



T.C.

YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI CİLA YÖNTEMLERİNİN YENİ
GELİŞTİRİLMİŞ RESTORATİF MATERYALLER
ÜZERİNDE FLUORİD SALINIMI, YÜZEY
PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE BAKTERİ ADEZYONUNA
OLAN ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

DIŞ HEKİMİ

GÖKÇEN DENİZ BAYRAK

DANIŞMAN

PROF.DR. NÜKET SANDALLI

İSTANBUL – 2015



T.C.

YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI CİLA YÖNTEMLERİNİN YENİ
GELİŞTİRİLMİŞ RESTORATİF MATERYALLER
ÜZERİNDE FLUORİD SALINIMI, YÜZEY
PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE BAKTERİ ADEZYONUNA
OLAN ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

DİŞ HEKİMİ

GÖKÇEN DENİZ BAYRAK

DANIŞMAN

PROF.DR. NÜKET SANDALLI

İSTANBUL – 2015

ÖZET

Çocuk diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan ve florid salınımı yapabilen restoratif materyaller; diş sert dokularının çevresinde, mikrobiyal dental plak ve tükürükte düşük düzeyde ve sürekli olarak florid iyonunun bulunmasını sağlayarak çürük oluşumunu engellemektedirler. Florid salınımı yapan restoratif materyallerde görülen dezavantajları gidermek ve özelliklerini geliştirmek amacıyla yapılan çalışmalar devam etmektedir. Restorasyonların başarılı ve uzun ömürlü olması için uygun bitirme ve cila işlemlerinin uygulanması gerekmektedir. Bunun için üretilmiş birçok bitirme ve cila sistemleri bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, iki farklı cila sisteminin (Sof-Lex™/3M ve Enhance®/PoGo™/Dentsply), beş farklı restoratif materyal (BEAUTIFIL®II/Shofu, GCP Glass Fill/GCP, Amalomer™ CR/Advanced Health Care, Dyract® XP/Dentsply, GC Fuji IX GP®/GC) üzerinde uygulanmalarının, materyallerin florid salınımlarına, yüzey pürüzlülüklerine ve bakteri adezyonuna olan etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir.

Çalışmada kullanılan beş farklı restoratif materyalin florid salınımı ölçümleri için her birinden 8 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde 21'er adet, yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için her birinden 10 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde 21'er adet, bakteri adezyon deneyi için ise her birinden 8 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde 21'er adet olmak üzere toplam 315 adet örnek hazırlanmıştır. Tüm deneyler için her bir restoratif materyalden hazırlanan 21'er adet örnek üç alt gruba ayrılmıştır. 7'şer adet örneğin tüm yüzeyleri Sof-Lex™ ile 7'şer adet örneğin yüzeyi ise Enhance®/PoGo™ ile cilalanmıştır. Geriye kalan 7 örnek şeffaf bant ile hazırlandıktan sonra yüzeyine herhangi bir cila işlemi uygulanmamıştır.

Florid salınım ölçümleri için hazırlanan örnekler 3 ml de-iyonize su içeren plastik test tüplerine konularak ölçüm zamanına kadar 37°C'lik etüvde bekletilmiştir. Materyallerin florid düzeyleri 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde iyon selektif

elektrod yöntemi ile ölçülmüştür. Yüzey pürüzlülüğü deneyi “Mahr Perthometer M1” yüzey profilometresi kullanılarak, her bir örnek yüzeyinin 3 farklı noktasından ölçülerek gerçekleştirilmiş ve ortalama Ra değeri belirlenmiştir. Bakteri adezyon deneyi için örnekler hazırlandıktan sonra tüm materyaller ayrı ayrı paketlenip hidrojen peroksit (H₂O₂) gaz plazma sterilizasyon yöntemi ile steril edilmiştir. Örneklerin üzerinde kazanılmış pelikül oluşması için örnekler steril tükürük ile inkübe edilmiştir. Pelikül oluşuktan sonra örneklerin üzerine *S. mutans* kültüründen elde edilen bakteri süspansiyonu ilave edilmiş ve 4 saat 37°C’de inkübe edilmiştir. Materyallerin yüzeyinde görülen *S. mutans* yoğunluğu spektrofotometre ile ölçülmüştür.

Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) paket programı ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra çoklu grupların tekrarlayan ölçümlerinde tekrarlayan varyans analizi, , alt grup karşılaştırmalarında Newman Keuls çoklu karşılaştırma testi gruplar arası karşılaştırmalarda tek yönlü varyans analizi, alt grup karşılaştırmalarında Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p<0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

Rezin bazlı materyallerde görülen florid salınımı, rezin bazlı olmayan materyallere göre düşük bulunmuştur. En yüksek florid salınımı ise tüm ölçüm günlerinde cam karbomer (GCP Glass Fill) materyal grubunun Sof-Lex™ alt grubunda meydana gelmiştir. Giomer (Beautiful II) materyal grubunun kontrol alt grubunda florid salınımının diğer alt gruplara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Cam karbomer (GCP Glass Fill) ve seramik ile güçlendirilmiş cam iyonomer siman (Amalgomer CR) materyal gruplarının Sof-Lex™ alt grubunda yer alan örneklerde meydana gelen florid salınımı, Enhance®/PoGo™ ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Kompomer (Dyract XP) materyal grubunun kontrol alt grubunda görülen florid salınımının diğer alt gruplara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Geleneksel cam iyonomer siman (Fuji IX) materyal grubunun iki farklı cila sisteminin oluşturduğu alt gruplarda florid salınım miktarının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha

yüksek olduğu ($p<0.05$), bu iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

En yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri GCP Glass Fill materyalinin kontrol grubunda görülürken, en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri Dyract XP materyalinin kontrol grubunda bulunmuştur. GCP Glass Fill materyali dışındaki materyal gruplarında kontrol alt gruplarında yer alan örneklerin yüzey pürüzlülüğü değerlerinin, iki farklı cila sistemine göre belirlenen alt gruplarda elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu saptanmıştır ($p<0,01$). Sof-Lex™ ve Enhance®/PoGo™ alt gruplarında yer alan materyal grupları arasında en yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri ise Amalgomer CR materyal grubunun Enhance®/PoGo™ alt grubunda saptanmıştır.

Materyal grupları arasında en fazla bakteri yoğunluğu Amalgomer CR materyal grubunun Enhance®/PoGo™ alt grubunda gözlenmiştir. Amalgomer CR materyal grubunun kontrol ve Sof-Lex™ alt grubunda yer alan örneklerin yüzeyinde görülen bakteri yoğunluğu değerleri açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Enhance®/PoGo™ alt grubunda yer alan tüm materyal grupları arasında GCP Glass Fill materyalinde görülen bakteri yoğunluğu değerleri Beautifil II ve Amalgomer CR materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunurken ($p<0.05$), Amalgomer CR materyalinde görülen bakteri yoğunluğu değerleri GCP Glass Fill, Dyract XP ve Fuji IX materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

Sonuç olarak; restoratif materyallere uygulanan cila sistemlerinin, materyallerin florid salınımı, yüzey pürüzlülüğü ve bakteri adezyonu üzerine olan etkilerinde materyallerin yapısal özellikleri ile ilişkili olduğu ve uygulanacak cila enstrümanının materyalin yapısına uygun seçilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Cam iyonomer siman, giomer, cam karbomer, florid salınımı, yüzey pürüzlülüğü, bakteri adezyonu*

SUMMARY

Fluoride-releasing dental materials which are frequently used in pediatric dentistry, prevent carious formation providing the maintenance of low and constant level fluoride in the saline, microbial dental plaque and surrounding dental tissue. Studies are continue to improve the properties and resolve the limitations of fluoride releasing dental materials. Applying proper finishing and polishing materials is necessary to obtain successful and long-lasting restorations. There are many manufactured finishing and polishing systems for this purpose.

The aim of this study was to evaluate the effect of two different polishing systems (Sof-Lex™/3M ve Enhance®/PoGo™/Dentsply) on the fluoride release, surface roughness and bacterial adhesion of five different restorative materials (BEAUTIFIL®II/Shofu, GCP Glass Fill/GCP, Amalgomer™ CR/Advanced Health Care, Dyract® XP/Dentsply, GC Fuji IX GP®/GC).

This study was carried out on five different restorative materials, three hundred and fifteen specimen were used. 8 mm diameter and 2 mm height twenty-one specimens of each material were prepared for fluoride release and bacterial adhesion experiment, 10 mm diameter and 2 mm height twenty-one specimens were prepared for surface roughness experiment. The twenty-one specimens from each material were divided into three subgroups for all experiments. First group (n=7) were polished with Sof-Lex™ and the second group (n=7) were polished with Enhance®/PoGo™. The control group (n=7) received no polishing treatment after being cured under the Mylar strip.

The specimens were placed in plastic test tubes containing 3 ml of de-ionized water and were put into an incubator at 37°C. Fluoride release was determined at 1st, 2nd, 3rd, 7th, 14th, 21st and 28th days with using a fluoride ion-selective electrode connected to an ion analyzer. Surface roughness measurements were carried out by using “Mahr Perthometer M1” surface roughness-measuring instrument. Three

measurements in different directions were recorded for every specimen for each group, and the mean Ra value was determined for each specimen.

For bacterial adhesion experiment, every specimen for each group was packed up separately and sterilized with hydrogen peroxide gas plasma sterilization. The specimens were incubated with sterilized saliva to stimulate the formation of an acquired salivary pellicle. After formation of pellicle, bacterial suspension which was prepared from *S. mutans* culture was added to specimens and incubated 4 hours at 37°C. *S. mutans* density on the surface of materials was measured with spectrophotometre.

The statistical analysis was performed with NCSS 2007 software program. Data were analysed by using the descriptive statistical methods (mean average, standart deviation, median, interquartil range). Newman Keuls and Tukey multiple comparison tests were also performed. The level of significance was set at $p < 0,05$.

Fluoride release seen in resin-based materials, were significantly less than non-resin-based materials. The highest amount of fluoride release was obtained from the Sof-Lex™ subgroup of glass carbomer (GCP Glass Fill) material group for all the measurement days. Control subgroup of giomer (Beautifil II) released more fluoride than other subgroups. Fluoride release from Sof-Lex™ subgroup of glass carbomer (GCP Glass Fill) and ceramic reinforced glass ionomer cement (Amalomer CR) materials was significantly higher than Enhance®/PoGo™ and control subgroups and the difference was statistically significant ($p < 0.05$). The fluoride release from control subgroup of compomer (Dyract XP) was less than the other subgroups. The amount of fluoride release from the subgroups comprising two polishing systems of conventional glass ionomer cement (Fuji IX) was significantly more than the control subgroup and the difference was statistically significant ($p < 0.05$). When both polishing systems were applied on the surface of conventional glass ionomer cement (Fuji IX), the fluoride release significantly increased and the difference was statistically significant ($p < 0.05$), but there was no significant difference between two polishing subgroups ($p > 0.05$).

The highest surface roughness value was observed in the control subgroup of GCP Glass Fill material, the lowest surface roughness value was observed in the control subgroup of Dyract XP material. The surface roughness value of control subgroups of the material groups except GCP Glass Fill material was less than the other subgroups comprising polishing systems and the difference was statistically significant ($p < 0.01$). Among the Sof-Lex™ and Enhance®/PoGo™ subgroups of the material groups, the highest surface roughness value was observed in the Enhance®/PoGo™ subgroup of Amalgomer CR material.

The highest bacterial density was observed in the Enhance®/PoGo™ subgroup of the Amalgomer CR material. There was not statistically significant difference in terms of bacterial density values on the surface of the Amalgomer CR material group between control and Sof-Lex™ subgroups ($p > 0.05$). Among the Enhance®/PoGo™ subgroup of all material groups, the bacterial density on GCP Glass Fill material was significantly less than Beautifil II and Amalgomer CR materials and the difference was statistically significant ($p < 0.05$), the bacterial density on Amalgomer CR material was significantly higher than GCP Glass Fill, Dyract XP and Fuji IX materials and the difference was statistically significant ($p < 0.05$).

As a conclusion, effects of polishing systems used for restorative materials on fluoride release, surface roughness and bacterial adhesion are related with structural factors of materials and polishing instrument must be selected according to the material's structure.

Key words: *Glass ionomer cement, glass carbomer, fluoride release, surface roughness, bacterial adhesion*

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca, engin bilgi ve tecrübelerini her zaman benimle paylaşan, desteğini ve hoşgörüsünü hiçbir zaman esirgemeyen, bugünlere gelmemde büyük emeği olan ve her yönüyle kendime örnek aldığım değerli danışman hocam Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı Başkanı Sayın **Prof. Dr. Nüket SANDALLI**'ya,

Türkiye'nin en modern ve çağdaş, eğitim ve sağlık kurumu olan fakültemizde sunmuş olduğu geniş olanaklarla, bize destek olan, yol gösteren değerli hocalarım, dekanımız Sayın **Prof. Dr. Figen KAPTAN**'a ve kurucu dekanımız Sayın **Prof. Dr. Türker SANDALLI**'ya,

Tezimin laboratuvar kısmının yürütülmesindeki yardımlarından ve gösterdikleri dostluktan dolayı İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Mikrobiyoloji Bilim Dalı Başkanı Sayın **Prof. Dr. Güven KÜLEKÇİ**, Sayın **Doç. Dr. Nursen TOPÇUOĞLU** ve **laborant Emine MUTLU**'ya,

Doktora eğitimim süresince her zaman yanımda olan, yol gösteren, bilgi ve deneyimlerini hiçbir zaman esirgemeyen, tükenmeyen sevgisi ve sabrı ile hayatımda ve kalbimde önemli bir yeri olan Sayın **Doç. Dr. Senem SELVİ KUVVETLİ**'ye,

Doktora eğitimime başladığım ilk günden itibaren teorik ve pratik anlamda deneyim, sabır ve sevgilerini benden esirgemeyen değerli hocalarım Sayın **Doç. Dr. Didem ÖZDEMİR ÖZENEN**'e, Sayın **Yrd. Doç. Dr. Elif SUNGURTEKİN EKÇİ**'ye, Sayın **Doç. Dr. Eşber ÇAĞLAR**'a, Sayın **Doç. Dr. Özgür Önder KUŞÇU**'ya

Doktora eğitimim boyunca ve tez çalışmalarım sırasında bana her zaman moral ve destek vererek, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen **Elif Beril GÜRDOĞAN**, **Özge GÖNENÇ**, **Hanin FELLAGH** ve **tüm çalışma arkadaşlarıma**,

Beni her durum ve şartta en iyi koşullarda büyütüp yetiştiren, hayatım boyunca bana sürekli destek olup bugünlere gelmemi sağlayan canım annem **Nazmiye BAYRAK**'a ve canım babam **Ömer BAYRAK**'a,

En içten teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	II
SUMMARY	V
TEŞEKKÜR	VIII
İÇİNDEKİLER	X
KISALTMALAR	XIII
TABLOLARIN LİSTESİ.....	XVII
GRAFİKLERİN LİSTESİ	XIX
RESİMLERİN LİSTESİ	XX
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Cam İyonomer Simanlar	5
2.1.1 Geleneksel Cam İyonomer Simanlar	6
2.1.2 Cam İyonomer Sermet Simanlar	8
2.1.3 Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar	9
2.1.4 Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar	10
2.2 Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler)	11
2.3 Giomerler	12
2.4 Cam Karbomerler.....	16
2.5 Bitirme ve Cila	17
2.5.1 Bitirme ve Cila İşlemlerinde Kullanılan Aşındırıcı tipleri	18
2.5.2 Yapısında Aşındırıcı Bulunan Enstrümanlar	20
2.6 Fluoridin Diş Çürüklerinin Önlenmesindeki Etkisi ve Rolü.....	24
2.6.1 Yavaş Fluorid Salınımı.....	25

2.6.2 Bitirme ve Cila İşlemlerinin Fluorid Salınımına Etkisi.....	30
2.7 Restoratif Materyallerin Fiziksel Özellikleri	31
2.7.1 Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü Özellikleri	31
2.7.2 Bitirme ve Cila İşlemlerinin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi	34
2.8 Bakteri Adezyonu.....	37
2.8.1 Biyofilm.....	37
2.8.2 Mikrobiyal Dental Plak (Diş Biyofilmi).....	38
2.8.2.1 Mikrobiyal Dental Plak Oluşumu	38
2.8.2.2 Mikrobiyal Dental Plak Mikroorganizmaları	41
2.8.2.2.1 Oral Streptokoklar	42
2.8.2.2.1.1 <i>Streptococcus Mutans</i> (<i>S. mutans</i>)	43
2.8.2.3 Bakteri Adezyonunun Moleküler Mekanizması	44
2.8.2.4 Mikrobiyal Dental Plak Oluşumunu Etkileyen Faktörler	45
2.8.3 Fluorid Salınımı Yapan Restoratif Materyallerin Bakteri Adezyonu Üzerindeki Etkisi	50
2.8.4 Restoratif Materyaller Üzerine Uygulanan Bitirme ve Cila İşlemlerinin Bakteri Adezyonu Üzerine Etkisi	53
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	56
3.1 Çalışmada Kullanılan Materyaller	56
3.2 Fluorid Salınımı Değerlerinin Ölçülmesi.....	65
3.2.1 Fluorid Salınım Deneyi İçin Örneklerin Hazırlanması	67
3.2.2 Fluorid Salınım Deneyinin Yapılışı.....	72
3.3 Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerinin Ölçülmesi	75
3.3.1 Yüzey Pürüzlülüğü Deneyi İçin Örneklerin Hazırlanması.....	75
3.3.2 Yüzey Pürüzlülüğü Deneyinin Yapılışı.....	77
3.4 Bakteri Adezyonunun Değerlendirilmesi.....	78

3.4.1 Bakteri Adezyonunun Değerlendirilmesi İçin rneklerin Hazırlanması ...	78
3.4.2 Bakteri Adezyon Deneyinin Yapılışı.....	80
3.5 İstatistiksel Değerlendirme.....	88
4. BULGULAR.....	89
4.1 Materyallerin Fluorid Salınım Değerleri ile İlgili Bulgular	89
4.2 Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü Değerleri ile İlgili Bulgular	104
4.3 Materyallerin <i>S. mutans</i> Adezyon Değerleri ile İlgili Bulgular	108
5. TARTIŞMA.....	113
5.1 Materyallerin Fluorid Salınım Değerlerinin Tartışılması	114
5.2 Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerinin Tartışılması.....	122
5.3 Materyallerin Yüzeyinde Görülen Bakteri Adezyonunun Değerlendirilmesi ..	130
6. SONUÇLAR.....	140
7. KAYNAKLAR	142
8. ÖZGEÇMİŞ	169

KISALTMALAR

μl	: Mikrolitre
μm	: Mikrometre ($1\mu\text{m} = 10^{-6}$ m)
$^{\circ}\text{C}$: Santigrat derece
AFM	: Atomik kuvvet mikroskobu
Al	: Alüminyum
ART	: Atravmatik Restoratif Tedavi
ASPA	: Aluminosilikat poliakrilik asit
BHI	: Brain Heart Infusion
Bis-GMA	: Bisfenol A glisidil metakrilat
B	: Bor
CAFH	: Organik amin fluorid
CaF₂	: Kalsiyum fluorid
<i>C. albicans</i>	: <i>Candida albicans</i>
Cfu	: Colony forming unit
CIS	: Cam İyonomer Siman
CO₂	: Karbondioksit
COOH	: Karboksil grubu
dk	: dakika

<i>E. faecalis</i>	: <i>Enterococcus faecalis</i>
EGDMA	: Etilenglikol dimetilakrilat
EPS	: Ekstraselüler polisakkarit
F	: Fluor
FAG	: Fluoro-alumino-silikat cam
<i>F. nucleatum</i>	: <i>Fusobacterium nucleatum</i>
F-PRG	: Tamamı önceden reaksiyona girmiş cam
GCİS	: Geleneksel Cam İyonomer Siman
GTF	: Glikoziltransferaz
HEMA	: Hidroksi etil metakrilat
H₂O₂	: Hidrojen peroksit
ITR	: Interim Terapötik Restorasyon
LB	: Lactobacillus
MDP	: Mikrobiyal Dental Plak
MF	: McFarland
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
MS	: Mutans streptokok
Na	: Sodyum
nm	: Nanometre

OD	: Optik yoğunluk
PBS	: Phosphate buffered saline
<i>P. intermedia</i>	: <i>Prevotella intermedia</i>
<i>P. gingivalis</i>	: <i>Porphyromonas gingivalis</i>
pH	: Power of hydrogen
PMKR	: Poliasit Modifiye Kompozit Rezin
ppm	: Parts per million (milyonda bir birim)
PRG	: Önceden reaksiyona girmiş cam
Ra	: Aritmetik ortalama pürüzlülük
RMCİS	: Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman
rpm	: Revolutions per minute
<i>S. aureus</i>	: <i>Staphylococcus aureus</i>
SEM	: Tarayıcı elektron mikroskobu (Scanning electron microscope)
Si	: Silisyum
<i>S. mitis</i>	: <i>Streptococcus mitis</i>
<i>S. mutans</i>	: <i>Streptococcus mutans</i>
sn	: saniye
SnF₂	: Kalay florid
<i>S. oralis</i>	: <i>Streptococcus oralis</i>
S-PRG	: Yüzeyde önceden reaksiyona girmiş cam

- Sr** : Stronsiyum
- SrF₂** : Stronsiyum fluorid
- S. salivarius*** : *Streptococcus salivarius*
- S. sanguis*** : *Streptococcus sanguis*
- S. sobrinus*** : *Streptococcus sobrinus*
- SYE** : Serbest yüzey enerjisi
- TEGDMA** : Trietilen glikol dimetakrilat
- TISAB** : Total Ionic Strength Adjustment Buffer
- TMPTMA** : Trimetilolpropan trimetakrilat
- UDMA** : Üretan dimetakrilat
- YbF₂** : Ytterbium fluorid

TABLoların LİSTESİ

Tablo 1.	Bitirme ve cila işlemlerinde kullanılan enstrümanların içinde bulunan aşındırıcı partiküllerin sertlik değerleri.....	20
Tablo 2.	Çalışmada kullanılan materyaller	57
Tablo 3.	Çalışmada kullanılan materyallerin içeriği ve partikül boyutları	58
Tablo 4.	Çalışmada kullanılan materyaller ve materyallerin grup kodlaması	58
Tablo 5.	Çalışmada kullanılan cila sistemleri	62
Tablo 6.	Çalışmadaki materyal gruplarına ait alt grupların kodlaması	62
Tablo 7.	Örneklerin hazırlanmasında materyallerin uygulanma şekilleri ve polimerizasyon süreleri.....	68
Tablo 8.	Materyal gruplarının K, S ve EP alt gruplarında tüm ölçüm günlerinde belirlenen florid salınım miktarlarının ortalama ve standart sapma değerleri (ppm)	91
Tablo 9.	Materyal gruplarının tüm ölçüm günlerinde belirlenen florid salınım miktarlarının alt gruplara göre ikili karşılaştırılması	92
Tablo 10.	K alt grubundaki materyallerin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde ortalama florid salınım miktarları ve standart sapmaları (ppm)	93
Tablo 11.	K alt grubundaki materyal örneklerinin florid salınım miktarlarının tüm ölçüm günlerine göre ikili karşılaştırılması	95
Tablo 12.	K alt grubundaki materyallerin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde florid salınım miktarlarının ikili karşılaştırılması.....	96
Tablo 13.	S alt grubundaki materyallerin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde ortalama florid salınım miktarları ve standart sapmaları (ppm)	97
Tablo 14.	S alt grubundaki materyallerin florid salınım miktarlarının tüm ölçüm günlerine göre ikili karşılaştırılması	99
Tablo 15.	S alt grubundaki materyallerin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde florid salınım miktarlarının ikili karşılaştırılması.....	100
Tablo 16.	EP alt grubundaki materyallerin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde ortalama florid salınım miktarları ve standart sapmaları (ppm)	101

Tablo 17.	EP alt grubundaki materyallerin florid salınım miktarlarının tüm ölçüm günlerine göre ikili karşılaştırılması	103
Tablo 18.	EP alt grubundaki materyallerin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde florid salınım miktarlarının ikili karşılaştırılması	104
Tablo 19.	Materyal gruplarının K, S ve EP alt gruplarındaki yüzey pürüzlülüğü ortalama ve standart sapma değerleri (Ra) (µm).....	105
Tablo 20.	Materyal gruplarının K, S ve EP alt gruplarındaki yüzey pürüzlülüklerinin ikili karşılaştırılması	107
Tablo 21.	Materyal gruplarının cilalama yöntemlerine göre belirlenen alt gruplarının yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ikili karşılaştırılması	108
Tablo 22.	Materyal gruplarının K, S ve EP alt gruplarında görülen <i>S.mutans</i> adezyonuna ilişkin yoğunluk (OD) değerlerinin ortalama ve standart sapmaları	109
Tablo 23.	Materyal gruplarının EP alt grubundaki bakteri adezyon yoğunluğu değerlerinin ikili karşılaştırılması (p < 0,05)	110
Tablo 24.	A materyal grubunun bakteri adezyon değerlerinin alt gruplarına göre ikili karşılaştırılması	111
Tablo 25.	Materyallerin tüm alt gruplarında görülen bakteri adezyon değerleri ile yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki korelasyon	111
Tablo 26.	Materyallerin tüm alt gruplarında görülen bakteri adezyon değerleri ile 1. gün florid salınım değerleri arasındaki korelasyon.....	112

GRAFİKLERİN LİSTESİ

- Grafik 1.** K alt grubunda bulunan materyal gruplarının 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde ölçülen florid salınım miktarlarının dağılımı 93
- Grafik 2.** S alt grubunda bulunan materyal gruplarının 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde ölçülen florid salınım miktarlarının dağılımı 97
- Grafik 3.** EP alt grubunda bulunan materyal gruplarının 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde ölçülen florid salınım miktarlarının dağılımı 101
- Grafik 4.** Materyal gruplarında cilalama yöntemlerine göre belirlenen alt grupların yüzey pürüzlülüğü değerlerinin dağılımı (Ra) (μm) 105
- Grafik 5.** Materyal gruplarında K, S ve EP alt gruplarında *S.mutans* adezyonuna ilişkin yoğunluk (OD) değerlerinin dağılımı 109

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim 1.	Cam iyonomer simanın sertleşme mekanizması.....	7
Resim 2.	S-PRG partiküllerinin görüntüsü	14
Resim 3.	S-PRG teknolojisi	15
Resim 4.	Restorasyon yüzeyinde bakteri adezyonunda görülen hareketler zinciri..	38
Resim 5.	Koagregasyon köprüleriyle indirekt bakteri tutunması.....	40
Resim 6.	Dental plak oluşumu sırasında bakterinin diş yüzeyine adezyonunun moleküler mekanizması	45
Resim 7.	Çalışmada kullanılan BEAUTIFIL®II materyali.....	59
Resim 8.	Çalışmada kullanılan GCP Glass Fill materyali	59
Resim 9.	Çalışmada kullanılan Amalgomer™ CR materyali	60
Resim 10.	Çalışmada kullanılan Dyract®XP materyali.....	60
Resim 11.	Çalışmada kullanılan Fuji IX GP® Capsule materyali.....	61
Resim 12.	Materyal gruplarının S alt grubunda bulunan örnekleri cilalamada kullanılan Sof-Lex™ disk sistemi.....	63
Resim 13.	Materyal gruplarının EP alt grubunda bulunan örnekleri cilalamada kullanılan Enhance®/PoGo™ bitirme ve cila sistemleri	64
Resim 14.	Çalışmada kullanılan Orion 720A+ cihazı ve Orion Fluorid Elektrodu .	65
Resim 15.	Çalışmada kullanılan TISAB III ve Orion marka 100 ppm'lik florid standardı	66
Resim 16.	Çalışmada kullanılan standart plastik kalıplar	67
Resim 17.	Çalışmada kullanılan Optilux 501 ve GCP CarboLED ışık cihazları	69
Resim 18.	Örneklerin 1200 grid silikon karbit kağıt zımpara disk ile su altında zımparalanmasında kullanılan Buehler Phoenix Beta Grinder-polisher cihazı	70
Resim 19.	Örneklerin yüzeyine cila işlemlerinin uygulanması.....	71

Resim 20.	Çalışmada kullanılan plastik test tüpleri	71
Resim 21.	Çalışmada örneklerin bekletildiği 37°C'lik etüv.....	72
Resim 22.	Standart florid solüsyonundan deiyonize su ile seyreltilerek elde edilen 10, 1 ve 0,1 ppm'lik solüsyonlar	73
Resim 23.	Hazırlanan solüsyonların ölçümden önce karıştırıldığı ısıtıcısız karıştırıcı cihazı (IKA magnetik karıştırıcı)	74
Resim 24.	Mahr Perthometer M1 cihazı	75
Resim 25.	İçinde deiyonize su bulunan plastik tüp ve örnekler.....	76
Resim 26.	Örneklerin yüzey profilometresi ile yüzey pürüzlülüklerinin ölçülmesi .	78
Resim 27.	Materyallerin sterilizasyon için paketlenmesi.....	79
Resim 28.	24 saatlik <i>S.mutans</i> ATCC25175 kültüründen bakteri süspansiyonunun hazırlanması	80
Resim 29.	Steril edilmiş tükürük.....	81
Resim 30.	24 kuyucuklu steril petri kutusuna konulan materyallerin üzerinde pelikül oluşması için 500 µl tükürük eklenmesi	82
Resim 31.	Materyallerin üzerine tükürük eklendikten sonra 37°C'de 1 saat etüvde bekletilmesi	83
Resim 32.	İn vitro biyofilm oluşumu için % 5'lik sakkaroz ilave edilen 1,6 ml BHI buyyon ve 200 µl bakteri süspansiyonunun örnekler üzerine eklenmesi..	83
Resim 33.	Petrilerin %5 CO ₂ 'li ortama alınarak 37°C'de çalkalayıcıda 4 saat inkübe edilmesi	84
Resim 34.	Örneklerin presel ile tutularak bakterileri uzaklaştırmak için 5 ml steril tuzlu su ile yıkanması sonucu diske tutunan bakterilerin görünür hale gelmesi	85
Resim 35.	Örneklere tutunan bakterileri elde etmek için her bir diskin 1 ml steril tuzlu su içeren bir cam tüpe aktarılması.....	85
Resim 36.	Cam tüpe aktarılan örneklerin 1 dakika boyunca vortekslenmesi (Elektro.mag MIG).....	86
Resim 37.	Vortekslenildikten sonra 20 µl otomatik pipet ile alınarak içinde 200 µl BHI bulunan 96'lık petri kuyucuklarına alınması	86

Resim 38. Mikropleyt Spektrofotometresi (ELx800™, Bio-Tek, USA) ile 630 nm’de optik yoğunluk (OD) ölçümü yapılarak bakteri adezyonunun değerlendirilmesi..... 87



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüzde çeşitli nedenlerle yıkıma uğramış diş dokularının tedavisinde kullanılabilir birçok restoratif materyal bulunmaktadır. Ancak diş hekimlerinin materyalleri iyi tanması ve amaca yönelik kullanabilmesi klinik başarının elde edilmesinde oldukça önemlidir (1,2).

