



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



FLORÜR SALAN RESTORATİF MATERYALLERE BAKTERİ ADEZYONU

Mehmet TARTICI

**DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Gürkan GÜR**

**ANKARA
2020**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FLORÜR SALAN RESTORATİF MATERYALLERE
BAKTERİ ADEZYONU**

Mehmet TARTICI

**DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Gürkan GÜR**

**ANKARA
2020**

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum "Florür Salan Restoratif Materyallere Bakteri Adezyonu" başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencisinin Adı Soyadı : Mehmet TARTICI

Tarih :

İmza :

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	Error! Bookmark not defined.
İçindekiler	iv
Önsöz	vii
Simgeler ve Kısaltmalar	viii
Şekiller	x
Çizelgeler	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Çürük ve Çürük Etiyolojisi	2
1.2. Çürük Oluşumunda Etkili Faktörler	3
1.2.1. Konak (Diş Dokusu ve Tükürüğe Özgü Özellikler)	3
1.2.2. Substrat (Diyet)	3
1.2.3. Zaman	4
1.2.4. Mikroflora	4
1.3. Diş Çürüklerinde Patojenite Mekanizması	5
1.4. Bakteri Adhezyonu	6
1.4.1 Bakteriyel Plak (Dental Plak veya Mikrobiyal Dental Plak)	6
1.4.2. Bakteri Adezyonunun Moleküler Yapısı	7
1.4.3. Bakteriyel Plak Oluşumu	8
1.4.4. Bakteri Plağı Mikroorganizmaları	9
1.4.4.1. Streptococcus Mutans	10
1.5. Florür	12
1.5.1. Florürün Çürük Oluşumunu Önlemedeki Etkisi	13
1.6. Florür Salan Restoratif Materyaller	14
1.6.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar	17
1.6.2. Hibrit Cam İyonomer Simanlar	20
1.6.2.1. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar	20
1.6.2.2. Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (PMKR) (Kompomerler)	22
1.6.3. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar	24
1.6.4. Giomer	26
1.6.5. Cam Karbomer	29
1.6.6. Nano İyonomerler	30
1.6.7. Amalgomerler	31
1.7. Florür Salan Restoratif Materyallerin Antibakteriyel Etkisi	32
1.8. Kompozit Rezin Esaslı Dolgu Maddeleri	34
1.8.1. Kompozit Rezin Esaslı Dolgu Materyallerinin Antibakteriyel Etkisi	38
1.9. Amaç	39
2. GEREÇ VE YÖNTEM	40
2.1. Üretici Firmaların Tavsiyeleri Doğrultusunda Dolgu Örneklerinin Hazırlanması	40
2.1.1. Riva Self-Cure (Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Siman)	42

2.1.2. Riva Light Cure (Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman)	42
2.1.3. Riva Silver (Gümüşle Güçlendirilmiş Kapsül Cam İyonomer)	43
2.1.4. Dyract® XP (Kompomer)	44
2.1.5. Beautifil II (Giomer)	45
2.1.6. Grandio (Nanohibrit Kompozit)	46
2.2. Restoratif Örneklerine Yüzey Bitirme ve Polisaj İşlemlerinin Uygulanması	47
2.3. Bakteri Kültürü	48
2.4. <i>S. Mutans</i> ATCC 25175 Suşunun İdeal Biyofilm Üretim Koşullarının Belirlenmesi	49
2.5. Florür Salan Restoratif Materyallerin Antibakteriyel Etkinlikleri ve <i>S. Mutans</i> Biyofilm Üretimine Olan Etkileri (Florür Reşarjı Öncesi)	51
2.5.1. Matriks Birikiminin ve Antibakteriyel Etkinliğin Belirlenmesi	51
2.5.2. <i>S. Mutans</i> Biyofilm Hücrelerinin Restoratif Materyal Yüzeylerine Tutunma Karakteristiklerinin ve Antibakteriyel Etkinliğin Logaritmik Ölçekte Belirlenmesi (Florür Reşarj Öncesi)	53
2.6. Florür Salan Restoratif Materyallerin Nötral Sodyum Florür Çözeltisi ile Muamele Edilmesi (Reşarj)	53
2.7. Florür Salan Restoratif Materyallerin Antibakteriyel Etkinlikleri ve <i>S. Mutans</i> Biyofilm Üretimine Olan Etkileri (Florür Reşarjı Sonrası)	54
2.7.1. Matriks Birikiminin ve Antibakteriyel Etkinliğin Belirlenmesi	54
2.7.2. <i>S. mutans</i> Biyofilm Hücrelerinin Restoratif Materyal Yüzeylerine Tutunma Karakteristiklerinin ve Antibakteriyel Etkinliğin Logaritmik Ölçekte Belirlenmesi (Florür Reşarjı Sonrası)	54
2.8. İstatistik Analizleri	54
3. BULGULAR	56
3.1. <i>S. Mutans</i> ATCC 25175 Suşunun İdeal Biyofilm Üretim Koşullarının Belirlenmesi	56
3.2. Florür Salan Restoratif Materyallerin Antibakteriyel Etkinlikleri ve <i>S. Mutans</i> Biyofilm Üretimine Olan Etkileri (Florür Reşarjı Öncesi)	57
3.2.1. Matriks Birikiminin ve Antibakteriyel Etkinliğin Belirlenmesi	57
3.2.1.1. Antibakteriyel Etkinliğin Belirlenmesi	57
3.2.1.2. Matriks Birikiminin Belirlenmesi	58
3.2.2. <i>S. Mutans</i> Biyofilm Hücrelerinin Restoratif Materyal Yüzeylerine Tutunma Karakteristiklerinin ve Antibakteriyel Etkinliğin Logaritmik Ölçekte Belirlenmesi (Florür Reşarjı Öncesi)	59
3.2.2.1. Antibakteriyel Etkinliğin Logaritmik Ölçekte Belirlenmesi (Planktonik Faz Etkinliği)	59
3.2.2.2. <i>S. Mutans</i> 'ın Restoratif Materyaller Üzerindeki Biyofilm Üretim Eğilimleri	60
3.3. Florür Salan Restoratif Materyallerin Antibakteriyel Etkinlikleri ve <i>S. Mutans</i> Biyofilm Üretimine Olan Etkileri (Florür Reşarjı Sonrası)	61
3.3.1. Matriks Birikiminin ve Antibakteriyel Etkinliğin Belirlenmesi	61
3.3.1.1. Antibakteriyel Etkinliğin Belirlenmesi	61
3.3.1.2. Matriks Birikiminin Belirlenmesi	62
3.3.2. <i>S. Mutans</i> Biyofilm Hücrelerinin Restoratif Materyal Yüzeylerine Tutunma Karakteristiklerinin ve Antibakteriyel Etkinliğin Logaritmik Ölçekte Belirlenmesi (Florür Reşarjı Sonrası)	64

3.3.2.1. Antibakteriyel Etkinliğin Logaritmik Ölçekte Belirlenmesi (Planktonik Faz Etkinliği)	64
3.3.2.2. <i>S. Mutans</i> 'ın Restoratif Materyaller Üzerindeki Biyofilm Üretim Eğilimleri	65
4. TARTIŞMA	67
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	83
ÖZET	84
SUMMARY	85
KAYNAKÇA	86
ÖZGEÇMİŞ	107



ÖNSÖZ

Florür salan restoratif materyallere bakteri tutulumunu ve bu materyallerin antibakteriyel özelliklerini incelediğim bu tez çalışmasında doktora programının başından sonuna kadar bana yardım ve desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Gürkan Gür'e,

Akademik hayatımın tamamlanmasını sağlayan ve bu süreçte benden daha çok emek sarfeden, her koşulda ve herşeye rağmen inancından hiçbirşey kaybetmeyen, bana umut olan sevgili eşim Tuğçe Tartıcı'ya,

Hayatım boyunca yanımda desteğini hep hissettiğim ablam Gülen Boztepe'ye, canım anneme ve canım babama,

Tezimin çalışmalarında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümündeki yardımlarından dolayı Başar Karaca'ya,

Doktora hayatımda Ankara Üniversitesinde yaşantıma kattığım değerli dostlarıma,

Doktora eğitimim süresinde katkılarından dolayı Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'nda görevli tüm değerli hocalarıma,

Teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
(-)	Negatif
(+)	Pozitif
<	Küçüktür
>	Büyüktür
°C	Santigrat derece
AgF	Gümüş Florür
ART	Atravmatik Restoratif Tedavi
ASPA	Alumino-Silikat-Poliakrilik-Asit
ATCC	Amerikan Tipi Kültür Koleksiyonu
ATPaz	Adenozin Trifosfataz
BHI	Beyin Kalp İnfüzyonu
BiS-EMA	Bis-fenol A glikol dimetakrilat
Bis-GMA	Bis-fenol A glisidil metakrilat
CİS	Cam İyonomer Siman
cm ²	Santimetre kare
dk	Dakika
DNA	Deoksiribonükleik asit
F	Flor
g	Gram
Gbp	Glukan bağlayıcı protein
GCİS	Geleneksel Cam İyonomer Siman
GTF	Glikoziltransferaz
HA	Hidroksi apatit
HEMA	Hidroksietil metakrilat
ISO	Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı
ISO	Uluslararası Standart Örgütü
KOB	Koloni Oluşturan Birim
L	Laktobasillus
LR	Logaritmik Yüzde Azalma
mg	Miligram
ml	Mikro Litre
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mm ²	Milimetre kare
mm ³	Milimetre küp
MPa	Megapaskal
NaCl	Sodyum Klorür
nm	Nanometre
OD	Optik Dansite
P	Fosfor
Pac	Protein antijeni c
PEGDMA	Polietilen glikol dimetakrilat
pH	Power of hydrogen
PMKR	Poliasit Modifiye Kompozit Rezin

ppm	Milyonda bir parça
PRG	Aktif cam iyonomer partikülleri
RMCİS	Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman
Rpm	Dakikadaki devir sayısı
S	Streptococcus
sn	Saniye
S-PRG	Yüzeyi işlenmiş cam-iyonomer
TEGDMA	Trietilen glukol dimetakrilat
TSA	Tyriptic soy agar
TSB	Triptik soy broth
UDMA	Üretan dimetakrilat
USPHS	Amerika Birleşik Devletleri Halk Sağlığı
YVCİS	Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Siman
Mm	Mikrometre



ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Cis'lerin sertleşme reaksiyonu	18
Şekil 1.2. PRG oluşumunun şematik gösterimi tam reaksiyonlu (F-PRG) tip ve Yüzey reaksiyonuna girmiş (S-PRG) tir	27
Şekil 1.3. BIS-GMA'nın yapı formülü	35
Şekil 1.4. TEGDMA'nın yapı formülü	35
Şekil 1.5. UDMA'nın yapı formülü	36
Şekil 1.6. BIS-EMA (6)'nın yapı formülü	36
Şekil 1.7. Siloran'ın yapı formülü	36
Şekil 2.1. Riva Self Cure (YVCİS)	42
Şekil 2.2. Riva Light Cure (RMCİS)	43
Şekil 2.3. Riva Silver (Gümüşle Güçlendirilmiş Kapsül Cam İyonomer)	44
Şekil 2.4. Dyract® XP (Poliasit Modifiye Kompozit Rezin (Kompomer))	45
Şekil 2.5. Beautifil II (Giomer)	46
Şekil 2.6. Grandio®, (Nanohibrit Kompozit)	47
Şekil 2.7. Sof-Lex (3M ESPE) diskleri	48
Şekil 2.8. Digital Kumpası (Mitutoyo, CD-15CPX, Japan)	48
Şekil 3.1. Farklı sükröz konsantrasyonlarının biyofilm üretimine olan etkileri. *En ideal biyofilm koşuluna karşılık gelen sükröz konsantrasyonu (Tek Yönlü Varyans analizi; Tukey Testi, $p<0,05$).	56
Şekil 3.2. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişim yoğunlukları	57
Şekil 3.3. Restoratif materyaller üzerinde biriken biyofilm matriks (plak) miktarları	58
Şekil 3.4. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişim miktarları (KOB/mL)	59
Şekil 3.5. <i>S. mutans</i> 'ın restoratif materyaller üzerinde biriken biyofilm hücre sayıları (cm ² başına)	60
Şekil 3.6. Farklı restoratif materyaller bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişim yoğunlukları (florür reşarjı sonrası)*en anlamlı düşüşler	62
Şekil 3.7. Restoratif materyaller üzerinde biriken biyofilm matriks (plak) miktarları (florür reşarjı sonrası) *en anlamlı düşüşler	63
Şekil 3.8. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişim miktarları (KOB/mL) (florür reşarjı öncesi ve sonrası)	64
Şekil 3.9. <i>S. mutans</i> 'ın restoratif malzemeler üzerinde biriken biyofilm hücre sayıları (cm ² başına) (florür reşarjı öncesi ve sonrası)	66

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. Bakteri adezyon deney şeması n=48	41
Çizelge 2.2. Çalışmada kullanılan restoratif materyaller	41
Çizelge 2.3. Farklı sükröz konsantrasyonları ihtiva eden TSB içerikleri	49
Çizelge 2.4. Çalışmada kullanılan restoratif materyaller ve kompozit rezinler	51
Çizelge 3.1. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişimlerin yüzde (%) azalmaları	58
Çizelge 3.2. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişimlerin logaritmik yüzde (%) azalmaları	60
Çizelge 3.3. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişimlerin % azalmaları (florür reşarjı sonrası)	62
Çizelge 3.4. Restoratif materyaller üzerinde biriken biyofilm matriks (plak) miktarlarının florür reşarjı sonrasındaki yüzde (%) azalmaları	63
Çizelge 3.5. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişimlerin florür reşarjı sonrasının logaritmik yüzde (%) azalmaları	65
Çizelge 3.6. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki biyofilm gelişimlerdeki logaritmik yüzde (%) azalmalar (florür reşarjı sonrasında)	66

1. GİRİŞ

Diş çürüğü birbirinden farklı kültürlerde sıklıkla karşılaşılan; biyolojik, fiziksel, ekonomik, sosyal ve psikolojik etkileri olan kronik bir hastalıktır (Hotz, 2006). Çürüyen dişlerin restorasyonlarında geçmişten günümüze kadar pek çok farklı materyal kullanılmıştır. Diş rengindeki restoratif materyallerin kullanımı 1878 yılında silikat simanın kullanımı ile başlamıştır. Silikat simanlar çiğneme kuvvetlerine karşı dayanıksız oluşu, yüzeyinin pürüzlü olması ve ağız sıvılarında çözünebilir olması nedeni ile kullanımı günümüzde terk edilmiştir. Daha sonra akrilik rezinler kullanılmaya başlanılmış. Akrilik rezinlerin sahip olduğu yüksek polimerizasyon büzülmesi ve diş dokusundan çok fazla olan termal genleşme katsayısı nedeni ile, restorasyon kenarında ve pulpada olumsuzluklar meydana getirmiştir (Craig ve Powers, 2002; Leinfelder, 1985; Mc Cabe ve Walls, 2000 ve Willems ve ark., 1993).

Cam iyonomer simanlar (CİS) Mc Lean ve Wilson tarafından 1977 yılında silikat ve polikarboksilat simanlar birleştirilerek geliştirilmişlerdir. CİS'ler, diş sert dokularına kimyasal olarak bağlanabilmeleri ve florür salımı sayesinde antibakteriyel etki gösterebilmeleri gibi birçok avantaja sahiptir. Bu avantajlarından dolayı erişkinlerde ve özellikle çocuklarda restoratif dolgu maddesi ve kaide maddesi olarak kullanılmaktadır. Dezavantajları ise sertleşmesi sırasında hidrate olmaları, iyi cilalanamamaları, zayıf fiziksel yapıları ve sınırlı estetik özellikleridir (Mc Lean ve Wilson, 1977; Wilson ve Kent, 1972).

Bowen'in 1962 yılında ürettiği kompozit tarih içerisinde birçok gelişime uğrayarak en popüler estetik dolgu maddesi haline gelmiştir. Üstün estetik özellikleri ve amalgama yaklaşan fiziksel özellikleri ile hem ön hem de arka grup dişlerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Rawls ve Esquivel-Upshaw, 2003).

Kompomer; yeni bir restoratif materyal olarak 1990'lı yılların başında CİS'ler ve kompozit rezinlerin başarılı özellikleri bir araya getirilerek geliştirilmiştir. Bu materyal ışık uygulanarak sertleşmekte, bu uygulamada kompozit rezinlerdeki sertleşme reaksiyonuna benzemektedir. Fakat fiziksel özelliklerinin yetersizliği ve renk seçeneğindeki eksiklikler nedeniyle kompozit materyali kadar kullanımı yaygınlaşmamış, genellikle pedodonti alanında kullanımı daha yaygın olmuştur (Davidson ve Mjör, 1999).

Diş çürüğü ile florürler arasındaki ilişkiler epidemiyolojik araştırmalarla başlamış, hayvan deneyleri ve laboratuvar çalışmaları ile devam etmiştir. Florürler ve diş çürükleri arasındaki ilişkiyi gösteren çalışmalar 19.yüzyıla kadar uzanmıştır. Bununla beraber son yıllarda çürüğün önlenmesi konusunda yapılan araştırmalar özellikle florürün etkinliği üzerinde yoğunlaşmıştır (Edgar, 1994; Karlsbeek ve Verrips 1990; Konig, 1993; Moreno 1993; Petersson, 1993; Stamm, 1993 ve Toumba, 1993). Diş minesinin iyon ve moleküllere geçirgen olması ve mine geçirgenliğinin fiziksel ve kimyasal etkenlerle değiştirilmesi gerçeğine dayanarak, diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallere florür ilavesi yapılmıştır (Cooley ve ark 1988; De Carvalho ve ark 1992; Forsten, 1990; Hörsted-Bindslev ve Larsen 1991; Momoi ve Mc Cabe, 1993; Bolay ve ark 1993; Toumba 1993 ve Young ve ark 1996).

Bu çalışmadaki amacımız, florür salan restoratif materyaller içerisindeki florürün bakteri adezyonuna etkisinin in-vitro olarak incelenmesidir.

1.1. Çürük ve Çürük Etiyolojisi

Dünyanın en yaygın kronik hastalıklarından biri olan diş çürüğü; dental plaktaki karyojenik bakterilerin karbonhidratları fermente etmesi sonucu oluşan asit ile dişin mine ve dentin dokularının organo-inorganik moleküllerinin bağlarının kopması olaylarının devamı sonucu oluşan patolojik durum olarak tanımlanmaktadır (Axelsson, 2000; Cengiz, 1996; Fejerskov ve Kidd, 2000; Kidd, 2005 ve Selwitz ve ark 2007). Ağız içerisinde bakteri plağı oluşumu sonucunda remineralizasyon ve

demineralizasyon arasındaki denge bozulmakta, diş mine ve dentin dokularındaki mineral kaybı sonucunda çürük meydana gelmektedir (Fejerskov ve Kidd, 2000; Koray, 1981 ve Newburn ve ark., 1989).

Diş çürüğünün etiolojisinde dört temel faktör yer almaktadır. Mikroflora, diyet, zaman ve konağın birbirleriyle etkileşiminin bir sonucu olarak çürüğün meydana geldiği bilinmektedir (Evans ve ark., 1993; Werneck ve ark., 2010). Çürük oluşumunu ve çürük oluşma yatkınlığını arttıran birden fazla etkenin varlığı zaman içerisinde yapılan çalışmalar sonucu belirlenmiştir (Werneck ve ark 2010). Birçok faktöre bağlı oluşan diş çürüğü; çevresel ve genetik faktörlerin etkileşimi sonucu oluşan multifaktöriyel bir hastalık olarak tanımlanmaktadır (Zero 1999).

1.2. Çürük Oluşumunda Etkili Faktörler

1.2.1. Konak (Diş Dokusu ve Tükürüğe Özgü Özellikler)

Dişin anatomik formunun çürük gelişiminde önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir. Örneğin arka bölgede yer alan azı dişleri, ön bölgede yer alan keser dişler ile karşılaştırıldığında çürük gelişimi için daha uygun bir konak olarak görülmektedir. Bunun sebebinin dişin çiğneyici yüzeylerindeki anatomik girinti ve çıkıntıların gıda artıkları ve bakteriler için bir tutunma alanı oluşturmasıdır. Dişlerin çene üzerindeki yerlerinin düzensiz olması çürük oluşumunda etkili bir faktördür. Bunların yanısıra dişin mine ve dentin içeriklerinin oranı ve olgunlaşma düzeyi de çürük oluşumunu etkiler (Bayırlı ve Şirin,1985; Newbrun, 1989a).

1.2.2. Substrat (Diyet)

Diyet; kişinin gün içerisinde tükettiği katı ve sıvı gıdalar olarak tanımlanır ve çürük oluşumuna neden olan bakteriler için besin kaynağıdır. Bu şekilde çürüğün meydana gelmesinde etkilidir (Bayırlı ve Şirin, 1985; Hujoel, 2009). Diş çürüğü ve karbonhidrat

arasındaki ilişki ağız florasındaki mikroorganizmaların karbonhidratları kullanarak karyojenik etki göstermeleri şeklinde açıklanabilir. Sukroz en fazla çürük oluşturma özelliğine sahip karbonhidrattır. Dental plağa çok hızlı difüze olur, ekstrasellüler polisakkaritlerin ve asitlerin üretiminde substrat olarak rol oynar. Çürük yapan mikroorganizmalar, sukrozdan suda erimeyen glukoz üretimini sağlarlar. Glukoz plak birikiminde ve mikroorganizmaların dış yüzeyine yapışmalarında etkilidir (Bayırlı ve Şirin, 1985; Samaranayake, 2007).

1.2.3. Zaman

Çürüğün oluşabilmesi için çürük yapan mikroorganizmaların dış dokuları üzerinde uygun beslenme ortamında yeterli bir süre etkileşmesi gerekmektedir. Çok sık veya çok uzun süre karyojenik gıda tüketilmesi çürük oluşum riskini arttırmaktadır (Bayırlı ve Şirin, 1985).

1.2.4. Mikroflora

Ağız mikroflorası, birbirinden farklı bakteriyel türü bünyesinde barındıran komplike bir sistemdir. Bakteriler ağız içerisinde mukozal membran veya diş sert dokusu üzerindeki pelikülda lokalizedir. Ağız mikroflorasında bulunan bakteri türlerinin birçoğunun üremesi için gereken nötral pH (pH=7)'dir. Beslenme sırasında karbonhidrat tüketimi sonucu ağız içerisindeki pH 5.5'in altına düşer ve bu durumda birçok bakteri türü yaşamını sürdüremez. Asidürik bakteri türlerinden mutans grubu streptokoklar ve laktobasil'ler düşük pH seviyelerinde üremelerine devam edebilirler (Burnett ve Scherp, 1968a). Laktik asidin diş çürüğünün asıl etkenlerinden biri olduğu bilinmektedir (Iwami ve ark., 1988; Loesche, 1986; Marsh ve Bradshaw, 1995 ve Tanaka ve ark., 1993).

1.3. Diş Çürüklerinde Patojenite Mekanizması

Ağız florasındaki organizmalar ve çürük lezyonunun başlangıcı arasındaki sebep sonuç ilişkisi tam olarak net bir şekilde anlaşılamamıştır. Ağız bakterileri yapışkan bir matriks içerisindeki birçok koloni ve türden oluşmaktadır. Bu yapışkan matriks sınıksız paketlenmiş hücre kitlesi halinde bulunmaktadır. Ağız florasında tahmini 200-300 tür maya, protozoa ve bakteri türü bulunmaktadır. Ağız içerisindeki bakterilerin metabolik aktivitesi diş sert ve yumuşak dokusundaki hastalığın varlığını belirlemektedir. Tek bir türün kompleks plak topluluğu olarak patolojiye katkısını değerlendirmenin in vivo sistemlerde zor olduğu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte dişeti hastalıkları ve çürük oluşumunda küçük bir bakteri topluluğunun öncelikli neden olduğu bilinmektedir (Bader ve ark., 2001; Romenson ve ark., 2010). Bu bakteri topluluklarından bir grubunu “*Streptococcus mutans*” (*S. mutans*) serotipleri oluşturur. Bu serotipler a’dan h’ye isimlendirilmiştir. Serotip a (*S. cricetus*), Serotip b (*S. rattus*), Serotip c (*S. ferus*), ve Serotip d, g ve h (*S. sobrinus*). Bu serotiplerin hepsi çürük oluşumunun en önemli sebeplerinden biri olarak gösterilir fakat yapılarındaki farklılıklardan dolayı tek bir *S. mutans* türü çürük oluşumunda tanımlanamamıştır. Asidojenik yapıya sahip olan *Lactobacillus* ve *S. Mutans* sukroz tarafından etkilenirler ve asidürik çevrede çürükle ilişkili olarak görülen başlıca mikriorganizmalardır (Motisuki ve ark 2005; Roberson ve ark 2010). Karyojenik organizmalar çürük oluşumuna neden olmaktadır. Bir dişin karyojenik potansiyeli onun çürüme eğiliminin derecesidir. *S. Mutans*’ın herhangi bir etnik köken, ırk ya da coğrafi bölge farketmeden insanlarda bir enfeksiyona sebep olma özelliği mevcuttur. Ağız florası içerisinde küçük, önemsiz bir komponent olarak bulunan *S. mutans*, aktif çürüğü fazla bulunan bireylerde ağız florasının en baskın üyesi haline dönüşmüştür. Çürük başlangıcının en güçlü üyesi olarak *S. mutans* tanımlanır. Çürük oluşmuş bireylerde lezyonun ilerleyişinden ise *Lactobacillus*’lar sorumlu gösterilmektedir. (Kolenbrander 2000; Roberson ve ark 2010).

1.4. Bakteri Adhezyonu

1.4.1 Bakteriyel Plak (Dental Plak veya Mikrobiyal Dental Plak)

Dental plak; mekanik olarak temizlenemeyen diş, dil, dudak ve yanak yüzeylerinde bulunan beyaz-sarı veya beyaz-gri renkli organik yığıntılardır. Çok fazla sayıda mikroorganizma içeren bu yapı, yapışkan protein ve polisakkaritlerden oluşur. Plak mikroflorası kişinin diyetine ağızda bulunduğu bölgeye göre değişiklik gösterebilmektedir. (Ataoglu ve Gürsel, 1997; Koray, 1981).

Plak, bünyesinde bulunan bakteri çoğunluğunun türüne ve türlere bağlı meydana gelen metabolizmaya bağlı olarak çürük oluşumuna ve marjinal gingivitise ya da her ikisine birden neden olabilmektedir. Ağız içindeki sert yüzeyler üzerinde biriken bakterilerin metabolizmaları sonucu diş çürüğü, gingivitis, periodontitis, peri-implant enfeksiyonları ve stomatitler oluşmaktadır (Cengiz ve ark., 2004; Koray, 1981).

Plak yapısının %70'ini bakteriler, geri kalan %30'unu ise kompleks bir kolloid oluşturur. Bakterilerin birbirlerine tutunmasına ve dişe bağlanmasına yardımcı olan bu kolloid yapı su, müsin ve polisakkarit içermektedir ve plakın fiziko kimyasal özelliklerini oluşturmaktadır. Bu adeziv yapıdaki kolloid interbakteriyel matriks olarakta isimlendirilmektedir (Cengiz, 1990; Cengiz ve ark., 2004; Koray, 1981).

Dental plak üç aşamada oluşur. İlk aşamada pelikül yüzeye tutunur. İkinci aşamada öncü mikroorganizmaların adezyonu, profilerasyonu ve kolonizasyonu görülür. Üçüncü aşamada, filamentöz organizmalar ve sipiroketler koheziv bir biyofilm oluşturmak üzere bir araya gelirler (Cengiz, 1990; Germaine ve ark., 1977 ve Satou ve ark., 1997).

1.4.2. Bakteri Adezyonunun Moleküler Yapısı

Pelikül tabakası tükürük proteinleri, hücre içermeyen bakteriyel enzimlerden meydana gelir ve plak oluşumunda bakteri tutulumunu sağlayan yüzey özelliği olarak görev yaparlar. Başlangıç adezyonu belirli bir uzaklıktan elektrostatik itici kuvvetlerin bakteri yüzeyini etkilemesi ve ayrıca Van der Waals çekim kuvvetleri ile başlar. Komşu yüzeyin hidrofobik özelliği ve serbest yüzey enerjisi de adezyonda rol oynar (Quirynen ve ark., 1990; Steinberg ve ark., 1992 ve Satou ve ark., 1997).

Başlangıç bakteri adezyonunun etkilendiği bazı fiziksel faktörler;

- Yüzey ile bakteri arasındaki mesafe,
- Çevre sıvı ortamının iyonik dayanıklılığı,
- Bakterinin sahip olduğu serbest yüzey enerjisi,
- Ağız içi yüzeylerin pürüzlülüğüdür (Bollen ve ark., 1996).

Ağız florası bakterilerinin ilk kolonizasyonunu yüzeye ilişkili adezyon proteinlerinin sağladığı düşünülmektedir. Dış yüzeyindeki kazanılmış pelikül tabakası ile bakterinin ilk bağlanma, pelikül ile bakteri arasındaki moleküllerin hidrofobik adezyonu ile meydana gelmektedir. Bu bağlanma dışında kalsiyum köprüleri ile etkili bir bağlanma mekanizması mevcuttur. Tükürük içerisinde bulunan pozitif yüke sahip kalsiyum iyonları, negatif yüke sahip pelikül tabakası ve negatif yüklü bakteri yüzeyi arasında bir köprü oluşturur (Jenkinson ve Lamont, 1997; Rose ve ark., 1993).

Başka bir adezyon mekanizması ise mikroorganizmaların dış çeperlerinde bulunan adezinler olarak adlandırılan yüzey üzerindeki protein parçacıkları ile gerçekleşir. Adezinler glukoproteinlerin şeker komponentleri veya sakkarin ile adezyon sağlarlar. Fimbria bakteri yüzeyinde bulunan adezin reseptörlerine verilen isimdir. Fimbria hidrojen bağ ya da iyonik bağ oluşturarak adezyon mekanizmasını gerçekleştirmektedir (Clark ve ark., 1986; Germaine ve ark., 1977).

1.4.3. Bakteriye Plak Oluşumu

Dişin sert ve yumuşak dokularında oluşan bir bakteriye biyofilm olan diş plağı, çürükler ve periodontal hastalıkların başlıca nedenlerindedir (Bernimoulin, 2003). Diş plağı, tükürük proteinlerinin diş yüzeyine adsorpsiyonu ile oluşmaktadır. Plak, diş ile çevre arasında bağlantıyı ve bakterilerin diş yüzeyine tutunmalarını sağlar. Ayrıca mineral kaybı ve yenilenmesini düzenleyen seçici geçirgenlik özelliği vardır (Carlen ve ark., 1998).

Mayhall 1970 yılında, erken plak ve pelikül oluşumunu in vivo şartlarda histolojik ve histokimyasal olarak inceleyerek bazı temel gözlemler yapmıştır (Kökät, 2004). Bu çalışma mine yüzeyinde görülen organik filmlerin belli bir kronolojik sırayla geliştiğini göstermiştir. Birinci safhada, ince bir kazanılmış kütikula tabakası tüm mine yüzeyini kaplar. Bu tabaka çoğu bölgede üzerini örten ve bakteriden hemen hemen muaf bir matriks olan immatür plak ile ilişkidir. İmmatür plak genellikle 1-3 µm kalınlıkta olmasına karşın bu kalınlık bazen 15 µm'ye kadar çıkabilir. Her iki yapı da 24 saat içinde gelişir. İkinci safhada matür plak oluşur. Bakteri, immatür plak içerisinde hızla proliferer olup homojen matriks içinde gömülü yoğun bir yapı oluşturur. Bu matür plak 2-3 gün içerisinde oluşur ve histokimyasal boyama reaksiyonları ile kazanılmış kütikula üzerindeki immatür plaktan ayırt edilemez (Kökät, 2004; Schilling ve Bowen, 1992).

Plak matriksinin inorganik bileşenlerini başlıca kalsiyum ve fosfor, eser miktarda da sodyum, potasyum ve florür gibi diğer mineraller oluşturur. Plak matriksinin organik bileşenleri ise polisakkaritler, glikoproteinler ve lipitlerdir. Bakteriler tarafından üretilen polisakkaritler, baskın protein dekstrandır. Glikoproteinler, tükürük kaynaklıdır, diş dokularının yüzeyini veya diş dokusu üzerinde yapılmış olan restorasyonların yüzeylerini kaplarlar. Lipitler, bakterilerin tutunduğu konak hücre membran artıkları ve yıkılmış bakteri artıklarından oluşmaktadır (Kökät, 2004).

Tarayıcı elektron mikroskobu ile yapılan çalışmalar sonucu görülmüştür ki diş dokusu üzerindeki oluklarda, pitlerde veya abrazyon defektlerindeki yüzey düzensizliklerinde

ağız içi yüzeylerdeki ilk adezyon ve kolonizasyon meydana gelmektedir. Adezyonun oluştuğu bu kısımlarda yüzey temizliğinin zor olması bakterilerin birbirlerine daha dayanıklı bağlarla tutunmasını sağlamaktadır (Cengiz, 1990; Cengiz ve ark., 2004 ve Kökat, 2004).

1.4.4. Bakteri Plağı Mikroorganizmaları

Olgun bakteri plağının 1 mg'ında yani 1 mm³, ü içinde 10⁸'den fazla bakteri bulunmaktadır. Bu bakterilerin sayısında ilk 24 saatlik süreç içinde belirgin bir artış meydana gelmektedir, bununla birlikte 24 saatlik sürenin sonunda toplam bakteri miktarı belirgin derecede değişmemektedir. İlk 24 saatlik sürenin sonucunda bakteri miktarı içerisinde bulunan türlerin birbirlerine karşı yüzdelerinde farklılaşmalar oluşmaktadır (Cengiz ve ark., 2004).

Gram (+) koklar ve basiller organik yapıdaki diş ve sert doku yüzeylerine direk temas ederek plak oluşumunun başlangıcını oluşturmaktadırlar. Primer kolonizer ismiyle adlandırılan bakteriler yüzeye ilk tutunan bakterilerdir ve bu bakteriler patojen özellik göstermezler. Secunder kolonizer olarak adlandırılan bakteriler diş çürüğü, kronik gingivitis ve periodontitis ile doğrudan ilişkilidir ve plak olgunlaşmasında etkin görev alırlar (Germaine ve ark., 1977).

Streptokoklar kolonizer gruplar arasındaki ilk gruptur. *S. sanguis* ilk kolini grubunu oluşturmaktadır ve *S. mutans* ikinci sırada kolonize olmaktadır. Bu kolonize gruplar ağız içerisinde karbonhidrat bulunduğu zaman ekstrasellüler matriks sentezlerler ve enerji açığa çıkartırlar, daha sonra açığa çıkan bu enerji ile çoğalırlar (Liljemark ve Bioomquist, 1996).

Sukroz *S. mutans* ve diğeri asit oluşturucu bakteriler için enerji kaynağıdır. Bu bakteriler sukrozla karşılaştıklarında bunu, asit ve intraselluler polisakkaritlere ve glukana çevirir. Bu da bakteriler için depo enerjini oluşturur (Zero ve ark., 1986).

Plakta ilk olarak oluşan gram pozitif bakterilerden sonra gram negatif bakteri kolonileri oluşmaya başlar. Bunların başında *Actinobacillus*, *Fusobakterium*, *Prevotella* ve *Porphyromonas* gelmektedir. Genellikle Gram negatif bakteriler periodontal hastalıkların oluşmasından sorumludur (şahin, 2003).

1.4.4.1. Streptococcus Mutans

S. mutans, *S. sobrinus*, *S. rattus*, *S. cricetus*, *S. downei* ve *S. macacae* streptokoklarda mutans gruplarının alt gruplarını oluşturmaktadır. Ağız florasında yüksek oranda bulunan *S. mutans* hem çürük lezyonlarının bulunduğu kavitelere hemde çürük oluşumundan hemen önce florada tespit edilmiştir. *S. mutans*, hem çürük oluşumu öncesi hemde kavite içinde yüksek miktarda bulunmasından dolayı, çürük lezyonlarının başlangıç sürecinden lezyonların olgunlaşma sürecine kadar etkili bir ajan olduğu sonucuna varılmıştır (Van Houte ve ark., 1994).

