
S. Rattus	: Streptococcus Rattus
S. Sobrinus	: Streptococcus Sobrinus
TEGDMA	: Trietilenglikoldimetakrilat
TMFS	: Trimetilflorosilan
TSB	: Tryptic C Soy Broth
UDMA	: Üretandimetakrilat
USPH	: Amerika Birleşik Devletleri Halk Sağlığı Servisi
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1: GC Fuji II LC Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman …….....24

Şekil 3.2.: Riva Light Cure Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman ……...……..24

Şekil 3.3.: GC Fuji IX GP Cam İyonomer Siman…….....24

Şekil 3.4.: Activa Bio-Active Restorative……...…….....24

Şekil 3.5: Çalışmada kullanılan LED Işık cihazı……...……..26

Şekil 3.6: Çalışmada kullanılan amalgamatör ……26

Şekil 3.7: GC Fuji II LC Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman ile Restorasyonların yapılması a: başlangıç oklüzal görünüm b: rubber-dam uygulanması c: kavite preparasyonu d: bitim restorasyonu……...…….27

Şekil 3.8: Riva Light Cure Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman ile Restorasyonların yapılması a: başlangıç oklüzal görünüm b: rubber-dam uygulanması c: kavite preparasyonu d: bitim restorasyonu ……...……..……..…….…27

Şekil 3.9: GC Fuji IX GP Cam İyonomer Siman ile Restorasyonların yapılması a: başlangıç oklüzal görünüm b: rubber-dam uygulanması c: kavite preparasyonu d: bitim restorasyonu ……..…….……...…28

Şekil 3.10: Activa Bio-Active Restorative ile Restorasyonların yapılması a: başlangıç oklüzal görünüm b: rubber-dam uygulanması c: kavite preparasyonu d: bitim restorasyonu ……...29

Şekil 3.11: Çalışmada kullanılan dijital kumpas..……...…….31

Şekil 3.12: Çalışmada kullanılan etüv ……...……..…31

Şekil 3.13: Çalışmada kullanılan iyon analizörü……...……..32

Şekil 3.14: Çalışmada kullanılan florid elektrodu …….……..32

Şekil 3.15: Çalışmada kullanılan florid standardı ve TISAB II……...…33

Şekil 3.16: Çalışmada kullanılan manyetik karıştırıcı…….....……..…33

Şekil 3.17: Florid salınım testi için hazılanan örneklerin etüvde saklanması…….....33

Şekil 3.18: Antibakteriyellik testi için hazırlanan düzenek……..……...35

Şekil 3.19: Çalışmada kullanılan orbital karıştırıcı…….....……..…35

Şekil 3.20: Direkt kontak test için hazırlanan petriler…….....35

Şekil 3.21: Petri kabına numunemizin eklenmesi……..……..……35

Şekil 3.22: Stok Kültürler……..……....…..…36

Şekil 3.23: Fosfat tamponu içeren cam tüpler……..…..……...36

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1: Çürük Risk Faktörleri…….....…….3

Tablo 2.2: Oral Streptokoklar (Marsh 2000)…… …..…….….6

Tablo 2.3: Oral Laktobasiller (Marsh 2000)…….….7

Tablo 3.1: Çalışmada kullanılan materyallerin kimyasal içerikleri……..…25

Tablo 3.2: Modifiye USPH kriterleri……..…..…...30

Tablo 4.1: Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş ve cinsiyete göre dağılımları……..37

Tablo 4.2. Çalışmaya dahil edilen dişlerin materyal gruplarına, restorasyon tipi ve lokalizasyona göre dağılımları……38

Tablo 4.3: Çalışmaya dahil edilen dişlerin 12 aylık klinik takiplerinin başarı oranları ile yaş, cinsiyet ve lokalizasyon arasındaki dağılımı……...……..……...…39

Tablo 4.4. Takip edilen hastaların çalışma gruplarına göre 12 ay sonunda modifiye USPH kriterlerine göre başarı oranlarının değerlendirilmesi……...…40

Tablo 4.5. Çalışma süresince gözlenen klinik başarı ve başarısızlık değerleri……...41

Tablo 4.6: 12 aylık takip döneminde sınıf I restorasyonların retansiyon yönüyle karşılaştırılması……..…….....42

Tablo 4.7: 12 aylık takip döneminde sınıf I restorasyonların kenar uyumu yönüyle karşılaştırılması……...43

Tablo 4.8: 12 aylık takip döneminde Sınıf I restorasyonların kenar renklenmesi başarılarının karşılaştırılması ……..…...44

Tablo 4.9. 12 aylık takip döneminde Sınıf I restorasyonların sekonder çürük oluşumu yönüyle karşılaştırılması ……...……45

Tablo 4.10. 12 aylık takip döneminde Sınıf II restorasyonların retansiyon başarıları yönüyle karşılaştırılması …….....46

Tablo 4.11. 12 aylık takip döneminde Sınıf II restorasyonların kenar uyumu yönüyle karşılaştırılması…….…….……47

Tablo 4.12. 12 aylık takip döneminde Sınıf II restorasyonların kenar renklenmesi yönüyle karşılaştırılması……..…..…….……48

Tablo 4.13: 12 aylık takip döneminde Sınıf II restorasyonların sekonder çürük oluşumu yönüyle karşılaştırılması…….……....49

Tablo 4.14. Cam iyonomer siman materyallerinin florid salınım değerleri……...52

Tablo 4.15: Ortalama indirgenme yüzdeleri……..….55

Tablo 4.16: Disklerde görülen kolonizasyon……...……...56

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 4.1. Cam iyonomer siman materyallerinin florid salınım değerleri ……...53

Grafik 4.2. Materyallerde bakteri türlerine karşı gözlenen antibakteriyel özellikler..54

ÖZET

T.C.
NECMETTIN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOAKTİF CAM İÇERİKLİ REZİN MODİFİYE CAM İYONOMER SİMANIN *İN-VİVO* VE *İN-VİTRO* DEĞERLENDİRİLMESİ

Fatma DEMİRAY
PEDODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ / KONYA-2018

Cam iyonomer simanlar, kimyasal adezyonları ve florid salınım özellikleri ile çocuk diş hekimliğinde en sık kullanılan restoratif materyallerdendir. Son yıllarda cam iyonomer simanların bağlantı değerlerini ve remineralizasyon kabiliyetlerini artırmak ve aynı zamanda antimikrobiyal etkinlik sağlamak amacıyla içeriğine biyoaktif cam doldurucu ilave edilmesi düşünülmüştür. Çalışmada, biyoaktif cam içerikli rezin modifye cam iyonomer simanın florid salınım değeri, antibakteriyel özelliği ve 12 aylık klinik başarısının geleneksel cam iyonomer ve rezin modifiye cam iyonomer simanlarla karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmanın *in-vivo* kısmında, Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi; Pedodonti kliniğine başvuran 5-11 yaş arası 108 hastada yapılan restorasyonların değerlendirilmesi yapıldı. Çalışmada kullanılan GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman, Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman, GC Fuji IX GP cam iyonomer siman ve Activa Bio-Active Restorative mateyalleri kullanılarak her bir grup için 60 adet dişe (n=60) toplam 240 restorasyon yapıldı. Yapılan restorasyonların 3., 6. ve 12. ay sonunda takipleri yapılarak modifiye USPH kriterlerine göre değerlendirildi. Elde edien veriler Ki-kare ve Fisher gerçeklik testi kullanılarak istatistiksel olarak analiz edildi. Sayısal verilerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U analizi uygulandı.

Çalışmanın *in-vitro* kısmında ise, her bir materyal için 8mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde 10 adet disk şeklinde örnek hazırlandı. Hazırlanan örneklerin 1., 2., 7., 14., 21., 28., 29., 35. ve 42. günlerindeki florid salınım değerleri flor spesifik iyon analizörü kullanılarak tespit edildi. Materyallerin antibakteriyel etkinlikleinin tespit edilebilmesi için her grup için 6 adet (n=6) disk şeklinde örnek (8x2mm) hazırlandı. Hazırlanan diskler üzerinde *Streptococcus mutans, Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* suşları kullanılarak süspansiyon testi ve biyofilm testi yapılarak antibakteriyel etkinlik testleri yapıldı.

Çalışmadan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde 12 aylık takip sonucunda Activa Bio-Active Restorative materyalinin klinik başarısının diğer materyallere kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde Activa Bio-Active Restorative materyalinin antibakteriyel etkinliğinin diğer materyallere kıyasla yüksek olduğu ancak aynı materyallerin florid salınım değerlerinin diğer materyallere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde düşük olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak Activa Bio-Active Restorative materyalinin klinik olarak başarılı ve tercih edilebilir bir materyal olduğu düşünülmektedir. Ancak materyalin uzun dönem klinik sonuçlarının görülmesi ve mekanik özelliklerinin belirlenebilmesi açısından daha uzun süreli çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Cam İyonomer Siman; Biyoaktif Cam; Flor Salınımı; Antibakteriyel Etkinlik

ABSTRACT

NECMETTIN ERBAKAN UNIVERSITY

HEALTH SCIENCE INSTITUTE

IN-VIVO AND *IN-VITRO* EVALUATION OF RESIN MODIFIED GLASS IONOMER CEMENT WITH BIOACTIVE GLASS CONTENT

Fatma DEMİRAY

DEPARTMENT OF PEDIATRIC DENTISTRY

PhD THESIS / KONYA-2018

Glass ionomer cements are the most commonly used restorative materials in child dentistry because of chemical adhesions and fluoride releasing properties. In recent years, it has been thought to add bioactive glass filler to the contents of the glass ionomer cements in order to increase their adhesion and remineralization abilities and at the same time provide antimicrobial activity. This study, it was aimed to compare fluoride release value, antibacterial properties and 12-month clinical success of bio-active glass modified glass ionomer cement with conventional glass ionomer and resin modified glass ionomer cements.

In-vivo section of the study, the evaluation of restorations made in 108 patients between 5-11 years old was evaluated who applied to the Necmettin Erbakan University Faculty of Dentistry; pedodontics clinic. A teeth of 240 (n=60) were restored for each group using GC Fuji II LC resin modified glass ionomer cement, Riva Light Cure resin modified glass ionomer cement, GC Fuji IX GP glass ionomer cement and Activa Bio-Active Restorative materials used in the study. Restorations are follow-up end of the 3rd, 6th and 12th months and the was evaluated according to the modification USPH criteria. The obtained data were analyzed statistically using Chi-Square and Fisher's Exact test. Mann-Whitney U analysis was performed for comparison of numerical data.

In the *in-vitro* section of the study, 10 disc-shaped specimens of 8 mm diameter and 2 mm height were prepared for each material for the fluoride release test. Fluoride release values of the specimen were determined using a fluorine specific ion analyzer on days 1, 2, 7, 14, 21, 28, 29, 35 and 42. To evaluate the antibacterial properties of materials, 6 (n = 6) disc-shaped specimens (8x2mm) were prepared for each group. Suspension test and biofilm test were performed on the prepared disks using *Streptococcus mutans, Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* strains and antibacterial efficiency tests were performed.

According to the result of the study, it was found that the clinical success of Activa Bio-Active Restorative material was statistically higher than the other materials at the end of 12 months follow-up. Similarly, the antibacterial activity of Activa Bio-Active Restorative material was found to be higher compared to other materials but the fluoride release values of the same material were found to be statistically significantly lower than the other materials.

In conclusion, Activa Bio-Active Restorative material is considered to be a clinically successful and preferable material. However, further studies are needed to determine the long-term clinical trial of the material and to determine its mechanical properties.

Keywords: Glass İonomer Cement; Bioactive Glass; Fluoride Release; Antibacterial Activity

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Çürük dokunun uzaklaştırılması sonrasında, kaybedilen diş dokusunun tamamlanması ve diş fonksiyonunun tekrardan kazandırılması amacıyla, geçmişten günümüze çeşitli restoratif materyaller geliştirilmiştir (Choi ve ark., 2008; Önal, 2004). Tarih boyunca insan vücudunu tedavi etmek için kullanılan materyaller, özellikle de ağız boşluğunda kullanılan materyaller, çevre ile etkileşimi olmayan pasif ve istikrarlı malzemeler arasından seçilmiştir.

Süt dişlerinde kullanılması planlanan restoratif materyallerin öncelikle biyouyumlu olması, antibakteriyel özelliklerinin olması, flor salınımı yapması, estetik olması ve iyi bir kenar uyumuna sahip olması gerektiği bildirilmiştir (Jensen, 2001). Aynı zamanda diş sert dokularına yakın ısısal genleşme katsayısına sahip olması, düşük polimerizasyon büzülmesi göstermesi, uzun raf ömrü ve düşük maliyetli olması da uygun restoratif materyalden beklenilen özellikler arasındadır (Jensen, 2001).

Diş hekimliğindeki akıllı materyal üretme konseptinin öncülerinden olan cam iyonomer siman ve türevleri, çocuk diş hekimliğinde ideale en yakın restoratif materyal olarak nitelendirilmektedir ve oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir (McCabe ve ark., 2011). Yapılan çalışmalarda, çürük dokunun invaziv yöntemlerle tedavisinin yanı sıra, diş sert dokularında klinik muayene sırasında gözle ya da sondla teşhis edilemeyen minimal düzeydeki iyon kayıplarının da tedavisi ve madde kaybının engellenmesini sağlamaya yönelik yöntemler ve bu amaçla kullanılan materyallerin geliştirilmesi üzerinde de durulmaktadır. Ağız ortamının pH'ı düştüğünde diş sert dokularının çevresinde bulunan florid iyonu, remineralizasyonu sağlamada katalizör görevi görür. Cam iyonomer simanlardan salınan florid iyonu ayrıca, bulunduğu ortamda bakteriyel aktiviteyi de engelleyerek diş çürüklerinin oluşmasını ve ilerlemesini engeller (Dionysopoulosa, 2014).

Diş sert dokularına kimyasal bağlanabilme ve remineralizasyonu teşvik etme gibi özellikleri olan biyoaktif camlar, son yıllarda dental restoratif materyallerin içerisinde kullanılmaya başlanmıştır (Evcin, 2014; Kulan, 2011). Cam iyonomer simanların bağlantı değerlerini ve remineralizasyon kabiliyetlerini artırmak ve aynı zamanda antimikrobiyal etkinlik sağlamak amacıyla içeriğine biyoaktif cam doldurucu ilave edilmesi düşünülmüştür (Yli-Urpo, 2004; Ana, 2003). Sonuç olarak; biyoaktif

cam içerikli restoratif materyallerin antimikrobiyal etkinliği ve remineralizasyon aktivitelerinin değerlendirildiği çalışmalarda antimikrobiyal etkinliği ve remineralizasyon aktivitelerinin yeterli düzeyde olduğu ve florid salınımı sayesinde sekonder çürük oluşumunu yavaşlattıkları bildirilmiştir (Khvostenko, 2013).

Çürük sebebiyle madde kaybı olan dişlere yapılan restorasyonlarda, restorasyon kenarından bakteri invazyonu olması sebebiyle oluşan sekonder çürükler, yapılan tedavilerde karşılaşılan başarısızlık sebeplerinin başında gelmektedir. Bu sebeple klinisyenler, antibakteriyel özellik gösteren restoratif materyalleri kullanmayı tercih ederken, araştırmacılar dental restoratif materyallerdeki antibakteriyel özellikleri geliştirmek için çalışmalar yapmaktadırlar (Imazato, 2003).

Bu çalışmada, klinikte rutin olarak kullanılan bir geleneksel cam iyonomer siman ile iki rezin modifiye cam iyonomer simanın yeni bir materyal olarak kabul edilebilecek olan biyoaktif cam içerikli rezin modifiye cam iyonomer siman ile klinik başarı, florid salınımı ve antibakteriyellik özelliklerinin karşılaştırılması hedeflenmiştir.

Çalışmada, biyoaktif cam içerikli rezin modifiye cam iyonomer simanın florid salınım değeri, antibakteriyel özelliği ve 12 aylık klinik başarısının geleneksel cam iyonomer ve rezin modifiye cam iyonomer simanlara göre istatistiksel olarak anlamlı oranlarda başarılı olduğu başlangıç hipotezi olarak kabul edildi.

2.1. GENEL BİLGİLER

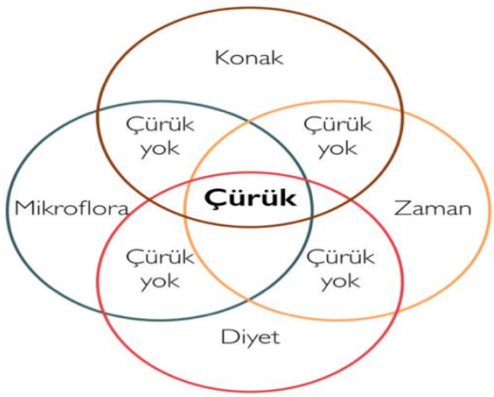
2.1. Diş Çürüğü

Tarihten günümüze diş çürüğü, mekanizması ve oluşturan etmenler üzerinde farklı araştırmacılar tarafından sayısız tanımlamalar yapılmıştır. Günümüzdeki tanımlamalara benzer şekilde en geniş tanımlama 1728' de Fourchard tarafından 'dişi harabeden bir hastalık' olarak yapılmıştır (Toygar ve ark., 1990). Günümüzde ise dental biyofilm ve plak üzerinde yer alan bakterilerin karbonhidrat fermentasyonu yapması sonucu açığa çıkan asit türevi bileşiklerin, diş dokuları üzerinde meydana getirdiği lokalize yıkım ile beraberinde ortaya çıkan enfeksiyöz bir hastalık olarak tanımlanmaktadır (Touger-Decker ve Van Loveren, 2003; Spatafora ve ark., 1995).

2.1.1. Diş Çürüğünün Etiyolojisi

Diş çürüğü, birçok etiyolojik faktörün bir arada bulunmasıyla meydana gelir. Bunlardan ilki konağa ait faktörler, ikincisi mikrobiyal faktörler ve üçüncüsü ise karbonhidrat içeren diyet olarak tanımlanmıştır (Koray, 1981).

Konağa ait faktörler dişlerin anatomik formu, mine ve dentinin kristal yapısı, çeneler üzerindeki dizilimleri ve bireyin tükürük yapısı; mikrobiyal faktörler, dişler üzerinde oluşan dental plak, plak üzerindeki mikroorganizma türleri ve bu mikroorganizmaların oluşturduğu asidik ürünler ve son olarak diyete bağlı faktörler de beslenme alışkanlıkları ve alınan karbonhidratlı yiyecekler olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde, bu faktörlere ek dördüncü bir etiyolojik faktör olarak 'zaman' faktörünün eklenmesi gerektiği de düşünülmektedir. Zira, tüm bu şartların varlığında çürük oluşumu için mutlaka zamana ihtiyaç vardır (Ünlü, 1998).



Tablo 2.1: Çürük Risk Faktörleri

2.1.2. Diş Çürüğünün Mikrobiyolojisi

1683 yılında Antony Van Leuwenhoek tarafından, kendisinin yaptığı tek lensli mikroskop ile gördüğü mikroorganizmaların tanımlanmasından iki yüzyıl sonra, Willoughby Dayton Miller 'Ağzın Mikroorganizmaları' isimli eserini kaleme almış ve sonrasında aynı araştırmacı tarafından 164 makale yayınlanarak oral bakteriler tanımlanmıştır. Batılı kaynaklar incelendiğinde, diş çürüğünün, ağızdaki bakteriler tarafından üretilen asidik ürünlerden kaynaklandığını belirten ilk araştırmacının Miller olduğu görülür (Külekçi ve Mısırlıgil, 1994).

Araştırmacılar, bakterilerin çürük lezyonun ortaya çıkması ve ilerlemesinin ardındaki temel eleman olduğu konusunda fikir birliğine varmıştır. Takip eden çalışmalarda ise oral bölgedeki bakteri çeşitliliğine ve geçiş yollarına dair araştırmalar yapılmış ve oral mikrobiyal kolonizasyonun, bebeğin doğumunu takiben ilk saatlerde başladığı kabul edilmiştir (Anğ, 1990). Dişlerin sürmesinden önceki dönemde oral floranın büyük bir kısmının aerob bakteriler tarafından, diş sürmesini takiben başlayan dönemde ise anaerob bakteriler tarafından oluşturulduğu bildirilmiştir (Fejerskov ve Kidd, 2004).

Horiuchi ve ark. (2009), dental plak içerisindeki oral bakteri türlerinin gelişimini inceledikleri çalışmalarında, biyofilm üzerine ilk yerleşen mikroorganizmaların Streptococcus oralis, Streptococcus sanguinis ve Streptococcus mitis olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda, ağız içerisindeki pH değişimlerinin ardından, en asidik ortamlarda bile *S. sobrinus, Lactobacillus, S. mutans* ve non-mutans streptococcus türlerinin kolonizasyonunun arttığı belirtilmiştir.

Günümüzde, *S. Mutans* bakterisi, mine yüzeyine yapışma ve asit oluşturma kapasitesi sebebiyle diş çürüğüne sebep olan temel patojen olarak kabul edilmiştir (Pinkham, 1999; Harris ve ark., 2004).

Farklı restoratif materyaller üzerinde dental plak ve dişeti enflamasyonu oluşumunu inceleyen çalışmaların sonucunda, oral hijyeni iyi olan hastalarda yapılan restorasyonlar üzerindeki plak birikim miktarlarında herhangi bir farklılık olmadığı belirtilmiş fakat oral hijyeni iyi olmayan hastalarda restorasyon üzerinde biriken plak miktarının restoratif materyale ve yüzey pürüzlülüğüne göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Van Dijken ve ark., 1987).

Literatür incelendiğinde, çürüğe sebep olan bakterilerin, restoratif materyallerin kenarına invazyonları sonucu tekrardan çürük oluşumuna sebebiyet verdikleri anlaşılmaktadır (Shanthi ve ark., 2014; Jokstad, 2001). Bu sebeple klinisyenler tarafından kullanılması planlanan restoratif materyallerin ideal fiziksel özelliklere sahip olmalarının yanında, antibakteriyel özelliklerinin de olması istenmektedir (Shanthi ve ark., 2014).

Paolantonio ve ark. (2004), farklı restoratif materyaller ile restore edilen arayüz restorasyonlarında, restorasyon yüzeyi ve dişeti cebinde kolonize olan bakteri türlerini inceledikleri bir yıllık klinik takip çalışmasında, kompozit rezinlerin yüzeyinde oluşan bakteri kolonizasyonunun, cam iyonomer simanla yapılan restorasyonların yüzeyinde biriken bakteri kolonizasyonundan fazla olduğunu ve Gram (-) anaerob bakteri türlerinin yoğunlukta olduğunu bildirmiştir.

Beyth ve ark. (2008), restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü ve yüksek yüzey enerjisine sahip olmalarından dolayı, restorasyon yüzeyinde biyofilm oluşumunu artırdığını ve hızlandırdığını bildirmiştir. Sonrasında, biyofilm üzerinde kolonize olan *S. mutans*'ın üzerinde kolonize olduğu restoratif materyalin yüzey pürüzlülüğünü daha da artırarak daha fazla bakteri invazyonu için zemin hazırladı sonucuna varmıştır.

Araştırmacılar tarafından oral mikroflorada bulunan başlıca bakterilerin aktinomiçesler, oral streptokoklar ve laktobasiller olduğu tanımlanmıştır (Mattos-Graner ve ark., 2000).

Oral Streptokoklar

Marsh (2000) 'Oral Mikrobiyoloji' kitabında, insanların ağız florasında bulunan en baskın bakteri türünün Gram (+) Kok grubu olduğunu belirtmiştir. Oral Streptokokların dört grup altında incelendiğinden bahsetmiştir (Tablo 2.2).

Tablo 2.2: Oral Streptokoklar (Marsh, 2000)

Mutans Grubu	Salivarius Grubu	Anginosus Grubu	Mitis Grubu
Streptococcus mutans	Streptococcus salivarius	Streptococcus constellatus	Streptococcus gordonii
Streptococcus downei		Streptococcus intermedius	Streptococcus parasanguinis
Streptococcus cricetus		Streptococcus anginosus	Streptococcus oralis
Streptococcus rattus			Streptococcus mitis
Streptococcus ferus			Streptococcus crista
Streptococcus macacae			Streptococcus sanguinis
Streptococcus sobrinus			

Mutans grubu streptokoklar üzerinde yapılan genetik çalışmalarda, bakterilerin hücre duvarı üzerinde yer alan karbonhidrat antijenlerine göre 9 serotip tanımlanmıştır. Farklı serotipe sahip bakterilerin biyokimyasal, genetik ve serolojik incelemelerde oldukça fazla heterojenite sergilediği bildirilmiştir. Sonuç olarak yapılan araştırmalar neticesinde Mutans grubu streptokoklar (MS) *S. mutans, S. cricetus, S. rattus, S. macacae, S. sobrinus, S. ferus ve S. downei* olarak 7 farklı gruba ayrılmıştır (Marsh, 2000).

Yapılan hayvan çalışmalarında ise bu bakteri gruplarından S. *cricetus, S. mutans, S. sobrinus ve S. rattus* türlerinin karyojen oldukları bildirilmiştir (Marsh, 2000).

Clarke tarafından insan dişleri üzerinde yapılan klinik çalışmalarda ilk defa 1924 yılında *S. mutans* insan çürük lezyonundan izole edilmiştir. 1960'lı yıllarda *S. mutans* üzerine yapılan çalışmaların artması sonucunda, diş çürüğüne sebep olan temel etiyolojik faktör olduğu bildirilmiştir (Carlsson, 1975). Ayrıca araştırmacılar, *S. mutans* bakterisinin, bireylerin çürük aktivitesine bağlı olmaksızın her bireyin ağzında görülebileceğini bildirmiştir.

Oral Laktobasiller

Oral streptokokların ardından, insan diş çürüklerinin %1'inden izole edilen bir diğer bakteri grubu ise oral laktobasil grubu bakterilerdir. Laktobasil grubu bakteriler gram (+), katalaz (-) ve fakültatif anaerobik koklar olarak tanımlanmaktadır. Çürük oluşumunun başlamasının adından, mine ve kök yüzeyinde sayıca artış gösterirler (Marsh, 2000).

Yapılan çalışmalarda, laktobasil grubu bakterilerin diş yüzeyine fazla afiniteleri olmadığı, dental plağın mikrobiyal içeriğinde oldukça az bulunduğu bildirilmiştir. *S. mutans* tarafından çürük lezyonun oluşturulmasının ardından sekonder olarak bölgeye yerleşmektedir (Marsh, 2000).

Laktobasil grubu bakterilerin sınıflandırılması ise, glikoz fermantasyonu sırasında açığa çıkardıkları son ürünlere göre yapılmaktadır. Glikoz fermantasyonu sonucu laktik asit açığa çıkaran grup homofermantatif olarak isimlendirilirken, fermantasyon sonucundan laktik asidin yanında karbondioksit, asetat ve etanol açığa çıkaran grup heterofermantatif olarak nitelendirilmektedir (Marsh, 2000) (Tablo 2.3).

Tablo 2.3: Oral Laktobasiller (Marsh, 2000)

Homofermentatif Grup	Heterofermentatif Grup
Lactobacillus casei	Lactobacillus brevis
Lactobacillus plantorum	Lactobacillus buchneri
Lactobacillus salivarius	Lactobacillus cellobiosus
Lactobacillus acidophilus	Lactobacillus fermentum

2.1.3. Diş Çürüğünün Epidemiyolojisi

Diş çürüğü, dünya üzerindeki insanların %60-90'ını etkileyen enfeksiyöz bir diş hastalığı olarak tanımlanmaktadır (Autio-Gold ve Tomar, 2008). Sosyoekonomik düzeyin yüksek olduğu ülkelerde daha düşük düzeyde gözlenirken, sosyoekonomik düzeyin düşük olduğu bölgelerde daha yaygın olarak gözlenmektedir. Bölgeler arasındaki genetik farklılıklar hesaba katılmazsa çürük görülme oranları arasındaki büyük farklılıklar bireylerin beslenme alışkanlıkları ve koruyucu uygulamalara erişilebilirliklerindeki farklılıklardan dolayı kaynaklanmaktadır (Cate, 2009).

Ülkemizde, 2013 yılında Orta-Anadolu bölgesinde okul öncesi 1-5 yaş arası çocuklarda çürük prevelansının değerlendirildiği bir çalışmada çürük oranı %17 olarak bildirilmiştir (Doğan ve ark., 2013).