Çocuk diş hekimliğinde süt dişlerinin restorasyonunda kullanılabilir en uygun restoratif materyal arayışı devam etmektedir (3). Yeterli fiziksel ve mekanik özellik taşınmaları, adeziv niteliklerinin yüksek olup tutuculuk için minimal preparasyona ihtiyaç göstermeleri, florid salınımı yapabilmeleri gibi özellikler dikkate alındığında, Cam İyonomer Simanlar (CİS) çocuk diş hekimliğinde kullanılabilir uygun restoratif materyaller olarak görülmektedir. Ancak ilk uygulama esnasında kuruluğa ve neme duyarlı olmaları, basma dayanımının ve aşınma direncinin düşük olması gibi dezavantajları bulunmaktadır (4-6). CİS'lerin fiziksel özelliklerinin güçlendirilmesi ve klinik başarı düzeylerinin artırılabilmesi amacı ile çeşitli üretici firmalar tarafından yapılarındaki bileşenler değiştirilerek farklı CİS tipleri üretilmiştir (7,8). CİS'ler mekanik özelliklerinin geliştirilmesi ve aşınma direncinin artırılması amacı ile yapılarına çeşitli metaller eklenerek sermet simanlar elde edilmiştir (3). Ancak kırılma direncinin düşük olması ve gri renkte olmalarından dolayı bu materyallerin kullanımı zamanla azalmıştır (9). CİS'lerin erken dönemde neme karşı duyarlılığını azaltmak, sertliğini ve aşınma direncini arttırmak ve çiğneme kuvvetlerine maruz kalan alanlarda kullanılabilmelerini sağlamak amacı ile; toz/likit oranı, partikül boyutları ve dağılımı değiştirilerek materyaller güçlendirilmiş ve yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar geliştirilmiştir (7, 8). Bu gelişmelere ek olarak, hem estetik özellikleri hem de mekanik dayanımı iyi olan bir materyal üretmek amacıyla, kompozit rezinlerin hem estetik hem de fiziksel özelliklerini ve CİS'lerin kimyasal özelliklerini bünyesinde taşıyan Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (kompomerler) (PMKR) üretilmiştir, bununla birlikte bu materyallerin florid salınımının CİS'lere göre daha düşük olduğu çalışmalarla gösterilmiştir (10-13).

2000'li yıllara gelindiğinde, önceden reaksiyona girmiş cam (PRG) partikülü içeren yeni bir restoratif materyal üretilmiştir. Üretici firmalar tarafından giomer adı verilen bu materyal rezin esaslı olmakla birlikte florid salınımı yapabilmektedir. Bu materyali diğerlerinden farklı kılan özellik ise asit-baz reaksiyonunun rezinle birleşmeden önce meydana gelmesi olarak bildirilmektedir (14,15). Daha sonraki yıllarda, CİS'lerin mekanik özelliklerini arttırmak amacı ile yapılarına seramik ilave edilerek Amalomer™ CR (Advanced Health, UK) isimli ürün piyasaya sürülmüştür (16). Yeni bir ürün olan cam karbomer ise, CİS'lere kalsiyum fluoroapatit nanokristalleri eklenerek dişin remineralizasyonunu sağlamak amacıyla üretilmiştir (17).

Restoratif materyallerin klinik başarısında ve uzun dönem kalıcılığında bitirme ve cila işlemleri önemli basamaklar olarak kabul edilmektedir (18). Düzgün bir yüzey elde etmek, biyofilm adezyonunu azaltmak, iyi bir kontur ve okluzyon sağlayabilmek ile birlikte, daha estetik görünüm elde edebilmek için tüm restorasyonların bitirme ve cila işlemlerinin uygun bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bitirme ve cila işlemleri için farklı özellikte, içerikte ve biçimlerde üretilmiş birçok enstrüman bulunmaktadır (19,20).

Diş çürüklerinin önlenmesinde önemli yeri olan florid, dental materyallerin içine katılarak sekonder çürük oluşumunun azaltılması amaçlanmıştır. Diş minesinin çevresinde, mikrobiyal dental plağın içerisinde ve tükürükte bulunan floridin, diş minesinin çözünürlüğünü azalttığı ve böylece bakterilerin ürettiği aside karşı dayanıklılığını arttırdığı iyi bilinmektedir (1,9,21,22). Ayrıca ağız ortamında bulunan florid karyojenik bakterilerin metabolik aktivitelerine etki ederek çürük oluşumunu önlemektedir (23). Florid içeren restoratif materyallerde görülen florid salınımı; 24 saat içerisinde en yüksek düzeyde iken, daha sonra hızla azalmakta ve salınım giderek azalarak uzun süre devam etmektedir (9,24). Bu özelliği sayesinde ağız ortamında düşük düzeyde florid iyonunun sürekli olarak bulunmasını sağlayarak özellikle çürük riski yüksek olan çocuklarda çürük oluşumunu önlemeye yardımcı olmaktadır (25).

Restorasyonların sekonder çürük oluşumu nedeniyle değiştirilmeleri, restoratif diş hekimliğinin çözüm arayışı içindeki en önemli problemlerinden biridir (26). Dental materyaller üzerinde görülen plak oluşumu sekonder çürüğe neden olabilmektedir (27,28). Materyaller üzerinde görülen mikrobiyal adezyonun; yüzey yapısına, materyalin içeriğine ve mikrobiyal hücre yüzeyinin fizikokimyasal yapısına bağlı olduğu bildirilmektedir. Materyalin yüzeyinin pürüzlü olmasının bakteri adezyonunu arttırdığı bildirilmektedir (29-31). Bitirme ve cila işlemleri restorasyonun yüzeyindeki fazlalıkları uzaklaştırarak pürüzsüz bir yüzey elde edilmesini sağlar. Böylece bakteri adezyonu azalır (32,33). Restoratif materyallerde en pürüzsüz yüzeyin şeffaf bant kullanılarak yapılan polimerizasyon işlemi sonrasında olduğu ve sonrasında yapılan herhangi bir bitirme veya cila işleminin restorasyon yüzeyine zarar verdiği belirtilmektedir (19,28,34,35). Ancak klinik olarak birçok durumda restorasyonu strip bantlar altında polimerize etmenin mümkün olmadığı veya bandın düzgün yerleştirilememesi nedeniyle oluşan fazlalıkların alınması ve restorasyonun yeniden şekillendirilmesi genellikle klinik olarak gerekli olduğu bildirilmektedir (19,28,35).

Biyofilm, mikroorganizmalar tarafından oluşturulan, mikroorganizmaların herhangi bir yüzeye, ara yüzeye veya birbirlerine yapışmalarını sağlayan ve büyüme oranları ile gen transkripsiyonlarına bağlı olarak farklı fenotip gösterebilen ve oluşturan, mikroorganizmaların içinde gömülü olarak bulunduğu ekstrasellüler polimerik maddeden oluşmuş matriks olarak tanımlanmaktadır (36).

Mikrobiyal dental plak (MDP) ise kompleks bir biyofilm olup; çeşitli bakterileri, bakteriyel metabolizma sonucu açığa çıkan ürünleri ve tükürük proteinlerini içermekte ve diş sert dokularına tutunmaktadır (37,38). MDP'nin, tükürükle kaplanan diş yüzeyleri üzerine özel öncü türlerin yapışmasıyla başlayan birbiri ardına özel yapışmalarla süren dinamik ve karmaşık etkileşimlerle oluştuğu bilinmektedir (39). Genellikle dişeti marjinde, interproksimal bölgelerde, pit ve fissürlerde lokalize olmaktadır (38). Ağızda en yaygın olarak görülen enfeksiyonlardan diş çürüğü ve periodontal hastalıkların etiolojisinde MDP başlıca rolü üstlenmektedir (39). Diş yüzeyine başlıca ilk kolonize olan bakteriler "Streptococcus ve Actynomyces" lerdir. "Lactobacillus (LB)" organizmaları ise dentinin daha ileri yıkımı için primer ajan

olmaktadır. Diş çürüğünün başlamasında temel rolü bulunan bakterilerden en önemlisi ise *Streptococcus mutans* (*S. mutans*)'tır (40-45).

Geçmişten günümüze üretilmiş olan ve çocuk diş hekimliğinde kullanılmakta olan çeşitli restoratif materyaller, kimyasal ve fiziksel özellikleri nedeniyle dişlere uygulandıklarında antimikrobiyal özellik gösterebilmektedirler (46-48). Buna karşın yüzey pürüzlülüğü, uygun bitirme ve cila işlemleri ile giderilmediğinde restorasyonların yüzeyinde bakteri adezyonuna elverişli bir ortam oluşabilmektedir (32,49).

Diş hekimliği literatürleri incelendiğinde giomer, cam karbomer, seramikle güçlendirilmiş cam iyonomer siman, PMKR ve geleneksel cam iyonomer siman materyallerinin florid salınımı, yüzey pürüzlülüğü ve bakteri adezyonu açısından karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, iki farklı cila yönteminin (Sof-Lex™/3M ve Enhance®/PoGo™/Dentsply) beş farklı restoratif materyalin (BEAUTIFIL®II/Shofu, GCP Glass Fill/GCP, Amalgomer™ CR/Advanced Health Care, Dyract® XP/Dentsply, GC Fuji IX GP®/GC) florid salınım özellikleri, yüzey pürüzlülüğü ve yüzeyde bakteri adezyonu üzerindeki etkilerinin karşılaştırmalı olarak *in vitro* koşullarda değerlendirilmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Cam İyonomer Simanlar

Silikat ve çinko polikarboksilat simanların avantajları bir araya getirilerek geliştirilen Cam İyonomer Simanlar (CİS) ilk olarak 1972 yılında Wilson ve Kent tarafından tanıtılmıştır (50). Bu simanlar, dirençli olma ve florid iyonu açığa çıkarma gibi olumlu özellikler taşıyan silikat siman ile diş dokularına adezyon ve biyolojik uyum özelliklerine sahip poliakrilik asit likitin birleştirilmesi sonucu elde edilmiştir (8,51).

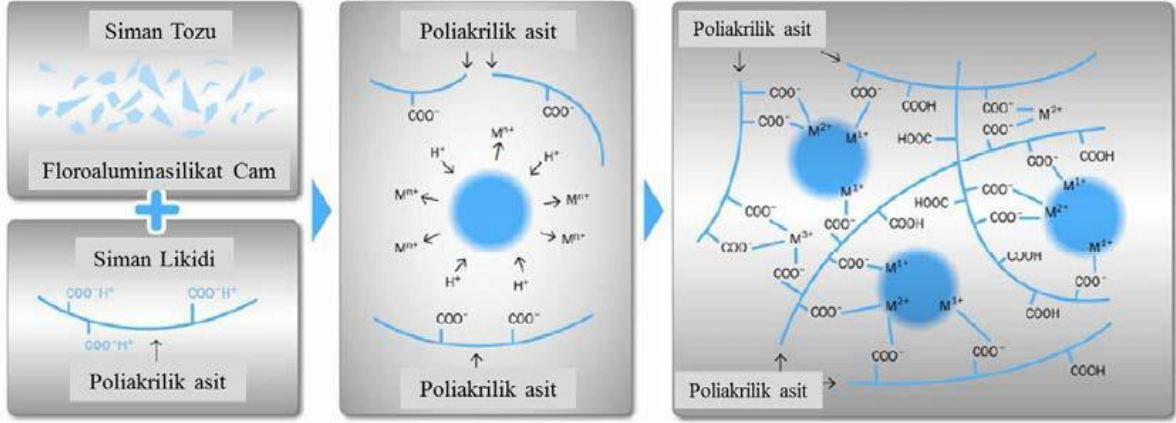
CİS'in tozu bazik fluoro-alumino silikat taneciklerinden, likiti ise orjinal olarak aközpoliakrilik asitten oluşmaktadır. Aynı zamanda toz kısmında fazla miktarda kalsiyum ve florid, az miktarda ise sodyum ve fosfat bulunmaktadır. Piyasaya sürülen ilk ticari preparatın ismi ASPA (Aluminosilikat poliakrilik asit)'dir (52). CİS'lere daha sonra tartarik asit, lantanyum, stronsiyum gibi elementler ilave edilmiş, toz/likit oranlarında değişiklikler yapılarak mevcut özellikleri iyileştirilmeye çalışılmıştır (53).

CİS'ler; çiğneme kuvvetine dayanıklılığı düşük ve diş renginde olan restoratif materyallerdir. Ancak içeriklerindeki iyonmerler nedeni ile mine dokusundan daha opak bir görüntü vermektedirler (54). Çocuk diş hekimliğinde ise paslanmaz çelik kuron, ortodontik bant ve braketlerin yapıştırılmasında, kaide materyali olarak, süt dişlerinin sınıf I, II, III, IV, V restorasyonlarında, sürekli dişlerin sınıf III ve V restorasyonlarında, yüksek risk grubundaki bireylerde çürük kontrolünde, restorasyon tamirinde, Atravmatik Restoratif Tedavi (ART)'de ve Interim Terapötik Restorasyon (ITR) materyali olarak kullanılmaktadır (55). Ayrıca fissür örtücü olarak, kök çürüklerinin tedavisinde ve tünel kavite restorasyonlarında da kullanılmaktadırlar (56).

2.1.1 Geleneksel Cam İyonomer Simanlar

Geleneksel Cam İyonomer Simanların (GCİS) yapısında iyon bağlayabilme özelliğine sahip olan fluoroalüminosilikat cam partikülleri ile bu partiküllerin çözünmesine neden olan poliakrilik asit bulunmaktadır. Simanın toz kısmını yüksek oranda alüminyum, florid, kalsiyum, sodyum ve silika oluştururken; likit kısmını poliakrilik asit, itakonik, maleik veya vinil fosfonik asitin polimer ve kopolimerleri oluşturmaktadır (57).

CİS'in sertleşmesi asit-baz reaksiyonu ile gerçekleşir. Bir poliakrilik asit likitinin, kalsiyum ve florid içeren kompleks bir alüminosilikat tozu ile karıştırılmasıyla elde edilmektedir. Asidik olan likit solüsyon ($pH=1$), silikat cam partiküllerinin çevresindeki kısımları çözmekte ve bunun sonucunda kalsiyum, alüminyum, flor ve stronsiyum iyonları salınmaktadır. Çift değerli kalsiyum iyonları, iyonize karboksil yan gruplar tarafından hızlıca şelasyona uğramaktadırlar. Böylece poliakrilik asit polimer zincirinde çapraz bağlar oluşmakta ve amorf polimer jel meydana gelmektedir. Asitle reaksiyona giren bu metaller, cam partiküllerin yüzeyinde bir silika jel tabakası oluşturmaktadır. Cam tozunun yüzey tabakası asitle reaksiyona girerken, ana yapı (kor) sağlam kalmaktadır. İyonik olarak çapraz bağlantı yapmış ağın hidrolitik stabilitesi sertleştikten sonra oluşmaktadır. Sonraki 24-72 saatte, kalsiyum iyonlarının yerini, daha yavaş reaksiyona giren alüminyum iyonları almaktadır. Böylece güçlü çapraz bağlar oluşmakta ve CİS daha dayanıklı bir yapı kazanmaktadır (**Resim 1**) (57).



Resim 1. Cam iyonomer simanın sertleşme mekanizması (57)

Aynı karboksilik yan gruplar ayrıca cam partiküllerin yüzeyindeki iyonları ve diş dokusundaki kalsiyum iyonlarını şelasyona uğratabilmektedirler. Reaksiyon koşulları doğru olduğunda, bu süreç, tüm internal ve eksternal ara yüzeylerde gerçek kimyasal bağlantılar oluşturmaktadır (52,58). CİS'lerin diş sert dokularının hidrofilik yüzeylerine adezyonu kimyasal yolla gerçekleşmektedir; siman içerisindeki serbest karboksil gruplarından (COOH) hidrojen iyonunun ayrılmasıyla oluşan iyonik bağ ile diş sert dokularına bağlanmaktadır (57,59).

GCİS'lerin uzun dönem florid salınımı yapmaları, florid ile yeniden yüklenebilmeleri, biyouyumlu olmaları, pulpayı irrite etmemeleri, çürük önleyici etkilerinin olması, diş sert dokularına kimyasal olarak bağlanmaları, diş dokuları ile benzer oranda ısı genleşme katsayısına sahip olmaları gibi avantajları bulunmaktadır. Ayrıca bu simanların sertleşme reaksiyonları sırasında hacimsel büzülme miktarının az olması sayesinde, restorasyonda iyi bir kenar uyumu, diş ile restorasyon arasında düşük oranda mikrosızıntı ve yüksek oranda retansiyon sağlanmaktadır. GCİS'lerin dezavantajları arasında ise çalışma süresinin kısa, sertleşme süresinin uzun, kaviteye uygulanmaları sırasında nem hassasiyetlerinin yüksek, sertleşme sırasında dehidratasyona hassas, aşınma direncinin ve renk stabilitesinin düşük olması, kırılma dayanımının fazla, basma dayanımı, esneme katsayısı ve kırılma tokluğunun düşük olması ile yüksek teknik hassasiyet göstermeleri sayılabilir (9,22,52). GCİS'lerin stresli

bölgelerde kullanımı uygun değildir ancak süt ve sürekli dişlerde servikal bölgedeki çürüklerde, tünel kavite restorasyonlarında, kaide materyali olarak ve geçici restorasyon olarak kullanılabilir (22).

2.1.2 Cam İyonomer Sermet Simanlar

1980'lerin başında, CİS'lerin tozuna amalgam alaşım tozu ilave edilerek simanın radyoopasitesinin ve dayanıklılığının artırılması amaçlanmıştır (9,60). Tozun özellikleri hemen hemen GCİS ile aynıdır. Bu materyalin farklı bir çeşidi "Miracle Mix" (GC Corporation, Tokyo, Japan) adı ile 1983 yılında piyasaya sunulmuştur. Daha sonra ESPE firması tarafından gümüş partikülleri içeren "Ketac Silver" (ESPE, Seefeld, Germany) isimli siman kullanıma sunulmuştur. Sermet simanlar süt dişlerinde amalgam restorasyonlara alternatif olarak düşünülmüştür (52).

Metal ile güçlendirilmiş simanlar diş renginde değildir ve açık griden koyu griye kadar değişen renklere sahiptirler. Bu da metal ile güçlendirilmiş CİS'lerin estetik özelliklerinin yetersiz olduğunu göstermektedir (9,60). Estetik problemler nedeniyle kullanımı arka grup dişlerle sınırlıdır. Ayrıca sermet simanların yüzeyinin pürüzlü olması, hava kabarcığı içerebilmeleri, amalgama kıyasla düşük abrazyon direnci ve düşük kırılma direncinin olması, GCİS'lere göre daha düşük düzeyde florid salınımı yapmaları gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle sermet simanlar Sınıf II, III, IV kavitelere göre Sınıf I kavitelere daha başarılı olmaktadır (52).

Son yıllarda GCİS'e seramik ilave edilerek mekanik dayanıklılığının artırılması amaçlanmıştır ve seramik içeren "**Amalgomer CR**" (**Advanced Health, UK**) isimli ürün piyasaya sunulmuştur (16). Amalgamın dayanıklılığı ve CİS'lerin estetik ve diğer avantajlı özelliklerinin biraraya getirilmesi amaçlanmıştır (61). Bu ürün biyouyumlu, florid salınımı yapabilen, diş dokularına kimyasal adezyon gösteren ve estetik özellikleri iyi olan bir materyaldir. CİS'e seramik katılarak bu ürüne amalgam dayanıklılığı kazandırılmış ve ART'de kullanması önerilmiştir. Ürünün içeriğine bakıldığında toz kısmında florealüminosilikat cam, poliakrilik asit tozu, tartarik asit

tozu ve seramikle güçlendirilmiş toz bulunurken, likit kısmında distile su ve poliakrilik asit bulunmaktadır. Likitin içinde bulunan poliakrilik asit nedeniyle ve tozundaki partiküllerin boyutunun ayarlanabilir olması diş dokusuna iyi yapışmasını sağlamaktadır (16). Amalgomer CR toz kısmında 19.7% oranında zirkonya partikülleri içermektedir. Bu partiküller florid içermez ve GCİS'in florid içeren cam partiküllerinin bir kısmının yerine konulmasına rağmen florid salınımının GCİS'e göre daha yüksek seviyede olduğu bildirilmiştir (62).

2.1.3 Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar

1990'larda ART'nin yaygınlaşması ile yüksek viskoziteli cam iyonomer simanların kullanımı artmıştır (52). CİS'lerin erken dönemde neme karşı duyarlılığını azaltmak, sertliğini ve aşınma direncini arttırmak ve çığneme kuvvetlerine maruz kalan alanlarda kullanılabilmelerini sağlamak amacıyla; toz/likit oranı, partikül boyutları ve dağılımı değiştirilerek materyaller güçlendirilmiş ve yüksek viskoziteli CİS'ler piyasaya sürülmüştür. Sertleşme mekanizmaları, GCİS'lerle aynıdır. Ancak aşınmaya karşı dirençleri, yüzey sertlikleri, eğilme ve basma dayanıklılıkları artırılmış, çözünürlükleri ise azaltılmıştır. Yüksek viskoziteli CİS'lerde sertleşme reaksiyonu daha hızlı tamamlandığından, erken dönemde suya maruz kaldıklarında fiziksel özellikleri olumsuz yönde etkilenmemektedir. Buna rağmen üretici firmalar bu materyallerin yüzey koruyucu rezinlerle birlikte uygulanmalarını önermektedir (7,8).

Bu materyallerin toz kısımları içerisindeki partikül boyutunun ve dağılımının değiştirilmesi ve poli (akrilik asit) eklenmesi, bu materyallerin daha visköz olmalarını sağlamaktadır. Yüksek viskozitelerinden dolayı kavite içerisine amalgama benzer şekilde kondanse edilebilirler. Arka bölgelerde kullanılan amalgama alternatif olarak geliştirilmişlerdir (63). GCİS'lere göre abrazyon direnci, aşınma direnci ve gerilme direnci daha fazla iken, florid salınımlarının benzer düzeyde olduğu, estetik özelliklerinin ise kabul edilebilir düzeyde olduğu bildirilmiştir (52,59). Fuji IX (GC Avrupa, Tokyo Japonya) ve Ketac Molar (3M ESPE, Seefeld, GE) piyasadaki yüksek viskoziteli CİS'lerdendir (63). 2007 yılında da I., II. ve V. sınıf kavitelerin daimi

restorasyonunda kullanılmak üzere tasarlanan, yeni bir restoratif sistem (EQUIA; GC Avrupa, Tokyo, Japonya) piyasaya sunulmuştur (7).

2.1.4 Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

1990'ların başında GCİS'lerin mekanik özelliklerini arttırmak amacı ile materyale rezin eklenerek Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar (RMCİS) elde edilmiştir (9,64). Rezin ilave edilmesi bu materyallerin estetik özelliğini, gerilme dayanımını ve kırılma direncini arttırmıştır (65).

İçeriğinde esas olarak %80 cam iyonomer siman, %20 reçine vardır. Likit kısmında ışıkla polimerize olan HEMA (hidroksi etil metakrilat), metakrilat grupları, tartarik asit, poliakrilik asit ve %8 su bulunurken, toz kısmında fluoro-alüminosilikat cam tozları bulunmaktadır (1).

RMCİS'lerde iki farklı sertleşme mekanizması bulunmaktadır. RMCİS'ler hem kendi kendine hem de ışıkla sertleşmektedir (54,65). Asit-baz reaksiyonuna ek olarak ikinci bir sertleşme işlemi olan ışıkla polimerizasyon özelliği bulunmaktadır (65). Rezin katılması materyalin su dengesini sağlamada oldukça önemlidir. Işıkla sertleştirildikten sonra asit-baz reaksiyonu yavaş bir şekilde devam etmektedir. Çünkü RMCİS'lerde su az oranda bulunmakta ve kimyasal reaksiyon katı fazdayken, sıvı faza göre daha yavaş olmaktadır (53). Bu nedenle materyalin direncinin daha yüksek olduğu görülmektedir (1).

RMCİS'lerin sertleşmesi:

- 1) Monomerin görünür ışık yardımıyla veya kimyasal yol ile veya her iki yöntem bir arada sertleştirilmesi;
- 2) Cam iyonomerin asit-baz reaksiyonu ile sertleşmesi mekanizmaları ile gerçekleşmektedir (66).

RMCİS'ler, daha uzun çalışma süresine sahip olması ve manipülasyonunun kolay olması nedeniyle GCİS'lere göre daha avantajlıdır. Aşınmaya karşı direnci GCİS'lere göre daha iyidir ve GCİS'ler gibi diş dokularına kimyasal olarak bağlanırlar (1,9). Fluorid salınımı yapmaları, biyouyumlu olmaları, estetik özelliklerinin daha fazla ve ağız içinde çözünmelerinin düşük olması gibi avantajlarının yanı sıra, sertleşme sırasında polimerizasyon büzülmesi sonucu mikrosızıntı ve dolayısıyla postoperatif hassasiyet ve renkleşme görülmesi gibi olumsuz özellikleri de bildirilmiştir (1,64,67).

2.2 Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler)

1990'lı yılların ortalarında ise CİS'lerin likit kısmını oluşturan polialkenoik asit yerine asit monomerlerin kullanılmasıyla hem kompozit hem de CİS'lerin özelliklerini taşıyan Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (kompomerler) (PMKR) geliştirilmiştir. Bu materyaller üretici firmalar tarafından kısaca "kompomer" olarak adlandırılmıştır (10,21). Bu terim "kompozit" ve "cam iyonmer" kelimelerinden türetilmiştir. Kompozitin estetik özelliğini ve cam iyonmerlerin florid salınım özelliğini bünyesinde taşımaktadır. Kompomerler rezin bazlı materyaller olmakla birlikte su içermezler (59). Işık ile polimerizasyonu takiben, absorbe ettiği tükürük (su) ile yapısında bir miktar asit-baz reaksiyonu meydana gelmektedir. Kompomerlerde de asit-baz reaksiyonu görüldüğü için RMCİS'lerle aralarında tanım kargaşası ortaya çıkmıştır. 1994 yılında McLean ve arkadaşlarının, bu materyallere "'Poliasit-modifiye kompozit rezin" adı vermesi ile bu materyallerin RMCİS'lerden farklı materyaller olduğu kabul edilmiştir (21).

PMKR'ler, ilk kez Dyract (Dentsply/DeTrey, Konstanz, Germany) marka adı altında piyasaya çıkarılmıştır. PMKR'ler; kapsül veya şırınga şeklinde, ışıkla sertleşen, kendilerine özel bağlayıcı ajanları ile birlikte kullanılan materyallerdir (21,68). Diş dokularına adezyonu arttırmak için özel bir primer-adeziv geliştirilmiştir çünkü diş dokularına direkt olarak bağlanmazlar. Asitle dekompoze olabilen cam partikülleri ile polialkenoik asit yerine, polimerize edilebilir asidik monomer içermektedirler. GCİS'lerden farklı olarak HEMA ve Bisfenol A Glisidil Dimetakrilat (Bis-GMA) rezin bileşikleri içerdikleri için ışık aktivasyonu ile sertleşmektedirler (66,69). İçeriğinde

bulunan rezin ve asit monomerlere ek olarak yapılarında; fluorosilikat cam, reaksiyon başlatıcılar (initiatorlar), stabilizörler ve pigmentler bulunmaktadır (21).

İçeriğinde %20-30 oranında cam iyonomer siman ve %70-80 oranında kompozit rezin bulunan kompomerlerin florid salınımlarının oldukça düşük miktarda olduğu bildirilmiştir (70). Bu materyallerin kompozitlere benzer estetik özelliklere sahip olması, ışıkla sertleşmesi ve kaviteye uygulanmalarında fazla aşama gerektirmemesi gibi olumlu özellikleri bulunmaktadır. Ancak kompomerlerin fiziksel özellikleri kompozit rezinlerden zayıf olduğu için okluzal kuvvetlerin fazla olduğu bölgelerde kullanımlarının doğru olmadığı bildirilmektedir (71-73). Bu nedenle daha çok sürekli dişlerdeki sınıf V kavitelerde, kole bölgesindeki abrazyon/erozyon olgularında, kama şeklindeki defektlerde ve süt dişi restorasyonlarında tercih edilmektedir (59,68). Estetik özellikleriyle CİS'e karşı üstünlük sağlamalarına karşın, ışığın ulaşmadığı bölgelerde sertleşme sağlanamaması, polimerizasyon büzülmesi göstermeleri ve florid salınımının GCİS'lere ve RMCİS'e göre düşük olması gibi dezavantajları bulunmaktadır (74).

2.3 Giomerler

Cam iyonomer bileşenlerini organik rezin matriks ile birleştirmek için en son girişim 2002 yılında yapılmıştır. Kompomerin kısıtlı kullanımı ve kompozit rezinlerle yapılan restorasyonlarda görülen sekonder çürüklerden yola çıkarak önceden reaksiyona girmiş cam (PRG) doldurucular geliştirilmiştir (75). PRG doldurucular, su varlığında florid içeren cam ile poliakrilik asit arasında gerçekleşen asit-baz reaksiyonunun oluşturduğu ıslak silikalı bir hidrojel ile elde edilmektedir. Dondurma-kurutma işleminden sonra, nemden uzaklaştırılmış kserojel öğütülerek silanize edilip, özel ebatlarda PRG doldurucular oluşturulmaktadır (14,75). Kompozitlerle kıyaslanabilir estetik özelliklerin yanı sıra florid salınımı yapma potansiyeli olan direkt restoratif materyal üretmek için PRG partikülleri rezin matriksle birleştirilmiş ve bu materyallere giomer adı verilmiştir (75). Giomerler, PRG doldurucuları içeren ve florid salınımı yapan rezin esaslı restoratif materyal olarak tanımlanmaktadır (76,77). PRG doldurucuların kullanımı, önceden reaksiyona girmiş hidrojel içerisinde meydana gelen iyon değişimi ile florid salınımının hızlı gerçekleşmesini sağlamaktadır (14).

Giomerlerin içeriğinde; Bis-GMA, Trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA), inorganik cam doldurucu, aluminyum oksit, silika, PRG doldurucu ve DL-kamforokinon bulunmaktadır (78,79).

Önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer partikülleri

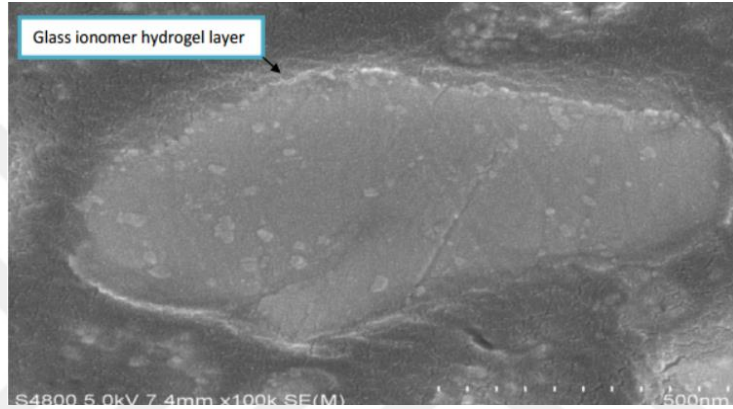
Partiküllerin üretimi alüminyum florid, kalsiyum florid, silika ve alümina karışımından hazırlanan cam ve poliakrilik asit arasında su varlığında, asit-baz reaksiyonu ile başlamaktadır (75,80). Bu işlem geleneksel cam iyonomerdeki ile aynı işlemdir ancak reaksiyona girmemiş cam partikül sayısını sınırlamak için geleneksel cam iyonomer simanlarda kullanılan daha fazla miktarda su ile gerçekleştirilmektedir. Reaksiyon, 70°C'ye kadar sıcaklıkta basınçlı otoklavda birkaç gün içinde olmakta ve ıslak silisli hidrojel üretilmektedir. Asit-baz reaksiyonu tamamlanmaya yakın, hidrojel içindeki su, dondurularak kurutma işlemi sürecinde çıkarılmaktadır. Elde edilen ürün, önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer doldurucu partiküllerini elde etmek için öğütülmektedir. Öğütme işleminden sonra, partiküllerin yüzey hidrojel tabakası işleme tabi tutulmaktadır (75).