Mutans grubu streptokoklar 0,5 ila 0,75 µm çaplarında, oval veya küre şeklinde, gram pozitif ve katalaz negatif mikroorganizmalardır. Yapışkan ve sert koloniler halinde kanlı agarda bulunurlar. Enerji oluşumunu karbonhidratları parçalayıp aside dönüştürerek sağlarlar. *S. mutans* yaşayabileceği asidik ortamı kendi başına sağlayabilmektedir. Ortam pH'sını 4,0-4,3 kadar düşürebilirler. Asit ataklarına direnebilen ve asit üretimi yapan enzim oluşturabilirler. Bu özelliğini Deoksiribonükleik asit (DNA) yapısında bulunan *hrcA*, *grpE* ve *dnaK* genleri ile gerçekleştirirler (Jayaraman ve ark., 1997; Samaranyake, 2007).

S. mutans'ın düşük konsantrasyonlu substrat ortamlarında bile ekstraselluler polisakkarit yanında intraselluler polisakkarit sentezleyerek asit üretimine devam edebilme özelliği vardır. *S. mutans*'ın bu özelliği, uyku esnasında tükürük salgısının

azalmasıyla asit ortamın devam etmesine ve dişteki demineralizasyonun devamlılığını sağlamaktadır (Loesche, 1986; Milnes ve Bowden, 1985). *S. mutans* yüksek karyojenik etkiye sahiptir ve diş dokusuna kolayca bağlanıp tutunabilmektedir. Ağız florasında bulunan birçok bakteri *S. mutans*'ın salgıladığı mutasin adı verilen bir bakteriyosin ile ortadan kaldırılabılır. Hücre duvarında galaktoz ve rhamnose yapısında polisakkarit antijenler bulunur. Klor, iyot ve flor gibi halojenli antiseptiklere karşı duyarlıdır ve ayrıca penisilin türevindeki antibiyotiklerde *S. mutans* üzerinde etkilidirler (Aydın, 2000).

Hemstırlar ve sıçanlar üzerinde yapılan yapay rk çalışmaları streptokokların rk oluşumundaki etiyolojik rolünü güçlü bir şekilde desteklemektedir (Burnett ve Scherp 1968b). Fakat Clarke 1900'l yılların başlarında *S. mutans*'ı insan diş dokusunda tespit etmiş ve en etkili rk yapıcı türü belirlemiştir. Clarke'ın bu tespitinden sonra ağız florasındaki en etkili rk yapıcı mikroorganizmaların *S. mutans* ve bu grup içerisindeki d ve g serotipi olan *S. sorbinus* olduğu teyit edilmiştir (Burnett ve Scherp, 1968b; Marsh, 2010).

rk dokudan ilk olarak streptokoklar izole edilmektedir (Burnett ve Scherp 1968b). Streptokoklar gram pozitif koklar içerisindeki en geniş grubu oluştururlar. Laktik asit oluşumunu glikozun fermante edilmesiyle sağlarlar. Yuvarlak, oval bazende sivri uçlu görüntüsü olan bölünerek zincir yapan veya gruplaşan bakterilerdir. Streptokoklar içerisinde 21'den fazla tür bulunmaktadır ve bunlar üreme, kimyasal ve biyokimyasal yönden çeşitli ayrımlar gösterirler (Bilgehan, 2000).

Oral Streptokoklar, çoğunlukla insanların ve hayvanların ağız kaviteleri içerisinde ve bununla birlikte st solunum yolunda bulunmaktadır (Hardie ve Bowden, 1976). Bu türler birbirinden farklı bölge ve farklı klinik enfeksiyonlarda teşhis edilmiş olsalar bile asıl lokalizasyonları ağız ierisidir. Dental floradaki en baskın mikroorganizmalar oral streptokoklardır. Bu mikroorganizmalar beslenme şekline ve plağın olgunlaşmasından bağımsız olarak baskınlık gösterirler. Plağın olgunlaşma sürecinde geniş plak içerisindeki mikroorganizmaların %50'lik kısmını oluşturular. Oral streptokoklar kimyasal ve fizyolojik testlerin yardımı ile kolayca ayırt edilebilirler.

Günümüzde DNA yapılarının incelenmesi, hücre protein profillerinin değerlendirilmesi ve glikozidaz aktivitelerinin araştırılması ile pek çok farklı tipi birbirinden ayırt edilebilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalara bağlı olarak oral streptokokların, insanda fırsatçı patojenler olarak bulunduğu ortaya konulmuştur (Beighton, 2005; Sneath ve ark., 1986).

Burnett ve Scherp (1968b), diş çürüğünden sorumlu esas bakterinin streptokoklar olduğunu günümüzden yüzyıl önce yapmış oldukları çalışmalar sonucunda bildirmişlerdir. Günümüzde yapılan daha yeni mikrobiyolojik çalışmalar göstermiştir ki mikroorganizma olmadan çürük oluşumunun mümkün olmadığıdır ve streptokok grubu mikroorganizmaların çürük oluşumundan sorumlu olan en önemli mikroorganizmalar olduğu bildirilmiştir (Marsh ve Martin, 2000; Newbrun, 1989b).

S. mutans'ın çürüğe neden olan virülans özelliği, diş yüzeylerinde dental plak olarak bilinen biyofilm oluşturma yeteneğidir (Kawabata ve Hamada, 1999). Bakteri glikoziltransferazların (GTF'ler) etkisiyle sakkarozdan yapışkan glukanı sentezler, daha sonra glukanlar hücrelerin diş yüzeylerine adezyon göstermesine aracılık eder (Yamashita ve ark., 1993). *S. mutans*, adezyonu arttırdığı düşünülen çoklu glukan bağlayıcı proteinleri (Gbp proteinleri) üretir (Banas ve Vickerman, 2003). Ayrıca, *S. mutans*'ların ana yüzey proteini olan hücre yüzey proteini antijeni c (PAc), diş çürüğünün gelişimine ilişkin virülansı ile ilişkilidir, çünkü tükürük pelikül ile etkileşerek diş yüzeylerine bakteriyel adezyona katıldığı bilinmektedir (Koga ve ark., 1990).

1.5. FLOR

Halojen ailesinin bir üyesi olan flor, kimyasal olarak aktif bir ametaldir ve açık yeşilimsi sarı renkte bir gazdır. Bu özelliğinden dolayı doğada birleşikler oluşturarak flor tuzları(flörürler) şeklinde bulunur. Florün atom numarası 9, simgesi 'F'dir. Florün iyonik çapının küçük olması onun kolayca kimyasal reaksiyonlara girebildiğini

göstermektedir. Tüm elementler içerisinde en aktif olan ve en elektronegatif olanıdır (Akyüz, 1997).

Diş hekimliği açısından önemli olan iki florür bileşiği; sodyum florür ve sodyum monoflorofosfattır. Organizma için eser element olarak kabul edilen florür iyonunun insan organizmasında bulunan konsantrasyonu, vücuda alınan gıdalar, içme sularında bulunan florür iyonu miktarı, sistemik ve topikal florür uygulamaları gibi birçok faktöre göre değişkenlik gösterebilmektedir. Genç erişkinlerde, absorbe edilen florür konsantrasyonunun %50'si 24 saat içinde kalsifiye dokulara girmekte, kalanı ise idrarla atılmaktadır. Gelişmekte olan dokular, florür alınımına daha duyarlıdır. Bu nedenle, küçük çocuklarda absorbe edilen florür konsantrasyonunun büyük kısmı kalsifiye dokulara geçmektedir (WHO 2004).

Florür tükürükte ki en yüksek konsantrasyon miktarına vücuda alınımından 30 dakika sonra erişmekte olup, bu değer bir saat sonra normal düzeyine ulaşmaktadır. Tükürük içinde bulunan florür iyonu, diş minesindeki florür konsantrasyonunun devamlılığını sağlamaktadır (WHO 2004).

1.5.1. Florürün Çürük Oluşumunu Önlemedeki Etkisi

Florür çocuk ve erişkinlerde çürük önleyici etkiye sahip, insan metabolizması için gerekli eser elementlerden biridir (Diamanti ve ark., 2011; Lam ve Chu, 2011). Florürün, dişlerin sürme döneminde çürük oluşumunu engelleme ve plak oluşumunu azaltma etkileri mevcuttur (Buzalaf ve ark., 2011). Florür iyonunun, yeni oluşan diş çürüklerini önlemesi ve başlangıç çürüklerinin remineralizasyonunu sağlaması üç yolla gerçekleşmektedir (Çapan ve Akyüz 2016; Dean ve ark., 2011):

1. Demineralizasyon oluşumunu engelleyici etki
2. Remineralizasyon oluşumunu arttırıcı etki
3. Antibakteriyel etki

Oral kavitede pH 5,5'in altına düştüğünde, Ca^{+2} ve PO_4^{+3} iyonları minenin yapısından ayrılmakta ve diş demineralize olmaya başlamaktadır. Ortamın pH'ı düştüğünde, sürekli olarak bulunduğu tükürük ve diş sert dokuları etrafındaki florür iyonu, minenin apatit yapısına katılacak şekilde mine yüzeyinde birikmekte ve minenin çözünürlüğünü azaltarak, demineralizasyon oluşumunu önlemektedir. Asit etkenin ortamdaki kaldırılması sonucu, Ca^{+2} ve PO_4^{+3} mineralleri tekrar minenin yapısına katılmaktadır. Bu olaya, remineralizasyon denilmektedir. Remineralizasyon oluşumunu sağlayan katalizör florür iyonudur ve kalsifiye dokuların apatit yapısına affinitesi vardır. Bu sebeple, florür kalsiyum hidroksiapatitte bulunan OH- grubu ile kolayca yer değiştirebilmektedir. Bu şekilde, çözünmeye daha dirençli olan florapatite benzer kristalize bir yapı oluşmaktadır. Florapatit formu, hidroksiapatite göre çok daha stabildir ve minenin çözünürlüğünü azaltarak, mineyi demineralizasyona karşı daha dirençli hale getirmektedir. Böylece, minenin asitle çözünmeye karşı direnci artmaktadır. Bu şekilde, başlangıç çürüklerinin remineralizasyonu sağlanmakta olup, yeni diş çürüklerinin oluşumu da engellenmektedir (Alexander ve Ripa 2000; Dionysopoulou 2014).

Florür, bakterilerin enzimleri inhibe etmek suretiyle, glikolitik yoldan asit oluşturmalarını önleyerek plak pH'sını yükseltir. Florürün kalsiyuma olan yüksek affinitesi nedeniyle, fosfat ve proteinlerin hidroksiapatite yapışması önlenmektedir. Bu durum, plak kolonizasyonu ve adezyonunu zorlaştırmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda bakterisid etkiye sahip olan florür diş çürüklerinin oluşumu engellenmektedir (Alexander ve Ripa 2000; Dionysopoulou 2014, Martı ve ark., 2012 ve Newbrun 2001).

1.6. Flor Salan Restoratif Materyaller

Günümüzde kullanılan florür içerikli restoratif materyaller çevre diş dokularına ve ağız ortamına florür salmaktadır. Bu restoratif materyaller, Geleneksel Cam İyonomer Siman (GCİS), Hibrit Cam İyonomer Simanlar (Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman (RMCİS)), Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (PMKR)), Yüksek Viskoziteli Cam

İyonomer Simanlar (YVCİS), Cam Karbomerler, Giomerler, Nanoiyonomerler, Yeni Jenerasyon Cam Hibrit Restoratif Materyal, Amalgomerler, florür ilave edilmiş fissür örtücü materyaller ve florür içeren kompozit rezinlerdir (Al-Badry ve Kamel, 1994; Bayrak ve ark., 2017; Mount, 2002; Neelakantan ve ark., 2011 ve Tiwari ve ark., 2016).

Florür içerikli restoratif materyallerin florür salınımı birkaç faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu faktörler restoratif materyalin saklanma ortamı, materyalin uygulandığı yüzeyin porözitesi, materyalin içeriğindeki florür miktarı, uygulanacak olan materyalin cinsi, uygulanacak olan materyalin toz ve likit oranı, materyalin karıştırılmasında geçen süre ve ışık uygulanma süresi, kişinin tükürüğünün içeriği ve pH'sı ve materyalin yüzey alanıdır. (Kohoroushi ve Keshani, 2013; Wiegand ve ark. 2007). Bu materyallere yeniden florür yüklemesi yapılarak (florür preparatları ile örnek olarak florür jel, florür vernik ve diş macunları) azalmış olan florür miktarının yeniden arttırılması amaçlanmıştır. Ağız içerisindeki restoratif materyallerin florürü sürekli kullanabilmesi; restoratif materyal içeriğindeki florür miktarına, ağız içi ortamın pH'sına, bölgesel olarak uygulanan florürün uygulama sıklığına, restoratif materyalin cinsine ve geçirgenliğine, florür ajanın tipi ve yoğunluğuna bağlıdır (Dionysopoulos ve ark. 2013; Wiegand ve ark. 2007). GCİS, RMCİS, kompomerler ve giomerler kaybettikleri florürü tekrardan kazanabilmektedirler. Fakat kompozit materyallerin böyle bir özelliği bulunmamakta yani yeniden florür yükleme özelliği göstermemektedir. Genel kural olarak restoratif materyalin tekrardan florür yüklemesi başlangıçtaki florür salınım miktarıyla doğru orantılıdır (Dhull ve Nandlal, 2011).

Florürün oral bakteriler ve plak üzerindeki etkileri, oldukça fazla miktarda literatür ile belgelenmiştir (Bowden, 1990; Hamilton, 1990 ve Tatevossian, 1990). Florürün bakteriyel metabolizmaya ve diş plağı asidojenitesine müdahale edebildiği mekanizmalar, glikolitik enzim enolazının ve proton ekstrüzyon yapan Adenozin Trifosfatın (ATPaz) inhibisyonunun yanı sıra bakteri kolonizasyonu ve rekabetini içerir. Ayrıca, asit fosfataz, pirofosfataz, peroksidaz ve katalaz gibi hücre içi veya plakla ilişkili enzimler florür iyonlarından etkilenebilir (Hamilton, 1990).

Florür, invitro bakteriyel büyüme, dental plak bileşimini ve asit üretimi azaltabilir (Friedl ve ark., 1997; Kan ve ark., 1997; Palenik ve ark., 1992; Seppä ve ark., 1993; Seppä ve ark.,1995). Ancak florürün plak metabolizmasını nasıl etkilediği hala belirsizdir (Van Loveren, 1990; Van Loveren, 2001). Antimikrobiyal etkiler için ihtiyaç duyulan florür konsantrasyonları çoğunlukla apatitin çözünürlüğünü azaltmak için gereken konsantrasyonu aşmıştır. İn vitro, sadece az miktarda florür (yaklaşık 0,03-0,08 ppm) remineralize edici çözeltilerde dengeyi demineralizasyondan remineralizasyona kaydırmak için yeterlidir. Florürün antimikrobiyal etkisinin, demineralizasyonun engellenmesi için gereken florür konsantrasyonu aşıldığında daha az önemli olduğu düşünülmektedir (Wiegand, 2007).

Florür, antikaryojenik bir ajan olarak iyi belgelenmiştir. Florürün antikaryojenik etkilerinde, demineralizasyonun azaltılması, remineralizasyonun artırılması, pelikül ve plak oluşumunun ve mikrobiyal büyüme ve metabolizmanın engellenmesi gibi çeşitli mekanizmalar bulunur (Fejerskov ve Clarkson, 1996; Hamilton ve Bowden, 1996; Rølla ve Ekstrand, 1996 ve Ten Cate ve Featherstone, 1996). Dental restoratif materyallerden salınan florürün tüm bu mekanizmalar yoluyla çürük oluşumunu etkilediği ve bu nedenle demineralizasyonu azalttığı veya önleyebileceği ve diş sert dokularının remineralizasyonunu teşvik edebileceği varsayılmaktadır (Wiegand, 2007).

Florür çürük oluşumunu önleme ve başlangıç çürüklerinin remineralizasyonunu sağlama özelliklerine sahip olması nedeniyle Restoratif Diş Hekimliği'nde florür salan restoratif materyallerin uygulanması tercih edilmektedir. Ancak florür içerikli restoratif materyallerin yapısında farklı bileşenlerin bulunması ve geçirgenliklerinin farklı olması nedeniyle, florür salımı ve yeniden yüklenme (recharge) miktarları da farklılık göstermektedir (Dionysopoulos ve ark. 2013, Wiegand ve ark. 2007).

Bizim çalışmamızda da aynı çalışma koşulları altında florür salan cam iyonomer ve cam hibrit yapıdaki restoratif materyallerin, florür reşarj öncesi ve sonrası antibakteriyal özellikleri ve bu restoratif materyallere bakteri tutunumunun incelenmesi amaçlanmıştır. Güncel restoratif materyallerin in vitro ortamda

incelediğimiz çalışmamızın restoratif diş hekimlerinin restoratif materyal tercihlerinde yol gösterici olacağını düşünmekteyiz.

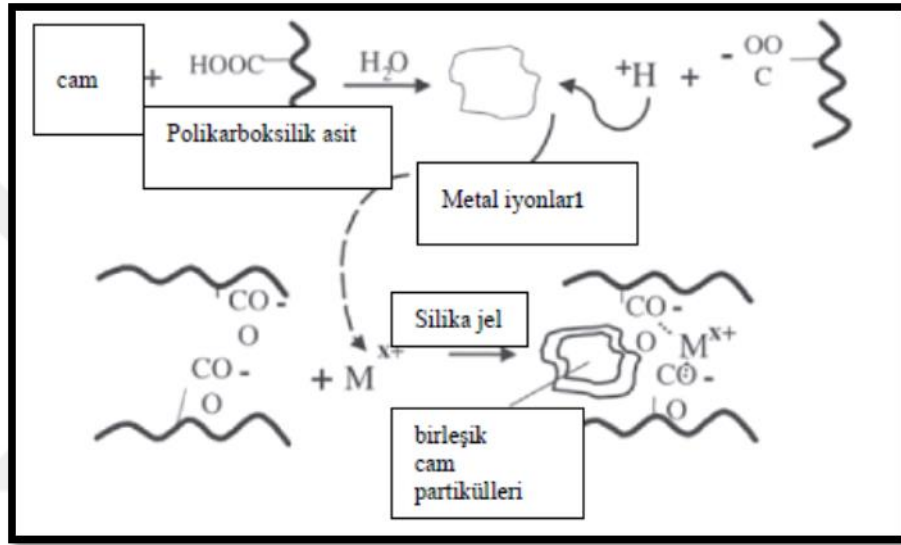
1.6.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar

19. yüzyılın sonları ile 20. yüzyılın başlarında, kronlar, inleyler, kanal içi uygulanan postların, protetik köprülerin ve ortodontik bantların simantasyon materyali, dolgu materyali ve kaide materyali olarak kullanılmak üzere üç adet farklı siman silikat siman (1908), çinko fosfat (1879) ve çinko oksit ojenol (1875) geliştirilmiştir (Kanık ve Türkün, 2016). 1960'lı yılların başında suyu seven(hidrofilik) materyallerin üretimine başlanmış ve dentinde bulunan kollajenler ve hidroksiapatit (HA) ile reaksiyona girmesi sağlanmıştır. Mine ve dentinin HA ihtiva etmesinden dolayı, dental materyalin kalsiyuma bağlanması önem arz etmektedir. Bu sebeple, bünyesinde hem poliakrilik asit hemde sitrik asit bulunduran ve suda çözünebilir polielektrolit sistemlere ilgi artmıştır. İlk olarak 1963 senesinde, poliakrilik asidin dental dokulardaki kalsiyumla kimyasal bağ kurabildiği ve kollajene benzer şekilde organik polimerlerle hidrojen bağları yapabildiği belirlenmiştir (Craig, 2002).

CİS'ler Wilson ve Kent tarafından ilk defa 1972 senesinde diş hekimliğine tanıtılmış ve ismi **Alumino-Silikat-Poliakrilik-Asit** olan içeriğin baş harfleri alınarak ASPA olmuştur (Wilson ve ark. 1972). CİS'ler silikat simanların florür salabilme, polikarboksilat simanların diş dokularıyla kimyasal olarak bağ kurabilme gibi olumlu özelliklerinin birleştirilmesiyle geliştirilmiştir (Köroğlu ve ark., 2012).

Erken dönem CİS'ler, "Geleneksel Cam İyonomer Simanlar (GCİS)" şeklinde adlandırılmışlardır (Tyas, 2003). CİS'in tozunu, bazik florö-alumino silikat tanecikleri, likitini de %50 oranında sulandırılmış poliakrilik asit oluşturmaktadır. CİS'in tozu aynı zamanda, fazla miktarlarda kalsiyum ve florür, az miktarlarda sodyum ve fosfat ihtiva etmektedir (Kaya ve Tiralı, 2013). CİS'in likiti poliakrilik asit maleik, itakonik ve trikaboksilik asit gibi farklı asitleri de içermektedir (Sing ve ark., 2011).

GCİS asit-baz reaksiyonu göstererek sertleşir. Silikat cam partikülleri etrafındaki alanlar asidik likit solüsyon tarafından çözülerek kalsiyum, florür, alüminyum, silikon ve diğer iyonlar salınmaya başlar. Kalsiyum iyonlarının, iyonize karboksil yan gruplar tarafından hızlıca şelasyona uğraması ile poliakrilik asit polimer zincirinde çapraz bağlar oluşur. Reaksiyondan sonraki 24-72 saatte, daha yavaş reaksiyona giren ama daha güçlü mekanik özelliğe sahip alüminyum iyonları kalsiyum iyonlarının yerini alırlar (Khoroushi ve Keshani, 2013; Lohbauer, 2010).



Şekil 1.1. CİS'lerin sertleşme reaksiyonu (Goenkaa ve ark., 2012)

GCİS'lerin florür salma özelliklerine bağlı olarak antikaryojenik etkiye sahip oldukları kabul edilmiştir. Burst effect sertleşme reaksiyonunun ilk 24 saatinde polialkenoik asit ile cam partiküllerin tepkimeye girmesi sonucu oluşan yüksek florür salınımını sağlayan bir patlama etkisidir. İlk 72 saatin sonunda başlangıçtaki florür salınımı hızlı bir şekilde azalmaktadır ve sonraki 10-20 günlük süreçte ise sabit bir seviyeye inmektedir, bunu takiben yaklaşık birkaç ay içerisinde tamamen tükenir (Sidhu, 2011; Wiegand ve ark. 2007). Materyalin florür salınımındaki düşüşü çürük önleyici etkisini azaltmakta ve buna bağlı olarak sekonder çürük riskini arttırmaktadır (Arbabzadeh-Zavareh ve ark., 2012). Ancak GCİS'ler, konsantrasyon gradyanına bağlı olarak florür ile reşarj olma özelliğine sahiptirler ve bu özellikleri onları bir florür deposu olarak görev yapmalarını sağlamaktadır (Sidhu, 2011).

CİS'lerin toz/likit oranları ve kimyasal içerikleri değiştirilerek, fiziksel özellikleri geliştirilmiş olup, klinik uygulamalardaki kullanım alanları genişletilmiştir (Torabzadeh ve ark., 2011; Nicholson, 2010). CİS'ler, kompozit rezinler kadar estetik özelliklere sahip olmasalar da biyouyumlu olmaları, florür salabilme özelliklerine bağlı olarak çürük önleyici etkisinin bulunması ve diş sert dokularına kimyasal olarak bağlanmaları CİS'leri özellikle bir materyal grubu haline getirmiştir. CİS'ler, nemli ve sıcak/soğuk ortamlarda büyük boyutsal değişikliklere uğramamaktadırlar. Sıcaklık arttığında, materyalin yapısında su hareketi oluşmaktadır; ancak 50°C'in üzerindeki sıcaklıklarda CİS'lerde dentin davranışına benzer şekilde belirgin oranlarda büzülme meydana gelmektedir (Khoroushi ve Keshani, 2013).

CİS'lerin düşük değerlerde makaslama kuvvetine sahip olmaları, kırılma dayanıklılıklarının ve aşınma dirençlerinin yeterli olmaması gibi zayıf mekanik özellikler göstermeleri nedeniyle, dental arka yüksek basınca uğrayan arka bölgelerde restoratif materyal olarak kullanılmaları kontrendike olup, bu alanlarda CİS'lerin genellikle geçici dolgu materyali olarak kullanılmaları endikedir (Burgess, 2015; Xie ve ark., 2000). Günümüzde, ön ve arka dişlerde yapıştırma materyali, kaide simanı ve restoratif materyal olarak kullanılabilen manüel olarak hazırlanan veya kapsül formunda olan CİS'ler bulunmaktadır (Baig ve Fleming, 2015).

CİS'lerin toz ve likit bileşenlerinin yapısında yapılan modifikasyonlarla, bu simanların kullanılma karakteristikleri ve mekanik özellikleri optimize edilmiştir. Ayrıca, CİS'lerin içeriğine ikinci bir faz partikülü olarak cam fiberler, seramikler ve metal partiküller ilave edilerek yapısal olarak güçlendirilmelerine yönelik çalışmalar da mevcut olup, reaktif cam fiberlerin ilave edilmesiyle de umut vadeden sonuçlara ulaşılmıştır (Lohbauer, 2010).

1.6.2. Hibrit Cam İyonomer Simanlar

1.6.2.1. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

GCİS'lerin sahip olduğu yetersiz fiziksel özellikleri ve neme karşı duyarlılıkları gibi mevcut sorunların ortadan kaldırılması amacı ile (Yli-Urpo ve ark., 2005), 1991 yılında Hidroksietil Metakrilat (HEMA) gibi hidrofilik monomerler ve polimerler içeren RMCİS'ler üretilmiştir (Mitra, 1991). Bu materyaller, GCİS'lerle aynı temel bileşenlere ek olarak monomer bileşeni ve buna bağlı başlatıcı sistem içermektedir. İçeriğindeki monomer bileşeni HEMA olup, başlatıcı sistem ise, kamforokinondur (Mitra, 1991). Materyalin tozu floroaluminosilikat cam tozları, likiti ise metakrilat grupları, HEMA, bünyesinde %8 oranda su içermekte ve tartarik asit ile poliakrilik asit içermektedir (Torabzadeh ve ark., 2011).

Materyalin üretimi esnasında, CİS'lerin dental dokulara kimyasal olarak bağlanabilmesi, florür salımı ve florür reşarjı gibi olumlu özelliklerinin korunması hedeflenmiştir. Materyalin, mekanik ve fiziksel özellikleri, kompozit rezinler ve GCİS arasında olup, dental dokulara fiziksel ve kimyasal olarak bağlanmaktadır. GCİS'lerin yapısına rezin ilave edilmesiyle birlikte, sıkışma ve gerilme dayanımı artmış olup, materyalin kırılabilirliği azalmıştır (Croll ve Nicholson, 2002). Yapılan bir çalışmada, RMCİS'lerin GCİS'lere kıyasla, yaklaşık olarak 71 MPa daha fazla bükülme kuvvetlerine karşı dayanıklılık gösterdiği belirlenmiştir (Xie ve ark., 2000).

RMCİS'ler, hem asit-baz reaksiyonu ile hem de düşük miktarda monomer içermesi ile ilişkili olarak ışıkla sertleşen materyaller olup, GCİS'lere kıyasla daha karmaşık bir sertleşme reaksiyonu göstermektedirler (Kanık ve Türkün, 2016). RMCİS'ler iki veya üç kademeli bir polimerizasyon mekanizmasına sahiptirler. İki aşamalı (dual-cure) polimerizasyon mekanizması, asit-baz reaksiyonunun yanında fotokimyasal bir sertleşmedir (Kanık ve Türkün, 2016). Materyalin, asit-baz reaksiyonuna ek olarak, yapısında HEMA ile reaksiyona girecek kimyasal bir indikatör mevcutsa, bu durumda üç basamaklı (triple-cure) polimerizasyon görülmektedir. (Dayangaç, 2000; Kanık ve Türkün, 2016). RMCİS'ler ışık uygulanmadığı durumlarda GCİS'lere kıyasla çok

daha yavaş polimerizasyon reaksiyonuna girmektedir. Bu materyallerin ışıkla sertleşen matris yapısı; simanın yapısına suyun difüze olmasını ve su ile erken kontaminasyonu sonucunda oluşabilecek olumsuz etkileri önlemektedir. Bu durum sonucunda, neme karşı duyarlılık azalmaktadır (Karadağ, 2015). RMCİS'lerde smear tabakasını uzaklaştırarak materyalin dişe adezyonunu arttırmak amacıyla, asit içerikli yüzey düzenleyiciler kullanılmaktadır (Tanumiharja ve ark., 2001).

Nötr ortamda, RMCİS'ler GCİS'lerle benzer şekilde, az miktarda sodyum, alüminyum, fosfat ve silikat serbest bırakmaktadır. Asidik ortamda, daha fazla miktarda iyonlar salınmakta olup, kalsiyum veya stronsiyum serbest bırakılmaktadır (Forss, 1993). Asidik ortamda iyonların salınmasıyla, tamponlama etkisi oluşabilmekte olup, materyalden iyon salımı arttıkça kademeli olarak ortamın pH değeri artmaktadır (Czarnecka ve Nicholson, 2006).

RMCİS'lerin florür salınım kapasitesi genellikle GCİS'lere yakındır. Ancak florür salımları sadece içerdikleri florür bileşikleri ve bileşiklerin poliakrilik asit ile olan etkileşiminden değil, aynı zamanda fotokimyasal polimerizasyon reaksiyonu için içerdikleri rezinin cinsinden ve miktarından da etkilenmektedir (Tjandrawinata ve ark., 2004).

İlk 24 saat içerisinde artık monomer (HEMA) salınabilmesine bağlı olarak RMCİS'lerin biyoyumlulukları GCİS'lere kıyasla daha düşüktür (Nicholson ve Czarnecka, 2008; Palmer ve ark., 1999). Işık uygulama süresine bağlı olarak RMCİS'lerden salınan HEMA miktarı değişmektedir (Palmer ve ark., 1999). HEMA dentin yapısına diffüze olabilmektedir (Hamid ve Hume, 1997). Pulpa hücrelerine karşı sitotoksik özelliktedir (Kan ve ark., 1997).

RMCİS'lerin genellikle Sınıf I kavitelere, küçük ve orta boyuttaki Sınıf II kavitelere kullanımı tavsiye edilmekle birlikte; çürük insidansı yüksek olan bireylerde tüm Sınıf I ve Sınıf II kavitelere kullanımı önerilmektedir (AAPD 2015-2016). RMCİS'ler süt dişlerinde Sınıf I, Sınıf II, Sınıf III ve Sınıf V restorasyonlarda, servikal aşınma ve erozyon durumlarında, kök çürüklerinde, posterior kompozitlerin altında astar ve kaide

materyali olarak kullanılmaktadır (Smales ve Wong 1999). Ayrıca, fissür örtücü (Smales ve Wong 1999), geçici restoratif materyal olarak kullanılabilmekte olup, diş sert dokularında kor materyali olarak ve ortodontik braketlerin yapıştırılması amacıyla da kullanılmaktadır (Pameijer 2012).

1.6.2.2. Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (PMKR) (Kompomerler)

PMKR'ler, 1990'lı yıllarda kompozit rezin materyalinin estetik özelliği ile CİS materyallerinin florür salabilme özelliği düşünülerek yeni bir restoratif materyal olarak tanıtılmıştır. Kompomer adı ile isimlendirilen PMKR'lerin yapısında %70 kompozit rezin ve %30 CİS bulunmaktadır (Nicholson 2007). %70 kompozit rezin içeriği RMCİS'e göre daha fazla oranda rezin içerdiğinin bir göstergesidir (Kumar ve ark. 2015). PMKR'ler; esasen asit monomer ve rezin (uretan dimetakrilat, HEMA ve butan tetra karboksilik asit) içermektedirler. Materyalin doldurucu kısmı, florür içeren reaktif silikat camdan oluşmakta (Bala, 1998) ve doldurucu partikül boyutu, 0,2 µm ila 10 µm arasında değişmektedir (Kumar ve ark., 2015).

Kompomerler ışık yoluyla polimerize olurlar ve bu aynı kompozit rezinlerdeki gibi bir sertleşme yani polimerizasyon reaksiyonudur (Bala, 1998). Işık uygulanarak polimerizasyonun başlamasından sonra, kompozit rezinlere benzer şekilde yapılarındaki monomerlerde çapraz bağlar oluşur ve bu şekilde sertleşme reaksiyonunun ilk kısmı gerçekleşmiştir. Kompomerlerin ilk olarak ışıkla polimerize olması, materyalin erken dönemde maruz kalabileceği kuvvetlere karşı dayanıklı olmasını sağlamaktadır (Kumar ve ark., 2015). Materyal polimerize olduktan sonra ağız içerisinde tükürük ile temasa geçerek su emilimi başlar. Bu tepkime asit-baz reaksiyonunu tetikler ve böylece florür salınımını gerçekleştirmeye başlatır (Bala, 1998; Nicholson, 2007). PMKR'lerin yapısında yaklaşık olarak %70 oranlarında stronsiyum florosilikat cam ve karboksil grubu ihtiva eden dimetakrilat monomer bulunmaktadır. Stronsiyum florosilikat cam radyoopak özellikte olup, dimetakrilat monomerlerin karboksil gruplarıyla tepkimeye girmektedir. Materyalin yapısında, ek olarak pigmentler, stabilizatörler ve reaksiyon başlatıcılar bulunmaktadır. Bu restoratif

materyal, CİS'lerin aksine polimerize olabilen çift bağlara sahip dikarboksilik asit içermektedir (Bouillaguet ve ark., 2006).

PMKR'lerin uygulama aşamaları CİS'lere kıyasla daha hassas olup, dental dokulara bağlanabilmeleri için, adeziv sistemlerin kullanılmaları gerekmektedir. Klinik uygulamalarda, süt dişlerinde asitle pürüzlendirme yapılmasına gerek yoktur. Adezyon amaçlı olarak self-etch (tek aşamalı) sistem kullanılarak pedodontide rahat ve hızlı kullanım sağlamaktadır (Kumar ve ark., 2015).

Kompomerlerde restoratif materyal matriksinden oral floraya salınan florür, antikaryojenik özellik gösterir. Ancak florür iyonu salınımları sınırlıdır. GCİS ve RMCİS'lerin aksine kompomerlerde, başlangıçta yüksek florür salınımı görülmez (Neelakantan ve ark., 2011). Birçok çalışma göstermiştir ki kompomer materyalinden salınan florür miktarı GCİS ve RMCİS'lere oranla daha düşük bulunmuştur. Florür salınımında oluşan bu farkın kompomere ışık uygulanmasını takiben kompomer içeriğindeki florürün doldurucu partiküller ile reaksiyona girmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Attar ve Turgut, 2003; Dionysopoulos ve ark., 2003; Wiegand ve ark., 2007).

Kompomerlerin; fissür örtücü olarak, kök çürüklerinin restorasyonlarında, daimi dişlerde Sınıf III ve Sınıf V kavitelerin restorasyonlarında, dental kronun yaklaşık olarak % 50'sinin kaldığı vakalarda kor yapımında, servikal abrazyon/erozyon lezyonlarında, daimi dişlerde direkt olarak okluzal kuvvete maruz kalmayan bölgelerde yer alan küçük çürüklerin restorasyonlarında, süt ve daimi dişlerin restorasyonlarının tamirinde kullanılmaları endikedir (Burke ve ark., 2002; Çehreli ve ark., 2000; Hse ve Wei, 1997; Kramer ve ark., 2006; Nicholson, 2007).

Kompomerlerin su emilimi, zamanla artmaktadır. Özellikle ön dişlerde estetik amaçlı yapılan kompomer restorasyon uygulamalarında, marjinal renk değişikliği olduğu görülmektedir (Kumar ve ark., 2015). Kompomerlerin aşınmaya karşı dirençlerinin zayıf olması nedeniyle, geniş boyutlarda kor yapımında kullanılmaları kontrendikedir (Ernst ve ark., 2004).

1.6.3. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar

GCİS'lerin karşı duyarlılığını azaltmak ve materyallerin daha dayanıklı hale getirilmesi için çeşitli değişiklikler yapılarak YVCİS'ler piyasaya sürülmüştür. Bu simanlara 'tepilebilir cam iyonomer simanlar' adı da verilmiştir. YVCİS'ler, GCİS'lerin toz ve likidin birbirleri ile karıştırılma yüzdelerinin değiştirilmesi, materyal içerisinde kullanılan toz partiküllerindeki boyut değişikliği ve toz içerisine poliakrilik asit eklenmesi sonucunda elde edilmişlerdir (Crowley ve ark., 2006; Nagaraja ve Kishore, 2005).