Türk Diş Hekimliği Birliği'nden alınan 2004 Türkiye Ağız ve Diş Sağlığı verilerine göre Türk toplumunda yaş gruplarına göre çürük görülme sıklığı 5 yaş için %69.8, 12 yaş için %61.1, 15 yaş için %61.2 olarak bildirilmiştir (http://www.tdb.org.tr/sag_menu_goster.php?Id=96.html , 17 Haziran 2017).

Diş çürüğü sınıflamaları; etkilenen sert dokuya göre (mine, dentin ve sement), diş yüzeyinde etkilenen anatomik bölgeye göre (pit, fissür ve düz yüzey), etkilenen dişin türüne göre (süt veya daimi) ve son olarak çürük lezyona ilk kez ya da tekrarlayan müdahalelere göre (primer veya sekonder çürük) yapılabilir (Zero, 1999).

Çürük lezyonun özellikleri, süt ya da daimi dişlerde bulunmasına göre farklılık göstermektedir. Bu sebeple tedavi prosedürleri de farklılık göstermektedir. Süt dişi çürük lezyonların tedavisine geçmeden önce süt dişi çürük lezyonların özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

2.2. Süt Dişlerinde Çürük Lezyonları

Süt dişleri hem anatomik yapısı, hem çeneler üzerindeki dizilimi, hem de kimyasal bileşim olarak daimi dişlere göre bazı farklılıklara sahiptir. Dolayısıyla süt dişlerinde görülen çürük lezyonların oluşum ve ilerleme aşamaları, daimi dişlere görülen çürük lezyonlara göre oldukça farklıdır (Uzel, 2012).

Süt dişi mine ve dentini daimi diş mine ve dentinine göre daha ince yapıdadır. Süt dişi pulpası ise oransal olarak daimî diş pulpasına göre daha geniş bir alan kaplamaktadır. Pulpa boynuzu ise daimi diş pulpa boynuzuna göre daha yüzeyel konumlanmaktadır. Bu sebeple süt dişlerinde çürük lezyonun tedavi sırasında perforasyon riskine karşı daha dikkatli olunmalıdır (Snawder ve Gonzales, 1980).

Daimi dişlerin aproksimal yüzeylerinde nokta şeklinde kontak noktaları görülürken, süt molar dişlerinde düz yüzey halinde kontak noktaları görülmektedir. Bu sebeple süt dişlerinde görülen aproksimal çürüklerde daha geniş arayüz kavitelerine rastlanmaktadır (Uzel, 2012).

Literatürde, süt dişlenme döneminde çürük lezyon görülmesinin, karışık dişlenme ve erken daimi dişlenme döneminde de çürük görülme olasılığını artırdığı bildirilmiştir (Hallett ve O'Rourke, 2003). Bu nedenle süt dişlerinde görülen çürük lezyonların tedavisi oldukça önem taşımaktadır.

2.3. Süt Dişi Çürük Lezyonların Tedavisinde Kullanılan Restoratif Materyaller

Çürük dokunun uzaklaştırılması sonrasında, kaybedilen diş dokusunun tamamlanması ve diş fonksiyonunun tekrardan kazandırılması amacıyla, geçmişten günümüze çeşitli restoratif materyaller geliştirilmektedir (Önal, 2004).

Tarih boyunca insan vücudunu tedavi etmek için kullanılan materyaller, özellikle de ağız boşluğunda kullanılan materyaller, çevre ile etkileşimi olmayan pasif ve istikrarlı malzemeler arasından seçiliyordu. İnsan vücudu ile kesin etkileşimi olan aktif maddelerin kullanılmasındaki ilk kıvılcım, diş restorasyonlarında florid salabilen materyallerin kullanılmasının yararlı olabileceği görüşü olmuştur.

Süt dişi restorasyonlarında kullanılması önerilen restoratif materyallerde bulunması istenilen özellikler şu şekilde sıralanmaktadır (Jensen, 2001):

- Biyouyumlu olması
- Estetik özelliklerinin iyi olması
- Mikrosızıntıyı engelleyecek şekilde tam bir kenar uyumu sağlaması
- Uygulama basamaklarının basit ve kısa, maniplasyonunun kolay olması
- Raf ömrünün uzun, maliyetinin düşük olması
- Aşınma ve kırılma direncinin yüksek, ısısal genleşme katsayısının dişe yakın olması
- Düşük düzeyde polimerizasyon büzülmesi göstermesi
- Florid salınım özelliği olmasının yanı sıra, topikal florür uygulamaları ile reşarj olabilmesi
- Radyoopak olması

Günümüzde, yukarıda saydığımız kriterlerin tümüne uyan ideal materyal henüz üretilememiş olsa da bu konudaki çalışmalar devam etmektedir. Süt dişi restoratif tedavilerinde ise önerilen materyaller cam iyonomer simanlar ve geliştirilmekte olan

türevleri ile yine cam iyonomer simanlara benzer özellikleri olan ancak rezin esaslı bir materyal olan kompomerlerdir.

2.3.1. Cam İyonomer Simanlar

Diş hekimliğinde ‟akıllı materyal'' üretme konsepti özellikle son on yılda hız kazanmıştır (McCabe ve ark., 2011). Cam iyonomer simanların akıllı davranışı, ilk kez Davidson tarafından bildirilmiştir (McCabe ve ark., 2009). İlk ticari cam iyonomer siman, ASPA I adı altında Dentsply DeTrey tarafından üretilmiştir. Günümüzde; bu özellikleri sayesinde cam iyonomer simanlar, diş hekimliğinin çeşitli dallarında oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Cam iyonomer simanların diğer restoratif materyallere kıyasla sağladığı avantajlardan biri, diş dokusuna kimyasal bağlantıyı sağlayabilmek için başka herhangi bir ajan gerektirmemesidir. Bu sayede mekanik retansiyonu artırmak için ek kavite preparasyonuna da gerek kalmamaktadır. Bunun dışında cam iyonomer simanlar oldukça iyi bir biyouyumluluğa sahiptir (Choi ve ark., 2008). Florid salınım özelliği, restorasyonda sekonder çürük oluşumunu engellemektedir. Ayrıca florid salınım özelliği sayesinde bakteriostatik etki de elde edilebilmektedir (McComb ve Ericson, 1987). Cam iyonomer simanlar, ısı iletkenliklerinin dentine yakın olmasından dolayı pulpayı ısısal etkilerden korumaktadır (Önal, 2004). Diğer materyallerle kıyaslandığında daha düşük termal genleşme katsayısına sahiptir. Cam iyonomer simanların estetik özellikleri de diğer metalik restoratif materyallere göre oldukça iyidir. Yarı şeffaf özelliktedirler (Albers, 2002). Boyanma testlerinde silikat simanlar, hatta kompozit rezinlerle karşılaştırılmış ve diğer gruplara göre boyayıcı özellikteki ajanlardan daha az etkilendikleri bildirilmiştir (Mount, 1993).

Geleneksel cam iyonomer simanların tüm olumlu özelliklerine rağmen en zayıf oldukları nokta mekanik özellikleridir. Konvansiyonel cam iyonomer simanların abrazyon, gerilme, kırılma, aşınma dayanımları oldukça düşüktür (Kawano ve ark., 2001). Cam iyonomer simanlar neme ve aşırı kuruluğa karşı oldukça hassastır. Yapılan çalışmalarda, şiddetli oklüzal kuvvete maruz kalan alanlarda konvansiyonel cam iyonomer simanlarla yapılan restorasyonlarda başarılı sonuçlar elde edilememiştir (Hickel ve ark., 1999). Kompozit rezin materyallerle karşılaştırıldıklarında estetik özellikleri iyi değildir. Bu sebeple geleneksel cam iyonomer simanların mekanik

özelliklerini geliştirmek için toz/likit oranının değiştirilmesi, HEMA (2-hidroksietilmetakrilat) gibi hidrofilik monomer içeren rezin modifiye cam iyonomer simanların geliştirilmesi, poliakrilik asidin modifiye edilmesi, siman tozuna amalgam, metal, fiber, hidroksiapatit ve biyoaktif madde ilavesi gibi modifikasyonlar yapılmıştır (Lohbauer ve ark., 2003).

Toz/Likit Oranının Değiştirilmesi

Diş hekimliğinde kullanılan ve konvansiyonel yöntemlerle hazırlanan tüm restoratif materyallerde toz/likit oranı, ideal fiziksel özelikleri sağlamak için dikkat edilmesi gereken en önemli faktörlerden biridir. Kabul edilebilir sınırlar içerisinde toz miktarının artırılması, optimum fiziksel özelliklerin sağlanmasına katkı sağlamaktadır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken bir diğer husus, toz oranının artırılmasıyla çalışma süresinin de kısalacağıdır (Zhao ve ark., 2009).

Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar, geleneksel cam iyonomer simanların fiziksel özelliklerinin artırılması için içeriğine rezin ilave edilmesiyle elde edilmiş ve 1991 yılından itibaren kullanılmaya başlanmıştır (Mitra, 1991). Materyal, temel olarak klasik cam iyonomerler (temel cam tozu, su ve poliasit) ile aynı temel bileşenleri içermektedir. Ancak geleneksel cam iyonomerlerden farklı olarak monomer bileşeni ve buna bağlı olarak başlatıcı sistemi içermektedir. Kullanılan monomer genellikle HEMA ve başlatıcı da kamfırikinondur (Mitra, 1991). Rezin modifiye cam iyonomer simanlarda kullanılan cam, geleneksel cam iyonomer simanlarda kullanılanlarla aynıdır. Asitli polimer de aynı olabilir, ancak bazı materyallerde doymamış vinil gruplarıyla biten yan zincirlerle modifiye edilmiştir. Bu yan zincirler, ilave polimerizasyon tepkimesine karışabilir ve polimer zincirleri arasında kovalent çapraz bağlar oluşturabilir (Berzins, 2010).

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar, geleneksel cam iyonomer simanlara göre daha kolay uygulama prosedürlerine sahiptirler. Mekanik ve estetik özellikleri geleneksel cam iyonomer simanlara göre daha iyidir. Diş sert dokularına kimyasal adezyon ile bağlanabilirler. Florid salınımı yapabilir ve termal izolasyon da göstererek pulpayı zararlı ısısal etkilerden korurlar (Önal, 2004). Rezin modifiye cam iyonomer simanların estetik özellikleri, gerilme ve kopma dirençleri geleneksel cam

iyonomerlere göre daha iyidir. Fakat basınca karşı dirençleri geleneksel cam iyonomerlerle aynıdır. Rezin modifiye cam iyonomerler, geleneksel cam ionomerlere göre ağız ortamında daha az çözünürlük gösterirler ve daha uzun çalışma süresine sahiptirler (O‟‟Brian, 2002).

Rezin modifiye cam iyonomer simanların florid salınım mekanizması, geleneksel cam iyonomer simanların florid salınım mekanizmasıyla temel olarak aynıdır (De Witte, 2000). Ancak biyouyumlulukları, içerdikleri HEMA molekülü ve bu molekülün artık monomer olarak kalabilme ihtimali sebebiyle geleneksel cam iyonomerlere göre ciddi manada tehlikeye girmiştir. Yapılan çalışmalarda, restorasyon sonrasında ilk 24 saatte değişen miktarlarda HEMA salınımı olabileceği bildirilmiştir (Palmer, 1999). Serbest kalan HEMA miktarı, restoratif materyalin sertleşme reaksiyonu boyunca maruz kaldığı ışığın dercesine bağlı olarak değişebilmektedir. Serbest kalan moleküllerin dentinden diffüze olarak pulpa için sitotoksik etki gösterebileceği bildirilmiştir (Kan ve ark., 1997). Ancak materyalin oldukça biyouyumlu olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (Marquezan ve ark., 2009). Rezin içeriğinden dolayı hidratasyon ve dehidratasyona uğrayabilirler. Polimerizasyon büzülmesi sonucu mikrosızıntı oluşumuna bağlı olarak, restore edilen dişte postoperatif ağrı gelişebilir (O‟‟Brian, 2002).

Rezin modifiye cam iyonomerler, geleneksel cam iyonomerler ile aynı klinik endikasyonlarda kullanılabilmektedir. Fakat polimerizasyonları sırasında ışık cihazı gerektirdikleri için sadece ART (Atravmatik Restoratif Tedavi) tekniğinde önerilmemektedir (Sidhu, 2010).

Poliakrilik Asidin Modifiye Edilmesi

Bu materyaller 1994 yılında geliştirilmiştir. Genellikle %30 cam iyonomer siman ve %70 oranında kompozit içeriğine sahiptir. Materyal, cam partikülleri içerir fakat içerisindeki partikül oranı polimerizasyon için gereken asit-baz reaksiyonunu başlatacak düzeyde olmadığından, materyali tanımlamak için cam iyonomer terimini kullanmak çok da doğru bir seçim olmayacaktır. Bu sebeple literatürde sıklıkla poliasit modifiye kompozit rezin ya da kompomer terimleri tercih edilmektedir.

Cam iyonomer simanların geçmişi oldukça eski olsa da, kompomerler 1994 yılında piyasaya sürülmüştür. Esasında yapısal olarak hem cam iyonomer simanlara

hem de rezin asaslı restoratif materyaller ile benzerlik göstermektedir. Kompozit esaslı materyallerin estetik özellikleri, kolay polimerize olmaları ve cam iyonomer simanların florid salınım özelliklerine sahiptir (Meyer, 1998).

Yapısal olarak kompozit rezinlere oldukça benzer özellik göstermektedirler. Organik matriks kısmında BİS-GMA, UDMA, TEGDMA, HEMA ve başlatıcı olarak kamforkinon içermektedir (Schneider, 2000).

Çocuk diş hekimliğinde oldukça yaygın kullanım alanı olan kompomerlerin yapısına, 2000'li yılların başında renk pigmentleri de ilave edilmiştir. Böylece pembe, mavi, yeşil, altın, dut, gümüş ve portakal renginde kompomerler elde edilmiştir.

Kompomerler, genellikle süt dişi daimi restorasyonları ve daimi dişlerde Sınıf III ve V restorasyonlarda kullanılmaktadır (Christensen, 1997). Kullanımı, geleneksel cam iyonomerler ve rezin modifiye cam iyonomerlere göre oldukça kolay bir materyaldir. Estetik özellikleri, renk seçenekleri ve oklüzal kuvvetlere karşı gösterdikleri direnç yönüyle cam iyonomer simanlardan üstünlükleri kabul edilmektedir (Kramer, 2007). Yapılan çalışmalarda mine ve dentine bağlanma kuvvetlerinin, rezin modifiye cam iyonomer simanlardan daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Croll, 2007). Fakat sertleşme reaksiyonunun ışık cihazına bağlı olması sebebiyle, reaksiyon sırasında ışığın ulaşamadığı bölgelerde polimerizasyon tamamlanamamaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalarda, içeriğindeki cam iyonomer miktarı düşük olduğundan dolayı, florid salınımının da geleneksel ve rezin modifiye cam iyonomer simanlara göre oldukça düşük değerlerde olduğu bildirilmiştir (Kramer, 2007).

Amalgam İlavesi

Amalgam, icat edildiği 160 yıl öncesinden bu yana diş hekimliği pratiğinde oldukça sık kullanılan bir restoratif materyaldir (Kenneth, 1991). İçeriğinde civa, gümüş, bakır, çinko ve palladyum gibi metaller bulunmaktadır (Kenneth, 1991). Aşınma direnci yüksek bir materyal olmasından dolayı özellikle estetik kaygının olmadığı, oklüzal şiddete maruz kalan posterior restorasyonlarda tercih edilmektedirler.

Araştırmacılar, amalgamın sahip olduğu fiziksel özelliklerinden dolayı, cam iyonomer simanın içerisine amalgam eklenmesiyle, fiziksel özelliklerini geliştirebilecekleri fikriyle yola çıkmışlardır. Fakat içeriğine amalgam eklenen cam iyonomer simanın abrazyona karşı gösterdiği direnç, istenilen düzeyde artış gösterse de, diğer özelliklerinde istenilen miktarda iyileşme sağlanamamıştır. Ayrıca materyalin mine ve dentine olan adezyon değerlerinde, içeriğine amalgam eklenmesiyle birlikte azalma meydana gelmiştir. Amalgam eklenmesi sonrası materyalin renginin griye dönmesi sebebiyle estetik olarak da tatmin edici sonuçlara ulaşılamamıştır. Amalgam eklenen cam iyonomer simanın daha kırılgan hale gelmesi sebebiyle oklüzal streslere karşı koyma gücünde de geleneksel cam iyonomerlere göre istatistiksel anlamda anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir (McLean, 1985).

Metal İlavesi

Geleneksel cam iyonomer simanların fiziksel özelliklerini geliştirmek amacıyla, materyale metal partikülleri ilave edilmiştir. Sonuç olarak; yapılan çalışmalarda daha üstün yorulma direnci değeri rapor edilmiş fakat diğer fiziksel özellikler bakımından metal ilavesine rağmen amalgam ve posterior kompozitlere göre yine de zayıf oldukları bildirilmiştir (Nakajima, 1996).

Hidroksiapatit İlavesi

Hidroksiapatit, kemik ve diş dokusunun temelini oluşturur. Diş minesinin yaklaşık %97sini oluşturmaktadır. $Ca_{10}(PO4)_6(OH)_2$ kompleksindeki serbest uçlu hidroksil iyonları, floroapatit oluşturmak üzere florid iyonları ile yer değiştirebilmektedir. Kayalarda ve deniz mercanında bulunan hidroksiapatit, memeli kemik ve sert dokularındaki mineral bileşenlerine benzerlik gösterdiğinden, dental uygulamalarda biyoaktif materyal olarak kullanılabilmektedir. Bu sebeple araştırmacılar, cam iyonomer simanlara hidroksiapatit ilavesini gündeme getirmişlerdir (Featherstone, 2000). Bilinen hiçbir yan etkisi olmayan hidroksiapatit ilavesinden sonra cam iyonomer simanın biyouyumluluğunu değerlendiren birçok insan ve hayvan çalışması bulunmaktadır. Fiziksel özelliklerini değerlendiren çalışmalarda dentine bağlantı değerleri ve aralıksız flor salınımı ile ilgili olumlu sonuçlar bildirilmiştir (Lucas, 2003).

Fiber İlavesi

Araştırmacılar tarafından geleneksel cam iyonomer simanların remineralizasyon aktiviteleri ve mekanik özelliklerinin artırılması için içeriğine nanofiber ilave edilmesi de düşünülmüştür. Chen ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada, dental restoratif materyallerin içerisine düşük oranlarda ve homojen bir şekilde ilave edilen nanofiberlerin, son derece biyouyumlu olmakla birlikte materyalin mekanik özelliklerini geliştirdiği bildirilmiştir.

Biyoaktif Cam İlavesi

Biyomateryal olarak adlandırılan malzeme grubunda yer alan biyoaktif camlar, son yıllarda diş hekimliğinde oldukça geniş bir kullanım alanına sahip olmuştur (Evcin, 2014). Biyomateryaller, insan dokuları ile temas ettiklerinde herhangi bir toksik reaksiyona sebep olmayan sentetik materyaller olarak tanımlanmaktadır. Biyoaktif camlar ilk kez 1969 yılında Hench ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Biyoaktif camların en önemli özelliği, enzimatik faaliyetleri desteklemeleri, vasküler doku oluşumuna olanak sağlamaları, kemik dokudaki mezenkimal hücre farklılaşmasını indüklemeleri ve vücut sert dokuları ile organik bağ oluşturmalarıdır (Kumar, 2009). Biyoaktif özellik gösteren dental restoratif materyallerin içeriğinde, biyomateryallerin önemli bir bölümünü oluşturan seramikler vardır (Evcin, 2014). Biyoaktif seramikler sınıfında yer alan biyoaktif camların temel özelliği, yüzey dokuları ile bağ oluşumu sağlayan ‟hidroksikarbonaapatit'' tabakasını oluşturmasıdır. Bu üzellikleri sayesinde biyoaktif cam içerikli materyaller diş sert dokularına kimyasal olarak bağlanabilmektedir (Andersson, 1991).

Biyoaktif camlar; diş sert dokularına kimyasal bağlanabilme ve remineralizasyonu teşvik etme gibi özelliklerinden dolayı günümüz diş hekimliğinde birçok alanda kullanım sıklığı giderek artan bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle dentin hassasiyetinin giderilmesinde ve dentinin remineralizasyonunda kullanılmaktadır (Kulan, 2011).

Yapılan *in-vivo* çalışmalarda biyoaktif cam ile distile suyun karıştırılmasıyla elde edilen patın, dentin tübüllerinde kimyasal değişikler meydana getirmesi sonucu dentin ile yapısal bütünlük sağladığı bildirilmiştir (Efflandt, 2002). Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, biyoaktif camın dolgu materyali olarak

kullanabileceği düşüncesi ortaya çıkmıştır. Yapılan bir diğer çalışmada ise; biyoaktif cam içerikli restoratif materyallerin çürüğe neden olan patojenler üzerinde (*S. Mutans, S. Sangius*) antimikrobiyal etkili olduğu bildirilmiştir (Allan, 2001).

Araştırmacılar; yapılan çalışmalarda elde edilen verilerin ışığında, biyoaktif camların diş hekimliğinde mineralizasyon sağlayan ve antimikrobiyal etkinliği olan ajanlar olarak restoratif materyallerin yapısına doldurucu komponent olarak kullanılabileceğini belirtmektedir (Efflandt, 2001). Bu sebeple cam iyonomer simanların bağlantı değerlerini ve remineralizasyon kabiliyetlerini artırmak ve antimikrobiyal etki sağlamak amacıyla içeriğine biyoaktif cam doldurucu ilave edilmesi düşünülmüştür. Bağlantı değerlerinin değerlendirildiği çalışmalarda cam iyonomer simana biyoaktif cam ilavesi sayesinde iyon alışverişi yoluyla diş yüzeyine bağlantı değerlerinin arttığı bildirilmiştir (Yli-Urpo, 2004). Fakat basma dayanımının değerlendirildiği çalışmalarda, restoratif materyallere eklenen biyoaktif cam partiküllerinin basma dayanımını azalttığı bildirilmiştir (Ana, 2003). Eğilme dayanımlarının değerlendirildiği bir diğer çalışmada ise materyalin içeriğindeki biyoaktif cam miktarının artmasıyla eğilme dayanımının azaldığı bildirilmiştir (Yang, 2013). Son olarak; biyoaktif cam içerikli restoratif materyallerin antimikrobiyal etkinliği ve remineralizasyon aktivitelerinin değerlendirildiği çalışmalarda antimikrobiyal etkinliği ve remineralizasyon aktivitelerinin yeterli düzeyde olduğu ve iyon salınımı sayesinde sekonder çürük oluşumunu yavaşlattıkları bildirilmiştir (Khvostenko, 2013).

2.4. Dental Restoratif Materyallerin *İn-Vivo* Değerlendirilmesi

Diş hekimliği alanında kullanılan materyallerin belirli fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelendiği *in-vitro* çalışmalar, aynı amaçla kullanılan benzer materyaller arasındaki farklılıklar ve bu materyallerin güvenilirlikleri konusunda fikir vermektedir. Yapılan klinik çalışmalar ise bu materyallerin ağız ortamında maruz kalacakları sıcaklık değişimi, pH değişimi, oklüzal kuvvetler, bireyin sahip olduğu kötü alışkanlıkların etkisi ve ağız sıvılarının mevcudiyetindeki davranışlarının anlaşılması, klinik uygulamanın kolaylığı ve maliyet gibi konularda araştırmacılara oldukça güvenilir bilgiler sağlamaktadır. Knibbs, (1997), dental materyalleri değerlendirmek amacıyla yapılan *in-vitro* çalışmaların sonuçlarının daha iyi

değerlendirilebilmesi için mutlaka klinik çalışmalarla desteklenmesi gerektiğini vurgulanmıştır.

İn-vivo çalışmalar, geliştirilen dental materyallerin klinik olarak gönüllü insanlar üzerinde belirli zaman aralıklarında takibine olanak sağlayan çalışmalardır. Esasında, materyallerin biyouyumluluğuyla ilgili en doğru sonuçları elde etmemizi sağlayan en güvenilir yöntemdir. Klinik çalışmalarda kullanılan yöntemlere örnek olarak pulpa irritasyon testleri, kemik içi implant testleri, mukoza ve gingival kullanım testleri, ortodontik apareylerin klinik takibi, belirli restoratif materyaller ile yapılan restorasyonların takibi verilebilir (Schmalz, 2009).

2.5. Dental Restoratif Materyallerin *İn-Vitro* Değerlendirilmesi

Restoratif materyallerin klinik kullanımına başlanmadan önce, farklı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin etkinliğinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Literatürde, materyallerin farklı fiziksel özelliklerinin çeşitli testlerle değerlendirildiği biçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Fakat materyalin fizisel özellikleri ne kadar ideal olursa olsun, klinik uygulama sonrasında biyouyumlulukları ve antibakteriyel özellikleri hakkında da bilgi sahibi olmamız gerekmektedir.

2.5.1. Materyallerden Salınan Florid İyonu Miktarının Değerlendirilmesi

Florid iyonu, ilk kez 1530 yılında Alman bilim insanı Georgius Agricola tarafından tanımlanmıştır. Tek değerli negatif (-) yüklü olan florid iyonu, periyodik cetveldeki en reaktif element olarak da tanımlanabilir. Saf formu oldukça zehirli bir gaz olan florid iyonu, saf formuyla deriye temas etttiğinde oldukça ciddi kimyasal yanıklara sebep olmaktadır (http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc36.htm).

Diş hekimliğinde florid iyonunun önemin ilk olarak 1874 yılında Edhadt tarafından bildirilmiş, 1892 yılında ise Crichton Browne tarafından diyetle alınması önerilmiştir. 1931 yılında ise günümüz remineralizasyon tekniklerine benzer olarak süte, tuza, suya ve ilaçlara ilave edilmesi gündeme gelmiştir (Murray, 1996).

Topikal uygulamalar ile florid iyonunun vücuda alımının ardından ancak 30 dk. sonra tükürükteki florid iyonu değerinin en yüksek seviyeye ulaştığı kanıtlanmıştır. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) bu konu ile ilgili hazırladığı raporlarda topikal florür uygulamaları sonrasında vücuttaki florid iyonu miktarının ancak 1 saat

sonrasında normal değerlere indiği bildirilmiştir. Aynı raporda, küçük çocuklarda gelişmekte olan dokuların florid iyonuna oldukça duyarlı olduğu ve bu sebeple vücuda alınan floridin yarısından fazlasının kalsifiye dokularda biriktiği, fakat genç erişkin bireylerde ise vücuda topikal yolla alınan florid iyonunun %50 sinin ilk 24 saat içerisinde kalsifiye dokularda birikim gösterirken, diğer %50'lik kısmının idrarla atıldığı rapor edilmiştir.
(http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/39746/1/WHO_TRS_846.pdf).

Fejerskov ve Ellwood (2003) çalışmalarında, florid iyonunun diş minesi, dentin ve kemik yapısına girdiğini ve floroapatit olarak mine yüzeyinde birikim göstererek minenin çözünürlüğünü azalttığını bildirmişlerdir. Remineralizasyon etkisi de göstererek diş çürüğünün oluşumunu ve ilerlemesini önlediği bildirilmektedir. Aynı zamanda çalışmada, florapatit olarak minede biriken florid iyonunun bakteriyel enzimleri inhibe ettiğinden de bahsedilmektedir.

Literatürde araştırmacılar, florid salınım değerlerlerini ölçmek için kapiller elektroforez, spektrofotometre, mikrodifüzyon, gaz kromatografisi ve iyon spesifik elektrot yöntemlerini kullanmışlardır (Kim ve Hong, 2007).

Kapiller Elektroforez Yöntemi

Elektroforez, iletken bir çözelti içerisindeki molekül ya da yüklü parçacıkların elektriksel alan varlığında göç etmesidir. Bu yöntem ile çözelti içerisindeki protein, peptit, aminoasit, nükleik asit, organik asit ve bazlar ile inorganik iyonların ayrımı yapılabilmektedir (Nemutlu ve Özaltın, 2005).

Spektrofotometre Yöntemi

Spektrofotometrik yöntemler, bir solüsyonda bulunan makro molekül ve iyonların miktar tayininin yapılmasında kullanılan yöntemlerdir. Bu yöntemde, analiz yapılması istenilen örnek üzerine belirli bir ışık demeti yarıklar ve prizmalar aracılığı ile gönderilir ve örnek üzerindeki moleküllerin ışığı emme derecesine göre iyon analizleri gerçekleştirilir (http://bys.trakya.edu.tr/file/open/43772175).