PRG partikülleri 2 kategoriye ayrılmaktadır:

1. Tamamı önceden reaksiyona girmiş cam (F-PRG) partikülleri: Tüm partiküller reaksiyona girmektedir.
2. Yüzeyde önceden reaksiyona girmiş cam (S-PRG) partikülleri: Reaksiyon sadece cam partiküllerinin yüzeyinde meydana gelmektedir (75,79).

Partiküller polimer matrisle birleşmeden önce yüzeyde işleme tabi tutulmaktadır. Yüzey işlemi silan ajanı kullanılarak yapılmaktadır. Yüzey tedavisi, rezin matris partiküllerinin yapışmasını kolaylaştırmanın yanında yüzey hidrojelini

güçlendirmek ve korumak için yapılır. Partiküllerin oluşan yüzey tabakası gözeneklidir. Yüzeyin gözenekli olması doldurucu partikülden rezin matrisi içine iyon geçişini kolaylaştırır. Silan uygulama işlemi S-PRG partiküllerini çevreleyen hidrojel tabakasının boyutunun, F-PRG partiküllerini çevreleyen hidrojel tabakasından daha ince olmasıyla sonuçlanmaktadır (**Resim 2**). Hidrojel kalınlığında azalma olması ve silan ile birleştirme işlemi, okluzal kuvvetlere maruz kalan restorasyonlara uygun olan geleneksel kompozitler ile karşılaştırılabilir olmasını sağlamaktadır (75).



Resim 2. S-PRG partiküllerinin görüntüsü (75)

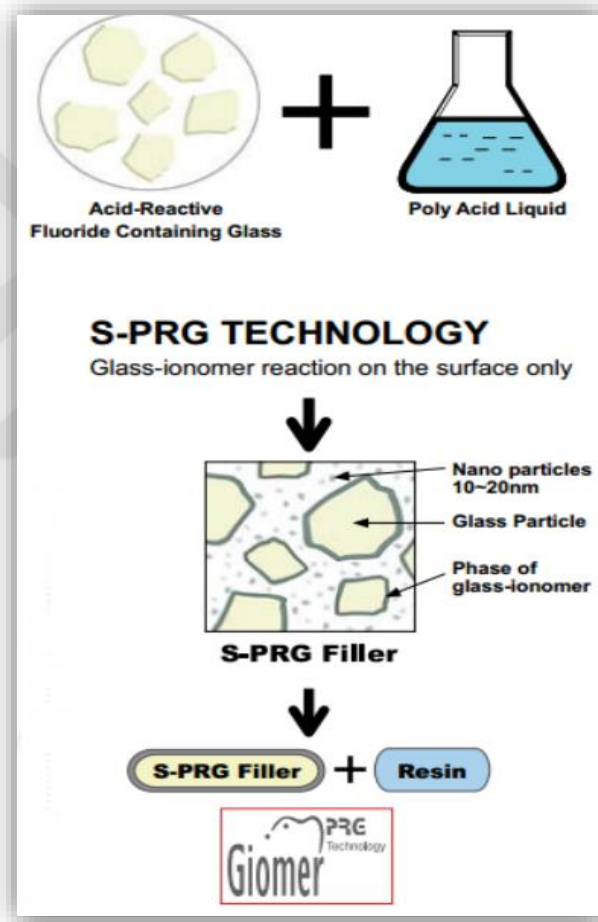
Rezin komponenti

Giomerlerin rezin komponenti, geleneksel kompozitin rezin komponentiyle aynı parametrelere sahiptir ve PRG doldurucularıyla uyum içerisindedir. Böylece rezin komponent, dolduruculara bağlanmakta ve stabil bir dağılım oluşmaktadır. Bis-GMA ve TEGDMA, giomerlerin rezin komponentinin içinde yer almaktadır (75).

Giomerler; biyouyumlu, cilalanabilirliği iyi, radyopak, estetik, florid salınımı yapabilen ve geri yükleyebilen, arka dişlerde aşınmaya karşı dirençli, bakteriyel mikrosızıntıyı önleyebilen, minimum pulpa hasarına neden olan, plak oluşumunu önleyebilen, uzun dönem klinik stabilitesi iyi ve asidi nötralize edebilen materyallerdir (79,81,82). S-PRG doldurucular alüminyum (Al), bor (B), flor (F), sodyum (Na), silisyum (Si) ve stronsiyum (Sr) iyonlarının salınımını gerçekleştirmektedir. Stronsiyum ve florid, hidroksiapatiti stronsiapatit ve fluoroapatite dönüştürerek dişin aside karşı

dirençli olmasını sağlamaktadır (83). Ayrıca S-PRG doldurucular, su veya asidik solüsyonlarla temas ettiğinde çevrelediği ortamın pH'ını değiştirmektedirler (84).

Fluoro-alumino silikat cam doldurucu ile poliakrilik asit, rezinle birleşmeden önce reaksiyona girmektedir (**Resim 3**). Bu da nemin bloke olmasını sağlamaktadır. Bu durum giomerleri kompomerlerden ayıran bir özelliktir. Kompomerlerde cam ile asit arasında ortama su gelene kadar reaksiyon meydana gelmemektedir (76-78,85).



Resim 3. S-PRG teknolojisi (85)

Piyasada birçok F-PRG ve S-PRG doldurucu içeren ürünler bulunmaktadır. Beautifil®II (Shofu Inc., Kyoto, Japan) de 2. jenerasyon S-PRG partikülü içeren giomer ürünlerinden biridir (85,86). Beautifil II ağırlık olarak %83 S-PRG doldurucu partikülü içermektedir (75).

2.4 Cam Karbomerler

Nanopartikül teknolojisi ile mine benzeri yapı oluşturulmak istenmiş ve küçük partiküllü gelişmiş toza kalsiyum fluoroapatit nanokristalleri eklenerek cam karbomerler elde edilmiştir (52). Cam karbomerlerin içerisinde bulunan kalsiyum fluoroapatit nanokristalleri katalizör görevi görerek dişin remineralize olmasını sağlamakta ve fluorapatit oluşumunu başlatmaktadır (87). Bu materyaller, nano boyutta doldurucu partiküller içerdiği için baskı dayanımı ve aşınmaya karşı direnci yüksektir (88). Cam karbomerlerin içinde fluorür alüminyum-silikat cam, nano-fluorid- /hidroksiapatit, poliakrilik asit bulunmaktadır (87-89). Bunun yanı sıra, rezin, monomer, metal ve Bisfenol-A içermemektedirler (89).

Cam karbomerler, GCİS'ler gibi kimyasal sertleşmekte ancak sertleşme sürecinde ısı uygulaması önerilmektedir (89,90). Isı uygulamasının bir LED cihazı (önerilen dalga boyu 1400 mW/cm²) ile 60-90 sn kullanılarak gerçekleştirilmesi önerilmektedir (89). Isı uygulaması; sertleşme süresini kısaltmakta, diş dokusuna adezyonu ve materyalin mekanik özelliklerini arttırmaktadır. Isı uygulamasının yanı sıra materyali uygulama esnasında üretici firmaya ait olan yüzey örtücünün (GCP GLOSS) de kullanılması önerilmektedir. Yüzey örtücüsü silikon bazlıdır ve sertleşmenin başlangıç safhasında yüzeyi nem ve tükürükten korumaktadır. Sertleşmenin sonraki safhasında ise dehidratasyondan korumaktadır (90). Piyasada cam karbomerler dolgu materyali, fissür örtücü ve kuron/köprü yapıştırma simanı olarak bulunmaktadır (89).

2.5 Bitirme ve Cila

Bitirme; restorasyonun bitim sınırlarındaki düzensizliklerin kaldırılması, anatomik konturların oluşturulması ve yüzey pürüzlülüğünün giderilmesi işlemidir. Bu işlemde restoratif materyal aşırı kaldırılmamalı ve komşu doğal diş yapısı zarar görmemelidir. Cila ise bitirme işlemi sırasında restorasyon yüzeyinde meydana gelen küçük çizikleri ve yüzey pürüzlülüğünü azaltmak, düzgün, ışığı yansıtan ve mine benzeri parlak bir yüzey elde etmek için bitirme işlemlerinden sonra gerçekleştirilmektedir (20, 28). Bu iki prosedür birbirinden farklı olmasına rağmen ayrı bir şekilde tanımlanamamaktadır. Bitirme ve cila işlemleri; anatomik konturları oluşturmak, restorasyon kenarlarını düzeltmek, kırık riskini ve yüzey kusurlarını azaltmak, oral fonksiyonları ve çiğnemeyi geliştirmek, plak birikimini azaltmak, düzgün bir yüzey elde ederek normal diş fırçalama ve diş ipi kullanımı ile tüm yüzeylere, kenar bölgelere ve arayüze erişimi kolaylaştırmak, karşit ve komşu dişlerde daha az aşınma için pürüzsüz restorasyon kontakları oluşturmak ve daha estetik ve ışığı yansıtan restorasyonlar elde etmek için gerekli olmaktadır (20). Restoratif materyallerde kullanılacak birçok bitirme ve cila sistemleri bulunmaktadır. Bitirme ve cila işlemi için genellikle kullanılan aletler; karbid frezler (8, 12, 16, and 30 bıçaklı), 25-50 µm elmas frezler, taşlar, aşındırıcı partikül içeren lastikler, diskler, bantlar, fırçalar ve cila patlarıdır. Fakat kullanılan bütün bu aletler, restoratif materyalin yüzeyinde farklı derecelerde pürüzlülük oluşturmaktadır (28,35).

Ön dişlerin lingual yüzeyleri veya arka dişlerin okluzal yüzeyleri gibi içbükey yüzeylerin ve anatomik yapıların bitirme ve cila işlemleri, disk sistemlerinin şekilleri nedeniyle zor bir şekilde yapılmaktadır. Bu nedenle, bu yüzeylerin bitirme işlemi için; elmas ve tungsten karbid frez gibi rijit döner aletler ve cila işlemi için ise; lastikler, fırçalar ve farklı cila patları önerilmektedir (35). Disklerin ise düz veya konveks yüzeylerde kullanımı önerilmektedir (20). Genellikle *in vitro* çalışmaların büyük çoğunluğu standardizasyonu sağlamak için düz yüzeylerde yapılmaktadır (35,91,92).

Restorasyonun uygun şeffaf bantlar altında polimerize edilmesi sonucu daha pürüzsüz ve uygun yüzeylerin elde edilebileceği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (19,93-100). Şeffaf bantla polimerizasyondan sonra yapılan herhangi bir bitirme veya cila işleminin restorasyon yüzeyine zarar verdiği belirtilmektedir (19,28,34,35,101). Klinik olarak birçok durumda restorasyonu şeffaf bantlar altında polimerize etmek mümkün olmayabilir (19,93,100,102). Bunun yanı sıra şeffaf bant kullanıldığında düzgün yerleştirilememesi sonucu oluşan fazlalıkların alınması veya restorasyonun yeniden şekillendirilmesi genellikle klinikte gerekli olmaktadır (34,35).

2.5.1 Bitirme ve Cila İşlemlerinde Kullanılan Aşındırıcı tipleri

Diş hekimliğindeki bitirme ve cila malzemelerinde kullanılan aşındırıcı tipleri arasında alüminyum oksit, karbid bileşikleri, elmas partikülleri, silikon dioksit, zirkonyum oksit ve zirkonyum silikat sayılabilir.

Alüminyum oksit

Alüminyum oksit, sertliği sayesinde aşındırıcı olarak veya kesici aletlerin bileşiminde kullanılmaya uygundur. Alüminyum oksit partiküllerinin seramikle katılaştırılmış beyaz taşlar içine katılması, kağıt veya polimer disklere, bantlara yapıştırılması ya da lastik uçlara emdirilmesi ile bitirme ve cila işlemlerinde kullanılan malzemeler üretilmektedir. Ayrıca, küçük partiküller cila patına karıştırılarak porselen ve kompozit gibi pek çok restorasyon tipinde yüzeyin pürüzsüzleştirilmesi ve parlatılmasında kullanılabilir.

Karbid bileşikleri

Karbid bileşik formundaki aşındırıcılar silikon karbid, bor karbid ve tungsten karbiden oluşurlar. Aşındırma ve kesme işlevi gören çok yivli bitirme frezleri çoğunlukla tungsten karbiden üretilir. Silikon ve bor partikülleri ise bir bağlayıcı eşliğinde disk ve lastiklere eklenirler ve düşük hızda döner aletlerle kullanılırlar. Silikon

karbid, elmasan sonra ikinci sert aşındırıcıdır. Diskleri siyahtır ve ince, ekstra ince, iki kat ekstra ince grenlidirler. Özellikle mikrofil kompozitlerde etkilidirler.

Elmas partikülleri

Karbondan oluşan elmas bilinen en sert maddedir, bundan dolayı oldukça etkili bir aşındırıcıdır ve sertliğini uzun süre korumaktadır. Çeşitli boyutlarda ve dayanıklılıkta elmas tozu veya partikülleri sert bir matriksle kaplanabilirler (örn: elmas frezler). Ayrıca lastiklerin ve cila patlarının içerisinde de ince elmas partikülleri katılabilmektedir.

Silikon dioksit

Silikon dioksit, lastikler veya elastik bitirme ve cila malzemelerinde kullanılmaktadır. Bu aşındırıcılara, Astropol bitirme ve cila sistemlerindeki (Ivoclar Vivadent) başlangıç, bitirme ve orta grenli cila malzemeleri örnek verilebilir.

Zirkonyum oksit

Silikon dioksite benzer şekilde, dental aşındırıcılarda öncelikle elastik veya lastik benzeri bitirme ve cila malzemelerinde kullanılmaktadır. Zirkonyum oksit içerikli cila malzemelerine bir örnek olarak Silicone Points C Type (Shofu) verilebilir.

Zirkonyum silikat

Zirkonyum silikat cila ajanı olarak kullanılan küçük partikül boyutlu sert bir aşındırıcıdır. Cila malzemelerinden sıklıkla bantlarda, disklerde ve cila patlarında kullanılan doğal bir mineraldir (20,32).

Restoratif materyallerin bitirme ve cila işleminde kullanılan aşındırıcı partiküllerden bazılarının sertlik değerleri **Tablo 1**'de gösterilmektedir (32).

Tablo 1. Bitirme ve cila işlemlerinde kullanılan enstrümanların içinde bulunan aşındırıcı partiküllerin sertlik değerleri (32)

Aşındırıcı partikül	Sertlik (Mohs' sertlik skalası)	Aşındırıcı partikül içeren enstrümanlar
Elmas	10	Elmas frezler, lastikler, cila patları
Silikon karbid	9-10	Silikon karbid ile kaplanmış cila diskleri
Alüminyum oksit	9	Beyaz taşlar, lastikler, cila diski, cila patları
Tungsten karbid	9	Tungsten karbid frez
Zirkonyum silikat	7-7.5	Profilaksi patı

2.5.2 Yapısında Aşındırıcı Bulunan Enstrümanlar

Restoratif materyallerin bitirme ve cila işleminde birçok enstrüman bulunmaktadır. Bunlar elmas ve karbid frezler, taşlar, aşındırıcı kaplanmış disk ve bantlar, lastikler ve cila pastalarından oluşmaktadır (32).

Karbid bitirme frezleri

Karbid frezler şekil verme ve bitirme işlemleri için değişik şekillerde bulunmaktadır. Karbid bitirme frezleri, aşındırıcı özelliklerinin az olmasından dolayı elmas frezlerle veya aşındırıcı kaplanmış disk ve bantlarla kıyaslandığında, dişeti kenarında yumuşak dokuya daha az zarar verirler (20,32).

Elmas bitirme frezleri

Elmas bitirme frezleri, kompozit ve porselen gibi restoratif materyallerin şekillendirilmesi ve pürüzsüz yüzey elde edilmesi amacıyla kullanılmaktadırlar. Bu frezler, tungsten karbid bitirme frezlerine oranla daha uzun ömürlü ancak daha pahalıdırlar. Değişik şekillerde, boyutlarda ve gren büyüklüklerinde üretilmektedirler. Gren büyüklükleri üretici firmaya göre 7-50 µm arasında değişmektedir. Genellikle daha kaba grenle başlanır ve daha ince grenle devam edilir. Elmas frezler her zaman su soğutmasıyla düşük hızla ve hafif basınç uygulanarak kullanılmalıdırlar. Düşük hızla çalışıldığında daha pürüzsüz yüzey elde edilmektedir. Elmas bitirme frezleri materyal kaldırmada yüksek oranda etkilidir, fakat ileri bitirme ve cila işlemleri gerektiren, belirgin bir pürüzlü yüzey bırakırlar. Bu nedenle genellikle elmas bitirme frezlerinin devamında aşındırıcı kaplanmış diskler, cila lastikleri ve cila patları gibi diğer bitirme ve cila malzemeleri kullanılmaktadır (20,32,102). Elmas frezler, alüminyum oksit cila sistemine ve abraziv emdirilmiş disk sistemine göre daha pürüzlü yüzey oluşturmaktadırlar. Yapılan çalışmalarda iyi bir restorasyon yüzeyi elde etmek için frezle bitirme işleminden sonra ulaşılabilen yerlerde alüminyum oksit disk kullanımı önerilmektedir (102).

Taşlar

Taşlar, birbirine yapıştırılmış veya organik rezin ile bağlanmış aşındırıcı partiküllerden oluşmaktadır. Yeşil taşlar silikon karbid içerirlerken, beyaz taşlar alüminyum oksit içerirler. Taşlar, restorasyonu şekillendirmek ve bitirmek için kullanılırlar ve elmas frezlere göre düşük kesme ve aşındırma etkisine sahiptirler (20,32).

Aşındırıcı kaplanmış bitirme ve cila disk ve bantları

Aşındırıcı kaplanmış disk ve bantlar, ince polimer veya plastik bir zemin üzerine aşındırıcı partiküllerin yapıştırılması ile elde edilirler. Genellikle alüminyum oksit ile kaplanmaktadır. Disklerin üzerinde ince bir tabaka aşındırıcı olduğundan klinik kullanım etkinliği kısa sürelidir ve bundan dolayı tek kullanımlıktırlar. Belli bir sıra ile kullanılırlar, kaba grenli disk ile başlanır ve çok ince grenli disk ile bitirilir. Aşındırıcı kaplanmış diskler ve bantlar özellikle düz veya konveks yüzeylerde kullanılırdırlar. İnsizal kenar ve embraşürleri içine alan ön bölgedeki restorasyonlarda ve interproksimal alanlardaki küçük fazlalıkların kaldırılmasında iyi sonuç verirler. Ancak bu tip malzemelerde dişeti ve kök yüzeyine zarar vermemek için özen gösterilmelidir. Arka bölgedeki kompozit restorasyonların bukkal-lingual alanlarında, oklüzal yüzeylerde ve ön bölgedeki konkav lingual alanlarda sınırlı kullanıma sahiptirler. Bu alanlarda, aşındırıcı emdirilmiş fırçalar ve aşındırıcı lastiklerin sivri uçlu ve bardak tipleri daha iyi sonuç vermektedir. Esnek olan bu diskler basınç uygulamadan aralıklı olarak su spreyi altında kullanılırlar. Aşındırıcı kaplanmış disk ve bantlar için; Sof-Lex System (3M ESPE), FlexiDisc (Cosmedent), Moore-Flex Polishing System ve Moore-Silicon Carbide Discs (E.C. Moore), OptiDisc (Kerr Corporation) ve Super-Snap (Shofu) örnek verilebilir (20,32,102).

Lastikler

Cila lastikleri ince veya çok ince grenli aşındırıcı partiküllerin, yumuşak ve elastik bir matrikse (doğal veya sentetik lastiklere, silikon veya diğer sentetik elastik polimerlere) ilave edilmesiyle elde edilirler. Elmas bitirme frezlerinden sonra kullanımı önerilir. Alüminyum oksit içeren patlarla birlikte de kullanılabilirler. Bu lastiklerin çeşitli tipleri, aşındırıcı kaplanmış disklerin erişiminin sınırlı olduğu ön dişlerin lingual ve arka dişlerin oklüzal yüzeylerinde kullanılabilirler. Çeşitli boyutlarda olmak üzere tekerlek, bardak ve sivri uçlu şekilleri vardır. Genellikle diş hekimlerinin çeşitli diş boyutları ve şekillerine uygun olarak kullanabilmeleri için farklı şekillerde, boyutlarda ve sertlik derecelerinde setler halinde satılırlar. Bu lastikler genellikle düşük turlu cihazlarla kullanılmaktadırlar. Bazıları sterilizasyon sonrası tekrar kullanılabilir

şekilde üretilmiştir. Cila lastiklerinde kullanılan aşındırıcı tipleri silikon karbid, alüminyum oksit, elmas, silikon dioksit ve zirkonyum oksittir. Başlangıç bitirme ve anatomik şekillendirme işlemleri için alüminyum oksit içerikli bitirme lastikleri ve ön cila işlemleri için silikon veya elmas içerikli cila lastikleri kullanışlı olmaktadır. Cila lastikleri için Astropol (Ivoclar Vivadent), Enhance (Dentsply/Caulk), Comprepol ve Composhine (Diatech Dental), Flexicups (Cosmedent), Identoflex (Kerr Corporation), Silicone Points C type (Shofu), PoGo (Dentsply), One Gloss (Shofu) örnek verilebilir (20,32,102,103). Alüminyum oksit partikülü içeren Enhance (Dentsply/Caulk) ve elmas partikülü içeren PoGo (Dentsply/Caulk) bitirme ve cila enstrümanlarında üretilen elastik polimer kullanılmaktadır. Elmas içeren lastikleri kullanırken yüzeyde ısı oluşumunu önlemek için fazla baskı uygulamadan kullanmak gerekmektedir (32).

Biçer ve ark. (2011), yaptıkları *in vitro* çalışmada tek aşamalı cila sistemi (Enhance, Dentsply ve OptraPol, Vivadent) ve çok aşamalı cila disk sistemi (Sof-Lex, 3M ESPE) ile cila işlemi yapılmış kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişler ve tek aşamalı sistemlerin cila açısından kullanılan materyale bağlı olarak çok aşamalı sistemlere benzer sonuç verebileceğini ve böylece işlem süresinin kısalması gibi avantajları nedeniyle tercih edilebileceğini bildirmişlerdir (104).

Bozkurt ve ark.(2012), yaptıkları *in vitro* çalışmada kompozite uygulanan farklı bitirme/cila işlemlerinden sonra yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişlerdir. Bir gruba elmas frez ile diğer bir gruba ise tungsten karbid frez ile bitirme işlemi uygulamışlar ve daha sonra cila işlemi yapmışlardır. Yapılan bitirme işlemleri sonrasında yüzey pürüzlülükleri bakımından aralarında anlamlı bir fark bulunmazken; bitirme işlemlerinden sonra Sof-Lex (3M ESPE, Amerika), PoGo (Dentsply, Amerika) ve Composhine (Diatech, İsviçre) ile yaptıkları cila uygulamaları sonrasında en pürüzsüz yüzey Sof-Lex disk sistemi ile elde edilmiştir (35).

Erdemir ve ark. (2012), yaptıkları *in vitro* çalışmada nano partikül içeren üç kompozit rezini tek basamaklı (PoGo; Dentsply, USA) ve çok basamaklı (Sof-Lex disk; 3M ESPE, USA) cila sistemleri ile cilalamışlar ve yüzey pürüzlülüklerini

değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak tek basamaklı cila sisteminin çok basamaklı cila sistemi kadar etkili olduğunu bildirmişlerdir (99).

2.6 Fluoridin Diş Çürüklerinin Önlenmesindeki Etkisi ve Rolü

Fluor iyonu, yüksek elektronegatifliğe sahip reaktif bir gazdır ve bu sebeple doğada serbest halde bulunmamakta, bileşikler oluşturarak fluor tuzları (fluoridler) şeklinde bulunmaktadır (105). Fluorid, fluorin elementinin iyonik formudur ve negatif yüklü oldukları için pozitif yüklü iyonlara bağlanırlar (106). Fluorid 70 yıl önce diş hekimliğine girmiştir ve dünya çapında çürük oranının azalmasında ana faktör olduğu bilinmektedir (23,107). Fluorid profilaksisine giriş, 1940'ların sonlarında suların fluoridlenmesi ile başlamıştır ve bunu yaklaşık 20 yıl süresince yerel fluoridlerin geniş kullanımı izlemiştir (108). Fluoridler doğru uygulandığı takdirde çürükleri önleme ve kontrol altına almada hem güvenilir hem de oldukça etkili olmaktadır (23). Fluoridin, özellikle çürükten koruma açısından dişlerin sürme öncesi ve sürme sonrası döneminde diş dokusuna ve plak oluşumuna çok önemli etkileri mevcuttur. Dişlerin sürme öncesi diş dokusuna etkisi sistemik uygulamalarla meydana gelirken, diğer etkiler ya topikal uygulamalarla ya da sistemik uygulamaların topikal etkisi sonucu oluşmaktadır (105).

Fluoridlerin, yeni başlamış bir çürüğün demineralizasyon-remineralizasyon mekanizmasında oldukça önemli bir etkisi bulunmaktadır (23,107). Fluorid topikal olarak uygulandığında kariostatik etkisinin daha fazla olduğu düşünülmektedir (109). Topikal olarak; tükürükte, mikrobiyal dental plak (MDP)'de ve diş sert dokularının çevresinde az miktarda ve sürekli olarak bulunan fluorid, ortamın pH'ı azaldığında diş yüzeyindeki apatit kristalleri tarafından absorbe edilir ve böylece demineralizasyon önlenir (23,107). Hidroksiapatitler çözündükçe ağızdaki sıvı fluorohidroksiapatite doyar ve bu durum remineralizasyonun gerçekleşmesini sağlar. Fluorid minenin mineral yapısına katılarak hidroksiapatiti daha az çözünür olan fluorapatite dönüştürerek minenin aside karşı direncini artırır (23,107,110). Bunun yanı sıra, karyojenik bakterilerin metabolik aktivitelerine etki ederek çürük oluşumunu önlerler (23). Fluoridlerin *S. mutans* sayısının azalmasında rolü bulunmaktadır ancak bunu sağlayabilmek için fluorid konsantrasyonunun yüksek miktarda olması gerektiği

bildirilmektedir (1,9,21,22). Yapılan *in vitro* çalışmalarda düşük miktarda florid bulunduğunda sadece bir çeşit bakterinin, *Streptococcus mutans* (*S. mutans*)'ın, az miktarda asit ürettiği bildirilmektedir (111,112). Ancak *in vivo* çalışmalarda düşük miktarda floridin *S. mutans*'ın asit üretimini azalttığına dair kesin bir bilgi bulunmamaktadır (106,113).

Yüksek miktarda florid içeren topikal verni ve jelin diş yüzeyine uygulanmasıyla ise yüzeyde yüzeyel bir kalsiyum florid (CaF_2) tabakası oluşur ve diş çürükten korur (106). Yüzeyel uygulanan preparatların belirli bir süre diş yapışma özelliği nedeniyle yeni oluşan CaF_2 tuzu diş yüzeyinden uzaklaşmaz, alttaki apatit kristallerine florid iyonlarını yollayıp bunların florid hidroksiapatite dönüşmelerini sağlarlar (106,114).

Floridin kariyostatik etkisi olduğu için restorasyonların içine katılarak bu özelliklerinden faydalanılmaktadır (22). CİS'te florid salınımı olduğu için ortamda asit bulunduğunda minenin çözünürlüğü azalmakta, komşu olduğu diş sert dokusunda florid konsantrasyonu, minenin mikrosertliği ve plakta bulunan florid miktarı artmakta ayrıca *S. mutans*'ın büyümesi engellenmektedir (105).

2.6.1 Yavaş Florid Salınımı

Florid, maksimum kariyostatik etkisini plak-tükürük-mine arayüzünde sergilemektedir (116). İçme sularındaki florid miktarı ve kullanılan florid içerikli ürünlere bağlı olarak normal koşullarda tükürükteki florid seviyesi 0.3 ppm veya daha azdır (117). Ancak bu seviyeler düşük ve orta risk grubundaki bireylerde yeterli olmakta iken yüksek risk grubundaki bireylerde yeterli olmamaktadır (118).

Amalgam, akrilik plak, kompozit rezin, fissür örtücü ve CİS gibi florid salınımı yapan çeşitli dental materyaller bulunmaktadır. Ancak aralarında sadece CİS'ler yaklaşık bir sene kadar uzun süreli florid salınımı yapabilmektedir. Yavaş florid salınımı yapan bu materyaller ağız içinde düşük seviyede floridin bulunmasını

sağlamaktadır (119). Bu materyallerin kullanımının özellikle ağız hijyeni iyi olmayanlarda çürükleri kontrol altına almada ekonomik, uygun ve etkili bir yöntem olduğu bildirilmektedir (119,120).

Restorasyonların %50'sinin ömürlerinin 10 ile 20 yıl arasında olduğu bildirilmektedir. Restorasyonların yenilenmesi daha geniş restorasyonun yapılmasıyla sonuçlanmaktadır. Restorasyonlardaki başarısızlığın en büyük nedenlerinden biri sekonder çürüklerdir. Restorasyonların içerisine floridin katılmasıyla, floridin çürük önleyici etkisinden yararlanmak mümkün olabilmektedir (22,107). Ancak florid içeren restoratif materyaller arasındaki florid salınım miktarı farklıdır ve farklı olmasına neden olan birçok faktör bulunmaktadır (121).

Restoratif materyallerden florid salınımını etkileyen faktörler:

1. Materyalin içeriği ve doldurucu oranı
2. Toz/likit oranı
3. Ortamın pH'ı
4. Karıştırma ve sertleşme süresi
5. Materyalin içindeki florid miktarı
6. Sertleşme mekanizması
7. Yüzey alanı
8. Saklama koşulları
9. Karıştırma yöntemi
10. Fluoride maruz kalma sıklığı ve florid ajanının konsantrasyonu
11. Materyalin çözünürlüğü ve porozitesi
12. Bitirme işlemleri
13. Yüzey örtücü uygulanması
14. Plak ve pelikül varlığı
15. Isı uygulaması
16. Ultrasonik dalga uygulamasıdır (62,74,82,107,121-127).

Dental restoratif materyallerden florid salınımının sertleşme reaksiyonunun bir parçası olarak veya floridin restoratif materyallerin formülasyonuna eklenmesiyle gerçekleşebileceği düşünülmektedir (22,128). Restoratif materyallerin florid salınımı yapan içerikleri fluoroaluminosilikat cam (FAG), kalay florid (SnF_2), organik amin florid (CAFH) ve ytterbium florid (YbF_2) olarak bildirilmektedir (22).

CİS'lerden florid salınımında 2 mekanizma bulunmaktadır. İlki kısa süreli florid salınımıdır. Materyalin dış yüzeyinden floridin hızlı bir şekilde çözünmesiyle gerçekleşmektedir. İkincisi ise, uzun dönemde floridin salınmasıdır. Tüm materyalden kademeli ve sürekli olarak floridin difüzyonu ile olmaktadır (107). Florid salınımı ilk 24 saat içinde çok yüksektir ancak daha sonraki günlerde azalarak devam etmektedir (129). Restorasyonu yerleştirdikten sonra ilk 24 saatte görülen florid salınımı restorasyonun dış yüzeyinde bulunan cam partiküllerinden meydana gelmektedir. Başlangıçta meydana gelen florid salınımı henüz sertleşmesi tamamlanmamış, çözünürlüğü yüksek olan materyalin yüzeyinde görülen çözümler sonucu görülmektedir (59). İlk günden sonra devam eden yavaş florid salınımı ise siman matriksinin derin kısımlarındaki porozitelerden floridin difüze olmasıyla meydana gelmektedir (11,59).