GCİS'lerin toz ve likit arasındaki yüzdesi 3/1 veya 4/1 oranında iken bu oran YVCİS'lerde 6/1 veya 7/1 değerindedir (Crowley ve ark., 2006; Ferrari, 1999). Baskı dayanımı GCİS'lerde 190 MPa iken; YVCİS'lerde 250 MPa'dır. Bükülme kuvvetlerine karşı direnci ise, %50 oranında artarak 30 MPa'dan 45 MPa'a kadar yükseltilmiştir. YVCİS'ler iyi mekanik özelliklere sahip olmaları nedeniyle, yüzey alanı geniş olan oklüzal kavitelere uygulanabilmektedirler (Berg, 1998).

YVCİS'in sertleşme reaksiyonları RMCİS ile benzerlikler gösterirken GCİS ile birebir aynıdır. Ağız sıvılarındaki çözünürlükleri çok düşüktür ve neme karşı hassasiyetleri ciddi derecede azaltılmış olup bu özelliklere bağlı olarak çok hızlı reaksiyon göstererek sertleşirler. Çok hızlı bir şekilde reaksiyona girerek sertleştiklerinden yakın zamanda su ile temasa geçtiklerinde fiziksel ve mekanik özelliklerinde ters yönde etkiler oluşmamaktadır. Aşınma direnci ve basma dayanımı GCİS'lere göre artmıştır. Diş sert dokularına karşı biyouyumlulukları ve florür salınım oranları GCİS'lere göre farklılık göstermez (Nagaraja ve Kishore, 2005). Ayrıca, amalgam ve kompozit restoratif materyallerine alternatif olarak daimî restorasyon materyali olarak uygulanmaları da hedeflenmiştir (Deepa ve Shobha, 2010).

Toz/likit formunda olan YVCİS'ler, GCİS'lere benzer şekilde asit-baz reaksiyonu ile polimerize YVCİS'lerin süt ve sürekli dişlerde Sınıf I kavitelere daimî restoratif materyal olarak uygulanması ile başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Gao ve ark., 2003).

Bu materyalin Sınıf II kavitelere kullanımı sonucunda da kabul edilebilir sonuçlara ulaşılmıştır (Tal ve ark., 2017).

Yapılan başka bir in vivo çalışmada, YVCİS'ler daimî dişlerde Sınıf II kavitelere uygulanmıştır. 6 yıllık klinik takibinin yapılması neticesinde, restorasyonun %60 oranında başarılı olduğu belirlenmiştir (Scholtanus ve Huysmans, 2007). YVCİS'lerin Sınıf I restorasyonlarının amalgamla benzer restorasyon ömrü gösterdiği bildirilmiştir (Bonifácio ve ark., 2010). Kapsüllü YVCİS'lerin bükülme kuvvetlerine karşı direncinin, sıkışma ve kopma dayanımlarının manuel olarak hazırlanan YVCİS'lerle karşılaştırıldığında, fark edilebilir oranda yüksek olduğu belirtilmiştir (Molina ve ark., 2013).

CİS'lerin, sınıf II restorasyonlarda restoratif materyal olarak kullanıldığı durumlarda, marjinal kırıklara sık rastlanılmıştır. Bu durumu önlemek amacıyla, bu tür restorasyonlarda YVCİS'lerin kullanımı tavsiye edilmektedir (Baig ve Fleming, 2015).

Toz/likit oranının doğru hesaplanmasındaki zorluk ve el yolu ile karıştırmanın zorluğu gibi nedenlerden dolayı hekimler için günlük kullanımı kolaylaştırmak adına kapsül tarzında formları hazırlanmıştır. Bu formlardaki simanlar;

- Basit ve rahat kullanma özelliği
- Sabit oranda toz ve likit yüzdesi
- Standart ve eşit çalışma kıvamı gibi avantajlar sunmaktadır (Guggenberger ve ark., 1998).

Altı yıllık takibi yapılan bir çalışma sonucunda Sınıf II restorasyonlarda kapsül şeklindeki YVCİS kullanıldığında %40 oranında başarısızlık belirlenmiştir (Scholtanus ve Huysmans, 2007). Yapılan başka bir çalışmada ise 24 aylık takip yapılmış ve kısa süreli çalışma sonucunda %20 lik bir başarısızlık oranı belirlenmiştir (Frankenberger ve ark., 2009). Yapılan başka bir çalışmada toz/likit formda

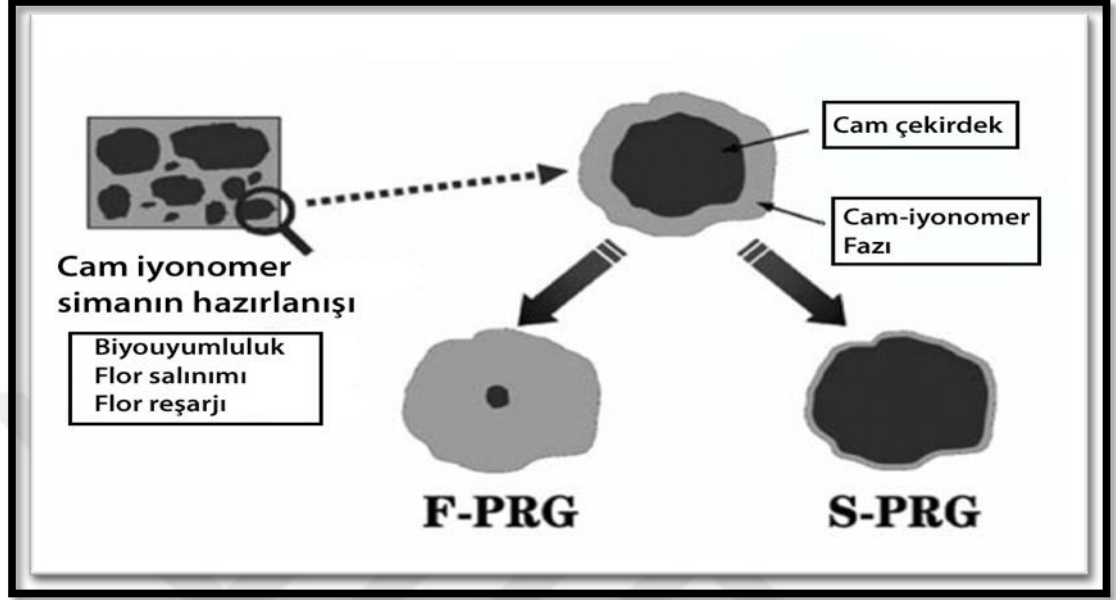
YVCİS'lere oranla daha yüksek kopma dayanımına ve basma dirençlerine sahip oldukları belirlenmiştir (Molina ve ark., 2013). Üç farklı restoratif materyalin kullanıldığı (YVCİS-nano partiküllü sealent-mikrofil partiküllü kompozit rezin) 4 yıllık klinik bir çalışmada Amerika Birleşik Devletleri halk sağlığı servisi(USPHS) kriterleri kullanılmış ve Sınıf I ve Sınıf II restorasyonlarda birbirine yakın oranda performans gösterildiği belirtilmiştir (Gürkan ve ark., 2015). Sınıf I ve Sınıf II restorasyonların değerlendirildiği başka bir çalışmada ise iki farklı kapsül şeklinde YVCİS ve iki farklı sealent kullanılmış, sadece bir YVCİS değerlendirilmelerden başarılı ve kabul edilebilir bulunmuştur (Türkün ve Kanık, 2015).

Friedl ve ark. (2001), yaptıkları çalışmada Equia (YVCİS) ve nano partikül doldurucu içeren ışıkla polimerize olan cila beraber kullanılarak yapılan tek yüzlü, çift yüzlü veya çok yüzlü daimi restorasyonların başarı oranlarını karşılaştırmışlardır. Artan yüzey sayısı ile birlikte, başarı oranının azaldığı görülmüştür. Yapılan çalışma sonuçlarına göre, Equia'nın Sınıf I kavitelere rahatlıkla, Sınıf II kavitelere ise kontrollü ve dikkatli bir şekilde kullanılabilceği bildirilmiştir.

1.6.4. Giomer

Giomer, kompozit rezinlerin ve cam iyonomer simanların üstün yetenekleri birleştirilerek meydana getirilmiştir. Aktif cam iyonomer partikülleri (pre-reacted glass ionomer) (PRG) içeren giomer; estetik, biyouyumlu, cilalanabilen, florür salma yeteneği olan ve reşarj olabilme özelliğine sahip bir materyal haline gelmiştir. Kompozit rezinlerde olduğu gibi ışıkla sertleşmektedir. Asit-baz reaksiyonu sonucu oluşan PRG partikülleri, florealuminasilikat cam partikülleri ile polialkenoik asit arasında sulu ortamda meydana gelir (Abdul Quader ve ark., 2012). “Giomer” ismi, “Glass ionomer + polimer” kelimelerinden oluşturulmuştur (Ikemura ve ark., 2008). PRG partikülleri, yüzey reaksiyonuna girmiş cam doldurucu Beautifil [S-PRG (surface reacted glass filler)] ve tam reaksiyona girmiş cam doldurucu Reactmer [F-PRG (fully reacted glass filler)] adı verilen birbirinden ayrı formdan oluşmaktadır (Okuyama ve ark., 2006; Sunico ve ark., 2005). Beautifil (Shofu, Kyoto, Japonya), S-PRG

teknolojisi ile üretilmiş diş renginde rezin esaslı ilk giomer restoratif materyalidir (Gordon ve ark., 2007).



Şekil 1.2. PRG oluşumunun şematik gösterimi tam reaksiyonlu (F-PRG) tip ve Yüzey reaksiyonuna girmiş (S-PRG) tir (Ikemura ve ark., 2008).

Giomerlerde, CİS'lerden farklı olarak hidrojel fazı geçişi meydana gelmemektedir. Cam iyonomer yapısında bulunan PRG partikülleri florür salınımından sorumludurlar (Deliperi ve ark., 2006; Gordon ve ark., 2007). Giomerler, kompomerlerde olduğu gibi diş sert dokularına bağlanmak için bir ajana ihtiyaç duymakta ve bağlanma reaksiyonunu ışık ile polimerize olarak gerçekleştirmektedir (Deliperi ve ark., 2006). Giomerlerde, cam iyonomer matriks yapısını oluşturabilmek için fluoroalumina silikat cam, poliasit ile önceden reaksiyona girdikten sonra rezin matriks ile karıştırılır. Resin ile birleşme sağlanmadan önce asit-baz reaksiyonu meydana gelmektedir. PRG doldurucuların kullanımı, önceden reaksiyona girmiş hidrojel içerisinde iyon değişimi ile hızlı florür salınımının gerçekleşmesini sağlar. Bu reaksiyonların sonucu olarak giomerin florür salan diğer rezin restoratif materyallerden farklılık göstermesine neden olur (Ikemura ve ark., 2008). Ortamda florür salınımı devam ettiği sürece PRG doldurucuların florürü geri alım özelliklerinin bulunduğu belirtilmektedir. Dışarıdan florür yüklemesi yapılmadıkça PRG doldurucularına florürün reşarji geçici olacaktır (Dhull ve Nandlal, 2011; Itota ve ark., 2004).

Gonzalez ve ark. (2004) yaptığı çalışmada giomerin CİS'e benzer oranda demineralizasyonu engelleme yeteneği olduğu tespit edilmiştir. Giomerin uzun ve kısa dönemli florür salınımının incelendiği bir in-vitro çalışmada ilk günlerde belirgin bir florür salınımına rastlanmamış fakat 21. günün sonunda belirgin bir artış göstermektedir (Okuyama ve ark., 2006). Giomerin kompomerlere oranla daha yüksek, RMCİS ve GCİS'e oranla daha düşük reşarj olma ve florür salınım özelliği olduğu belirtilmiştir (Bansal R, Bansal T 2015). Yapılan bir başka in-vitro araştırmada Tarasingh ve ark. (2015), giomerlerin antibakteriyel etkinliğini değerlendirmişler ve kompomerler ile RMCİS arasında bir değerde antibakteriyel etki gösterdiklerini tespit etmişler. Nanohibrit kompozitlerle kıyaslandıkları zaman daha fazla su emilimine sahip oldukları ve daha fazla renklenmeye maruz kaldıkları tespit edilmiştir ve bu yönden giomerler estetik olarak daha olumsuz özelliklere sahiptirler (Gonulol ve ark., 2015). Giomer ve nano-iyonomer materyaller arasında yapılan başka bir çalışmada hem florür salınım özelliğinin hemde reşarj sonrası florür salınım yeteneğinin nano-iyonomer materyalde daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Mungara ve ark., 2013).

İki yıllık bir çalışma sonucunda farklı iki tip giomer Sınıf I ve Sınıf V kavitelere değerlendirilmiş ve Sınıf I kavitelere %100 başarı sağlanmışken Sınıf V kavitelere başarı oranları %80 ve %71 oranında kalmıştır (Sunico ve ark, 2005). Sınıf I ve Sınıf II kavite restorasyonlarının değerlendirildiği 8 yıllık bir başka çalışmada restorasyonlarda başarısızlık görülmemiş ve klinik olarak başarılı olduğu gösterilmiştir (Gordan ve ark., 2007). Giomerlerin dentine bağlanmasının değerlendirildiği bir başka çalışmada servikal bölgedeki restorasyonlarda RMCİS'lerle aynı bağlanmaya sahip olduğu tespit edilmiş, ayrıca yüzey pürüzlülüğü açısından daha başarılı bulunmuştur (Jyothi ve ark., 2011). Gordon ve ark. (2014) yaptığı başka bir çalışmada 13 yıllık kontrollerde %61 oranında Sınıf I ve Sınıf II restorasyonlarda başarı belirtilmiştir (Gordan ve ark., 2014). Giomerlerin hibrit kompozitler, RMCİS'ler ve kompomerlerle karşılaştırıldığı Sınıf II restorasyonlarda 24 ay sonunda %79 oranda başarılı olduğu tespit edilmiştir (Sengul ve Gurbuz, 2015).

1.6.5. Cam Karbomer

Cam karbomerler yakın zamanda piyasaya sürülen cam iyonomer simanlardır ve yapısından karbomize cam partikülleri içermektedirler. Sulu bir polimerik asit ve iyon-sızdırabilir bir bazik cam arasında asit-baz reaksiyonu kurar, bununla birlikte genellikle cam iyonomer formülasyonlarına dahil edilmeyen maddeleri içerir (Çehrelî ve ark., 2013).

Cam karbomerleri CİS'lerden ayıran özellik, nano boyutlu toz partikülleri ve floroapatit içermesidir. Mine benzeri sert bir doku oluşturulması düşüncesi ile nanopartikül teknolojisinden yararlanılmıştır. Nanopartikül teknolojisi sayesinde bükülme kuvveti ve baskı dayanımı artmakta ve çözünürlük azalmaktadır (Zainuddin ve ark., 2012). Cam karbomer aslında marka adıdır ve malzeme aslında cam iyonomer türüdür (Pameijer, 2012; Zainuddin ve ark., 2012). GCP Glass Fill (GCP, Netherlands) isimli ürün cam karbomere örnektir.

Cam karbomer, CİS'le benzer sertleşme reaksiyonu gösterir. Floroapatit oluşumunun başlaması için kalsiyum floroapatit nano-kristalleri remineralizasyonu başlatır. CİS'lerle karşılaştırıldıkları zaman daha küçük boyutta cam partiküllere sahip oldukları belirtilmiştir. Daha küçük boyuta sahip bu partiküller materyalin hem daha hızlı polimerize olmasına hemde daha etkili bir remineralizasyon özelliği sergilemesine olanak sağlamıştır. Bu nano partiküllerin çözünmede ve floroapatite dönüşümde etkili olduğu düşünülmektedir (Koenraadsa ve ark., 2009; Rao ve ark., 2011). Nanopartiküllerin materyal içerisinde katılması ile fiziksel özelliklerinde artış gözlenmiştir. RMCİS ve GCİS ile kıyaslandıklarında çalışma zamanı bu materyallere göre uzundur, sertleşmesi daha hızlı, daha şeffaf ve estetik açıdan daha başarılıdır ve fiziksel özellikleri daha üstündür. Florür salınım ve reşarj özellikleri vardır. Cam karbomerlerin yapıları içerisinde metal, Bisfenol-A, rezin ve monomer bulunmamaktadır (Menne-Happ ve Illie, 2013).

Cam karbomer simanların GCİS'lere oranla daha yüksek cam ve hidroksiapatit doldurucu materyal içerir, bu nedenle olgunlaşmasını tamamlamış olan cam karbomer

simanlar oldukça kırılğan bir yapıdadır. Bu dezavantajı elimine edebilmek için, simanın yapısına silikon yağı ilave edilmiştir. Silikon yağı materyalin polimerizasyonuna katkı sağlar ve simanın diğer bileşenleri ile hidrojen bağları yaparak, materyalin yapısında kalmaktadır (Sidhu ve ark., 2016).

Klinik endikasyonları CİS'lere hemen hemen aynı olmakta birlikte; daimi dişlerde restorasyon materyeli olarak, süt dişlerinde daimi restorasyon materyali olarak, kron ve köprülerin hem tamirinden hemde simantasyonunda, fissür sealent ve servikal dolgularda kullanım durumu göstermektedir (Nicholson, 2014).

Üç farklı içerikli fissür sealentin (cam karbomer bazlı-cam iyonomer bazlı-rezin bazlı) karşılaştırıldığı bir çalışmada 24 aylık süre sonucunda cam karbomer bazlı fissür sealentin daha az oranda retansiyon oluşturduğu ve bu özelliği sayesinde karyojenik etkisinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Chen ve ark., 2012). Buna karşılık Gorseta ve ark. (2014), Helioseal F ve cam karbomer fissür örtücülerin retansiyonlarını 12 aylık süreçte takip etmiş ve belirgin bir derecede anlamlı farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Cehreli ve ark. (2013), ise cam karbomerinde aralarında bulunduğu 3 farklı materyalin mikrosızıntılarını incelemiş ve materyaller arasındaki en fazla mikrosızıntının cam karbomerde meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bunlara ek olarak günümüzde halen cam karbomerin florür salınımı ile ilgili diğer materyallerle karşılaştırıldığı bir literatür bilgisi bulunmamaktadır.

1.6.6. Nano İyonomerler

Diş hekimliğindeki en önemli gelişmelerden birisi nanoteknolojinin dental materyallerde kullanılır hale gelmesidir. Yapısı, akrilik ve itakonik asit kopolimerlerinin florealuminosilikat cam partikülleri ve su ile gerçekleştirdiği cam iyonomer reaksiyonuna dayanan nanoiyonomerler de bu materyallerden birisidir. Yapılarında rezin monomer bulundurmaktadırlar, bunlar; BisGMA (Bisfenol A diglisidil dimetakrilat), TEGDMA (Trietilen glikol dimetakrilat), PEGDMA (Polietilen glikol) ve HEMA'dır. CİS'lerden ayıran en belirgin özelliği içerdiği

doldurucu oranının %69'unun nano doldurucu partiküllerden oluşmasıdır (Kanak ve Türkün, 2016; Uysal ve ark., 2009).

Nano iyonomer ışıkla sertleşen bir materyaldir. Nano partikül içeren materyalin en önemli özelliklerinin başında düşük polimerizasyon büzülmesi göstermesi ve diş sert dokularına çok iyi adezyon sağlamasıdır. Bu özellikleri, materyalin uzun dönemde daha başarılı klinik performans göstermesini sağlamaktadır (Uysal ve ark., 2010).

Geniş olmayan oklüzal kavitelere, sınıf III kavitelere ve kole kavitelere, süt dişi restorasyonlarında, daimi olmayan restorasyonlarda, sandviç tekniğinin uygulandığı restorasyonlarda ve kor yapımında (dişteki sert dokuların %50'lik kısmının harap olduğu durumlarda) kullanılabileceği belirtilmektedir (Kanak ve Türkün, 2016).

Ketac N100 (3M-ESPE; Seefeld, Germany) ışık ile polimerize olan yeni nesil nano-iyonomerdir ve piyasaya RMCİS olarak girmiştir. Materyalin florür salınım özelliğinin fazla olduğu ve reşarj edilebilme özelliği olduğu belirtilmiştir (Countinho ve ark., 2009; Uysal ve ark., 2010).

1.6.7. Amalgomerler

Amalgomerler, amalgamın mekanik özellikleriyle CİS'lerin estetik ve diğer pek çok avantajlarının kombine edildiği restoratif materyallerdir (Amalgomer, 2003). Amalgam Normatif Standartlarının (ISO 1559: 2003) ve CİS Standartlarının (ISO 9917: 1991) test sonuçlarını geliştirmek için tasarlanan ilk CİS grupları, amalgomerlerdir (Amalgomer, 2003).

Amalgomerler toz ve likit formunda bulunmaktadır. Tozunda cam, poliakrilik asit tozu, tartarik asit, zirkonyum oksit ile renk verici maddeler bulunmaktadır. Likidi ise poliakrilik asit ve deiyonize su içermektedir. Amalgomerin, CİS'ler gibi geleneksel asit-baz reaksiyonu ile sertleştiği ve CİS'in tüm avantajlarına sahip olduğu bildirilmiştir (Chandki ve ark., 2012).

Amalgomerlerin ön ve arka dişlerde kullanılmak üzere iki farklı tipi geliştirilmiştir. Arka dişlerde kullanılan amalgomerler (Amalgomer CR) diğerinden farklı olarak seramikle güçlendirilmiştir (Amalgomer, 2003). Ön dişlerde kullanılmak için tasarlanan amalgomerler; daimî dişlerde sınıf III ve sınıf V (özellikle erozyon vakalarında) kaviteelerde, süt dişlerinde posterior bölgelerde, pit ve fissürlerde fissür örtücü olarak, estetik özellikte olmalarından dolayı daimi posterior dolgulara veneer olarak uygulanabilmektedirler (Amalgomer, 2003). Arka dişlerde kullanılmak için tasarlanmış olan amalgomerler (Amalgomer CR); amalgam restorasyonların tamirinde, amalgam veya posterior kompozit restoratif materyallerin altında kaide materyali olarak, kronların altında kor materyali olarak, overdenture restorasyonların altındaki kök yüzeylerinde, uzun süreli geçici restoratif materyal olarak, radyoopasitenin gerekli olduğu bütün kaviteelerde, kron marjinlerinin tamirinde, travmatik restoratif teknik (ART) tekniğinde uygulanabilmektedirler (Amalgomer, 2003).

Kaviteye ürünü uygulamadan önce, üretici firmanın verdiği likitle kavite temizlenir. Bu işlem mikrosızıntıyı azaltmak için yapılır (Castro ve Feigal, 2002).

Amalgomerler, yüksek oranda florür içerirler ve üstün estetik özelliklere sahiptirler. Radyoopaktırlar. Bu restoratif materyal uygulanırken, amalgamdan farklı olarak minimal invaziv yaklaşım uygulanabilmekte olup, mine ve dentine kimyasal bağlanma gösterir. Biyoyumlulukları yüksek olup, çabuk sertleşmektedirler ve uygun çalışma süresine sahiptirler. Aşınma kuvvetlerine karşı dirençli olup, 300 MPa'dan daha fazla değerlerde sıkışma dayanımına sahiptirler (Amalgomer, 2003).

1.7. Flor Salan Restoratif Materyallerin Antibakteriyel Etkisi

Diş çürüğü, dişlerde erken kayıplara yol açan en yaygın hastalıktır. Ağız boşluğunda mikroorganizmaların varlığı en önemli çürük risk faktörlerinden biridir. En önemli organizmanın *S. mutans* olduğu ve diğerlerinden daha karyojenik olarak tanımlanmıştır (Ramakrishna ve ark., 2014). Çürükleri kontrol altına almak için yapılan ilk girişimler, pit ve fissürlerin, antibakteriyel aktiviteye sahip olan restoratif

materyallerle restore edilmesidir. Tekrarlayan çürük, mevcut restorasyonların sınırında meydana gelen lezyonlardır. Pulpa hasarı ve pulpa nekrozu gibi istenmeyen olaylar sıklıkla çürük dentin çıkarıldıktan sonra kalan bakteri varlığı ve mikrosızıntının bir sonucu olarak diş restorasyon arayüzünde yeni mikroorganizmaların girmesi ile ilişkilidir (Deschepper ve ark., 1989b). Bu prosedürlerde, antibakteriyel özelliklere sahip restoratif simanlar, dokunun yeniden yüklenmesini teşvik etmek ve artık bakterilerin canlılığını azaltmak ve böylece ikincil çürüklerin oluşumunu önlemek için çürük doku ile doğrudan temas halinde kullanılır. Geçmişte, antibakteriyel özellikleri bakımından çeşitli diş simanları değerlendirilmiş ve bu özelliğin düşük pH'larından ve florür iyonu salmalarından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Ancak, florür salınımı ve yeni kullanılan dental simanların düşük pH'ları ile antibakteriyel etkileri konusunda yeterli veri yoktur (Vermeersch ve ark., 2005; Lewinstein ve ark., 2005). CİS'lerin zaman içinde florür iyonları açığa çıkardıkları için, dolgu-diş arasındaki yüzeyde bakterilerin metabolizmalarını engelleyerek bu şekilde antibakteriyel bir özellik gösterdikleri ileri sürülmüştür (Svanberg ve ark. 1990a).

CİS'lerin diş çürüklerinde en etkili asidojenik mikroorganizmalara karşı antikaryojenik etkileri vardır ve bu etkide florür önemli bir rol oynamaktadır (da Silva ve ark. 2007). Diş çürüğüne karşı koruma sadece bakteriyel asit üretimini durdurma ile değil aynı zamanda bakterilerin gelişimini de baskılama ile sağlanır. Bu yüzden CİS'lerin, dolgu kenarlarında bakterilerin asit üretimini ve gelişimini azaltacağı umulur. Bir çalışmada asit üretiminin inhibisyonuyla in vivo olarak diş yüzeyindeki demineralizasyonun durdurulduğu ve remineralizasyonun sağlandığı görülmüştür (Nakajo ve ark. 2009).

Geleneksel CİS'ler gibi florür salan restoratif materyaller biyouyumlulukları ve karyostatik özellikleriyle süt ve daimi dişlerde sıklıkla kullanılır. CİS'lerin aynı zamanda belirli seviyede antibakteriyel etkisi vardır. CİS'ler ile yapılan dolguların üzerindeki *S.mutans* sayısının kompozit dolguların üzerindeki daha az olduğu rapor edilmiştir. Bu sonuçlar CİS'lerin *S. mutans'* ların asit üretimini ve bakteriyel potansiyeli azalttığını göstermiştir (Nakajo ve ark. 2009).

CİS'lerin mükemmel diş bağlama özelliklerine ve ayrıca antibakteriyel özelliğe sahip oldukları, ancak nem kirliliğine karşı hassas oldukları, düşük başlangıç mekanik özelliklere ve düşük şeffaflığa sahip oldukları söylenir. Dolayısıyla, son zamanlarda cam-iyonomer simanlarının yukarıdaki dezavantajlarının üstesinden gelmek için cam-iyonomerlerin ve kompozitlerin teknolojilerini birleştiren hibrid materyaller geliştirilmiştir. Bu hibrit malzemeler esas olarak RMCİS'ler, kompomerler ve giomerleri içerir (Arora ve Bogra, 2002).

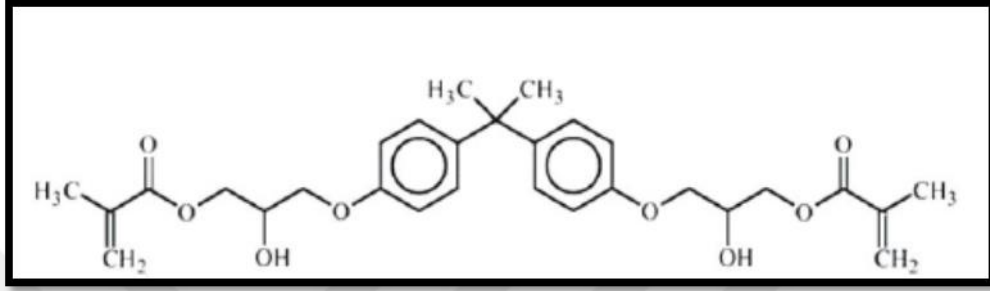
Hibrit restoratif materyallerin antibakteriyel özelliklerine ilişkin çok az veri olduğu için, bizim çalışmamızda beş hibrit restoratif materyallerin antibakteriyel etkisi araştırılmıştır.

1.8. Kompozit Rezin Esaslı Dolgu Maddeleri

Kompozit, birbirinden farklı birçok materyalin fiziksel özelliklerinin birleştirilmesinden oluşmaktadır. Bu karışımın öğeleri, genellikle kendi özelliklerini birleştirerek ara bir özellik kazanmak için seçilir (Sturdevant ve ark., 1995). Çok uzun zamandan beri ön ve arka bölgede diş hekimliğinde estetik amaçla kullanılan kompozit materyali modern diş hekimliğinin temeli haline gelmişlerdir. Diş hekimliğinde kullanılan kompozit rezinler inorganik doldurucu partiküllerini çevreleyen rezin matriksten oluşmaktadır (Suh ve ark., 1999). Kompozitlerin klinik kullanımları; formülasyonlarındaki ve adeziv sistemlerindeki gelişmeler, hastaların artan estetik talepleri, civa toksisitesine duyulan korku nedeniyle amalgam kullanımındaki azalma gibi nedenlere bağlı olarak artmıştır (Yap ve Mok, 2002).

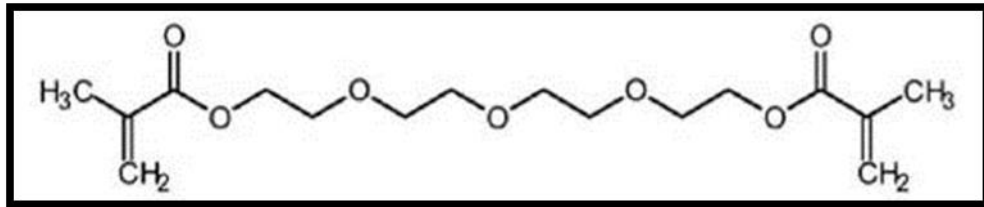
Kompozit rezin materyali inorganik doldurucu parçaları, organik matriks ve bunları birleştiren ara bağlayıcılar olarak 3 çeşit içerikten oluşmaktadırlar. Materyal içerisinde bu içeriklere ek olarak; renk pigmentleri ve renk değişkenliğini engelleyici ve materyalin sertleşmesini sağlayan ajanlar bulunmaktadır (Khatri ve ark., 2003).

Organik rezin matris, Bis-GMA (Şekil 1.3) veya uretan dimethakrilat (UDMA) adı verilen monomerlerden oluşur. Rafael BOWEN 1960'lı yıllarda aromatik bir metakrilat olarak Bis-GMA'yı geliştirmiştir. Terminal metakrilat grupları, serbest radikal polimerizasyonunu sağlayan bölgelerdir ve çevresindeki benzen halkaları sert polimer yapı oluşturmalarını sağlamaktadır (Ruyter ve Oysaed, 1987).



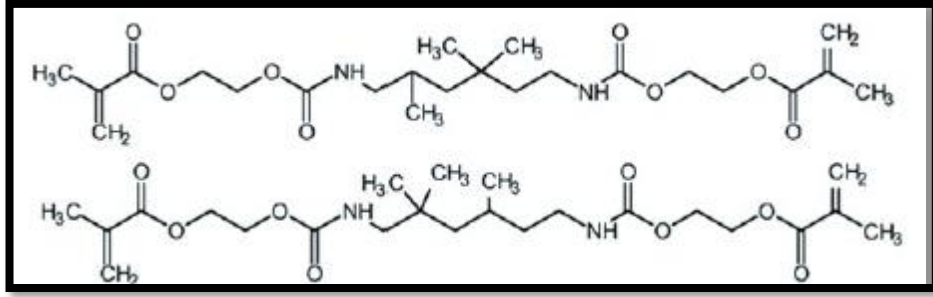
Şekil 1.3. BIS-GMA'nın yapı formülü

Yüksek vizkoziteye sahip olması ve renk stabilitesinin tartışılabilir olması Bis-GMA'nın iki dezavantajıdır. Sahip olduğu yüksek viskozitenin azaltılması için molekül ağırlığı daha düşük olan TEGDMA (Şekil 1.4) eklenerek aynı zamanda materyalin daha da sert hale gelmesi sağlanmıştır (Peutzfeldt, 1997).



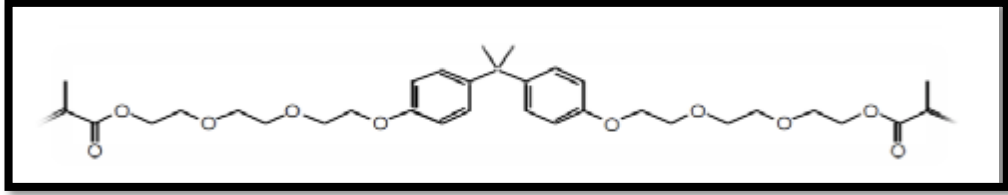
Şekil 1.4. TEGDMA'nın yapı formülü

UDMA, Bis-GMA'dan farklı olarak daha düşük viskozitede ve daha yüksek monomer yapıdadır. Bu materyal Bis-GMA yerine piyasaya çıkartılmıştır. UDMA'da farklı olarak bisfenol-A'ya ait iskeletin yerini doğrusal bir izosiyonat grubu almıştır (Rawls ve Esquivel-Upshaw, 2003).



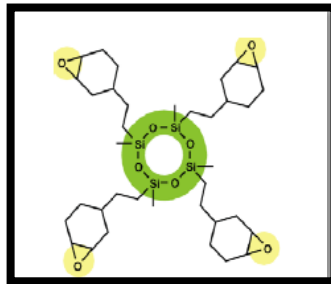
Şekil 1.5. UDMA'nın yapı formülü

TEGDMA'nın düşük molekül ağırlığı, göreceli olarak daha çok büzülmesi ve bir miktar hidrofilik olması nedeniyle yerine geçebilecek monomerlerden biri de etoksilenmiş bisfenol A glikol dimetakrilattır [BIS-EMA(6)] (Şekil 1.6). Bu sayede BIS-GMA/TEGDMA karışımları yerine vizkozitesi birbirine yakın UDMA/BIS-EMA(6) karışımları kullanılabilir.



Şekil 1.6. BIS-EMA (6)'nın yapı formülü

Son olarak geliştirilen monomerlerden biri de "siloran"dır (Şekil 1.7). Siloksan ve oksiran moleküllerinin birleşimi sonucunda oluşmuştur. Bu monomerin polimerizasyonu kationik halka açılması şeklinde olur. Polimerizasyon büzülmesinin en az olduğu monomerdir (Eckert ve ark., 2007).



Şekil 1.7. Siloran'ın yapı formülü

Materyaller arasında farklılık göstermekle birlikte inorganik dolduruculardan kuartz, baryum silikat, çinko silikat, lityum aliminyum silikat veya kolloidal silika gibi moleküller kullanılmaktadır. Bu inorganik doldurucu materyaller birbirlerine özgü özelliklere sahiptirler. Kolloidal silika inert, 0.1 mikrondan daha küçük çaplı olup ısıl genleşme katsayısı düşüktür. Bu şekilde kompozitin daha iyi cilalanmasını sağlarlar (Ferracane, 1995).

Radyopak ve orta sertliğe sahip olan baryum silikat kullanılan inorganik dolduruculardan birtanesidir. 1970'li yıllardan günümüze kullanılan doldurucular arasında en çok Kuartz tercih edilmiştir. Fakat aşındırma oranının fazla olması ve ısıl genleşme katsayısının yüksek olması en büyük dezavantajlarındandır. Ayrıca Kuartz cilalanması zor bir materyaldir, karşıt dişteki sert dokularda fazla aşınmaya sebep olabilmektedir. Yüksek oranda ışık kırma özelliğine sahiptir (Ferracane, 1989).