Mikrodifüzyon Yöntemi

Mikrodifüzyon yöntemi esas olarak yumuşak dokular ve bakteri plağı üzerindeki florid iyonu miktarını belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Biyolojik yapılardaki florid iyonu güçlü asidik bileşikler kullanılarak çözülmekte ve hidrojenflorür (HF) oluşturmaktadır. Sonrasında HF, trimetilflorosilan'a (TMFS) dönüştürülmekte ve difüzyon işlemi de bu gazın absorbsiyonu vasıtasıyla gerçekleşmektedir (Oğuz, 2013).

Gaz Kromatografisi Yöntemi

Gaz halinde bulunan ya da kolay buharlaştırılabilinen maddelerin birbirinden ayrılması amacıyla kullanılan yöntemdir. Gaz kromatografisi, oldukça kompleks karışımları birbirinden ayırabilme özelliğinin yanı sıra çok küçük miktarlardaki iyonları bile tespit edebilir. Ayrıca çok hızlı sonuç alınabilir. Analizlerin doğruluk payı yüksektir ve tekrarlanabilir (Ayaz ve ark., 1998).

İyon Spesifik Elektrot Yöntemi

Florid iyonu ölçümlerinde günümüzde yaşanan en büyük gelişme, florid iyon seçici elektrodun geliştirilmesidir. Bu elektrod, serbest florid iyonu aktivitesine yanıt verir. Bu sebeple günümüzde, yukarıda bahsettiğimiz diğer ölçüm metodlarının yerini almıştır. Fakat ortamdaki florid aktivitesi, çözeltinin pH'ı ve iyonik konsantrasyonundan etkilenmektedir. Bu sebeple ölçümler öncesinde standart solüsyonlar hazırlanarak kalibrasyon yapılmalıdır. Hazırlanan standartlar ve ölçüm yapılacak çözeltinin benzer özellikte olmasını sağlamak amacıyla örneğe TISAB (ortamın iyon şiddetini ayarlayan tampon) çözeltisi eklenmelidir. TISAB çözeltisi aynı zamanda kompleks metal iyonlarından florid salan ve ortamda uygun pH dengesini ayarlayan reaktifler içermektedir (Oğuz, 2013).

2.5.2. Materyallerin Antibakteriyel Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Literatürde, dental restoratif materyallerin antibakteriyel özelliklerinin değerlendirmek amacıyla birçok yöntem kullanıldığı görülmüştür. Kabalay (2003) agar difüzyon test yöntemi, Li ve Bowden (1994) bakteri kültür metodu, Munshi ve ark. (2001) seri tüp dilüsyon yöntemi ve disk difüzyon testi, Weiss ve ark. (1996) direkt kontakt testi (DKT) yöntemini kullanmışlardır.

Agar Difüzyon Test Yöntemi

Rutin laboratuvar tetkiklerinde mikroorganizma duyarlılığının saptanmasında en sık kullanılan yöntemdir. Maliyeti oldukça düşük ve uygulaması kolay olan bu yöntem Kirby-Bauer tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde duyarlılık testine tabii tutulmak istenen bakteriler, sıvı besiyerine inkübe edilir. 24 saatin sonunda sıvı kültürden alınarak agara yayma yöntemiyle ekim yapılır. Cam petri kutuları oda ısısında kurutulur. Sonrasında antibakteriyel özelliğine bakmak istediğimiz dental materyallerin ISO (International Organization for Standardization) standartlarına uygun olarak hazırlanmış numuneleri, petri kabında açılan çukurlara aseptik bir şekilde yerleştirilir ve petri kapları uygun süre zarfında etüvde bekletilerek ölçümler gerçekleştirilir (Özyürek ve Demiryürek, 2016).

Bakteri Kültür Metodu

Kendi içerisinde beş alt gruba ayrılan bu yöntemde, ölçüm yapılması planlanan materyallerden homojen numuneler hazırlanır, uygun koşullarda saklanması sağlanır. Numuneden hazırlanan dilüsyonlardan kullanılması planlanan besiyerine ekim yapılır. Uygun sıcaklıkta inkübasyona bırakıldıktan sonra filtreler üzerinde üreyen bakterilerin sayımı yapılır (Akca, 2005).

Seri Tüp Dilüsyon Yöntemi

Dilüsyon testleri esasında, bir antimikrobiyal ajanın herhangi bir mikroorganizmanın üremesini inhibe etmek için gerekli olan minimum miktarının hesaplanmasında kullanılan yöntemlerdir. Test sonucunda elde edilen MİK (minimum inhibisyon konsantrasyonu) değerleri, enfeksiyon sebebi olan mikroorganizmayı ortadan kaldıracak minimum ilaç konsantrasyon değerini verir (Tevfik, 2004).

Direkt Kontakt Test Yöntemi

Direkt kontakt test yönteminde, teste tabii tutmayı düşündüğümüz materyale ait numuneler ile bakterilerin direkt kontakta olması sağlanmaktadır. Yöntem, akışkan olmayan materyallerin antibakteriyel aktivitesini değerlendirmek amacıyla kullanılmaya başlanmıştır (Weiss, 1996). Test esasında, materyaller ile bakteriler arasında fiziksel kontağın bakteri büyümesine etkisini değerlendirmeye yöneliktir (Lewinstein ve ark., 2005).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma, *in-vivo* ve *in-vitro* koşullarda iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın *in-vivo* kısmında iki farklı rezin modifiye cam iyonomer siman, kapsül formunda geleneksel cam iyonomer siman ve biyoaktif cam içerikli rezin modifiye cam iyonomer simanın klinik değerlendirilmesi yapıldı. *İn-vitro* kısımda aynı materyallerin antibakteriyel özellikleri ve florid iyonu salınımları değerlendirildi.

3.1. Cam İyonomer Siman Materyallerinin *İn-Vivo* Değerlendirilmesi

Bu araştırma için gerekli olan etik kurul onayı Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi İlaç ve Tıbbı Cihaz Dışı Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 14.12.2016 tarihli ve 11/2016 sayılı toplantı ile alındı (EK A). Çalışmaya dahil olan gönüllü katılımcılara, Etik Kurul'un talebine uygun olarak hazırlanan çalışmanın amacı, içeriği, yöntem ve sorumluluklarını belirten 'Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu' okutularak imzalı onayları alındı (EK B).

Çalışmanın *in-vivo* değerlendirilmelerinde 4 farklı restoratif materyal esas alınarak 4 ayrı hasta grubu oluşturuldu. İstatistiksel değerlendirmeler için gerekli minimum diş sayısı tüm deney grupları için güç analizi ile belirlenmiştir. Güç analizi için G-Power Paket programı kullanılarak her grupta %80 güçle 40 diş olması gerektiği tespit edilmiştir. Hasta kaynaklı olabilecek sorunlar göz önüne alınarak her grup için diş sayısı 60 olarak (n=60) belirlenmiştir.

3.1.1. Hasta Seçim Kriterleri

Çalışmada, Amerikan Diş Hekimliği Birliği (ADA) tarafından hazırlanan 'Klinik Uygulama Klavuzu El Kitabı' nda belirtilen kriterlere uygun olarak hasta ve diş seçimi yapıldı. Hastaların dahil edilme kriterleri:

- 5-11 yaş arasında olmaları
- Herhangi bir sistemik hastalığa sahip olmamaları, sürekli ilaç kullanmak zorunda olmaması
- Kullanılması planlanan materyallere karşı oluşmuş alerji hikayesi ya da potansiyelinin olmaması
- Hastaların iyi bir oral hijyene sahip olmaları

- Klinik olarak koopere olmaları
- İşlem sonrasında kontrol seanslarına gelmeyi kabul etmiş olmaları

3.1.2. Diş Seçim Kriterleri

Belirlediğimiz hasta seçim kriterlerine uyan hastaların süt ikinci molar dişleri çalışmaya dahil edildi. Gruplar randomizasyon programı kullanılarak belirlendi. Dişlerin seçim kriterleri:

- İlgili dişlerde daha önceden yapılmış restorasyon bulunmaması
- Dişlerde hipoplazi, hipokalsifikasyon gibi yapısal defekt bulunmaması
- Dişlerde derin dentin çürüğüne ulaşmayan sınıf I ve sınıf II mine dentin çürüğü olması
- İlgili dişlerden kaynaklanan spontan ağrı hikayesi olmaması
- Radyografik kontrollerde fizyolojik kök rezorpsiyonunun kökün 2/3 ünü geçmemesi
- Yine radyografik kontrollerde kökler etrafında herhangi bir patoloji görülmemesi
- Çalışmaya dahil edilmesi planlanan dişlerin altında daimi diş germlerinin bulunması
- Restore edilmesi planlanan dişlerin oklüzal seviyesinde olması, antogonistinde doğal diş ile temasta olması

3.1.3. Çalışmanın *İn-Vivo* Kısmında Kullanılan Materyaller

Çalışmaya dahil edilen tüm dişlerin tedavisi 4 farklı cam iyonomer siman materyali kullanılarak tek seansta tamamlandı.

1. GC Fuji II LC Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman
2. Riva Light Cure Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman
3. GC Fuji IX GP Cam İyonomer Siman
4. ACTIVA Bioactive-Restorative



Şekil 3.1: GC Fuji II LC Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman



Şekil 3.2: Riva Light Cure Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman



Şekil 3.3: GC Fuji IX GP Cam İyonomer Siman



Şekil 3.4: Actıva Bio-Active Restorative

Tablo 3.1: Çalışmada kullanılan materyallerin kimyasal içerikleri

MATERYAL	Lot No	ÜRETİCİ	KİMYASAL İÇERİK
GC Fuji IX GP Cam İyonomer Siman	160413A/ A2	GC Corporation, Tokyo, Japan	Polikarboksilik Asit (toz kısmında klasik cam iyonomer simandan farklı olan kısımları ticari sır olarak nitelendirilip üretici firma tarafından açıklanmamıştır.)
Riva Light Cure Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman	J1601041EG/ A2	SDI, Illinois, ABD	Fluoro–aluminosilikat cam, poliakrilik asit, tartarik asit
Actıva Bio-Active Restorative	140425/ A2	Pulpdent Corporation, Watertown, MA USA	Diüretan ve diğer metakrilatların modifiye karışımı poliakrilik asit (44.6%) Amorföz silika (6.7%) Sodyum Florid (0.75%)
GC Fuji II LC Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman	1602151/ A2	GC Corporation, Tokyo, Japan	Alumino-fluorosilikat cam, poliakrilik asit, 2-hydroksietilmethakrilat, trietilen glikol dimetakrilat

Restorasyonların Yapılmasında Kullanılan Cihazlar

- LED Işık Cihazı (Valo LED Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, ABD) (Şekil 3.5)
- Amalgamatör (SYG 200 Amalgamatör Dental Scıences Pleasant St, Lee, Massachusetts, United States) (Şekil 3.6)





Şekil 3.5: Çalışmada kullanılan LED ışık cihazı **Şekil 3.6:** Çalışmada kullanılan amalgamatör

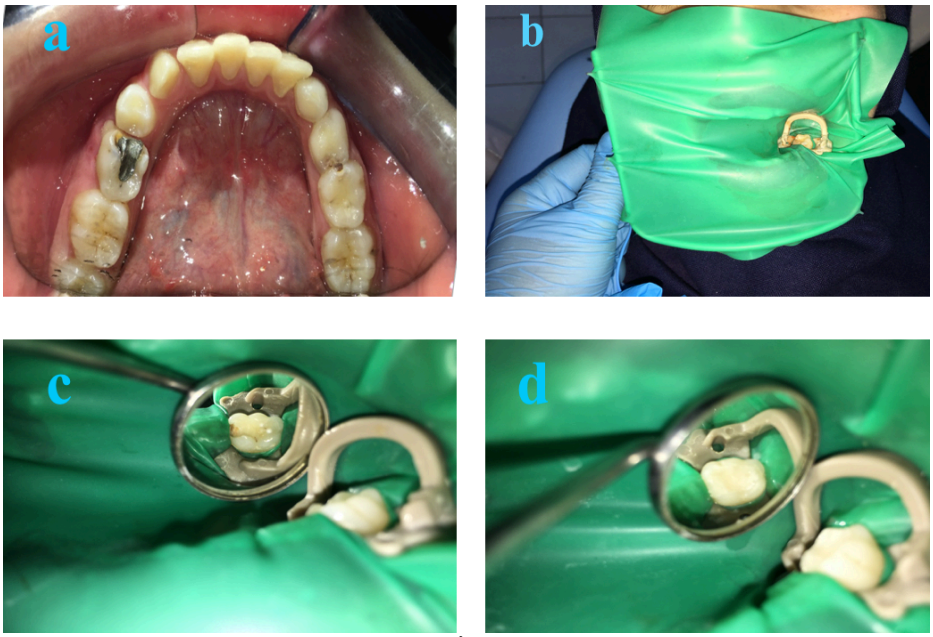
3.1.4. Klinik Uygulamalar

Çalışmaya dahil edilen tüm hastaların detaylı anamnez bilgileri alınarak kaydedildi. Tüm hastaların velilerine gönüllü bilgilendirme ve onam formu imzalatıldı. Çalışmaya dahil edilecek tüm hastalara model üzerinde uygulamalı olarak oral hijyen eğitimi verildi. Hastaların ağız içi fotoğrafları (alt ve üst çene oklüzal) dijital fotoğraf makinası ile çekildi.

İşlem başlamadan önce her hastaya anestezi uygulaması ve ardından rubber-dam uygulaması yapıldı. Anestezi etkinliğinin sağlanmasının ardından kavite preparasyonuna elmas fissür frezin (883H, Meısınger, Almanya) takılı olduğu aerator ile su soğutması altında başlandı. Çürüğün temizlenmesi için çelik rond frezin (HM1S, Meısınger, Almanya) takılı olduğu mikromotor kullanıldı. İşlem sırasında izolasyon tükürük emici ile sağlandı.

GC Fuji II LC Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman Uygulaması

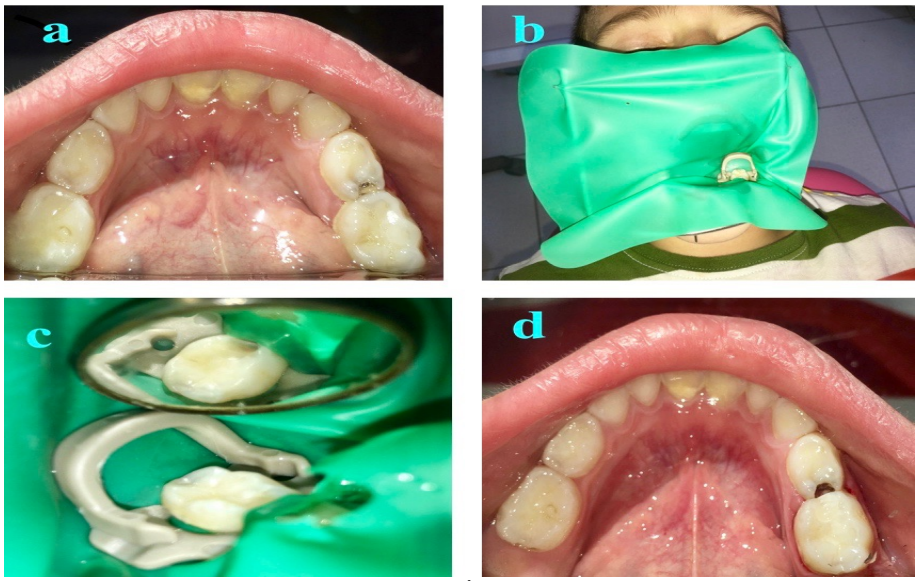
GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman kapsülü amalgamatör yardımı ile 10 saniye karıştırıldı, uygulama tabancası yardımı ile 2 mm'lik tabakalar halinde kaviteye yerleştirildi. Siman fulvarı ile düzeltme işlemleri yapıldı. Işık kaynağı ile 20 sn polimerize edildi (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: GC Fuji II LC Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman ile Restorasyonların yapılması a: başlangıç oklüzal görünüm b: rubber-dam uygulanması c: kavite preparasyonu d: bitim restorasyonu

Riva Light Cure Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman Uygulaması

Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman kapsülü amalgamatör yardımı ile 10 saniye karıştırıldı, uygulama tabancası yardımı ile 2 mm'lik tabakalar halinde kaviteye yerleştirildi. Siman fulvarı ile düzeltme işlemleri yapıldı. Işık kaynağı ile 20 sn polimerize edildi (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Riva Light Cure Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman ileRestorasyonların yapılması a: başlangıç oklüzal görünüm b: rubber-dam uygulanması c: kavite preparasyonu d: bitim restorasyonu

GC Fuji IX GP Cam İyonomer Siman Uygulaması

GC Fuji IX GP cam iyonomer siman kapsülü amalgamatör yardımı ile 10 saniye karıştırıldı, uygulama tabancası yardımı ile kaviteye yerleştirildi. Siman fulvarı ile düzeltme işlemleri yapıldı. Polimerizasyon için yeterli süre beklendi (Şekil 3.9). Polimerizasyonun tamamlanmasının ardından firma talimatlarına göre restorasyon üzerine Fuji Coat LC vernik uygulandı ve ışık kaynağı ile 10 sn polimerize edildi.



Şekil 3.9 GC Fuji IX GP Cam İyonomer Siman ile Restorasyonların yapılması a: başlangıç oklüzal görünüm b: rubber-dam uygulanması c: kavite preparasyonu d: bitim restorasyonu

Activa Bio-Active Restorative Uygulaması

Activa Bio-Active Restorative materyali Activa-Spencer enjektör içerisinde automix enjeksiyon uçları yardımıyla kaviteye yerleştirildi. Materyal 4 mm'lik tabakalar halinde kaviteye yerleştirildi. Her tabakanın polimerizasyonu için ışın kaynağı ile 20 sn polizerize edildi (Şekil 3.10).



Şekil 3.10: Activa Bio-Active-Restorative ile restorasyonların yapılması a: başlangıç oklüzal görünüm b: rubber-dam uygulanması c: kavite preparasyonu d: bitim restorasyonu

3.1.5. Bitim İşlemleri ve Takip Süreci

Restorasyonların tamamlanmasının ardından polisaj işlemleri için parlatma diskleri kullanıldı. Restorasyonların tümü aynı araştırmacı tarafından tamamlandı. Yapılan restorasyonların kontrolü işlem sonrası 3.,6. ve 12. aylarda yapıldı. Herhangi bir sebeple randevusuna gelmeyen ve gelmek istemediğini beyan eden hastalar çalışmadan çıkarıldı. Çalışmadan çıkarılan hastaların diğer tedavileri rutin hastane prosedürleri içerisinde devam ettirildi.

3.1.6. Çalışmada Kullanılan Başarı Değerlendirme Kriterleri

Restorasyonların değerlendirilmesi modifiye USPH (United States Public Health Service) kriterlerine göre yapıldı (Tablo:3.3). Tüm takip süresi boyunca kontrol seanslarında yapılan değerlendirmeler araştırmacıdan farklı, hangi restoratif materyalin hangi dişe uygulandığını bilmeyen, kör bir gözlemci tarafından yapıldı.

Değerlendirme kriterlerine göre ‘charlie’ grubuna dahil olan restorasyonlar başarısız kabul edildi.

Tablo 3.2: Modifiye USPH kriterleri

Modifiye USPH Kriterleri			
Retansiyon	**Kenar Uyumu**	**Kenar Renklenmesi**	**Sekonder Çürük Oluşumu**
ALFA:	**ALFA**:	**ALFA**:	**ALFA**:
Restorasyonda tutuculuk kaybı yok	Restorasyon sınırlarında sondla hissedilen veya gözle görülebilen bir aralanma yok	Restorasyon sınırlarında renklenme yok	Restorasyon sınırlarında herhangi bir çürük oluşumu yok
BRAVO:	**BRAVO**:	**BRAVO**:	
Restorasyonda kısmi kayıp var, ancak klinik olarak kabul edilebilir düzeyde	Restorasyon sınırlarında sondla hissedilebilen hafif bir takılma var	Restorasyon sınırlarında yüzeyel bir renklenme var ancak cila ile uzaklaştırılabiliyor	
CHARLIE:	**CHARLIE**:	**CHARLIE**:	**CHARLIE**:
Restorasyonda kısmen veya tamamen kayıp var	Restorasyon sınırlarında gözlenebilen veya sondla hissedilebilen bir açıklık var	Restorasyon sınırlarında derin bir renklenme var ve cila ile uzaklaştırılamıyor	Restorasyon sınırlarında çürük oluşumu var

3.2. Cam İyonomer Siman Materyallerinin *İn-Vitro* Değerlendirilmesi

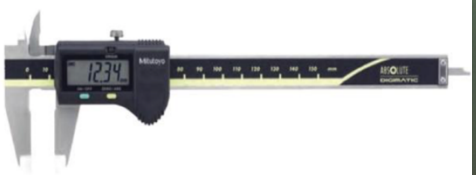
Çalışmanın *in-vitro* aşamaları Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuarı ve Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Fakültesi Araştırma Laboratuarı'nda yapıldı. Çalışmanın *in-vitro* kısmında Activa Bio-Active Restorative, GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman, Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman ve GC Fuji IX GP cam iyonomer siman materyallerinin belirli gün aralıklarındaki florid salınım değerleri ve antibakteriyel özellikleri değerlendirildi.

3.2.1. Materyallerden Salınan Florid Miktarının Değerlendirilmesi

Örneklerin Hazırlanması

Activa Bio-Active Restorative, GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman, Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman ve GC Fuji IX GP cam iyonomer siman materyallerinden salınan florid miktarının belirlenmesi amacıyla uluslararası standardizasyon kuruluşu ISO (International Organization for Standardization) tarafından hazırlanan 4049:2000 numaralı standartlara göre disk şeklinde 2 mm kalınlığında 8 mm genişliğinde teflon kalıplar hazırlandı. Firmanın talimatlarına (kapsül karıştırma süresi, ışınlama ve bekleme süresi) uygun şekilde hazırlanan materyaller teflon kalıpların içerisine yerleştirildi. Fazla yerleştirilen malzemenin taşması için hepsine standart kuvvet (0.5 kg) uygulandı. Daha önceden kalibrasyonu kontrol edilen ışık cihazı ile polimerize edildi. Bu şekilde her grup için 10 farklı örnek hazırlandı (n=10).

Örnekler, boyutlarının standardize edilmesi amacıyla 1200 gridlik silikon karbit zımpara ile zımparalandı. Sonrasında örneklerin çap ve yükseklikleri dijital kumpas yardımı ile ölçüldü (Dijital kumpas 500-181, Mitutoyo, Japonya) (Şekil 3.11). Hazırlanan örnek diskler, içerisinde 4 mL deiyonize su bulunan polietilen şişeler içerisine yerleştirildi. Örnekler, florid ölçümünün yapılacağı zaman dışında sıcaklığı 37°C' ye ayarlanan etüvde (ES 110, Nüve, Türkiye) bekletildi. (Şekil 3.12)



Şekil 3.11: Çalışmada kullanılan dijital kumpas



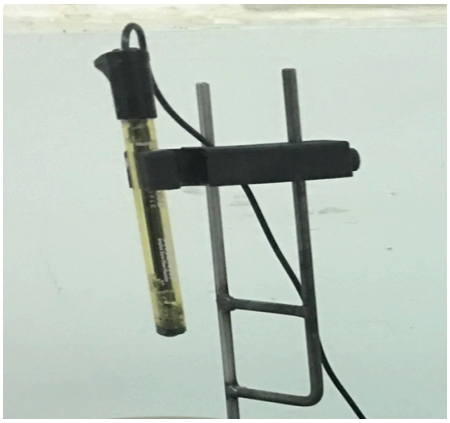
Şekil 3.12: Çalışmada kullanılan etüv

Örneklerden Salınan Florid Miktarının Belirlenmesi

Örneklerden salınan florid miktarlarının belirlenmesi amacıyla, sırasıyla 1.,2.,7.,14.,21. ve 28. günlerde iyon analizörüne (Orion Research 720A, USA) (Şekil 3.13) bağlı kombine florid elektrodu (Model 96–09, Orion Research, USA) (Şekil 3.14) yardımıyla ölçümler yapıldı.



Şekil 3.13: Çalışmada kullanılan iyon analizörü



Şekil 3.14: Çalışmada kullanılan florid elektrodu

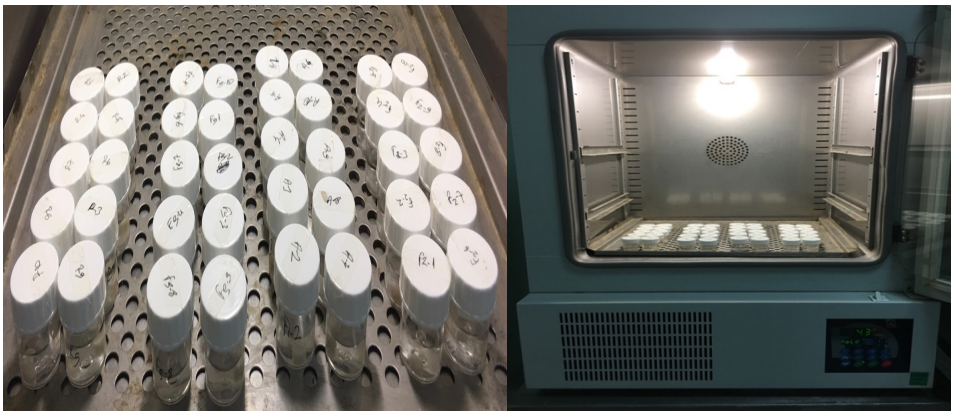
Ölçümlerde kullanılan florid solüsyonunu elde etmek amacıyla 100 ppm'lik standart florid solüsyonu (Orion Research, USA) deiyonize su ile seyreltilerek 10 ppm, 1 ppm ve 0.1 ppm'lik konsantrasyonlarda standartlar elde edildi. Elektrodun kalibrasyonunu sağlamak amacıyla, elde edilen solüsyonlara 1/1 oranında TISAB II (Total Ionic Strength Adjustment Buffer II) (Orion Research, USA) (Şekil 3.15) solüsyonu eklendi ve kalibrasyon işlemi her 10 ölçümde bir tekrarlandı. Ölçüm yapılacak şişelerin içerisinde bulunan disklerden her biri, plastik presel yardımıyla tutulup, şişe üzerinde 1 mL deiyonize su ile yıkandı ve sonrasında içerinde 4 mL deiyonize su bulunan başka bir şişeye yerleştirildi. Bu sayede hem ölçüm yapılacak ilk zaman periyodu için örnekler elde edilmiş olurken, hem de bir sonraki zaman periyodunda yapılacak ölçümleri için diskler yeni şişelerine yerleştirildi (Şekil 3.17, 3.18). Bu şekilde farklı zaman periyotlarında elde edilen örnekler, bir manyetik karıştırıcı (Velp ARE, Velp Scientifica, Italy) (Şekil 3.16) ile karıştırıldı. Florid ölçümleri karıştırma işlemi sırasında yapıldı. Elde edilen veriler ppm cinsinden kaydedildi. Ölçümler, önceden belirlenen tüm zaman periyotlarında (1., 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerde) aynı şekilde tekrarlandı. Bu şekilde materyallerden salınan florid miktarının zaman içerisindeki değişimine ait veriler elde edilmiş oldu.



Şekil 3.15: Çalışmada kullanılan florid standardı ve TISAB II



Şekil 3.16: Çalışmada kullanılan manyetik karıştırıcı



Şekil 3.17: Florid salınım testi için hazırlanan örneklerin etüvde saklanması

Floridle yeniden yükleme sonrası örneklerden salınan florid miktarının belirlenmesi

Materyallerden ilk etapta salınan florid mitarlarını belirlemek amacıyla belirlenen zaman periyotlarında yapılan ölçümler tamamlandıktan sonra, örnek diskler şişelerinden çıkarılarak tekrar deiyonize su ile yıkandı ve yeniden yükleme yapmak için klinikte rutin olarak kullandığımız %2 NaF jel içerisinde 4 dakika bekletildi. Sonrasında tekrar deiyonize su ile yıkanarak saklanması amacıyla içerisinde 4 mL deiyonize su bulunan şişelere yerleştirildi. Florid ile yeniden yükleme yapılan örneklerden 29., 35., ve 42. günlerde tekrar aynı prosedür ile ölçümler yapıldı.