Rezin bazlı materyallerin, CİS'lere göre daha az florid salınımı yaptığı bildirilmektedir (13,86,130). Restoratif materyallerde görülen florid salınımında sertleşme mekanizması etkili olmaktadır. GCİS'lerde ilk gün florid salınımı yüksek seviyede olmaktadır çünkü sertleşme süresince polialkeonik asit ile cam partikülleri reaksiyona girmekte ve florid içeren cam partikülleri hızlıca çözünmektedir. İlk günden sonra ise florid salınımı hızlı bir şekilde azalmaktadır. RMCİS'lerde ise GCİS'lerden farklı olarak fotokimyasal polimerizasyona uğrayan rezin bulunmaktadır (13). Sertleşme mekanizmaları ise polimerizasyon ve asit-baz reaksiyonu ile meydana gelmektedir ve GCİS'lere göre florid salınımı daha düşük seviyededir (11,13). Kompomerlerde ise sertleşme reaksiyonu fotopolimerizasyon ile başlar ve ortamda su bulunduğunda asit-baz reaksiyonu meydana gelir (13). *In vitro* çalışmalara göre kompomer, GCİS ve RMCİS'e göre daha az florid salınımı yapmaktadır. Bununla beraber, GCİS ve RMCİS'lerdeki gibi florid salınım seviyeleri ilk gün yüksek değildir

(131-133). Giomerlerde ise asit-baz reaksiyonu rezinle birleşmeden önce meydana gelmektedir ve cam matriksin etrafında kalın hidrojel tabakası oluşmaktadır (13). Giomerlerdeki florid salınımı GCİS'lere göre düşüktür ancak kompozit rezinlerden daha yüksektir (134). Florid salınımı yapan kompozit rezinlerde ise asit-baz reaksiyonu görülmez. İçerdikleri stronsiyum florid (SrF_2) doldurucu partikülleri sayesinde düşük miktarda florid salınımı yaparlar (13). Sertleşme reaksiyonlarında görülen farklılıkların yanı sıra materyallerin içinde bulunan florid miktarı ile salınım miktarı arasında da direkt ilişki bulunmaktadır (11).

Bunların yanı sıra materyaller arasında florid salınımlarındaki farklılık nedenlerinden biri de materyalin porözitesi ve çözünürlüğüdür. Materyallere rezin ilave edildiğinde çözünürlük azalmakta böylece floridin ve suyun difüzyonu engellenmektedir. Resin içeren materyallerde porozite daha azdır. Bu yüzden florid salınımı daha az olmaktadır (11).

Gjorgievska ve ark. (2009), GCİS ve RMCİS'lerin diş çürük oluşumuna karşı korumada kompomer ve florid salınımı yapan kompozitlere göre daha etkili olduğunu bildirmiştir (135).

Mousavinasab ve Meyers (2009), yaptıkları *in vitro* çalışmada, dört CİS'in (Fuji IX; GC, Japan, Fuji VII; GC, Japan, Fuji IX Extra; GC, Japan, Fuji II LC; GC, Japan), bir kompomerin (Dytract Extra; Dentsply, Germany) ve bir giomerin (Beautifil, Shofu USA) florid salınım seviyelerini incelemişler. En fazla florid salınımının Fuji VII'de olduğu görülmüştür. Bütün materyaller arasında CİS'lerde görülen florid salınımı kompomer ve giomere göre yüksek bulunmuştur. Kompomer ile giomer arasında ise en düşük florid salınımının giomerde olduğu görülmüştür. Sonuç olarak CİS matriksinin geniş olmasının florid salınımında önemli rolü bulunduğunu bildirmişlerdir (11).

Zafar (2013), yaptığı *in vitro* çalışmada S-PRG doldurucu partikülü içeren giomer (Beautifil, Shofu, Japonya) ile RMCİS'in (Fuji II LC, GC, Japonya) florid salınımını karşılaştırmış ve giomerin daha az florid salınımı yaptığını bildirmiştir. Bu

durumun giomerde asit-baz reaksiyonunun yetersiz olmasının yanı sıra porozite ve cam matriks tabakasının az olmasından kaynaklanabileceğini ileri sürmüştür (82).

Restoratif materyallerin fiziksel özelliklerinin materyallerin içeriğine göre farklılık gösterdiği bildirilmektedir. Genel olarak düşük fiziksel özellik gösteren materyallerin florid salınım seviyelerinin yüksek olduğu belirtilmektedir (130,136).

Restoratif materyaller asidik ortamda veya demineralizasyon-remineralizasyon siklusunda saklandığında salınan florid miktarı daha çok olurken, tükürükte saklandığında daha az olmaktadır. Asidik ortamda pH düşük olduğu için materyal çözünmekte ve böylece florid salınımı artmaktadır. Yapay tükürükte görülen florid salınımı, distile sudakine göre %17-25 oranında daha az olmaktadır. Bu durumu da restorasyon ile iyondan zengin tükürük arasındaki difüzyonun, restorasyon ile distile su arasındaki difüzyona göre daha düşük olmasına bağlamaktadırlar (125).

Madhtastha ve ark. (2013) yaptıkları *in vitro* çalışmada, üç farklı CİS'in farklı ortamlarda saklandığında meydana gelen florid salınımını değerlendirmişler ve distile suda saklananalarda yapay tükürükte saklananlara göre daha fazla florid salınımı olduğunu bildirmişlerdir (137).

Ayrıca, restorasyonun yüzeyinde oluşan pelikül tabakasının iyon salınımını engellediği bildirilmektedir (138,139). Pelikül varlığında, florid içeren kompozitten florid salınım hızının %15-20 oranında düştüğü bildirilmektedir. Yine de insan tükürüğünde bulunan tükürük enzimlerinin aktivitesinden dolayı florid salınımının artacağı düşünülmektedir (140). RMCİS ve kompomerden florid salınımının esteraz enzimi içeren yapay tükürükte, içermeyene göre daha fazla olduğu bildirilmiştir (141,142).

CİS'ler floridi geri yükleyebilmektedir. Bu durum materyalin cam kısmına ve asit-baz reaksiyonu sonucu cam partiküllerin etrafında oluşan hidrojel tabakasına bağlıdır. Rezin bazlı materyallerde floridin geri yüklenmesinden sonra görülen florid

salınımının materyaldeki poroziteye ve yüzeyde kalmış olan fluoride bağlı olabileceği düşünülmektedir. Genellikle restoratif materyallerde floridin geri yüklenmesi materyalin içeriğine, fluoride maruz kalma sıklığına, florid ajanının konsantrasyon ve çeşidine bağlıdır (107).

Ultrasonik dalga ve ısı uygulaması ise materyallerin sertleşmesini hızlandırmaktadır. Titreşim cam partikülleri ile poliasit solüsyonunun birbirine yakın olmasını sağlar ve bu durum reaksiyonu hızlandırmaktadır. Böylece materyaldeki boşluklar azalmakta ve mekanik özellikleri artmaktadır. Aynı zamanda ultrasonik dalga ve ısı uygulamasının florid salınımını arttıracakları ileri sürülmüştür. Ancak yapılan bir çalışmada ultrasonik dalga uygulamasının florid salınımını arttırdığı görülürken, ısı uygulamasının florid salınımını azalttığı bildirilmiştir (62). Başka bir çalışmada ise, sıcaklığın dört farklı CİS'in (Ketac Cem Maxicap; 3M ESPE, Ketac Molar Aplicap; 3M ESPE, Fuji IX GP Fast; GC, Fuji II LC Capsule; GC) florid salınımı ve geri yüklemesi üzerindeki etkisini incelemişler ve tüm sıcaklıklarda en fazla florid salınımı Ketac Cem Maxicap'ta görülmüş ve tüm materyallerde sıcaklık arttığında florid salınımı ve geri yüklenmesinin daha fazla olduğu belirtilmiştir (143).

Bunun yanı sıra, CİS'lerin sertleşmesi sırasında nemden ve dehidratasyondan korumak amacıyla yüzeyinin örtülmesi önerilmektedir (128). Ancak materyallerin yüzey örtücü veya bonding ajanlarıyla örtülmesi, kısa ve uzun dönem florid salınımını etkileyebilir (25,125,128). CİS ve kompomerin yüzeyi örtüldüğünde florid salınımının azaldığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır (25,115,128,144-147).

2.6.2 Bitirme ve Cila İşlemlerinin Florid Salınımına Etkisi

Restoratif materyallerin daha uzun ömürlü olması için uygulandıktan sonra bitirme ve cila işlemlerinin uygulanması gerekli olmaktadır (19,91,148,149). Bitirme ve cila işlemlerinin materyallerin florid salınımına etkisini değerlendiren bir çalışma bulunmamaktadır. Bu duruma benzer yapılan bir çalışmada CİS, RMCİS ve kompomer materyallerinin air-polishing işlemiyle dış tabakası kaldırıldığında florid salınımının arttığı bildirilmiştir (123). Bu durum, dış tabakanın kaldırılmasıyla derinlerde bulunan

fluoridin açığa çıkmasıyla açıklanmaktadır (123,125,150). Ancak bir çalışmada kompomer materyali düzenli olarak fırçalandığında, fırçalanmayan örneklere göre başlangıçtaki yüksek florid salınımını uzun dönemde devam ettirmediği bildirilmiştir. Bu nedenle materyali düzenli olarak fırçalamanın, florid salınımını etkilemeyeceği belirtilmiştir (150). Bunun yanı sıra beyazlatmanın da florid salınımı üzerinde etkisi olmadığı bildirilmektedir (6).

2.7 Restoratif Materyallerin Fiziksel Özellikleri

Dental materyallerin fiziksel özellikleri, materyalin çevresindeki değişimlere karşı gösterdiği performansı belirtmektedir (151). Bu fiziksel özelliklerden bazıları; ısı genişmesi, mekanik özellikleri, polimerizasyon büzülmesi, su emilimi, su çözünürlüğü ve yüzey özellikleridir (152).

2.7.1 Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü Özellikleri

Piyasada değişik fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip çok sayıda estetik restoratif materyal bulunmaktadır. Kompozit rezinler, kompomer ve CİS'ler diş hekimliğinde yaygın bir şekilde kullanılan restoratif materyaller arasındadır (19,28,35,77,93,153). Özellikle de CİS'ler ve kompomerler süt dişlerinde sıklıkla kullanılmaktadır (154). Bu materyallerin estetik görünümü, uygulandıktan sonra yapılan bitirme ve cila işlemleriyle sağlanmaktadır. Uygun bitirme ve cila işlemleri, materyalin estetik olmasının yanı sıra ağız sağlığı açısından da fayda sağlamaktadır. Yüzeyin düzgün olmasıyla birlikte restorasyonun ömrü uzamakta ve ağız içi dokularıyla uyumlu olması sağlanmaktadır. Yüzey pürüzlü olduğunda bakteriyel tutunma artmakta, böylece restorasyonlarda plak birikimi ve renk değişikliği görülebilmekte, ayrıca diş eti problemleri ve çürük de oluşabilmektedir (19,28,35,77,93,153).

Çalışmalarda restoratif materyallerin yüzeyine bakterinin tutunması için gerekli olan ortalama kritik pürüzlülük değerinin 0.2 µm olduğu bildirilmektedir (155-157). *Jones ve ark. (2004)*, yaptıkları *in vivo* çalışmada yüzey pürüzlülüğü 0.3 µm civarında

olduğunda hastaların dilinin ucuyla farkedebildiklerini bildirmişlerdir (158). Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü değerlerinin, materyalin içeriğine ve partiküllerin genişliğine bağlı olduğu bildirilmektedir (159-162). Rezin matriksin yapısı ve doldurucu partiküllerinin karakteristiği yüzey düzgünlüğü üzerinde direkt olarak etkili olmaktadır. Ayrıca, materyallerin rezin matriks ve doldurucu partiküllerinin farklı sertlik derecelerine sahip olmaları da aynı oranda cilalanmalarını engellemektedir (18).

Bala ve ark. (2012), yaptıkları *in vitro* çalışmada üç GCİS (Fuji IX; GC, Japan, Ionofil Molar; Voco, Germany, Aqua Ionofil Plus; Voco, Germany), RMCİS (Fuji II LC; GC, Japan), gümüşle güçlendirilmiş CİS (Argion Molar, Voco, Germany) ve nano dolduruculu CİS (Ketac N100; 3M ESPE, USA) materyallerine cila işlemi (Sof-Lex, 3M ESPE) uygulamadan önce ve sonra yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişler. Cila işlemi uygulamadan önce (şeffaf bant uygulanan kontrol grubu) ve cila işlemi uygulandıktan sonra en pürüzsüz yüzey nano dolduruculu CİS'te elde edilirken, en pürüzlü yüzeyler ise GCİS'lerde olmuştur. Bu durumun materyallerin içeriklerindeki farklılıktan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Tüm materyallerde şeffaf bant uygulanan örneklerde yüzeyin daha pürüzsüz olduğu görülmüştür (163).

Bani ve Öztaş (2013), yaptıkları *in vitro* çalışmada farklı pH seviyelerinin farklı yapıda GCİS (Fuji II; GC, Japonya), RMCİS (Fuji II LC; GC, Japonya), kompomer (Dyract Extra; Dentsply, Almanya), giomer (Beautifil; Shofu, Japonya) ve nano iyonomerlerin (Ketac N100; 3M ESPE, ABD) yüzey pürüzlülüklerine etkisini incelemişler ve pH değeri düştükçe materyallerin yüzey pürüzlülük değerlerinin arttığını ve en büyük değişimin GCİS ve nano iyonomer grubunda olduğu, giomerin ise düşük yüzey pürüzlülüğü gösterdiği bildirilmiştir (77).

Materyallerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Görsel değerlendirme, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve yüzey profili analizi (profilometre) gibi yöntemlerin yanı sıra son yıllarda yeni bir teknik olan atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ile de yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılmaktadır (97,164-166).

Kakaboura ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada kompozit rezinlerin yüzey özellikleri profilometre, SEM ve AFM ile değerlendirilmiş ve AFM’de 3 boyutlu görüntü elde edildiği için profilometreye göre yüzey pürüzlülüğünü belirlemede daha iyi olduğu ve SEM’e göre de daha detaylı bilgi verdiği bildirilmiştir (164).

Profilometreler mekanik ve optik olmak üzere iki farklı tipte üretilmişlerdir. Mekanik profilometreler, 2 boyutlu ölçüm yaparlar ve örnek yüzeyi üzerinde boyutları belirli bir elmas ucun temas ederek yüzeyi taraması prensibiyle çalışırlar. Optik profilometreler ise 3 boyutlu ölçüm yaparlar ve örnek yüzeyine temas etmeden belirleyebilirler. Pürüzlülük değeri çok düşük olduğunda mekanik profilometreler yetersiz olmaktadır. Böyle durumlarda optik profilometreler gerekli olmaktadır (159). Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde çoğu çalışmada mekanik bir sensör yardımıyla tarama yapan mekanik profilometreler kullanılmaktadır (18,94,149,159). Ancak bu cihazların en büyük dezavantajı, sensör ucun tüm düzensizliklerin içine penetre olamaması ve numuneye zarar vermesidir (167,168). Optik profilometre ise yüzeye zarar vermeden hızlı bir şekilde ölçüm yapılmasını sağlamaktadır (167).

Joniot ve ark. (2006), iki farklı analiz sistemi kullanarak yüzey pürüzlülüğü değerlendirmeleri yapmışlardır. Araştırmacılar, çalışmalarının sonucunda mekanik profilometrelerin daha çok cilalama sonucunda oluşan yüzey pürüzlülüğü değerlerini saptadıklarını, optik profilometrelerin ise daha çok materyalin kendi yapısından kaynaklanan mikropürüzlülüğü saptayabildiklerini bildirmişlerdir (159).

Elmas başlık, profildeki tepe ve çukurlar aletin yukarı aşağı doğru oynamasına neden olur ve bu değişimler elektro–mekanik çeviriciler aracılığıyla ölçüm ve değerlendirme bilgisayarına giden elektriksel sinyaller oluşturur. Genellikle bir yüzeyin profili pürüzlülük, dalgalılık, biçim hatalarının kombinasyonunu içermektedir. Yüzey pürüzlülüğü incelenecek olan örnekler hazırlanırken taban yüzeyleri düz olmalıdır. Tabanın düz olmaması daha sonra hesaplanamayacak ölçüm hatalarını beraberinde getirmektedir (25).

Yüzey pürüzlülüğü genellikle belirli bir ölçüm mesafesinde tüm yüzey düzensizliklerinin (yükseklik ve derinliklerinin) mutlak toplamalarının aritmetik ortalamasıdır. Aritmetik ortalama pürüzlülük (Ra) olarak ifade edilir (25). Ra, bitirilmiş ve cila yapılmış yüzeyin düzensizliğinin bir ölçütüdür ve mikrometre (μm) olarak hesaplanır (169).

2.7.2 Bitirme ve Cila İşlemlerinin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi

Dental restorasyonlara yapılan bitirme ve cila işlemleri, restorasyona estetik görünüm verir ve daha uzun ömürlü olmasını sağlar (45,97). Yüzeydeki pürüzlülük dental plak birikimini artırarak dişetinde iritasyona ve sekonder çürük oluşumuna neden olabilmektedir (49,153,170,171).

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin fiziksel özellikleri ve içerikleri farklıdır (28). Cilalama işlemi estetik restorasyon materyallerinin heterojen yapıları nedeniyle karmaşık bir işlemdir (25). Cilalama işleminden sonra düz bir yüzey elde etmek; materyaldeki doldurucunun tipine, şekil ve hacmine ayrıca materyalin içeriğinde bulunan partiküllerin oranına bağlı olduğu belirtilmektedir (28,34). Yapılan bir çalışmada, doldurucunun hacmi geniş olduğunda cilalamadan sonra daha pürüzlü yüzey elde edildiği bildirilmiştir (28,172). Bu nedenle her materyalin matris yapısına ve doldurucu tipine göre değişiklik gösteren ayrı bir cilalama prosedürü gerçekleştirilmelidir (25).

Dutta ve Maria (2012), yaptıkları *in vitro* çalışmada farklı cila yöntemlerinin (OptraPol, Ivoclar Vivadent ve Sof-Lex, 3M ESPE) mikrohibrit (Filtex Z-250, 3M ESPE) ve nanofil kompozitlerinin (Supreme XT, 3M ESPE) yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini incelemişler ve en düşük yüzey pürüzlülüğünün kontrol grubunda (şeffaf bant ile hazırlanan) bulunan nanofil kompozitte olduğunu bildirmişlerdir. Nano kompozitlerin içindeki doldurucu partiküller boyut olarak daha küçük ve daha çok sayıda oldukları için cila enstrümanları ile daha çok temas halinde olacakları ve bu nedenle daha pürüzsüz yüzey elde edileceğini belirtmişlerdir. Çok basamaklı olan Sof-Lex ile yapılan cilalama sonrası, tek basamaklı olan OptraPol ile yapılan cilalamaya

göre daha pürüzsüz yüzey elde edilmiştir. Bu nedenle çok basamaklı cila yönteminin tek basamaklı cila yöntemine göre yüzeyin daha pürüzsüz olmasını sağladığını ileri sürmüşlerdir (98).

Bitirme ve cilalama işlemlerinden sonra CİS ve kompomerlerin uzun süreli takip edildiği çalışmaların az olduğu bildirilmektedir (100). Ayrıca CİS, kompomer ve kompozitin cilalama işlemlerinden sonra yüzey pürüzlülüğünün karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği çalışmalar az sayıdadır (28).

Yıldırım ve ark. (2012), yaptıkları *in vitro* çalışmada iki farklı kompozit (Filtek Silorane/3M ESPE, Filtek Supreme XT/3M ESPE) ve iki farklı CİS materyallerinin (Ketac Nano/3M ESPE, Vitremer/3M ESPE) sadece Sof-Lex disk, sadece cila lastiği ve Sof-Lex disk ile cila lastiğini beraber kullanarak cilaladıktan sonra oluşan yüzey pürüzlülüğünü SEM cihazında inceleyerek değerlendirmişler ve en pürüzsüz yüzeyin Sof-lex disk ve ardından cila lastikleri kullanıldığında elde edildiğini bildirmişlerdir. Kompozit materyallerinden Filtek Silorane, Filtek Supreme XT'den daha düzenli yüzey yapısı gösterirken, cam iyonomer materyallerinden Ketac Nano'nun, Vitremer'den daha düzenli yüzey yapısı gösterdiğini belirtmişlerdir (153).

Erdemir ve ark (2013), yaptıkları *in vitro* çalışmalarında GCİS (Fuji IX GP (Kapsüllü); GC Corporation, Japan), kompomer (Dyract Extra; Dentsply, Germany), mikrohibrit (Gradia Direct; GC America, USA) ve nanofil kompozit (Filtek Supreme XT; 3M ESPE, USA) restoratif materyallerini üç farklı cila sistemi (Sof-Lex disk; 3M ESPE, USA, Poli-pro disk; Products Co,USA, Hiluster^{Plus} sistem; KerrHawe, Switzerland) ile cilamışlar ve hem profilometre hem de SEM cihazıyla yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişlerdir. Tüm materyal gruplarında en pürüzsüz yüzey şeffaf bandın kullanıldığı kontrol grubunda elde edilmiştir. En pürüzlü yüzey CİS'te görülürken, en pürüzsüz yüzeyin kompomerde olduğu görülmüştür ancak kompomerle mikrohibrit kompozit arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca mikrohibrit kompozit, nanofil kompozit ile kıyaslandığında anlamlı bir farklılığın olmadığı belirtilmiştir. Kompomer, Hiluster^{Plus} sistem ile cilalandığında kontrol grubuna

benzer şekilde pürüzsüzlük elde edilmiştir. SEM'deki bulgular ile profilometreki sonuçların birbiriyle uyumlu olduğu görülmüştür (28).

Rai ve Gupta (2013), yaptıkları *in vitro* çalışmada, dört farklı restoratif materyale [nanokompozit (Z 350 XT, 3M ESPE), mikrohibrit kompozit (Z 250, 3M ESPE), kompomer (Dyract XP, Dentsply, RMCİS (Fuji II LC, GC)] iki farklı cila sistemi (Sof-Lex, 3M ESPE ve Super-Snap Rainbow, Shofu) uygulayarak yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişlerdir. En pürüzsüz yüzey nanokompozitte şeffaf bant (kontrol grubu) kullanıldığında elde edilmiştir. En pürüzlü yüzey ise RMCİS'te Sof-Lex cila diskleri kullanıldığında elde edilmiştir. Super-Snap Rainbow cila diskleri, Sof-Lex cila disklerine göre daha pürüzsüz yüzey elde edilmesini sağlamıştır. En pürüzsüz yüzeyler tüm materyallerde kontrol grubunda elde edilmiştir (100).

Can Say ve ark. (2014), yaptıkları *in vitro* çalışmada yedi farklı restoratif materyallerinden supra nanofil kompozit [Estelite Omega (Tokuyama Dental Co, Japan), Estelite Σ Quick (Tokuyama Dental Co, Japan), mikrohibrit kompozit [Esthet.X HD (Dentsply Caulk, USA), G-aenial (GC, Japan)], nano-hibrit kompozit [Clearfil Majesty Posterior (Kuraray, Japan), Charisma Diamond (Heraeus Kulzer, Germany), Beautifil II (Shofu, Japan)] iki farklı iki basamaklı cila sistemi [Enhance/PoGo (Dentsply,USA) ve Venus Supra (Heraeus Kulzer, Germany) ile cilalamışlardır. Supra nanofil kompozit her iki cila sisteminde de, nano-hibrit kompozitlere göre daha pürüzsüz olurken mikrohibrit kompozitlere benzer veya biraz daha üstün yüzey özelliği göstermiştir. G-aenial, Charisma Diamond ve Beautifil II dışındaki materyallerde her iki cila sistemi arasında anlamlı farklılık bulunmuştur, Enhance/PoGo ile cilalananlarda daha pürüzsüz yüzey elde edilmiştir (92).

2.8 Bakteri Adezyonu

2.8.1 Biyofilm

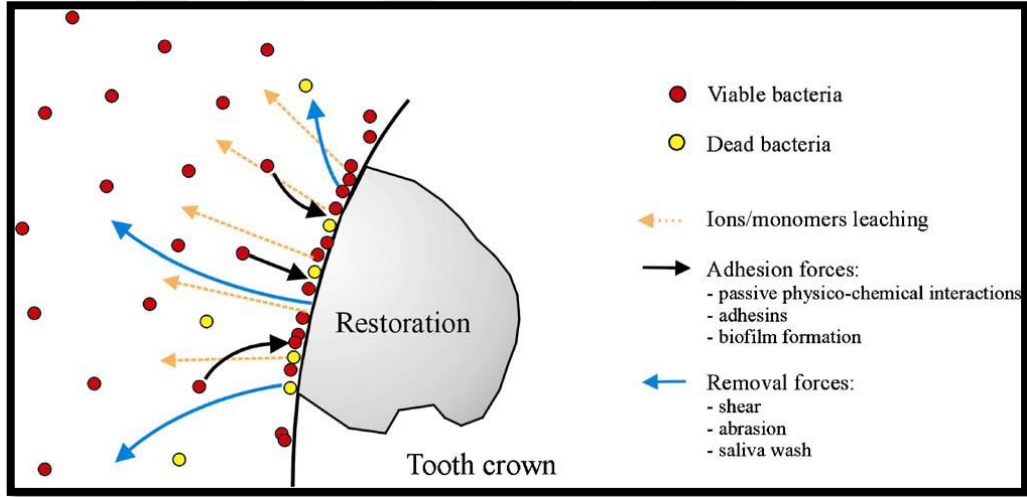
Biyofilm ilk defa 17. yüzyılda mikroskobun mucidi Anton Von Leeuwenhoek tarafından kendi dişinden aldığı plak örneği üzerindeki mikroorganizma topluluğunu (biyofilm olarak bilinen) incelemesi ile tanımlanmıştır (173). Donlan 2002 yılında, biyofilmi geri dönüşümsüz olarak bir substrata, ara yüze veya birbirlerine tutunmuş, kendi ürettikleri ekstrasellüler polimerik maddelerden oluşan bir matriks içerisinde gömülü, büyüme hızları ve gen transkripsiyonları açısından serbest dolaşan türdeşleri ile aralarında farklılıklar bulunan mikrobiyal hücrelerden oluşan hareketsiz bir topluluk olarak tanımlamıştır (36). Biyofilmler doğada her yerde bulunabilir. Örneğin implant, kateter ve kontakt lensler üzerinde bulunabilir (174).

Biyofilm, bakterileri korur ve onlara beslenme olanakları sağlar (175). Biyofilm matriksleri içerisinde yaşamlarını sürdüren hücrelere besinlerin ve oksijenin taşınmasına imkan tanıyan 'su kanalları' bulunmaktadır (174). Biyofilmde bulunan mikroorganizmalar glikokaliks adı verilen matriks oluşturarak mikroorganizmaları etrafın zararlı etkilerinden korurlar. Biyofilm içindeki çoğu bakteri ekstrasellüler polisakkarit üreterek bakterilerin birbirine bağlı kalmasına ve yüzeye sıkıca bağlanmalarına neden olur. Bu yüzden uzaklaştırmak oldukça zordur. Ayrıca biyofilm matriksi bakterileri antibiyotik ve antiseptiklerin etkisinden de korur (175).

Ağız bakterilerinin canlı kalabilmesi için yapışma önemli bir ekolojik faktördür. İnsan vücudunda sadece ağız ortamı dış gibi yüzeyler içerdiği için biyofilm oluşumuna oldukça yatkındır. Buna karşılık mukoza yüzeylerinde görülen bakteriyel tutunma zayıftır (176).

2.8.2 Mikrobiyal Dental Plak (Diş Biyofilmi)

Dawes ve ark. göre MDP suyla yıkandığında kolayca uzaklaşmayan diş yüzeyinde bulunan yumuşak yapışkan bir materyaldir (177). MDP, kompleks bir biyofilm olup, diş ve çevre dokularında olduğu kadar restoratif yüzeylerde de rahatlıkla oluşabilir. Bu tutunma; diş çürükleri, gingivitis ve periodontitis gibi rahatsızlıkların oluşumuna neden olabilir (174,178,179). MDP'nin %80'inde su, %20'sinde ise bakteri ve ekstrasellüler komponentler bulunmaktadır (175). Yumuşak, mineralize olmamış, yarı saydam, yapışkan materyalin diş yüzeyinde birikmesiyle oluşan plak tamamen bakteriler ve onların ürünlerinden oluşmaktadır. 1 mg bakteri plağında 200 milyondan fazla bakteri bulunur. Plağın diş üzerinde birikimi, oldukça organize ve düzenli olaylar zinciridir (**Resim 4**) (37,44,180).



Resim 4. Restorasyon yüzeyinde bakteri adezyonunda görülen hareketler zinciri (37)

2.8.2.1 Mikrobiyal Dental Plak Oluşumu

Diş yüzeyinde bulunan bakteriler ve bütün organik materyallerin dişin fırçalanmasıyla veya profesyonel olarak kaldırılmasıyla beraber tekrardan diş yüzeyinde yeni organik materyaller birikmeye başlar. İki saat içinde hücresiz ve yapısız bir organik

film tabakası olan pelikül, diş yüzeyini tamamen örtebilir. Pelikülün fonksiyonları ise mineyi asitlere karşı korumak, dişler arasındaki sürtünmeyi azaltmak, remineralizasyon için matriks sağlamak, diş yüzeyine spesifik mikroorganizmanın tutunmasını sağlamak ve diş yüzeyine kolonize olan mikroorganizmalar için besin kaynağı olmaktır (44,180).

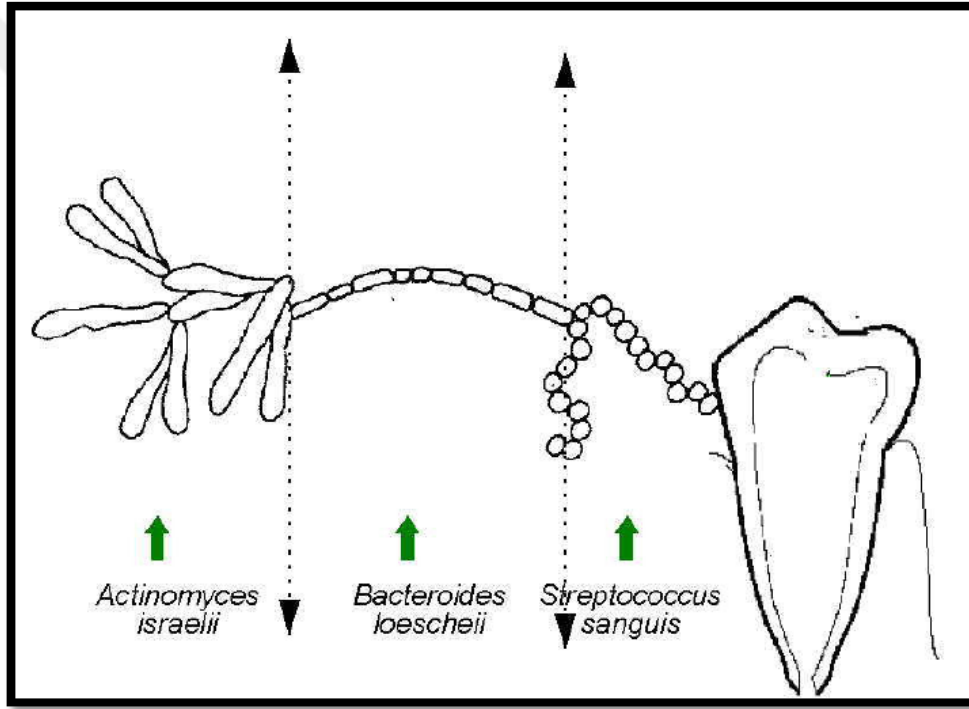
Mikroorganizmalar, mineralize diş yüzeyine direk kolonize olmazlar. Diş yüzeyinde pelikül tabakası oluşur ve 24 saat içinde 0.01-1 µm kalınlığa ulaşır. Pelikülün içinde tükürük glikoproteinleri, fosfoproteinler, lipidler, ölü bakterilerin hücre duvarı kalıntıları ve diğer bakteri ürünleri bulunmaktadır (58).