Kompozitlerin yapısındaki doldurucu miktarı değiştikçe materyalin sertliği ve akışkanlığı değişmektedir, yani doldurucu miktarının artması fiziksel özelliklerini arttırmakta bununla birlikte akışkanlığını ise azaltmaktadır. Estetik özelliklerin artması için materyal içine küçük boyuttaki doldurucuların seçilmesi, fiziksel özelliklerin artırılması içinse büyük boyutlu doldurucuların seçilmesi gerekmektedir. Aynı oranda büyük doldurucu yerine küçük doldurucu kullanılması da sürtünme yüzeyinin artması sonucunda akıcılığı azaltır (Sturdevant ve ark., 1995). Doldurucu ilaveleri hacim ve ağırlık olarak yüzde ile ifade edilmektedir (Charles ve Kelly, 2001).

Nanoteknoloji sayesinde kompozit materyali içindeki doldurucu miktar ve oranları, hacimsel ve kütleli olarak artabilecektir ve bu durum kompozit materyalindeki gelişimlere olanak sağlayacaktır (Mitra ve ark., 2003).

Nanodoldurucuların üretimi diğer geleneksel partiküllerin üretim şekillerinden farklılıklar göstermektedir. Eski nesil geleneksel doldurucu partikülleri büyük partiküllerin küçültülmesiyle meydana gelirken; nanodoldurucu teknolojisinde partiküller, atomun atoma, molekülün moleküle ilavesi şeklinde olmaktadır (Mitra ve ark., 2003).

Kompozitlerin inorganik kısmını oluşturan doldurucular, cam partiküllerin öğütülerek küçük parçalar halinde daha küçük parçacıkların üretilmesi ile hazırlanabilmektedir. Nanodoldurucular ise sol-jel işlemiyle üretilirler (Baumann ve ark., 1998; Geck ve ark., 1994). Üretilen bu izole nano partiküller, organik matrikse ilave edilerek geleneksel cam dolduruculara oranla daha fazla doldurucu yüklemesine olanak verirler. Düşük viskoziteli nano dolduruculu kompozitler daha rahat işlenebilirler (Weinmann ve ark., 2000). Azalan organik matriks ve artan inorganik yapı sonucunda kompozitlerde daha az büzülme olması akıllara getirilmiştir

Kompozitlerin fiziksel özelliklerinin devamlılığı ve kimyasal yapılarının bozulmaması ara bağlayıcılar tarafından sağlanmaktadır. Bu ara bağlayıcılar silanlardan (silikon ve metan kelimelerinden oluşturulan) oluşmaktadır ve organik-inorganik yapılar arasındaki bağı sağlarlar. Silan materyalinin bir diğer özelliği ise diş sert dokuları ile kompozit materyalinin birbirinden ayrılmamasını sağlamaktır. Kompozit rezinlerin yüzeyi silan bağlanma ajanı ile örtülmüştür ve bu şekilde yüzeyde materyal üzerinde ince bir katman oluştururlar. Bir taraftan organik matriksin metakrilat grubuyla kovalent bağ yaparken diğer taraftan doldurucuların yüzeyindeki su ve hidroksil gruplarını absorbe ederek yüzeyde esterleşirler. Kompozit materyallerinin birçoğunda silan bağlanma ajanları tercih edilmiştir (Dayangaç, 2011).

1.8.1. Kompozit Resin Esaslı Dolgu Materyallerinin Antibakteriyel Etkisi

Karyojenik bakteriler sonucu oluşan enfeksiyöz bir hastalık olduğu belirtildiğinden beri dental çürüklerin tedavisinde antibakteriyel özellikteki materyal geliştirme isteği doğmuştur. Kavite etrafında oluşacak bakterilerin ve restorasyonda oluşacak bakterilerin kontrol altına alınmasıyla, sekonder çürük ve demineralizasyon riskini ortadan kaldırmaya yardımcı olunabilir (Imazato ve ark., 2012). Kompozit rezinler polimerizasyonlarından sonra yüzeyinde antibakteriyel etki göstermezler ve bu *S. mutans* gibi bakterilerin kompozit yüzeyinde daha kolayca üreyebilmelerini sağlamaktadır. Bu şekilde amalgam ve cam iyonomer simanlardan farklılık gösterirler. Kompozit materyallerin diğer restoratif materyallerle kıyaslanması sonucunda daha

fazla plak birikimine neden olduğu ve bakterilerin kompozit yzeyeilerine daha fazla tutunduğu tespit edilmiştir (Svanberg ve ark., 1990a; Forss ve ark., 1991).

1.9. Amaç

Tez çalışmamızın amacı, aynı çalışma koşulları altında florür salan restoratif materyallerin yüzeyine tutunan, diş çürüğünün primer patojeni *S. mutans* miktarının ve bu restoratif materyallere florür reşarj sonrası bakteri adezyonunun değerlendirilmesidir.



2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı'nda olmak üzere şu aşamalarda gerçekleştirilmiştir:

1. Üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda deney örneklerinin hazır hale getirilmesi,
2. Dolgu örneklerine yüzey bitim ve polisaj yapılması,
3. Bakteri kültürü,
4. *S. mutans* ATCC 25175 suşunun ideal biyofilm üretim koşullarının belirlenmesi,
5. Florür uygulama öncesi, florür salan restoratif materyallerin antibakteriyel etkinlikleri ve *S. mutans* biyofilm üretimine olan etkilerinin incelenmesi,
6. Florür salan restoratif materyallerin nötral sodyum florür çözeltisi ile reşarj edilmesi,
7. Florür reşarj sonrası, florür salan restoratif materyallerin antibakteriyel etkinlikleri ve *S. mutans*'ın biyofilm üretimine olan etkilerinin incelenmesi,
8. Yapılan çalışmalar sonucunda verilerin değerlendirilmesi için istatistiksel analizlerin değerlendirilmesi.

2.1. Üretici Firmaların Tavsiyeleri Doğrultusunda Deney Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmamızda YVCİS (Riva self-cure), RMCİS (riva lig-cure), gümüşle güçlendirilmiş cam iyonmer siman (Riva silver), kompomer (Dyract® XP), giomer (Beautifil II) ve kontrol grubu olarak universal nano-hibrit kompozit (Grandio) olmak üzere 6 grup restoratif materyal kullanılmıştır. Power analizi sonucunda, her gruptan hazırlanması gereken materyal 8 adet olarak belirlenmiştir. Standardizasyonu

sağlayabilmek için tüm örnekler A2 renginde seçilmiştir. Örnekler 4,0 mm genişliğinde ve 2,0 mm derinliğinde hazırlanan silindirik teflon kalıplar kullanılarak hazırlanmıştır. Bir cam ve şeffaf bir polyeester strip üzerine yerleştirilmiş kalıp içerisine konulan restoratif materyal fazlalıkları alınıp düzeltmeler yapıldıktan sonra, üzerine başka bir polyeester strip yerleştirilerek, üreticisinin önerdiği doğrultuda polimerize edilmiştir. Böylece tez çalışmamızda toplamda 48 adet örnek kullanılmıştır.

Çizelge 2.1’de çalışmada kullanılan örnekler ve Çizelge 2.2’de çalışmada kullanılan restoratif materyalleri ve üretici firmaları gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Bakteri adezyon deney şeması n=48

Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer (Riva Self-cure)	Rezin Modifiye Cam İyonomer (Riva Light-cure)	Gümüşle Güçlendirilmiş Cam İyonomer (Riva Silver)	Poliasit Modifiye Kompozit Rezin (Kompomer) (Dyract® XP)	Giomer (Beautifil II)	Nanohibrit Rezin Kompozit (Grandio)
n=8	n=8	n=8	n=8	n=8	n=8

Çizelge 2.2. Çalışmada kullanılan restoratif materyaller

Materyal	Materyalin Türü	Üretici Firma	Materyalin içeriği
Riva Self-cure	Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer	SDI, Bayswater, Victoria, Austrália	Stronsiyum Floro-Aluminosilikat cam, poliakrilik asit kopolimeri tozları, pigment Poliakrilik asit kopolimeri Tartarik asit
Riva Light-cure	Rezin Modifiye Cam İyonomer	SDI, Bayswater, Victoria, Austrália	1:2-hidroksietil metakrilat (20%–25%)(HEMA), akrilik asit homopolimer (15%–25%), Dimetakrilat çaprazbağları (10%–25%), asidik monomer (10%–20%), tartarik asit (1%–5%), cam tozu (95%–100%)
Riva silver	Gümüşle Güçlendirilmiş Cam İyonomer	SDI, Avusturalya	Poliakrilik asit, Tartarik asit Dengeleyici bileşen Alaşım tozu
Dyract® XP	Poliasit Modifiye Kompozit Rezin (Kompomer)	DENTSPLY De Trey, Konstanz, Almanya	Üretan dimetakrilat(UDMA), Karboksilik asit modifiye dimetakrilat(TCB resin), Kamforokinon, Etil-4(dimetilamino) benzoat, Butil Hidroksi Toluen, UV stabilizer, Stronsiyum-alumino-sodyum-florofosfor-silikat cam, Silikon dioksit, Stronsiyum florid, Demir oksit pigment ve Titanyum oksit pigment
Beautifil II	Giomer	SHOFU Inc, Kyoto, Japan	Bis-GMA (bisfenol A glisidil eter dimetakrilat), TEGDMA (triethilen glikol dimetakrilat), Aluminofloroborasilikat cam, Kamforokinon
Grandio	Nanohibrid resin kompozit	VOCO GmbH Portfach 767, Guxhaven, Almanya	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Ba-Al-borosilikat cam doldurucu, SiO ₂ nanodoldurucu

2.1.1. Riva Self-Cure (Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Siman)

Riva Self-Cure; SDI'in radyopak ve güçlendirilmiş rezin cam iyonomer özelliğinde restoratif bir materyaldir. Kapsül formdadır ve adezive gerek kalmadan kullanılır. Amalgamatörde karıştırma süresi 10 sn'dir. Ortalama çalışma süresi 1'40'' ve sertleşme süresi 6 dk'dır. Riva self cure minimal sınıf I ve II restorasyonlarda, geçici diş restorasyonlarında, kompozit altında kaide materyali olarak, kök yüzeyinde sınıf V restorasyonlarda ve kor materyali olarak kullanılır (Şekil 2.1)



Şekil 2.1. Riva Self Cure (YVCİS)

2.1.2. Riva Light Cure (Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman)

Riva light cure, ışıkla sertleşen, rezin ilaveli bir cam iyonomer restoratif simandır. Cam iyonomerler gibi florür salgırlar ve kompozitler gibi diş yapısına kimyasal olarak bağlanırlar. Riva light cure'in translüsentliği, bukalemun efektleriyle doğal görünümlü restorasyonlar sağlamak için estetiğin en üst düzeye çıkarılmasını sağlar. "Riva Light Cure, test edilen RMCİS'lerin en şeffafidir (Decoteau, ve ark., 2012).

Riva light cure, SDI'nın cam teknoloji uzmanlarımız tarafından geliştirilen özel ionglass™ dolgu maddesini kullanıyor. İonglass™, SDI'nin cam iyonomer

ürünlerinde kullanılan, radyoopak, yüksek iyon salımlı, biyoaktif bir camdır. Riva Light Cure, doğal diş protezinin remineralizasyonuna yardımcı olmak için florür salmaktadır. Riva Light Cure kapsül formda, uygulaması hızlı ve kolaydır. Amalgamatörde karıştırma zamanı 10sn'dir. Adezyon prosedürü gerektirmez. Çalışma zamanı 2'10'' ve ışık uygulama süresi 20 sn'dir.

Riva light cure sınıf I, II, III ve V restorasyonlarda, kırık tamirinde, geriatric diş hekimliğinde, geçici dolgu materyali olarak, servikal erozyon, abfraksiyon ve kök yüzey restorasyonlarında, pit ve fissür sealent olarak ve kaide materyali olarak kullanılmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Riva Light Cure (RMCİS)

2.1.3. Riva Silver (Gümüşle Güçlendirilmiş Kapsül Cam İyonomer)

Riva Silver, SDI'nin cam teknoloji uzmanları tarafından geliştirilen özel ionglass™ dolgusunu kullanmaktadır. İonglass™, SDI'nin dental simanı içerisinde kullanılan reaktif cam olan, radyoopak, yüksek iyon salımlı bir üründür. Riva silver, remineralizasyona yardımcı olmak için önemli ölçüde yüksek florür salgılar. Riva silver'in florür serbest hareketi, çevresindeki ve bitişik diş yüzeylerine faydalar sağlar. Florür cam matriks içerisinde yapıya bağlı kalmadan tutulur. Matriks dışındaki seviye düşükse, o zaman florür iyonları serbest kalır. Tersine, eğer florür seviyesi daha

yüksekse (örneğin topikal florürden), florür cam iyonomer matriksini reşarj edecektir. Riva silver yüksek çürük riski olan hastalarda endikedir.

Riva silver, açık gri renklidir, estetik restorasyonlarda kullanıldığında minimal maskeleme gerektirir. Yüksek sıkıştırılabilirlik özelliği ve bağlanma dayanımı, yüksek radyoopasite gösterirler. Radyoopasitesinin yüksek olması, erken lezyonların kolay teşhisini mümkün kılan radyografilerde diş yapısından kolayca ayırt edilir. Kapsül formu, ilave karıştırma aşaması gerektirmez ve karıştırma süresi 10 sn'dir. Çalışma zamanı 90 sn ve ışık uygulama süresi 20 sn'dir (Şekil 2.3).

Riva silver sınıf I-II ve V kavite için restorasyonlarında, oklüzal restorasyonlar ve kor yapımı için idealdir. Kompozit ve amalgam restorasyonların altına kaide olarak kullanılır



Şekil 2.3. Riva Silver (Gümüşle Güçlendirilmiş Kapsül Cam İyonomer)

2.1.4. Dyract® XP (Kompomer)

Dyract® 'in ilk nesli 1993'te tanıtıldı. Cam iyonomer materyali ve kompozit rezin materyalinin üst düzey özelliklerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Kompozit rezinlerin yüzey sertliği ve fiziksel özellikleri ile cam iyonomer simanların florür salınabilirlik özellikleri birleştirilmiştir.

Dyract® DENTSPLY tarafından geliştirilmiş kompomer restorasyon materyallerinin bir neslidir. Uzun süreli florür salınımı, bu ürün grubuna özgüdür. Bugün PubMed’de listelenen florür açığa çıkarıcı restoratifler (Wiegand ve ark., 2007) ile ilgili 250’den fazla makale ile cam-iyonomerlerin ve DENTSPLY kompomerlerin her ikisinin de in vitro simüle karyojenik koşullar altında karyostatik özellikler gösterdiği sonucuna varılabilir. Hem anterior hemde posterior kavitelere antikaryojenik etki gösteren bir restoratif materyaldir. Dyract® XP kullanılarak yapılan tüm restorasyonlarda florür açığa çıkması sonucunda materyal restorasyon yüzeyinde asidik bir tampon bölge oluşturur. Adezive gerek kalmadan kullanılır. Opak renklerde ışık uygulama süresi 20 sn, diğer renklerde ışık uygulama süresi 10 sn’dir,

Dyract® XP Dyract® eXtra’nın ek bir markasıdır. Bu nedenle, Dyract® eXtra’ya uyan özellikler Dyract® XP için de geçerlidir. Dyract® XP en popüler Vita renk tonlarında mevcuttur (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Dyract® XP (Poliasit Modifiye Kompozit Rezine (Kompomer))

2.1.5. Beautiful II (Giomer)

Üretici hem kompozit hem de cam iyonomerin özelliklerini birleştiren estetik restorasyon materyali olan bir giomer olarak sınıflandırır. Beautiful II, S-PRG (surface reacted glass filler (yüzey reaksiyonuna girmiş cam doldurucu)) teknolojisinden

türetilmiş dolgu parçacıkları içeren rezin bazlıdır. Ortalama partikül büyüklüğü 0.8 µm olmakla birlikte partikül büyüklüğü 0.01-4.0 µm arasında değişkenlik gösterebilir. Doldurucu içeriği ağırlıkça %83 ve hacimce %69'dur.

Beautiful II' nin geleneksel kompozitler gibi tabakalama tekniği ve ışıkla polimerizasyon önerilmektedir. Işık uygulama süresi 20 sn'dir. Beautiful II dolgu yapısı, doğal dişlerin iç yapısını ideal ışık iletimi ve optik özelliklerle taklit etmek için geliştirilmiştir. Dentinin ışık geçirgenliği ile birlikte minenin ışık iletimi ve translusens olması sonucunda doğal dişlere yakın estetik bir görüntü sağladığı belirtilmiştir.

Genel olarak, danışmanlar Beautiful II'nin özellikle yüksek florür salınımının önemli olduğu çocuklar ve çürük riski yüksek hastalar için faydalı olduğunu bulmuşlardır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Beautiful II (Giomer)

2.1.6. Grandio (Nanohibrit Kompozit)

Grandio®, eski kompozitlerin yeni nesil nano teknoloji ile harmanlanması sonucu ışık kullanılarak polimerize olan restoratif materyaldir. Grandio® radyografilerde opak görüntü verir, metakrilat matris (Bis-GMA, TEGDMA) içinde %87 w/w inorganik doldurucu (= 71,4 vol %) içerir ve halojen ışıkla (mavi ışık) sertleşir. Grandio®

dentin/mine adezivi ile kullanılır. Grandio® pratik tüplerde veya direk uygulama için kapsüller halinde satışa sunulmuştur.

Grandio®, bütün kavitelere, süt dişlerinde daimi dolgu materyali olarak, madde kaybı fazla olan dişlerde kor materyali olarak, kompozit inley ve onlaylerin yapımında, mobil dişlerin splintlenmesinde ve estetik olarak restorasyonların değiştirilmesi gereken tüm durumlarda kullanılmaktadır. (Şekil 2.6).



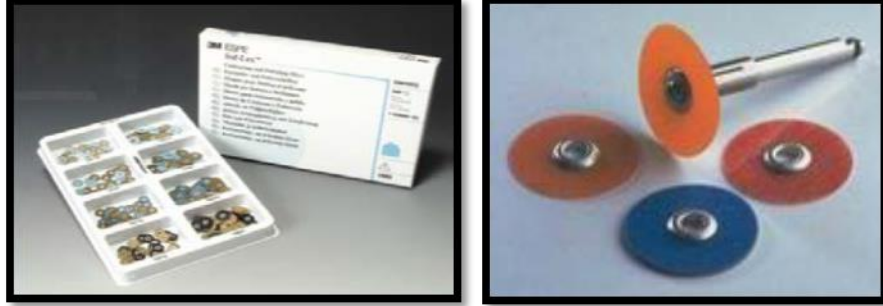
Şekil 2.6. Grandio®, (Nanohibrit Kompozit)

2.2. Restoratif Örneklerine Yüzey Bitirme ve Polisaj İşlemlerinin Uygulanması

Herbir örnek, Sof-Lex (3M ESPE) diskleri kullanılarak sırasıyla; Coarse (100), Medium (29 µm), Fine (14 µm) ve Super Fine (8µm) kullanılarak her bir örnek 20'şer sn kuru ve tek yönlü olarak mikromotor (*Kavo, Warthausen Germany*) ve anguldruva (*Kavo, Warthausen Germany*) ile orta hızda cilalanmıştır. Her disk değişiminden sonra örneklerin yüzeyleri yıkanmış ve 5 sn hava uygulanarak kurutulmuştur. Hazırlanan bütün örnekler için her seferinde yeni disk kullanılmıştır (Pereira ve ark., 2011a).

Sof-Lex diskler pürüzsüz bir yüzey oluşturulması için bitim işlemlerinde kullanılmaktadır. Sof-Lex diskler ince ve plastik aşındırıcı partiküllerin birleştirilmesiyle oluşurlar. Disklerde genellikle kullanılan aşındırıcılar garnet (grena),

zımpara, alüminyum oksit ve kuartzdır (Şekil 2.7) (Shillingburg ve ark., 1997; Craig, 1998; Ferracane, 2001; O'Brien, 2002b).



Şekil 2.7. Sof-Lex (3M ESPE) diskleri

Hazırlanmış örnekler digital kumpas kullanılarak kontrol edilmiştir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Digital Kumpası (Mitutoyo, CD-15CPX, Japan)

2.3. Bakteri Kültürü

Adezyon testlerinde *S. mutans* ATCC 25175 (American Type Culture Collection) referans suşu kullanılmıştır. *S. mutans* ATCC 25175 suşu Ankara Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsü, Mikrobiyoloji Birimi öğretim üyesi Doç. Dr. Evrim Güneş ALTUNTAŞ'tan temin edilmiştir. -86 °C'de %60'luk gliserollü stokta muhafaza edilen suş, standart TSB (Tyriptic Soy Broth; Merck, Almanya) ve BHI (Brain Heart

Infusion) besi ortamlarında 37 °C’de ve statik koşullarda 5 mL’lik besi ortamlarında %’lik inokülüm oranı ile kültüre alınıp, pasajlanmıştır.

2.4. *S. Mutans* ATCC 25175 Suşunun İdeal Biyofilm Üretim Koşullarının Belirlenmesi

S. mutans ATCC 25175 suşunun ideal biyofilm üretim koşullarının belirlenebilmesi adına TSB besiyeri içeriği farklı sükröz konsantrasyonları ile modifiye edilmiştir (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Farklı sükröz konsantrasyonları ihtiva eden TSB içerikleri

Bileşen	Miktar	Ürün kodu
Tripton (Kazeinin enzimatik hidrolizati)	17,0 g	107213
Soyton (Soyanın peptik hidrolizati)	3,0 g	87972
D(+)-Glukoz (= Dekstroz)	2,5 g	108337
Sodyum klorür	5,0 g	<u>S7653</u>
Dibazik potasyum fosfat	2,5 g	<u>1551128</u>
Sükröz	% 0,25; % 0,50; % 0,75; % 1,0; % 1,5; % 2,0; % 3,0; % 4,0; % 5,0; % 6,0; % 8,0; % 10,0’luk katkılar	107653
dH ₂ O	1000 mL	

İçerik hazırlandıktan sonra 121°C’de, 15 dakika süresince sterilize edilmiştir (pH 7,3 ± 0,2).

Sükröz başta oral streptokoklar olmak üzere birçok oral patojenin fermente edebildiği ve dental biyofilmlerin yapımında rol alan polisakkaritlerin biosentezinde kullanılan karyojenik bir substrattır. Sükrözün oral streptokokların gelişiminde ve biyofilm üretiminde (plak) ideal bir bileşen olmasından ötürü öncelikle besi ortamındaki farklı sükröz konsantrasyonlarının *S. mutans* ATCC 25175 suşunun biyofilm üretimi üzerine olan etkileri test edilmiştir (Duarte vd. 2008). Bu bağlamda biyofilm üretim

miktarlarının saptanması için Stepanović ve ark. (2004), önerdiği yöntem esas alınarak bazı modifikasyonlar yapılmıştır.

Yöntem kapsamında biyofilm örneklemeleri için 96'lık U tabanlı steril polistiren mikrotitre plakalar kullanılmıştır. Plakanın her bir sütununa (8 kuyu) belirtilen farklı konsantrasyonlarda sükröz içeren besiyerlerinden 190'ar μL transfer edilmiştir (Çizelge 1). Bu işlemden sonra her bir kuyuya (negatif kontrol kuyuları dışında; yalnızca besiyeri bulunduran kuyular) 10'ar μL 24 saatlik standart TSB içerisinde aktive edilmiş kültürlerden aşılantıdır. İnokülasyon işleminden sonra plaka buharlaşmanın önüne geçmek için sıkıca paketlenmiş ve 37 °C'de 24 saat süresince (statik koşullarda) inkübasyona kaldırılmıştır. İnkübasyon bitiminde plakalara kristal viyole bağlanma uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama indirekt (dolaylı) bir yaklaşım olup, polistiren kuyuların çeperlerinde ve tabanında akümüle olan biyofilm matriks miktarının saptanmasına yöneliktir. Katyonik bir boya olan kristal viyole, genel yük karakteristiği negatif olan matriks içerisindeki hücre dışı polimerlere bağlanma eğilimindedir.

Plakalar inkübasyondan sonra ilk olarak aseptik koşullarda (biyogüvenlik kabini içerisinde) aspire edilmiştir. Aspire edilen plaka kuyular steril serum fizyolojik (%0,85 NaCl çözeltisi) ile üç kez yıkanmıştır. Plakalar yıkama işlemini müteakip yine aseptik koşullarda kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan plaka kuyularına %95'lik metanol çözeltisinden 200'er μL transfer edilerek 10 dakika süresince kimyasal fiksasyon gerçekleştirilmiştir. Fiksasyon aşaması kırılğan doğadaki *Streptococcus* biyofilm yapılarını muhafaza etmek için elzemdir. Fiksasyon bitiminde kuyular boşaltılmış ve plakalar yine kurumaya bırakılmıştır. Bu işlemden sonra kuyulara %0,1'lik kristal viyole çözeltisinden 200'er μL transfer edilmiştir ve plakalar normal şartlar altında yarım saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon bitiminde plakalar tutunmayan boyanın uzaklaştırılması için steril distile su ile yıkanmıştır. Çeperlere ve tabana tutunan boyanın çözülmesi kuyulara 200'er μL alkol:aseton (70:30) çözeltisinin 15 dakika süresince uygulanmasıyla sağlanmıştır. Yukarıda izah edilen tüm basamaklar negatif kontrol (yalnızca besiyeri içeren) kuyularına da uygulanmıştır. Çözünen boya kristal viyolenin azami absorbands verdiği 595 nm dalga boyunda

ELISA okuyucusunda (BioTek, İsviçre) okutularak optik yoğunluk (optik dansite; OD) değerleri hesaplanmıştır. Negatif kontrol kuyularından gelen absorbans değerleri “kör” (blank) olarak değerlendirilmiştir. Çalışma iki tekrar halinde gerçekleştirilmiştir.

2.5. Florür Salan Restoratif Materyallerin Antibakteriyel Etkinlikleri ve *S. Mutans* Biyofilm Üretimine Olan Etkileri (Florür Reşarjı Öncesi)

2.5.1 Matriks Birikiminin ve Antibakteriyel Etkinliğin Belirlenmesi

Çalışma kapsamında etkinlikleri test edilecek olan florür salan restoratif materyaller Çizelge 2.4’de verilmiştir. Test malzemelerinin silindirik örnekleri 4,0 mm çapında ve yaklaşık 2 mm kalınlığında hazırlanmıştır [(Toplam yüzey alanı: Πr^2 ; dairenin alanı x 2), (Yanal alan: $2\Pi r$ x kalınlık) (Toplam 37,68 mm²: 0,3768 cm²). Disk örnekleri bakteri ile test edilmeden önce 121°C’de 15 dakika süresince otoklavda sterilize edilmiştir. Her örnek, yapışma testinde kullanılmadan önce kuru plastik steril torbalarda paketlenmiştir.

Çizelge 2.4. Çalışmada kullanılan restoratif materyaller ve kompozit rezinler

Flor salan restoratif materyaller
Beautiful II (Giomer)
Dyract® XP (Kompomer)
Riva Self Cure Ci (YVCİS)
Riva Light Cure Ci (RMCİS)
Riva Silver (Gümüşle güçlendirilmiş CİS)
Grandio kompozit (kontrol grubu olarak kullanılmıştır)

Çalışmada hücre kültürü çalışmalarında kullanılan 6’lık polistiren plakalardan istifade edilmiştir. Her bir kuyuya farklı restoratif materyallerden aseptik koşullarda ikişer adet aktarılmıştır. %5,0’lik sükroz içeren, sükroz besiyerine %5,0 oranında 24 saatlik *S. mutans* ATCC 25175 kültüründen aşılantıdır. Hazırlanan süspansiyondan 5’er mL her bir kuyuya örnekleri kapatacak şekilde aktarılmıştır. Negatif kontrol grupları olarak örnek içermeyen bir kuyuya yalnızca kültür süspansiyonu (5 mL) diğer

kuyulara ise yalnızca örnekler ve steril besiyeri (5 mL; inokülümsüz) ilave edilmiştir. İnkübasyon öncesinde kültür süspansiyonundan örnek alınarak hem başlangıç zamanındaki (t_0) kültür yoğunluğu (OD: 600 nm'de) hem de bir seri dilüsyon yapılarak (10-kat) KOB (koloni oluşturan birim) sayıları “yayma plak yöntemi” ile TSA (Tyryptic Soy Agar) petripleri üzerinde belirlenmiştir. Plaka buharlaşmayı önlemek adına sıkıca paketlenerek 37 °C'de bir gün boyunca, statik koşullarda inkübe edilmiştir.

İnkübasyon bitiminde kuyulardaki örnekler yine aseptik koşullarda kuyulardan uzaklaştırılmış ve gevşek tutunan planktonik fazdaki bakteri hücrelerinin uzaklaştırılması için steril serum fizyolojik çözeltilerine daldırılarak iki kez yıkanmıştır. Bu aşamada ayrıca farklı test materyali ihtiva eden kuyulardaki planktonik kültür süspansiyonu edilerek 24 saat sonundaki (t_{24}) kültür yoğunlukları 600 nm'ye ayarlanmış ELISA okuyucusunda okutulmuştur. Kör olarak inokülümsüz steril besiyeri içeriği kullanılmıştır. Yıkanan örnekler yeni bir plakaya taşınmış ve kuyulardaki örnekler %95'lik metanol çözeltisi ile 10 dakika fiske edilmiş ve kurumaya bırakılmıştır. Son olarak örnekler %0,1'lik kristal viyole çözeltisine daldırılarak muamele edilmiş ve boyanın örnekler üzerine yeterince nüfuz etmesi için çalkalamalı koşullarda (200 rpm) yarın saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon bitiminde tutunmayan boyanın uzaklaştırılması için kuyular bol steril distile su ile yıkanmıştır. Yıkanan örneklerin üzerine 1'er mL alkol: aseton (70:30) çözeltisi ilave edilmiş ve plaka çalkalamalı koşullarda (200 rpm) 15 dakika bekletilmiştir. Tüm basamaklar negatif kontrol gruplarına da (yalnızca örnek ve steril besiyeri içeren gruplar) uygulanmıştır. Çözünen boyalardan 200'er µL alınarak 96'lık mikrotitre plaka kuyularına aktarılmış ve 595 nm'deki optik dansite (OD) değerleri belirlenmiştir. Her bir örnekten elde edilen absorbans değerinden negatif kontrol gruplarından elde edilen absorbans değerleri çıkarılmıştır. Böylelikle yalnızca örnek üzerinde biriken biyofilmin (plak) bağladığı boya miktarı hesaplanmıştır. Çalışma iki tekrar halinde gerçekleştirilmiştir.

2.5.2. *S. Mutans* Biyofilm Hücrelerinin Restoratif Materyal Yüzeylerine Tutunma Karakteristiklerinin ve Antibakteriyel Etkinliğin Logaritmik Ölçekte Belirlenmesi (Florür Reşarj Öncesi)

Test edilen restoratif materyaller üzerinde *S. mutans* ATCC 25175 referans suşunun tutunma paternlerini belirlemek üzere örnekleme işlemleri Yöntem 2.5.1’de belirtildiği haliyle yapılmıştır. Bu bağlamda yüzeyler üzerinde biriken biyofilm örnekleri hasat edilerek elde edilen süspansiyonlar içerisindeki biyofilm hücreleri sayılmıştır. Örneklenen yüzeyler (her bir örnek için ikişer adet) aseptik koşullarda kültür ortamından uzaklaştırılmış ve planktonik fazdaki hücreleri uzaklaştırmak için örnekler steril serum fizyolojikte yıkanmıştır. Örnekler çıkarıldıktan sonra ortamda geriye kalan süspansiyonlar homojenize edildikten sonra yine bir seri dilüsyon yapılmış ve planktonik fazdaki hücrelerin sayımı da (KOB/mL) gerçekleştirilmiştir (yayma plak yöntemi, TSA agar petripleri üzerinde). Yıkanan örnekler 4,5’ar mL steril serum fizyolojik ve 10 gram steril cam boncuk içeren (R: 3 mm) Falcon tüplerine transfer edilmiştir. Örnekler üzerinde biriken biyofilm tabakalarının koparılması ve homojenize edilmesi için tüpler azami şiddette 2 dakika boyunca tüp karıştırıcıda çalkalanmıştır (IKA Genius, Almanya). Yine hazırlanan biyofilm süspansiyonlarından bir seri dilüsyon yapılarak yayma plak yöntemi ile ekim TSA petriplerinde yapılmıştır. Petripler bir gün boyunca 37 °C’de inkübe edilmiş ve ideal sayıda koloni (30-300) bulduran petripler sayıma dahil edilerek koloni oluşturan birim (KOB) sayıları hesaplanmıştır. Elde edilen koloni sayıları “cm²” başına düşen sayılara çevrilmiş (disk alanı toplamı: 0,3768 cm²) ve son olarak logaritmik ölçekte (log₁₀) ifade edilmiştir. Çalışma iki tekrar olacak şekilde yürütülmüştür.

2.6. Florür Salan Restoratif Materyallerin Nötral Sodyum Florür Çözeltisi ile Muamele Edilmesi (Reşarj)

Her bir restoratif materyalin sodyum florür çözeltisi ile reşarjı Naoum ve ark. (2011) önerdiği protokol dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm restoratif materyallerden 8’er adet örnek alınmış, bu örneklerden 4 tanesi 10 mL, 5000

ppm'lik steril sodyum florür içeren çözeltilere 5 dakika süresince daldırılmıştır. Diğer 4 adet örnek ise yalnızca steril distile su içerisinde 5 dakika süresince bekletilmiştir (Kontrol grubu). Sodyum florür uygulanan örnekler 5 dakikalık bekletme süresinin sonunda steril distile su ile durulanmıştır. İlgili protokol iki hafta süresince her hafta tekrarlanacak şekilde uygulanmıştır.

2.7. Florür Salan Restoratif Materyallerin Antibakteriyel Etkinlikleri ve *S. Mutans* Biyofilm Üretimine Olan Etkileri (Florür Reşarjı Sonrası)

2.7.1. Matriks Birikiminin ve Antibakteriyel Etkinliğin Belirlenmesi

Yukarıda önerilen florür reşarjı sonrası (Gereç ve Yöntem 2.6), her bir restoratif materyal tipi için florür uygulanan ve uygulanmayan örnekler deneye dahil edilip karşılaştırılmıştır. Florürle reşarj sonrası restoratif materyallerin yüzeylerindeki biyofilm matriks birikimi yine Materyal ve Yöntem 2.5.1'de açıklandığı şekliyle tespit edilmiştir.

2.7.2. *S. mutans* Biyofilm Hücrelerinin Restoratif Materyal Yüzeylerine Tutunma Karakteristiklerinin ve Antibakteriyel Etkinliğin Logaritmik Ölçekte Belirlenmesi (Florür Reşarjı Sonrası)

Florür reşarjı sonrası *S. mutans* biyofilm hücrelerinin restoratif materyal yüzeylerine ne düzeyde tutunduklarının tespiti Gereç ve Yöntem 2.5.2'de açıklandığı şekliyle gerçekleştirilmiştir.