3.2.2. Materyallerin Antibakteriyel Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Örneklerin Hazırlanması

Activa Bio-Active Restorative, GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman, Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman ve GC Fuji IX GP cam iyonomer siman materyallerinin antibakteriyel aktiviteleri disk şeklindeki örnekler üzerinde değerlendirildi (n=6). Örnekler florid salınım testleri için kullanılan teflon kalıplar kullanılarak hazırlandı. Materyaller ile doldurulan kalıplar iki adet cam arasına alındı ve alt ve üst yüzeylerinden 40 saniye ışınlandı (Valo LED, South Jordan, UT, ABD) (Şekil 3.5). Örneklerin antibakteriyel aktivitesi bakteriyel süspansiyon içinde dinamik temas ile değerlendirildi. Örneklerin antibakteriyel etkinlikleri biyofilm makriksi içerisindeki hücrelere karşı da değerlendirildi.

Çalışmada Kullanılan Mikroorganizmalar

Escherichia coli (ATCC 25922), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) ve *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) suşları liyofilize halde temin edildi. Stok kültürler %20 gliserol ilave edilmiş Tryptic Soy Broth (TSB, Lab M, Bury, UK) içinde -18°C de, çalışma kültürleri ise triptik soy agar (TSA, Lab M) üzerinde 4°C de muhafaza edildi.

Süspansiyon Testi

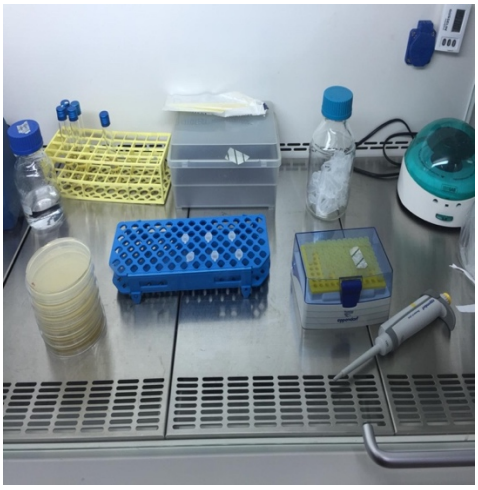
Mikroorganizmaların çalışma kültürleri tryptic soy broth'a inoküle edildi. 37°C de bir gece inkübasyon sonrasında kültürler, 3,600 g'de 5°C'de 10 dakika santrifüj edildi (Hettich, Tuttlingen, Almanya) ve pelet Sorensen fosfat tamponunda (SPB, 0.3 mM KH_2PO_4, pH 6.8) yeniden süspansiyon haline getirildi. Süspansiyondaki hücre yoğunluğu, yaklaşık 1.5×10^8 koloni oluşturan birim (kob)/mL'yi temsil eden 0.5 McFarland bulanıklık standardına ayarlandı. Bu süspansiyonlar, 1.5×10^5 kob / mL yoğunluğunda çalışma süspansiyonları elde etmek için Sorensen fosfat tamponu ile seyreltildi.

Antibakteriyel aktivite ASTM E2149-13a standardında tanımlanan süspansiyon içinde dinamik temas yöntemi ile kantitatif olarak değerlendirildi (http://www.astm.org. Accessed: 10 Ağustos, 2015). Test öncesinde disk şeklindeki

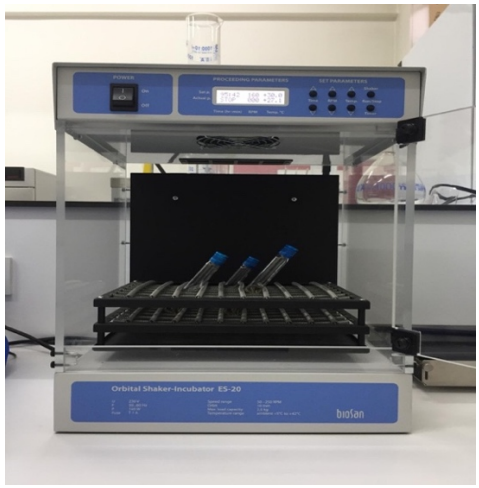
örnekler UV ışık altında steril edildi. Her bir materyal tipi için 4 disk (≈ 1 g), 1 mL çalışma bakteri süspansiyonu içeren vida kapaklı tüplere aktarıldı. Tüpler, bir orbital çalkalayıcıya (Biosan, Riga, Letonya) yerleştirildi ve 220 rpm'de 90 dakika çalkalandı. Çalkalama öncesinde ve sonrasında süspansiyonlardaki canlı bakteri sayıları petri sayımı tekniği ile belirlendi. Süspansiyonlar ve 10^{-3}'e kadar ilave ondalık dilüsyonlar, Nutrient Agar (NA, Lab M) üzerine inoküle edildi ve petriler 37°C'de 48 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonunda koloniler sayıldı ve mikroorganizma sayımları kob / mL olarak hesaplandı. Örneklerin antibakteriyel aktivitesi yüzde indirgenme (R) olarak ifade edildi. Yüzde indirgenme aşağıdaki fomül ile hesaplandı:

$$R=[(B-A)/B]\times 100$$

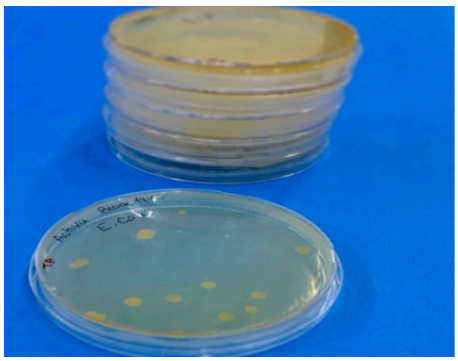
Burada B, çalkalama öncesindeki sayım sonucu (kob / mL), A ise 90 dakika dinamik temas sonrasındaki sayım sonucunu (kob / mL) ifade etmektedir.



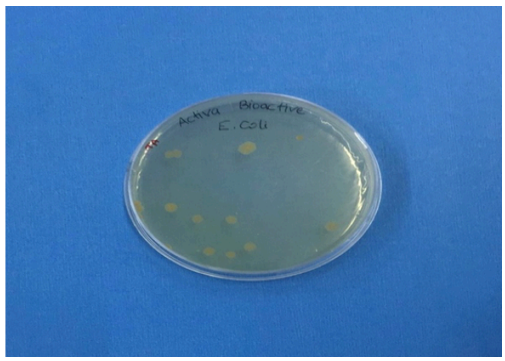
Şekil 3.18: Antibakteriyellik testi için hazırlanan düzenek



Şekil 3.19: Çalışmada kullanılan orbital karıştırıcı



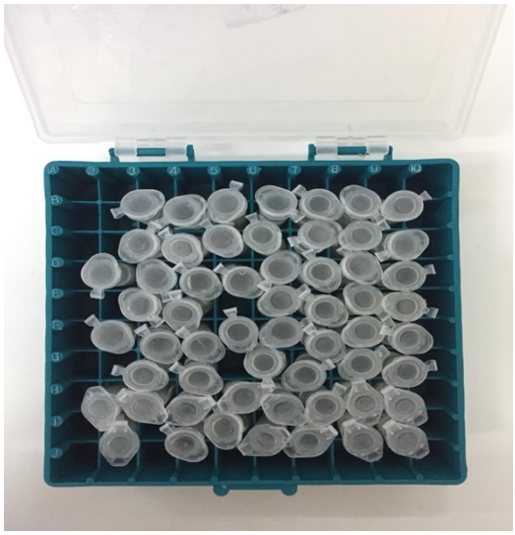
Şekil 3.20: Direkt kontak test için hazırlanan petriler



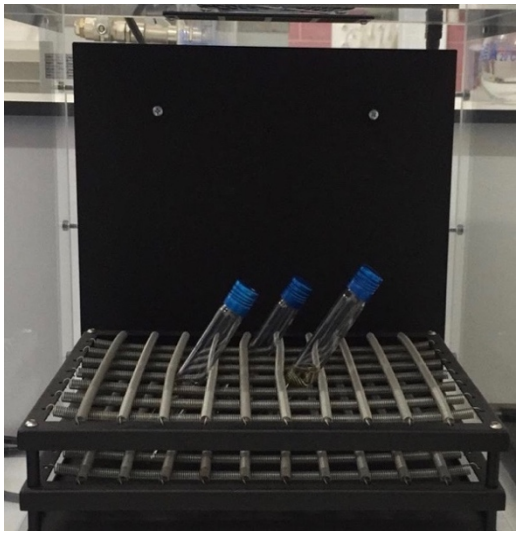
Şekil 3.21: Petri kabına numunenin eklenmesi

Biyofilm Testi

S. mutans test suşu cam iyonomer siman diskler üzerinde biyofilm oluşturmak için kullanıldı. Test suşunun stok kültürü TSB'ye inoküle edildi ve 37 °C'de inkübe edildi. Bir gece inkübasyon sonunda kültür TSB içinde on kat seyreltildi ve süspansiyondaki hücre yoğunluğu McFarland bulanıklık standardı ile yaklaşık 10^8 kob/mL' ye ayarlandı. Her bir cam iyonomer siman tipi için altı disk, 24 kuyucuklu bir kültür plakasının (Corning, Tewksbury, ABD) kuyucuklarına yerleştirildi (Her bir kuyucuk için 1 disk). Her kuyucuğa 2 mL bakteri süspansiyonu ilave edildi ve plaka 37°C'de inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresi boyunca her 12 saatte bir, 1 mL besiyeri kuyucuklardan uzaklaştırıldı ve yerine aynı hacimde steril besiyeri ilave edildi. Beş gün inkübasyon sonunda, diskler yeni bir plakanın karşılık gelen kuyucuklarına aktarıldı ve planktonik hücreleri uzaklaştırmak için 3 kez fosfat tamponu ile yıkandı. Yıkama sonrasında, diskler 2 mL fosfat tamponu içeren cam tüplere aktarıldı. Hücreleri biyofilm matriksinden ayırmak ve süspansiyon haline getirmek için ultrasonik bir uç (Bandelin, Berlin, Almanya) yardımıyla fosfat tamponu 35 kHz'de 1 dakika sonikasyona tabii tutuldu. Sonikasyon ile oluşan süspansiyon ve bu süspansiyonun ilave ondalık dilüsyonları NA üzerine inoküle edildi. İnoküle edilen NA petrileri 37°C'de 48 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonunda petrilerdeki koloniler sayıldı ve mikroorganizma sayısı log kob/disk olarak hesaplandı. Her bir cam iyonomer siman tipi için 6 disk ile elde edilen ortalama mikroorganizma sayıları kullanıldı.



Şekil 3.22: Stok Kültürler



Şekil 3.23: Fosfat tamponu içeren cam tüpler

3.5.İstatistiksel Analiz

Çalışmanın *in vivo* ve *in vitro* kısımlarına ait veriler Microsoft Office Excel programı kullanılarak düzenlenmiştir. Verilerin istatistiksel analizi için SPSS 19.0 paket programından (IBM SPSS, Şikago, ABD) yararlanılmıştır.

İn-vivo incelemeler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel analizlerin (ortalama, standart sapma) yanı sıra nitel verilerin karşılaştırmalarında Ki-kare ve Fisher gerçeklik testi kullanılmıştır. Sayısal değişkenlerin karşılaştırılmasında iki grup için Mann-Whitney U analizi uygulanmıştır. Çalışmanın tamamında tip-I hata değeri %5 alınarak $p<0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

İn-vitro florid salınım, antibakteriyel etkinlik testleri sonucunda elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistiksel analizleri (ortalama, standart sapma) yapılmıştır. Gruplar arası farklılıkların değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Cam İyonomer Siman Materyallerinin *İn-Vivo* Değerlendirilmesinde Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın *in-vivo* kısmında yaşları 5-11 aralığında değişen 108 hastanın 240 süt 2. molar dişine 4 farklı materyal ile restorasyon yapıldı. Gruplardaki diş sayısı (n=60) olarak belirlendi. Bazı hastaların birden fazla dişine farklı grup materyallerle restorasyon yapıldı. Hastaların yaş, cinsiyet, restorasyon tipi ve diş lokalizasyonlarına göre dağılımları Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de verildi.

Tablo 4.1: Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş ve cinsiyete göre dağılımları

		Hasta Sayısı *N (%)*
Yaş	***5***	13 (12.2)
	6	19 (17.6)
	7	25 (23.2)
	8	24 (22.2)
	9	11 (10.1)
	10	11 (10.1)
	11	5 (4.6)
Cinsiyet	***Kız***	65 (60.2)
	Erkek	43 (39.8)
Toplam Hasta Sayısı		108 (100)

Hastalar 3, 6 ve 12. ay kontrol randevularında modifiye USPH kriterlerine göre değerlendirildi. Çalışma sırasında kontrol randevularına gelmeyi reddeden 14 hasta ve oral hijyen motivasyonu sağlanamayan 2 hasta çalışma dışı bırakıldı.

Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş dağılımları incelendiğinde en yüksek oranın %23.2 ile 7 yaş, en düşük oranın ise %4.6 ile 11 yaş grubunda olduğu görüldü. Hastaların %60.2'sini kız, %39.8' ini erkek çocukları oluşturmaktadır (Tablo 4.1).

Çalışmaya dahil edilen hastalar diş lokalizasyonlarına göre incelendiğinde ise restore edilen dişlerin %50'sinin üst çenede, %50'sinin alt çenede olduğu görüldü. Değerlendirmeye alınan dişlerin %50'si sınıf I restorasyon, %50'si sınıf II restorasyondur (Tablo 4.2).

Çalışmaya dahil edilen dişlerin %25'ine GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman, %25'ine Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman, %25'ine GC Fuji IX GP cam iyonomer siman ve %25'ine Activa Bio-Active Restorative materyalleri ile restorasyon yapıldı (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Çalışmaya dahil edilen dişlerin materyal gruplarına, restorasyon tipi ve lokalizasyona göre dağılımları.

		GC Fuji II LC ***n (%)***	**Riva Light Cure** ***n (%)***	**GC Fuji IX GP** ***n (%)***	**Activa Bio-Active Restorative** ***n (%)***	**Toplam Diş Sayısı** ***n (%)***
Restorasyon Tipi	***Sınıf I***	30 (12.5)	30 (12.5)	30 (12.5)	30(12.5)	120(50)
	Sınıf II	30 (12.5)	30 (12.5)	30(12.5)	30 (12.5)	120 (50)
Lokalizasyon	***Üst Çene***	28 (11.7)	30 (12.5)	36 (15)	32 (13.3)	126 (52.5)
	Alt Çene	32 (13.3)	30 (12.5)	24(10)	28 (11.7)	114(47.5)
Toplam Diş Sayısı		60(25)	60(25)	60 (25)	60(25)	240(100)

Cam iyonomer siman materyalleri ile yapılan restorasyonların 12 aylık klinik takiplerinin başarı oranları ile yaş, cinsiyet, kavite tipi ve lokalizasyon arasındaki ilişki Ki-kare ve Fisher gerçeklik testleri ile değerlendirildi. Yapılan analiz sonucunda klinik başarı oranı ile yaş, cinsiyet ve lokalizasyon değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görüldü ($p>0.05$) (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Çalışmaya dahil edilen dişlerin 12 aylık klinik takiplerinin başarı oranları ile yaş, cinsiyet ve lokalizasyon arasındaki dağılımı

		Klinik Başarı (12 ay boyunca) n (%)		***p****
		Başarılı	***Başarısız***	
Yaş	***5***	20 (11.3)	1 (0.6)	*0,178*
	6	32 (17.8)	3 (1.7)	
	7	31 (17.5)	7 (3.8)	
	8	28 (15.7)	10 (5.7)	
	9	15 (8.5)	1 (0.6)	
	10	18 (10.1)	2 (1.1)	
	11	9 (5.0)	1 (0.6)	
Cinsiyet	***Kız***	81 (45.6)	17 (9.6)	*0,252*
	Erkek	71 (39.8)	9 (5.0)	
Lokalizasyon	***Üst Çene***	78 (43.9)	11 (6.1)	*0,518*
	Alt Çene	75 (42.2)	14 (7.8)	
Kavite Tipi	***Sınıf I***	*82 (46.1)*	*9 (5.1)*	*0,095*
	Sınıf II	*70 (39.3)*	17 (9.5)	

*: Crosstab Ki-kare analizi uygulanmıştır.

Çalışmaya dahil edilen tüm restorasyonlarda 12 aylık takip süreci boyunca en fazla görülen başarısızlık sebebi sekonder çürük oluşumu olarak belirlendi. Tüm takip kriterleri değerlendirildiğinde en başarılı materyal Activa Bio-Active Restorative materyali olarak bulundu. Takip edilen hastaların tüm takip sürelerindeki başarısızlık durumları Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'de verildi.

Tablo 4.4. Takip edilen hastaların çalışma gruplarına göre 12 ay sonunda modifiye USPH kriterlerine göre başarı oranlarının değerlendirilmesi.

		GC Fuji II LC	Riva Light Cure	GC Fuji IX GP	Activa Bio-Active Restorative	Toplam	*p**
Retansiyon	**Alfa**	46	38	25	46	155	*0,004*
	Bravo	3	1	0	0	4	
	Charlie	6	11	2	0	19	
Kenar Uyumu	**Alfa**	38	36	25	44	143	*0,000*
	Bravo	8	1	0	1	10	
	Charlie	7	13	4	1	25	
Kenar Renklenmesi	**Alfa**	40	36	21	43	140	*0,008*
	Bravo	6	3	4	3	16	
	Charlie	7	11	4	0	22	
Sekonder Çürük Oluşumu	**Alfa**	44	36	25	45	150	*0,018*
	Charlie	9	14	4	1	28	

*: Crosstab Ki-kare analizi uygulanmıştır.

Tablo 4.5. Çalışma süresince gözlenen klinik başarı ve başarısızlık değerleri.

108 hasta, 240 süt azı dişi				
	GC Fuji II LC Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman	**Riva Light Cure Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman**	**GC Fuji IX GP Cam İyonomer Siman**	**Activa Bio-Active Restorative**
Başlangıç	26 hasta 30 sınıf I restorasyon 30 sınıf II restorasyon	24 hasta 30 sınıf I restorasyon 30 sınıf II restorasyon	31 hasta 30 sınıf I restorasyon 30 sınıf II restorasyon	27 hasta 30 sınıf I restorasyon 30 sınıf II restorasyon
3.ay	54 dişte klinik başarı 1 dişte klinik başarısızlık 5 diş takip dışı (2 hasta)	47 dişte klinik başarı 3 dişte klinik başarısızlık 10 diş takip dışı (3 hasta)	26 dişte klinik başarı 1 dişte klinik başarısızlık 33 diş takip dışı (9 hasta)	46 dişte klinik başarı 14 diş takip dışı (4 hasta)
6.ay	54 dişte klinik başarı 1 dişte klinik başarısızlık	43 dişte klinik başarı 7 dişte klinik başarısızlık	26 dişte klinik başarı 1 dişte klinik başarısızlık	45 dişte klinik başarı 1 dişte klinik başarısızlık
12.ay	46 dişte klinik başarı 9 dişte klinik başarısızlık	36 dişte klinik başarı 14 dişte klinik başarısızlık	25 dişte klinik başarı 2 dişte klinik başarısızlık	45 dişte klinik başarı 1 dişte klinik başarısızlık
Toplam	46 dişte klinik başarı 9 dişte klinik başarısızlık 5 diş takip dışı	36 dişte klinik başarı 14 dişte klinik başarısızlık 10 diş takip dışı	25 dişte klinik başarı 2 dişte klinik başarısızlık 33 diş takip dışı	45 dişte klinik başarı 1 dişte klinik başarısızlık 14 diş takip dışı

*Çalışma süresi boyunca kontrol randevusuna gelmeyen hastalar istatistiksel değerlendirmeye alınmamıştır.

12 aylık takip döneminde sınıf I restorasyonların retansiyon yönüyle karşılaştırılmasında ilk 6 aylık dönemde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara rastlanmadı. Değerlendirme süresi sonunda gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edildi ve Activa Bio-Active Restorative grubu daha başarılı bulundu (Tablo 4.6).

Tablo 4.6: 12 aylık takip döneminde sınıf I restorasyonların retansiyon yönüyle karşılaştırılması

Retansiyon		**GC Fuji IX GP**	**Riva Light Cure**	**GC Fuji II LC**	**Activa Bio-Active Restorative**	*p**
Başlangıç	**Charlie**	0	0	0	0	-
	Bravo	0	0	0	0	
	Alfa	17	25	27	22	
3. Ay	**Charlie**	0	1	0	0	*0,445*
	Bravo	0	0	0	0	
	Alfa	17	24	27	22	
6.Ay	**Charlie**	0	1	0	0	*0,445*
	Bravo	0	0	0	0	
	Alfa	17	24	27	22	
12.Ay	**Charlie**	0	5	1	0	*0,037*
	Bravo	0	1	0	0	
	Alfa	17	19	26	22	

*: Crosstab Ki-kare analizi uygulanmıştır.

12 aylık takip döneminde sınıf I restorasyonların kenar uyumu yönüyle karşılaştırılmasında ilk 6 aylık dönemde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara rastlanmadı. Değerlendirme süresi sonunda Activa Bio-Active Restorative grubu daha başarılı bulundu (Tablo 4.7).

Tablo 4.7: 12 aylık takip döneminde sınıf I restorasyonların kenar uyumu yönüyle karşılaştırılması

Kenar Uyumu		GC Fuji IX GP	Riva Light Cure	GC Fuji II LC	Activa Bio-Active Restorative	*p**
Başlangıç	**Charlie**	0	0	0	0	-
	Bravo	0	0	0	0	
	Alfa	17	25	27	22	
3. Ay	**Charlie**	0	0	1	0	*0,501*
	Bravo	0	0	0	0	
	Alfa	17	25	26	22	
6.Ay	**Charlie**	1	0	1	0	*0,500*
	Bravo	0	0	0	0	
	Alfa	16	25	26	22	
12.Ay	**Charlie**	1	5	2	0	*0,084*
	Bravo	0	0	0	0	
	Alfa	16	20	25	22	

*: Crosstab Ki-kare analizi uygulanmıştır.

12 aylık takip döneminde sınıf I restorasyonların kenar renklenmesi yönüyle karşılaştırılmasında ilk 6 aylık dönemde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara rastlanmadı. Değerlendirme süresi sonunda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edildi ve Activa Bio-Active Restorative grubu daha başarılı bulundu (Tablo 4.8).

Tablo 4.8: 12 aylık takip döneminde Sınıf I restorasyonların kenar renklenmesi başarılarının karşılaştırılması

	Kenar Renklenmesi	GC Fuji IX GP	Riva Light Cure	GC Fuji II LC	Activa Bio-Active Restorative	*p**
Başlangıç	**Charlie**	0	0	0	0	-
	Bravo	0	0	0	0	
	Alfa	17	25	27	22	
3. Ay	**Charlie**	1	0	1	0	*0,220*
	Bravo	2	1	0	0	
	Alfa	14	24	26	22	
6.Ay	**Charlie**	1	3	1	0	*0,198*
	Bravo	3	0	2	1	
	Alfa	13	22	24	21	
12.Ay	**Charlie**	1	4	2	0	*0,009*
	Bravo	3	0	0	1	
	Alfa	13	21	25	21	

*: Crosstab Ki-kare analizi uygulanmıştır.

12 aylık takip döneminde sınıf I restorasyonların sekonder çürük oluşumu yönüyle karşılaştırılmasında ilk 6 aylık dönemde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara rastlanmadı. Değerlendirme süresi sonunda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edildi ve Activa Bio-Active Restorative grubu daha başarılı bulundu (Tablo 4.9).

Tablo 4.9.12 aylık takip döneminde Sınıf I restorasyonların sekonder çürük oluşumu yönüyle karşılaştırılması

	Sekonder Çürük Oluşumu	**GC Fuji IX GP**	**Riva Light Cure**	**GC Fuji II LC**	**Activa Bio-Active Restorative**	*p**
Başlangıç	**Charlie**	0	0	0	0	-
	Alfa	17	25	27	22	
3. Ay	**Charlie**	1	0	1	0	*0,500*
	Alfa	16	25	26	22	
6.Ay	**Charlie**	1	2	1	0	*0,503*
	Alfa	16	23	26	22	
12.Ay	**Charlie**	1	6	2	0	*0,039*
	Alfa	16	19	25	22	

*: Crosstab Ki-kare analizi uygulanmıştır

12 aylık takip döneminde sınıf II restorasyonların retansiyon başarıları yönüyle karşılaştırılmasında ilk 6 aylık dönemde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara rastlanmadı. Değerlendirme süresi sonunda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edildi ve Activa Bio-Active Restorative grubu daha başarılı bulundu (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. 12 aylık takip döneminde Sınıf II restorasyonların retansiyon başarıları yönüyle karşılaştırılması

	Retansiyon	GC Fuji IX GP	Riva Light Cure	GC Fuji II LC	Activa Bio-Active Restorative	*p**
Başlangıç	**Charlie**	0	0	0	0	-
	Bravo	0	0	0	0	
	Alfa	10	25	28	24	
3. Ay	**Charlie**	0	0	2	0	*0,199*
	Bravo	0	0	0	0	
	Alfa	10	25	26	24	
6.Ay	**Charlie**	0	2	4	0	*0,249*
	Bravo	0	0	1	0	
	Alfa	10	23	24	24	
12.Ay	**Charlie**	2	7	5	0	*0,022*
	Bravo	0	0	3	0	
	Alfa	8	18	20	24	

*: Crosstab Ki-kare analizi uygulanmıştır.

12 aylık takip döneminde sınıf II restorasyonların kenar uyumu yönüyle karşılaştırılmasında ilk 3 aylık dönemde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara rastlandı ve Activa Bio-Active Restorative grubu daha başarılı bulundu. Değerlendirme süresi sonunda da Activa Bio-Active Restorative grubu daha başarılı bulundu (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. 12 aylık takip döneminde Sınıf II restorasyonların kenar uyumu yönüyle karşılaştırılması

Kenar Uyumu		GC Fuji IX GP	Riva Light Cure	GC Fuji II LC	Activa Bio-Active Restorative	p*
Başlangıç	**Charlie**	0	0	0	0	-
	Bravo	0	0	0	0	
	Alfa	10	25	28	24	
3. Ay	**Charlie**	0	2	2	0	*0,024*
	Bravo	0	1	6	0	
	Alfa	10	22	20	24	
6.Ay	**Charlie**	0	3	4	1	*0,053*
	Bravo	0	1	6	1	
	Alfa	10	21	18	22	
12.Ay	**Charlie**	3	8	5	1	*0,003*
	Bravo	0	1	8	1	
	Alfa	7	16	15	22	

*: Crosstab Ki-kare analizi uygulanmıştır.

12 aylık takip döneminde sınıf II restorasyonların kenar renklenmesi yönüyle karşılaştırılmasında ilk 6 aylık dönemde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara rastlanmadı. Değerlendirme süresi sonunda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edildi ve Activa Bio-Active Restorative grubu daha başarılı bulundu (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. 12 aylık takip döneminde Sınıf II restorasyonların kenar renklenmesi yönüyle karşılaştırılması

	Kenar Renklenmesi	**GC Fuji IX GP**	**Riva Light Cure**	**GC Fuji II LC**	**Activa Bio-Active Restorative**	*p**
Başlangıç	**Charlie**	0	0	0	0	-
	Bravo	0	0	0	0	
	Alfa	10	25	28	24	
3. Ay	**Charlie**	0	2	2	0	*0,131*
	Bravo	1	3	6	0	
	Alfa	9	20	20	24	
6.Ay	**Charlie**	0	2	4	0	*0,286*
	Bravo	1	3	5	2	
	Alfa	9	20	19	22	
12.Ay	**Charlie**	3	8	5	0	*0,047*
	Bravo	1	3	6	2	
	Alfa	6	14	17	22	

*: Crosstab Ki-kare analizi uygulanmıştır.

12 aylık takip döneminde sınıf II restorasyonların sekonder çürük oluşumu yönüyle karşılaştırılmasında ilk 6 aylık dönemde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edildi ve GC Fuji IX GP cam iyonomer siman ve Activa Bio-Active Restorative gruplarının diğer iki gruba göre daha başarılı sonuçlar verdiği görüldü (Tablo 4.13).