Pelikül oluşumundan sonra bakteriler pelikülün en dış tabakasına tutunurlar. Bakteriler fimbrial uzantılarıyla peliküle ve birbirlerine tutunurlar. Diş yüzeyinde herhangi bir temizlik yapılmazsa, primer kolonizasyon olur ve *S. mutans*, *Streptococcus sanguis* (*S. sanguis*) ve *Actinomyces* gibi Gram pozitif aerob veya fakültatif bakteriler kolonize olurlar. Kolonize olan bakteriler ekstrasellüler bir tabaka üreterek diş yüzeyine sıkıca bağlanırlar. Daha sonra sekonder kolonizasyon olur ve diş yüzeyine tutunmuş bakterilere yeni bakteri türleri tutunur. Tutunan yeni bakteri türlerinin çoğu Gram negatif olan *Fusobacterium nucleatum* (*F. nucleatum*), *Prevotella intermedia* (*P. intermedia*) gibi bakterilerdir. Daha sonra ise filamentöz organizmalar ve sipiroketler kolonize olmaya başlar ve plak olgun hale gelir. Plak oluşumu ilk başta hızlıyken daha sonra yavaşlar (58,181,182).

MDP'nin gelişimi:

- Pelikül oluşumu,
- Bakterilerin yapışması (0-4 saat),
- Yapışan bakterilerin gelişimi ve farklı mikrokolonilerin oluşumuna öncülük etmesi (4-24 saat),
- Mikrobiyal yığılım ve koagregasyonla farklı mikrokoloni türlerinin gelişimine öncülük etmesi (1-14 gün), ve
- Olgun plak (2 hafta ve sonrası) evrelerinden oluşmaktadır (58).

Bakteriler pelikula tutunduktan sonra yapıştıkları yüzeyde mikrokoloniler oluştururlar. Her bir mikrokoloni genellikle saf bakteri kümeleridir. Film tabaka içindeki bakteriler, bakteriyel adezin ve reseptörler sayesinde moleküler ilişki kurarak spesifik güçlü bir bağlantı oluştururlar. Erken kolonize olan bakteriler gelişirler ve ortam koşullarını diğer bakteriler için (ör: anaerob) uygun hale getirirler. Bu bakteriler yapışmış olan bakterilere adezin-reseptör mekanizmasına benzer şekilde (koagregasyon ya da koadezyon) bağlanırlar. Plağın olgunlaşması **koagregasyon** adı verilen hücreler arası iletişime dayanmaktadır. Koagregasyon, genetik olarak farklı olan bakterilerin birbirini tanıması ve yapışması olarak tanımlanmıştır (**Resim 5**) (58,183-185).



Resim 5. Koagregasyon köprüleriyle indirekt bakteri tutunması (184)

Adezin tabaka kalınlaşarak bakteri kümelerini içerisine alır ve bir örtü gibi kuşatır. Bu safha bakteri hücrelerinin bölünmesinin en fazla olduğu dönemdir. Bakteriler bir yandan saldıkları enzim ve mediyatörler ile birbirlerinin bölünmesini indükler diğer yandan yeni adezinler sentezleyerek çevrelerini gruplar halinde bir intermikrobiyal matriks ile örterler. Her bir bakteri kümesinin ortasında ve en içerde

kalan bakteri hücreleri beslenmelerini temin edebilmek için adezin örtünün üzerinde oluklar oluştururlar. Bu oluklar bakteri adacıkları arasında su ve besin maddesi alışverişi için gereklidir. Yeni oluşan yapı, aralarından su kanalları geçen bakteri adacıkları şeklindedir. Plak üzerine dışarıdan yeni bakteriler eklenir ve ölen bakteriler diğerleri tarafından besin maddesi olarak kullanılır. Plak tabakası giderek kalınlaşır (184). Plakta ilk başta aerob ve fakültatif anaerob bakteriler varken 9 gün sonra fakültatif ve zorunlu anaerob bakterilerin yer aldığı görülür (58).

2.8.2.2 Mikrobiyal Dental Plak Mikroorganizmaları

Ağzımızda bulunan mikroorganizmaların çoğunluğu doğada başka bir yerde bulunmaz (44). MDP'de bulunan bakteriler kişiden kişiye değiştiği gibi supragingival ve subgingival plaklardaki bakteriler de farklılık göstermektedir (38). MDP'de, asidojenik (organik asit üretebilen) ve asidürik (asidik ortamda yaşayabilen) olan karyojenik bakteriler bulunmaktadır. Bu karyojenik bakteriler; çabuk yer değiştirme, karbonhidratların organik asitlere fermantasyonu, ekstrasellüler ve intrasellüler polisakkaritlerin sentezi ve çevresel streslere karşı karbonhidrat metabolizması gibi çok sayıda özelliğe sahiptirler (180). Ağız ortamında mikroorganizmaların yaşamını sürdürmesi, onların yüzeye yapışma kapasitesine bağlıdır. Tutunamayan mikroorganizmalar, ağızdan tükürük akışıyla ve yutma refleksiyle hemen uzaklaştırılır. Sadece çok az sayıda özelleşmiş mikroorganizma (öncelikle streptokoklar) mukoza ve diş yüzeyi gibi ağız dokularına yapışabilir. Bu yapışan bakterilerin diş yüzeyine yapışmasını sağlayan özel alıcıları vardır ve birbirlerine bağlanmalarını (koherent) sağlayan yapışkan bir matriks üretirler. Böylece bakterilerin diş yüzeyine başarılı bir şekilde kolonize olmalarını sağlarlar. Ortaya çıkan bu karışık streptokok hasarı, diş yüzeyine direk olarak yapışamayan spiral ve filamentöz bakteriler gibi diğer mikroorganizmaların yapışmasına olanak sağlar (44).

İnsanların ve hayvanların ağızında en sık rastlanan bakteriler streptokok ve aktinomiçeslerdir. İlk kolonize olan bakteriler patojenik değildir ve direk diş yüzeyinde bulunan kazanılmış pelikula bağlanırlar. Eğer plak bozulmadan kalırsa, başka bakterilerde daha önce tutunmuş olan bakteri tabakasına kolonize olurlar. İlk tutunan

bakteriler genellikle küçük ve yuvarlak oldukları için aerobik olan koklardır. Fissür ve aproksimal bölgedeki oluşan MDP'nin erken aşamasında görülen bakteriler genellikle streptokoklar, Gram pozitif fakültatif rodlar ve aktinomiçeslerdir. Oksijen seviyesi azaldıkça Gram negatif kok ve rodların sayısı artar. Erken kolonize olan bakterilerden *S. sangius* genellikle ilk olarak gözlenir daha sonra *S. mutans* gözlenir. Ortamda ekstrasellüler karbonhidrat varlığında ekstrasellüler polisakkarit sentezler ve bu enerji ile çoğalırlar (38).

Gram pozitif olan ilk kolonileri takiben plakta gram negatif bakteriler görülmeye başlar. Başlıcaları 'Actinobacilyus', 'Porphyromonas', 'Prevotella' ve 'Fusobacterium' dur. Genellikle gram negatif bakteriler periodontal hastalıkların gelişmesinden sorumludurlar (182).

2.8.2.2.1 Oral Streptokoklar

Streptokoklar ağız mikroflorasının büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Supragingival dental plakta kültür edilebilen mikrofloranın % 28'ini, dişeti oluşunun % 29'unu, dilin % 45'ini ve tükürüğün % 46'sını kapsamaktadırlar. Oral streptokoklar 4 ana grup altında toplanmaktadır. Bunlar *S. mutans* grubu (Mutans streptokok), *S. salivarius*, *S. milleri* ve *S. oralis* gruplarıdır (185). Hayatın ilk aylarında oral mikrofloradaki çeşitlilik artmaya başlar. Ağızda ilk kolonize olan bakteriler streptokok türünden olan *Streptococcus salivarius* (*S. salivarius*), *Streptococcus mitis* (*S. mitis*) ve *Streptococcus oralis* (*S. oralis*)'tir. Mukozal yüzeylerde mikrobiyal kolonizasyon oldukça düşüktür ancak dil üzerinde bakteriler birikebilir (58,186). Mutans streptokokların (MS) 7 türü bulunmaktadır. Bunlar *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Streptococcus ferus*, *Streptococcus cricetus*, *Streptococcus rattus*, *Streptococcus macacae* ve *Streptococcus downei*'dir. Bu bakteri grupları arasında, dental plaktan en çok izole edilen ve çürükle ilişkili olan bakteriler *S. mutans* ve *Streptococcus sobrinus* (*S. sobrinus*)'tur (187). MDP'den *S. mutans*, *S. sobrinus*'a göre daha çok izole edilmektedir. MS'lerin virulans faktörleri bakterilerin diş yüzeyinde kolonize olmalarını sağlayan özelliklerine bağlıdır. Bu özellikler, bakterilerin diş yüzeyine tutunmasını sağlayan glikoziltransferaz (GTF) gibi proteinlerin ve glukon gibi

ekstrasellüler polisakkaritin üretilmesidir. Ancak her bakteri diş yüzeyine tutunmada farklılık göstermektedir. *S. mutans* spesifik yüzey antijenlerini kullanır ve direk pelikula bağlanır. Ancak *S. sobrinus* glukani kullanarak bağlanmaktadır. *S. sobrinus* genellikle bukkal yüzeylere bağlanırken, *S. mutans* daha çok okluzal yüzeylere bağlanmaktadır (188).

2.8.2.2.1.1 *Streptococcus Mutans (S. mutans)*

S. mutans lar, MS'lerin alt grubunda bulunan 7 bakteriden biridir. *S. mutans* ların ilk yerleştiği yerler ağız, farinks ve bağırsaklardır (43). *S. mutans*; sakkaroz gibi karbonhidratları kullanarak asit üretebilme, ekstrasellüler polisakkarit (EPS) sentezleyebilme yetenekleri ve asidik ortamda yaşayabilme özellikleri nedeniyle diş biyofilmi içindeki en karyojenik mikroorganizma olarak bilinmektedir. EPS; *S. mutans* için önemli bir virülans faktörüdür bunun nedeni diş yüzeyine bakteri tutunmasını arttırması, biyofilmin yapısal bütünlüğüne katkıda bulunması, biyofilmin porozitesini değiştirmesi ve sonuç olarak mine dokusunun demineralizasyonunu arttırmasıdır (189).

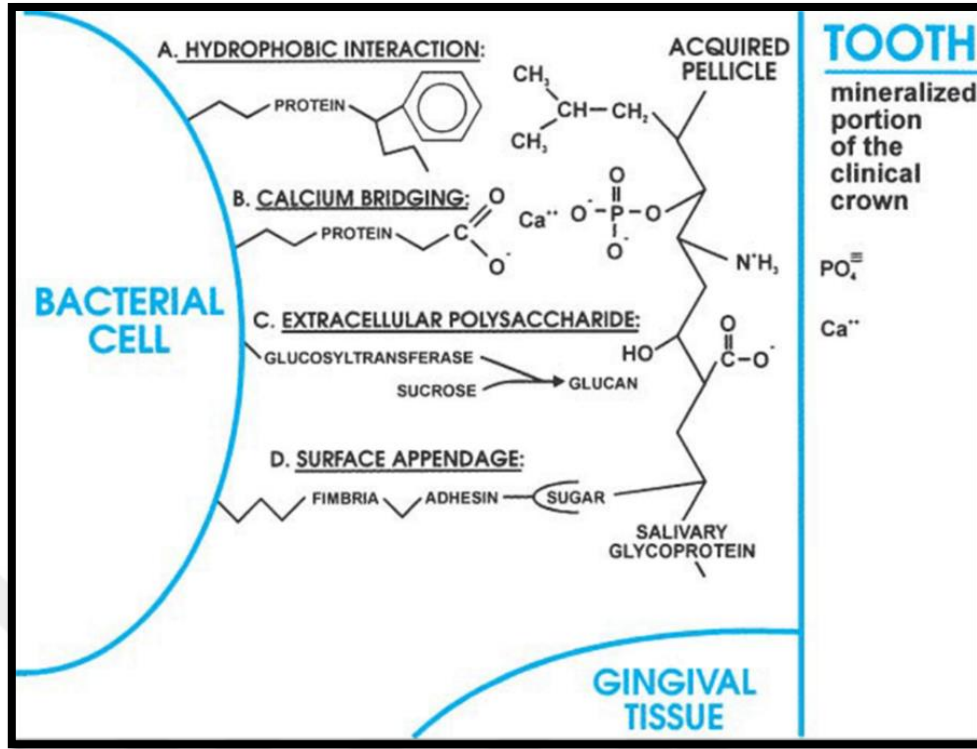
S. mutans, insanlarda ve hayvanlarda diş çürüğü oluşumuna neden olan en önemli mikroorganizmadır. *S. mutans* bakterisinin karbonhidratları metabolize ederek laktik asit ürettiği, laktik asitlerin de diş minesinin çözünmesine ve çürük oluşumuna neden olduğu belirtilmiştir (190). Bazı durumlarda, fazla karbonhidrat tüketimi olduğunda yüksek miktarda bulunan şeker, biyofilmin biyokimyasını ve mikrobiyolojik bileşimini değiştirebilir. Böylece patojenik türlerin miktarı artar ve karyojenik bir biyofilm meydana gelir. Bu durum çok sık meydana gelirse diş çürüğü meydana gelebilmektedir (189).

2.8.2.3 Bakteri Adezyonunun Moleküler Mekanizması

MDP oluşumu sırasında bakterilerin dış dokusuna adezyonunda bazı moleküler mekanizmalar rol oynamaktadır. Başlangıç mikroorganizmalarının pelikula tutunması fiziko-kimyasal etkileşimle (elektrostatik kuvvetler ve hidrofobik bağlanma) olmaktadır.

Bakteri adezyonunun moleküler mekanizması:

- A. Bakteri proteininin fenilalanin komponenti, kazanılmış pelikula bulunan tükürük glikoproteininin lösin komponentine hidrofobik bağlanma gösterir.
- B. Bu mekanizmada kalsiyum köprüleri rol oynamaktadır. Bakteri proteinlerinin negatif yüklü karboksil grubu pozitif yüklü kalsiyum iyonlarına (elektrostatik etkileşim) bağlanır daha sonra bu iyonlar kazanılmış pelikula tükürük proteinlerinin negatif yüklü fosfat grubuyla etkileşime girer.
- C. Diğer bir mekanizmada ise sukrozdan, glukoziltransferans bakteri enzimi ile EPS (glukan) elde edilir ve yapışkan formda olan glukanlar hidrojen bağlarıyla bakteri adezyonuna katkıda bulunurlar. Birçok hidrofobik grubu olan glukan; serin, tirozin ve treonin gibi zincir gruplarının amino asit kısmına bağlanırlar.
- D. Son olarak, bakteri hücreindeki fimbrial uzantı, kazanılmış pelikula tükürük glikoproteininin şeker komponentine bağlanır. Bakterilerin fimbrial uzantılarında bulunan adezin denilen hücre yüzey proteinleri, glikoproteinlerin karbonhidrat komponentlerine bağlanabilirler (**Resim 6**) (38).



Resim 6. Dental plak oluşumu sırasında bakterinin diş yüzeyine adezyonunun moleküler mekanizması (38)

Bu moleküler mekanizmaların yanı sıra başlangıç bakteri adezyonunda bakterinin yüzeye uzaklığı, çevredeki sıvı ortamın iyonik dayanıklılığı, bakterinin serbest yüzey enerjisi (SYE) ve ağız içi yüzeylerin pürüzlülüğü gibi bazı fiziksel faktörler de etkili olmaktadır (182).

2.8.2.4 Mikrobiyal Dental Plak Oluşumunu Etkileyen Faktörler

Yüzey Pürüzlülüğü ve Serbest Yüzey Enerjisi

Yüzeyin pürüzlü olması bakterilerin tutunabilecekleri alanın artmasına neden olur ve bakterileri uzaklaşmalarına neden olan kuvvetlerden koruyarak, tutunmuş bakterilerin uzun süre yaşamalarına neden olmaktadır (191). SEM ile incelendiğinde,

mine yüzeyinde perikimata, çatlak, oluk, abrazyon defektleri gibi düzensizliklerin bakterilerin kolonize olmalarına ve tutunan bakterilerin uzun süre durabilmelerine neden olduğu belirtilmiştir (192,193).

Yapılan çalışmalarda da yüzeyin pürüzlü olmasının plak birikimini arttırdığı bildirilmiştir (194,195). *Einwag ve ark.* restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünün plak birikimine olan etkisini incelemişler ve *S. mutans*'ın pürüzlü yüzeylere, cilalı yüzeylere göre daha çok tutunduğunu ancak *S. sangius* için anlamlı bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir (196). Bazı araştırmacılar ise yüzey pürüzlülüğünün bakteri adezyonunu etkilemediğini bildirmişlerdir (197-199).

Pürüzlü yüzeylerin SYE' sinin fazla olması nedeniyle plak oluşumuna daha yatkın olduğu ve cilalanmış yüzeylerin genellikle düşük SYE'ye sahip olduğu belirtilmektedir (200). Materyallerin ıslanabilirliğinin az olması, düşük SYE'ye sahip olduğunu göstermektedir. SYE'nin düşük olmasının da bakteri adezyonunu azalttığı ve böylece daha az miktarda plak oluşumuna neden olduğu bildirilmektedir (200,201).

Pelikül (Tükürük Biyofilmi)

MDP oluşumunun kontrolünde tükürüğün büyük önemi olduğu belirtilmiştir. Tükürükle kaplı yüzeyin ne oranda değiştiği ve bu değişimin yüzeyde biriken mikroorganizmaları ne oranda etkilediği önem kazanmıştır. Tükürük proteinlerinin bakterinin cinsine göre yapışmayı kolaylaştırabileceği ya da engelleyebileceği bildirilmiştir (202). Birçok tükürük proteini, erken bakteri kolonizasyonu için reseptör görevi görmektedir (203).

Dental materyallerin içeriği ve antibakteriyel özellikleri

Pelikülün fizikokimyasal yüzey özellikleri, altındaki sert yüzeyin fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Bu yüzden pelikülün bulunduğu yüzeyin özellikleri başlangıç bakteri adezyonunu etkilemektedir (191).

Amalgam, altın ve bileşikleri gibi materyallerden salınan iyonların ve CİS'lerden salınan floridin bakterinin gelişimini ve canlılığını engellediği bildirilmiştir (170).

CİS'ler diş dokusuna tutunarak mikrosızıntıyı azaltırlar ve florid salınımı yaptıkları için biyofilm oluşumu üzerinde etkileri bulunmaktadır. Floridler bakteriler tarafından üretilen asitleri nötralize edebilirler ve bakterilerin büyümesini engelleyebilirler (191). Ancak yapılmış bir *in vitro* çalışmada, CİS'lerin biyofilm oluşumunu ve bakteri büyümesini azaltmadığı bildirilmiştir. Bu durum floridin biyofilm oluşumunu kontrol etmede etkili faktör olmadığı veya konsantrasyonunun bunun için yetersiz olduğu düşüncesini ortaya çıkarmıştır (204).

Rezin kompozitlerin üzerinde biyofilm oluşumu yüzeyin bozulmasına neden olmaktadır (205). Kompozit rezinlerden salınan etilenglikol dimetilakrilat (EGDMA) ve TEGDMA'nın MS ve LB gibi karyojenik bakterilerin büyümesine neden olacağı bildirilmektedir. Bazı çalışmalar da kompozit rezinlerin, bakterilerin glukoziltransferaz aktivitesini arttırabileceğini bildirmektedir (206,207). Kompozit rezinlere antimikrobiyal ajanlar eklenerek biyofilm oluşumunda etkisini değerlendiren çalışmalar da bulunmaktadır (208-210).

Weng ve ark. (2012), yaptıkları *in vitro* çalışmada, furano içeren antibakteriyel resin kompozit hazırlayarak mekanik dayanımını ve antibakteriyel özelliğini değerlendirmişler ve materyalin mekanik dayanımını azaltmadan iyi antibakteriyel aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. *S. mutans* canlılığında %16-68 oranında azalma olduğu görülmüştür (211).

Jaafar ve ark. (2013), yaptıkları *in vitro* çalışmada, dental restoratif materyallerinin (Geleneksel amalgam, Silverfil amalgam, Fuji II LC, Fuji IX, Kompozit resin Z350) *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) ve *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*)'a karşı antibakteriyel özelliklerini değerlendirmişler. Her iki bakteriye karşı en fazla antibakteriyel özelliği Silverfil amalgam gösterirken, kompozit resin her ikisine karşı antibakteriyel özellik göstermemiştir (212).

Restoratif materyallerin kimyasal bileşiminin önemli olduğu ve bakteri adezyonunu etkilediği bildirilmiştir (170). Materyallerin doldurucu oranı ve büyüklüğünün, rezin matriksinin ve sertleştirme sürelerine bağlı olarak açığa çıkan artık monomerin, bakteri adezyonunu etkileyebileceği bildirilmektedir (179,213,214). Yapılan bir çalışmada iki çeşit indirekt kompozit rezinin (Estenia C&B, Gradia) yüzeyinde görülen bakteri adezyonu değerlendirilmiş. Doldurucu oranı daha fazla olan Estenia C&B'nin yüzeyinde bakteri adezyonunun daha az olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, florid salınımı yapan restoratif materyallerin bakteri adezyonuna karşı daha dirençli oldukları bildirilmiştir (215).

Poggio ve ark. (2009) yaptıkları *in vitro* çalışmada, iki akışkan kompozit (Gradia Direct LoFlo, Filtek Supreme XT flowable), dört kompozit (Gradia Direct Anterior, Filtek Supreme XT, Filtek Silorane, Filtek P60) ve iki CİS (Fuji IX Extra, Equia) materyalleri üzerinde *S. mutans* adezyonunu karşılaştırmışlar ve en düşük adezyon Gradia Direct Anterior, Filtek Supreme XT ve Filtek Silorane materyallerinde görülürken, en yüksek adezyonun Filtek Supreme XT flowable materyalinde olduğu görülmüştür. Ayrıca materyallerin yüzey pürüzlülükleri profilometre ve SEM cihazı kullanılarak değerlendirilmiştir. En düşük yüzey pürüzlülüğünün Filtek Supreme XT ve Filtek P60'da olduğu görülmüştür. Bakteri adezyonunun yüzey pürüzlülüğüne bağlı olmadığı görülmüş ve bakteri adezyonunda materyalin kimyasal bileşiminin ve bakteri-restorasyon arasındaki farklı elektrostatik kuvvetin önemli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca CİS'lerden salınan floridin *S. mutans* adezyonunu engellemediği bildirilmiştir (216).

SPR-G doldurucu içeren restoratif materyallerde bakteri adezyonunun az olduğu bildirilmektedir (47,217,218). S-PRG doldurucu partikülleri floridin yanı sıra birtakım inorganik element salınımı yaptıkları için bakteri adezyonunun az olacağı bildirilmektedir (217).

Saku ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada iki kompozit rezin (Clearfil AP-X, Filtek Z250) ve bir giomer (Beautifil II) materyallerinin antibakteriyel aktivitelerini incelemişler. Bu *in vitro* çalışmada insan tükürüğü ile kaplanan tüm materyallerde, distile suya konanlara göre daha az bakteri adezyonu gözlenmiştir. Örnekler insan

tükürüğü ile kaplandığında tutunan *S. mutans* sayısının en az Beautifil II’de olduğu görülmüştür. Ayrıca en az MDP adezyonunun florid ve stronsiyum içeren Beautifil II’de olduğu ancak üç materyalin antibakteriyel etkileri arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmiştir (47).

Yoneda ve ark. (2012), yaptıkları *in vitro* çalışmada S-PRG doldurucu içeren restoratif materyalin antibakteriyel özelliklerini değerlendirmişlerdir ve S-PRG doldurucuların *S. mutans* adezyonunu önlediği ve *Porphyromonas gingivalis* (*P. gingivalis*) ’in proteaz ve jelatinaz enzimini inhibe ettiğini bildirmişlerdir (219).

Kara ve ark. (2013), yaptıkları *in vitro* çalışmada GCİS (Fuji IX kapsül; GC, Belçika), RMCİS (Photac-FilQuick Aplicap; 3M ESPE, Almanya), amalgam (ANA 2000 Capsule; Nordiska Dental, İsveç), iki farklı kompomer (Twinky Star; Voco, Almanya, Dyract Extra; Dentsply, Almanya), giomer (Beautifil II; Shofu, Japonya), akışkan nano-hibrit kompozit (Grandio SOFlow; Voco, Almanya) ve nano-hibrit kompozit (Grandio SO; Voco, Almanya) materyallerinin yüzeylerinde *Candida albicans* (*C. albicans*) adezyonu ve biyofilm oluşumunu değerlendirmişlerdir. GCİS ve RMCİS’lerin yüzeyinde biyofilm oluşumu önemli derece düşük bulunurken, kompomer ve kompozitlerin yüzeyinde daha yüksek olduğu, en fazla amalgamda olduğu görülmüştür. Buna göre *C. albicans* adezyonunda materyallerin karışımlarının, içeriklerinin ve kimyasal yapılarının etkili olduğu bildirilmiş. Bu durumun materyalin florid salınımına da bağlı olabileceği düşünülmüş ancak florid salınımına bakılmadığı için ilişkilendirilememiştir (220).

Hahnel ve ark. (2014), yaptıkları *in vitro* çalışmada farklı oranlarda S-PRG doldurucu partikülü içeren rezin bazlı kompozitlerde görülen florid salınımı ve biyofilm oluşumunu değerlendirmişler ve S-PRG doldurucu oranı arttıkça florid salınımının arttığını ve biyofilm oluşumunun azaldığını belirtmişlerdir (218).

Seramik materyallerde ise adezyon oldukça düşük olduğu için üzerinde oluşan biyofilm tabakası incedir. Diş hekimliğinde kullanılan çeşitli seramik materyalleri üzerinde biyofilm oluşumu farklılık göstermektedir (205). Bir çalışmada üç günlük

süreçte seramik inleylerin yüzeyinde, diş yüzeyine göre daha az MDP oluştuğu bildirilmiştir (221).

Kawai ve ark. (2001), *in vitro* olarak yaptıkları bir çalışmada; seramik (üç çeşit; Vita Celay, IPS Empress ve Dicor MGC), kompozit rezin (Herculite XR) ve amalgam (Spherical-D) materyallerinin, cilalı ve cilasız yüzeylerine *S. sobrinus* ve glukanların adezyon özelliklerini karşılaştırmışlardır. Seramik yüzeylerin, amalgam ve kompozit rezin yüzeylerden daha az plak birikimine sahip olduğu belirtilmiştir. Kompozit rezin ve amalgam restorasyonların cilalandıktan sonra yüzeylerinde daha az MDP biriktiği, biriken MDP miktarı açısından cilalı/cilasız seramik yüzeylerle karşılaştırıldığında ise MDP miktarının daha fazla olduğu bildirilmiştir (222).

Auschill ve ark. (2002), altı farklı restoratif materyali (amalgam, altın, seramik, kompozit rezin, kompomer, CİS) 3 boyutlu görüntü sağlayan konfokal lazer tarama mikroskobu ile floresan yöntemini beraber kullanarak yüzeyi kaplayan biyofilm yüzdesini, kalınlığını ve canlılık yüzdesini kıyaslamışlardır. Amalgam yüzeyinin % 100'ünün, CİS'in yüzeyinin ise % 6'sının biyofilmle kaplandığı belirtilmiştir. Biyofilm kalınlığının amalgam ve altında diğer materyallere göre daha fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca biyofilm canlılığının en fazla seramikte olduğu görülmüştür. Amalgamın yüzeyinde 17 µm kalınlığında biyofilm oluşurken, seramikler üzerinde 6 µm kalınlığında biyofilm oluştuğu gözlenmiştir (170).

2.8.3 Fluorid Salınımı Yapan Restoratif Materyallerin Bakteri Adezyonu Üzerindeki Etkisi

Fluoridler bakteri metabolizmasını ve MDP'nin asidojenik aktivitesini etkileyerek Enolaz ve ATPaz enzimini inhibe ederler ve bakteri kolonizasyonunu önlerler (125,223). Düşük miktarda florid *in vitro* olarak bakterilerin büyümesini ve MDP'de asit üretimini önlemesine rağmen, floridlerin plak metabolizmasındaki etkileri klinik açıdan henüz açıklığa kavuşmamıştır (125,224-226). Fluoridlerin antimikrobiyal etkisi için istenen miktar, demineralizasyonu azaltmada etkili olan

miktardan daha fazladır. *In vitro* olarak az miktarda florid (0.03-0.08 ppm), remineralizasyon-demineralizasyon dengesi için yeterli olmaktadır (125).

Florid içeren restoratif materyallerden salınan florid; mine, dentin ve sementin yapısına girerek çürüğün başlamasını ve ilerlemesini engeller. Ayrıca florid restorasyonun kenarlarında oluşan plağın metabolik aktivitesini etkileyerek karyojenik özelliğinin değişmesine neden olur. Böylece sekonder çürük oluşumu önlenir. Bu nedenle de, restoratif materyallerin florid salınımı yapması oldukça önemlidir (21).

Floridler, diş sert dokularını asitlere karşı dayanıklı hale getirerek diş ve restoratif materyallerin üzerinde oluşan MDP'nin içinde zararlı bakterilerin büyümesini engeller (204). Ayrıca, bakterilerin karbonhidrat metabolizmasını etkiler ve antikaryojenik etkiye sahiptirler (227). Diş hekimliğinde kullanılan CİS'ler gibi florid salınımı yapan restoratif materyallerin birçok yararlı etkileri bulunmaktadır (204). CİS'lerin MDP'deki bakterilere karşı antimikrobiyal etkileri vardır (228). Bazı çalışmalarda, CİS'e komşu bölgedeki MDP'de florid miktarının artmasıyla MS'lerin sayısının azaldığı bildirilmiştir (229,230). Bir *in vitro* çalışmada, CİS'lerin sertleşmesi sırasında açığa çıkan asit ve kısa dönemde salınan florid sayesinde bakterilerin tutunmasının ve büyümesinin engelleneceği bildirilmiştir (231). Ancak yapılan başka bir *in vitro* çalışmada, florid salınımı yapan CİS'lerin *S. mutans* bakteri adezyonunu önlemediği bildirilmiştir (216). *In vivo* çalışmalarda ise, 1-3 yıllık restorasyonlardan salınan florid miktarının bakterilerin (örn. MS ve LB) çürük yapıcı metabolizmasını etkilemediği bildirilmektedir (232,233). Başka çalışmalarda ise CİS ile restorasyon yapıldıktan sonra 1 ay içindeki süreçte florid salınımıyla mikrobiyal dental plaktaki MS sayısının azaldığı bildirilmiştir (229,232). Bu etkilerinin 14 gün sonra azaldığı ancak florid jel uygulamasıyla tekrar etkilerinin artacağı bildirilmektedir (234).

Floridler, bakterilerin ürettiği asidi nötralize ederek tampon görevi görebilirler ve böylece bakterilerin büyümesini engelleyebilirler (235,236). CİS'lerde florid salınımı olduğu için üzerinde ince ve canlı bakteri sayısı az olan bir biyofilm tabakası oluşmaktadır (170). Streptokok grubundan özellikle *S. mutans* ve *S. sanguis* türlerinde azalma olduğu bildirilmiştir (225,237). Ancak yapılan bir *in vitro* çalışmada CİS'lerin

bakterilerin büyümesini ve biyofilm oluşumunu azaltmadığı bildirilmiştir (204). Bu durum biyofilm oluşumunda floridin önemli bir faktör olmadığını veya etkili olabilmesi için konsantrasyonunun az olduğu düşüncesini ortaya çıkarmıştır (238).