2.8. İstatistik Analizleri

Tüm istatistik analizleri SPSS (Version 22.0) yazılımından istifade edilerek gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmalardan elde edilen veri setlerinin öncelikle

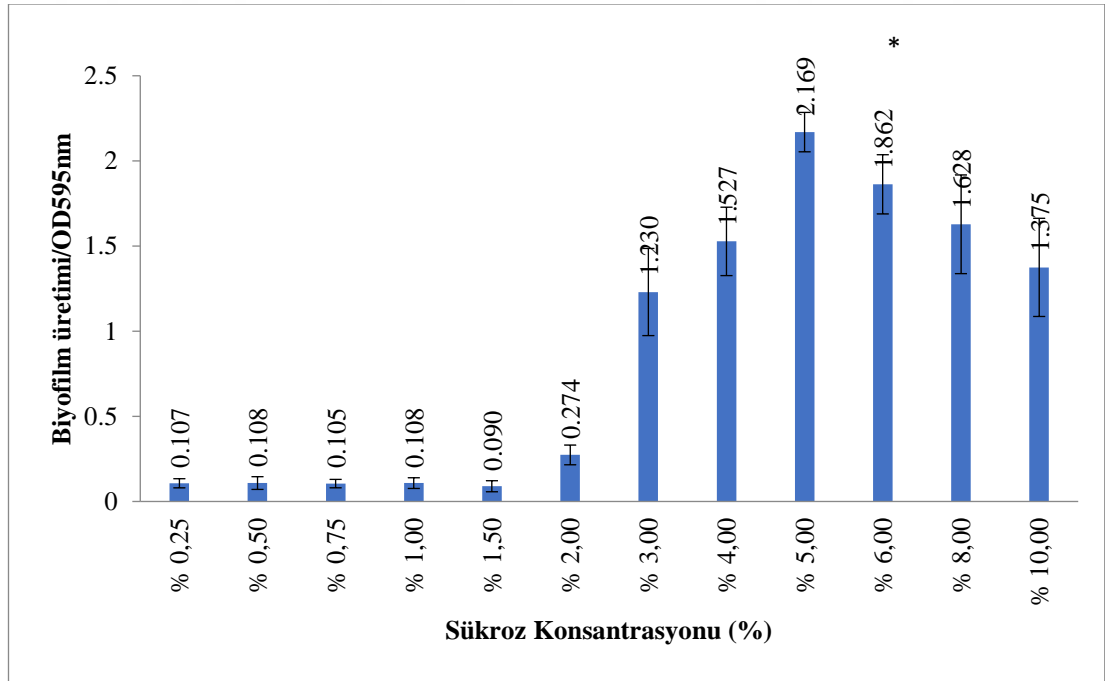
normal dağılım gösterip göstermediği ve homojenliği araştırılmıştır. Gruplar arası ortalama değerlerinin kıyaslanmasında Tek Yönlü Varyans analizi ve Tukey Test parametleri kullanılmıştır. İki grup arası ortalamaların kıyaslanmasında Karşılaştırmalı T Testi'nden yararlanılmıştır.



3. BULGULAR

3.1. *S. Mutans* ATCC 25175 Suşunun İdeal Biyofilm Üretim Koşullarının Belirlenmesi

Farklı sükröz konsantrasyonlarının *S. mutans* ATCC 25175 suşunun biyofilm üretimine olan etkileri Şekil 3.1’de verilmiştir. Kültür ortamına %3,0 ve daha fazla sükröz ilave edildiğinde, biyofilm üretiminde kayda değer ölçüde artış saptanmıştır ancak; %5,0’in üstündeki konsantrasyonlarda biyofilm üretimi açısından düşüş görülmektedir. Dolayısıyla en ideal konsantrasyon değeri olarak %5 belirlenmiş ve sonraki çalışmalarımız söz konusu besiyeri modifikasyonu esas alınarak yürütülmüştür (%5 sükröz katkılı TSB içeriği; 37 °C’de, statik koşullarda, 24 saat süreli inkübasyon).



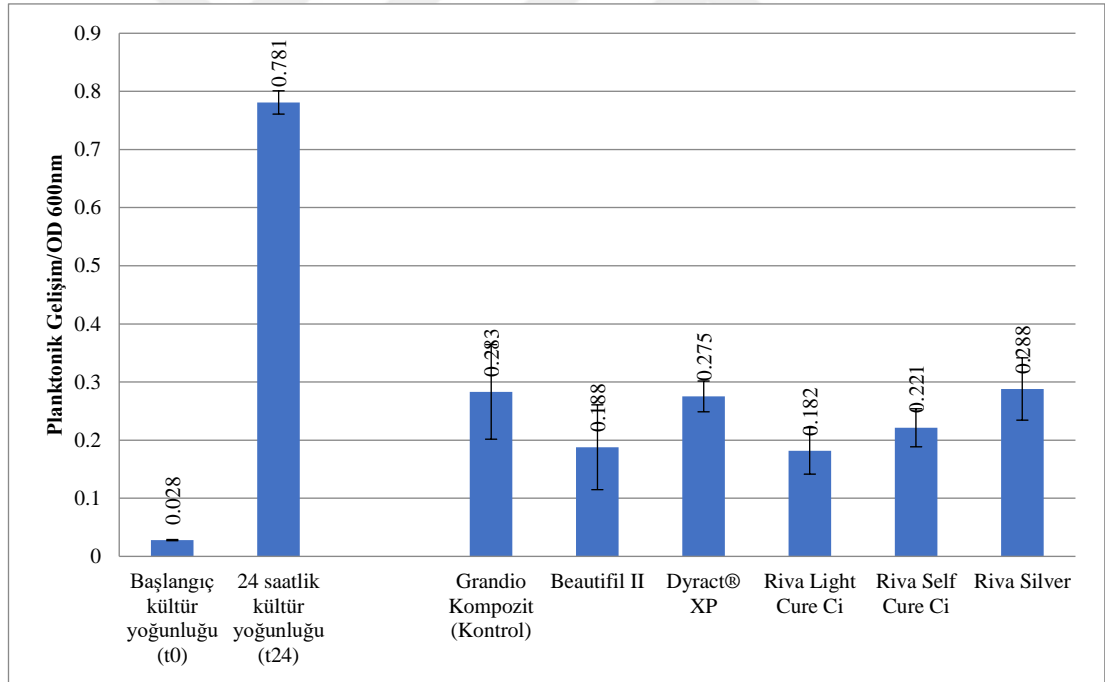
Şekil 3.1. Farklı sükröz konsantrasyonlarının biyofilm üretimine olan etkileri. *En ideal biyofilm koşuluna karşılık gelen sükröz konsantrasyonu (Tek Yönlü Varyans analizi; Tukey Testi, $p < 0,05$).

3.2. Florür Salan Restoratif Materyallerin Antibakteriyel Etkinlikleri ve *S. Mutans* Biyofilm Üretimine Olan Etkileri (Florür Reşarjı Öncesi)

3.2.1. Matriks Birikiminin ve Antibakteriyel Etkinliğin Belirlenmesi

3.2.1.1. Antibakteriyel Etkinliğin Belirlenmesi

Test edilen restoratif materyallerin hepsinde antibakteriyel etkinlik saptanmıştır. Zira 24 saatlik kültür yoğunluğuna kıyasla (örnek bulundurmayan), örnek bulunduran kültür ortamlarında önemli ölçüde düşüş görülmüştür, ancak materyaller arasında anlamlı bir fark izlenmemiştir (Tek Yönlü Varyans Analizi; Tukey Testi $p < 0,05$) (Şekil 3.2 ve Çizelge 3.1).



Şekil 3.2. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişim yoğunlukları

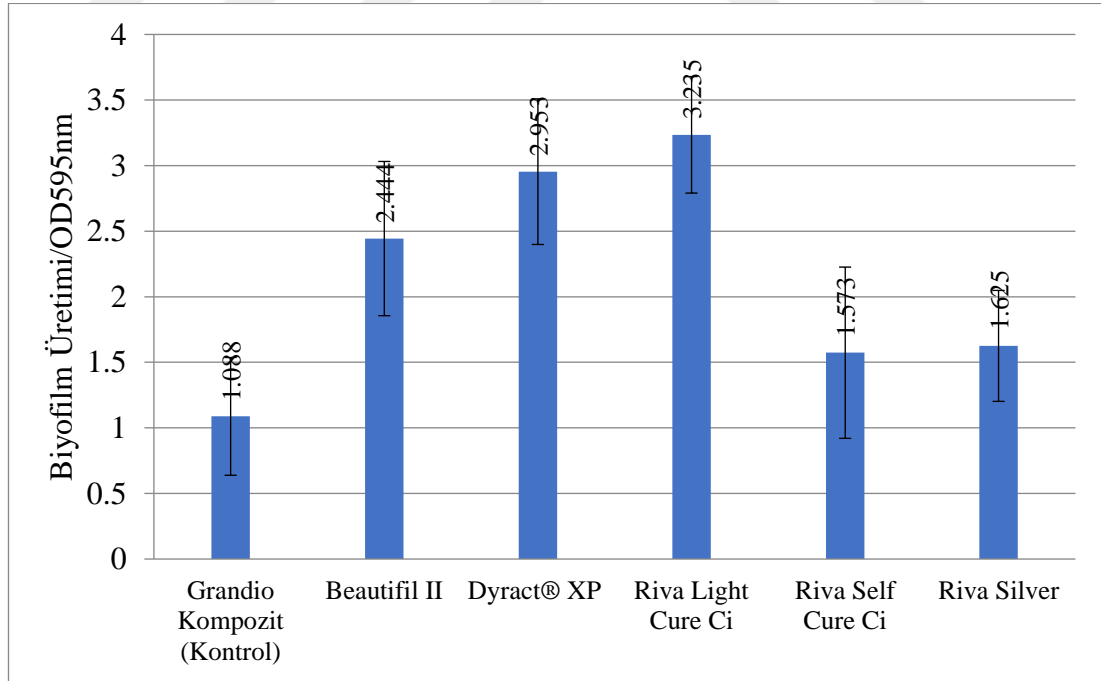
Çizelge 3.1. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişimlerin yüzde (%) azalmaları

Restoratif materyal	Bakteriyel gelişim yüzde (%) azalma
Grandio kompozit (Kontrol)	62,50
Beautifil II	75,10
Dyract® XP	63,50
Riva Light Cure Ci	75,90
Riva Self Cure Ci	70,70
Riva Silver	61,80

Bakteriyel kültür yoğunluğundaki en yüksek düzeydeki azalmalar “Beautifil II” ve “Riva Light Cure Ci” restoratif materyallerinde görülmüştür.

3.2.1.2. Matriks Birikiminin Belirlenmesi

Restoratif materyaller üzerinde biriken biyofilm matriks (plak) miktarları Şekil 3.3’de verilmiştir.



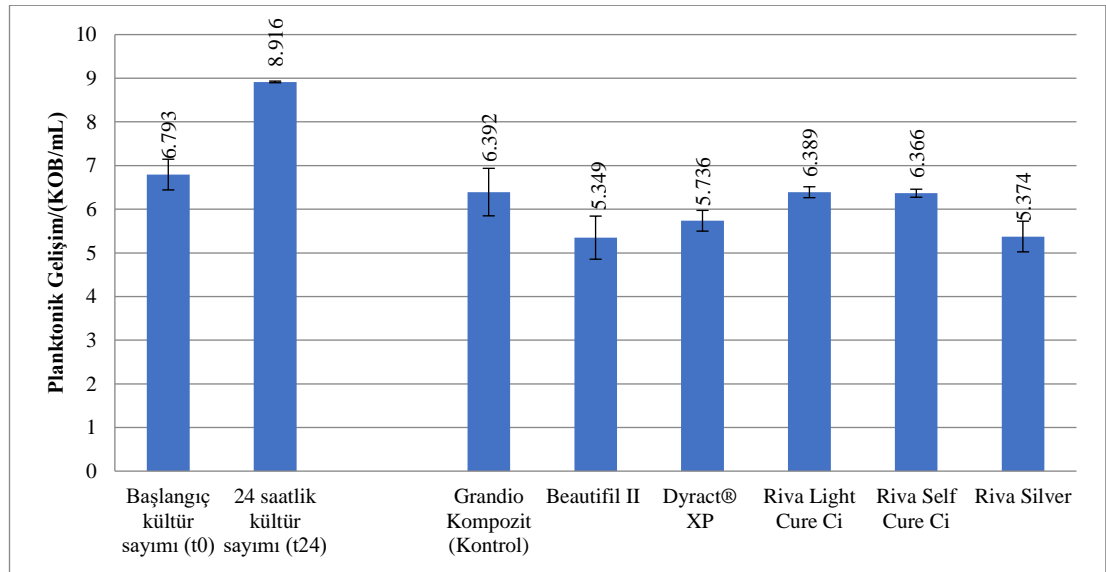
Şekil 3.3. Restoratif materyaller üzerinde biriken biyofilm matriks (plak) miktarları

Restoratif materyaller üzerinde biriken plak miktarlarına bakıldığında kontrol grubu kompozit olan Grandio'nun diğer materyallere oranla daha az plak birikimi olduğu gözlenmiştir. En yüksek düzeyde plak birikimi "Riva Light Cure Ci" materyalinde saptanmıştır (Tek Yönlü Varyans Analizi; Tukey Testi, $p<0,05$). Grandio'dan sonra birikimin en az olduğu örnekler "Riva Self Cure Ci" ve "Riva Silver" olup, bu örnekler üzerindeki plak birikimi arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (Mann-Whitney U Testi, $p<0,05$).

3.2.2. S. Mutans Biyofilm Hücrelerinin Restoratif Materyal Yüzeylerine Tutunma Karakteristiklerinin ve Antibakteriyel Etkinliğin Logaritmik Ölçekte Belirlenmesi (Florür Reşarjı Öncesi)

3.2.2.1. Antibakteriyel Etkinliğin Logaritmik Ölçekte Belirlenmesi (Planktonik Faz Etkinliği)

Test edilen restoratif materyallerin planktonik fazdaki antibakteriyel etkinlikleri Şekil 3.4 ve Çizelge 3.2). Çizelge 3.2'deki logaritmik yüzde azalma oranları $[(1-10^{-LR}) * 100]$ formülüne göre verilmiştir (LR; Log reduction; Logaritmik yüzde azalma).



Şekil 3.4. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişim miktarları (KOB/mL)

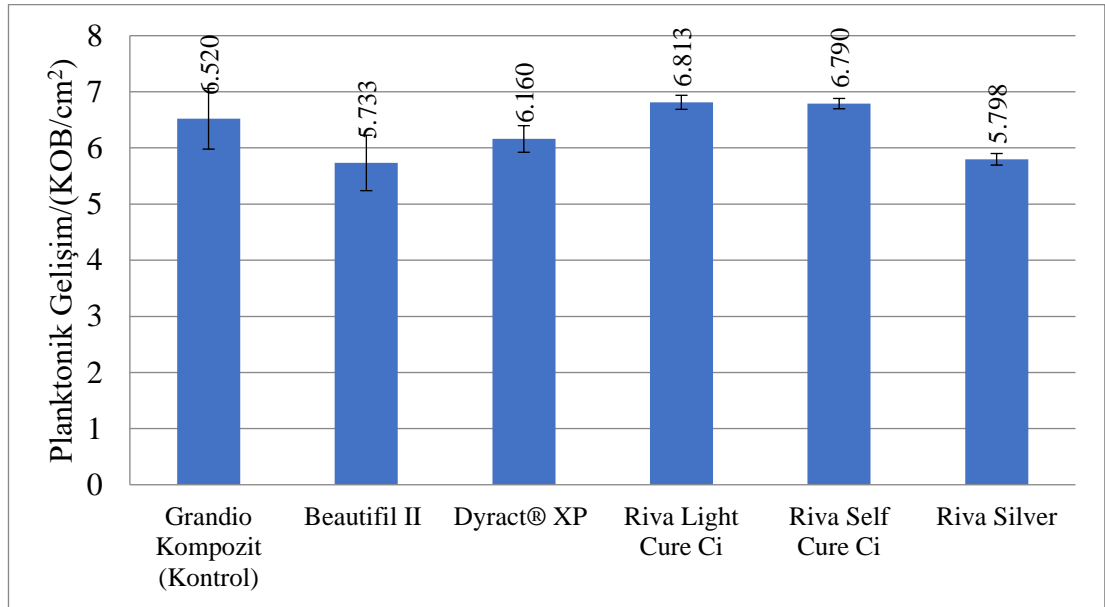
Çizelge 3.2. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişimlerin logaritmik yüzde (%) azalmaları

Restoratif materyal	Bakteriyel gelişim logaritmik yüzde (%) azalma
Grandio kompozit (Kontrol)	99,90
Beautifil II	99,88
Dyract® XP	99,51
Riva Light Cure Ci	99,76
Riva Self Cure Ci	99,94
Riva Silver	99,76

En yüksek bakteriyel etkinlik “Beautifil II” ve “Riva Silver” materyallerinde saptanmıştır.

3.2.2.2. *S. Mutans*'ın Restoratif Materyaller Üzerindeki Biyofilm Üretim Eğilimleri

Farklı restoratif materyaller üzerinde *S. mutans*'ın biyofilm üretim eğilimleri ve tutunan biyofilm hücrelerinin sayısı Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5. *S. mutans*'ın restoratif materyaller üzerinde biriken biyofilm hücre sayıları (cm² başına)

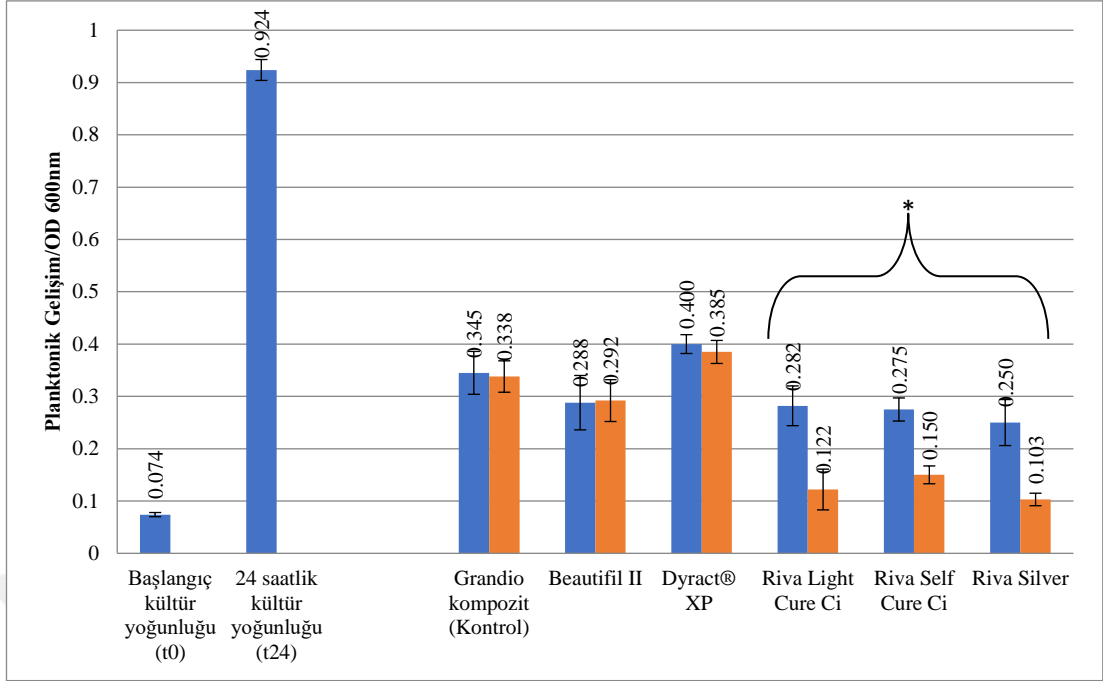
Biyofilm içindeki *S.mutans* sayısı en düşük “Beautiful II” ve “Riva Silver” materyallerinde saptanmış. En fazla ise “Grandio” restoratif materyalinde saptanmıştır.

3.3. Florür Salan Restoratif Materyallerin Antibakteriyel Etkinlikleri ve *S. Mutans* Biyofilm Üretimine Olan Etkileri (Florür Reşarjı Sonrası)

3.3.1. Matriks Birikiminin ve Antibakteriyel Etkinliğin Belirlenmesi

3.3.1.1. Antibakteriyel Etkinliğin Belirlenmesi

Test edilen restoratif materyallerin hepsinde antibakteriyel etkinlik saptandığı daha önceki deneylerle de kanıtlanmıştır. Ancak test edilen 6 adet restoratif materyalde florür reşarjı sonrası, Dyract® XP, Grandio ve Beautiful II materyalleri dışında, en önemli düşüşler Riva Light Cure, Riva Self Cure ve Riva Silver materyallerinin bulunduğu ortamda saptanmıştır. Kültür süspansiyonundaki bakteriyel gelişmeler dikkate alındığında en anlamlı düşüş Riva Silver içeren ortamda görülmüştür (Tek Yönlü Varyans Analizi; Tukey Testi $p<0,05$, Karşılaştırmalı T Testi) (Şekil 3.6 ve Çizelge 3.3).



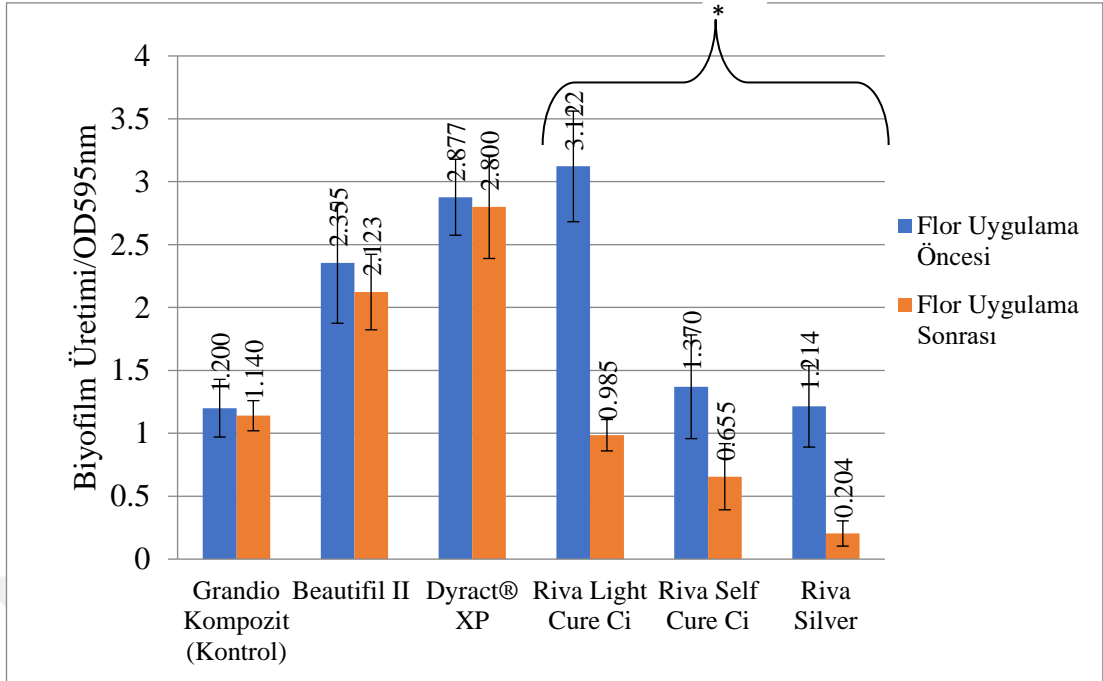
Şekil 3.6. Farklı restoratif materyaller bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişim yoğunlukları (florür reşarjı sonrası)*En anlamlı düşüşler

Çizelge 3.3. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişimlerin % azalmaları (florür reşarjı sonrası)

Restoratif materyal	Bakteriyel gelişim yüzde (%) azalma	
	Florür reşarjı öncesi	Florür reşarjı sonrası
Grandio kompozit (Kontrol)	62,66	63,42
Beautifil II	68,83	68,40
Dyract® XP	56,71	58,33
Riva Light Cure Ci	69,48	86,80*
Riva Self Cure Ci	70,24	83,76*
Riva Silver	72,94	88,85*

3.3.1.2. Matriks Birikiminin Belirlenmesi

Restoratif materyaller üzerinde biriken biyofilm matriks (plak) miktarları Şekil 3.7’de ve florür uygulaması sonrası plak birikimdeki kontrol gruplarına nispeten yüzde (%) azalmalar Çizelge 3.4’de verilmiştir. İlgili şekilde florür şarjı öncesi ve sonrası plak birikimleri kıyaslanmıştır.



Şekil 3.7. Restoratif materyaller üzerinde biriken biyofilm matriks (plak) miktarları (florür reşarjı sonrası) *En anlamlı düşüşler

Çizelge 3.4. Restoratif materyaller üzerinde biriken biyofilm matriks (plak) miktarlarının florür reşarjı sonrasındaki yüzde (%) azalmaları

Restoratif materyal	Plak birikimi (%) yüzde azalma (florür reşarjı sonrası)
Grandio kompozit (Kontrol)	5,00
Beautifil II	9,85
Dyract® XP	2,75
Riva Light Cure Ci	68,45
Riva Self Cure Ci	52,19
Riva Silver	82,37*

*Plak birikimde en yüksek düşüşün saptandığı restoratif materyal

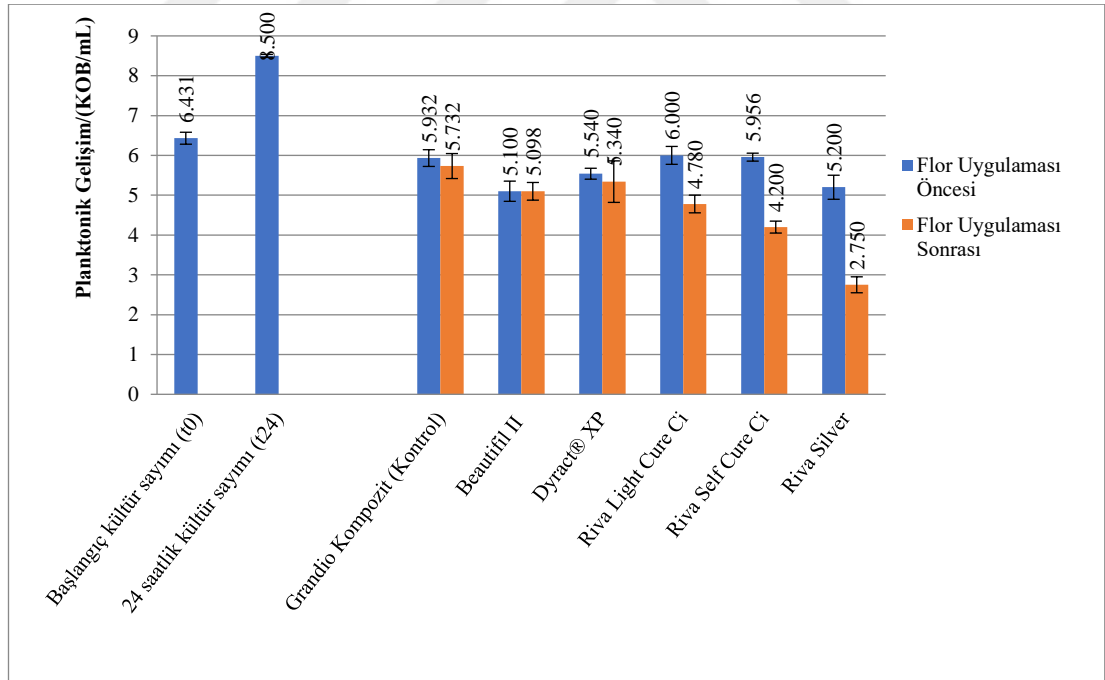
Restoratif materyaller üzerinde reşarj sonrası biriken plak miktarlarına bakıldığında kontrol grubu kompozit olan Grandio'nun, Beautifil II ve Dyract® XP gibi restoratif materyallerin üstünlüğünü kaybettiği görülmektedir. Zira bu üç materyalde de florür reşarjı sonrası yüzeydeki plak birikimde anlamlı bir değişim gözlenmemiştir (Tek Yönlü Varyans Analizi; Tukey Testi; $p < 0,05$). Florür reşarjı öncesi en yüksek düzeyde plak birikimi "Riva Light Cure Ci" materyalinde saptansa da florür reşarjı sonrası plak birikimde dramatik bir düşüş görülmüştür (% 68,45). Reşarj sonrası birikimin en az olduğu yüzeyler "Riva Light Cure", "Riva Self Cure Ci" ve "Riva Silver" yüzeyleri

olup, “Riva Silver” materyalinin plak birikimindeki azalma itibariyle en üstün materyal olduğu anlaşılmıştır (Şekil 3.7 ve Çizelge 3.4).

3.3.2. *S. Mutans* Biyofilm Hücrelerinin Restoratif Materyal Yüzeylerine Tutunma Karakteristiklerinin ve Antibakteriyel Etkinliğin Logaritmik Ölçekte Belirlenmesi (Florür Reşarjı Sonrası)

3.3.2.1. Antibakteriyel Etkinliğin Logaritmik Ölçekte Belirlenmesi (Planktonik Faz Etkinliği)

Test edilen restoratif materyallerin planktonik fazdaki antibakteriyel etkinlikleri Şekil 3.8 ve Çizelge 3.5). Çizelge 3.5’teki logaritmik yüzde azalma oranları $[(1-10^{-LR}) * 100]$ formülüne göre verilmiştir (LR; Log reduction; Logaritmik yüzde azalma).



Şekil 3.8. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişim miktarları (KOB/mL) (florür reşarjı öncesi ve sonrası)

Çizelge 3.5. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki bakteriyel gelişimlerin florür reşarjı sonrasının logaritmik yüzde (%) azalmaları

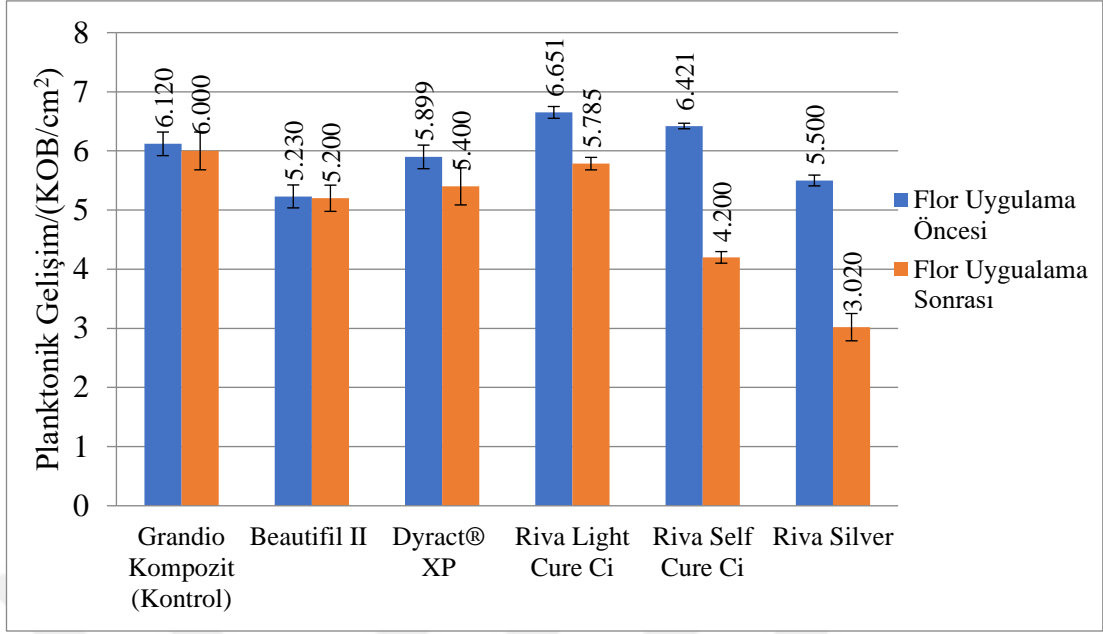
Restoratif materyal	Bakteriyel gelişim logaritmik yüzde (%) azalma	
	Florür reşarj öncesi	Flor reşarj sonrası
Grandio kompozit (Kontrol)	99.730	99.829
Beautiful II	99.960	99.960
Dyract® XP	99.890	99.931
Riva Light Cure Ci	99.684	99.981
Riva Self Cure Ci	99.714	99.995*
Riva Silver	99.950	99.9998*

*4 LOG'luk düşüşlerin gerçekleştiği yüzeyler

En yüksek bakteriyel etkinlik “Riva Self Cure” ve “Riva Silver” materyallerinde saptanmıştır.

3.3.2.2. *S. Mutans*'ın Restoratif Materyaller Üzerindeki Biyofilm Üretim Eğilimleri

Farklı restoratif materyaller üzerinde *S. mutans*'ın biyofilm üretim eğilimleri ve tutunan biyofilm hücrelerinin sayıları ve florür reşarjı öncesi-sonrası kıyaslamaları Şekil 3.9'da ve Çizelge 3.6'da verilmiştir. Çizelge 3.6'da florür reşarjı sonrası yüzeye yapışan biyofilm hücrelerindeki logaritmik yüzde azalma değerleri verilmiştir.



Şekil 3.9. *S. mutans*'ın restoratif malzemeler üzerinde biriken biyofilm hücre sayıları (cm² başına) (florür reşarjı öncesi ve sonrası)

Çizelge 3.6. Farklı restoratif materyal bulunan kültür ortamlarındaki biyofilm gelişimindeki logaritmik yüzde (%) azalmalar (florür reşarjı sonrasında)

Restoratif materyal	Biyofilm logaritmik yüzde (%) azalma
Grandio kompozit (Kontrol)	24.142
Beautifil II	6.675
Dyract® XP	68.304
Riva Light Cure Ci	86.386
Riva Self Cure Ci	99.399*
Riva Silver	99.669*

Farklı restoratif materyaller bulunan kültür ortamlarında, biyofilmdeki *S.mutans* sayısında en anlamlı düşüş “Riva Silver”, “Riva Self Cure”ve “Riva Light Cure” materyallerinde gözlenmiştir.

4. TARTIŞMA

Diş çürüğü multifaktöriyel bir hastalıktır, tek bir nedenle ilişkilendirilemez. Diş çürüğünün nedenleri üç ana faktörle ilişkili olabilir; mevcut diş yüzeyi, diş plağındaki oral bakteriler ve fermente edilebilir karbonhidrat varlığıdır (Şah ve ark., 2007). Çürük lezyonu ile ilişkili plaklardan birkaç bakteri türünün izole edildiği rapor edilmiştir. Bunlar arasından, *S. mutans* insanlarda diş çürüğüne neden olan primer ajan olarak gösterilmiş olup (Braem ve ark., 1989; Hamada ve Slade, 1980) en önemli virülans özelliklerinden biri, diş yüzeylerinde diş plağı olarak bilinen biyofilm oluşturma yeteneğidir (Kawabata ve Hamada, 1999).

S. mutans çürüklerle ilişkili olgun diş plağında bulunur. Organik asitler, bu bakteriler tarafından üretilen glukan bariyeri içerisinde tutunabilir ve diş yüzeyi çevresinde uzun süreli düşük pH değerine yol açar (Van Houte ve ark., 1989). Katı yüzeylere ilk bakteri adezyonunu elektrostatik, hidrodinamik ve termodinamik parametreler etkiler. Ayrıca bunların yanı sıra, bakterinin polisakkarit matriks veya glukanlar yoluyla seçici olarak bağlandığı, adezin-reseptör etkileşimlerini içeren spesifik bağlanma mekanizmalarında adezyonu etkiler (Hanada ve Kuramitsu, 1988; Poortinga ve ark., 2001a; Poortinga ve ark., 2001b; Weerkamp ve ark., 2001). Tükürükle kaplı diş yüzeylerine bakteri adezyonunu, tükürük zarındaki konakçı kökenli alıcılar sağlar, ancak *S. mutans*'ın glukan aracılı adezyonu önceliklidir (Ono ve ark., 2007). Florür, *S. mutans* tarafından üretilen bakteri asitlerinin ve glukanların üretimini inhibe eder ve bu nedenle restoratif materyallerin antibakteriyel aktivitesinin test edilmesinde rutin kullanımına sahiptir (Xu ve Burgess, 2003; Yap ve ark., 1999).

S. mutans ağızdaki tüm katı yüzeylerde, diş dokusunda, restoratif materyaller üzerinde yüksek adezyon kapasitesine sahiptir (Kawai ve Urano, 2001; Konradsson ve ark., 2006). Ayrıca *S. mutans*'lar asidojenik ve asidürik özelliklerinden dolayı virulan bakteriler arasında yer alırlar (Kawai ve Urano, 2001). *S. mutans*'ın oral floradaki en

karyojenik ve asidojenik bakteri olması ve aynı zamanda dental plakta çok fazla bulunması nedeniyle (Andrew ve Mitchell, 1997) çalışmamızda mikroorganizma olarak *S. mutans*'ı tercih ettik.

Bakteriyel biyofilmler, bakteri ağırlıklı olarak ekzopolisakaritler tarafından yapılan bir matrikse gömülmüş karmaşık üç boyutlu yapılardır. Ağız boşluğunda, diş çürükleri ve ağız fonksiyonlarının restorasyonu için kullanılan çok çeşitli biyomateryellerde biyofilmler bulunabilir (Lea ve ark., 2004). Restoratif materyallerde bakteri birikimi yalnızca materyal yüzeyini pürüzlendirmez, aynı zamanda restorasyon ve diş arasındaki arayüze bakteri adezyonuna neden olur (Sbordone ve Bortolaia, 2003). Lezyon ilerlemesini önlemek veya yavaşlatmak ve sonuç olarak restorasyonun yenilenme oranını azaltmak için, daha az biyofilmi çekebilen veya antibakteriyel bileşikler serbest bırakabilen yeni diş materyallerine artan bir ilgi vardır.