Tablo 4.13: 12 aylık takip döneminde Sınıf II restorasyonların sekonder çürük oluşumu yönüyle karşılaştırılması

	Sekonder Çürük Oluşumu	GC Fuji IX GP	Riva Light Cure	GC Fuji II LC	Activa Bio-Active Restorative	*p**
Başlangıç	**Charlie**	0	0	0	0	-
	Alfa	10	25	28	24	
3. Ay	**Charlie**	0	2	3	0	*0,280*
	Alfa	10	23	25	24	
6.Ay	**Charlie**	0	4	5	0	*0,077*
	Alfa	10	21	23	24	
12.Ay	**Charlie**	3	8	7	1	*0,173*
	Alfa	**7**	17	21	23	

*: Crosstab Ki-kare analizi uygulanmıştır.

4.2. Cam İyonomer Siman Materyallerinin *İn-Vitro* Değerlendirilmesinde Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın *in vitro* kısmında Fujı IX GP cam iyonomer siman, GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman, Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman ve Activa Bio-Active Restorative materyallerinin florid salınımları ve antibakteriyel etkinlikleri incelendi.

4.2.1. Cam İyonomer Siman Materyallerinin Florid Salınımı Değerlendirmelerinden Elde Edilen Bulgular

Cam iyonomer siman materyallerinin florid salınımlarının değerlendirilmesinde; tüm ölçüm zamanlarında materyal grupları arasında

karşılaştırma yapılırken, her bir materyal grubunun farklı zamanlardaki değişimi de istatistiksel olarak incelendi.

İlk gün yapılan ölçümlerde Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman materyalinden ortalama 10.99 ppm'lik en yüksek florid salınım değeri elde edilirken Activa Bio-Active Restorative materyalinden ise 1.39 ppm lik en düşük değerler elde edildi. Materyallerden zaman içinde salınan florid miktarlarına ait ortalama ve standart sapma değerler Tablo 4.14'de verildi.

Çalışmanın ikinci günündeki florid salınımı değerlerinin istatistiksel karşılaştırılmasında Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman materyalinin florid salınımı değeri diğer materyal gruplarından istatistiksel olarak daha fazla bulundu. Sonrasında en yüksek değerler sırasıyla GC Fuji IX GP cam iyonomer siman ve GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman materyallerinden elde edildi. En düşük florid salınımı değeri ise Activa Bio-Active Restorative materyalinden elde edildi.

Yedinci gün verilerine ait değerler istatistiksel olarak incelendiğinde en yüksek florid salınım değerleri Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman materyalinden elde edildi. En yüksek ikinci florid salınımı değeri ise GC Fuji IX GP cam iyonomer siman materyalinden elde edildi.

Çalışmanın 14. gününe ait veriler incelendiğinde en yüksek florid salınım değeri yine Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman materyalinden elde edildi. 14. gün ölçümlerinde en düşük florid salınım değeri ise Activa Bio-Active Restorative materyalinden elde edildi.

Yirmibirinci gün ölçümlerinde en yüksek florid salınım değerleri Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman ve GC Fuji IX GP cam iyonomer siman materyallerinden elde edildi. En düşük florid salınımı değeri Bioactive-Restorative materyalinden elde edildi.

Çalışmanın 28. gününe ait veriler istatistiksel olarak incelendiğinde gruplar arası değerlendirmelerde en yüksek florid salınım değeri Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman materyalinden elde edildi.

Materyallerin farklı zaman aralıklarında gösterdikleri florid salınım değerleri incelendiğinde tüm materyal gruplarında 28. günde floridle yeniden yükleme işleminin ardından 29. gün ölçümlerinden elde edilen florid salınım değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu görüldü.

Otuzbeşinci gün yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman ve GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman materyallerinden elde edilen florid salınımı değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmedi. En düşük florid salınımı değeri Bioactive-Restorative materyalinden elde edildi.

Çalışmanın 42. gününde elde edilen veriler değerlendirildiğinde sırasıyla en yüksek değerler Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman, GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman, Fujı IX GP cam iyonomer siman ve Activa Bio-Active Restorative materyalinden elde edildi (Tablo 4.14).

Tablo 4.14. Cam iyonomer siman materyallerinin florid salınım değerleri

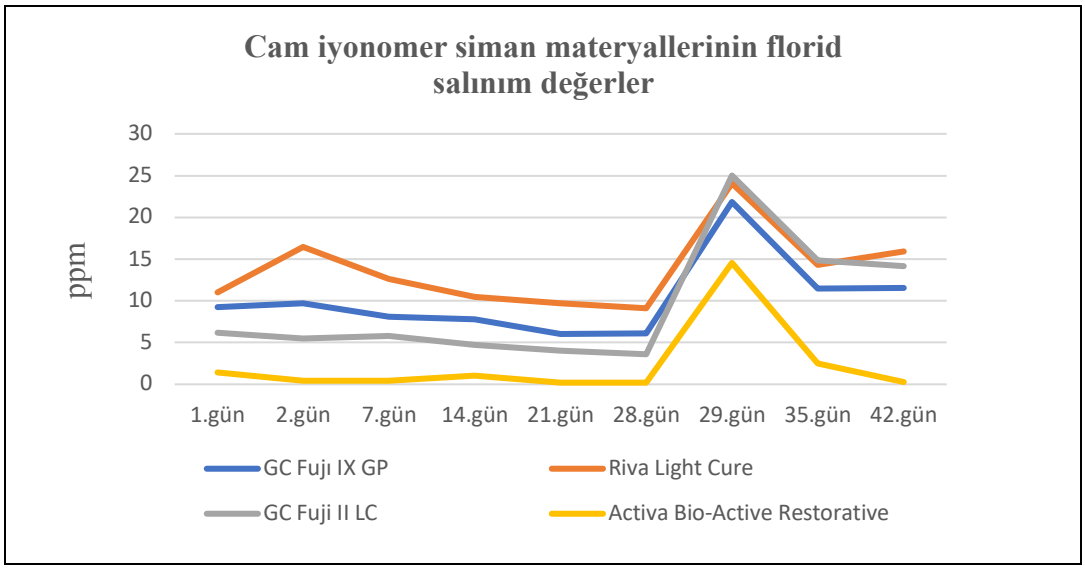
ppm	GC Fujı IX GP	Riva Light Cure	GC Fuji II LC	Activa Bio-Active Restorative
1.Gün	9,22±0,61[a]	10,99±0,75[a]	6,14±0,26[b]	1,39±0,19[c]
2.Gün	9,73±0,55[b]	16,48±1,05[a]	5,49±0,57[c]	0,44±0,05[d]
7.Gün	8,08±0,61[b]	12,62±0,99[a]	5,77±0,46[c]	0,44±0,08[d]
14.Gün	7,78±1,09[b]	10,47±0,88[a]	4,72±2,19[c]	1,02±0,28[d]
21.Gün	6,03±0,21[b]	9,71±0,70[a]	4,06±0,48[c]	0,20±0,04[d]
28.Gün	6,10±0,17[b]	9,11±0,67[a]	3,60±0,26[c]	0,20±0,06[d]
29.Gün	21,84±0,20[b]	24,07±0,46[a,b]	25,01±0,74[a]	14,55±1,14[c]
35.Gün	11,44±0,18[b]	14,31±0,37[a]	14,82±0,74[a]	2,47±0,41[c]
42.Gün	11,51±0,53[c]	15,91±0,46[a]	14,13±0,52[b]	0,31±0,07[d]

[a,b,c,d:]aynı satırdaki istatistiksel farklılıkları gösterir
*Fredman ve Anova testi uygulanmıştır

Cam iyonomer siman materyallerinden zaman içerinde salınan florid değerlerine ait veriler karşılaştırıldığında en yüksek florid salınımı değerlerinin 29. gün floridle yeniden yükleme işlemi sonrasında elde edildiği ve sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü. Yeniden yükleme işlemini takip eden günlerde ise florid salınımı değerlerinde belirgin bir düşüş gözlendi.

Activa Bio-Active Restorative materyalinden salınan florid miktarı değerlendirildiğinde ise ölçümün 1. günü ile 28. günleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu, floridle yeniden yükleme işlemi sonrasında 29. gün ölçümlerinde istatistiksel olarak en yüksek florid salınımı değerinin elde edildiği görüldü.

Materyallerin florid salınımının zaman içerisindeki değişim eğrisi Grafik 4.1'de sunulmuştur.



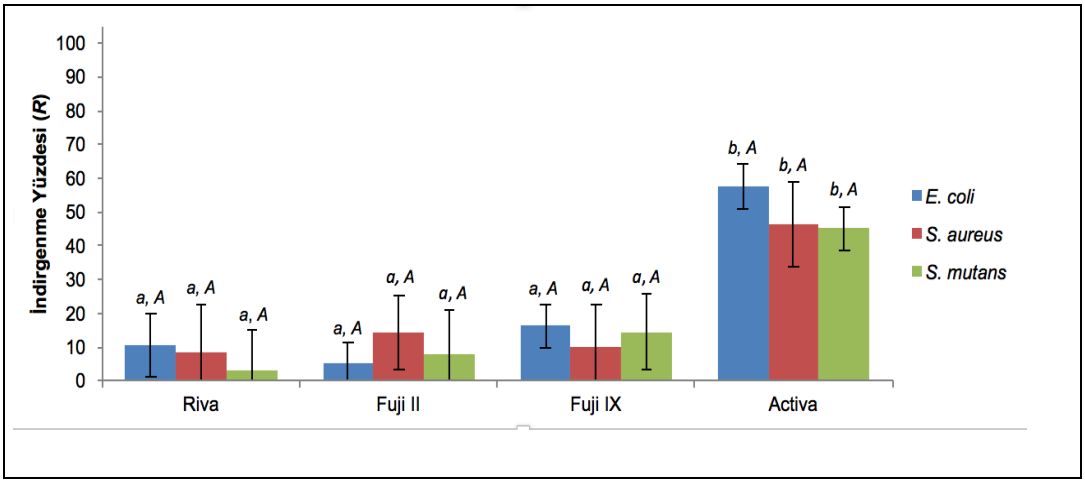
Grafik 4.1. Cam iyonomer siman materyallerinin florid salınım değerleri

4.2.2. Cam İyonomer Siman Materyallerinin Antibakteriyel Etkinliklerinin Değerlendirilmesi

Örneklerin antibakteriyel aktivitesi bakteriyel süspansiyon içinde dinamik temas ve biyofilm makriksi içerisindeki hücrelere karşı değerlendirildi. Çalışmaya ait sonuçlar ve istatistik değerleri aşağıda sunuldu.

Dinamik Temas Test Sonuçlar

Materyallerin antibakteriyel etkinliği *S. aureus*, *E. coli* ve *S. mutans* suşlarına karşı yüzdesel azalma olarak ifade edildi (Grafik 4.2).



Grafik 4.2. Materyallerde bakteri türlerine karşı gözlenen antibakteriyel özellikler

I: Standart sapmayı ifade eder.
A: Aynı materyal için farklı mikroorganizmaların indirgenme yüzdeleri arasındaki istatistiksel farklılıkları gösterir.
a: Aynı mikroorganizma için farklı materyallerde görülen indirgenme yüzdeleri arasındaki istatistiksel farklılıkları gösterir.

Tüm materyal grupları için mikroorganizma sayısında meydana gelen azalma oranları karşılaştırıldığında Activa Bio-Active Restorative grubunda görülen azalmanın diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yüksek olduğu görüldü ($p<0.05$). GC Fuji IX GP cam iyonomer siman, GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman ve Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman materyallerine ait örneklerin antibakteriyel etkinliği arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmedi (Tablo 4.15). Materyal gruplarının her bir bakteri türleri karşısında gösterdikleri antibakteriyel etkinliklerinin değerlendirilmesinde ise istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmedi.

Tablo 4.15: Ortalama indirgenme yüzdeleri

	Ortalama İndirgenme Yüzdeleri		
	E. coli	*S. mutans*	*S. aureus*
Riva Light Cure	10,7±9.3 ^{a,A}	3,2±11.73 ^{a,A}	8,6±13.93 ^{a,A}
GC Fuji II LC	5,2±6.0 ^{a,A}	7,9±13.03 ^{a,A}	14,5±11.0 3 ^{a,A}
GC Fuji IX GP	16,4±6.43 ^{a,A}	14,4±11.23 ^{a,A}	10,1±12.7 ^{a,A}
Activa Bio-Active Restorative	57,5±6.9^{b,A}	45,1±6.2 3^{b,A}	46,4±12.7 ^{b,A}

^{a}: Aynı satırdaki istatistiksel farklılıkları gösterir
^{A}: Aynı sütundaki istatistiksel farklılıkları gösterir
*Fredman ve Anova testi uygulanmıştır

Biyofilm test sonuçları

Hazırlanan kültürlerde cam iyonomer siman materyallerine ait diskler üzerinde en az bakteri kolonizasyonu Activa Bio-Active Restorative materyaline ait örneklerde gözlenirken; Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman, GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman ve GC Fuji IX GP cam iyonomer siman materyallerine ait örneklerde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara rastlanmadı (Tablo 4.16).

Tablo 4.16: Disklerde görülen kolonizasyon

	Riva Light Cure	Fuji II LC	Fuji IX GP	Activa Bio-Active Restorative
Disklerdeki Kolonizasyon log kob/disk	7.2±0.36.1±0.32 [a]	7.4±0.51[a]	7.1±0.32[a]	5.5±0.50[b]

[a]: aynı satırdaki istatistiksel farklılıkları gösterir
Fredman ve Anova testi uygulanmıştır

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada klinikte rutin olarak kullanılmakta olan GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman, GC Fuji IX GP cam iyonomer siman ve Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman materyalleri ile ticari olarak yeni sayılabilecek Activa Bio-Active Restorative materyali *in-vivo* ve *in-vitro* olarak değerlendirildi.

Çürük dokunun uzaklaştırılması sonrasında, kaybedilen diş dokusunun tamamlanması ve diş fonksiyonunun tekrardan kazandırılması amacıyla, geçmişten günümüze çeşitli restoratif materyaller geliştirilmiştir. Modern diş hekimliğinde günümüze kadar kullanım alanı bulan en eski restoratif materyal, 150 yıllık tarihiyle amalgamdır (Bharti ve ark., 2010). Diş hekimliğinde estetik restorasyonların kullanımı ise silikat simanlarla başlamıştır (Eğilmez ve ark., 2013). 1960'lı yıllarda keşfedilen cam iyonomer siman, diş sert dokularına kimyasal bağlanabilme özelliği, florid salınım özelliği ve antikaryojenik etki göstermesi sebebiyle geçmişten günümüze restoratif materyal olarak tercih edilen materyaller arasında yer almaktadır (Sungurtekin ve ark., 2010). Günümüz diş hekimliğinde ise adeziv sistemlerin geliştirilmesi ile birlikte mekanik ve estetik özellikleri daha tatmin edici olan rezin esaslı materyaller tercih edilmektedir.

Amalgamın kullanım oranları; uygulama kolaylığı ve tatmin edici mekanik özelliklerine rağmen estetik özelliklerinin oldukça kötü olması, kimyasal içeriği ve korozyon potansiyeli gibi nedenlerle son yıllarda düşüş göstermektedir (Bharti ve ark., 2010). Kamann ve Gangler (2000) restoratif materyallerin uzun ömürlülüğü ve onarım tekniklerini inceledikleri çalışmalarında oral hijyen eksikliğinin amalgam restorasyonların klinik başarılarını olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.

Kompozit rezin materyallerin geliştirilmesi, silikat ve cam iyonomer simanların geliştirilmesine paralel olarak 1960'lı yıllara dayanmaktadır (Gladwin ve Bagby, 2004). İçerikleri temel olarak organik faz, inorganik faz ve bağlayıcı faz olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır (Peutzfeldt, 1997). İçeriğindeki inorganik fazı oluşturan doldurucu partiküllerin boyutlarının değişmesiyle hem fiziksel hem de estetik özelliklerinde iyileştirmeler yapılabilmektedir (Weinmann, 2004). Fakat rezin

esaslı restoratif materyallerin neme karşı hassasiyetleri, kullanım alanlarını sınırlandırmaktadır.

Cam iyonomer esaslı restoratif materyaller, çocuk diş hekimliğinde uygulama kolaylığı, florid salınımı ve reşarj olabilme özelliği, bonding ajan gerektirmeden dişe kimyasal bağlanabilmeleri gibi sebeplerle sıklıkla tercih edilmektedir.

Yetişkin bireylere, yaş grubu göz önüne alınarak çocuklara ve ebeveynlere verilen oral hijyen eğitimlerini, diş yapısını güçlendirmek amacıyla uygulanan sistemik ve topikal florür uygulamalarını da içeren koruyucu hekimlik uygulamaları, çoğu zaman tek başlarına etkili olmamaktadır. Cam iyonomer simanlar, fiziksel özellikleri bakımından günümüzde kullanılan birçok restoratif materyalden daha düşük seviyede olsa da yüksek miktarda florid salınım özelliği ile oldukça yaygın kullanım alanı bulunmaktadır (Önal, 2004). Bu sebeple, cam iyonomer simanlar, özellikle çocuk diş hekimliğinde sıklıkla tercih edilen restoratif materyallerin başında gelmektedir (Pinkham, 1994).

Choi ve ark. (2008) cam iyonomer simanların, oldukça iyi bir biyouyumluluğa sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Önal (2004), çürük ya da başka etkenlerle madde kaybına uğrayan diş sert dokularının restorasyonunda kullanılan çeşitli materyaller ile cam iyonomer simanların fiziksel özellikleri yönüyle karşılaştırıldığında, cam iyonomer simanların ısı iletkenliklerinin dentine yakın olmasından dolayı pulpayı termal etkilerden koruduğunu bildirmiştir.

Christensen (1994), cam iyonomer simanların dişlere kimyasal bağlantı sağlamaları ve kolay uygulama sağlayan optimum özelliklere sahip olmalarının yanı sıra karyostatik ve nispeten ucuz olmalarından dolayı ideal bir simanın karakteristik özelliklerinin çoğunu karşıladığını bildirmiştir.

Mjör ve ark. (2000) daimi dişlere yapılan restorasyonların değerlendirildiği, 243 klinisyen diş hekiminin katıldığı çalışmada geleneksel cam iyonomer simanla yapılan restorasyonların genel olarak kavite tipinden bağımsız olarak 3 yıllık klinik ömürleri olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada, restorasyonların yapıldığı kişilerin yaş grubuna göre de restorasyonun klinik ömrünün değiştiği, 30 yaş üstü bireylerde

restorasyonların klinik ömrünün ortalama 2.5 yıl daha artabileceği sonucuna varılmıştır.

Diem ve ark. (2014), 11 ve 12 yaşlarındaki 91 çocuğun daimi birinci molarlarına cam iyonomer siman ve kompozit materyaller ile yapılan oklüzal restorasyonları inceledikleri üç yıllık klinik takibi içeren çalışmalarında, yüzeyine herhangi bir koruyucu uygulanmayan kapsül formunda geleneksel cam iyonomer siman materyalinde %37 oranında aşınma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

De Moor ve ark. (2011) baş ve boyun bölgesinde radyoterapi almış kserostomi hastaları üzerinde yaptıkları iki yıllık klinik takibi içeren çalışmalarında, geleneksel cam iyonomer simanların genel olarak çürük önleyici etkileri olmasına rağmen, kolay aşınmaları sebebiyle restorasyonda başarısızlığa sebebiyet verdiklerini, aynı zamanda rezin modifiye cam iyonomer simanların ise tüm olumsuz şartlara rağmen yapısal bütünlüklerini daha iyi bir oranda koruduklarını bildirmiştir.

Tüm bu olumlu özelliklerine rağmen geleneksel cam iyonomer simanların nem hassasiyeti, ağız sıvılarında çözünmesi, mekanik özellikleri ve rezin esaslı restoratif materyallere göre estetik özelliklerinin zayıf olması sebebiyle içeriklerine çeşitli materyaller ilave edilmiştir (Sidhu, 2011). Cam iyonomer simanlara yapılan ilavelerin bir kısmı simanın toz kısmına bir kısmı ise likit kısmına yapılmıştır. Likit kısmında toz/likit oranının değiştirilmesi gibi modifikasyonlar yapılırken, materyalin toz kısmında ise amalgam ilavesi, poliakrilit asidin modifiye edilmesi, metal ilavesi, hidroksiapatit ilavesi, fiber ilavesi, rezin ilavesi ve biyoaktif cam ilavesi gibi modifikasyonlar yapılmaktadır (Kaya ve Tirali, 2013).

Cam iyonomer simanların mekanik özelliğini artırmak amacıyla yapılan ilk modifikasyonlardan biri, amalgam ilavesi olmuştur. Fakat amalgam ilavesinin ardından materyal renginin estetik özelliklerini kaybettiği ve metal içeriğinden dolayı daha kırılgan hale geldiği bildirilmiştir (McLean, 1985).

Poliasit modifiye kompozit rezinler (kompomer), %30 cam iyonomer siman ve %70 oranında kompozit içeriğine sahiptir. Çocuk diş hekimliğinde oldukça yüksek bir kullanım oranına sahiptir. Yapılan çalışmalarda oklüzal kuvvetlere karşı geleneksel cam iyonomer simanlara göre daha üstün özellikte oldukları bildirilmiştir (Kramer, 2007). Fakat sertleşme reaksiyonunun ışık cihazına bağlı olması sebebiyle, reaksiyon

sırasında ışığın ulaşamadığı bölgelerde polimerizasyon tamamlanamamaktadır (Kramer, 2007). Croll ve ark. (2007) cam iyonomer simanların mekanik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında kompomerlerin mine ve dentine bağlanma özelliklerinin geleneksel ve rezin modifiye cam iyonomer simanlardan daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Fakat yapılan çalışmalarda, içeriğindeki cam iyonomer miktarı düşük olduğundan dolayı, florid salınımının da geleneksel ve rezin modifiye cam iyonomer simanlara göre oldukça düşük değerlerde olduğu bildirilmiştir (Kramer, 2007).

Geleneksel cam iyonomer simanların fiziksel özelliklerini geliştirmek amacıyla, materyale metal partikülleri ilave edilmiştir. Nakajima (1996), cam iyonomer simanların mekanik özelliklerini değerlendirdiği çalışmasında geleneksel cam iyonomer simanlara metal ilavesinin ardından yorulma direncinin arttığını, fakat diğer mekanik özellikler bakımından metal ilavesine rağmen amalgam ve posterior kompozitlere göre yine de zayıf oldukları bildirmiştir. Thornton ve ark. (1986), aynı marka geleneksel cam iyonomer siman ve metal içerikli cam iyonomer siman ile yaptıkları çalışmada metal ilavesinin materyalden salınan florid iyonu miktarını düşürdüğünü bildirmiştir.

Featherstone (2000) klinik pratiğinde diş çürüklerinin engellenmesinin ele alındığı çalışmasında hem daha iyi fiziksel özelliklere sahip olması hem de remineralizasyona yardımcı olması açısından cam iyonomer simanların içeriğine kemik ve diş dokusunun temelini oluşturan hidroksiapatit ilave edilebileceğini bildirmiştir. Lucas (2003), hidroksiapatit ilave edilen cam iyonomer simanın bağlanma değerleri ve florid salınımlarını incelediği çalışmalarında hidroksiapatit ilavesinin ardından bağlanma değeri ve florid salınım değerlerinin arttığını bildirmiştir.

Chen ve ark. (2011), nanofiber ilave edilen kompozit materyallerin fiziksel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında cam iyonomer simanların içeriğine nanofiber ilave edilmesinin mikrosertlik, kırılma ve basma dayanımını artırdığını fakat florid salınımına herhangi bir katkısının olmadığı bildirmiştir.

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar, geleneksel cam iyonomer simanların fiziksel özelliklerinin artırılması için içeriğine rezin ilave edilmesiyle elde edilmiş ve 1991 yılından itibaren kullanılmaya başlanmıştır (Mitra, 1991). Rezin modifiye cam iyonomer simanlar, temel olarak klasik cam iyonomerler (temel cam tozu, su ve

poliasit) ile aynı temel bileşenleri içermektedir. Ancak geleneksel cam iyonomerlerden farklı olarak likit kısmında monomer bileşeni ve buna bağlı olarak başlatıcı sistemi içermektedir. Bu sayede geleneksel cam iyonomer simanların florid salınımı, dişe kimyasal bağlanması, biyouyumluluğu gibi asıl avantajları kaybedilmeden olumlu özellikleri artırıldığı bildirilmiştir (Köroğlu ve ark., 2012).

Khoroushi ve Keshani (2013), rezin modifiye cam iyonomer simanların, geleneksel cam iyonomer simanlara göre estetik, adaptasyon ve adezyon özellikleri yönüyle daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir.

Xie ve ark. (2000), cam iyonomer simanların mekanik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, rezin modifiye cam iyonomer simanların kırılma dayanımı, basma dayanımı ve gerilme direncinin geleneksel cam iyonomer simanlara oranla daha yüksek değerlerde olduğunu bildirmişlerdir.

Keleş ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, rezin modifiye cam iyonomer simanların, geleneksel cam iyonomer simanlardan biraz daha büyük iletim katsayısına sahip olmalarına rağmen ısı iletiminde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olmadığını bildirmişlerdir.

Huübel ve Mejare (2003) süt azı dişlerinde yaptıkları 3 yıllık klinik çalışmada 4-7 yaş arası 40 hasta üzerinde yapılan 115 restorasyonu incelemişler ve üç yılın sonunda geleneksel cam iyonomer simanla yapılan restorasyonun başarı oranını %81, rezin modifiye cam iyonomer siman ile yapılan restorasyonların başarı oranını %94 olarak bulduklarını bildirmişlerdir.

Perdigao ve ark. (2012), üç farklı rezin modifiye cam iyonomer simanla yapılan restorasyonları modifiye USPH kriterlerine göre 1 yıllık süre ile takip etmişler ve en fazla restorasyon kaybının ilk altı aylık dönemde olduğunu bildirmişlerdir.

Basso ve ark. (2015), cam iyonomer siman ile yapılan restorasyonların klinik takibini içeren çalışmalarında, dört farklı rezin modifiye cam iyonomer siman kullanarak yaptıkları restorasyonların 48 aylık klinik takibinden sonra rezin modifiye cam iyonomer simanlarla yapılan restorasyonların orta ve uzun vadede hızlı ve kolay uygulanabildiği ve estetik olarak tatmin edici bir alternatif olduğu sonucuna vardıklarını bildirmişlerdir.

Coutinho ve ark. (2009), rezin modifiye cam iyonomer simanın bağlanma değerlerini inceledikleri çalışmalarında, rezin modifiye cam iyonomer siman ve geleneksel cam iyonomer simanların dentin ve mineye bağlanma değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulmadıklarını bildirilmişlerdir.

Verbeek ve ark. (1998), geleneksel cam iyonomer, rezin modifiye cam iyonomer ve poliasit modifiye kompozit rezinlerden zaman içinde salınan florid miktarını değerlendirmişler, en yüksek florid salınımının geleneksel cam iyonomer siman grubunda olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan tüm çalışmaların sonucunda, geleneksel cam iyonomer simanların içerisine ilave edilen maddelerin, her zaman tüm yönüyle olumlu sonuçlar vermediği görülmüştür. İlave edilen bazı materyaller cam iyonomer simanların mekanik özelliğini artırırken florid salınımında olumsuz etkilere yol açmış, bazıları ise florid salınımı üzerinde herhangi bir değişikliğe sebebiyet vermeden diğer fiziksel özelliklerinde olumsuzluk meydana getirmiştir. Cam iyonomer simanların içeriğine ilave edildiğinde tüm özelliklerine olumlu yönde etki edecek bir materyal arayışı günümüzde de devam etmektedir. Bu amaçla yapılan en güncel modifikasyonlardan birisi de cam iyonomer simanların içeriğine biyoaktif cam ilave edilmesidir.

1969 yılında Hench ve arkadaşları tarafından üretilen biyoaktif camlar, yerleştirildiği yüzey dokular ile kimyasal bağlantıyı sağlayan biyoaktif hidroksikarbonaapatit (HCA) tabakası oluşturma ve mezenkimal farklılaşmayı sağlama özellikleri ile tıp ve diş hekimliği bilimlerinde dikkat çekmiştir (Hench, 2006). Buradan yola çıkan araştırmacılar, kemik dokuda osteokondüktif etkisi olduğunu bildikleri biyoaktif camların diş sert dokularında remineralizasyon ajanı olarak kullanılabileceğini düşünmüşlerdir (Hench, 2006). Biyoaktif camların bu denli dikkat çekmesinin sebebi, antibakteriyel özelliği olması ve diş sert dokuları ile arasında bağ oluşumunu sağlayan biyoaktif hidroksiapatit tabakasını oluşturuyor olmasıdır. Bu sayede biyoaktif camlar diş sert dokularına hatta bazı durumlarda çevre yumuşak dokulara kimyasal olarak bağlanabilmektedir. Yumuşak dokulara bağlantı mekanizması ise vasküler yapı oluşumunu desteklemeleri, enzimatik faaliyetlere yardımcı olmaları ve kemik doku mezenkimal hücrelerin farklılaşmasına yardımcı olmaları şeklinde sayılabilir (Jones, 2013).