Montanaro ve ark. (2004), yaptıkları *in vitro* çalışmada [üç akışkan kompozit (Filtek Flow, Tetric Flow, ve Arabesk Flow), üç mikrohibrit kompozit (Clearfil APX, Solitaire 2, ve Z250), iki CİS (Fuji IX, Fuji IX fast), bir kompomer (F2000), bir ormoser rezin (Admira) ve bir kontrol materyali (yüzey tedavisi yapılmış polistren)] yüzeyinde *S. mutans* adezyonunu değerlendirmişlerdir. Admira ve Fuji IX fast dışındaki materyaller arasında bakteri adezyonu açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ayrıca florid salınımının erken bakteri adezyonunu azaltmadığı bildirilmiştir (37).

Al-Naimi ve ark. (2008), yaptıkları *in vitro* çalışmada CİS, RMCİS, giomer ve kompozitler üzerinde biyofilm oluşumunda asidik ve nötral tükürüğün etkisini ve florid salınımının nasıl etkilendiğini incelemişler. Nötral tükürükte CİS'te görülen florid salınım miktarı yüksek olmasına rağmen biyofilm oluşumunun ve bakteri büyümesinin diğer materyallere göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (204).

Pandit ve ark. (2011), yaptıkları *in vitro* çalışmada florid salınımı yapan ve yapmayan rezin kompozitler üzerinde oluşan *S. mutans* biyofilminin içeriğini ve asit üretimini değerlendirmişler ve tüm materyaller üzerinde oluşan *S. mutans* biyofilminde başlangıçtaki asit üretim hızı benzer olmasına rağmen biyofilmin biyokütlesi ve ekstrasellüler polisakkarit, florid salınımı yapan materyallerde daha düşük bulunmuştur. Bu durumun florid salınım miktarına veya biyofilm oluşumunun erken döneminde görülen florid salınım hızına bağlı olabileceği bildirilmiştir. Sonuç olarak florid salınımının *S. mutans* biyofilminin karyojenitesini azalttığı bildirilmiştir (239).

2.8.4 Restoratif Materyaller Üzerine Uygulanan Bitirme ve Cila İşlemlerinin Bakteri Adezyonu Üzerine Etkisi

Yapılan çalışmalar sonucunda bitirme ve cila işlemleri yapılmış pek çok restoratif materyalin yüzey pürüzlülüğü değerlerinin, bakteri adezyonu için kritik sınır olarak bildirilen 0.2 µm'lik yüzey pürüzlülüğü değerinden daha yüksek olduğu bildirilmektedir (34,149,240). Yüzeyin pürüzlü olması ve SYE'nin yüksek olması biyofilm oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Ayrıca materyallerin içeriği de biyofilm oluşumunu etkilemektedir (31). Rezin bazlı kompozitlerin resin matiks ve doldurucu partiküllerinin kimyasında farklılıklar olması, doldurucularının çapı ve şeklindeki farklılıklar cila işlemi sonrası yüzeyin pürüzlülüğüne ve SYE'sine etki etmektedir. Bu nedenle kompozit rezinlerin içeriği ve yapılan cila işlemleri biyofilm oluşumunu etkileyebilir (241).

Carlén ve ark. (2001), yaptıkları *in vitro* bir çalışmada cilalanmış ve cilalanmamış kompozit resin (TPH Spectrum™) ve CİS (Ketac-Fil® Aplicap®) restoratif materyallerini pürüzlülük, kimyasal içerik, SYE, yüzeyde bulunan tükürük proteini açısından incelemiş ve bunların bakteri adezyonuna etkisini değerlendirmiştir. Cilalanmamış kompozit rezine kıyasla, cilalanmamış CİS'in yüzeyinin daha pürüzlü olduğu, daha inorganik içeriğinin olduğu, yüzeyin pozitif yüklü olduğu, yüzeyde daha fazla tükürük proteini bulunduğu ve bakteri adezyonunun daha fazla olduğu görülmüştür. Ancak kompozit resin cilalandıktan sonra yüzey pürüzlülüğünün ve biyofilm oluşumunun arttığı gözlenmiştir. CİS'in yüzeyinin cilalanmasının ise yüzey pürüzlülüğü, tükürük proteini ve bakteri birikimi açısından önemli bir fark oluşturmadığı bildirilmiştir (30).

Ono ve ark. (2007), yaptıkları *in vitro* çalışmada, cila işlemlerinin ve resin kompozitlerin içeriğinin bakteri adezyonunu etkilediğini, bütün kompozitlerde biyofilm oluşumuna karşı olan direncin eşit olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca *S. mutans* biyofilminde bulunan suda çözünemeyen glukanın, florid salınımı yapan resin kompozitlerden salınan floridden etkilenebileceği belirtilmiştir (215).

Aykent ve ark. 'ları (2010), yaptıkları *in vitro* çalışmada dört restoratif materyale [iki çeşit; indirekt kompozit rezin (SR Adoro, Estenia), direkt kompozit rezin (Tetric) ve seramik (VITABLOCS Mark II)] uygulanan farklı bitirme ve cila işlemlerinin [dört çeşit; elmas bitirme frezi, abraziv diskler (Soflex), silikon-karbid kauçuk lastikler (Shofu), veya elmas cila pastası)] yapay müsin ve tükürükle kaplanmış yüzeylerde bakteri adezyonuna olan etkisini değerlendirmişler. SR Adoro-elmas bitirme frezi olan grubun en pürüzlü yüzeye sahip olduğu ve en düşük bakteri adezyonunun ve en pürüzsüz yüzeyin Shofu ve Soflex cila kiti ile cilanan materyallerde olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca seramik ve SR Adoro gruplarında oluşan biyofilmde vital *S. mutans* varlığının en az olduğunu bildirmişlerdir. Buna göre yüzey pürüzlülüğünün ve *S. mutans* bakteri adezyonunun yapılan yüzey işlemlerine ve restoratif materyalin tipine bağlı olduğunu, yüzey pürüzlülüğü arttıkça *S. mutans* adezyonunun arttığını bildirmişlerdir (49).

Pereira ve ark. (2011) yaptıkları *in vitro* çalışmada üç farklı restoratif materyalin [(nanofil kompozit; Filtek Z350, 3M ESPE),(nanohibrit kompozit, Vit-1-escence, Ultradent),(Mikrohibrit kompozit, Esthet X, Dentsply)] yüzeyinde uygulanan iki farklı bitirme ve cila işlemlerinden [(Sof-Lex, 3M ESPE), (Tungsten karbid bitirme frezi, Beavers Dental ve Astrobrush, Ultradent)] sonra örneklerin yarısını insan tükürüğüyle, diğer yarısını ise tükürüksüz inkübe etmişler ve yüzeyde görülen *S. mutans* biyofilm adezyonunu incelemişlerdir. İnsan tükürüğüyle inkübe edildiklerinde *S. mutans* adezyonunun arttığı görülmüştür. Hem tükürük varlığında hem de yokluğunda, şeffaf bantla hazırlanan kontrol grubunda ve cila işlemlerinden sonra, en az bakteri adezyonunun nanofil kompozitte olduğu bildirilmiştir. Tükürük olmadığında nanofil ve mikrohibrit kompozitler için en düşük bakteri adezyonu şeffaf bantla hazırlanan grupta görülürken, nanohibrit kompozitte şeffaf bantla hazırlanan ve Astrobrush ile cila yapılan grupta bakteri adezyonunun benzer olduğu belirtilmiştir. Tükürük varlığında ise cila işlemi uygulanan nanohibrit ve mikrohibrit kompozitlerde bakteri adezyonunun benzer olduğu ancak en az bakteri adezyonunun herhangi bir cila işlemi uygulanmayan nanofil kompozitte olduğu bildirilmiştir (45).

Ionescu ve ark. (2012), yaptıkları *in vitro* çalışmada kompozit rezinlerin fiziko-kimyasal yüzey özelliklerinin *S. mutans* biyofilm oluşumu üzerindeki etkisini incelemiştir. Dört adet kompozit rezin (Filtek Supreme XT, Filtek Silorane, Grandio, Deneysel kompozit rezin) şeffaf bant kullanılarak hazırlanmıştır ve yarısına cila işlemi uygulanmıştır. Yüzey pürüzlülüğü, SYE ve *S. mutans* biyofilm oluşumu değerlendirilmiştir. Tüm materyallerde cila işlemi sonucu SYE düşmüştür. Sadece Grandio'da cilalama sonrası yüzey pürüzlülüğü anlamlı derecede artmıştır. Cilalanan kompozit rezinlerde anlamlı derecede az miktarda *S. mutans* biyofilm oluşumu görülmüştür. Bu sonucun çıkmasında kompozit rezinin yüzeyindeki rezin matris ve doldurucu partiküllerin oranının önemli derecede etkili olduğu düşünülmüştür. Yüzeyde bulunan rezin matrisin uzaklaştırılması sonucu biyofilm oluşumunun azalacağı belirtilmiştir (241).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada florid salınımı ve yüzey pürüzlülüğü deneyleri Y.Ü. Diş Hek. Fak. Sert Doku Laboratuvarında, bakteri adezyon deneyi ise İ. Ü. Diş Hek. Fak. Oral Mikrobiyoloji Bilim Dalı Laboratuvarında gerçekleştirildi.

3.1 Çalışmada Kullanılan Materyaller

Çalışmamızda; bir giomer materyali olan **BEAUTIFIL®II** (Shofu Inc., Kyoto, Japan), bir cam karbomer olan **GCP Glass Fill** (GCP, Leiden, Netherlands), seramikle güçlendirilmiş cam iyonomer siman materyali olan **Amalgomer™ CR** (Advanced Health Care, UK), bir kompomer olan **Dyract®XP** (Dentsply, Konstanz, Germany) ve yüksek viskoziteli bir cam iyonomer siman olan **Fuji IX GP®** (GC, Japan) materyalleri kullanıldı (**Resim 7, 8, 9, 10, 11**). Materyallerin üretici firmaları ve marka isimleri **Tablo 2**'de, içerikleri ise **Tablo 3**'te sunulmaktadır. Materyal gruplarına ilişkin kodlama **Tablo 4**'te gösterilmektedir.

Çalışmada materyallerin cilalanmasında **Sof-Lex™ disk** (3M Dental Products, St Paul, MN, USA) ve **Enhance®/PoGo™** (Dentsply caulk, Milford, DE, USA) marka isimli cila sistemleri kullanıldı (**Resim 12, 13**). Bu cila sistemlerinin içerik, partikül boyutu gibi özellikleri ve üretici firmaları **Tablo 5**'te görülmektedir. Bu cila sistemlerine göre belirlenen alt grupların kodlaması **Tablo 6**'da sunulmaktadır.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan materyaller

Materyal	Kategori	Üretici firma
BEAUTIFIL® II	Giomer	Shofu, Japan
GCP Glass Fill	Cam karbomer	GCP, Netherlands
Amalgomer™ CR	Seramikle güçlendirilmiş cam iyonomer siman	Advanced Health Care, UK
Dyract® XP	Kompomer	Dentsply, Germany
Fuji IX GP® Capsule	Yüksek viskoziteli cam iyonomer siman	GC, Japan

Tablo 3. Çalışmada kullanılan materyallerin içeriği ve partikül boyutları

Materyal	Kategori	İçerik	Partikül boyutu
BEAUTIFIL® II	Giomer	Bis-GMA, TEGDMA, S-PRG, Alüminofluoro-borosilikat cam, DL-kamforokinon,	0.8 µm
GCP Glass Fill	Cam karbomer	Fluoroalüminosilikat cam, apatit, poliasit Yüzey örtücü: Modifiye polisiloksan	0.5-200 µm
Amalomer™ CR	Seramikle güçlendirilmiş cam iyonomer siman	Toz: Fluoroalüminosilikat cam, Poliakrilik asit tozu, Tartarik asit tozu, Seramikle güçlendirilmiş toz Likit: Poliakrilik asit, Distile su	5-10 µm
Dyract® XP	Kompomer	Sr, Al, N, Fluorosilikat cam, stronsiyum florid, Bis-GMA, (Üretan dimetakrilat) UDMA, TEGDMA, trimetilolpropan trimetakrilat (TMPTMA), TCB, dimetilamino benzoik asit etil ester, kamforokinon	0.8 µm
Fuji IX GP® Capsule	Yüksek viskoziteli cam iyonomer siman	Toz: Fluoroalüminosilikat cam, Poliakrilik asit tozu Likit: Poliakrilik asit, Polibazik karboksilik asit, Distile su	10 µm

Tablo 4. Çalışmada kullanılan materyaller ve materyallerin grup kodlaması

MATERYAL GRUPLARI	
BEAUTIFIL® II	B Grubu
GCP Glass Fill	G Grubu
Amalomer™ CR	A Grubu
Dyract® XP	D Grubu
Fuji IX GP® Capsule	F Grubu



Resim 7. Çalışmada kullanılan **BEAUTIFIL® II** materyali



Resim 8. Çalışmada kullanılan **GCP Glass Fill** materyali



Resim 9. Çalışmada kullanılan Amalgomer™ CR materyali



Resim 10. Çalışmada kullanılan Dyract®XP materyali



Resim 11. Çalışmada kullanılan **Fuji IX GP® Capsule** materyali

Tablo 5. Çalışmada kullanılan cila sistemleri

Cila sistemi	Çeşit	İçerik	Partikül boyutu	Üretici firma
Sof-Lex	Çok basamaklı	Alüminyum oksit	Orta (40 µm)	3M ESPE, St. Paul, MN, USA
		Üretan ile kaplı kağıttan	İnce (24 µm)	
		yapılmış disk	Ultra ince (8 µm)	
Enhance®	Tek basamaklı	Polimerize üretan	40 µm	Dentsply/Caulk, Milford, DE, USA
		dimetakrilat		
		Alüminyum oksit		
PoGo™	Tek basamaklı	Polimerize üretan	7 µm	Dentsply/Caulk, Milford, DE, USA
		dimetakrilat		
		Elmas		
		Silikon oksit		

Tablo 6. Çalışmadaki materyal gruplarına ait alt grupların kodlaması

ALT GRUPLAR	
Kontrol grubu	K
Sof-Lex grubu	S
Enhance/PoGo grubu	EP



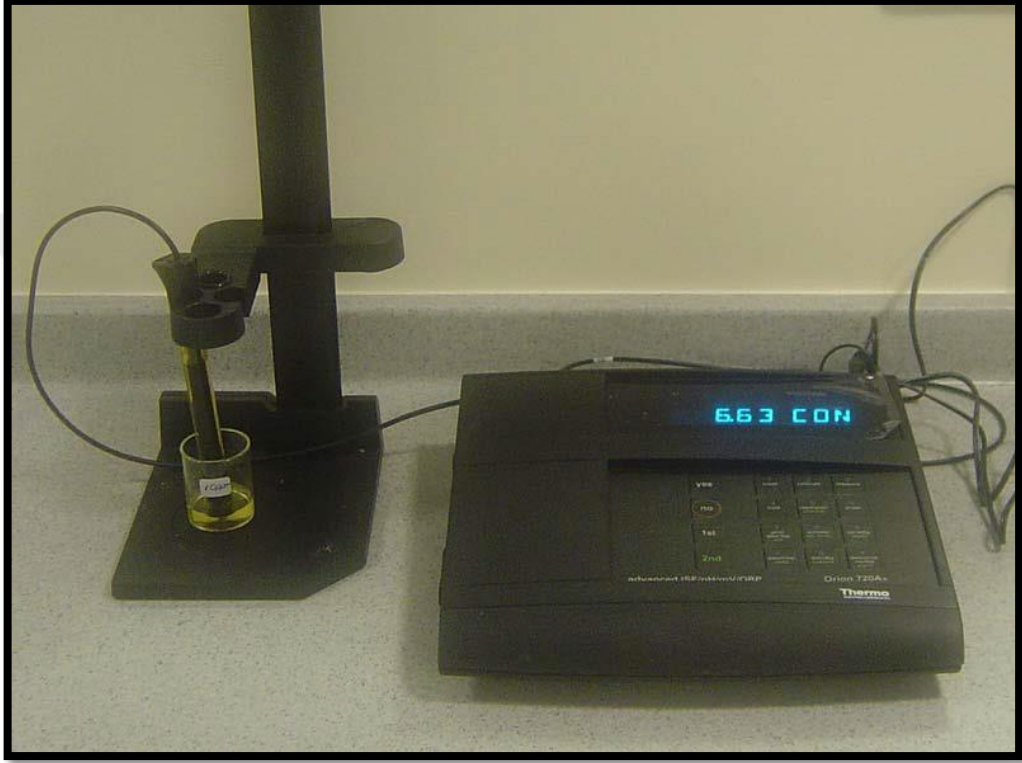
Resim 12. Materyal gruplarının S alt grubunda bulunan örnekleri cilalamada kullanılan **Sof-Lex™ disk** sistemi



Resim 13. Materyal gruplarının EP alt grubunda bulunan örnekleri cilalamada kullanılan **Enhance®/PoGo™** bitirme ve cila sistemleri

3.2 Fluorid Salınımı Değerlerinin Ölçülmesi

Çalışmada materyal örneklerinden salınan fluorid miktarı iyon selektif elektrod yöntemi ile Orion 720A+ Model bir İyon Analizörü ve ona bağlı bulunan 960BN Model bir kombine fluorid elektrodu kullanılarak ölçüldü. (**Resim 14**).



Resim 14. Çalışmada kullanılan Orion 720A+ cihazı ve Orion Fluorid Elektrodu

Deneyde kullanılan çözeltiler:

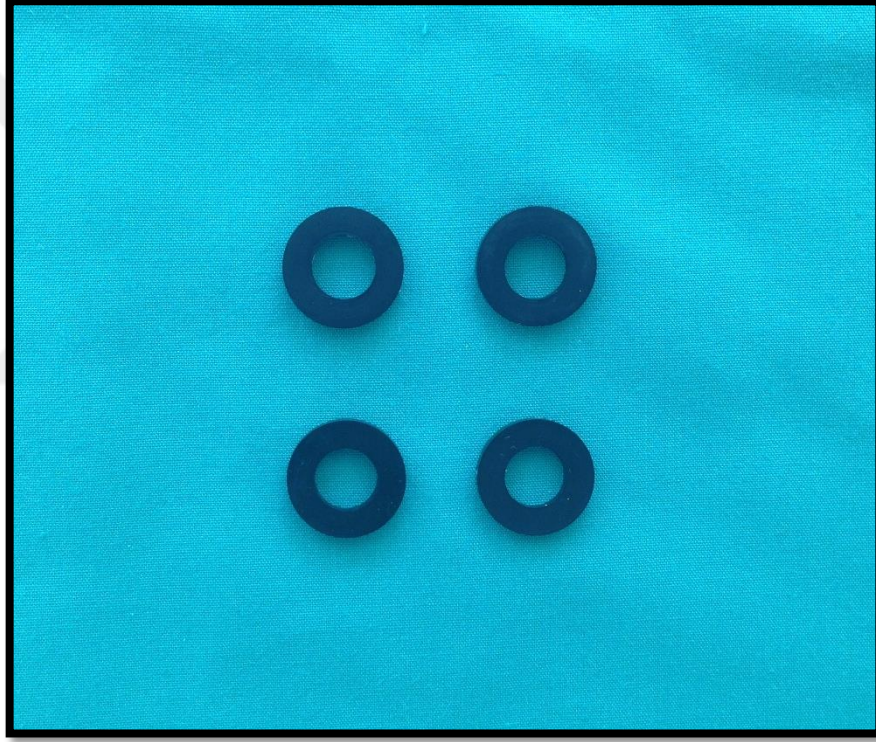
1. Deiyonize su
2. Standart florid çözeltileri: 100 ppm'lik standart florid solüsyonundan (Orion Research, Inc.500, Cummings Center, Beverly, MA, 01915-6199 USA, 940907) deiyonize su ile seyreltilerek hazırlanan: 10, 1 ve 0.1 ppm'lik solüsyon çözeltileri (**Resim 15**)
3. İyonik kuvveti ayarlayıcı tampon çözeltisi: TISAB III (Total Ionic Strength Adjustment Buffer) (Orion Research, Inc.500, Cummings Center, Beverly, MA, 01915-6199 USA, 940907) (**Resim 15**)



Resim 15. Çalışmada kullanılan TISAB III ve Orion marka 100 ppm'lik florid standardı

3.2.1 Fluorid Salınım Deneyi İçin rneklerin Hazırlanması

Çalışmamızda kullanılan restoratif materyallerin her birinden 21'er adet olmak üzere toplam 105 adet örnek hazırlandı. Örnekler 8 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde standart plastik kalıplar kullanılarak hazırlandı (**Resim 16**). Materyal kalıplara hafif taşkın olacak şekilde yerleştirildikten sonra, materyalin her iki yüzeyine asetat kağıdı konularak cam bloklarla (1 mm kalınlığında) taşkın materyallerin uzaklaştırılması için basınç uygulandı. Materyaller retici firmanın önerilerine göre sertleştirildi (**Tablo 7**).



Resim 16. Çalışmada kullanılan standart plastik kalıplar

Tablo 7. Örneklerin hazırlanmasında materyallerin uygulanma şekilleri ve polimerizasyon süreleri

Materyal	Uygulama şekli	Polimerizasyon süresi
BEAUTIFIL®II	Materyalin uygulanması	40 sn ışıklama
GCP Glass Fill	15 sn süresince kapsülün karıştırıcı ile karıştırılması ve tabanca ile uygulanması 90 sn ışık uygulaması (60-90 sn ışık uygulaması firmanın önerisi)	10 dk oda sıcaklığında (3 dk 30 sn 37°C’de firmanın önerisi)
Amalgomer™ CR	Toz ile deiyonize suyun kağıt üzerinde elle karıştırılması	10 dk oda sıcaklığında (3 dk 30 sn 37°C’de firmanın önerisi)
Dyract®XP	Materyalin uygulanması	40 sn ışıklama
Fuji IX GC® GP Capsule	10 sn süresince kapsülün karıştırıcı ile karıştırılması ve tabanca ile uygulanması	10 dk oda sıcaklığında (2 dk 20 sn 37°C’de firmanın önerisi)

Kimyasal olarak sertleşen Amalgomer™ CR ve GC Fuji IX GP® materyallerinin oda sıcaklığında 10 dk sertleşmesi beklendi. Işıkla sertleşen BEAUTIFIL®II ve Dyract®XP materyallerinden hazırlanan örnekler, halojen tungsten (Optilux 501, Kerr, CA, USA) görünür ışık kaynağı (önerilen dalga boyu 500 mW/cm²) ile her iki taraftan 20 sn polimerize edildi. GCP Glass Fill materyali kalıplar içerisine yerleştirildikten hemen sonra üretici firmanın önerdiği yüzey örtücü, materyalin yüzeyine sürüldü ve GCP CarboLED CL-01 (önerilen dalga boyu 1400 mW/cm²) cihazı 90 sn uygulandı (**Resim 17**). Işık cihazı örneklere dik bir şekilde ve 1 mm uzaklıktan tutuldu.



Resim 17. Çalışmada kullanılan Optilux 501 ve GCP CarboLED ışık cihazları

Örnekler kalıplardan çıkarıldıktan sonra çapakları temizlendi ve tüm materyal grupları 7 örnekten oluşan 3 ayrı alt gruba ayrıldı. Kontrol grubu dışındaki bütün örneklerin her iki yüzeyi 1200 grid silikon karbit kâğıt zımpara disk ile Buehler Phoenix Beta Grinder-polisher cihazında 600 rpm hızında 450'lik açılarla döndürülerek 1 dk. boyunca su altında zımparalandı (**Resim 18**).



Resim 18. Örneklerin 1200 grid silikon karbit kağıt zımpara disk ile su altında zımparalanmasında kullanılan Buehler Phoenix Beta Grinder-polisher cihazı

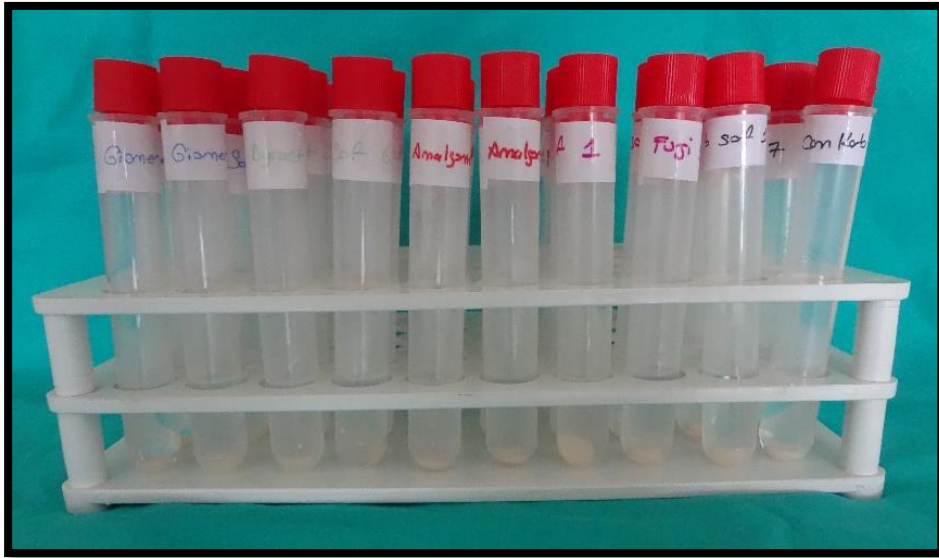
S alt grubunda bulunan örnekler sırasıyla orta, ince ve süper ince grenli Sof-Lex™ (3M Dental Products, St Paul, MN, USA) cila diskleri ile hafif el basıncıyla tek yönde rotasyon hareketiyle 10,000 rpm düşük devirde mikromotor kullanılarak 20 sn süresince su soğutması altında cilalandı. Her bir grenden sonra örnekler 10 sn boyunca debrisi atmak için yıkandı ve 5 sn de hava ile kurutuldu. Her örnek için yeni cila disk kullanıldı.

EP alt grubunda bulunan örnekler önce Enhance® (Dentsply caulk, Milford, DE, USA) cila lastiği ile 10,000 rpm düşük devirde mikromotor ile 20 sn boyunca hafif basınçla su altında cilalandıktan sonra 10 sn debrisi uzaklaştırmak için suyla yıkandı ve 5 sn hava ile kurulandı. Daha sonra PoGo™ (Dentsply caulk, Milford, DE, USA) cila lastiği ile 10,000 rpm düşük devirde mikromotor ile 40 sn boyunca su soğutması altında cilalandıktan sonra 10 sn suyla yıkandı ve 5 sn hava ile kurulandı. Değişkenlerin ortadan kaldırılması amacıyla, bitirme ve cila işlemleri üretici firmanın talimatları doğrultusunda aynı araştırmacı tarafından örneklerin her iki yüzeyine de yapıldı (**Resim 19**). K alt grubunda bulunan örneklere ise herhangi bir cila işlemi uygulanmadı.



Resim 19. Örneklerin yüzeyine cila işlemlerinin uygulanması

Her bir örnek, içerisine 3 ml deiyonize su konulmuş plastik test tüplerine yerleştirildi ve kapakları kapatıldı. Camın floridi tutma özelliğinden dolayı, florid iyonlarının değerlerinin belirlenmesinde plastik test tüpleri ve beher kapları kullanıldı. İçerisine 3 ml deiyonize su konulan 105 adet tübe birer kod verildi ve 37°C'lik etüve yerleştirildi (**Resim 20,21**).



Resim 20. Çalışmada kullanılan plastik test tüpleri



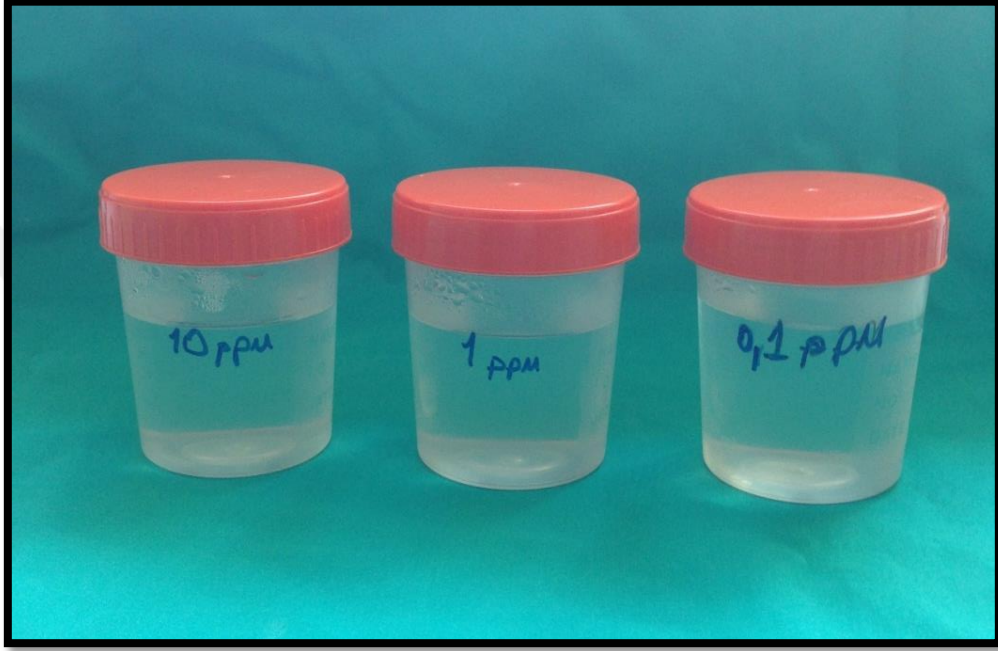
Resim 21. Çalışmada örneklerin bekletildiği 37°C'lik etüv

3.2.2 Fluorid Salınım Deneyinin Yapılışı

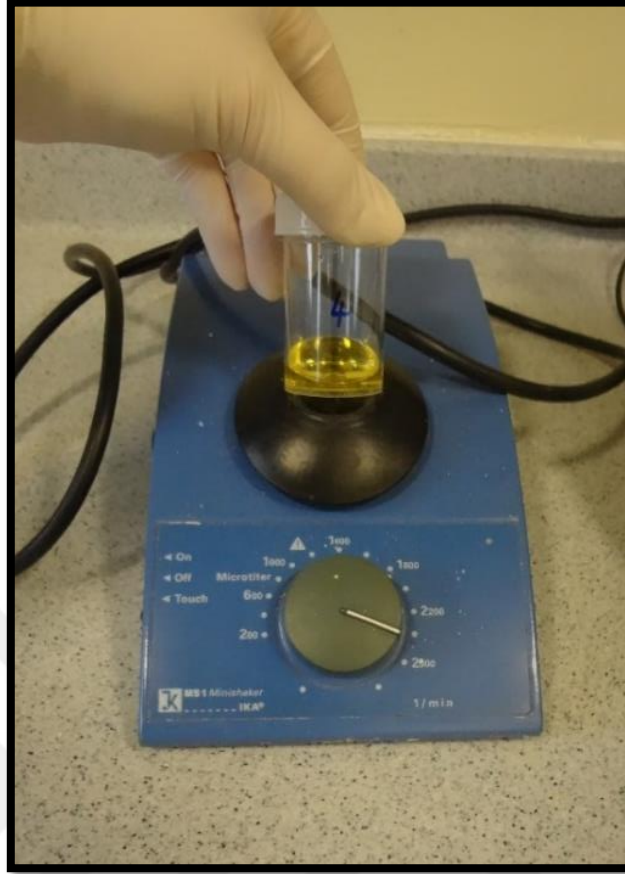
Tüm materyallerden hazırlanan örneklerin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde florid salınımı ölçümleri yapıldı. 3. günden sonraki ölçümlerde yapılacak her ölçümden 24 saat önce örnekler tüplerden çıkarılarak yeni solüsyonlara konuldu ve ölçüm 24 saatlik birikim üzerinden yapıldı. Böylece her haftanın sonunda kümülatif olmayan yeni bir günlük değer elde edildi.