Günümüzde florür salabilen cam iyonomer ve cam hibrit restoratif materyaller antikaryojenik özellik gösterir. Dental plak ile mine yüzeyi arasında, sürekli bir iyon alışverişi devam etmektedir. Ağız ortamındaki pH değişimine bağlı bu dinamik süreç, birbirini takip eden demineralizasyon ve remineralizasyon olayları şeklindedir. Ortamdaki florür iyonu, remineralizasyon yönünde etki göstermekle birlikte, plakta bulunan bakterilerin asit üretimini inhibe eder ve minenin çözünürlüğünü azaltır. Bu özellikleri sayesinde başlangıç çürüklerinin remineralize olmasını sağlar ve sekonder çürük oluşumunu önleyebilirler ve materyallerin diş dokularına kimyasal adezyon gösterebilme özellikleriyle de mikrosızıntıyı azaltabilirler (Çapan ve Akyüz, 2016; Fejerskov ve Clarkson, 1996; Featherstone 1999; Farrugia ve Camilleri, 2015). Günümüzde kullanılan florür içerikli restoratif materyaller, GCİS, RMCİS, PMKR, YVCİS, cam karbomer, giomerler, nanoiyonomerler, yeni jenerasyon cam hibrit restoratif materyal, amalgomerler, florür ilave edilmiş fissür örtücü materyaller ve florür içeren kompozit rezinlerdir (Bayrak ve ark., 2017; Neelakantan ve ark., 2011; Tiwari ve ark., 2016).

Bizde çalışmamızda florür salan materyal olarak, Riva self-cure (YVCİS), Riva ligit-cure (RMCİS), Riva silver (gümüşle güçlendirilmiş cam iyonomer siman), Dyract® XP (kompomer), Beautifil II (giomer) kullandık.

Florür salan restoratif materyallerin cinsi, içerdiği florür miktarı, materyalin toz/likit oranı, karıştırma ve ışık uygulama süresi, sertleşme reaksiyonu, yüzey pörözitesi, materyalin saklama ortamı, ortamın bileşenleri ve pH'sı florür salınım kapasitesine etki eder (Kohoroushi ve Keshani, 2013; Wiegand ve ark., 2007). Bu restoratif materyallerin florür salınımı zamanla azaldığında, florür preparatları (florür tablet, jel, vernik ve diş macunu gibi) ile yeniden yükleyerek florür salınımlarının artması amaçlanmıştır (Wiegand ve ark., 2007).

Bizim çalışmamızda örnek olarak kullandığımız her bir restoratif materyaldeki azalan florür miktarını artırmak için Naoum ve ark. (2011) önerdiği protokol dikkate alarak 5000 ppm'lik sodyum florür çözeltisiyle reşarj edilmiştir.

Florür, bakterilerin enzimleri inhibe etmek suretiyle, glikolitik yoldan asit oluşturmalarını önleyerek plak pH'sını yükseltir. Florürün kalsiyuma olan yüksek afinitesi nedeniyle, fosfat ve proteinlerin hidroksiapatite yapışması önlenmektedir. Bu durum, plak kolonizasyonu ve adezyonunu zorlaştırmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda bakterisid etkiye sahip olan florür diş çürüğü oluşumunu engellemektedir (Alexander ve Ripa, 2000; Dionysopoulou, 2014; Martı ve ark., 2012; Newbrun, 2001). Özellikle yüksek çürük riskli hastalarda kullanılması gereken CİS gibi florür içerikli dental materyallerin florür salım oranları ve yeniden yüklenebilme kapasitelerini araştıran çalışmalar ilgi çekmektedir (Frost, 2002; Mousavinasab ve Meyers, 2009; Wiegand ve Buchalla, 2007; Zalizniak ve ark., 2013).

Florürün çürük oluşumunu önleme ve başlangıç çürüklerinin remineralizasyonunu sağlama özelliklerine sahip olması nedeniyle Restoratif Diş Hekimliği'nde florür salan restoratif materyallerin kullanılması tercih edilmekle birlikte florür içerikli restoratif materyallerin yapısında farklı bileşenlerin bulunması ve geçirgenliklerinin farklı

olması nedeniyle, florür salımı ve reşarj miktarları da farklılık göstermektedir (Dionysopoulos ve ark., 2013, Wiegand ve ark., 2007).

Bizim çalışmamızda da florür salan restoratif materyaller arasında florür salınım ve reşarj miktarlarında farklılıklar gözlemlenmiştir.

Dental materyaller tarafından florürün geri alınım mekanizması tam olarak çözümlenememiştir. Bununla birlikte materyalin içeriği ve yüzey enerjisi, materyal içine florürün difüzyonunu etkileyerek; materyalin florür ile reşarj kapasitesini ve florür salınım miktarını etkileyen faktörler olduğu bilinmektedir (Attar ve Turgut, 2003; Wiegand ve ark., 2007). CİS'lerin reşarj kapasitesi, cam doldurucu partiküllerin etrafındaki hidrojel tabakasının yapısını oluşturan cam içeriğine bağlıdır (Attar ve Turgut,2003; Frost 2002; Preston ve ark., 2003). Ayrıca CİS'lerin pöröz ve geçirgenliği fazla olan bir yapıya sahip olması florür salınımını arttıran özelliklerdendir. Çehreli ve ark. (2013), in-vitro olarak yaptıkları çalışmalarında hibrit iyonomerlerden, cam karbomerlerin mikrosızıntılarını değerlendirmişler ve materyalin iç yapısındaki ve yüzeyindeki çatlaklar sebebiyle mikrosızıntının yüksek oranda olduğu sonucuna varmışlardır. Bu sonuca göre materyalin yapısındaki çatlak yüzeylerin reşarj sırasında materyal içine florür geçişini kolaylaştırdığı ve daha fazla florür reşarjına neden olduğu düşünülmektedir.

Bizim çalışmamızda da esas itibariyle CİS yapısında olmasından ve yüzey geçirgenliğinin diğer materyallerden fazla olmasından dolayı en fazla reşarj riva self-cure ve riva light-cure materyallerinde saptanmıştır.

Onom ve ark. (2007), çalışmasına göre, diş plağı invivo olarak pürüzlü yüzeylere daha iyi yapışır ve daha hızlı birikir. Bu bulgular, kompozit yüzeyinin parlatılmasının biyofilm yapışmasını ve büyümesini engellemekte veya yavaşlatmakta çok önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca kompozitlerin rezin dolgu maddeleri, matrisleri ve monomer bileşenleri biyofilm birikimini etkilemektedir.

Bizim çalışmamızda da kontrol grubu olarak kullandığımız kompozit (Grandio) dolgu materyali yüzeyinde biyofilm birikimi en az bulunmakla birlikte bu materyal florür içermediği için biyofilm içerisindeki *S. mutans* sayısı ise en fazla hesaplanmıştır.

CİS'ler üzerindeki biyofilmler; malzeme özelliklerini düşürebilir ve yüzeylerini azaltabilir, bu da malzeme yüzeyindeki bozulmanın yanı sıra daha fazla biyofilm formasyonunu da teşvik eder (Busscher ve ark., 2010 ve Fucio ve ark., 2008). Ayrıca, CİS'lerde bakteriyel yapışmayı ve biyofilm oluşumunu araştıran diğer çalışmalarda ise cam ionomer içerikli materyaller bakteriyel yapışmayı, asidojeniteyi ve biyofilm oluşumunu etkileyebilir (Hayacibara ve ark., 2003; Nakajo ve ark., 2009). Bununla birlikte, CİS'lerin birleşimine etkileyip etkilemediği arasında kesin bir ilişki gösteren çalışmaya rastlanılmamıştır (Ngoc ve ark., 2015).

Bizim çalışmamızda da biyofilm birikimi en fazla geleneksel cam ionomer simana benzer yapıda olan riva light-cure'de görülmüştür.

Geleneksel cam ionomer simanları çiğneme basınçlarına karşı daha dayanıklı hale getirmek amacıyla simanların içine soymetal olarak gümüş katılmış ve cam kermet simanlar bulunmuştur. Ayrıca gümüş, antikaryojenik ve antibakteriyel özelliklere sahip olduğu için 1800'lü yılların başından beri diş hekimliğinde kullanılmaktadır. Gümüş bileşikleri gümüş nitratın süt dişlerinde çürük insidansını azaltmak amacıyla kullanılmaya başlamasıyla diş hekimliği alanında popülerlik kazanmıştır. Daha sonra daimi dişlerde antikaryojenik ajan, kavite dezenfektanı ve hassasiyet giderici ajan giderici olarak kullanım alanı bulunmuştur (James ve Parfitt, 1954; Seltzer, 1942). Florürle, antibakteriyel özelliğe sahip gümüşün bir araya getirilmesi ile oluşan gümüş florürün (AgF) etkinliği günümüzde hala araştırılmaktadır. 20 ppm flor içeren AgF solüsyonunun *S. mutans*'ı inhibe edici etkisi olduğu bildirilmektedir. Ayrıca AgF ajanlarının, dental plaktaki metabolik aktivitesini etkilediği ve artmasını önlediğini bildirmektedir (Klein ve ark., 1999). Gümüş iyonu içerikli primerlerin antibakteriyel etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmalarda gümüş içeriğinin gümüş iyonu içermeyen kontrol gruplarına göre antibakteriyel özelliklere katkı sağladığını bildirmişlerdir. Bu çalışmalar gümüş iyonunun antibakteriyel olması,

demineralizasyonu önlemesi ve remineralizasyonu sağlamasıyla tercih edilebilir bir materyal olduğunu göstermekle birlikte gümüş florürün dişler üzerinde renklenmeye sebep olduğundan dolayı bu materyalin kullanım alanları kısıtlanmıştır (Cheng ve ark.,2013; Zhang ve ark., 2013).

Çalışmamızda kullandığımız gümüş içerikli cam iyonomer olan riva silver'a bakteri adezyonu ve antibakteriyal aktivitesiyle ilgili herhangi literatür bilgisine rastlanamamış olmakla birlikte, üretici firmanın bilgisi doğrultusunda ve bu araştırmalar ışığında 5000 ppm'lik sodyum floritle reşarj sonrası antibakteriyal etkinliğinin ve biyofilm miktarındaki azalmanın en yüksek gözlenen materyal olduğunu destekler.

CİS'ler, genellikle çürüklere karşı korumanın gerekli olduğu durumlarda tavsiye edilir, çünkü diş yapısına yapışarak mikro sızıntıyı azaltırlar (Fucio ve ark., 2008), çürükle ilişkili bakterilerin büyümesini engellerler ve bu bakteriler tarafından üretilen iyonları nötralize ederler (Mitra ve ark., 2009). CİS'lerin florür salma ve nötürleştirme yeteneği, yapılarındaki florürden ve ortamın pH'sından etkilenir (Nakajo ve ark., 2009). GCİS ve RMCİS'lerden salınan farklı bileşenler karyojenik bakteri fenotipini değiştirebilir. Florür, alüminyum ve stronsiyum, kariostatik bir aktiviteyle ve S. mutans biyofilminin asidojenitesinin azaltılmasıyla ilişkilendirilmiştir (Czarnecka ve ark.2002).

Bu bilgiler ışığında tez çalışmamızın amacı, aynı çalışma koşulları altında florür salan restoratif materyal yüzeylerine tutunan, diş çürüğünün primer patojeni S. mutans miktarının ve bu restoratif materyallere florür reşarjı sonrası bakteri adezyon değişiminin değerlendirilmesidir. Bu nedenle çalışmamızda dört adet cam iyonomer içerikli restoratif materyal; YVCİS (Riva self cure), RMCİS (Riva light cure), giomer (Beautiful II), kompomer (Dyract® XP), gümüş içerikli materyal (Riva silver) ve kontrol grubu olarak nanohibrit kompozit rezin (Grandio) kullanılmıştır

Cam iyonomerlerden florür salınımı iç ve dış faktörlerden etkilenen karmaşık bir süreçtir. Materyalin içeriği, toz/likit oranı, örnek geometrisi, sıcaklık, karıştırma

zamanı, çözünebilirliği ve pörözitesi, bitirme ve cila işlemleri iç faktörler olarak değerlendirilirken; saklama ortamının içeriği ve pH değeri, çalışma dizaynı, ortamın sıcaklığı ve analiz yöntemleri florür salınımını etkileyen dış faktörler olarak bilinmektedir (Attar ve Turgut,2003; Preston ve ark., 2003). Çalışmamızda yukarıda belirtilen dış faktörlerden etkilenmemek amacıyla, örnek geometrileri, ortam sıcaklığı ve pH değeri, çalışma dizaynı, analiz metodu ve bitirme işlemleri tüm materyaller için standardize edilmiştir.

Cam-iyonomerlerin, çoğunlukla, kompozit rezin esaslı malzemelerden daha fazla bir florür rezervuarı görevi görme kabiliyetine sahip oldukları bulunmuştur (Attin ve ark., 1999; Attar ve Önen, 2002; Buchalla ve ark., 1998 ve Preston ve ark., 2003). Bu gerçek, gevşek bir şekilde bağlı su ve cam-iyonomer içindeki gözeneklilikteki çözünmeler, pasif difüzyonla dış ortamla değiştirilebilecek şekilde açıklanabilir (Damen ve ark., 1996; Xu ve Burgess, 2003). Florürün emilmesi ve yeniden salınması, malzemenin geçirgenliği ile belirlenebilir. Bu nedenle, tamamen geçirgen bir madde iyonları ana yapısının içine absorbe edebilir, geçirgen olmayan bir madde florürü sadece hemen yüzey altına emebilir (Preston ve ark.,1999). Bu nedenle, eksojen florüre maruz kaldıktan sonra rezin bazlı restoratiflerden florür salınımındaki hafif artışın, muhtemelen yüzeyde tutulan florür nedeniyle olduğu tartışılmaktadır (Attar ve ark.,2002). Genelde, başlangıçta florür salımı daha yüksek olan malzemeler daha yüksek şarj kapasitesine sahiptir (Attar ve Turgut, 2003; Gao ve Smales, 2001; Hadley ve ark., 1999 ve Xu ve Burgess, 2003). Bizim çalışmamızda da kontrol grubu olan grandio (kompozit) ve dyract® (kompomer)'e nazaran cam iyonomer yapıda olan riva self-cure (YVCİS), riva light-cure (RMCİS), riva silver (gümüşle güçlendirilmiş cam iyonomer) ve beautiful II (giomer) materyallerinde hem başlangıç hem de reşarj sonrası antibakteriyel etki daha fazla görülmüştür. Bu materyallerin daha fazla antibakteriyel etki göstermesi araştırmacıların belirlediği CİS içindeki gözeneklerden kaynaklı florür salınımı ve reşarjına bağlı olduğunu düşündürmektedir.

Florürün oral bakteriler ve plak üzerindeki etkileri, oldukça fazla miktarda literatür ile belgelenmiştir (Bowden, 1990; Hamilton, 1990; Tatevossian, 1990; Wiegand ve ark., 2007). Florürün bakteri metabolizmasını ve diş plağı asidojenitesini etkilediği

mekanizmalar, glikolitik enzim enolazının ve proton ekstrüzyon yapan ATPazın inhibisyonunun yanı sıra bakteri kolonizasyonu ile rekabetini içerir. Ayrıca, asit fosfataz, pirofosfataz, peroksidaz ve katalaz gibi hücre içi veya plazmaya bağlı enzimler, florür iyonlarından etkilenebilir (Hamilton, 1990).

Shashibhushan ve ark. (2008), florür salınım miktarı ile antibakteriyel aktivite arasında doğrudan bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Vermeersch ve ark. (2005), ortamdaki düşük pH değerindeki CİS'lerinin antimikrobiyal özelliklerine florür süzme yeteneklerinden daha fazla katkıda bulunabileceğini bildirmiştir. Van Amerongen ve ark. (1996), metalik iyonların salınmasının ve düşük başlangıç pH'sının, mevcut olabilecek herhangi bir antibakteriyel özellik için florür salımından daha önemli olduğunu öne sürmüşlerdir. Bizim çalışmamızda tüm materyaller için ortam koşulları eşittir. Başlangıçta düşük antibakteriyel etki gösteren gümüş içerikli restoratif materyalimiz riva silver, florür reşarj sonrası en yüksek antibakteriyel etki göstermiştir.

Adezyon testlerinde model organizma *S. mutans* ATCC 25175 suşu kullanılmıştır (Montanaro ve ark., 2004 ve Sungurtekin ve ark., 2015). Duarte ve ark. 2004, yaptıkları çalışmada *S. mutans* için ideal biyofilm oluşumu için gerekli sukroz konsantrasyonunun Tek Yönlü Varyans analizi; Tukey testi, $p < 0,05$ esas alınarak çalışmamız yürütülmüştür ve benzer sonuç bulunmuştur. Biyofilm üretim miktarlarının saptanması içinde Stepanovic ve ark. (2004) önerdiği yöntem esas alınarak yapılmıştır.

Eick ve ark. (2004), restoratif materyallerdeki plak oluşumunu in vitro olarak değerlendirmişler ve statik bakteriyel besi kültürlerinin, maksimum 24 saat kullanım için uygun olduğunu belirtmişlerdir. Çünkü 24 saat sonunda bakteri enzim ve artıklarının bakteri canlılığının devamını engellediğini bildirmişlerdir. Bu nedenle çalışmamızda dental plakta en fazla görülen bakterilerden biri olan *S. mutans*'in, farklı yüzey pürüzlülüğüne sahip restoratif materyallerin yüzeylerine 24 saat sonundaki in vitro adezyonu incelenmiştir.

Rezin kompozitler ve cam-iyonomer simanları üzerindeki biyofilm oluşumu, kolonize edici organizmaların yüzeyin şiddetli şekilde bozulmasına neden olduğu, dolayısıyla biyofilm oluşumunu ve yüzeyin daha da bozulmasına neden olan, negatif olayların sarmalına yol açar (Busscher ve ark. 2010). Bitim ve cila prosedürlerinin de yüzey pürüzlülüğünü etkileyerek bakteriyel adezyonu etkileyebileceği kanıtlanmıştır (Carlen ve ark. 2001). Hatta yüzeyel mikroyapı tipinin biyofilm oluşumunu fiziko-kimyasal yapıdan daha fazla etkileyeceğine dair bazı kanıtlar olduğu belgelenmiştir (Quirynen ve Bollen, 1995). Tüm restoratif materyallerin disk örneklerinin aynı cila prosedürü kullanılarak elde edilmesine rağmen, farklı yüzeysel özellikler siman ayarı sırasında ortaya çıkmış olabilir. Bu nedenle, farklı bakteri yapışmasının, malzemenin kendisinin belirli bir yüzey kimyası ile doğrudan belirlenebileceği, aynı zamanda, simanın özgül içsel kimyasına bağlı olarak, ayar sırasında elde edilen farklı bir pürüzlülüğünden de belirlenebileceği hipotezi düşünülmelidir. Bizde çalışmamızda standardizasyon sağlayabilmek için tüm örnekleri sof-lex disklerle bitim işlemlerini yaptık. Bizim çalışmamızda da buna rağmen restoratif materyal üzerine tutunan biyofilm miktarı farklılık göstermiştir.

Montanaro ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada bizim çalışmamızda olduğu gibi S. mutans'ların nötr pH ve invivo koşullarda bakteri adezyonuna aracılık ettiği bilinen lizozim, aglütinin ve müsinler gibi temel tükrük proteinlerinin olmadığı invitro koşullar altında adezyon değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, kullanılan test koşulları, restoratif materyalin adezyonu için bakteri üremesi için optimize edilmiştir. Bakteriyel adezyonunda standart referans materyali polistiren kullanılmıştır.

Restoratif materyalin florür rezervuar görevi yapabilmesi temel olarak dolgu materyallerinin tipine ve geçirgenliğine, florüre maruz kalma sıklığına ve florür materyalin cinsine ve konsantrasyonuna bağlıdır (Han ve ark., 2002; Preston ve ark., 1999). Florürlenmiş ajanların uygulanmasından sonra florür salınımı, kısmen yüzeyde veya restoratif gözeneklerde tutulan florür iyonlarının yıkanmasıyla oluşabilir. Yüzeye bağlı florür, erozyonlar gibi asitli bir saldırı sırasında daha kolay ayrılabilir. Ayrıca, matrikse dahil edilen serbest florür de yıkanabilir (Gao ve ark., 2000). İyonmerik bazlı (örneğin alüminyum ve çinko) veya rezin bazlı malzemelerden (monomerler ve

katalizörler) eşzamanlı olarak salınan diğer bileşenlerin, malzemelerin antibakteriyel aktivitesinde rol oynayabileceği tartışılmıştır (Hayacibara ve ark., 2004; Imazato, 2003 ve Moura ve ark., 2004). Bizim çalışmamızda florür reşarjı sonrası hem tüm kültür ortamlarındaki *S. mutans* sayısında azalma hemde tüm test materyalleri üzerindeki biyofilm miktarında azalmalar gözlenmiştir. En fazla azalma gümüş içerikli kapsül cam iyonomer olan riva silver'dır. Bunu takiben en çok azalmayı YVCİS (riva self-cure) ve RMCİS (riva light-cure) izler.

Suzana ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada, değerlendirilen CİS'lerin tümü, muhtemelen organik ve inorganik bileşenlerin çözünürlüğü ile bağlantılı olarak seçilen karyojenik bakterilerin büyümesini önleyen antibakteriyel aktivite göstermiştir. Çözünürlüğü etkileyen faktörler, doldurucu konsantrasyonu ve ortalama partikül büyüklüğü, bağlayıcı maddeler, dolgu maddesi parçacıklarının çözücü tipi, doğası ve monomer dönüşüm derecesidir (Mah ve O'Toole, 2001). Bizim çalışmamızda da kullandığımız CİS içerikli restoratif materyaller antibakteriyel aktivite göstermiştir.

Cam iyonomer bazlı restoratiflerin karyojenik bakteriler üzerindeki etkileri bilinmektedir, muhtemelen florür salınımından kaynaklanmaktadır, ancak bu bilgi güvenilir değildir (Weerheijm ve ark., 1993). Vermeersch ve ark. (2015), çalışmalarında CİS'ler düşük pH'nın, flüorür salma özelliklerine göre antibakteriyel özelliklerine daha fazla katkısı olabileceğini bulmuştur. Yap ve ark. (1999), test materyallerin etrafındaki agarda florür varlığına rağmen antibakteriyel aktivite olmadığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte antibakteriyel etki, materyalin difüzyonunun büyüklüğüne, dolgu maddesi formlarının şekline ve malzemedeki konsantrasyonuna bağlı olduğu bilindiği için çeşitli sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca iyonların yayılabilirliği (F⁻, GIC'den Ca⁺⁺, Al⁺⁺⁺, OH⁻) ortamın pH'ına bağlıdır. Bizim çalışmamızda ortam pH'sı ve materyallerin büyüklüğü eşit tutularak en yüksek antibakteriyel etki florür reşarjı öncesi riva light cure (RMCİS), florür reşarj sonrası riva silver (gümüşle güçlendirilmiş cam iyonomer)' da gözlenmiştir.

Moreau ve Xu, (2010) ve Czarnecka ve ark. (2002), çalışmalarında, daha düşük pH koşullarının hem GCİS'lerin hem de RMCİS'lerin için florür salımını arttırdığını ve

asit tamponlayabildiklerini göstermiştir. Bu nedenle, biyofilmlerdeki pH değişiminin florür salınımını artırıp arttırmadığını ve cam iyonomerlerinin tampon aktivitesinin biyofilmlerdeki pH değişimini etkileyip etkilemeyeceğini ortaya çıkarmak için bir çok karmaşık ve iyi tasarlanmış bir çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur (Ngoc ve ark., 2015). Daha yüksek florür iyonu konsantrasyonları bırakan restoratif materyallerin geliştirilmesi durumunda, daha güçlü antibakteriyel etkiye sahip olabileceklerini ve sekonder çürük oluşumunu daha iyi bir şekilde önleyebileceklerini göstermektedir. Bizim çalışmamızda da en çok antibakteriyel etki gösteren restoratif materyal riva light cure (RMCİS)'dür.

Ekci ve ark. (2015), yaptıkları in vitro çalışmada test ettikleri RMCİS, YVCİS, kompomer ve kompozit materyallerinin hepsinde *S. mutans* büyümesini inhibe ettiğini ve kullandıkları RMCİS en dikkat çekici antibakteriyel etki sergilediğini bulmuştur. Bizim çalışmamızda invitro sonuçlarına göre test materyallerinin hepsi antibakteriyel etki göstermiştir. En çok antibakteriyel etki gösteren materyalimizde RMCİS'dir.

Ngoc ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada her ne kadar CİS'lerin florür salınımı anti-*S. mutans* biyofilm aktivitesi gösterdiyse de, bu materyallerin florür salgılama özelliğini uzun bir süre koruyabilecekleri açık değildir. Çünkü bu materyallerden florür salınımı, bifazik dönemde daha hızlı, ikinci aşamada yavaş yavaş azaldığı bildirilmiştir (Castioni ve ark., 1998). Bu nedenle, florür salgılayan materyallerin anti-karyojenik biyofilm aktivitesini uzun sürdürebilmesi için ve invivo dental biyofilmlerin karyojenik kompozisyonu arasındaki ilişkiyi incelemek için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Ngoc ve ark. (2015), yaptıkları çalışmanın sonucuna göre florürün, asidojeniteye, bakteriyel biyo-hacme ve *S. mutans* biyofilmlerinin ekstrasellüler polisakkarit oluşumuna karşı etkinliğinin, florür salınım hızı ile ilişkili olduğunu ortaya çıkardı. Bunun sonucuna göre de biyofilm formasyonu sırasında restoratif materyallerden uygun bir florür salınımının sürdürülmesi durumunda, CİS'lerin karyojenik biyofilmlerin ve ardından sekonder çürük oluşumların azaltılmasında önemli bir rol oynayabileceğini öne sürmüştür. Bizim çalışmamızda en antibakteriyel materyalimiz riva light cure (RMCİS) olmasına rağmen, en fazla

biyofilm riva light cure (RMCİS)'de gözlenmiştir. Ayrıca çalışmamızda flor salınımının devamlılığını sağlayabilmek için materyaller florür tabletler ile reşarj edilmiştir. Florür reşarjı sonrası en antibakteriyel ve biyofilm miktarında en fazla düşüş gösteren materyal riva silver (gümüşle güçlendirilmiş cam iyonomer)' dır.

Düşük florür seviyeleri bile bakteri üremesini, diş plağı kompozisyonunu ve invitro asit üretimini azaltabilse de (Friedl ve ark., 1997; Seppa ve ark., 1995; Wiegand ve ark., 2007), plak metabolizmasının florürler tarafından etkilenmesinin klinik önemi hala belirsizdir (Van Loveren, 1997; Van Loveren, 2001). İnvitro olarak, remineralizasyon için kullanılan çözeltilerde sadece küçük miktarlarda florür (yaklaşık 0.03-0.08 ppm) kullanımı, dengeyi demineralizasyondan remineralizasyona kaydırmak için yeterlidir. Dolayısıyla, florürün antibakteriyel etkisinin, demineralizasyonun engellenmesi için gereken florür konsantrasyonu aşıldığında, daha az önemli olduğu düşünülmektedir (Wiegand ve ark., 2007). Bununla birlikte, birkaç klinik çalışma, cam-iyonomerlere bitişik ya da cam iyonomerlere bitişik olan plak konsantrasyonunun arttığını ve plaktaki *S. mutans* oranının azaldığını bulmuştur (Benelli ve ark., 1993; Forss ve ark.,1991; Moura ve ark., 2004). Bizim çalışmamızda da plak birikimi en yüksek CİS içerikli restoratif materyallerde gözlenirken, plak içerisindeki *S. mutans* sayısı daha az olduğu gözlenmiştir.

Bir kemo-statik deneyinde, florürün, invitro oral streptokokların büyümesini, 0.16-0.31 mol / l düzeyinde konsantrasyonlarda inhibe edebileceği gösterilmiştir (Maltz ve Emilson, 1982). Bu konsantrasyon, florür içeren restoratiflere bitişik dental plaklarda olduğu gibi çok daha yüksektir. Bu nedenden dolayı, bazı invivo araştırmaların sonuçları çoğunlukla, bir ila üç yaşındaki restorasyonlardan salınan florür konsantrasyonlarının, çürükte bulunan bakterilerin metabolizmasını etkileyecek kadar yüksek olmadığını göstermiştir. Buna karşılık, yerleştirmeden bir ay öncesine kadar CİS restorasyonlarını araştıran çalışmalar, florür salınımı ve plaktaki veya tükürükteki azalmış *S. mutans* sayıları arasında bir korelasyon göstermiştir. Bununla birlikte, kompozit veya amalgam dolgularından plaktaki *S. mutans* seviyeleri, CİS'lerde oluşturulan plaktan daha yüksektir (Benelli ve ark., 1993; Forss ve ark.,1991; Svanberg ve ark., 1990a; Van Dijken ve ark., 1991; Van Dijken ve ark.,1997; Wiegand

ve ark., 2007). Bizim çalışmamızda kontrol grubu kompozit materyalimizde (Grandio), *S. mutans* sayısı CİS çerikli hibrit iyonomer restoratif materyallerinden (Riva self cure, Riva light cure, Beautiful II, Dyract® XP, Riva silver) daha fazla olduğu saptanmıştır.

Tarasign ve ark. (2015), çalışmasında hibrit restoratif materyallerin her biri, *S. mutans*'lara karşı antimikrobiyal etkiye sahip olma eğiliminde olduğunu bulmuştur. Aynı sonuçları Shivani ve ark. (2008) ve Kavita Hotwani ve ark. (2013), tarafından yapılan ve hibrit cam iyonomerlerin *S. mutans* invitro sayısını azalttığı çalışmalarda da bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da hibrit iyonomerlerin (Riva self cure, Riva light cure, Dyract® XP, Beautiful II, Riva silver) bulunduğu ortamdaki *S. mutans* sayısında azalma görülmüştür.

Hotwani ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada RMCİS'lerin *S. mutans*'lara karşı uzun süre inhibe edici etki gösterdiği gözlenmiştir. RMCİS'in sıvı bileşeni, geleneksel olarak, kısmen düşük bir başlangıç pH'sı sağlayarak antibakteriyel etkiye yardımcı olabilecek HEMA içerir. Simanın ilk karışımı da düşük pH (2,2-3,6) 'dır ve polimerizasyon reaksiyonunun ilerlemesi sırasında nötrlüğe yükselir. Bu erken asitlik, antibakteriyel etkisinde önemli bir rol oynayabilir. Mevcut çalışmalar, *S. mutans* kolonilerinin büyümesinin pH 5,1'de önemli ölçüde azaldığını ve tamamen pH 4,8 veya daha düşük seviyede görüldüğünü göstermektedir (DeSchepper ve ark., 1989a; Vermeersch ve ark., 2005). Buna göre, giomerin sergilediği dikkat çekici güçlü antibakteriyel etki, ilk karıştırma ve polimerizasyon sırasında benzer düşük pH değerine bağlı olabilir. Itota ve ark. (2004), giomerden toplam ve serbest florür salınımının miktarının, kompomer ve rezin kompozitinden daha yüksek olduğunu ve cam dolgu maddesinin cam iyonomer matriksinin derecesinin, rezin bazlı materyallerin florür salma ve şarj etme yetenekleri için önemli bir rol oynadığı sonucuna varmıştır. Bu çalışmada, RMCİS ve giomer arasındaki florür salınımındaki farklılığın bir başka açıklaması, florür salınımının miktarı üzerinde büyük etkisi olabilecek malzemelerin gözenekliliği olabilir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre giomerin daha iyi antibakteriyel etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Klinik olarak değerlendirildiğinde, giomer restorasyonları, restorasyon materyallerinin

mikroyapısına ve ortalama partikül boyutuna atfedilen RMCİS ile karşılaştırıldığında üstün yüzey kalitesi sergilemiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, test materyallerinin, RMCİS ve giomerin, *S. mutans*'lara karşı inhibe edici aktivite gösterdiği sonucuna varılabilir. Bizim çalışmamızda da giomer (beautiful II) ve RMCİS (riva light cure) bulunduğu ortamda bakteriyel kültür yoğunluğunda en yüksek düzeyde azalmalar görülmüştür ve bakteri tutunumu riva light cure'de beautiful II'ye göre daha fazla görülmüştür. Buda giomerin gösterdiği üstün yüzey kalitesi ile açıklanabilir.

Tarasing ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada üç farklı materyal (RMCİS, kompomer, giomer) incelemiştir. Bu materyaller arasındaki antibakteriyel etkideki fark, içlerinde bulunan değişken miktardaki florür, her materyale dahil edilen florürlenmiş camın doğası ve bir cam-iyonomer matris tabakasının cam dolguyu çevrelediği alandan kaynaklanmaktadır. Bu çalışmanın sonucuna RMCİS'ler *S. mutans*'ı inhibe etmede ilk sıradaydı (Tay ve ark., 2001; Xu ve ark., 2000). RMCİS'ler, kompomerlere ve giomerlere kıyasla daha iyi sonuçlar göstermiştir, bu Rao ve ark. (2015), tarafından yapılan çalışma ile uyumludur. Bunun arkasındaki neden, florürün RMCİS'e ateşleme amaçlı dahil edilmesinden dolayı florür iyonlarının matris içine salınımını ilk 24 saatlik periyotta polimerizasyon reaksiyonu sırasında ve ayrıca RMCİS'in sıvı bileşenini içeren HEMA, düşük bir pH sağlayarak antibakteriyel etkiye yardımcı olabilir. Bizim çalışmamızın sonuçlarına göre de florür reşarji sonrası RMCİS'ler *S. mutans* 'ları inhibe etmede giomer ve kompomerden üstündü.

Montanaro ve ark. (2004), çalışma sonuçlarına göre önemli miktarda florür salgıladığı bilinen malzemeler (Randall ve Wilson, 1999), kompomer ve RMCİS'lerin bile bakteri adezyonunda azalma gözlememişlerdir. Özellikle bakteri adezyonu en fazla RMCİS'lerden Fuji IX fast'de gözlenmiştir. Bizim çalışmamızda da bakteri adezyonu en fazla RMCİS olarak kullandığımız Riva light cure'de gözlenmiştir

Carlen ve ark. (2001), çalışmasında biyofilm birikimi ile birlikte düşük pH ortamının varlığının, çalışmadaki RMCİS restorasyonlarının yüzey mikro sertliğinin azalmasına katkıda bulunabileceğini öne sürmüşlerdir. Cam iyonomer, kompozit rezinden daha

fazla protein bağlanmasına ve bakteriyel adezyona izin veren daha pürüzlü ve daha inorganik, pozitif yüklü bir yüzeye sahiptir (Carlen ve ark. 2001). Biyofilm ile etkileşime girdikten sonra iyonomerik materyallerin sertliğinin azaltılması, ağız boşluğunda biyolojik parçalanma sürecini hızlandıracaktır. Düşük pH ve tükürük hidrolazlarının varlığı ayrıca, yüksek florür seviyesine yol açan ve bakteri üremesini azaltan materyallerin çözünmesine katkıda bulunabilir (Wiegand ve ark. 2007). Bizim çalışmamıza göre de cam iyonomer içerikli hibrit restoratif materyallerde biyofilm birikimi kontrol grubu kompozite göre daha fazladır.

CİS'ler florür saldıkları için daha fazla antibakteriyel olarak düşünülürler ancak florür ile yapılan çalışmalar göstermiştir ki, florür mine yüzeyinin yumuşamasını engelleyip plak pH'sını yükseltse de *S. mutans* adezyonunu azaltmamaktadır (Shu ve ark., 2000; Seminario ve ark., 2005). Sonuç olarak, florürün bakterilerin biyosentetik metabolizmasını engellediği bilinmektedir, ancak çürüğün önlenmesindeki bu antibakteriyel etkiler çürük gelişimi ve ilerlemesi sırasında florürün sert doku ile doğrudan etkileşimi ile karşılaştırıldığında genellikle çok az veya önemsiz olarak kabul edilir. Antibakteriyel etkilerin klinik olarak florürün antiçürük etkisine katkıda bulunup bulunmadığına ve restoratiflerden plağa veya tükürüğe sızan florürün bu antibakteriyel etkilerle ilgili olup olmadığına dair çalışmalarda hala bir eksiklik vardır (Wiegand ve ark., 2007).