Kulan ve Ulukapı (2011), biyoaktif camların tıp ve diş hekimliğinde oldukça yaygın kullanım alanları olduğundan bahsetmişlerdir. Tıp alanında sentetik kemik grefti, kohlear implant materyali olarak rejeneratif doku mühendisliğinde kullanılmaktadır. Biyoaktif camlar, tüm bu olumlu özellikleri sebebiyle diş hekimliğinde remineralizasyon ajanları, diş macunları, çeşitli koruyucu ve restoratif materyaller ile beraber kullanımı düşünülmüştür (Kaur ve ark., 2013). Mine ve dentin remineralizasyonunda kullanılmaktadır. Ticari formlarına örnek olarak S53P4 (Bonalive®), 45S5 (Bioglass®), Novamin®, Biogran®, Perioglass® verilebilir.

Burwell ve ark. (2009) diş macunlarında novamin kullanımını inceledikleri çalışmalarında *in-vitro* şartlarda beyaz opak lezyonların sertleştiğini ve mine yüzeyindeki abrazyonların sertleştiğini bildirmiştir.

Kumar (2009), biyoaktif camların ortam pH'sını artırmalarından dolayı kök kanal sistemindeki mikroorganizmalara karşı dezenfeksiyon ajanı olarak kullanılabileceğini bildirmiştir.

De Oliveira ve ark. (2013), potansiyel sert doku mühendisliği uygulamaları için küresel biyoaktif cam nanopartiküllerin sentezi, karakterizasyonu ve sitokompatibilitesini inceledikleri çalışmalarında biyoaktif cam partiküllerinin dentin remineralizasyonuna yardımcı olduğu ve restoratif materyallerin içeriğine eklenebileceği bildirilmiştir.

Salehi ve ark. (2015), biyoaktif cam içeren rezin kompozitlerin sitotoksisitesini inceledikleri çalışmalarında artık monomer kalmadığı sürece biyoaktif cam içeriğinin sitotoksisiteyi etkilediğine dair bir bulguya ulaşmadıklarını bildirmişlerdir.

Görken (2014) biyoaktif cam partiküllerinin materyalin içerisine el ya da mekanik karıştırma yöntemiyle ilave edilebileceği gibi inorganik matriks kısmına da ilave edilebileceğini bildirmişlerdir. Atai ve Pahlavan (2012) el ya da mekanik karıştırma ile elde edilen materyallerin mekanik özelliklerinin materyal içeriğinde meydana gelen pörözite sebebiyle olumsuz etkilenebileceği, bu sebeple büyük ölçekli karıştırma aparatlarının kullanılması önerilmiştir.

Matsuya ve ark. (1999), geleneksel cam iyonomer simanların içeriğine biyoaktif cam ilave edilmesini inceledikleri çalışmalarında, cam iyonomer siman

tozuna belirli oranda biyoaktif cam eklemişler, polimerizasyon işleminden sonra biyoaktif cam eklenen cam iyonomer simanın baskı dayanımının geleneksel cam iyonomer simandan daha düşük olduğu sonucunu bildirmişlerdir.

Ana ve ark. (2003) rezin modifiye cam iyonomer simanların içerisine katılan biyoaktif camın polimerizasyon zamanı ve mekanik özelliklere etkisini inceledikleri çalışmalarında rezin modifiye cam iyonomer simanların içerisine belirli oranlarda biyoaktif cam eklemişler, elde edilen yeni materyalin polimerizasyon süresi, polimerizasyon derecesi ve mekanik özelliklerini rezin modifiye ve geleneksel cam iyonomer simanlarla karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, elde edilen yeni materyalin yüzey sertliğinin, rezin modifiye cam iyonomer simanlara kıyasla daha düşük değerlerde olsa da klinik olarak kabul edilebilir düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Geleneksel cam iyonomer simanla yapılan karşılaştırmalarda ise biyoaktif cam içerikli rezin modifiye cam iyonomer simanın mekanik özelliklerinin çok daha iyi olduğunu sonucuna varmışlardır. Polimerizasyon zamanı değerlendirildiğinde ise rezin modifiye cam iyonomer siman nispeten daha hızlı sertleştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, materyal içeriğindeki biyoaktif cam oranı arttıkça sertleşme süresi uzamıştır. Çalışmada ayrıca, materyaller baskı dayanımı testine de tabi tutulmuş ve biyoaktif cam içeren rezin modifiye cam iyonomer simanların içeriğindeki biyoaktif cam oranına bakılmaksızın rezin modifiye cam iyonomer simanlara göre daha düşük sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Çalışma sonucunda rezin modifiye cam iyonomer siman içeriğine biyoaktif cam ilavesinden sonra elde edilen yeni materyalin mekanik özelliklerinin rezin modifiye cam iyonomer simana göre daha düşük olmasının sebebi, materyali toz kısmındaki alüminyum (Al^{+3}) iyonlarındaki azalmaya bağlanmıştır. Cam iyonomer siman materyalinin toz kısmında bulunan Al^{+3} iyonu, polimerizasyon sırasında materyal içerisindeki üç boyutlu çapraz bağlantıyı sağlayarak yüzey sertliği ve baskı dayanımını artırmaktadır. Ancak biyoaktif cam içeriğinin artmasıyla materyal içeriğinde artan Ca^{+2} iyonu ise biyoaktiviteyi artırmaktadır.

Yli-Urpo ve ark. (2005), biyoaktif cam ilave edilen rezin modifiye cam iyonomer simanların baskı dayanımı ve yüzey karakterizasyonunu inceledikleri çalışmalarında, materyallere yapılan biyoaktif cam ilavesinin, materyalin baskı dayanımını azalttığı sonucuna varmışlardır. Biyoaktif cam içeriği arttıkça, doğru orantılı olarak mekanik özelliklerdeki düşüş de artmıştır. Çalışmanın sonucunda,

biyoaktif cam içerikli rezin modifiye cam iyonomer simanların mekanik özellikleri rezin modifiye cam iyonomer simanlara göre düşük olmasına rağmen geleneksel cam iyonomerlerle karşılaştırıldığında oldukça yüksek sonuçlar vermiştir. Biyoaktif cam içerikli rezin modifiye cam iyonomer simanların mekanik gücünün azalması, önemli ölçüde alüminyum katyonlarının azalması ve en azından kısmen biyoaktif camın yüksek bazikliğinden kaynaklanmaktadır. Biyoaktif camdan salınan kalsiyum iyonu poliakrilik asit içindeki karboksilat grubu ile daha fazla reaksiyona girer. Kalsiyum iyonuyla tercihli reaksiyon, karboksilat ve alüminyum iyonu arasında daha az çapraz bağ oluşturur. Karboksilat ve alüminyum iyonu arasında daha az çapraz bağlanma mekanik mukavemet açısından negatif faktör olmasına rağmen, aşırı kalsiyum iyonu biyoaktivite için pozitif faktördür.

Pulpdent şirketi tarafından geliştirilen Activa Bio-Active Restorative biyoaktif cam içeren rezin modifiye cam iyonomer siman 2013 yılında piyasaya sürüldü. Geliştirilen yeni ürün ile daha iyi mekanik özelliklere sahip olan rezin modifiye cam iyonomer siman, hem polimerizasyon yeteneği hem de kimyasal iyileştirme özelliğine sahip olan bir "biyoaktif iyonik rezin matrisi" ile formüle edilmiş ve tüm cam iyonomer sistemlerinin asit / baz nötrleştirme sertleşme reaksiyonuna giren poliasit bileşenlerini ve cam parçacıklarını içermektedir. Böylece, Activa ürünlerinde üç farklı sertleşme mekanizması yer almaktadır. İçeriğinde biyoaktif iyonik rezin matriks, biyoaktif cam ve kauçuk rezin fazları bulunmaktadır. Materyal içeriğinde yer alan biyoaktif iyonik rezin matriksin; hem kauçuk rezin komponent ve biyoaktif cam iyonomer arasındaki bağlantıyı hem de bu bileşenlerin diş yüzeyine bağlanma değerlerini artırdığı bildirilmiştir. Bu sayede, fiziksel ve mekanik özellikler, klinik performans ve dayanıklılıkta artış sağlandığı bildirilmiştir (Croll ve ark., 2015).

Croll ve ark. (2015), 210 süt dişi ve 180 daimi dişi Activa Bio-Active Restorative ile restore edip yaklaşık bir yıl kadar klinik takip yaptıkları çalışmada Actıva Bioactive-Restorative ile restore edilen dişlerde herhangi bir postoperatif hassasiyet bulgusuna rastlamamışlardır.

Diş hekimliği alanında kullanılan materyallerin belirli fiziksel özelliklerinin incelendiği *in-vitro* çalışmalar, aynı amaçla kullanılan benzer materyaller arasındaki farklılıklar ve bu materyallerin güvenilirlikleri konusunda fikir vermektedir. Yapılan klinik çalışmalar ise bu materyallerin ağız ortamında maruz kalacakları sıcaklık

değişimi, pH değişimi, oklüzal kuvvetler, bireyin sahip olduğu kötü alışkanlıkların etkisi ve ağız sıvılarının mevcudiyetindeki davranışlarının anlaşılması, klinik uygulamanın kolaylığı ve maliyet gibi konularda araştırmacılara oldukça güvenilir bilgiler sağlamaktadır. Knibbs (1997) tarafından hazırlanan dental restoratif materyallerin klinik değerlendirme yöntemlerinin ele alındığı çalışmada, dental materyalleri değerlendirmek amacıyla yapılan *in-vitro* çalışmaların sonuçlarının daha iyi değerlendirilebilmesi için mutlaka klinik çalışmalarla desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Biyoaktif camların cam iyonomer simanlara ilave edilmesi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, çalışmalarda kullanılan materyallerin tümünün laboratuvar ortamında hazırlanan deneysel ürünler olduğu görülmektedir. Bu çalışmada kullanılan Activa Bio-Active Restorative, diğerlerinden farklı olarak ilk kez ticari formda hazırlanmış ve klinik kullanıma hazır hale getirilmiştir. Fakat literatürde bu ürünün klinik başarısı, florid salınımı ve antibakteriyel özelliklerini değerlendiren herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu sebeple yeni bir materyal olan Activa Bio-Active Restorative materyali klinikte rutin kullanımda olan GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman, GC Fuji IX GP cam iyonomer siman ve Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman ile *in-vivo* ve *in-vitro* olarak karşılaştırıldı. *İn-vivo* olarak bu dört materyal ile 108 hastada toplam 240 dişe yapılan restorasyonlar 12 aylık süre boyunca modifiye USPH kriterlerine göre takip edildi. Çalışmanın *in-vitro* kısmında ise Activa Bio-Active Restorative, GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman, GC Fuji IX GP cam iyonomer siman ve Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman materyallerinin antibakteriyellik özellikleri ve florid salınım değerleri incelendi.

Bu çalışmada 12 aylık klinik takip süresi sonunda, yapılan restorasyonların %74.2' sinin kontrolü gerçekleştirildi. Randevusuna gelmek istemeyen 14 hasta ve oral hijyen motivasyonu sağlanamayan 2 hasta çalışma dışı bırakıldı. Çalışmanın *in-vivo* kısmında Activa Bio-Active Restorative, GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman, GC Fuji IX GP cam iyonomer siman ve Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman materyalleri ile yapılan restorasyonlar modifiye USPH kriterlerine göre 12 aylık süre boyunca takip edildi ve Activa Bio-Active Restorative materyalinden istatistiksel olarak daha başarılı sonuçlar elde edildi. İstatistiksel olarak en başarısız klinik sonuçlar Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman

materyalinden elde edildi. Değerlendirme kriterleri arasında en fazla başarısızlık sebebi sekonder çürük oluşumu olarak belirlendi. Çalışma sonucunda restorasyon başarısı ve kavite tipleri arasında istatistiksel olarak herhangi bir farklılığa rastlanmadı.

Literatürde, restoratif materyallerin *in-vivo* olarak değerlendirildiği birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Klinik çalışmalarda karşılaşabileceğimiz en büyük sıkıntılardan biri hastaların düzenli kontrollere gelmesinin sağlanmasıdır (Kanık, 2011). Bu sebeple çocuk hastalarda yaş aralığı, süt dişlerinin fizyolojik kök rezorpsiyonu ve hastaların tedaviye uyumları dikkate alındığında takip süresi 12 ay olarak belirlendi. Literatürdeki uzun dönem klinik takip çalışmaların bazılarında restorasyon kayıplarının büyük çoğunluğu ilk 6 ayda meydana gelmiştir (Lo ve ark., 2001). Fakat bazı çalışmalarda ise kayıplar 12. ayda meydana gelmiştir (Uzel, 2012). Bu çalışmada da restorasyon kayıplarının büyük çoğunluğunun 12. ayda meydana geldiği görüldü.

Daou ve ark. (2009) süt molar dişlere yapılan rezin modifiye cam iyonomer siman, kompomer ve amalgam restorasyonları iki yıl süreyle takip ettikleri çalışmalarında sınıf I restorasyonların sınıf II restorasyonlara göre daha başarılı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Theodore ve ark. (2001), rezin modifiye cam iyonomer simanların etkinliğini değerlendirmek amacıyla 306 hastanın 864 süt molar dişinde yaptıkları restorasyonları 3 yıllık süre ile takip ettikleri çalışmada, rezin modifiye cam iyonomer simanların sınıf I ve sınıf II kavite türlerinde başarılı olduğu sonucuna vardıklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmada da Theodore ve ark. (2001) nın çalışmalarından elde ettikleri sonuçla benzer olarak kavite tiplerinin restorasyon başarısı üzerinde istatistiksel olarak etkisi olmadığı sonucu elde edilmiştir.

Scholtanus ve Huysmans (2007) tarafından kapsül formunda geleneksel cam iyonomer siman ile yapılan MO, DO ve MOD tarzındaki restorasyonların 6 yıllık klinik takibinin yapıldığı çalışmada, 72 ay sonunda restorasyonların %40'ında klinik olarak kabul edilemeyen, özellikle restorasyonun ara yüzünde meydana gelen madde kayıpları olduğu bildirilmiştir. Fakat çalışma sonuçlarına göre restorasyonlarda herhangi bir oklüzal aşınmaya rastlanmamış, aynı zamanda restorasyonlarda sekonder çürük oluşumu gözlenmemiştir. Kanık (2011) daimi dişler üzerine yapılan 256 restorasyonun 18 ay klinik takibinin yapıldığı çalışmada istatistiksel olarak en fazla rastlanan başarısızlığın kenar renklenmesi olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada ise

diğer çalışmalardan farklı olarak istatistiksel olarak en fazla başarısızlık sebebi sekonder çürük oluşumu olarak gözlenmiştir.

Çalışmanın *in-vitro* kısmında materyallerin florid salınım ve antibakteriyellik özellikleri değerlendirildi.

Bek ve Gülmez (2001), florid salınım testlerinde kullanılacak örneklerin boyutlarındaki farklılıkların hassas ölçümlerdeki değerleri etkileyebileceğini bildirmiştir. Bu sebeple çalışmada kullanılan örnekler aynı kalıp içerisinde hazırlanarak kalınlıkları dijital kumpas ile ölçülüp, yüzeyleri zımpara yardımıyla düzeltilmiştir. Bu şekilde örneklerin standardizasyonu sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan örnek hacimleri ölçüm sonucunu etkileyebileceğinden, sabit büyüklükte, A.D.A. 9 standardı temel alınarak hazırlanmıştır (Bek ve Gülmez, 2001).

Literatür incelendiğinde, florid salınım testine tabi tutulacak materyallerin örneklerini hazırlamak için farklı kalıp materyalleri kullanıldığı görülmüştür. Itota ve ark. (1999) teflon kalıp, Can ve ark. (2006) paslanmaz çelik, Çıldır ve Sandallı (2007) metal, Markovic ve ark. (2008) teflon kalıp, Rao ve ark. (2011) plastik kalıp kullanmışlardır. Aynı zamanda, plastik ve polietilen kalıpların florid iyonu ile reaksiyona girmediği belirtilmiştir (Rao ve ark., 2011). Bu sebeple çalışmada kullanılan örnekler plastik kalıplar ile hazırlandı. Ayrıca, polimerizasyon sırasında herhangi bir etkileşim olmaması için cam gereçler kullanılmadı. Örnek hazırlama işlemi sırasında fazla materyalin taşırılması için siman camı benzeri şeffaf plastik aparatlar kullanıldı.

Dental restoratif materyallerden salınan florid iyonu miktarının belirlenmesi amacıyla yapılan benzer çalışmalarda ölçümler, yapay tükürük veya deiyonize su içerisinde yapılmıştır. Moureu (2010) ve Can ve ark. (2006), çalışmalarında ağız ortamının taklit edilebilmesi amacıyla yapay tükürük solüsyonu kullanırlarken, Çıldır ve Sandallı (2007), Pedrini ve ark. (2003) yapay tükürük solüsyonu içerisindeki elektrolitlerin ölçüm değerlerini etkileyebileceğini bildirmiş ve çalışmalarında deiyonize su kullanmayı tercih etmişlerdir. Çalışmada ölçümler deiyonize su kullanılarak gerçekleştirildi.

Literatür incelendiğinde, florid salınımı miktarının değerlendirilmesi sırasında kullanılan solüsyonun pH'ının düzenlenmesi ve suda bulunan floridin iyonize edilmesi

amacıyla TISAB (Total Ionic Strength Adjustment Buffer) solüsyonunun kullanılması tavsiye edilmiştir. Chan ve ark (2006). Bu sebeple çalışmada, test tüplerindeki solüsyonları ölçüm işlemine almadan hemen önce TISAB III (%10 konsantrasyon) eklendi.

Cam iyonomer simanların florid salınımlarının değerlendirildiği *in-vitro* koşullarda gerçekleştirilen çalışmalarda ortam sıcaklığının da materyallerden salınan florid iyonu miktarı üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Çıldır ve Sandallı, 2007; Can ve ark., 2006; Itota ve ark., 1999). Bu sebeple, çalışmada kullanılan örnekler benzer çalışmalarda olduğu gibi 37°C'lik etüvde polietilen kalıplarda bekletildi.

Korkut (2013), biyoaktif cam ile modifiye edilen cam iyonomer esaslı fissür örtücünün fiziksel özelliklerinin değerlendirildiği çalışmasında, homojen bir karışım elde edebilmek için ölçüm yapılacak örnekleri ve kalibrasyon solüsyonlarını manyetik karıştırıcı kullanarak karıştırmıştır. Bu doğrultuda bu çalışmada da ölçümlerin hassasiyetini artırmak amacıyla manyetik karıştırıcı kullanıldı. Bek ve Gülmez (2001), ölçüm yapılacak ortamdaki manyetik alan hareketinin, materyallerdeki elektrot potansiyelinde artışa sebep olduğunu bildirmişlerdir. Bu sebeple çalışmadaki her okuma işlemi, karıştırıcının çalışması durduktan sonra gerçekleştirildi.

Restoratif materyallerden salınan florid miktarının belirlenmesi için birçok yöntem geliştirilmiştir. Literatür incelendiğinde araştırmacıların florid salınım değerlerlerini kapiller elektroforez, spektrofotometre, mikrodifizyon, gaz kromatografisi ve iyon spesifik elektrot yöntemleriyle ölçtükleri görülmüştür (Kim ve Hong 2007). Can ve ark. (2006), Çıldır ve Sandallı (2007) restoratif materyallerden salınan florid iyonu miktarlarını iyon spesifik elektrot yöntemi ile değerlendirdikleri çalışmalarında bu yöntemin daha basit ve pratik olduğundan bildirmişlerdir. Çalışmada değerlendirmeye alınan materyallerden salınan florid iyonu miktarlarının ölçümü için iyon analizörü ve beraberinde iyon analizörüne bağlı olarak çalışan spesifik florid elektrodu kullanıldı. İyon analizörü olarak Orion 720 A+ ve spesifik florid elektrodu olarak Orion Florid Elektrodu kullanıldı.

Bek ve Gülmez (2001), cam iyonomer esaslı restoratif materyallerden salınan florid miktarının ilk 24 saat en yüksek değerde olduğunu, florid salınım oranlarında ikinci günde ani bir düşüş yaşandığını fakat daha sonraki süreçte stabil bir seyir

izlediğini dikkat çekmişlerdir. Bu sebeple literatürde florid salınımı ile ilgili yapılacak ölçümlerin, örneklerin hazırlanmasını takip eden ilk günlerde yapılması gerektiği bildirilmektedir (Yılmaz ve Özkan, 2009).

Literatür incelendiğinde, cam iyonomer esaslı restoratif materyallerden salınan florid iyonu miktarının belirlendiği çalışmalarda ölçüm zamanlarında farklılıklar olduğu görülmüştür. Örneğin Bayrak ve ark. (2010), florid salınım ölçümlerini ilk hafta her gün, 14, 21, 22, 28, 35 ve 42. günlerde yapmıştır. Upadhyay ve ark. (2013) 1.,2.,7.,15. ve 30. günlerde ölçüm yapmışlardır. Bu çalışmada literatürde tavsiye edilen zaman aralıklarına uygun olarak 1.,2.,7.,14.,21. ve 28. günlerde florid salınım ölçümleri yapıldı ve sonrasında yeniden yükleme işlemine geçildi.

Cam iyonomer esaslı restoratif materyallerin florid iyonuyla resarj olduktan sonraki florid salınım miktarlarını konu alan birçok çalışmada, yeniden yükleme ajanı olarak standart 1000 ppm'lik florid solüsyonları kullanılmış veya klinikte rutin kullanımda olan topikal ajanlar tercih edilmiştir (Bayrak ve ark., 2006; Çıldır ve Sandallı, 2007). Çalışmada literatürdeki diğer çalışmalarla benzer olarak %2'lik NaF (sodyum florür) jel örnek materyallere 4 dk. boyunca uygulanmış ve sonrasında ölçümler tekrarlanmıştır.

Dental restoratif materyallerden salınan florid iyonu miktarının belirlenmesi amacıyla yapılan yapılan benzer çalışmalarda farklı değer birimleri kullanılmıştır. Dijkman ve ark. (1993) ve Xu ve Burgess (2003) $\mu g/cm^2$, Creanor ve ark. (1994) ppm, De Moor ve ark. (2005) mg/cm^2, Grobler ve ark. (1998) $\mu g/mm^2$ değerlerini kullanmışlardır. Çalışmada, elde ettiğimiz sonuçları literatürdeki değerlerle daha rahat karşılaştırabilmemiz için ppm birimi kullanıldı.

Bala ve Üçtaşlı (1997), çeşitli restoratif materyallerden florid salınımını inceledikleri çalışmalarında geleneksel cam iyonomer simanlardan salınan florid miktarını iki farklı rezin modifiye cam iyonomer siman, iki farklı poliasit modifiye kompozit rezin (kompomer) ve iki farklı kompozit rezin ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, geleneksel cam iyonomer siman ve rezin modifiye cam iyonomer simanlardan salınan florid miktarının çalışmaya dahil edilen poliasit modifiye kompozit rezin (kompomer) ve kompozit rezin materyallerden fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Dionysopoulos ve ark. (2003), bir geleneksel cam iyonomer, bir rezin modifiye cam iyonomer ve iki farklı kompomer materyalin başlangıç florid salınım değerleri ve sonrasında reşarj edildikten sonra tekrar salınan florid miktarlarını ölçmüşler ve bu materyallerin ağız içerisinde kontrolü yavaş salınım sistemi olarak görev yapabileceğini bildirmişlerdir.

Arısu ve Bala (2007), iki farklı geleneksel cam iyonomer siman, bir rezin modifiye cam iyonomer siman ve üç farklı poliasit modifiye kompozit rezinin florid salınım değerlerini incelemişler ve çalışmada inceledikleri geleneksel cam iyonomer simanların florid salınım değerlerini daha yüksek bulduklarını bildirmişlerdir. Ayrıca, çalışmanın bir diğer bulgusu olarak, tüm materyallerde ilk gün en yüksek değerde florid salınımı olduğunu, devam eden günlerde yavaş yavaş florid salınım oranlarının azaldığını bildirmişlerdir.

Levallois ve ark. (1998), rezin modifiye cam iyonomer siman ve kompomerlerin suni tükürük ortamında ve damıtılmış suda florid salınımını değerlendirmişler ve rezin modifiye cam iyonomer simanların suni tükürük ortamında florid salınım değerlerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Verbeek ve ark. (1992), kapsül formunda ve elle karıştırılan cam iyonomer simanlardan salınan florid miktarlarını ölçmüşler ve polimerizasyon sırasında kristal yapının daha düzgün olması sebebiyle kapsül formundaki cam iyonomer simanlardan salınan florid miktarının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda çalışmanın bir diğer bulgusu olarak karıştırma işleminin florid salınımı üzerinde oldukça etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Literatürde, cam iyonomer esaslı restoratif materyallerden salınan florid oranının, rezin esaslı materyallerden salınan florid oranından yüksek olduğunu gösteren birçok çalışmaya rastlamak mümkündür (Bala ve Üçtaşlı,1997; Levallois ve ark., 1998; Bek ve Gülmez, 2001; Dionysopoulos ve ark., 2003). Florid salınım değerlerinin zaman içerisindeki değişimini değerlendiren çalışmalarda ise, cam iyonomer esaslı materyallerin rezin esaslı materyallere göre değişik bir tablo sergilediği görülmektedir. Arısu (2007), cam iyonomer simanların florid salımıyla ilgili günümüze kadar pek çok araştırma yapıldığını ve bu araştırmaların sonucunda

florid salımının temel bir model tanımlanamayan kompleks bir süreç olduğu bildirmiştir.

Cam iyonomer esaslı restoratif materyallerden salınan florid iyonu miktarının restorasyonun yapılmasını takip eden ilk 24 saat en yüksek değerde olmasının sebebi 'patlama etkisi' dir (Bek ve Gülmez, 2001; Yılmaz ve Özkan, 2009). Patlama etkisinin mekanizması hakkındaki tahminlerden en güçlüsü ve günümüzde kabul edilmiş olanı, materyalin sertleşmesini takiben yüzeyinde kalan florid iyonunun yıkama etkisiyle salınımının gerçekleşmesidir (Bek ve Gülmez, 2001). İlerleyen zamanda daha düşük oranlarda ve uzun süreli florid salınımının ise difüzyon yoluyla salınım olduğu bildirilmektedir (Yılmaz ve Özkan, 2009).

Korkut (2013), Arısu ve Bala (2007) materyallerden salınan florid miktarını değerlendirdikleri çalışmalarında, tüm materyallere ait örnekler ile ilk 24 saat içerisinde yapılan ölçümlerde en yüksek florid salınımı değerleri elde edildiğini bildirmişlerdir.

Gao ve Smales (2001), rezin modifiye cam iyonomer siman ve kompomerlerden florid salınımını inceledikleri çalışmalarında en yüksek florid salınım değerlerinin ilk iki gün içerisinde elde edildiğini bildirmiştir. Bu çalışmada da Gao ve Smales (2001)'ın çalışmasına benzer olarak en yüksek florid salınım değerleri ilk iki gün içerisinde elde edildi.

Bek ve Gülmez (2001), üç farklı geleneksel cam iyonomer ve iki farklı rezin modifiye cam iyonomer simanın florid salınım değerlerini incelemişler ve siman türleri arasında farklı günlerde salınan florid değerleri açısından istatistiksel olarak benzer sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir. Gruplar arası değerlendirmelerde Bek ve Gülmez (2001)'in çalışmasına benzer olarak en yüksek florid salınım değeri Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman ve GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman materyallerinden hazırlanan örneklerden elde edildi.

Slowikowski ve ark. (2014), Activa Bio-Active Restorative materyalinin de aralarında bulunduğu üç rezin modifiye cam iyonomer simanın florid salınımını değerlendirdikleri çalışmalarında, biyoaktif cam içeren rezin modifiye cam iyonomer simanın (Activa Bio-Active Restorative) florid salınım değerinin diğer gruplara göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Yli-Urpo ve ark. (2004) ise biyoaktif cam içerikli

cam iyonomer simanların florid salınımını değerlendirdikleri çalışmalarında, biyoaktif cam ilavesinin florid salınımı üzerine pozitif bir etkisi olmadığı sonucunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada Yli-Urpo ve ark. (2004)'nın elde ettiği sonuçlara benzer olarak en düşük florid salınım değeri Activa Bio-Active Restorative materyalinden elde edildi.