Her ölçüm gününde, ölçümlerden önce 100 ppm'lik standart florid solüsyonundan (Orion Research, Inc.500, Cummings Center, Beverly, MA, 01915-6199 USA, 940907) deiyonize su ile seyreltme yapılarak 10 ppm, 1 ppm ve 0,1 ppm'lik solüsyonlar elde edildi (**Resim 22**). Hazırlanan solüsyonlardan alınan 4 ml'lik florid

solüsyonları plastik bir kaba kondu ve üzerine 0.4 ml TISAB III (Total Ionic Strength Adjustment Buffer) solüsyonu (Orion Research, Inc.500, Cummings Center, Beverly, MA, 01915-6199 USA, 940911) eklendi. Plastik kapların içinde bulunan solüsyonlar IKA marka ısıtıcısız bir magnetik karıştırıcı ile karıştırıldı ve daha sonra elektrondun kalibrasyon işlemi gerçekleştirildi (**Resim 23**).



Resim 22. Standart florid solüsyonundan deiyonize su ile seyreltilerek elde edilen 10, 1 ve 0,1 ppm'lik solüsyonlar



Resim 23. Hazırlanan solüsyonların ölçümden önce karıştırıldığı ısıtıcısız karıştırıcı cihazı (IKA magnetik karıştırıcı)

Fluorid ölçümleri yapılacak olan tüplerin içerisindeki örneklerin her biri, bir metal presel ile tutularak aynı tüp üzerinde 1 ml deiyonize su ile yıkandıktan sonra, içerisinde 3 ml deiyonize su bulunan bir başka plastik tüpe aktarıldı. Toplam 4 ml. olan deiyonize su içerisine 0.4 ml. TISAB III solüsyonu eklenerek pH'ı ayarlandı ve sudaki fluorid iyonize edildi. Daha sonra her bir tüp, magnetik karıştırıcı ile karıştırıldıktan sonra içindeki solüsyon bir plastik beher kabına alındı. Fluorid elektrodu bu solüsyon içerisine daldırılarak fluorid konsantrasyonu iyon analizöründe konsantrasyon modunda ölçüldü ve okunan değerler ppm olarak kaydedildi.

3.3 Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerinin Ölçülmesi

Çalışmamızda yüzey pürüzlülüğü ölçümleri Mahr Perthometer M1 cihazı kullanılarak yapıldı (**Resim 24**).

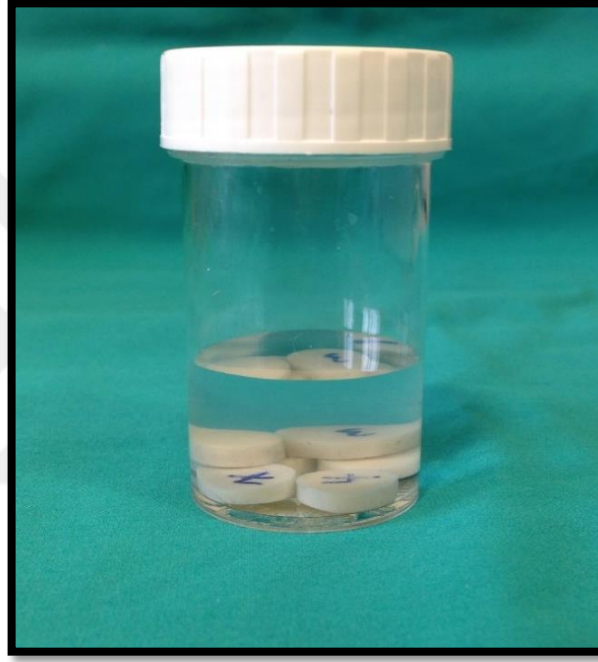


Resim 24. Mahr Perthometer M1 cihazı

3.3.1 Yüzey Pürüzlülüğü Deneyi İçin Örneklerin Hazırlanması

Çalışmamızda kullanılan restoratif materyallerin her birinden 21'er adet olmak üzere toplam 105 adet örnek hazırlandı. Örnekler 10 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde standart plastik kalıplar kullanılarak hazırlandı.

Materyal kalıplara hafif taşkın olacak şekilde yerleştirildikten sonra, materyalin tek yüzeyine asetat kağıdı konularak cam bloklarla (1 mm kalınlığında) taşkın materyallerin uzaklaştırılması için basınç uygulandı. Materyaller üretici firmanın önerilerine göre sertleştirildi. Polimerizasyon sonrasında asetat kağıdı uygulanmayan yüzeyler asetat kalemi ile işaretlendi ve kalıplardan çıkarılan örneklerin çapakları temizlendi. Hazırlanan örnekler 24 saat boyunca 37°C de deiyonize su bulunan plastik test tüplerinde bekletildi (**Resim 25**).



Resim 25. İçinde deiyonize su bulunan plastik tüp ve örnekler

Her bir materyal grubundaki 21 adet örnek 7'şerli üç alt gruba ayrıldı ve her örneğe bir kod numarası verildi. Kontrol grubu dışındaki bütün örneklerin yüzeyi 1200 grid silikon karbit kâğıt zımpara disk ile Buehler Phoenix Beta Grinder-polisher cihazında 600 rpm hızında 450'lik açılarla döndürülerek 1 dk. boyunca su altında zımparalandı.

S alt grubunda bulunan örnekler sırasıyla orta, ince ve süper ince grenli Sof-Lex™ (3M Dental Products, St Paul, MN, USA) cila diskleri ile hafif el basıncıyla tek yönde rotasyon hareketiyle 10,000 rpm düşük devirde mikromotor kullanılarak 20 sn süresince su soğutması altında cilalandı. Her bir grenden sonra örnekler 10 sn boyunca debrisi atmak için yıkandı ve 5 sn de hava ile kurutuldu. Her örnek için yeni cila disk kullanıldı.

EP alt grubunda bulunan örnekler önce Enhance® (Dentsply caulk, Milford, DE, USA) cila lastiği ile 10,000 rpm düşük devirde mikromotor ile 20 sn boyunca hafif basınçla su altında cilalandıktan sonra 10 sn debrisi uzaklaştırmak için suyla yıkandı ve 5 sn hava ile kurulandı. Daha sonra PoGo™ (Dentsply caulk, Milford, DE, USA) cila lastiği ile 10,000 rpm düşük devirde mikromotor ile 40 sn boyunca su soğutması altında cilalandıktan sonra 10 sn suyla yıkandı ve 5 sn hava ile kurutuldu. K alt grubunda bulunan örnekler ise herhangi bir cila işlemi uygulanmadı.

Örneklerin cilalama işlemleri tamamlandıktan sonra örneklerin yüzey pürüzlülüğü ölçümleri profilometre (PerthometerM2, Mahr, Almanya) ile yapıldı ve kaydedildi.

3.3.2 Yüzey Pürüzlülüğü Deneyinin Yapılışı

Ölçümler gerçekleştirilmeden önce yüzey profilometresi kendi kalibrasyon parçası kullanılarak kalibre edildi. Sonrasında profilometrenin okuyucu ucu ile örnek diskin değme açısı 90 derece olacak şekilde örnek tabla üzerine yerleştirildi (**Resim 26**). Yüzey profilometresindeki yüzey tarama uzunluğu 1,5 mm ve yüzey kesme uzunluğu değeri ise 0.25 mm olarak tanımlandı. Her bir örnek yüzeyinin 3 farklı noktasından ölçümler gerçekleştirildi. Örneklerin her biri için Ra değeri hesaplanarak µm cinsinden kaydedildi.



Resim 26. Örneklerin yüzey profilometresi ile yüzey pürüzlülüklerinin ölçülmesi

3.4 Bakteri Adezyonunun Değerlendirilmesi

3.4.1 Bakteri Adezyonunun Değerlendirilmesi İçin Örneklerin Hazırlanması

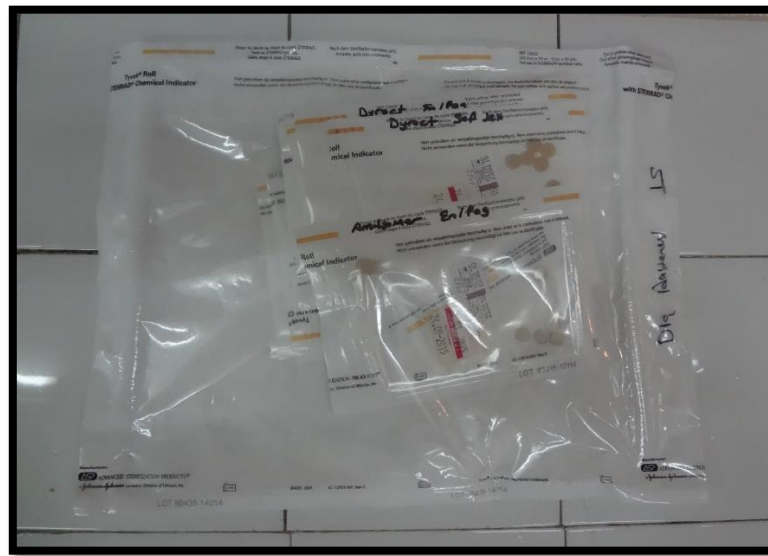
Çalışmamızda kullanılan restoratif materyallerin her birinden 21'er adet olmak üzere toplam 105 adet örnek hazırlandı. Örnekler 8 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde standart plastik kalıp kullanılarak hazırlandı.

Materyal kalıplara hafif taşkın olacak şekilde yerleştirildikten sonra, materyalin her iki yüzeyine asetat kağıdı konularak cam bloklarla (1 mm kalınlığında) taşkın materyallerin uzaklaştırılması için basınç uygulandı. Materyaller üretici firmanın önerilerine göre sertleştirildi. Polimerizasyon sonrasında kalıplardan çıkarılan örneklerin çapakları temizlendi. Her bir materyal grubundaki 21 adet örnek 7'şerli üç alt gruba ayrıldı. Kontrol grubu dışındaki bütün örneklerin her iki yüzeyi 1200 grid silikon karbit kâğıt zımpara disk ile Buehler Phoenix Beta Grinder-polisher cihazında 600 rpm hızında 450'lik açılarla döndürülerek 1 dk. boyunca su altında zımparalandı.

S alt grubunda bulunan örnekler sırasıyla orta, ince ve süper ince grenli Sof-Lex™ (3M Dental Products, St Paul, MN, USA) cila diskleri ile hafif el basıncıyla tek yönde rotasyon hareketiyle 10,000 rpm düşük devirde mikromotor kullanılarak 20 sn süresince su soğutması altında cilalandı. Her bir grenden sonra örnekler 10 sn boyunca debriserleri atmak için yıkandı ve 5 sn de hava ile kurutuldu. Her örnek için yeni cila disk kullanıldı.

EP alt grubunda bulunan örnekler önce Enhance® (Dentsply caulk, Milford, DE, USA) cila lastiği ile 10,000 rpm düşük devirde mikromotor ile 20 sn boyunca hafif basınçla su altında cilalandıktan sonra 10 sn debriserleri uzaklaştırmak için suyla yıkandı ve 5 sn hava ile kurulandı. Daha sonra PoGo™ (Dentsply caulk, Milford, DE, USA) cila lastiği ile 10,000 rpm düşük devirde mikromotor ile 40 sn boyunca su soğutması altında cilalandıktan sonra 10 sn suyla yıkandı ve 5 sn hava ile kurulandı. Değişkenlerin ortadan kaldırılması amacıyla, bitirme ve cila işlemleri üretici firmanın talimatları doğrultusunda aynı araştırmacı tarafından örneklerin her iki yüzeyine de yapıldı. K alt grubunda bulunan örnekler ise herhangi bir cila işlemi uygulanmadı.

Tüm materyal grupları alt gruplara göre ayrı ayrı paketlenip hidrojen peroksit (H₂O₂) gaz plazma sterilizasyon yöntemi ile 50 °C'de 50 dk steril edildi (**Resim 27**).



Resim 27. Materyallerin sterilizasyon için paketlenmesi

3.4.2 Bakteri Adezyon Deneyinin Yapılışı

Bakteri süspansiyonunun hazırlanması

24 saatlik *S.mutans* ATCC25175 kültüründen 10 ml Brain Heart Infusion (BHI) buyyonda 0.5 Mc Farland (MF) bulanıklık tüpüne göre (10^8 cfu/ml) hazırlandı (**Resim 28**). 37°C’de 1 saat bekletildi. Kontrol amaçlı olarak süspansiyon 10 katlı sulandırılarak katı besiyerine 0.1 ml ekimi yapıldı.



Resim 28. 24 saatlik *S.mutans* ATCC25175 kültüründen bakteri süspansiyonunun hazırlanması

Tükürüğün Hazırlanması

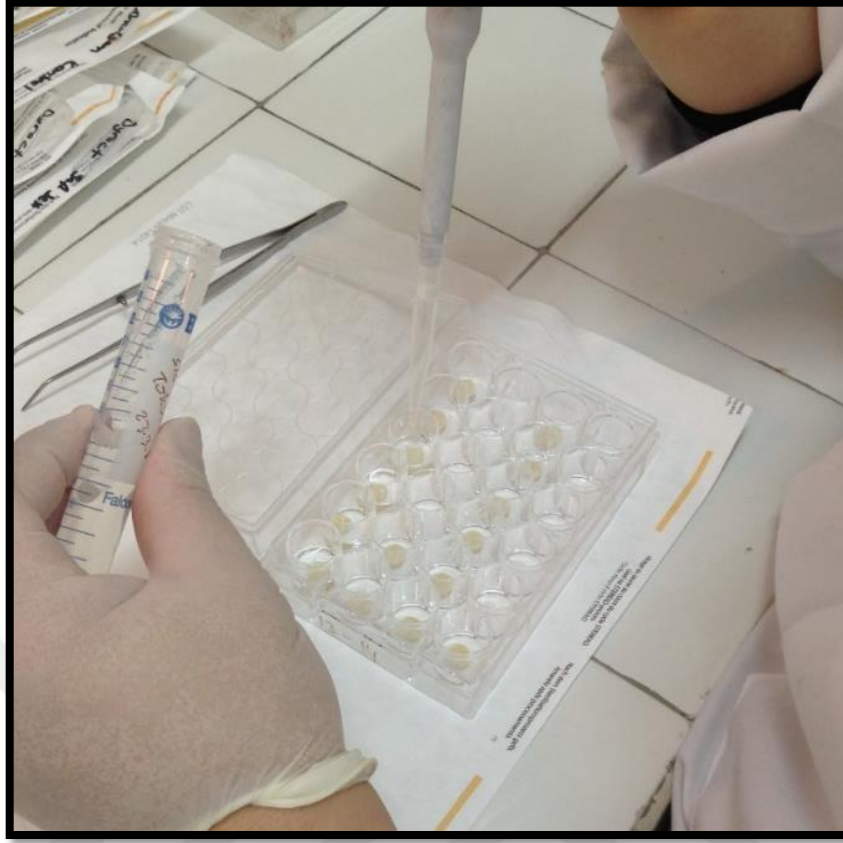
Çalışmada çürüğü bulunmayan ve periodontal açıdan sağlıklı olan araştırmacının yeme, içme ve diş fırçalama işlemlerinden en az 1.5 saat sonra topladığı kendi tükürüğü kullanıldı. Uyarımsız tükürük örnekleri 15 dk. 4°C’de 15,000 g’de santrifüj edildikten sonra süpernatant 0,22 veya 0,45 µm filtrasyonla steril edildi ve -20°C’de tutuldu (**Resim 29**).



Resim 29. Steril edilmiş tükürük

Örneklerin yüzeyinde biyofilm oluşturulması:

Her materyal için iki ayrı 24 kuyucuklu steril petri kutusu kullanıldı. Her kuyucuğa bir örnek yerleştirildi. Örneklerin yüzeyinde pelikül oluşması için üzerine 500 µl tükürük eklenerek çalkalayıcıda 37°C’de 1 saat inkübe edildi (**Resim 30,31**). Tükürükteki örnekler presel ile tutularak 2 ml (enjektör ile) PBS tampon solüsyonu ile yıkandı. Tekrar yeni kuyucuğa yerleştirilen örneklerin üzerine %5 sakkaroz ilave edilen 1.6 ml BHI ve 200 µl bakteri süspansiyonu eklendi (**Resim 32**). Petriler %5 CO₂’li ortama alınarak 37°C’de çalkalayıcıda 4 saat inkübe edildi (**Resim 33**).



Resim 30. 24 kuyucuklu steril petri kutusuna konulan materyallerin üzerinde pelikl oluşması için 500 μ l tükürük eklenmesi



Resim 31. Materyallerin üzerine tükürük eklendikten sonra 37°C’de 1 saat etüvde bekletilmesi



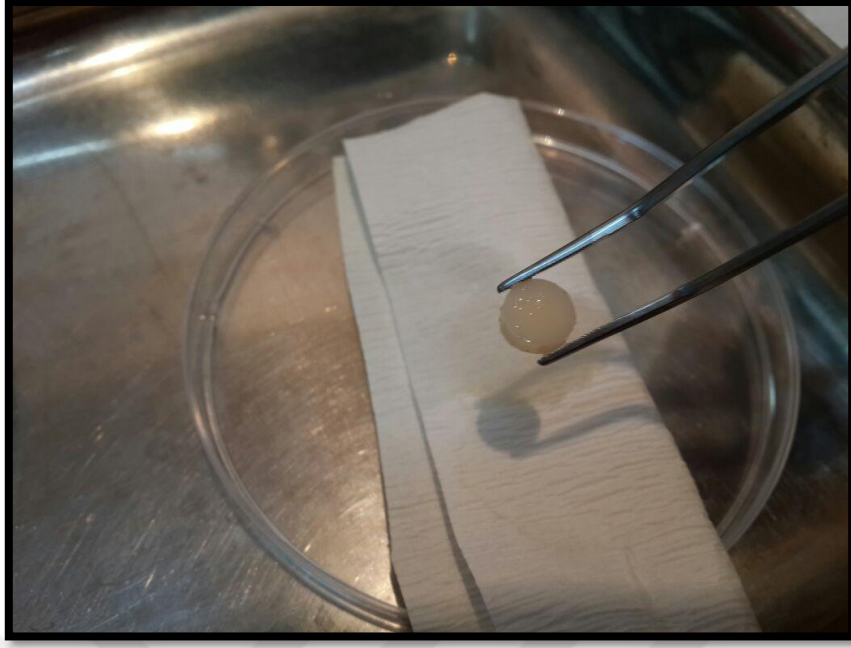
Resim 32. İn vitro biyofilm oluşumu için % 5’lik sakkaroz ilave edilen 1,6 ml BHI buyyon ve 200 µl bakteri süspansiyonunun örnekler üzerine eklenmesi



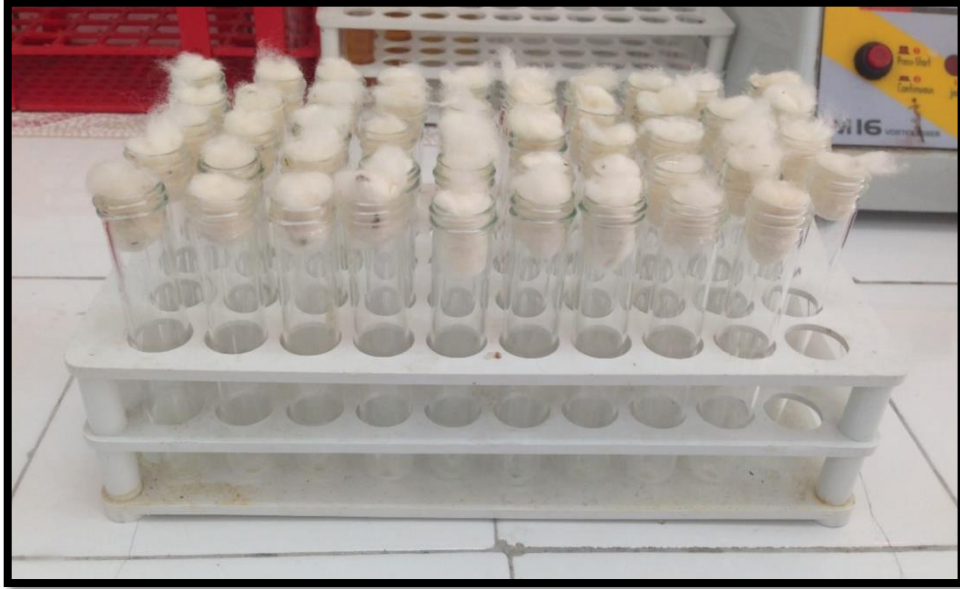
Resim 33. Petrilerin %5 CO₂'li ortama alınarak 37°C'de çalkalayıcıda 4 saat inkübe edilmesi

Yüzeydeki bakteri yoğunluğunun ölçülmesi:

Örnekler presel ile tutularak bakterileri uzaklaştırmak için 5 ml steril tuzlu su ile üç kez yıkandı ve 1 ml steril tuzlu su cam tüpe konuldu (**Resim 34,35**). 60 saniye vortekslendikten sonra 20 µl otomatik pipet ile alınarak içinde 200 µl BHI bulunan 96'lık petri kuyucuklarına alındı. 37°C'de 24 saat CO₂'li ortamda inkübasyon sonrası 630 nm'de mikropleyt spektrofotometre (ELx800™, Bio-Tek, USA) cihazı kullanılarak optik dansite ile bakteri yoğunluğu ölçümü yapıldı (**Resim 36,37,38**).



Resim 34. Örneklerin presel ile tutularak bakterileri uzaklaştırmak için 5 ml steril tuzlu su ile yıkanması sonucu diske tutunan bakterilerin görünür hale gelmesi



Resim 35. Örneklere tutunan bakterileri elde etmek için her bir diskin 1 ml steril tuzlu su içeren bir cam tüpe aktarılması



Resim 36. Cam tüpe aktarılan örneklerin 1 dakika boyunca vortekslenmesi
(Elektro.mag MIG)



Resim 37. Tüpler vorteksledikten sonra 20 μ l otomatik pipet ile alınarak içinde 200 μ l BHI bulunan 96'lık petri kuyucuklarına alınması



Resim 38. Mikropleyt Spektrofotometresi (ELx800™, Bio-Tek, USA) ile 630 nm’de optik yoğunluk (OD) ölçümü yapılarak bakteri adezyonunun değerlendirilmesi

3.5 İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) paket programı ile yapıldı.

Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel yöntemlerin (ortalama, standart sapma) yanı sıra çoklu grupların tekrarlayan ölçümlerinde tekrarlayan varyans analizi, alt grup karşılaştırmalarında Newman Keuls oklu karşılaştırma testi, gruplar arası karşılaştırmalarda tek yönlü varyans analizi, alt grup karşılaştırmalarında Tukey oklu karşılaştırma testi kullanıldı.

Sonuçlar, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirildi.

4. BULGULAR

4.1 Materyallerin Fluorid Salınım Değerleri ile İlgili Bulgular

Çalışmada kullanılan materyal gruplarının Kontrol (K), Sof-Lex (S) ve Enhance/PoGo (EP) alt gruplarında yer alan örneklerin belirlenen ölçüm günlerinde saptanan fluorid salınım düzeylerinin ortalama ve standart sapma değerleri **Tablo 8**'de görülmektedir. Tüm ölçüm günlerinde materyallerin belirlenen alt gruplarında görülen fluorid salınım miktarlarının ikili karşılaştırılması **Tablo 9**'da gösterilmektedir. B (Beautifil II), G (GCP Glass Fill), A (Amalgomer CR), D (Dyract XP) ve F (Fuji IX) materyal gruplarının tüm alt gruplarında en yüksek düzeyde fluorid salınımı 1. günde meydana geldi ve sonraki ölçüm günlerinde fluorid salınımı tüm gruplarda azalarak devam ettiği görüldü. G, A ve F materyal gruplarının tüm alt gruplarında 1. ölçüm gününde fluorid salınımının patlama etkisi gözlemlendi. B ve D materyal gruplarında ise ilk gün patlama etkisi gözlenmedi. Tüm ölçüm günlerinde en yüksek miktarda fluorid salınımı G grubunun S alt grubunda gözlemlendi. 28. gün haricinde tüm ölçüm günlerinde en düşük fluorid salınımı B grubunun EP alt grubunda gözlemlendi. 28. günde en düşük miktarda fluorid salınımı ise B grubunun K alt grubunda gözlemlendi.

B materyal grubunun K, S ve EP alt gruplarında 7. gün dışında kalan tüm ölçüm günlerinde belirlenen fluorid salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ($p < 0,05$) (**Tablo 8**). 7. ve 28. günler dışındaki günlerde, K alt grubunun fluorid salınımı ortalamaları S ve EP alt gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p < 0,05$). Tüm ölçüm günlerinde S ve EP alt gruplarının fluorid salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ($p > 0,05$) (**Tablo 9**).

G materyal grubunun K, S ve EP alt gruplarında tüm ölçüm günlerinde belirlenen fluorid salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ($p < 0,01$) (**Tablo 8**). Tüm ölçüm günlerinde K alt grubunun fluorid salınımı ortalamaları S ve EP alt gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu

görüldü ($p<0,05$), S alt grubunun florid salınımı ortalamalarının ise, EP alt gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu saptandı ($p<0,01$) (**Tablo 9**).

A materyal grubunun K, S ve EP alt gruplarında, tüm ölçüm günlerinde saptanan florid salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ($p<0,01$) (**Tablo 8**). 28. gün dışında kalan ölçüm günlerinde S alt grubunun florid salınımı ortalamalarının K ve EP alt gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu belirlendi ($p<0,05$). 7. ve 28. günler dışındaki ölçüm günlerinde K ve EP alt gruplarının florid salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmedi ($p>0,05$). 7. günde EP alt grubunun florid salınımı ortalamalarının K alt gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu saptanırken ($p<0,05$), 28. günde ise K alt grubunun florid salınımı ortalamalarının S ve EP alt gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu bulundu ($p=0,002$, $p=0,0001$). Aynı ölçüm günlerinde S ve EP alt gruplarının florid salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenmedi ($p>0,05$) (**Tablo 9**).

D materyal grubunun K, S ve EP alt gruplarında 2. ve 14. gün dışında kalan ölçüm günlerinde belirlenen florid salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ($p=0,0001$) (**Tablo 8**). 1. günde EP alt grubunun florid salınımı ortalamaları K ve S alt gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p=0,026$, $p=0,0001$), K ve S alt gruplarının florid salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmedi ($p=0,117$). 3., 7., 21. ve 28. günlerde K alt grubunun florid salınımı ortalamalarının S ve EP alt gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu belirlendi ($p<0,05$) (**Tablo 9**).

F materyal grubunun K, S ve EP alt gruplarında tüm ölçüm günlerinde belirlenen florid salınımı ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ($p=0,0001$) (**Tablo 8**). Tüm ölçüm günlerinde K alt grubunun florid salınımı ortalamaları S ve EP alt gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunurken ($p=0,0001$), S ve EP alt gruplarının florid salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmedi ($p>0,05$) (**Tablo 9**).

Tablo 8. Materyal gruplarının K, S ve EP alt gruplarında tüm ölçüm günlerinde belirlenen florid salınım miktarlarının ortalama ve standart sapma değerleri (ppm)

		B Grubu	G Grubu	A Grubu	D Grubu	F Grubu	P
1.Gün	K	1,723±0,591	12,214±1,817	11,249±4,196	1,89±0,195	8,776±1,76	0,0001
	S	1,073±0,217	28,743±3,335	19,243±3,76	2,316±0,44	15,543±0,862	0,0001
	EP	1,004±0,114	18,3±2,864	13,9±2,124	2,899±0,445	15,226±2,718	0,0001
	p	0,003	0,0001	0,001	0,0001	0,0001	
2.Gün	K	0,827±0,197	4,16±0,698	2,854±1,145	0,638±0,082	2,64±0,401	0,0001
	S	0,521±0,063	17,571±2,383	6,401±1,816	0,733±0,104	5,657±0,523	0,0001
	EP	0,515±0,043	8,251±1,414	3,749±0,707	0,726±0,112	5,534±1,381	0,0001
	P	0,0001	0,0001	0,0001	0,168	0,0001	
3.Gün	K	0,671±0,089	2,629±0,402	2,093±0,861	0,512±0,051	1,859±0,211	0,0001
	S	0,451±0,074	13,143±1,958	4,291±1,174	0,704±0,087	4,156±0,557	0,0001
	EP	0,398±0,034	5,599±1,027	2,66±0,418	0,603±0,056	4,177±0,959	0,0001
	p	0,0001	0,0001	0,001	0,0001	0,0001	
7.Gün	K	0,272±0,038	1,337±0,202	0,826±0,383	0,296±0,017	0,812±0,083	0,0001
	S	0,361±0,354	7,876±0,839	2,047±0,555	0,527±0,053	2,14±0,317	0,0001
	EP	0,204±0,03	2,683±0,631	1,454±0,294	0,512±0,069	2,319±0,766	0,0001
	P	0,383	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
14.Gün	K	0,185±0,029	1,037±0,163	0,64±0,299	0,41±0,031	0,654±0,077	0,0001
	S	0,092±0,035	5,959±1,006	1,337±0,366	0,399±0,066	1,45±0,237	0,0001
	EP	0,072±0,016	2,199±0,559	0,83±0,231	0,356±0,041	1,499±0,462	0,0001
	p	0,0001	0,0001	0,001	0,117	0,0001	
21.Gün	K	0,131±0,02	0,803±0,122	0,477±0,232	0,225±0,045	0,465±0,055	0,0001
	S	0,097±0,026	4,626±0,822	1,078±0,313	0,333±0,042	1,155±0,21	0,0001
	EP	0,072±0,008	1,629±0,426	0,666±0,153	0,346±0,039	1,148±0,373	0,0001
	P	0,0001	0,0001	0,001	0,0001	0,0001	
28.Gün	K	0,084±0,018	0,627±0,119	0,355±0,183	0,138±0,016	0,344±0,046	0,0001
	S	0,112±0,02	4,653±0,662	0,982±0,273	0,346±0,067	1,205±0,227	0,0001
	EP	0,11±0,013	1,265±0,326	0,841±0,2	0,541±0,09	1,296±0,435	0,0001
	p	0,013	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	

Tablo 9. Materyal gruplarının tüm ölçüm günlerinde belirlenen florid salınım miktarlarının alt gruplara göre ikili karşılaştırılması

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi		1.Gün	2.Gün	3.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	28.Gün
B Grubu	K/ S	0,011	0,001	0,0001		0,0001	0,011	0,02
	K/ EP	0,005	0,0001	0,0001		0,0001	0,0001	0,032
	S / EP	0,936	0,995	0,354		0,392	0,061	0,971
G Grubu	K/ S	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	K/ EP	0,002	0,001	0,001	0,002	0,012	0,027	0,033
	S / EP	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
A Grubu	K/ S	0,001	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,001	0,0001
	K / EP	0,349	0,423	0,461	0,032	0,486	0,334	0,002
	S / EP	0,026	0,004	0,007	0,044	0,015	0,013	0,475
D Grubu	K/ S	0,117		0,0001	0,0001		0,0001	0,0001
	K / EP	0,0001		0,049	0,0001		0,0001	0,0001
	S / EP	0,026		0,027	0,839		0,843	0,0001
F Grubu	K/ S	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	K / EP	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	S / EP	0,950	0,963	0,998	0,770	0,950	0,998	0,822

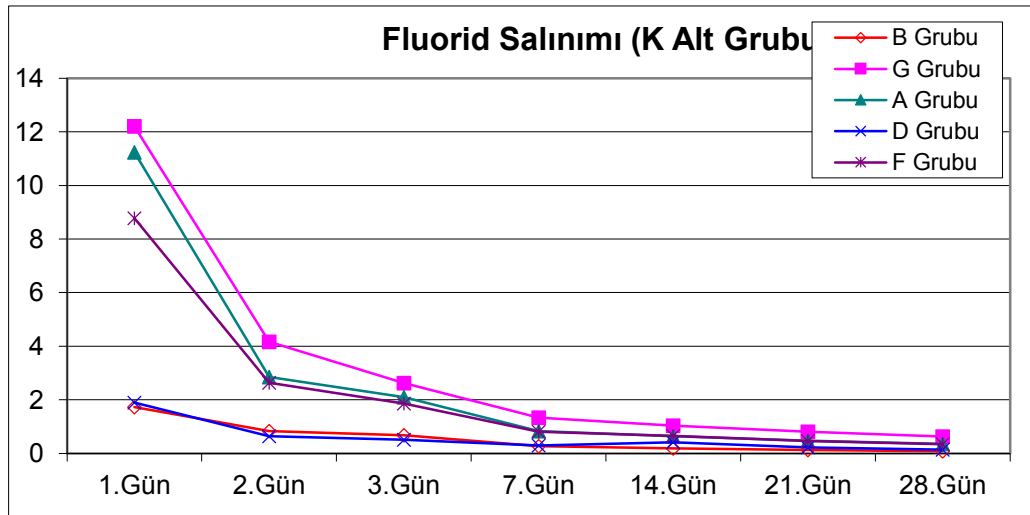
Cilalama yöntemlerine göre materyal gruplarının florid salınım miktarları değerlendirildiğinde, K alt grubunda yer alan tüm materyal örneklerinin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerdeki florid salınım miktarlarının ortalama ve standart sapma değerleri **Tablo 10**'da ve bu değerlerin ölçüm günlerine göre dağılımı **Grafik 1**'de gösterilmektedir.