Çalışmamızda kullandığımız test materyallerinden en yüksek antibakteriyel eğilim gösteren RMCİS riva ligit cure, aynı zamanda biyofilm birikimin en fazla olduğu materyal olarak bulunmuştur. Verilerimiz Auschill ve ark. (2002), antibakteriyel aktivite her zaman bakteriyel adezyonu önleme kabiliyeti göstermez sonucuyla örtüşür.

Çalışmamızda flor reşarjı sonrası giomer ve kompomer de biyofilm miktarında istatistiksel olarak ($p < 0.05$) daha az azalma olmuştur. Wiegand ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada giomer ve kompomerin şarj olma yeteneğinin CİS'lere göre daha az olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızda reşarj sonrası biyofilm miktarındaki daha az azalmayı desteklemiştir.

Florür salan restoratif materyallere bakteri adhezyonunun nedenlerinin tam olarak ortaya koyulabilmesi için farklı etkenlerin bakteri adhezyonuna etkilerini gösteren daha fazla in-vivo ve in-vitro çalışmalara ihtiyaç vardır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Florür salan restoratif materyallere florür reşarj öncesi ve sonrası *S mutans* adezyonunu incelediğimiz tez çalışmamızda;

1. Florür reşarj öncesi biyofilm miktarı ve antibakteriyal etkinlik en fazla rezin modifiye cam iyonomerde gözlenmiştir,
2. Florür reşarj öncesi en az biyofilm miktarı kompozitte gözlenmiştir,
3. Florür reşarj öncesi *S. mutans* sayısı en fazla kompozitte gözlenmiştir,
4. Florür reşarj sonrası biyofilm miktarındaki en fazla azalma gümüşle güçlendirilmiş cam iyonomerde görülmüştür,
5. Florür reşarj sonrası antibakteriyal etkinlik en fazla gümüşle güçlendirilmiş cam iyonomerde gözlenmiştir,
6. Florür reşarj sonrası *S. mutans* hücre sayısı en fazla kompozitte gözlenmiştir.

Florür salan restoratif materyallere bakteri adezyonunun nedenlerini tam olarak ortaya koyabilmek ve tartışabilmek için, materyallerin içerikleri, florürün antibakteriyal etkinliğinin yanı sıra fiziksel ve kimyasal özellikleriyle birlikte diğer etkenlerin de göz önüne alındığı ve farklı bakterilerin kullanıldığı in-vivo ve in-vitro çalışmalara ihtiyaç vardır.

ÖZET

Florür Salan Restoratif Materyallere Bakteri Adezyonu

Bu çalışmanın amacı florür salan restoratif materyaller üzerinde bakteri tutunması ve bu materyallerin antimikrobiyal etkinliğinin değerlendirilmesidir.

Çalışmada kullanılmak üzere beş farklı florür salan restoratif materyal (Riva self-cure, Riva light-cure, Riva silver, Dyract® XP ve Beautifil II) ve bir kontrol grubu kompozit rezin materyali (Grandio) seçilmiştir. Herbir gruptan 8 adet olmak üzere toplamda 48 adet örnek, 4,0 mm genişliğinde ve 2,0 mm derinliğinde hazırlanan silindirik teflon kalıplar kullanılarak hazırlanmıştır. Disk örnekleri bakteri ile test edilmeden önce 121°C'de 15 dakika süresince sterilize edilmiştir. Daha sonra *S. mutans* ATCC 25175 referans suşu kullanılarak bakteri tutulumu belirlenmeye çalışılmıştır.

Florür reşarj öncesi biyofilm miktarı ve antibakteriyal etkinlik en fazla rezin modifiye cam iyonomerde gözlenmiştir. Florür reşarj sonrası biyofilm miktarındaki en fazla azalma ve antibakteriyal etkinlik en fazla gümüşle güçlendirilmiş cam iyonomerde görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: florür, bakteri adezyonu, *S. mutans*, cam iyonomer siman, rezin kompozit

SUMMARY

Bacterial Adhesion to Fluoride Releasing Restorative Materials

The aim of this study was to determine the bacterial attachment on fluoride releasing restorative materials and to evaluate their antimicrobial efficacy.

Five different fluoride releasing restorative materials (Riva self-cure, Riva light-cure, Riva silver, Dyract® XP and Beautifil II) and one control group composite resin material (Grandio) were selected for this study. A total of 48 samples, 8 of which were from each group, were prepared using cylindrical Teflon molds prepared 4.0 mm wide and 2.0 mm deep. The disk samples were sterilized for 15 minutes at 121 ° C before being tested with bacteria. Bacteria uptake was determined by using *S. mutans* ATCC 25175 reference strain.

The amount of biofilm and antibacterial efficacy before fluoride recharge were mostly observed in resin modified glass ionomer. The highest decrease in the amount of biofilm and the antibacterial efficacy after fluoride recharging were mostly observed in silver reinforced glass ionomer.

Keywords: fluoride, bacteria adhesion, *S. mutans*, glass ionomer cement, composite resin

KAYNAKÇA

- ABDUL QUADER SM, SHAMSUL ALAM M, BASHAR AKM, GAFUR A, AL MANSUR MA. (2012). Compressive Strength, Fluoride Release and Recharge of Giomer. *Updat Dent Coll J*, **2**: 28-37.
- AL-BADRY IA, KAMEL FM. (1994). Clinical use of glass ionomer cement: a literature review. *Saudi Dent J*, **6**: 107-116.
- ALEXANDER SA, RIPA LW. (2000). Effects of Self-Applied Topical Floride Preparations in Orthodontic Patients. *Angle Orthod*, **70**: 424-30.
- AMALGOMER. (2003). Kullanım Broşürü. Erişim adresi: (<http://Downloads/AMALGOMER.pdf>). Erişim tarihi: 10.10.2017
- An enzymological profile of the production of lactic acid in caries-association plaque and in Infectious Disease. The Williams &Wilkins Company. Section 4, Chapter 23
- ANDREW PW, MITCHELL TJ. (1997). Preface-The biology of streptococci and enterococci. *J. Appl. Microbiol*, **83**: VIIS-VIIS.
- ARBABZADEH-ZAVAREH F, GİBBS T, MEYERS IA, BOUZARİ M, MORTAZAVİ S, WALSH LJ. (2012). Recharge pattern of contemporary glass ionomer restoratives. *Dent Res J (Isfahan)*, **9**: 139-45.
- ARORA V, BOGRA P. (2002). Giomer – A new hybrid aesthetic restorative material. *J Conserv Dent*, **5(4)**: 149–55.
- ATAOĞLU T, GÜRSEL M. (1997). Periodontoloji. Damla Ofset, Konya.
- ATTAR N, ONEN A. (2002). Fluoride release and uptake characteristics of aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil*, **29**: 791–8.
- ATTAR N, TURGUT MD. (2003). Fluoride release and uptake capacities of fluoride-releasing restorative materials. *Oper Dent*, **28**: 395-402.
- ATTİN T, BUCHALLA W, SIEWERT C, HELLWİG E. (1999). Fluoride release/uptake of polyacid-modified resin composite(compomers) in neutral and acidic buffer solutions. *J Oral Rehabil*, **26**: 388–93.
- AUSCHİLL TM, ARWEİLER NB, BRECX M, REİCH E, MSCULEAN A, NETUSCHİL L. (2002). The effect of dental restorative materials on dental biofilm. *Eur J Oral Sci*; **110(1)**: 48–53.
- AXELSSON P. (2000). Diagnosis and Risk Prediction of Dental Caries. Illinois, USA, AYDIN M. Endodontik Mikrobiyoloji. Branş Yayın Evi, Ankara. Bölüm 13.

- BADER JD, SHUGARS DA, BONİTO AJ. (2001). A systematic review of selected caries prevention and management methods. *Community Dent Oral Epidemiol.* **29**: 399–411.
- BAIG MS, FLEMING GJ. (2015). Conventional glass-ionomer materials: A review of the developments in glass powder, polyacid liquid and the strategies of reinforcement. *Journal of Dentistry*, 43(8), 897-912.
- BALA O. (1998). Poliasit-Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler): Literatür Taraması. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, **1(2)**: 113-118.
- BANAS JA, VİCKERMAN MM. (2003). Glucan-binding proteins of the oralstreptococci. *Crit Rev Oral Biol Med*; **14**: 89—99.
- BANSAL R, BANSAL T. (2015) A comparative evaluation of the amount of fluoride release and re-release after recharging from aesthetic restorative materials: An in vitro Study. *J Clin Diagn Res*, **9**: 11-14.
- BAUMANN F, GECK M, SCHMIDT M, DEUBZER B. (1998). Monodisperse Soluble Organo-polysiloxane Particles, US 5,854,369, Wacker Chemie GmbH. In: Moszner, N., Klapdohr, S. (2004). Nanotechnology for dental composites. *Int. J. Nanotechnology*. **1**: 130-155.
- BAYIRLI G, ŞİRİN Ş. (1985). Restoratif Tedavi. Taş matbaası, İstanbul: 285-290.
- BAYRAK GD, SANDALLI N, SELVİ KUVVETLİ S, TOPCUOĞLU N, KULEKCI G. (2017) Effect of two different polishing systems on fluoride release, surface roughness and bacterial adhesion of newly developed restorative materials. *J Esthet Restor Dent.*, **12, 29(6)**: 424-34.
- BEIGHTON D. (2005). The complex oral microflora of high-risk individuals and groups and its role in the caries process. *Community Dent. Oral Epidemiol.*, **33**: 248-255.
- BENELLİ EM, SERRA MC, RODRİGUES JR AL, CURY JA. (1993). In situ anticariogenic potential of glass ionomer cement. *Caries Res*; **27**: 280–4.
- BERG JH (1998). The continuum of restorative materials in pediatric dentistry--a review for the clinician. *Pediatr Dent.* **20(2)**: 93-100.
- BERNIMOULIN JP. (2003). Recent concepts in plaqueformation. *J. Clin. Periodontol.* **Suppl 5**: 7-9.
- BİLGEHAN H. (2000). Klinik Mikrobiyoloji. Barış Yayınları Fakülteler Kitapevi. İzmir. Bölüm:11.
- BOLAY Ş, GÜRGAN S, KANLI A. (1993). Cam iyonomer simanların kısa süreli florür salınımlarının incelenmesi- in vitro çalışma. *Ege Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, **14**: 134-38.
- BOLLEN CML, PAPAINOANNOU W, VAN ELDERE J, SCHEPERS E, QUIRYENEN M, VAN STREENBERGHE D. (1996). The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and periimplant mucositis. *Clin Oral Implants Res.* **7**: 201-211.

- BONIFÁCIO CC, VAN AMERONGEN WE, MESCHINI TG, RAGGIO DP, BONECKER M (2010). Flowable glass ionomer cement as a liner: improving marginal adaptation of atraumatic restorative treatment restorations. *J Dent Children*. **77(1)**: 12-6.
- BOUILLAGUET S, GAMBA J, FORCHELET J, KREJCI I, WATAHA JC. (2006). Dynamics of composite polymerization mediates the development of cuspal strain. *Dent Mater*. **22**: 896-902.
- BOWDEN GH. (1990). Effects of fluoride on the microbial ecology of dental plaque. *J Dent Res*, **69**: 653-9.
- BRAEM M, FINGER W, VAN DOREN VE, LAMPRECHTS P, VABHERLE G. (1989). Mechanical properties and filler fraction of dental composites. *Dent Mater*, **5**: 346-349.
- BUCHALLA W, ATTIN T, KALB K, HELLWIG E. (1998). Fluoride release and uptake of a new experimental composite in vitro and in situ. *Dtsch Zahnärztl Z*; **53**: 707-12.
- BURGESS O, CAKIR D. (2015). Materials selection for direct posterior restoratives. http://www.ineedce.com/courses/2067/pdf/1108cei_dentsply_restoratives.pdf. Erişim tarihi: 23 Ekim 2015
- BURKE FJ, FLEMING GJ, OWEN FJ, WATSON DJ. (2002). Materials for restorations of primary teeth: 2
- BURNET GW, SCHERP HW. (1968a). The Microbial Flora of the Oral Cavity. In: Oral Microbiology
- BURNET GW, SCHERP HW. (1968b). The Microbiology of Dental caries. In: Oral Microbiology
- BUSSCHER HJ, RINASTITI M, SISWOMIHARDJO W, VAN DER MEI HC. (2010). Biofilm formation on restorative and implant materials. *J Dent Res*; **89**:657-65.
- BUZALAF MA, PESSAN JP, HONORIO HM, TEN CATE JM. (2011). Mechanisms of action of fluoride for caries control. *Monogr Oral Sci*, **22**:97-114.
- CAO DS, HOLLIS RA, HICKEN CB, CHRISTENSEN RP. (1994) Fluoride release from glass ionomers, glass ionomer/resins and composites. *J Dent Res*, **73**: 184-6.
- CARLEN A, NIKDEL K, WENNERBERG A, HOLMBERG K, OLSSON J. (2001). Surface characteristics and in vitro biofilm formation on glass ionomer and composite resin. *Biomaterials*; **22**: 481-7.
- CARLEN A, BÖRJESSON AC, NIKDEL K, OLSSON J. (1998). Composition of pellicles formed in vivo on tooth surfaces in different parts of the dentition and in vitro on hydroxyapatite. *Caries Res*, **32**: 447-455.
- CASTIONI NV, BAEHNI PC, GURNY R. (1998). Current status in oral fluoride pharmacokinetics and implications for the prophylaxis against dental caries. *Eur J Pharm Biopharm*; **45**:101-11.
- CASTRO A, FEIGAL RE. (2002) Microleakage of a new improved glass ionomer restorative material in primary and permanent teeth. *Pediatr Dent*, **24(1)**: 23-8.

- CEHRELİ SB, TİRALİ RE, YALCINKAYA Z, CEHRELİ ZC. (2013) Microleakage of newly developed glass carbomer cement in primary teeth. *Eur J Dent*, **7**: 15-21.
- CENGİZ T, MISIRLIĞİL A, AYDIN M. (2004). Tıp ve diş hekimliğinde genel ve özel mikrobiyoloji. Güneş Kitabevi Ltd. Şti. Ankara.
- CENGİZ T. (1996). Endodonti. 4. Baskı, İzmir, Barış Yayınları, Fakülteler Kitapevi.
- CENGİZ, T. (1990). Endodonti. Barış Yayınları. İzmir.
- CHANDKİ R, KALA M, KUMAR KN, BRİGİT B, BANTHİA P, BANTHİA R. (2012). 'Nanodentistry': Exploring the beauty of miniature. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, **4(2)**: e119.
- CHARLES WW, KELLY RK. (2001). Advances in restorative materials. *Dent. Clin. North. Am*, **45**: 7-27.
- CHEN X, DU M, FAN M, MULDER J, HUYSMANS M, FRENCKEN JE. (2012). Effectiveness of two new types of sealants: retention after 2 years. *Clin Oral Investig*, **16**: 1443-50.
- CHENG L, ZHANG K, WEİR MD, LİU H, ZHOU X, HOCKİN H. (2013). Effects of antibacterial primers with quaternary ammonium and nano-silver on *S. mutans* impregnated in human dentin blocks. *Dent Mater*, **29**: 462-472.
- CLARK WB, WHEELER TT, LANE MD, CISAR JD. (1986). Actinomyces adsorbtion mediated by type-1 fimbriae. *J Dent Res*, **65**: 1166-1168.
- COOLEY RL, SANDOVAL VA, BARNWELL SE. [1988]. Fluoride release and color stability of a flüoride-containing composite resin. *Quintessence Int*, **19(12)**: 899-904.
- CRAIG RG, POWERS JM. (2002). Restorative dental materials. 11th Ed. St. Louis: The C.V. Mosby Co., 231-257.
- CRAIG RG. (1998). Restorative dental materials. Eight Edition, The C.V. Mosby Company, St. Louis.
- CRAIG RG. (2002). Restorative dental materials. 11th edition, Mosby, London, UK.
- CROLL TP, NİCHOLSON JW. (2002). Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatr Dent*, **24**: 423-9.
- CROWLEY CM, DOYLE J, TOWLER MR, HİLL RG, HAMPSHİRE S. (2006). The influence of capsule geometry amd cement formulation on the apparent viscosity of dental cements. *J Dent*, **34**: 566-73.
- CZARNECKA B, LİMANOWSKA-SHAW H, NİCHOLSON JW. (2002). Buffering and ion-release by a glass-ionomer cement under near-neutral and acidic conditions. *Biomaterials*; **m23**: 2783-2788.
- CZARNECKA B, NICHOLSON JW. (2006). Ion release by resin-modified glass-ionomer cements into water and lactic acid solutions. *J. Dent*, **34**: 539-543.

- ÇAPAN BŞ, AKYÜZ S (2016). Current Fluoride-releasing Restorative Materials Used in Pediatric Dentistry. *Clin Exp Health Sci*, **6(3)**: 129-134.
- ÇEHRELİ SB, TİRALİ RE, YALÇINKAYA Z, ÇEHRELİ ZC. (2013). Microleakage of newly developed glass carbomer cement in primary teeth. *Eur J Dent*; **7**:15-21.
- DA SİLVA RC, ZUANON AC, SPOLİDORİO DM, CAMPOS JA. (2007). Antibacterial activity of four glass ionomer used in atraumatic restorative treatment. *J Mater Sci Mater Med.*; **18**:1859-62.
- DAMEN JJ, BUIJS MJ, TEN CATE JM. (1996). Uptake and release of fluoride by saliva-coated glass ionomer cement. *Caries Res*; **30**:454-7.
- DAVIDSON, C.L, MJÖR, A.I. (1999). Glass ionomer cements. Quintessence Publishing Co, Inc, Chicago, Berlin, London, Tokyo, Paris, Barcelona, Sao Paulo, Moscow, Prague and Warsaw
- DAYANGAÇ B. (2000). Kompozit Rezin Restorasyonlar, Güneş Kitabevi Ltd. Şti, Ankara p: **1-20**: 74-84.
- DAYANGAÇ, B. (2011). Kompozit Restorasyonlar. İstanbul: Quintessence Yayıncılık Ltd. Şti., Bölüm 1,2,7.
- DE CARVALHO RM, RETİEF DH, RUSSELL CM. (1992). Enamel, cementum and dentin flüoride uptake from glass ionomer cements. *J Den Res*, **71** Abstract No. 923:631.
- DE MOOR RJ, VERBEECK RM, DE MAEYER EA. (1996). Fluoride release profiles of restorative glass ionomer formulations. *Dent Mater*; **12**: 88-95.
- DEAN JA, AVERY DR, MCDONALD RE. (2011). McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent. Ninth edit. Missouri, Mosby Elsevier Inc, pp, 192-201.
- DECOTEAU C, OGLEDZKİ M, PERRY RD, KUGEL, G. (2012). Translucency of Reisin Modified Glass Ionomer Restoratives: Tampa AADR Abstract #477, March 2012, Tufts University, Boston, MA, USA.
- DEEPA G, SHOBHA TA. (2010). Clinical evaluation of two glass ionomer cements in primary molars using atraumatic restorative treatment technique in India: 1 year follow up. *Int J Paediatr Dent*, **20(6)**: 410-8.
- DELİPERİ S, BARDWELL DN, WEGLEY C, CONGİU MD. (2006). In-vitro evaluation of giomers microleakage after exposure to 33% hydrogen peroxide: Self etch and total-etch adhesives. *Oper Dent*, **31**: 227-232.
- DESCHEPPER EJ, THRASHER MR, THURMOND BA. (1989a). Işıkla sertleşen astarların antibakteriyel etkileri. *Am J Dent*; **2**: 74-6.
- DESCHEPPER EJ, WHITE RR, VANDER LEHR W. (1989b). Antibacterial effects of glass ionomers. *J Am Dent.*; **2(2)**: 51-56.
- DHULL KS, NANDLAL B. (2011). Effect of low-concentration daily topical flüoride application on fluoride release of giomer and compomer: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*; **29**: 39-45

- DIONYSOPOULOS D, KOLINIOTOU-KOUMPIA E, HELVATZOGLOU-ANTONIADES M, KOTSANOS N. (2013). Fluoride release and recharge abilities of contemporary fluoride-containing restorative materials and dental adhesives. *Dent Mater*, **32**: 296-304.
- DIONYSOPOULOSA D. (2014). The effect of fluoride-releasing restorative materials on inhibition of secondary caries formation. *Fluoride*, **47(3)**: 258-65.
- DIAMANTI I, KOLETSI-KOUNARI H, MAMAÏ-HOMATA E, VOUGÏOUKLAKIS G. (2011). In vitro evaluation of fluoride and calcium sodium phosphosilicate toothpastes, on root dentine caries lesions. *J Dent*, **39**:619-628.
- DIONYSOPOULOS P, KOTSANOS N, PATARÏDOU A. (2003). Fluoride release and uptake by four new fluoride releasing restorative materials. *J Oral Rehabil*, **30**: 866-72.
- DUARTE S, KLEÏN MI, AÏRES CP, CURY JA, BOWEN WH, KOO H. (2008). Influences of starch and sucrose on *S. mutans* biofilms. *Oral microbiology and immunology*, **23(3)**: 206-212
- ECKERT AS, DEDE K, EHBRECHT S, KLETTKE T, SPENKUCH A. (2007). Properties of silorane-based dental resins and composites containing a stress-reducing monomer. *Dent Mater*, **8**: 1011-1017.
- EDGAR WM. (1994). Symposium Editor. "Symposium on mechanisms and agents in preventive dentistry." *Advances in Dental Research*. **8(2)**.
- EICK S, GLOCKMANN E, BRANDL B, PFISTER W. (2004). Adherence of *s. mutans* to various restorative materials in a continuous flow system. *J. Oral Rehabil*. **31**: 278-285.
- ERNST CP, MEYER GR, KLOCKER K, WILLERSHAUSEN B. (2004). Determination of polymerization shrinkage stress by means of a photoelastic investigation. *Dent Mater*, **20**: 313-21.
- EVANS R, LO E, DARWELL B. (1993). Determinants of variation in dental caries experience in primary teeth of Hong Kong children aged 6–8 years. *Community Dent Oral Epidemiol*, **21**: 1-3.
- FARRUGIA C, CAMILLERI J. (2015) Antimicrobial properties of conventional restorative filling materials and advances in antimicrobial properties of composite resins and glass ionomer cements-A literature review. *Dent Mater*, **31**: 89-99.
- FEATHERSTONE JDB. (1999) Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol*, **27**: 31-40.
- FEJERSKOV O, CLARKSON BH. (1996) Dynamics of caries lesion formation. In: Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA. Fluoride in dentistry. 2nd edn. Copenhagen: Munksgaard, 187-213.
- FEJERSKOV O, KIDD E. (1989). Dental Caries the Disease and Its Clinical Management. 1st Ed., Oxford: Blackwell Munksgaard, 2000.FERRACANE JL. In Vitro Evaluation of Resin composites. Structure-property relationships, development of assessment criteria. *Trans Acad Dent Mater*, **2**: 6-35.

- FERRACANE JL. (1989). In Vitro Evaluation of Resin composites. Structure-property relationships, development of assessment criteria. *Trans Acad Dent Mater*, **2**: 6-35.
- FERRACANE JL. (1995). Current trends in dental composites. *Crit Rev Oral Biol Med*, **6**: 302-18.
- FERRACANE, J.L. (2001). Materials in dentistry principles and applications. Lippincott Williams and Wilkins, London.
- FERRARI M (1999). Use of glass-ionomers as bondings, linings or bases. In: Davidson CL, Mjör IA, editors. Advances in glass-ionomer cements. Quintessence Pub Co, Chicago, USA, 137-148.
- FORSS H, JOKINEN J, SPETS-HAPPONEN S, SEPPA L, LUOMA H. (1991). Fluoride and mutans streptococci in plaque grown on glass ionomer and composite. *Caries Res*; **25**: 454-8.
- FORSS H, NASE L, SEPPA L. (1995). Fluoride concentration, mutans streptococci and lactobacilli in plaque from old glass ionomer fillings. *Caries Res*; **29**: 50-3.
- FORSS H. (1993). Release of fluoride and other elements from light-cured glass ionomers in neutral and acidic conditions. *J. Dent. Res*, **72**: 1257-1262.
- FORSTEN L. (1990). Short and long term fluoride release from glass ionomers and other fluoride-containing filling materials in vitro. *Scand J Dent Res*, **98**: 179-185
- FRANKENBERGER R, GARCÍA-GODOY F, KRAMER N. (2009). Clinical performance of viscous glass ionomer cement in posterior cavities over two years. *Int J Dent*, 781462 Epub 2010 Feb 22.
- FRIEDL K, HILLER KA, FRIEDL KH. (2001) Clinical performance of a new glass ionomer based restoration system: A retrospective cohort study. *Dental Materials*, **27**, 1031-7.
- FRIEDL KH, SCHMALZ G, HILLER KA, SHAMS M. (1997). Resin-modified glass ionomer cements: fluoride release and influence on *S. mutans* growth. *Eur J Oral Sci*; **105**: 81-5.
- FROST PM. (2002). An audit on the placement and replacement of restorations in a general dental practice. *Prim Dent Care*; **9**:31-6.
- FUCIO SB, CARVALHO FG, CORRER-SOBRINHO L, SINHORETI MAC, PUPPIN-RONTANI RM. (2008). The influence of 30-day-old *S. mutans* biofilm on the surface of esthetic restorative materials--an in vitro study. *J Dent*; **36**: 833-839.
- GAO W, PENG D, SMALES RJ AND YIP KH. (2003). Comparison of atraumatic restorative treatment and conventional restorative procedures in a hospital clinic: evaluation after 30 months. *Quintessence International*, **34**: 31-37.
- GAO W, SMALES RJ, GALE MS. (2000). Fluoride release/uptake from newer glass-ionomer cements used with the ART approach. *Am J Dent*; **13**: 201-4.
- GAO W, SMALES RJ. (2001) Fluoride release/uptake of conventional and resin-modified glass ionomers, and compomers. *J Dent*; **29**: 301-6.

- GECK, M., DEUBZER, B., WEIS, J. (1994). Intramolekular vernetzte Poly (organo-siloxan) partikel. *Angew. Makromol. Chem.*, **223**: 203-216.
- GERMAINE, G.R., HARLANDER, S.K., LEUNG, W.L.S., SCHACHTELE, C.F. (1977). *S. mutans* dextranucrase: functioning of primer dextran and endogenous dextranucrase in water-soluble and water-insoluble glucan synthesis. *Infect.immun.*, **16**: 637-648.
- GHAJARI MF, TORABZADEH H, SAFAVI N, SOHRABI A, ARDAKANI FF. (2014). Fluoride release from three glass ionomers after exposure to sodium fluoride and acidulated phosphate fluoride gels. *Dent Res J (Isfahan)*, **1**: 604-9.
- GOENKAA, S., BALUB, R., KUMARB, T.S.S. (2012). Effects of nanocrystalline calcium deficient hydroxyapatite incorporation in glass ionomer cements. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, **7**: 69–76.
- GONULOL N, OZER S, SEN TUNC E. (2015). Water sorption, solubility, and color stability of giomer restoratives. *J Esthet Restor Dent*, **27**: 300-306.
- GONZALEZ EDE H, YAP AU, HSU SC. (2004). Demineralization inhibition of direct tooth-colored restorative materials. *Oper Dent*; **29**: 578-585.
- GORDAN VV, BLASER PK, WATSON RE, MJÖR IA, MCEDWARD DL, SENSÍ LG, RÍLEY JL 3rd. (2014). A clinical evaluation of a giomer restorative system containing surface prereacted glass ionomer filler: results from a 13-year recall examination. *J Am Dent Assoc*, **145**: 1036-1043.
- GORDAN VV, MONDRAGON E, WATSON RE, GARVAN C, MJÖR IA. (2007). A clinical evaluation of a self-etching primer and a giomer restorative material: results at eight years. *J Am Dent Assoc*, **138**: 621-627
- GORDON VV, MONDRAGON E, WATSON RE, GARVAN C, MJÖR IA. (2007). A clinical evaluation of a self-etching primer and a giomer restorative material: Result at eight years. *J Am Dent Assoc*, **138**: 621-627.
- GORSETA K, GLAVINA D, BORZABADI-FARAHANÍ A, VAN DUINEN RN, SKRINJARIC I, HILL RG, ET AL. (2014). One-Year Clinical Evaluation of a Glass Carbomer Fissure Sealant, a Preliminary Study. *Eur J Prosthodont Restor Dent*, **22**: 67-71.
- GUGGENBERGER R, MAY R, STEFAN KP. (1998). New trends in glass-ionomer chemistry. *Biomaterials*, **19**: 479-483
- GURGAN S, KUTUK ZB, ERGİN E, OZTAS SS, CAKİR FY. (2015). Four-year randomized clinical trial evaluate the clinical performance of a glass ionomer restorative system. *Oper Dent*, **40**: 134-143.
- HADLEY PC, BILLINGTON RW, PEARSON GJ. (1999). Effect of monovalent ions in glass ionomer on their uptake and re-release. *Biomaterials*; **20**:891–7.
- HAMADA S, SLADE HD. (1980) Biology, immunology, and cariogenicity of *S. mutans*. *Microbiol Rev*; **44**: 331-84.

- HAMID A, HUME WR. (1997). Diffusion of resin monomers through human carious dentin in vitro. *Endod. Dent. Traumatol*, **13**: 1–5.
- HAMILTON IR. (1990). Biochemical effects of fluoride on oral bacteria. *J Dent Res*; **69**:660–7.
- HAN L, CV E, LI M, NIWANO K, AB N, OKAMOTO A, ET AL. (2002). Effect of fluoride mouth rinse on fluoride releasing and recharging from aesthetic dental materials. *Dent Mater J*; **21**: 285–95.
- HANADA N, KURAMITSU HK. Isolation and characterization of the *S. mutans* gtfC gene, coding for synthesis of both soluble and insoluble glucans. *Infect Immun*; **56**: 1999-2005.
- HARDIE, J.M., BOWDEN, G.H. (1976). Physiological classification of oral viridans streptococci. *J. Dent. Res.*, **55**: 166-176.
- HAYACİBARA MF, AMBROZANO GM, CURY JA. (2004) Simultaneous release of fluoride and aluminum from dental materials in various immersion media. *Oper Dent*; **29**: 16–22
- HAYACİBARA MF, ROSA OPS, KOO H, TORRES SA, COSTA B, CURY JA. (2003). Effects of fluoride and aluminum from ionomeric materialson *S. mutans* biofilm. *J Dent Res*; **82**: 267–71.
- HOTWANI K, THOSAR N, BALİGA S, BUNDALE S, SHARMA K. (2013). Melez diş rengindeki restoratif materyallerin Streptococcus mutanlara karşı antibakteriyel etkileri: İn vitro analiz. *Konservatif Diş Hekimliği Dergisi*; **16 (4)**: 319-22.
- HOTZ P. R. (2006). “Diş Çürüğünün Önlenmesi”, Operatif Diş Hekimliğinde Gelişmeler Cilt:2, N. H. F. Wilson, J. F. Roulet, M. Fuzzi (Eds.), (Ş. Türkün ve M. Türkün, Çev.) İstanbul: Quintessence Yayıncılık, 19-27.
- HÖRSTED-BİINDSLEV P, LARSEN MJ. (1991). Release of fluoride from light cured lining materials. *Scan J Dent Res*, **99**: 86-88.
- HSE, KM. WEI SH. (1997). Clinical evaluation of compomer in primary teeth: 1-year results. *J Am Dent Assoc*, **128**: 1088-1096.
- HUJOEL, P. (2009). Dietary carbohydrates and dental-systemic diseases. *J. Dent. Res.* **88**: 490-502.
- IKEMURA K, TAY FR, ENDO T, PASHLEY DH. (2008). A review of chemical-approach and ultramorphological studies on the development of fluoride-releasing dental adhesives comprising new pre-reacted glass ionomer (PRG) fillers. *Dent Mater*, **27**: 315-339.
- IMAZATO S. (2003). Antibacterial properties of resin composites and dentin bonding systems. *Dent Mater*; **19**: 449–57.
- IMAZATO, S., CHEN, J.MA, SIZUTANI, N. LI, F. (2012). Antibacterial resin monomers based on quaternary ammonium and their benefits in restorative dentistry. *JDSR.*, doi:10.1016/jjdsr. 02.003

- ITOTA T, CARRICK TE, YOSHIYAMA M, MCCABE JF. (2004). Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dent Mater*, **20**: 789-95.
- IWAMI, Y., HATA, S., TAKAHASHI, N., YAMADA, T. (1988). Difference in amounts between titrable acid and total carboxylic acids produced by oral Streptococci during sugar metabolism. *J. Dent. Res*, **68**: 16-19.
- JAMES PMC, PARFITT GJ. (1954). A clinical note on the use of silver nitrate in the prevention of fissure caries in newly erupted first permanent molars. *Br Dent J*, **96**, 35
- JAYARAMAN, G.C., PENDERS, J.E., BURNE, R.A. (1997). Transcriptional analysis of the Streptococcus mutans hrcA, grpE and dnaK genes and regulation of expression in response to heat shock and environmental acidification. *Mol. Microbio.*, **25**: 329.
- JENKINSON, H.F., LAMONT, R.J. (1997). Streptococcal adhesion and colonization. *Crit Rev Oral Biol Med.*, **8**: 175-200.
- JYOTHÍ K, ANNAPURNA S, KUMAR AS, VENUGOPAL P, JAYASHANKARA C. (2011). Clinical evaluation of giomer- and resin-modified glass ionomer cement in class V noncarious cervical lesions: An in vivo study. *J Conserv Dent*, **14**: 409-413.
- KAN KC, MESSER LB, MESSER HH. (1997). Variability in cytotoxicity and fluoride release of resin-modified glass-ionomer cements. *J. Dent. Res*, **76**: 1502–1507.
- KANIK Ö, TÜRKÜN S. (2016). Restoratif Cam İyonomer Simanlarda Güncel Yaklaşımlar. *EÜ Diş Hek Fak Derg*, **37(2)** 54-65.
- KARADAĞ S. (2015). Cam iyonomer simanlar ve endodontide kullanımı. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, **22(3)**: 189-193.
- KARLSBEEK H, VERRIPS GHW. (1990). Dental caries prevalence and the use of fluorides in different European countries. *J Dent Res*, **69**: 728-732.
- KAWABATA S, HAMADA S. (1999). Studying biofilm formation of mutansstreptococci. *Methods Enzymol*; **310**: 513-23.
- KAWAI, K., URANO, M. (2001). Adherence of plaque components to different restorative materials. *Operative Dent*. **26**: 396-400.
- KAYA T, TİRALİ ER. (2013). Advances in glass ionomer cements. *J Dent Fac Atatürk Üniv*, **7**: 71-77.
- KHATRİ CA, STANSBURY JW, SCHULTHEİSZ CR, ANTONUCCİ JM. (2003). Synthesis, characterization and evaluation of urethane derivatives of Bis-GMA. *Dent Mater*, **19**: 584-8.
- KHOROUSHI M, KESHANI F. (2013). A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dent Res J (Isfahan)*, **10(4)**: 411–420.
- KIDD EAM. (2005) Essentials of Dental Caries. 3rd Ed., New York, USA: Oxford.
- KLEİN U, KANELLİS MJ, DRAKE D. (1999). Effects of four anticaries agents on lesion depth progression in an in vitro caries model. *Pediatr Dent*, **21**: 176-180.