Pedrini ve ark. (2003), topikal florür uygulamasından önce ve sonra restoratif materyallerden florid salınımını inceledikleri çalışmalarında, çalışmaya dahil edilen tüm materyallerin florid iyonu ile reşarj olduklarını ancak, rezin modifiye cam iyonomer simanların tekrar florid salınımında daha başarılı olduğu bildirilmiştir. Davis ve ark. (2014) farklı oranlarda biyoaktif cam içeren kompozit rezinlerin florid salınımlarını ve reşarj özelliklerini inceledikleri çalışmalarında materyallerin ilk günkü florid salınım oranları ve reşarj olduktan sonraki florid salınım oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara rastlamadıklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmada da benzer olarak florid salınım testi sırasında 29. günde florid ile yeniden yükleme işlemi sonrasında biyoaktif cam içerikli Activa Bio-Active Restorative materyalinden istatistiksel olarak en düşük florid salınım değeri elde edilmiştir. En yüksek florid salınım değeri ise GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman materyalinden elde edildi.

Florid iyonunun diş hekimliği açısından önemi sadece mineral kaybı olan bölgelerde remineralizasyona katkı sağlamasından dolayı değil, karyojen dental plakta bulunan bakterilere karşı antibakteriyel özellik taşımasından dolayı da kaynaklanmaktadır. Restorasyon yapılan dişlerde, restorasyon kenarından bakteri invazyonu olması sebebiyle oluşan sekonder çürükler, yapılan tedavilerde karşılaşılan başarısızlık sebeplerinin başında gelmektedir. Bu sebeple klinisyenler, antibakteriyel özellik gösteren restoratif materyalleri kullanmayı tercih ederken, araştırmacılar dental restoratif materyallerdeki antibakteriyel özellikleri geliştirmek için çalışmalar yapmaktadır (Imazato, 2003).

Yotis ve Brennan (1983), florid iyonun bakteri hücre duvarına yapışmasıyla görülen etkilerin bakteri türüne göre farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu sonucu farklı iyon seviyelerinden dolayı hassasiyet derecelerinin değişimine bağlamışlardır. Araştırmacılar, materyallerden salınan florid iyonunun bazı bakterilerin gelişimini etkilemeyebileceğini belirtmişlerdir.

Matalon ve ark. (2003), dental restoratif materyallerin içeriğindeki florid miktarındaki artışın materyalin antibakteriyellik kapasitesini de artıracağını bildirmişlerdir.

Yap ve ark. (1999), geleneksel cam iyonomer, rezin modifiye cam iyonomer, kompomer ve florid salınımı yapan kompozit rezin materyallerinin antibakteriyellik özelliklerini değerlendirmiş ve sonuç olarak florid salınımı ve antibakteriyellik özellikleri arasında herhangi bir kolerasyon saptanmadığını bildirmişlerdir.

Boeckh ve ark. (2002), çinko oksit ojenol siman, geleneksel cam iyonomer siman, rezin modifiye cam iyonomer siman ve iki farklı kompozit rezin materyalin antibakteriyellik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, en düşük bakteriyel invazyon değerlerini çinko oksit ojenol simanda bulduklarını belirtmişler fakat geleneksel cam iyonomer simanların antibakteriyel özelliklerini de başarılı bulduklarını bildirmişlerdir.

Herrera ve ark. (1999), geleneksel cam iyonomer, gümüşlü cam iyonomer ve rezin modifiye cam iyonomer simanların antibakteriyel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, çalışmaya dahil edilen geleneksel cam iyonomer simanın en iyi antibakteriyel özelliği gösterirken, gümüşlü cam iyonomer simanın en düşük antibakteriyel özelliği gösterdiğini bildirmişlerdir.

Ribeiro ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, cam iyonomer simanların antibakteriyel özelliği göstermesinin sebebini, sadece florid salınımı yapması değil, aynı zamanda sertleşme reaksiyonu sırasında meydana gelen pH değişiminden de kaynaklandığını bildirmiştir.

Munukka ve ark. (2008), biyoaktif camların, aerobik bakteri türleri üzerinde bakterisid etki gösteren bir materyal olduğunu bildirmişlerdir. Fakat etki süresinin bakteri türü ve biyoaktif cam konsantrasyonuna göre değişebileceğini bildirmişlerdir.

Lepparanta ve ark. (2008), biyoaktif camların klinik olarak önemli anaerobik bakterilere karşı etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, biyoaktif camların klinik olarak önemli anaerobik bakterilerin büyümesini inhibe ettiğini bildirmişlerdir.

Coraça-Huber ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada biyoaktif camların *S. aureus* bakterilerin biyofilm üzerinde üremelerini baskılayabileceği sonucuna vardıklarını bildirmişlerdir.

Stoor ve ark. (1998), toz halindeki biyoaktif cam örneklerini bakteri besiyerlerine eklemişler ve sonuç olarak biyoaktif cam süspansiyonların hem supragingival hem subgingival patojen bakteriler üzerinde oldukça etkili olduğunu bildirmişlerdir. İçeriğinde biyoaktif cam bulunan ağız ve diş sağlığı ürünlerinin hem çürük koruyucu hem de periodontal sağlığın korunması için yararlı olduğu görüşünü sunmuşlardır.

Yli-Urpo ve ark. (2004), geleneksel ve rezin modifiye cam iyonomer siman içeriğine belirli oranlarda biyoaktif cam eklemişler ve sonuç olarak, piyasada bulunan cam iyonomer simanların içeriğine %30 oranında biyoaktif cam eklenmesiyle, oral bakterilere karşı antimikrobiyal etkili materyaller elde edilebileceğini bildirmişlerdir.

Korkut ve ark. (2016), içeriğine belirli oranlarda biyoaktif cam ekledikleri kompozit rezinlerin antimikrobiyal özelliklerini incelemişler ve sonuç olarak dental restoratif materyallere eklenen biyoaktif camların materyallere antibakteriyel özellik kazandıracağını bildirmişlerdir.

Manukka ve ark. (2008), biyoaktif camların antibakteriyel özelliklerini iki mekanizma ile açıklamıştır. İlk mekanizma, biyoaktif camların kalsiyum, fosfat ve silikat içeriğinden dolayı ortam pH'ında meydana gelen artış sebebiyle bakteriyel enzim inaktivasyonu ve hücre hasarıdır. İkinci mekanizma ise biyoaktif camların hücre zarı ile reaksiyona girerek hücre lizisine sebep olmasıdır.

Hu ve ark. (2009), biyoaktif camların antibakteriyel etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmanın sonucunda, biyoaktif camların *E. coli* hücre duvarına ciddi şekilde hasar verdiğini bildirmişlerdir.

Korkut ve ark. (2016), biyoaktif camların mikroorganizmalar üzerindeki etki mekanizmasının hücresel hasar ile yok etmek olduğundan bakteriyel dirence yol açmayacağını bildirmişlerdir.

Martins ve ark. (2011), biyoaktif camların gram (-) bakterilere karşı daha güçlü antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir.

Allan ve ark. (2002), biyoaktif camların antibakteriyel özellikleri sebebiyle dental ve medikal uygulamalar için umut verici bir materyal olduğunu bildirmiştir.

Diş hekimliğinde kullanılan materyallerin antibakteriyel etkinliklerini değerlendiren birçok *in-vitro* ve *in-vivo* çalışmaya rastlamak mümkündür. *İn-vivo* koşullarda hayvan modelleri üzerinde yapılan deneyler, biyolojik risklerin değerlendirilmesinde oldukça değerli çalışmalardır. Fakat *in-vitro* koşullarda gerçekleştirilen çalışmalar, daha hızlı sonuç alınması ve daha düşük maliyetli olması sebebiyle sıklıkla tercih edilmektedir (Schalmaz, 1997).

Literatür incelendiğinde, cam iyonomer simanların antibakteriyel etkinliği konusunda tam olarak fikir birliğine varılamamış olduğu gözlenmektedir (Yap ve ark., 1999; Boeckh ve ark., 2002; Imazato, 2003). Fakat biyoaktif camların antibakteriyel etkinliği olduğunu gösteren birçok çalışmaya rastlamak mümkündür (Lepparanta ve ark., 2008; Coraça-Huber ve ark., 2014; Yli-Urpo ve ark., 2004). Biyoaktif camların diş hekimliği alanında kullanımına yönelik yapılan çalışmalarda ise dental materyallerin içerisine konvansiyonel yöntemlerle eklendiği görülmüştür (Korkut ve ark., 2016; Yli-Urpo ve ark., 2004). Fakat literatürde, biyoaktif camların üretici tarafından materyalin matriks kısmına eklenmesiyle üretilen yeni materyallerin antibakteriyel etkinliğini değerlendiren herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Literatürde, dental restoratif materyallerin antibakteriyel özelliklerinin değerlendirmek amacıyla birçok yöntem kullanılmıştır. Kabalay (2003) agar difüzyon test yöntemi, Li ve Bowden (1994) bakteri kültür metodu, Munshi ve ark. (2001) seri tüp dilüsyon yöntemi ve disk difüzyon testi, Meryon ve Johnson (1989) modifiye model kavite metodu, Weiss ve ark. (1996) direkt kontakt testi yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada bakteri direkt kontak test yöntemi yöntemi kullanılmıştır. Ölçümler, sonuçların doğruluk oranını artırmak için üçer kez tekrarlanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan antimikrobiyal aktivite testi, ASTM E2149-13a standardına uygun dinamik temas koşulları altında nicel olarak değerlendirildi. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, çalışmada kullanılacak örneklerle ilgili herhangi bir ISO standardı bulunmadığı görüldü (Yap ve ark., 1999). Çalışmada her bir materyal grubu için 8 mm çapında 2 mm yüksekliğinde örnekler her bir materyal grubu için 6 adet hazırlandı (http://www.astm.org. 10 Ağustos, 2015.).

Tanner (2003), doktora tez çalışmasında, ağız boşluğu içerisinde 500'ü aşkın bakteri türü bulunduğunu fakat, *S. mutans* ve *laktobasil* türlerinin en temel diş patojenleri olarak kabul edildiklerini bildirmiştir.

Marsh (2003), oral biyofilm içerisindeki en patojen bakterilerin *S. mutans* ve *S. aureus* olduğunu bildirmiştir.

Sundqvist (1998), oral bölgede hastalık yapıcı bakterilerin aerob, fakültatif aerob ve zorunlu anaerob bakteriler olduğunu bildirmiştir.

Bu sebeple çalışmada diş çürüğüne sebep olan ana etmenler *S. mutans* ve *S. aureus* ve fakültatif anaerob olan *E. coli* bakterileri kullanılarak antimikrobiyal testler yapıldı.

Bu çalışmada Yli-Urpo ve ark. (2004), Korkut ve ark. (2016), Coraça-Huber ve ark. (2014)' nın çalışmalarından elde ettikleri sonuçlara benzer olarak istatistiksel olarak antibakteriyellik aktivitesi en yüksek olan materyal Activa Bio-Active Restorative materyali olarak tespit edilmiştir. Yap ve ark. (1999)'nın çalışmasına benzer olarak ise çalışmaya dahil edilen diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır.

Sonuç olarak;

- Yapılan klinik değerlendirmelerde biyoaktif cam içerikli Actıva Bioactive-Restorative materyalinin diğer gruplarda kullanılan GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman, GC Fuji IX GP cam iyonomer siman ve Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman materyallerine oranla istatistiksel olarak daha başarılı sonuçlar vermiştir.
- Bunun yanında yapılan restorasyonların klinik başarısı ile yaş, cinsiyet ve diş lokalizasyonu arasında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir.
- Yapılan *in-vitro* değerlendirmelerde florid salınım testleri sonucunda en yüksek florid salınım değeri Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman materyalinden elde edilmiştir.
- Actıva Bioactive-Restorative materyalinin antibakteriyel etkinliğinin GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman, GC Fuji IX GP cam iyonomer siman ve Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman materyallerine oranla istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir.
- Çalışmadan elde edilen veriler ışığında, biyoaktif cam içerikli Activa Bioactive-Restorative materyalinin, sınıf I ve sınıf II restorasyonlarda klinik olarak yüksek başarı oranı sergilediği söylenebilir. Ayrıca yapılan *in-vitro* deneyler sonucunda materyalin gösterdiği yüksek antibakteriyel aktivitenin, uzun dönemde sekonder çürük oluşumunun önlenmesi açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.
- Ancak materyalin uzun dönem klinik sonuçlarının belirlenebilmesi için, daha çok hastayı içeren ve daha uzun süreli *in-vivo* çalışmalar ile mekanik ve kimyasal özelliklerin değerlendirildiği *in-vitro* çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

6. KAYNAKLAR

Akca A. Farklı sabit protetik restorasyon maddelerinde bakteri tutunmasının incelenmesi. Gülhane Tıp Dergisi, 2005, 47: 251-255.

Albers HF. Tooth-colored restoratives: principles and techniques. In. vol. 9th ed.: Hamilton, London: BC Decker Inc., 2002.

Allan I, Newman H, Wilson M. Antibacterial activity of particulate bioglass against supra and subgingival bacteria. Biomaterials 2001; 22(12): 1683-7.

Allan I, Newman H, Wilson M. Particulate Bioglass reduces the viability of bacterial biofilms formed on its surface in an in vitro model. Clin Oral Implants Res. 2002;13(1):53-58.

Ana ID, Matsuya S, Ohta M, Ishikawa K. Effects of added bioactive glass on the setting and mechanical properties of resin-medified glass ionomer cement. Biomaterials, 2003; 24: 3061- 3067.

Andersson OH, Kangasniemi I. Calcium phosphate formation at the surface of bioactive glass in vitro. J Biomed Mater Res 1991, 25: 1019-1030.

Anğ Ö. Ağız Mikrobiyolojisi. 3. baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi 1990.

Arısu HA, Bala O, Üçtaşlı MB, Kalaycı Ş. Cam Iyonomer Sıman Ve Poliasit Modifiye Kompozıt Rezinlerın Florid Salma Özellikleri. GÜ Diş Hek Fak Derg 2007; 24 (3): 157-161

Atai M, Pahlavan A, Moin N. Nano-porous thermally sintered nano silica as novel fillers for dental composites. Dent Mater 2012; 28(2):133-45.

Autio-Gold JT, Tomar SL. Dental students‟ opinions and knowledge about caries management and prevention. Journal Of Dental Education, 2008, 72, 26-32.

Ayaz F, Kadıoğlu A, Hayırlıoğlu-Ayaz S. Determination of some low molecular weight carbohydrates in the fruits of wild cherry laurel (Laurocerasus officinalis Roem.) using gas chromatography. Turkish Journal of Botany, 1998, 22.2: 65-68.

Bala O, Uctasli M, Can H, Turkoz E, Can M. Fluoride release from various restorative materials. J Nihon Univ Sch Dent 1997; 39: 123- 125

Basso M, Brambilla E, Benites MG, Giovannardi M, Ionescu AC. Glass ionomer cement for permanent dental restorations: a 48-months, multi-centre, prospective clinical trial. Stoma Edu J. 2015;2(1):25-35

Bayrak S, Tunc ES, Aksoy A, Ertas E, Guvenc D, Ozer S. Fluoride release and recharge from different materials used as fissure sealants. Eur J Dent, 2010; 4: 245-250.

Bek B, Gülmez A. Konvansiyonel ve rezin modifiye cam iyonomer simanlarda florid salınımı. GÜ Diş Hek Fak Derg, 2001; 18(2): 45-51.

Berzins DW, Abey S, Costache MC, Wilkie CA, Roberts HW. Resin-modified glass-ionomer setting reaction competition. J. Dent. Res. 2010, 89, 82–86.

Beyth N, Bahir R, Malaton S, Domb A, Weiss E. Streptococcus mutans biofilm changes surface topography of resin composites. Dent Mater 2008; 24: 732- 736.

Bharti R, Wadhwani KK, Tikku AP, Chandra A. Dental amalgam: An update. Journal of conservative dentistry: JCD, 2010: 13(4), 204.

Boeckh C, Schumacher E, Podbielski A, Haller B. Antibacterial activity of restorative dental biomaterials in vitro. Caries Res 2002; 36: 101-107.

Burwell AK, Litkowski LJ, Greenspan DC. Calcium Sodium Phosphosilicate (Novamin®): Remineralization potential. Adv Dent Res 21: 35-39, August, 2009.

Can G, Kalaycı G, Kaplan R. Üç farklı kompozitin yapay tükürük ortamında flor salınım değerlerinin incelenmesi. AÜ Diş Hek Fak Derg, 2006; 33(1): 33-38.

Carlsson J, Grahnen J, Jonsson G. Lactobacili and streptococci in the mouth of children. Caries Res 1975; 9: 333–339.

Cate, J.M. The need for antibacterial approaches to improve caries control. Advances in Dental Research, 2009, 21, 8-12.

Chan WD, Yang L, Wan W, Rizkalla AS. Fluoride release from dental cements and composites: A mechanistic study. Dental Materials 2006; 22: 366-73.

Chen L, Yu Q, Wang Y, Li H. BisGMA/TEGDMA dental composite containing high aspect-ratio hydroxyapatite nanofibers. Dent Mater 2011; 27(11): 1187-95.

Choi JY, Lee HH, Kim HW. Bioactive sol-gel glass added ionomer cement for the regeneration of tooth structure. J Mater Sci Mater Med. 2008; 19:3287–94

Christensen GJ. Restoration of pediatric posterior teeth. JADA. 1997; 127: 106-08.

Christensen GJ. Why is glass ionomer cement so popular? J Am Dent Assoc 1994; 125:1257–8.

Coraça-Huber DC, Fille M, Hausdorfer J, Putzer D, Nogler M. Efficacy of an bacterial bioactive glass S53P4 against S. aureus biofilms grown on tanium discs in vitro. J Orthop Res. 2014;32(1):175-177.

Coutinho E., M.V. Cardoso, J. De Munck, A.A. Neves, K.L. Van Landuyt, A. Poitevin, M. Peumans, P. Lambrechts, B. Van Meerbeek. Bonding effectiveness and interfacial characterization of a nano-filled resin-modified glass-ionomer dental materials 2009; 2 5: 1347–1357

Creanor SL, Carruthers LMC, Saunders WP, Strang R, Foye RH. Fluoride uptake and release characteristic of glass ionomer cements. Caries Res 1994; 28: 322-328.

Croll T P. Nanofilled Resin-Modified Glass Ionomer Restorative Cement. Contemp Esthet. 2007; 11: 14-7.

Croll TP, Berg JH, Donly KJ. Dental repair material: a resin-modified glass-ionomer bioactive ionic resin-based composite. Compend Contin Educ Dent, 2015; 36(1):60-5.

Çıldır SK, Sandallı N. Compressive strength surface roughness fluoride release and recharge of four new fluoride-releasing fissure sealants. Dent Mater J, 2007; 26(3): 335-341.

Daou MH, Tavernier B, Meyer, JM. Two-year clinical evaluation of three restorative materials in primary molars. J Clin Pediatr Dent. 2009 34(1):53-8.

Davis HB, Gwinner F, Mitchell JC, Ferracane JL. Ion release from, and fluoride recharge of a composite with a fluoride-containing bioactive glass. Dental Materials, 2014; 30(10), 1187-1194.

De Moor RJ, Stassen IG, van 't Veldt Y, Torbeyns D, Hommez GM. Two-year Clinical Performance of Glass Ionomer and Resin Composite Restorations in Xerostomic Head- and Neck-irradiated Cancer Patients. Clin Oral Investig 2011; 15:31-8.

De Moor RJG, Martens LC, Verbeeck RMH. Effect of a neutral citrate solution on the fluoride release of conventional restorative glass ionomer cements. Dental Materials 2005; 21: 318-323.

De Oliveira AA, De Souza DA, Dias LL, de Carvalho SM, Mansur HS, de Magalhães Pereira M. Synthesis, characterization and cytocompatibility of spherical bioactive glass nanoparticles for potential hard tissue engineering applications. Biomed Mater 2013; 8(2): 025-011.

De Witte AM, De Maeyer EA, Verbeeck RMH, Martens LC. Fluoride release profiles of mature restorative glass ionomer cements after fluoride application. Biomaterials 2000, 21, 475–482.

Diem VTK, Tyas MJ, Ngo HC, Phuong LH, Khanh ND. The effect of a Nano-filled Resin Coating on the 3-year Clinical Performance of a Conventional High-viscosity Glass-ionomer Cement. Clin Oral Investig 2014; 18:753-9.

Dijkman G, Vries J, Lodding A, Arends J. Long-term fluoride release of visible light-activated composites in vitro: a correlation with in situ demineralizasyon data. Caries Res 1993; 27: 117-123,

Dionysopoulos P. Kotsanos N, Patarıdou A. Fluoride release and uptake by four new fluoride releasing restorative materials. J Oral Rehabil 2003; 30: 866-872

Dionysopoulosa D. The effect of fluoride-releasing restorative materials on inhibition of secondary caries formation. Fluoride 2014; 47: 258-65.

Dogan D, Dulgergil CT, Mutluay AT, Yildirim I, Hamidi MM, Colak H. Prevalence of caries among preschool-aged children in a central Anatolian population. J Nat Sci Biol Med, 2013: 4, 325- 329.

Efflandt SE, Lopes M, Ko CC, Perdigao J, Douglas WH, Francis LF. Bioactive Glass Paste in Molars of Mini-Pigs: An In Vivo Study. Mat Res Soc Proc 2001; 662, pp LL2.4.1-LL2.4.5.

Efflandt SE, Magne P, Douglas WH, Francis LF. Interaction between bioactive glasses and human dentin. J Mater Sci Mater Med 2002; 13(6): 557-65.

Eğilmez F, Ergün G, Çekiç-Nagas I, Vallittu PK, Lassıla LVJ. Short and long term effects of additional post curing and polishing systems on the color change of dental nano-composites. J Dental Materials. 2013; 321:107-114.

Evcin A. Biyomalzemelere giriş. Afyon Kocatepe Üniversitesi 2007. http://www2.aku.edu.tr/~evcin/biomaterials/giris.pdf.17.05.2010. Accessed 10.01.2014.

Featherstone JD. The science and practice of caries prevention. J Am Dent Assoc. 2000;131(7):887-99

Fejerskov O, Ellwood R. Clinical use of fluoride. In: Fejerskov O, Kidd EAM. Dental caries and its clinical management, (1st ed) Oxford, la Madlen, MA: Blackwell, 2003, s: 189-222.

Fejerskov O, Kıdd EA. Dental Caries. The Disease and Its Clinical Management. Copenhagen: Munksgaard, 2004, s: 250-272.

Gao W, Smales RJ. Fluoride release/uptake of coventional and resin-modified glass ionomers, and compomers. Journal of Dentistry 2001; 29:301-306

Gladwin M, Bagby M. Clinical aspects of dental materials theory, practice and cases. 2nd ed Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins 2004:59-77.

Görken F. Biyoaktif Cam Ve Hidroksiapatit İle Modifiye Edilmiş Kompomer Restoratif Materyallerin Mekanik Ve Demineralizasyona Direnç Özelliklerinin İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Saglık Bilimleri Enstıüsü, Pedodonti Anabilim Dalı. Doktora Tezi. İstanbul, 2014. (Tez Danışmanı: Prof. Dr. EliF Sepet)

Grobler SR, Rossouw RJ, Van Wyk Kotze TJ. A comparison of fluoride release from various dental materials. Journal of Dentistry 1998; 26:259-265.

Hallett KB, O'Rourke PK. Social and behavioural determinants of early childhood caries. Aust Dent J 2003;48: 27-33.

Harrıs R, Nıcoll AD, Adaır PM, Pıne CM. Risk factors for dental caries in young children: a systematic review of the literature. Community Dent. Health., 2004, 21:71-85.

Hench LL. The story of bioglass. J Mare Sci: Mater Med, 2006; 17: 967-978.

Herrera M, Castıllo A, Baca P, Carrıon P. Antibacterial Activity of Glass-Ionomer Restorative Cements Exposed to Cavity-producing Microorganisms. Operatıve Dentıstry, 1999, 24: 286-291

Hickel R, Dasch W, Janda R, Tyas M, Anusavice K. [New direct restorative materials]. Ned Tijdschr Tandheelkd 1999; 106:128-140.

Horiuchi M, Washio J, Mayanagi H, Takanashi N. Transient acid-impairment of growth ability of oral Streptococcus, Actinomyces and Lactobacillus: a possible ecological determinant in dental plaque. Oral Microbiol Immunol 2009; 24: 319-324.

http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/39746/1/WHO_TRS_846.pdf

http://bys.trakya.edu.tr/file/open/43772175

http://www.astm.org. Accessed: 10 Ağustos, 2015.

http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc36.htm 24 Kasım 2017

http://www.tdb.org.tr/sag_menu_goster.php?Id=96.html , 17 Haziran 2017

Hu S, Chang J, Liu M, Ning C. Study on antibacterial effect of 45S5 Bioglass. J Mater Sci Mater Med. 2009;20(1):281-286.

Huübel S, Meajare I. Conventional versus resin-modified glass- ionomer cement for class-II restorations in primary molars. A 3-year clinical study. International Journal of Paediatric Dentistry 2003; 13:2–8.

Imazato S. Antibacterial Properties of Resin Composites and Dentin Bonding Systems. Dent Mater 2003; 19: 449-457.

Itota T, Okamoto M, Sato K, Nakabo S, Nagamıne M, Torıı Y, Inoue K. Release and recharge of fluoride by restorative materials. Dent Mater J, 1999; 18(4): 347-353.

Jensen ME. Dentin bonding agents. In: Esthetic Dentistry/A Clinical Approach To Techniques And Materials, 2nd ed. Ed.: K.W. Aschheim, B.G. Dale. St. Louis: Mosby-Year Book Inc, 2001. p:41-43.

Jokstad A. Quality of dental restorations FDI Commission Project 2-95 Inter Dent J 2001; 51: 117-158.

Jones JR. Review of bioactive glass: from hench to hybrids. Acta Biomateralia Journal, 2013; 9: 4457-4486.

Kabalay U. Florid İçeren Dental Materyallerin Oral Bakteriler Üzerine Antibakteriyel Ve Antiadeziv Aktivitesinin İn-Vitro İncelenmesi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Pedodonti Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul, 2003. (Tez Danışmanı: Prof. Dr. Lale Düzdar)

Kamann Wk, Gangler P Filling repair and repair fillings. Schweiz Monatsschr Zahnmed, 2000: 110 (10):1054- 71.

Kan KC, Messer LB, Messer HH. Variability in cytotoxicity and fluoride release of resin-modified glass-ionomer cements. J. Dent. Res. 1997, 76, 1502–1507.

Kanık Ö. Yüzey örtücü ile kaplanmış farklı cam iyonomer simanların özelliklerinin karşılaştırmalı olarak in-vivo ve in-vitro incelenmesi, E.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2011, İzmir.

Kaur G, Pandey OP, Singh K, Homa D, Scott B, Pickrell G. A review of bioactive glasses: the structure, properties, fabrication, and apatite formation. J Biomed Mater Res, 2013; Part A: 1- 21.

Kawano F, Kon M, Kobayashi M, Miyai K. Reinforcement effect of short glass fibers with CaO-P(2)O(5) -SiO(2) -Al(2)O(3) glass on strength of glass-ionomer cement. J Dent 2001; 29:377-380.

Kaya T, Tirali RE. Cam İyonomer Simanlardaki Gelişmeler. Atatürk Ünv. Diş Hek. Fak. Derg. 2013: 7; 71-77

Keleş A, Ahmetoğlu F, Yalçın M. Amalgam, Kompozit ve Cam İyonomer Simanların Isı İletkenlik Özelliklerinin İncelenmesi. İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 2012; 2: 25-28.

Kenneth J., Mjör IA. Response to patients who require about the safety of dental amalgam. Quintessence Int, 1991; 22: 249-50.

Khoroushi M, Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. Dent Res J (Isfahan) 2013; 10: 411-20.

Khvostenko D, Mitchell JC, Hilton TJ, Ferracane JL, Kruzic JJ. Mechanical performance of novel bioactive glass containing dental restorative composites. Dent Mater 2013; 29(11): 1139-48.