- KOENRAADSA H, VAN DER KROONA G, FRENCKEN JE. (2009). Compressive strength of two newly developed glass-ionomer materials for use with the Atraumatic Restorative Treatment (ART) approach in class II cavities. *Dent Mater*, **25**: 551-6.
- KOGA T, OKAHASHI N, TAKAHASHI I, KANAMOTO T, ASAKAWA H, IWAKIMI. (1990). Surface hydrophobicity, adherence, and aggregation of cell surface protein antigen mutants of *S. mutans* serotype c. *Infect Immun*; **58**: 289—96.
- KOLENBRANDER PE. (2000). Oral microbial communities: Biofilms, interactions, and genetic Systems. *Annu Rev Microbiol* **54**: 413-437
- KONIG KG. (1993). Role of fluoride toothpastes in a caries-preventive strategy. *Caries Res*, **27(suppl 1)**: 23-28
- KONRADSSON, K., CLAESSEON, R., VAN DIJKEN, J. W. V. (2006). Mutans streptococci and lactobacilli in plaque on a leucite-reinforced dental ceramic and on a calcium aluminate cement. *Clinical Oral Investigations*. **10**: 175-180.
- KORAY F. (1981). Diş Çürükleri. İstanbul: Altın Matbaacılık.
- KÖKAT, M. (2004). Farklı protetik materyaller üzerinde oluşan başlangıç bakteriyel plak yapısının kalitatif ve kantitatif olarak incelenmesi. HÜ Doktora Tezi, Ankara.
- KÖROĞLU A, EKREN O, KURTOĞLU C. (2012) Geleneksel ve adeziv dental simanlar hakkında bir derleme çalışması. *Ataturk Univ Diş Hek Fak Derg*, **22**: 205-16.
- KRAMER N, GARCIA-GODOY F, REINELT C, FRANKENBERGER R. (2006). Clinical performance of posterior compomer restorations over 4 years. *Am J Dent*. **19**: 61-66.
- KUMAR T, BHARGAVA K, SANAP A, AGGARWAL S. (2015). Advances in Reinforced Restorations: A Review. *International Journal of Dental Health Concerns*. 1: 1-5.
- LAM A, CHU CH. (2011). Caries management with fluoride varnish of children in U.S. *N Y State Dent J*, **77**:38-42.
- LEA SC, LANDINI G, WALMSLEY AD. (2004). A novel method for the evaluation of powered toothbrush oscillation characteristics. *Am J Dent*; **17**:307-309.
- LEINFELDER, K.F. (1985). Composite resins. *Dent. Clin. North Am*. **29**: 359-371.
- LEWINSTEIN I, MATALON S, SLUTZKEY S, WEISS EI. (2005) Antibacterial properties of aged dental cements evaluated by direct-contact and agar diffusion tests. *Journal of Prosthetic Dentistry*; **93(4)**: 364–71.
- LILJEMARK, W.F., BLOOMQUIST, C. (1996). Human oral microbial ecology and dental caries and periodontal diseases. *Crit Rev Oral Biol Med*. **7**: 180-198.
- LOESCHE, W.J. (1986). Role of streptococcus mutans in human dental decay, *Microbiol. Rev.*, **50**:353-380.
- LOHBAUER U. (2010). Dental glass ionomer cements a permanent filling materials? Properties, limitations and future trends. *Materials*, **3**: 76-96.

- MAH T-F, O'TOOLE GA. (2001). Mechanisms of biofilm resistance to antimicrobial agents. *Trends in Microbiol*; **9**: 34–39.
- MALTZ M, EMILSON CG. (1982). Susceptibility of oral bacteria to various fluoride salts. *J Dent Res*; **61**: 786–90.
- MARSH, P.D, MARTIN, M.V. (2000). Oral Microbiology. 4th Edition, Reed Educational and Professional Publishing Ltd. Oxford. Chapter 3, 6.
- MARSH, P.D. (2010). Microbiology of dental plaque biofilms and their role in oral health and caries. *Dent. Clin. North. Am.* **54**: 441-454.
- MARSH, P.D., BRADSHAW, D.J. (1995). Dental plaque as a biofilm. *J. Industrial Microbiol.*, **15**: 169–175.
- MARTI Ö, GÖRGÜLÜ AS, ALTUN C. (2012). Diş çürüğüne karşı koruyucu flor uygulamaları. *Smyrna Tıp Dergisi*, 82.
- MC CABE, J.F., WALLS, A.W.G. (2000). Applied dental materials. 8th Ed. Oxford, England: Blackwell Scientific Pub., 87-178.
- MC LEAN, J.W., WILSON, A.D. (1977). The clinical development of the glass ionomer cements 1. formulations and properties. *Aust. Dent. J.* **22**: 31-36.
- MENNE-HAPP U, ILLIE N. (2013). Effect of gloss and heat on the mechanical behaviour of a glass carbomer cement. *J Dent*; **41**: 223-30.
- MEŞE A, BURROW MF, TYAS MJ. (2008). Sorption and solubility of luting cements in different solutions. *Dent Mater J*; **27**: 702-709.
- MILNES, A.R., BOWDEN, G.H. (1985). The microflora associated with developing lesions of nursing caries. *Caries Res.*, **19**: 289-97.
- MITRA SB. (1991). Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass-ionomer liner/base. *J. Dent. Res*, **70**: 72–74. Microbiology and Infectious Disease. The Williams & Wilkins Company. Section 4, Chapter.
- MITRA, S.B., WU, D., HOLMES, B.N. (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J. Am. Dent. Assoc.* **134**: 1382-1390.
- MÍTRA SB, LEE CY, BUI HT, TANTBİROJN D, RUSİN RP. (2009). Long-term adhesion and mechanism of bonding of a paste-liquid resin-modified glass-ionomer. *Dent Mater*; **25**:459-466.
- MOLINA GF, CABRAL RJ, MAZZOLA I, LASCANO LB, FRENCKEN JE. (2013). Mechanical performance of encapsulated restorative glass-ionomer cements for use with Atraumatic Restorative Treatment (ART). *J Appl Oral Sci.* **21**: 243-249.
- MOMOÍ Y, MC CABE JF. (1993). Fluoride release from light activated glass ionomer restorative cements. *Dent Mater*; **9**: 151-154.

- MONTANARO, L., CAMPOCCIA, D., RIZZI, S., DONATI, M. E., BRESCHI, L., PRATI, C., & ARCIOLOLA, C. R. (2004). Evaluation of bacterial adhesion of *S. mutans* on dental restorative materials. *Biomaterials*, **25**(18).
- MOREAU JL, XU HH. (2010). Fluoride releasing restorative materials: Effects of pH on mechanical properties and ion release. *Dent Mater*; **26**: 227–35
- MORENO EC. (1993). Role of Ca-P-F in caries prevention: chemical aspects. *Int Dent J*, **43**:71-80.
- MOTISUKI C, MONTI LL, SPOLIDORIO DMP, SANTOS-PINTO L. (2005). Influence of sample type and collection method on *S. mutans* and Lactobacillus counts in the oral cavity. *Arch Oral Biol*, **50**: 341-345.
- MOUNT GJ. (2002). An atlas of glass-ionomer cements. A clinician's guide. Third edition, Martin Dunitz Ltd, UK.
- MOURA JS, LIMA EMCX, PAES LEME AF, DEL BEL CURY AA, TABCHOURY CPM, CURY JA. (2004). Effect of luting cement on dental biofilm composition and secondary caries around metallic restorations in situ. *Oper Dent*; **29**: 509–14.
- MOUSAVINASAB SM, MEYERS I. (2009). Fluoride release by glass ionomer cements, compomer and giomer. *Dent Res J (Isfahan)*, **6**: 75-81.
- MUNGARA J, PHILIP J, JOSEPH E, RAJENDRAN S, ELANGOVAN A, SELVARAJU G. (2013). Comparative evaluation of fluoride release and recharge of pre-reacted glass ionomer composite and nano-ionomeric glass ionomer with Daily fluoride exposure: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, **31**: 234-9.
- NAGARAJ A, UPADHYA P, KISHORE G. (2005). Glass Ionomer Cement – The Different Generations. *Trends Biomater Artif Organs*, **18**: 158-65.
- NAKAJO K, IMAZATO S, TAKAHASHI Y, KIBA W, EBISU S, TAKAHASHI N. (2009). Fluoride released from glass-ionomer cement is responsible to inhibit the acid production of caries-related oral streptococci. *Dent Mater*; **25**:703-708.
- NAOUM, S., ELLAKWA, A., MARTIN, F., & SWAIN, M. (2011). Fluoride release, recharge and mechanical property stability of various fluoride-containing resin composites. *Operative Dentistry*, **36**(4): 422-432.
- NEELAKANTAN P, JOHN S, ANAND S, SURESHBABU N, SUBBARAO C. (2011). Fluoride Release From a New Glass-ionomer Cement. *Operative Dentistry*, **36-1**: 80-85.
- NEWBRUN E. (2001). Topical fluorides in caries prevention and management: a North American perspective. *J Dent Educ*, **65**: 1078-1083.
- NEWBRUN, E. (1989a). Cariology. Quintessence Publishing Co, Inc, USA. p: 1-30.
- NEWBRUN, E. (1989b). Dental research: problems, progress, and prognosis. *J. Dent. Res.*, **68**: 1377-1378.
- NEWBURN, E. CARIOLOGY. (1989). 3rd Ed. Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc.

- NGOC PHUONG THANH CHAUA, SANTOSH PANDIT, JIAN-NA CAIMIN-HO LEE, JAE-GYU JEON. (2015). Relationship between fluoride release rate and anti-cariogenic biofilm activity of glass ionomer cements. *Dent. Mater.*; e100-e108
- NICHOLSON JW. (2010). Review: Glass ionomer dental cements: update. *Mater Tech*, **25**: 8-13.
- NICHOLSON JW. (2007). Polyacid-modified composite resins ("compomers") and their use in clinical dentistry. *Dent Mater*, **23**: 615-22.
- NICHOLSON JW. (2014). Fluoride-Releasing Dental Restorative Materials: An Update. *Balk J Dent Med*, **18**: 60-9
- O'BRIEN W.J. (2002b). Abrasion, Polishing and Bleaching. In *Dental Materials and Their Selection*. 3th edition. Canada: Quintessence Publishing Co, Inc, Chapter 10.
- OKUYAMA K, MURATA Y, PEREIRA PN, MIQUEZ PA, KOMATSU H, SANO H. (2006). Fluoride release and uptake by various dental materials after fluoride application. *Am J Dent*, **19**: 123-127.
- ONO M, NIKAIIDO T, IKEDA M, IMAI S, HANADA N, TAGAMI J, MATIN K. (2007). Properties of resin composite materials relative to biofilm formation. *Dental Materials Journal*; **26(5)**: 613-622.
- PALENİK CJ, BEHNEN MJ, SETCOS JC, MILLER CH. (1992). Inhibition of microbial adherence and growth by various glass ionomers in vitro. *Dent Mater*; **8**:16–20.
- PALMER G, ANSTICE HM, PEARSON GJ. (1999). The effect of curing regime on the release of hydroxethyl methacrylate (HEMA) from resin-modified glass-ionomer cements. *J. Dent*, **27**: 303–311.
- PAMEIJER CH. (2012). Crown retention with three resin-modified glass ionomer luting cements. *J. Am. Dent. Assoc*, **143**: 1218–1222.
- PEREIRA CA, ESKELSON E, CAVALLI V, LIPORONI PCS, JORGE AOC, DO REGO MA. (2011a). *S. mutans* biofilm adhesion on composite resin surfaces after different finishing and polishing techniques. *Oper Dent*. **36**:3,311-317.
- PETERSSON LG. (1993). Fluoride mouthrinses and fluoride varnishes. *Caries Res*, **27 (supple1)**: 35-42.
- PEUTZ FELDT A. (1997). Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci*, **105**: 97-116.
- POORTINGA AT, BOS R, BUSSCHER HJ. (2001a). Electrostatic interactions in the adhesion of an ion-penetrable and ion-impenetrable bacterial strain to glass. *Colloids Surf B Biointerfaces*; **20**: 105-117.
- POORTINGA AT, SMIT J, van der Mei HC, BUSSCHER HJ. (2001b). Electric field induced desorption of bacteria from a conditioning film coated substratum. *Biotechnol Bioeng*; **76**: 295-399.

- PRESTON AJ, AGALAMANYI EA, HIGHAM SM, MAIR LH. (2003) The recharge of esthetic dental restorative materials with fluoride in vitro-two years results. *Dent Mater*; **19**: 32-7.
- PRESTON AJ, HIGHAM SM, AGALAMANYI EA, MAIR LH. (1999). Fluoride recharge of aesthetic dental materials. *J Oral Rehabil*; **26**: 936-40
- QUIRYNEN, M., MARECHAL, M., BUSSCHER, H.J., WEERKAMP, A.H., DARIUS, P.L., VAN STEENBERGHE, D. (1990). The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation. An in vivo study in man. *J Clin Periodontol*. **17**:138-144.
- QUIRYNEN M, BOLLEN CML. (1995). The influence of surface roughness and surface-free energy on supra-and subgingival plaque formation in man. *J Clin Periodontol*; **22**: 1-14.
- RAMAKRISHNA RAJU P, SRI REKHA A, KRISHNA CHAITANYA P, SAI PRASHANTH P, SURENDRANATH G. (2014). In vitro evaluation of antimicrobial properties of selfetching dental adhesive systems. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*.; **8(7)**:1-5.
- RANDALL RC, WILSON NH. (1999). Glass ionomer restoratives: a systematic review of secondary caries treatment effect. *J Dent Res*; **78**:628-37.
- RAO A, RAO A, SUDHA P. (2011). Fluoride rechargability of a non-resin auto-cured glass ionomer cement from a fluoridated dentifrice: an in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, **29**: 202-4.
- RAO BSR, REDDY MGK, SHANMURGARAJ M, BALAMURGAN K, SHANKAR S, MATIN P. (2015) Florür salınımı ve beş diş restoratifinin gargaralardan ve diş temizleyicilerinden alınması. *Inter Ağız Sağlığı J.*; **7 (1)**: 1-5.
- RAWLS, K.J., ESQUIVEL-UPSHAW, J. (2003). Restorative resins.in: Phillips' Science of Dental Materials 11th Ed. ed: ANUSAVICE, KJ., St. Louis: W.B. Saunders, p: 399- 437.
- ROBERSON TM, HEYMANN OH, SWIFT EJ. STURDEVANT'S. (2010). Art and Science of Operative Dentistry, Gürkan S, Yalcin Cakir F, 3. Bölüm: Karyoloji: Lezyon, Etiyoloji, Önleme ve Kontrol (Cariology: The Lesion, Etiology, Prevention and Control), Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, p. 67- 134.
- RØLLA G., EKSTRAND J. (1996). Fluoride in oral fluids and dental plaque, Fluoride in dentistry, Munksgaard, Copenhagen, pp. 215-229.
- ROSE, R.K., DIBDIN, G.H., SHELLIS, R.P. (1993). A quantitative study of calcium binding and aggregation in selected oral bacteria. *J Dent Res*. **72**: 78-84.
- ROTHWELL M, ANSTICE HM, PEARSON GJ. (1998). The fluoride uptake and release of fluoride by ion-leaching cements after exposure to toothpaste. *J Dent*, **26**: 591-7.
- RUYTER IE, OYSAED H. (1987). Composites for use in posterior teeth: composition and conversion. *J Biomed Mater Res*, **21**: 11-23.

- SAMARANYAKE, L. (2007). Essential Microbiology for Dentistry. China: Churchill Livingstone Elsevier, Bölüm:11
- SATOU, J., FUKUNAGA, A., MORIKAWA, N., MATSUMAE, N., SATOU, N., SHINTANI, H. (1997). Streptococcal adherence to uncoated and saliva-coated restoratives. *J. Oral. Rehabil.* **24**: 80-83.
- SBORDONE L, BORTOLAIA C. (2003) Oral microbial biofilms and plaque-related diseases: microbial communities and their role in the shift from oral health to disease. *Clin Oral Investig*; **7**: 181-188.
- SCHILLING, K.M., BOWEN, W.H. (1992). Glucans synthesized in situ in experimental salivary pellicle function as specific binding sites for *S. mutans*. *Infect Immun.* **60**: 284-295.
- SCHOLTANUS JD, HUYSMANS MCDNJM (2007). Clinical failure of Class-II restorations of a highly viscous glass-ionomer material over a 6-year period: A retrospective study. *J Dent*, **35**: 156-162.
- SELİMOVIĆ-DRAGAŠ M, HASIĆ-BRANKOVIĆ L, KORAC F, ĐAPO N, HUSEİNBEGOVIĆ A, KOBASLIJA S, LEKIĆ M, et al. (2013). In vitro fluoride release from a different kind of conventional and resin modified glass-ionomer cements. *Bosn J BasicMed Sci*, **13**: 197-202.
- SELTZER S. (1942). Effective duration of some agents used for dentin sterilization. *J Dent Res*, **21**: 115-123.
- SELWITZ RH, ISMAILAI, PİTTTS NB. (2007). Dental caries. *Lancet*, **369(9555)**: 51–59.
- SEMİNARİO, A., BROUKAL, Z., IVANCAKOVA, R. (2005). Mutans streptococci and the development of dental plaque. *Praque Med Rep.* **106**: 349-358.
- SENGUL F, GURBUZ T. (2015). Clinical evaluation of restorative materials in primary teeth class II lesions. *J Clin Pediatr Dent*, **39**: 315-321.
- SEPPÄ L, FORSS H, ØGAARD B. (1993) The effect of fluoride application on fluoride release and the antibacterial action of glass ionomers. *J Dent Res*; **72**:1310–4.
- SEPPÄ L, KORHONEN A, NUUTINEN A. (1995). Inhibitory effect on *S. mutans* by fluoride-treated conventional and resin-reinforced glass ionomer cements. *Eur J Oral Sci*; **103**:182–5
- SHASHİBHUSHAN KK, BASAPPA N, SUBBA REDDY VV. (2008). Mutant streptokok suşlarında üç flüoridin antibakteriyel aktivitesi ile çinko salgılayan ticari cam iyonomer simanlarının karşılaştırılması: bir in vitro çalışma. *J Hint Soc Pedod Önceki Dent*; **26 (Ek 2)**: S56-S61.
- SHILLINGBURG, H.T., HOBBO, S., WHITSETT, L.D. (1997). Fundamentals of Fixed Prosthodontics. 9th edd Quintessence Publishing Co, Chicago
- SHİRANİ F, HAVAEİ A, MALEKİPOUR M, SHARAFİ M. (2008). Dört renkli diş restoratif malzemenin yüzey antibakteriyel özellikleri. *Diş Hekimliği Dergisi, Tahran Tıp Bilimleri Üniversitesi*; **5(1)**: 1-6.

- SHU M, WONGA L, MILLERB JH, SISSONSA CH. (2000). Development of multi-species consortia biofilms of oral bacteria as an enamel and root caries model system. *Archives of Oral Biology*. **45**: 27–40.
- SIDHU SK, SHARANBIR K, JOHN W, NICHOLSON JW. (2016). A review of glass-ionomer cements for clinical dentistry. *Journal of Functional Biomaterials*, **7(3)**: 16.
- SINGH TRM, SURESH P, SANDHYARANI J, SRAVANTHI J. (2011). Glass ionomer cements in dentistry: A review. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, **1**: 26-30.
- SĪDHU SK. (2011). Glass-ionomer cement restorative materials: a sticky subject. *Aust Dent J*, **56 Suppl 1**: 23-30.
- SMALES RJ, WONG KC. (1999). Two-year clinical performance of a resin-modified glass ionomer sealant. *Am J Dent*, **12**: 62–64.
- SNEATH PHA, MAIR NS, SHARPE ME, HOLT JG. (1986). Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Williams&Wilkins, U.S.A., Volume **2**: 1043-1223.
- STAMM JW. (1993). The value of dentifrices and mouthrinses in caries prevention. *Int Dent J*, **43**: 517-527.
- STEINBERG D, BEERMAN D., BOWEN WH. (1992). The effect of delmopinol on glucosyltransferase adsorbed on to saliva-coated hydroxyapatite. *Archs oral Biol*. **37**: 33-38.
- STEPANOVIĆ S, ĆIRKOVIĆ I, RANIN L, SLVABIĆ-VLAHOVIĆ M. (2004). Biofilm formation by Salmonella spp.and Listeria monocytogenes on plastic surface. *Letters in Applied Microbiology*, **38(5)**: 428-432.
- STURDEVANT CM, ROBERSON TM, HEYMANN HO, STURDEVANT JR. (1995). The art and science of operative dentistry. 3rd Ed. St. Louis: Mosby-Year Book Inc., 252-263.
- SUH BI, FENG L, WANG Y, CRIPE C, CINCIONE F, RJIK W. (1999). The effect of the pulse-delay cure technique on residual strain in composites. *Compend Contin Educ Dent*. **20**: 4-12.
- SUNICO MC, SHINKAI K, KATOH Y. (2005). Two-year clinical performance of occlusal and cervical giomer restorations. *Oper Dent*, **30**: 282-289.
- SUZANA BP. FÚCIO, ANDRÉIA B, DE PAULA, JANAÍNA C, O. SARDÍ, CRISTIANE DUQUE, LOURENÇO CORRER-SOBRINHO, REGINA M, PUPPIN-RONTANI. (2016). *S. Mutans* Biofilm Influences on the Antimicrobial Properties of Glass Ionomer Cements. *Brazilian Dental Journal*; **27(6)**: 681-687.
- SVANBERG M, KRASSE B, ORNERFELDT HO. (1990b) Mutans streptococci in interproximal plaque from amalgam and glass ionomer restorations. *Caries Res*; **24**:133–6.
- SVANBERG M, MJOR IA, ORSTAVIK D. (1990a). Mutans streptococci in plaque from margins of amalgam, composite, and glass-ionomer restorations. *J Dent Res*; **69**:861–4.

- ŞAH N, PANDEY RM, DUGGAL R, MATHUR BAŞKAN YARDIMCISI, PARKASH H, PAZAR KR. (2007) Hindistan'da Ağız Sağlığı. Çok Merkezli Bir Çalışma Raporu. Sağlık Hizmetleri Genel Müdürü, Sağlık ve Aile Refahı Bakanlığı, Hindistan Hükümeti ve DSÖ işbirliği programı. Aralık. Erişim : http://www.whoindia.org/tr/section20/Bölüm_30_1525.htm . 26 Eylül 2015 tarihinde erişilmiştir.
- ŞAHİN, N. (2003). Vital ağartma ajanlarının farklı porselenler üzerine etkileri; yüzey sertliği, pürüzlülüğü, renk değişikliği ve oral bakteri tutunumunun in vitro olarak incelenmesi. HÜ Doktora Tezi, Ankara.
- TAL E, KUPIETZKY A, FUKS AB, TICKOTSKY N, MOSKOVITZ M. (2017). Clinical Performance of Heat-Cured High-Viscosity Glass Ionomer Class II Restorations in Primary Molars: A Preliminary Study. *J Clin Pediatr Dent.*,**41(4)**: 264-270.
- TANAKA, H., TAMURA, M., KIKUCKI, K., KUWATA, F., HIRANO, Y., HAYASHI, K. (1993). An enzymological profile of the production of lactic acid in caries-association plaque formed on sound surfaces of deciduous teeth. *Caries Res*, **27**: 130-134.
- TANUMIHARJA M, BURROW MF, CIMMINO A, TYAS MJ. (2001). The evaluation of four conditioners for glass ionomer cements using fieldemission scanning electron microscopy. *J Dent*, **29**: 131-8.
- TARASİNGH P, SHARADA REDDY J, SUHASİNİ K, HEMACHANDRIKA I. (2015). Comparative Evaluation of Antimicrobial Efficacy of Resin-Modified Glass Ionomers, Compomers and Giomers – An *Invitro* Study. *J Clin Diagn Res*, **9**: 85-87.
- TATEVOSSİAN A. (1990). Fluoride in dental plaque and its effects. *J Dent Res*; **69**: 645–52.
- TAY FR, PASHLEY EL, HUANG C, SANO H, HASHİMOTO M. (2001) Reçine esaslı restoratif materyallerde cam-iyonomer fazı. *J Dent Res.*; **80 (9)**: 1808-12.
- TEN CATE J.M, J.D.M. FEATHERSTONE J.D.M. (1996). Physicochemical aspects of fluoride–enamel interactions Fluoride in dentistry, Munksgaard, Copenhagen, pp. 252-272
- TIWARI S, KENCHAPPA M, BHAYYA D, GUPTA S, SAXENA S, SATYARTH S, SINGH A, GUPTA M. (2016). Antibacterial Activity and Floride Release of Glass-Ionomer Cement, Compomer and Zirconia Reinforced Glass-Ionomer Cement. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, **10(4)**: 90-93.
- TJANDRAWİNATA R, IRİE M, SUZUKİ K. (2004). Marginal gap formation and flüoride release of resin-modified glass-ionomer cement: effect of silanized spherical silica filler addition. *Dent Mater J*, **23**: 305-13.
- TORABZADEH H, GHASEMI A, SHAKERI S, BAGHBAN AA, RAZMAVAR S. (2011). Effect of powder/liquid ratio of glass ionomer cements on flexural and shear bond strengths to dentin. *Braz J Oral Sci*, **10**: 204-207.
- TOUMBA KJ, CURZON MEJ. (1993). Slow-release flüoride. *Caries Res*, **27 (suppl 1)**: 43-46.
- TURKUN LS, KANİK O. (2015). Clinical evaluation of reinforced glass-ionomer systems after 6 years. 47th CED-IADR Meeting Belek, Antalya, Oral Presentation #016.

- TYAS MJ. (2003). Milestones in adhesion: glass-ionomer cements. *J Adhes Dent*, **5**: 259-66.
- UPADHYAY S, RAO A, SHENOY R. (2013). Comparison of the amount of fluoride release from nanofilled resin modified glass ionomer, conventional and resin modified glass ionomer cements. *J Dent (Tehran)*, **10**: 134-40.
- UYSAL T, YAGCI A, UYSAL B, AKDOGAN G. (2010). Are nano-composites and nano-ionomers suitable for orthodontic bracket bonding? *Eur J Orthod*, **32**: 78- 82.
- UYSAL T, YAGCI A, UYSAL B, AKDOGAN G. (2009). Are nano-composites and nanoionomers suitable for orthodontic bracket bonding? *The European Journal of Orthodontics*, **32(1)**: 78-82.
- VAN AMERONGEN. (1996) WE Dental cam iyonomer restorasyonları altında diş çürüğü. *J Halk Sağlığı Dent*. 563 Spec No 150-154 tartışması 161-163.
- VAN DİJKEN JW, KALFAS S, LİTRA V, OLİVEBY A. (1997). Fluoride and mutans streptococci levels in plaque on aged restorations of resin-modified glass ionomer cement, compomer and resin composite. *Caries Res*; **31**:379–83.
- VAN DİJKEN JW, PERSSON S, SJOSTROM S. (1991). Presence of *S. mutans* and lactobacilli in saliva and on enamel, glass ionomer cement, and composite resin surfaces. *Scand J Dent Res*; **99**:13–9.
- VAN HOUTE J, RUSSO J, PROSTAK KS. (1989). Increased Ph lowering ability of *S. mutans* cell masses associated with extracellular glucan-rich matrix material and the mechanisms involved. *J Dent Res*; **68**: 451-459.
- VAN HOUTE, J., LOPMAN, J., KENT, R. (1994). The predominant cultivable flora of sound and carious human root surfaces. *J. Dent. Res.*, **73**: 1727-34.
- VAN LOVEREN C. (1990). The antimicrobial action of fluoride and its role in caries inhibition. *J Dent Res*; **69**: 676–81 [spec.no.].
- VAN LOVEREN C. (2001). Antimicrobial activity of fluoride and its in vivo importance: identification of research questions. *Caries Res*; **35(Suppl. 1)**: 65–70.
- VERMEERSCH G, LELOUP G, DELME M, VREVEN J. (2005) Cam-iyonomer simanları, kompomere ve reçineli kompozitlerin antibakteriyel aktivitesi: Asitlik ve malzeme ayarlama aşaması arasındaki ilişki. *J Oral Rehabilitasyon*; **32**: 368-74.
- WEERHEIJM KL, DE SOET JJ, VAN AMERONGEN WE, GRAAFF J. (1993). Cam-iyonomer simanınin cürüflü dentine etkisi: İn vivo bir çalışma *Caries Res*; **27**: 417-23.
- WEERKAMP AH, UYEN HM, BUSSCHER HJ. Effect of zeta potential and surface energy on bacterial adhesion to uncoated and saliva-coated human enamel and dentin. *J Dent Res*; **67**: 1483-1487.
- WEINMANN, W., SOGLOWEK, W., AND BISSINGER, P. (2000). Polymerizable and/or Settable Dental Material, e.g. Filling Material or Cement Contains Organopolysiloxane Particles to Allow High Overall Filler Content and Give Low Shrinkage on Polymerization, DE 199 04 816 A1, Espe Dental AG.

- WERNECK RI, MIRA MT, TREVILATTO PC. (2010). A critical review: an overview of genetic influence on dental caries. *Oral Dis*, **16**(7): 613-623.
- WHILEY RA, BEIGHTON D. (1998). Current classification of the oral streptococci. *Oral Microbiol. Immunol.*, **13**: 195-216.
- WIEGAND A, BUCHALLA W, ATTIN T. (2007). Review on fluoride-releasing restorative materials-fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dental Materials*, **23**(3): 343-362.
- WILLEMS G, LAMBRECHTS P, BRAEM M, VANHERLE G. (1993). Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int.* **24**: 641-657.
- WILSON AD, KENT BE. (1972). The glass ionomer cement: A new translucent cement for dentistry. *Br. Dent. J.* **132**: 133-135.
- WIEGAND A, BUCHALLA W, ATTIN T. (2007). Review on fluoride-releasing restorative materials – fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dental Materials*; **23**: 343–62.
- WILSON AD, KENT BE, CLINTON D, MILLER RP. (1972). The formation and microstructure of dental silicate cements. *J Mater Sci*, **7**: 220-238.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2004). Fluorides and oral health, WHO Technical Report series. No:846. Switzerland.
- XIE D, BRANTLEY WA, CULBERTSON BM, WANG G. (2000). Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater.* **16**: 129-138.
- XU HH, EICHMILLER FC, ANTONUCCI JM, IVES LK. (2000) Seramik bıyık ve ön kűrlenmiř cam iyonomer partikűlleri içeren dental reine kompozitler. *Dent Mater.*; **16** (5): 356-63.
- XU X, BURGESS JO. Compressive strength, fluoride release and recharge of fluoride-releasing materials. *Biomaterials*; **24**: 2451-61.
- YAMASHITA Y, BOWEN WH, BURNE RA, KURAMITSU HK. (1993). Role of the *S. mutans* gtf genes in caries induction in the specific-pathogen-free rat model. *Infect Immun*; **61**: 3811–7.
- YAP AU, KHOR E, FOO SH. (1999). Yeni nesil diř renginekteki restoratiflerin florűr salınımı ve antibakteriyel zellikleri. *Oper Dent*; **24**: 297-305.
- YAP AUJ, MOK BYY. (2002). Effects of professionally applied topical fluorides on surface hardness of composite based restoratives. *Oper. Dent.* **27**: 576-581.
- YLI-URPO H, NÄRHI M, NÄRHI T. (2005). Compound changes and tooth mineralization effects of glass ionomer cements containing bioactive glass (S53P4), an in vivo study. *Biomaterials*, **26**: 5934–41.
- YOUNG A, VON DER FEHR FR, SONJU T, NORDBO H. (1996). Fluoride release and uptake in vitro from a composite resin and orthodontic adhesives. *Acta Odontol Scand*, **54**: 223-228.

- ZAINUDDIN N, KARPUKHINAB N, LAW R, HILL R. (2012). Characterisation of a remineralising Glass CarbomerR ionomer cement by MAS-NMR Spectroscopy. *Dent Mater*, **28**: 1051-58.
- ZALIZNIAK I, PALAMARA JE, WONG RH, COCHRANE NJ, BURROW MF, REYNOLDS EC. (2013). Ion release and physical properties of CPP-ACP modified GIC in acid solutions. *J Dent*; **41**:449-54.
- ZERO DT, VAN HOUTE J, RUSSO J. (1986). The intra-oral effect on enamel demineralization of extracellular matrix material synthesized from sucrose by *S. mutans*. *J Dent Res*. **65**: 918-923.
- ZERO DT. (1999). Dental caries process. *Dent Clin North Am*, **43(4)**: 635-664.
- ZHANG K, LI F, IMAZATO S, CHENG L, LIU H. (2013). Dual antibacterial agents of nano-silver and 12-methacryloyloxydodecylpyridinium bromide in dental adhesive to inhibit caries. *J Biomed Mater Res B Appl BioMater*; **101**: 929-938.
- ÇEHRELI Z.C, YAZICI R, GARCIA-GODOY F. (2000). Effect of 1,23 percent APF gel on fluoride-releasing restorative materials. *J Dent Child*, **65(5)**: 330-337.
- AKYÜZ S. (1997). Dünden bugüne flor. İstanbul: Cem Ofset, 9-20.

ÖZGEÇMİŞ

I-Bireysel Bilgiler

Adı Soyadı : Mehmet TARTICI
Doğum Yeri ve Yılı : İskenderun 1985
Uyruğu : T.C.
Medeni Hali : Evli
Askerlik Durumu : Bedelli yapıldı.
İletişim Adresi : Bişkek Caddesi (eski 8. Cadde) Buket Apartmanı No:62
A Blok Daire:11 Emek Çankaya Ankara
Telefon No : 05324133456
E-Posta : mtartc@hotmail.com

II- Eğitim Durumu

2010-2020 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Doktora programı
2003-2009 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
1996-2003 İstiklal Makzume Anadolu Lisesi
1991-1996 İskenderun Demirçelik İlköğretim Okulu
Yabancı Dili İngilizce

III- Ünvanları

2009 Diş Hekimi
2010 Araştırma Görevlisi

IV- Mesleki Deneyimi

2010-2020 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Doktora Programı
2015-2019 Özel Mehmet Tartıcı Diş Hekimliği Muayenehanesi
2019 Özel Hitit Dental Ağız ve Diş Sağlığı Polikliniği

V - Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

Restoratif Diş Hekimliği Derneği

Türkiye Klinikleri

Pieg (Planmed İmplantoloji Eğitim Grubu)

VI- Bilimsel ilgi alanları

Yayınları:

Ulusal Dergilerde Yayımlanan Makaleler

- 1- Mehmet Tartıcı, Tuğçe Tartıcı, Başar Karaca, Gürkan Gür. Antibiofilm Activities of Fluoride Releasing Restorative Materials. Balkan Journal of Dental Medicine 2020, November Vol. 24 (No. 3)

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Takdim Edilen ve Bildiri Kitabında Basılan Poster ve Sunumlar

- 1- Gulbike Demirel, Gurkan Gur, Savas Kahyaogulları, Mehmet Tartıcı. The evaluation of sealing ability of class v composite restoration by different dye solutions. 17th Congress of the BaSS. 3-6 May 2012. Tirana, Albania.
- 2- Gurkan Gur, Gulbike Demirel, Savas Kahyaogulları, Mehmet Tartıcı. The effect of thermocycling on microleakage of resin composite restorations. 17th Congress of the BaSS. 3-6 May 2012. Tirana, Albania.
- 3- Mehmet Tartıcı, Gulbike Demirel, Savas Kahyaogulları, Gurkan Gur. Midline diastema closure with direct-bonding restorations. 17th Congress of the BaSS. 3-6 May 2012. Tirana, Albania.
- 4- Savas Kahyaogulları, Gulbike Demirel, Mehmet Tartıcı, Gurkan Gur İbrahim Çağrı Özçelebi. Esthetic restorative approach to longterm antidepressant use associated atypical dental caries: a case study. 17th Congress of the BaSS. 3-6 May 2012. Tirana, Albania.
- 5- Nejat Arpak, İ. Çağrı Özçelebi, Çağatay Günaydın, Berkin Öztürk, Mehmet Tartıcı, Merve Alaylı. A multidisciplinary approach for treatment of congenital tooth missing. 4th Annual International Symposium of Advanced Protocols in Oral Implantology. April 20-23 2012 Antalya, Turkey
- 6- Çağrı Özçelebi, Mehmet Tartıcı. Papillae Reconstruction With Single Tooth Immediate Implant Placement and Immediate Loading. 5th Annual International Symposium of Advanced Protocols in Oral Implantology. April 20-23 2013 Antalya, Turkey

VII- Bilimsel Etkinlikleri

- 1- 2012 Diş hekimliğinde Cam İyonomer
- 2- 2011 Diş Hekimliğinde Renk Form ve Estetik