Kim SY, Hong JI. Chromogenic and fluorescent chemodosimeter for detection of fluoride in aqueous solution. Organic Letters, 2007; 9(16): 3109-3112.

Knibbs PJ. Methods of clinical evaluation of dental restorative materials. J Oral Rehabil, 1997; 24: 109-23,

Koray F. Diş Çürüklerinin Etiyolojisi. Dünya Tıp Kitabevi. 1981, 5-43.

Korkut E, Torlak E, Altunsoy M. Antimicrobial and mechanical propertiees of dental resin composite containing bioactive glass, J Appl Biomater Funct Mater 2016; 14(3): 296-301

Korkut E. Biyoaktif Cam İle Modifiye Edilen Cam İyonomer Esaslı Fissür Örtücünün Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Pedodonti Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Konya, 2013. (Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Murat Selim BOTSALI)

Köroğlu A, Ekren O, Kurtoğlu C. Geleneksel ve adeziv dental simanlar hakkında bir derleme çalışması. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2012; 22: 205-16.

Kramer N, Frankenberger R. Compomers in restorative therapy of children: a literature review. Int J Paediatr Dent. 2007; 17: 2-9.

Kulan M, Ulukapı I. Diş hekimliğinde biyoaktif camlar. GÜ Diş Hek Fak Derg, 2011; 45(1): 65-70.

Kumar C. Nanoscale bioactive silicate glasses in biomedical applications in: Nanostructured Oxides. Wiley-VCH, March 2009, p. 203-216.

Külekçi G., Mısırlıgil A. Türkiye'de ağız mikrobiyolojisi ve immünolojisi. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi, 1994, 24: 73.

Lepparanta O, Vaahtio M, Peltola T. Antibacterial effect of bioactive glasses on clinically important anaerobic bacteria in vitro. J Mater Sci Mater Med 2008; 19:547– 551.

Levallois B, Fovet Y, Lapeyre L, Gal JY (1998). In-vitro fluoride release from restorative materials in water versus artificial saliva medium (SAGF). Dent Mater, 14:441-447

Lewinstein I, Matalon S, Slutzkey S, Weiss EI. Antibacterial properties of aged dental cements evaluated by direct-contact and agar diffusion tests. J Prosthet Dent. 2005; 93:364-71.

Li YH, Bowden GWH. Characteristics of the accumulation of selected oral gram positive bacteria on mucin conditioned glass surfaces in a model system. Oral Microbiol Immunol 1994; 9: 1-11.

Lo E.C.M, Luo Y, Fan MW, Wei SHY. Clinical ınvestigation of two glassionomer restoratives used with the atraumatic restoarative treatment approach in China: Two years results. Car Res; 2001; 35:458-463.

Lohbauer U, Walker J, Nikolaenko S. Reactive fibre reinforced glass ionomer cements. Biomaterials 2003; 24:2901-2907.

Lucas ME, Arita K, Nishino M. Toughness, bonding and fluoride-release properties of hydroxyapatite-added glass ionomer cement. Biomaterials 2003; 24(21):3787-94.

Markovic DL, Petrovic BB, Peric TO. Fluoride content and recharge ability of five glass ionomer dental materials. BMC Oral Health, 2008; 8(21): 1-8.

Martins CH, Carvalho TC, Souza MG, et al. Assessment of an- timicrobial effect of Biosilicate® against anaerobic, microaero- philic and facultative anaerobic microorganisms. J Mater Sci Mater Med. 2011;22(6):1439-1446.

Marquezan M, Fagundes TC, Toledano M, Navarro MF, Osorio R. Differential bonds degradation of two resin-modified glassionomer cements in primary and permanent teeth. J Dent. 2009 ;37: 857- 64.

Marsh PD, Martin MV. Oral Microbiology 4th edition. Wright pub, 2000.

Marsh PD. Are dental diseases examples of ecological catastrophes? Microbiology 2003; 149: 279-294.

Matalon S, Slutzky H, Mazor Y, Weis IE. Surface antibacterial properties of fissure sealants. Pediatr Dent 2003; 25(1): 43-48.

Matsuya S, Matsuya Y, Ohta M. Structure of bioctive glass and its application to glass ionomer cement, Dent Mater J, 1999; 18(2): 155-166.

Mattos-Graner, R.O, Smıth, D.J., Kıng, W.F., Mayer, M.P. Water- insoluble glucan synthesis by mutans streptococcal strains correlates with caries incidence in 12- to 30-month-old children. J. Dent. Res., 2000, 79:1371-1377.

Mc Comb D, Ericson D. Antimicrobial action of new, proprietary lining cements. J Dent Res 1987; 66:1025-1028.

McCabe JF, Yan Z, Al Naimi OT, Mahmoud G, Rolland SL. Smart materials in dentistry. Aust Dent J. 2011; 56:3–10.

McCabe JF, Yan Z, Al Naimi OT, Mahmoud G, Rolland SL. Smart materials in dentistry – Future prospects. Dent Mater J. 2009; 28:37–43.

McLean JW. Glass-cermet cements. Quintessence İnt 1985; 5:333.

Meryon SD, Johnson SG. The modified model cavity method for assessing antibacterial properties of dental restorative materials. J Dent Res 1989; 68: 835-839.

Meyer J.M., Cattani-Lorente M.A., Dupuis V Compomers: Between Glass Ionomer Cements And Composites. Biomater 1998, 19 (6), 529- 5 39.

Mitra SB. Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass-ionomer liner/base. J. Dent. Res. 1991, 70, 72–74.

Mjör IA, Dahl JE, Moorhead JE. Age of restorations at replacement in permanent teeth in general dental practice. Acta Odontologica Scandinavica, 2000; 58:97-101

Moreau JL, Hockin HK. Fluoride releasing restorative materials: effects of pH on mechanical properties and ion release. J Dent Mater, 2010; 26(11): 227-235.

Mount GJ. Clinical placement of modern glass-ionomer cements. Quintessence Int 1993; 24:99-107.

Munshi AK, Reddy NN, Shetty V. A comparative evaluation of three flouride varnishes: an in-vivo study. J Indian Soc Pedo Prev Dent 2001; 19: 92-102.

Munukka E, Lepparanta O, Korkeamaki M. Bactericidal effects of bioactive glasses on clinically important aerobic bacteria. J Mater Sci Mater Med 2008; 19: 27–32.

Murray JJ. Fluoride and dental caries. In: Murray JJ, Steele JG. Prevention of Oral Disease, (4th ed) New York Oxford University Press 1996, s: 37-60.

Nakajima H, Watkins JH, Arita K, Hanaoka K, Okabe T. Mechanical properties of glass ionomers under static and dynamic loading. Dent Mat. 1996; 12:30-37.

Nemutlu E, Özaltın N. Determination of magnesium, calcium, sodium and potassium in blood plasma sample by capillary zone electrophoresis Anal. Bioanal. Chem. 2005, 383 833 – 838,

O"Brian WJ. Dental materials and their selection. Third Edition, Quintessence Publishing Co. 2002; 132-154.

Oğuz R. Florun Önemi ve Analiz Metodları. Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Analitik Kimya Anabilim Dalı, Bitirme Tezi. Kayseri 2013. (Tez Danışmanı: Prof. Dr. İbrahim NARİN)

Önal B. Restoratif diş hekimliğinde maddeler ve uygulamaları. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları. İzmir: Bornova. 2004.

Özyürek T, Demiryürek E. Farklı Kök Kanal Medikamanlarının Antimikrobiyal Etkinliğinin Agar Difüzyon Test Yöntemi ile Değerlendirilmesi. Turkiye Klinikleri. Dishekimligi Bilimleri Dergisi, 2016, 22.2.

Palmer G, Anstice HM, Pearson GJ. The effect of curing regime on the release of hydroxethyl methacylate (HEMA) from resin-modified glass-ionomer cements. J. Dent. 1999, 27, 303–311.

Paolantonio M, D'ercole S, Perinetti G, Tripdi D, Catamo G, Serra E. et al. Clinical and microbiological effects of different restorative materials on the periodontal tissues adjacent to subgingival class V restorations. J Clin Periodontol 2004; 31: 200-207.

Pedrini D, Delbem ACB, França JG, Machado TM. Fluoride release by restorative materials before and after a topical application of fluoride gel. Pesqui Odontol Bras, 2003; 17(2): 137-141.

Perdigão J., Dutra-Corrêa M., Saraceni S. H. C., Ciaramicoli M. T, Kiyan V. H. Randomized clinical trial of two resin-modified glass ionomer materials: 1-year results. Operative dentistry, 2012; 37(6), 591-601.

Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems: Eur J Oral Sci 1997: 105(2): 97-102.

Pınkham JR. Pediatric Dentistry: Infancy Through Adolescence. 3rd Ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1999 p.: 174-176.

Pinkham JR. Pediatric dentistry: infancy through adolescence. WB Saunders Company, USA, 1994.

Rao A, Sudha P, Rao A. Fluoride rechargability of a non-resin auto- cured glass ionomer cement from a fluoridated dentifrice: an in vitro study. J Indıan Soc Pedod Prev Dent, 2011; 29(3): 202-211.

Ribeiro DA, Marques MEA, Assia GF, Anzai A, Poleti ML, Salvadori DMF. No relation between subchronic flourid intake and DNA damage in Wistar rats. Careis Res, 2004; 38: 576-579.

Salehi S, Gwinner F, Mitchell JC, Pfeifer C, and Ferracane JL, "Cytotoxicity of resin composites containing bioactive glass fillers," Dental Materials, 2015; 31(2):195–203

Schmalz G. Bindslev DA. Biocompatibility of Dental Materials ,2009: 2-25.

Schmalz G. Concepts in biocompatibility testing of dental restorative materials. Clin Oral Invest, 1997; 1: 154-162.

Schneider B.T., Baumann M.A., Watanabe L.G ., Marshall , G .W.Jr . Dentin Shear Bond Strength Of Compomers And Composites. Dent Mater 2000, 16 (1), 15 - 1 9.

Scholtanus JD, Huysmans MCDNJM. Clinical failure of Class-II restorations of a highly viscous glass-ionomer material over a 6-year period: A retrospective study. J Dent, 2007; 35:156-162

Shanthi M, Soma Sekhar EV, Ankireddy S. Smart Materials in dentistry: Think smart! J Pediatr Dent 2014; 2: 1.

Sidhu SK. Glass-ionomer cement restorative materials: a sticky subject. Aust Dent J 2011; 56(1): 23-30.

Sidhu SK. Clinical evaluations of resin-modified glass-ionomer restorations. Dent. Mater. 2010, 26, 7–12.

Slowikowski L, John S., Finkleman M, Perry R, Harsono M. Fluoride ion release and recharge over time in three restoratives. J Dent Res, 2014, 93.

Snawder KD, Gonzales WE. Handbook of clinical pedodontics. The C.V. Mosby Company St Louis, Toronto, London. 1980.

Spatafora G, Rohrer K, Barnard D, Mıvhalek S. A Streptococcus mutans mutant that synthesizes elevated levels of intracellular polysaccharide is hypercariogenic in vivo. Infect. Immun., 1995, 63: 2556-2563.

Stoor P, Soderling E, Salonen JI. Antibacterial effects of a bioactive glass paste on oral microorganisms. Acta Odontol Scand 1998; 56:161–165.

Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjogren U. Microbiologic analy- sis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1998; 85: 86- 93,

Sungurtekin E, Öznurhan F, Öztaş N. Pit ve fissür sealant uygulamaları: Sistematik bir derleme. GÜ Diş Hek Fak Derg, 2010; 27(2): 145-149.

Tanner J. Adhesion of oral microbesto dental fiber reinforced composites. With emphasis on streptococcus mutans and candida albicans. Turku: Institute of Dentistry, University of Tuku, Department of Prosthetic Dentistry, Doktora Tezi, 2003.

Tevfik C, Mısırlıgil A, Aydın M. Tıpta ve Diş He kimliğinde Genel ve Özel Mikrobiyoloji. Güneş Kitapevi, Ankara, 2004

Theodore P. Croll, Yael Bar-Zıon, , Adrıana Segura, Kevın J. Donly, Clinical performance of resin-modified glass ionomer cement restorations in primary teeth Journal Of Amarıcan Dental Associatıon August 2001;132(8):1110–1116

Thornton JB, Retief DH, Bradley EL. Fluoride release from and tensile bond strength of Ketac Fil and Ketac Silver to enamel and dentin. Dent Mater 1986;2:241-5.

Touger-Decker, R., Van Loveren, C. Sugars and dental caries. Am. J. Clin. Nutr., 2003, 78: 881-892.

Toygar N, Erdoğan Ç, Günbay. Tükürük pH'ı, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve inorganik fosfat değerleriyle DMF-t indeksi arasındaki ilişki. Ege Diş Hekimliği Dergisi, 1990, 11 (3),27-36.

Upadhyay S, Rao A, Shenoy R. Comparison of the amount of fluoride release from nanofilled resin modified glass ionomer conventional and resin modified glass ionomer cements. Journal of Dentistry of Tehran University, 2013; 10(2): 134-141.

Uzel İ. Yüzey Örtücü İle Kaplanmış Kompomer Ve Cam İyonomer Simanın in-vivo ve in-vitro Koşullarda Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimlerii Enstitüsü, Pedodonti Anabilim Dalı. Doktora Tezi. İzmir 2012. (Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fahinur Ertuğrul)

Ünlü N. Florlu ve Florsuz Diş Macunu Kullanmanın Bakteri Plağı pH'ı ve Tükürük Akış Hızı, pH'ı, Tamponlama Kapasitesi, F, Ca, P ve Total Protein Konsantrasyonlarına Etkisinin İncelenmesi. Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Konya 1998. (Tez Danışmanı: Doç.Dr. F. Füsun ÖZER)

Van Dijken JWV, Sjöström S, Wing K. Development of gingivitis around different types of composite resin. J Clin Periodontol 1987; 14: 257-260.

Verbeek R, De Maeyer F, Marks L, De Moor R, De Witte A, Trimpeneers L. Fluoride release process of (resin modified) glass-iono- mer cements versus (polyacid modified) composite resins. Bioma- terials. 1998; 19: 509- 519

Verbeek RMH, De Moor RJG, Van Even DFJ, Martens LC. The short-term fluoride release of a hand-mixed vs. capsulated system of a restorative glass-ionomer cement. J Dent Res. 1992; 72: 577-581

Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Silorane in dental composites. Dent Maater 2003: 21: 68-74.

Weiss EI, Shalhav M, Fuss Z. Assessment of antibacterial activity of endodontic sealers by a direct contact test. Endod Dent Traumatol 1996; 12: 179-184.

Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements Dental Materials 2000; 16: 129–138

Xu X, Burgess JO. Compressive strength, fluoride release and recharge of fluoride-releasing materials. Biomaterails 2003; 24(14): 2451-2461.

Yang SY, Piao YZ, Kim SM, Lee YK, Kim KN, Kim KM. Acid neutralizing, mechanical and physical properties of pit and fissure sealants containing meltderived 45S5 bioactive glass. Dent Mater 2013; 29(12): 1228-35.

Yap AUJ, Khor E, Foo SH. Fluoride release and antibacterial properties of new generation tooth-colored restoratives. Operative Dentistry 1999; 24: 297-305.

Yılmaz K, Özkan P. Dental materyallerden flor salınımı. AÜ Diş Hek Fak Derg, 2009; 15(1): 23-29.

Yli-Urpo H, Lassila LVJ, Narhi T, Vallittu P K. Compressive strength and surface characterization of glass ionomer cements modified by particles of bioactive glass. Dental Materials, 2005; 21: 201-209.

Yli-Urpo H, Vallittu PK, Närhi TO, Forsback AP, Väkiparta M. Release of silica, calcium, phosphorus, and fluoride from glass ionomer cement containing bioactive glass. J Biomater Appl 2004; 19(1): 5-20.

Yotis WW, Brennan PC. Binding of fluoride by oral bacteria. Caries Res. 1983; 17:444-54.

Zero D.T. Dental caries process. Dent. Clin. North Am., 1999, 43:635-664

Zhao J, Weng Y, Xie D. In vitro wear and fracture toughness of an experimental light-cured glass-ionomer cement. Dent Mater 2009; 25:526-534.

7.ÖZGEÇMİŞ

T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

ADI SOYADI:	Fatma DEMİRAY	**İMZA:**
DOĞUM YERİ:	KONYA	
DOĞUM TARİHİ:	24.12.1990	
MEDENİ DURUMU:	Bekar	
ÖĞRENİM DURUMU		
DERECE	**OKULUN ADI**	**YIL**
İLKÖĞRETİM:	Manavgat Çağlayan İlköğretim Okulu	1997-2004
LİSE:	Antalya Yusuf Ziya Öner Fen Lisesi	2004-2008
LİSANS:	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2008-2014
YÜKSEK LİSANS:	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2008-2014
DOKTORA:	Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı	2014-2018
ADRES:	Parsana Mah. Kaletaş Cad. No:24/32 Selçuklu/KONYA	
E-MAIL:	fatmadmry@hotmail.com	
YABANCI DİL VE PUANI:	İngilizce YDS-2014: 60	
YÜKSEK LİSANS TEZİ VE DANIŞMANI:	Dişeti Büyümeleri ve Dişeti Tümörleri Doç. Dr. Tuğrul Kırtıloğlu.	
BİLİMSEL TOPLANTILARDA TAKDİM EDİLEN VE BİLDİRİ KİTABINDA BASILAN POSTER VE SUNUMLAR:	Demiray F, Korkut E, Gezgin O, Şener Y, Bostancı B. Adams-Olıver Syndrome: a Case Report. 21st BaSS Congress 2016, Banja Luka. Poster Presentation. Gezgin O, Korkut E, Ozcan D, Demiray F, Şener Y. Evaluatıon Of Dental Anomalıes In Paedıatrıc Patıents: A Radıographıc Study. 22st BaSS Congress 2017, Thessaloniki. Poster Presentation. Korkut E, Gezgin O, Tulumbacı F, Demiray F, Şener Y. Comparatıve Evaluatıon of Mechanıcal Propertıes of a Bıoactıve Resın Modıfied Glass Ionomer Cement. 22st BaSS Congress 2017, Thessaloniki. Oral Presentation. Fidancıoğlu Y, Gezgin O, Korkut E, Şener Y, Demiray F. Conservative Treatment Of Dentigerous Cyst In The Mandible: Report Of 4 Cases Inflammatory Dentigerous Cysts. 23st BaSS Congress 2018, Iasi. Oral Presentation. Demiray F, Korkut E. Clinical evaluation of a novel resin modified glass ionomer cement containing bioactive glass. International Association of Paediatric Dentistry Regional Meeting and 25th Congress of Turkish Society of Paediatric Dentistry 2018, İstanbul. Oral Presentation.	
ULUSAL DERGİLERDE YAYIMLANAN MAKALELER:	Korkut E, Esen A, Demiray F, Şener Y. Pediatrik Onkoloji Hastalarında Dental Yaklaşım. Selçuk Tıp Derg 2017;33(2): 39-44	
ULUSLARARASI DERGİLERDE YAYIMLANAN MAKALELER:	Demiray F, Korkut E, Gezgin O, Şener Y, Bostancı B. Adams-Olıver Syndrome: A Case Report. Balk J Dent Med. 2017; 21: 60-64. Kilinckan F, Demiray F. Sedoanalgesia During Dental Treatment of a Patient with Sanfilippo Syndrome: A Case Report. J Dent Oral Care Med. 2018; 4(2): 206	
ÖDÜLLER:	Demiray F, Korkut E, Gezgin O, Şener Y, Bostancı B. Adams-Olıver Syndrome: A Case Report. 21st BaSS Congress 2016, Banja Luka. Poster Presentation. Best Poster Award	

8.EKLER

EK A: Etik Kurul Onayı

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: 2016/009 28.09.2016

Sayın Yrd. Doç.Dr. Emre KORKUT

Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu'nun 28.06.2016 tarihinde yapılan 2016/009 sayılı toplantısında, yürütücüsü olduğunuz "Biyoaktif cam içerikli kuafaj materyalinin klinik ve radyografik olarak değerlendirilerek antibakteriyel özelliklerinin incelenmesi" başlıklı projesi ve "Biyoaktif cam içerikli rezin modifiye cam iyonomer simanın in-vitro ve in-vivo değerlendirilmesi" başlıklı projenin bilimsel etik açıdan uygun olduğuna karar verildi.

Saygılarımla...

Doç. Dr. Ali Rıza TUNÇDEMİR

NEÜ Diş Hekimliği Fakültesi

İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar

Etik Kurul Bşk.

EK B: Bilgilendirilmiş Onam Formu



"Biyoaktif Cam İçerikli RezinModifiye Cam İyonomer Simanın *İn-Vivo* ve *İn-Vitro* Değerlendirilmesi"

KLİNİK VEYA DENEYSEL ÇALIŞMAYA KATILMAK İÇİN

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi tarafından yürütülen buçalışmaya katılmanızı arzu ediyoruz. Aşağıda bu çalışma ile ilgili bazı bilgiler bulacaksınız. Bu bilgiler size, çalışmaya katılımda kolaylık sağlanması ve konunun öneminin açıkça anlaşılabilmesi için düzenlenmiştir.

Size yapılacak olan tedavi çürük sebebiyle madde kaybı olan dişlerin restorasyonu işlemidir. Diş çürüğü "dişi tahrip eden bir hastalık" olarak tarif edilen, modern diş hekimliği tarihinde mikroskobik seviyeden makroskobik düzeylere kadar değişebilen diş dokusu yıkımı olarak tanımlanabilir. Çalışmada sizin gibi 5-10 yaş arası gönüllü bireylerin restorasyon gerektiren dişlerinin 4 farklı rezin modifiye cam iyonomer siman ile tedavi edilmesi ve klinik başarısının takibinin yapılması amaçlanmaktadır. Bu süreçte tüm klinik muayene işlemleri ve klinik takipleri esnasında herhangi bir ücret talep edilmeyecektir ve elde edilen sonuçlar size iletilecektir. Çalışmanın yürütücüsü **Dr. Öğr. Üyesi Emre KORKUT**'tur ve yardımcı yürütücü **Dt. Fatma DEMİRAY**'dır. İlgili kişilere **03322200025** ve **03322200026** numaralı telefonlardan ulaşabilirsiniz.

Çalışmaya katılacak bireylerin çalışma kapsamında kalacağı süre 18ay'dır. Tedavi için belirlenen hastalardan ayrıntılı bir tıbbi hikaye alınacak ve herhangi bir sistemik rahatsızlığının bulunmamasına dikkat edilecektir. Katılımcı bireylerin hem yazılı hem sözlü olarak onayları alınacaktır. Çalışmaya dahil edilen hastalara ağız hijyen eğitimi verilecektir. Çalışmanın yürütüleceği dişler, öncelikle klinik (hava spreyi ile) ve radyografik olarak muayene edilecektir. Uygun kriterlere sahip dişler çalışma kapsamına alınacaktır.

Çalışmaya dahil edilen 4 farklı materyalin uygulanması işleminin olası bir riski bulunmamaktadır. Uygulanacak olan 4 farklı materyalin uygulama şekli aşağıdaki gibidir:

Grup 1 (GC Fuji IX GP Cam İyonomer Siman (GC Corporation, USA): Diş yüzeyi yıkanıp kurutulduktan sonra diş plağı vehafif basınçlı hava ile dentindeki fazla nem uzaklaştırılacaktır. Sonrasında diş minesi ve dentinindeki çürük alan uzaklaştırılacak ve diş GC Fuji IX GP (GC Corporation, USA) ile restore edilecektir.

Grup 2 (Riva Light Cure Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman (SDI, Victoria, Australia): Diş yüzeyi yıkanıp kurutulduktan sonra diş plağı ve hafif basınçlı hava ile dentindeki fazla nem uzaklaştırılacaktır. Sonrasında diş minesi ve dentinindeki çürük alan uzaklaştırılacak ve diş Riva Light Cure rezin modifiye cam iyonomer siman (SDI, Victoria, Australia) ile restore edilecektir.

Grup 3 (GC Fuji II LC Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman (GC Corporation, USA): Diş yüzeyi yıkanıp kurutulduktan sonra diş plağı ve hafif basınçlı hava ile dentindeki fazla nem uzaklaştırılacaktır. Sonrasında diş minesi ve dentinindeki çürük alan uzaklaştırılacak ve diş GC Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman (GC Corporation, USA) ile restore edilecektir.

Grup 4 (ACTIVA Bio-Active Restorative (Pulpdent, USA): Diş yüzeyi yıkanıp kurutulduktan sonra diş plağı ve hafif basınçlı hava ile dentindeki fazla nem uzaklaştırılacaktır. Sonrasında diş minesi ve dentinindeki çürük alan uzaklaştırılacak ve diş ACTIVA Bio-Active Restorative (Pulpdent, USA) ile restore edilecektir.

Çalışmaya dahil edilen tüm hastalar uygulanan tedavinin klinik başarısının devamlılığını sağlayabilmek ve gruplar arasındaki başarıların karşılaştırılabilmesi amacıyla tedaviden sonra 1.ay, 3.ay ve 6. aylarda kontrol muayeneleri yapılacaktır.

Araştırma kapsamındaki bireylerin özel hayatını korumak amacıyla kod, güvenlik numarası vb. yöntemler uygulanacaktır. Bütün kayıtların toplanma süresi en az bir yıldır. Değerlendirme yapılan bireylerin kendi isteği doğrultusunda çalışma kapsamı dışında kalabilme hakkı vardır. Böyle bir karar Diş hekimliği Fakültesinin tedavi hizmetlerinden yararlanmanızı etkilemeyecektir. Çalışmadan ayrıldığınız takdirde sadece araştırmacının vakti ve emeği ziyan olacaktır.

Çalışmaya dahil olan bireylerin çalışma ile ilgili soruları en kısa sürede yanıtlanacaktır. Sorular doğrudan araştırma yürütücüsüne ve/veya yardımcı araştırıcılara sorulabilir. Bu konuda gerekirse 0332 220 00 26 numaralı telefonu kullanabilirsiniz.

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafındanyapıldı. "Biyoaktif Cam İçerikli Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanın *İn-Vitro* Ve *İn-Vivo* Değerlendirilmesi"isimli araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi biliyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

Gönüllünün Adı soyadı, İmzası, Adresi ve telefonu:

Açıklamaları yapan araştırıcının Adı, Soyadı ve imzası ve telefonu:

Dr. Öğr. Üyesi Emre KORKUT 0332 220 00 26

Rıza alma işleminde başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin Adı, Soyadı, İmzası ve Görevi:

EK C: Hasta Takip Formu

T.C NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ PEDODONTİ ANABİLİM DALI

HASTA TAKİP FORMU

AD/SOYAD:

YAŞ:

TELEFON:

GRUPLAR	**Grup I** GC Fuji IX GP®	**Grup II** Riva Light Cure		**Grup III** GC Fuji II LC®	**Grup IV** ACTIVA BioACTIVE
DİŞ NO.					
DİŞ NO:		**GRUP**			
KRİTERLER		*Retansiyon*	*Kenar Uyumu*	*Kenar Renklenmesi*	*Sekonder Çürük Oluşumu*
	TARİH	**SKORLAR**			
Tedavi	- -201				
1.Kontrol—3.ay	- -201				
2.Kontrol—6.ay	- -201				
3.Kontrol—12.ay	- -201				
DİŞ NO:		**GRUP**			
KRİTERLER		*Retansiyon*	*Kenar Uyumu*	*Kenar Renklenmesi*	*Sekonder Çürük Oluşumu*
	TARİH	**SKORLAR**			
Tedavi	- -201				
1.Kontrol—3.ay	- -201				
2.Kontrol—6.ay	- -201				
3.Kontrol—12.ay	- -201				
DİŞ NO:		**GRUP**			
KRİTERLER		*Retansiyon*	*Kenar Uyumu*	*Kenar Renklenmesi*	*Sekonder Çürük Oluşumu*
	TARİH	**SKORLAR**			
Tedavi	- -201				
1.Kontrol—3.ay	- -201				
2.Kontrol—6.ay	- -201				
3.Kontrol—12.ay	- -201				
DİŞ NO:		**GRUP**			
KRİTERLER		*Retansiyon*	*Kenar Uyumu*	*Kenar Renklenmesi*	*Sekonder Çürük Oluşumu*
	TARİH	**SKORLAR**			
Tedavi	- -201				
1.Kontrol—3.ay	- -201				
2.Kontrol—6.ay	- -201				
3.Kontrol—12.ay	- -201				