K alt grubunda bulunan B, G, A, D ve F materyal örneklerinin tüm ölçüm günlerinde florid salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ($p=0,0001$). K alt grubunda yer alan materyal gruplarında en yüksek düzeyde florid salınımı G materyal grubunda 1. günde meydana geldi. En düşük florid

salınımının ise B materyal grubunda 28. günde olduğu görüldü. Tüm materyal gruplarında en yüksek florid salınımı 1. günde görüldü ve salınım azalarak devam etti. En düşük florid salınımı 28. günde görüldü. G, A ve F materyal gruplarında ilk gün floridin patlama etkisi görülürken, B ve D materyal gruplarında gözlenmedi.

Tablo 10. K alt grubundaki materyallerin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde ortalama florid salınım miktarları ve standart sapmaları (ppm)

K	B Grubu	G Grubu	A Grubu	D Grubu	F Grubu	p
1.Gün	1,723±0,591	12,214±1,817	11,249±4,196	1,89±0,195	8,776±1,76	0,0001
2.Gün	0,827±0,197	4,16±0,698	2,854±1,145	0,638±0,082	2,64±0,401	0,0001
3.Gün	0,671±0,089	2,629±0,402	2,093±0,861	0,512±0,051	1,859±0,211	0,0001
7.Gün	0,272±0,038	1,337±0,202	0,826±0,383	0,296±0,017	0,812±0,083	0,0001
14.Gün	0,185±0,029	1,037±0,163	0,64±0,299	0,41±0,031	0,654±0,077	0,0001
21.Gün	0,131±0,02	0,803±0,122	0,477±0,232	0,225±0,045	0,465±0,055	0,0001
28.Gün	0,084±0,018	0,627±0,119	0,355±0,183	0,138±0,016	0,344±0,046	0,0001
p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	



Grafik 1. K alt grubunda bulunan materyal gruplarının 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde ölçülen florid salınım miktarlarının dağılımı

K alt grubunda yer alan materyallerin florid salınım miktarlarının ortalama değerlerinin ölçüm günlerine göre ikili karşılaştırılması **Tablo 11**'de ve materyallerin florid salınım miktarlarının ortalama değerlerinin ikili karşılaştırılması **Tablo 12**'de gösterilmektedir.

K alt grubunda yer alan tüm materyal grubu örneklerinde belirlenen florid salınım miktarlarında 1. günden 28. güne kadar meydana gelen azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ($p<0,05$). Bir başka deyişle, her ölçüm gününde, tüm materyal örneklerinde, bir önceki ölçüm gününe göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük florid salınımı meydana geldi ($p<0,05$) (**Tablo 11**).

Tüm ölçüm günlerinde K alt grubunda yer alan materyal gruplarından B materyal grubunun florid salınımı ortalamaları G, A ve F materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulundu ($p=0,0001$). G materyal grubunun florid salınımı ortalamaları tüm ölçüm günlerinde B, D ve F materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0,05$). 1. ve 3. günler dışında G materyal grubunun florid salınımı ortalamaları A materyal grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0,01$). 14. gün dışında kalan ölçüm günlerinde A materyal grubunun florid salınımı ortalamaları D materyal grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0,01$). Tüm ölçüm günlerinde B materyal grubu ile D materyal grubu arasında ve A materyal grubu ile F materyal grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ($p>0,05$) (**Tablo 12**).

Tablo 11. K alt grubundaki materyal örneklerinin florid salınım miktarlarının tüm ölçüm günlerine göre ikili karşılaştırılması

Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi	B Grubu	G Grubu	A Grubu	D Grubu	F Grubu
1.Gün / 2.Gün	0,001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1.Gün / 3.Gün	0,002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1.Gün / 7.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1.Gün / 14.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1.Gün / 21.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1.Gün / 28.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
2.Gün / 3.Gün	0,011	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
2.Gün / 7.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
2.Gün / 14.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
2.Gün / 21.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
2.Gün / 28.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
3.Gün / 7.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
3.Gün / 14.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,002	0,0001
3.Gün / 21.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
3.Gün / 28.Gün	0,0001	0,0001	0,001	0,0001	0,0001
7.Gün / 14.Gün	0,0001	0,0001	0,001	0,0001	0,0001
7.Gün / 21.Gün	0,0001	0,0001	0,001	0,003	0,0001
7.Gün / 28.Gün	0,0001	0,0001	0,001	0,0001	0,0001
14.Gün / 21.Gün	0,0001	0,0001	0,001	0,0001	0,0001
14.Gün / 28.Gün	0,0001	0,0001	0,001	0,0001	0,0001
21.Gün / 28.Gün	0,0001	0,0001	0,001	0,001	0,0001

Tablo 12. K alt grubundaki materyallerin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde florid salınım miktarlarının ikili karşılaştırılması

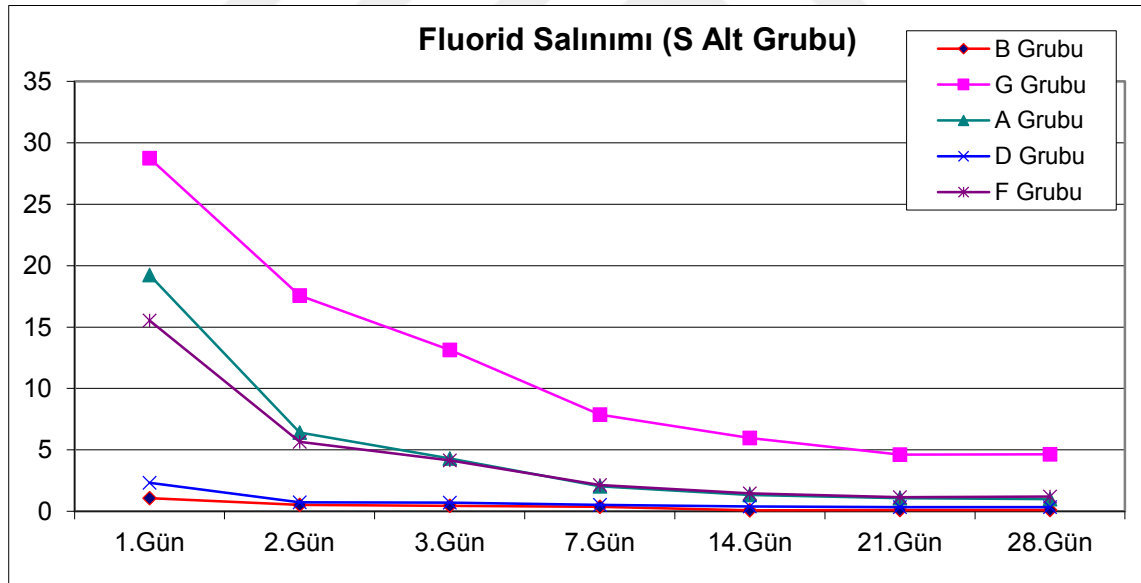
Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	1.Gün	2.Gün	3.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	28.Gün
B Grubu / G Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
B Grubu / A Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
B Grubu / D Grubu	0,998	0,980	0,960	0,999	0,081	0,610	0,854
B Grubu / F Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
G Grubu / A Grubu	0,923	0,005	0,176	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
G Grubu / D Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
G Grubu / F Grubu	0,049	0,001	0,02	0,0001	0,001	0,0001	0,0001
A Grubu / D Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,072	0,005	0,003
A Grubu / F Grubu	0,249	0,968	0,853	0,998	0,998	0,998	0,998

S alt grubunda yer alan materyal örneklerinin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerdeki florid salınım miktarlarının ortalama ve standart sapma değerleri **Tablo 13**'te ve bu değerlerin ölçüm günlerine göre dağılımı **Grafik 2**'de gösterilmektedir.

S alt grubunda bulunan B, G, A, D ve F materyal örneklerinin tüm ölçüm günlerinde florid salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ($p=0,0001$). S alt grubunda en yüksek düzeyde florid salınımı G materyal grubundaki örneklerde 1. ölçüm gününde gözlemlendi. En düşük florid salınımı ise B materyal grubunda 28. günde belirlendi. Tüm materyal gruplarında en yüksek florid salınımı 1. günde görüldü. G, A ve F materyal gruplarında 1. günde floridin patlama etkisi görülürken, B ve D materyal gruplarında bu etki gözlemlenmedi.

Tablo 13. S alt grubundaki materyallerin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde ortalama florid salınım miktarları ve standart sapmaları (ppm)

S	B Grubu	G Grubu	A Grubu	D Grubu	F Grubu	p
1.Gün	1,073±0,217	28,743±3,335	19,243±3,76	2,316±0,44	15,543±0,862	0,0001
2.Gün	0,521±0,063	17,571±2,383	6,401±1,816	0,733±0,104	5,657±0,523	0,0001
3.Gün	0,451±0,074	13,143±1,958	4,291±1,174	0,704±0,087	4,156±0,557	0,0001
7.Gün	0,361±0,354	7,876±0,839	2,047±0,555	0,527±0,053	2,14±0,317	0,0001
14.Gün	0,092±0,035	5,959±1,006	1,337±0,366	0,399±0,066	1,45±0,237	0,0001
21.Gün	0,097±0,026	4,626±0,822	1,078±0,313	0,333±0,042	1,155±0,21	0,0001
28.Gün	0,112±0,02	4,653±0,662	0,982±0,273	0,346±0,067	1,205±0,227	0,0001
p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	



Grafik 2. S alt grubunda bulunan materyal gruplarının 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde ölçülen florid salınım miktarlarının dağılımı

S alt grubunda yer alan materyallerin florid salınım miktarlarının ortalama değerlerinin ölçüm günlerine göre ikili karşılaştırılması **Tablo 14**'te ve materyallerin florid salınım miktarlarının ortalama değerlerinin ikili karşılaştırılması **Tablo 15**'te gösterilmektedir.

Tüm materyal gruplarında 1. gün florid salınımı ortalamaları 2. gün, 3. gün, 7. gün, 14. gün, 21. gün ve 28. gün florid salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0,01$) (**Tablo 14**). Tüm ölçüm günlerinde B materyal grubunun florid salınımı ortalamalarının G, A ve F materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu görüldü ($p<0,01$), G materyal grubunun florid salınımı ortalamalarının ise B, A, D ve F materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu saptandı ($p=0,0001$). Tüm ölçüm günlerinde D materyal grubunun florid salınımı ortalamaları A ve F materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu ($p<0,05$), B materyal grubu ile D materyal grubunun florid salınımı ortalamaları arasındaki farkın ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlendi ($p>0,05$). 1. günde A materyal grubunun florid salınımı ortalaması F materyal grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunurken ($p<0,05$), diğer ölçüm günlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ($p>0,05$) (**Tablo 15**).

Tablo 14. S alt grubundaki materyallerin florid salınım miktarlarının tüm ölçüm günlerine göre ikili karşılaştırılması

Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi	B Grubu	G Grubu	A Grubu	D Grubu	F Grubu
1.Gün / 2.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1.Gün / 3.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1.Gün / 7.Gün	0,006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1.Gün / 14.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1.Gün / 21.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1.Gün / 28.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
2.Gün / 3.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,125	0,0001
2.Gün / 7.Gün	0,307	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
2.Gün / 14.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
2.Gün / 21.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
2.Gün / 28.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
3.Gün / 7.Gün	0,565	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
3.Gün / 14.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
3.Gün / 21.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
3.Gün / 28.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
7.Gün / 14.Gün	0,103	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
7.Gün / 22.Gün	0,106	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
7.Gün / 28.Gün	0,121	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
14.Gün / 21.Gün	0,717	0,0001	0,0001	0,056	0,0001
14.Gün / 28.Gün	0,018	0,0001	0,0001	0,161	0,0001
21.Gün / 28.Gün	0,197	0,789	0,001	0,406	0,192

Tablo 15. S alt grubundaki materyallerin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde florid salınım miktarlarının ikili karşılaştırılması

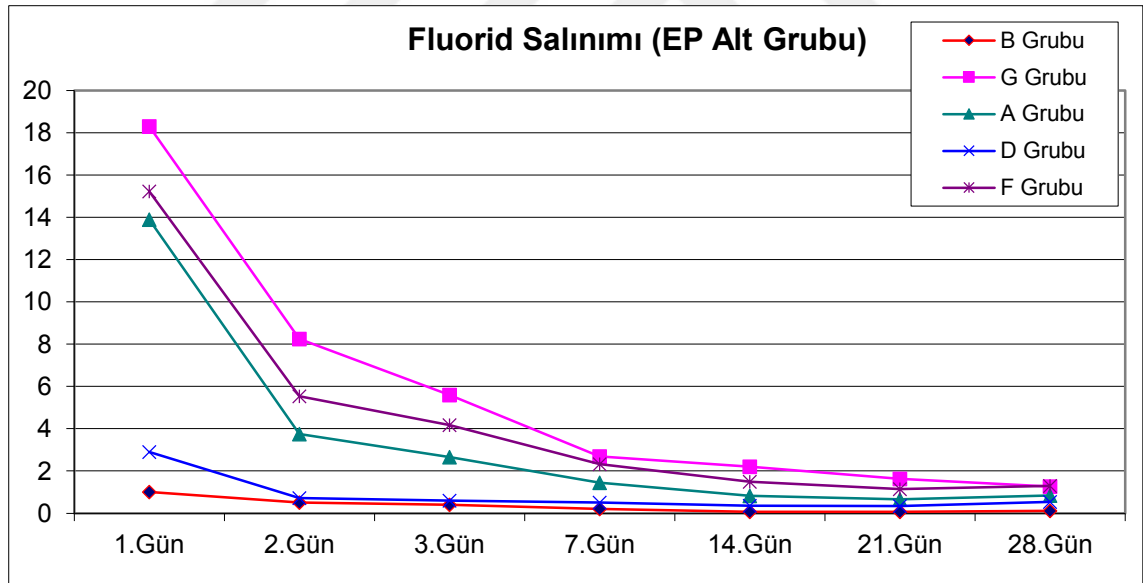
Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	1.Gün	2.Gün	3.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	28.Gün
B Grubu / G Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
B Grubu / A Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
B Grubu / D Grubu	0,846	0,998	0,991	0,970	0,769	0,810	0,696
B Grubu / F Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
G Grubu / A Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
G Grubu / D Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
G Grubu / F Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
A Grubu / D Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,01	0,014	0,011
A Grubu / F Grubu	0,038	0,843	0,999	0,997	0,993	0,996	0,729
D Grubu / F Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,003	0,006	0,0001

EP alt grubunda yer alan materyal örneklerinin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerdeki florid salınım miktarlarının ortalama ve standart sapma değerleri **Tablo 16'** da ve bu değerlerin günlere göre dağılımı **Grafik 3'**te gösterilmektedir.

EP alt grubunda bulunan B, G, A, D ve F materyal örneklerinin tüm ölçüm günlerinde florid salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ($p=0,0001$). EP alt grubunda en yüksek florid salınımı G materyal grubundaki örneklerde 1. ölçüm gününde gözlemlendi. En düşük florid salınımı ise B materyal grubunda 28. günde izlendi. Tüm materyal gruplarında en yüksek florid salınımı 1. günde görüldü. G, A ve F materyal gruplarında 1. gün floridin patlama etkisi görülürken, B ve D materyal gruplarında bu etki gözlemlenmedi.

Tablo 16. EP alt grubundaki materyallerin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde ortalama florid salınım miktarları ve standart sapmaları (ppm)

EP	B Grubu	G Grubu	A Grubu	D Grubu	F Grubu	p
1.Gün	1,004±0,114	18,3±2,864	13,9±2,124	2,899±0,445	15,226±2,718	0,0001
2.Gün	0,515±0,043	8,251±1,414	3,749±0,707	0,726±0,112	5,534±1,381	0,0001
3.Gün	0,398±0,034	5,599±1,027	2,66±0,418	0,603±0,056	4,177±0,959	0,0001
7.Gün	0,204±0,03	2,683±0,631	1,454±0,294	0,512±0,069	2,319±0,766	0,0001
14.Gün	0,072±0,016	2,199±0,559	0,83±0,231	0,356±0,041	1,499±0,462	0,0001
21.Gün	0,072±0,008	1,629±0,426	0,666±0,153	0,346±0,039	1,148±0,373	0,0001
28.Gün	0,11±0,013	1,265±0,326	0,841±0,2	0,541±0,09	1,296±0,435	0,0001
p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	



Grafik 3. EP alt grubunda bulunan materyal gruplarının 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde ölçülen florid salınım miktarlarının dağılımı

EP alt grubunda yer alan materyal örneklerinin florid salınım miktarlarının ortalama değerlerinin ölçüm günlerine göre ikili karşılaştırılması **Tablo 17**'de ve materyallerin florid salınım miktarlarının ortalama değerlerinin ikili karşılaştırılması **Tablo 18**'de gösterilmektedir.

Tüm materyal gruplarında 1. gün florid salınımı ortalamaları 2. gün, 3. gün, 7. gün, 14. gün, 21. gün ve 28. gün florid salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0,01$) (**Tablo 17**). Tüm ölçüm günlerinde B materyal grubunun florid salınımı ortalaması G, A ve F materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulundu ($p<0,01$). G materyal grubunun florid salınımı ortalamaları tüm ölçüm günlerinde B, A ve D materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0,05$). G materyal grubunun florid salınım ortalaması F materyal grubundan 2., 3., 14. ve 21. günlerde istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0,05$). F materyal grubunun florid salınımı ortalaması B ve D materyal gruplarından tüm günlerde istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunurken ($p=0,0001$), A materyal grubundan 1.gün dışında kalan günlerde istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu belirlendi ($p<0,05$). A materyal grubunun florid salınımı ortalaması D materyal grubundan 1., 2., 3., ve 7. günlerde istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunurken ($p<0,01$), diğer günlerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmedi ($p>0,05$). B materyal grubunun florid salınımı ortalaması D materyal grubundan yalnızca son ölçüm gününde istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulundu ($p<0,05$), diğer ölçüm günlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmedi ($p>0,05$) (**Tablo 18**).

Tablo 17. EP alt grubundaki materyallerin florid salınım miktarlarının tüm ölçüm günlerine göre ikili karşılaştırılması

Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi	B Grubu	G Grubu	A Grubu	D Grubu	F Grubu
1.Gün / 2.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1.Gün / 3.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1.Gün / 7.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1.Gün / 14.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1.Gün / 21.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1.Gün / 28.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
2.Gün / 3.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,003	0,0001
2.Gün / 7.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,004	0,0001
2.Gün / 14.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
2.Gün / 21.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
2.Gün / 28.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,003	0,0001
3.Gün / 7.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,022	0,0001
3.Gün / 14.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
3.Gün / 21.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
3.Gün / 28.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,059	0,0001
7.Gün / 14.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,001
7.Gün / 22.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
7.Gün / 28.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,342	0,0001
14.Gün / 21.Gün	0,876	0,0001	0,002	0,479	0,0001
14.Gün / 28.Gün	0,0001	0,0001	0,678	0,0001	0,001
21.Gün / 28.Gün	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,002

Tablo 18. EP alt grubundaki materyallerin 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde florid salınım miktarlarının ikili karşılaştırılması

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	1.Gün	2.Gün	3.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	28.Gün
B Grubu / G Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
B Grubu / A Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,002	0,002	0,0001
B Grubu / D Grubu	0,416	0,993	0,976	0,729	0,533	0,315	0,033
B Grubu / F Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
G Grubu / A Grubu	0,003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,038
G Grubu / D Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
G Grubu / F Grubu	0,056	0,0001	0,003	0,590	0,005	0,015	0,999
A Grubu / D Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,006	0,096	0,181	0,232
A Grubu / F Grubu	0,734	0,01	0,001	0,012	0,008	0,014	0,022
D Grubu / F Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

4.2 Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü Değerleri ile İlgili Bulgular

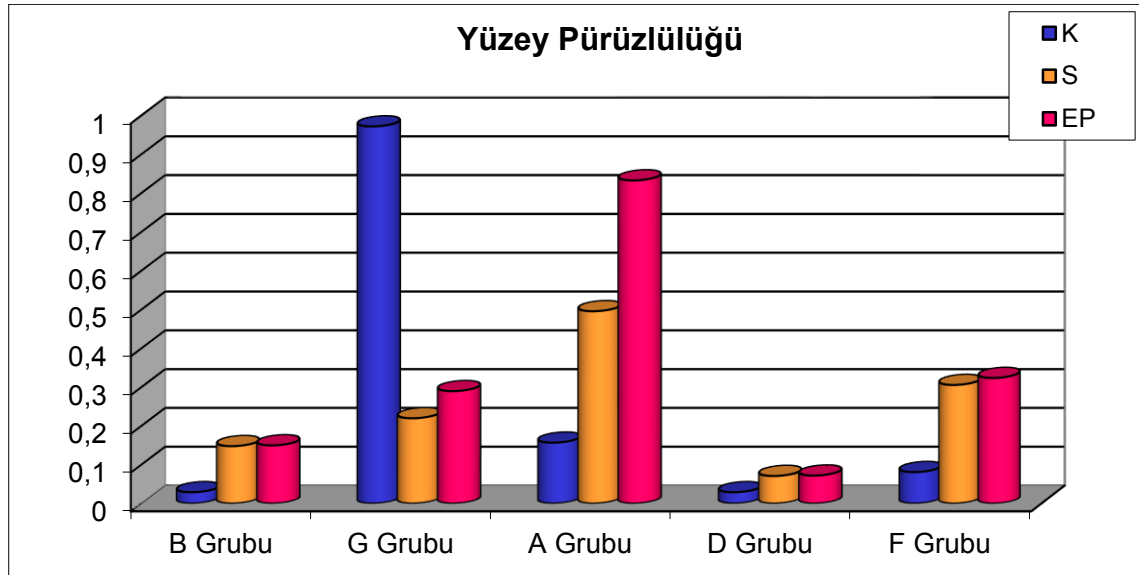
Materyal gruplarının K, S ve EP alt gruplarındaki yüzey pürüzlülüğü ortalama ve standart sapma değerleri **Tablo 19**'da, bu değerlerin dağılımı **Grafik 4**'te gösterilmektedir.

Tüm materyal gruplarının K, S ve EP alt gruplarında belirlenen yüzey pürüzlülüğü ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ($p < 0,05$). Materyal grupları arasında en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri D grubunun K alt grubunda görülürken, en yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri G grubunun K alt grubunda gözlemlendi. G grubu dışındaki tüm materyal gruplarının K, S ve EP alt grupları arasında en düşük yüzey pürüzlülüğü K alt grubunda gözlemlendi. K alt grubunda yer alan materyal gruplarından B ve D materyal gruplarının yüzey pürüzlülük değerleri birbirine benzer bulundu. S ve EP alt gruplarında bulunan materyal gruplarında en yüksek yüzey

pürüzlülüğü ortalaması A grubu materyal örneklerinde gözlemlendi ve bu materyal grubunda S alt grubunun yüzey pürüzlülüğü ortalaması, EP alt grubunun yüzey pürüzlülüğü ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulundu ($p<0,01$).

Tablo 19. Materyal gruplarının K, S ve EP alt gruplarındaki yüzey pürüzlülüğü ortalama ve standart sapma değerleri (R_a) (μm)

Yüzey Pürüzlülüğü	K	S	EP	p
B Grubu	0,029±0,008	0,148±0,005	0,15±0,115	0,004
G Grubu	0,972±0,164	0,22±0,019	0,29±0,03	0,0001
A Grubu	0,157±0,011	0,496±0,093	0,833±0,106	0,0001
D Grubu	0,029±0,007	0,071±0,005	0,072±0,012	0,0001
F Grubu	0,081±0,024	0,306±0,085	0,324±0,082	0,0001
p	0,0001	0,0001	0,0001	



Grafik 4. Materyal gruplarında cilalama yöntemlerine göre belirlenen alt grupların yüzey pürüzlülüğü değerlerinin dağılımı (R_a) (μm)

Materyal gruplarının yüzey pürüzlülüğü değerlerinin çoklu karşılaştırılması **Tablo 20** ve **Tablo 21**'de gösterilmektedir.

K alt grubunda yer alan materyal gruplarından G materyal grubunun yüzey pürüzlülüğü ortalamasının B, A, D ve F materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu görüldü ($p<0,01$). A materyal grubunun yüzey pürüzlülüğü ortalamasının ise, B ve D materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu belirlendi ($p<0,05$).

S alt grubunda yer alan materyal gruplarından A materyal grubunun yüzey pürüzlülüğü ortalaması B, G, D ve F materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0,01$). F materyal grubunun yüzey pürüzlülüğü ortalamasının da B ve D materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu görüldü ($p<0,01$).

EP alt grubunda yer alan materyal gruplarından A materyal grubunun yüzey pürüzlülüğü ortalamasının B, G, D ve F materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu belirlendi ($p<0,01$). B ve D materyal grubunun yüzey pürüzlülüğü ortalamaları ise F ve G materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulundu ($p<0,05$, $p<0,01$).

Tablo 20. Materyal gruplarının K, S ve EP alt gruplarındaki yüzey pürüzlülüklerinin ikili karşılaştırılması

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	K	S	EP
B Grubu / G Grubu	0,0001	0,154	0,024
B Grubu / A Grubu	0,024	0,0001	0,0001
B Grubu / D Grubu	0,998	0,110	0,450
B Grubu / F Grubu	0,685	0,0001	0,003
G Grubu / A Grubu	0,0001	0,0001	0,0001
G Grubu / D Grubu	0,0001	0,0001	0,0001
G Grubu / F Grubu	0,0001	0,061	0,936
A Grubu / D Grubu	0,024	0,0001	0,0001
A Grubu / F Grubu	0,336	0,0001	0,0001
D Grubu / F Grubu	0,686	0,0001	0,0001

Tüm materyal gruplarından sadece A materyal grubunda S alt grubunun yüzey pürüzlülüğü ortalaması, EP alt grubunun yüzey pürüzlülüğü ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunurken ($p < 0,01$), diğer materyal gruplarının S ve EP alt grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ($p > 0,05$). Tüm materyal gruplarında K ile S alt grubu ve K ile EP alt grubunun yüzey pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu; G grubu dışında kalan tüm materyal gruplarında, K alt grubunun yüzey pürüzlülüğü ortalamalarının S ve EP alt gruplarından düşük olduğu belirlendi ($p < 0,05$).

Tablo 21. Materyal gruplarının cilalama yöntemlerine göre belirlenen alt gruplarının yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ikili karşılaştırılması

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	B Grubu	G Grubu	A Grubu	D Grubu	F Grubu
K / S	0,009	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
K / EP	0,009	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
S / EP	0,999	0,389	0,0001	0,954	0,887

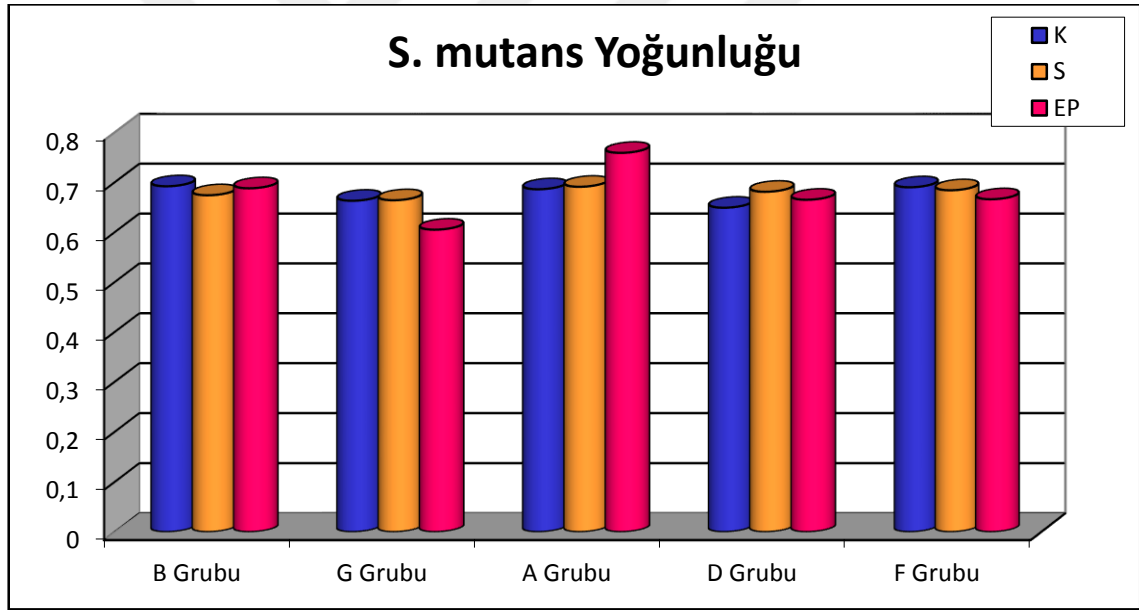
4.3 Materyallerin *S. mutans* Adezyon Değerleri ile İlgili Bulgular

Materyal gruplarının K, S ve EP alt gruplarındaki *S. mutans* bakteri adezyon yoğunluğunun ortalama ve standart sapma değerleri **Tablo 22'**de, bu değerlerin dağılımı **Grafik 5'**te gösterilmektedir.

Tüm materyal gruplarından yalnızca A materyal grubunun K, S ve EP alt gruplarının bakteri yoğunluğu ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ($p < 0,05$). Diğer materyal gruplarında K, S ve EP alt gruplarının bakteri yoğunluğu ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenmedi ($p > 0,05$). K, S ve EP alt gruplarından yalnızca EP alt grubunda bulunan B, G, A, D ve F materyal gruplarının bakteri yoğunluğu ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ($p < 0,01$) ve bu alt grupta en yüksek bakteri adezyonu A materyal grubunda saptandı. Tüm materyal grupları arasında en yoğun bakteri adezyonu A materyal grubunun EP alt grubunda görülürken, en düşük yoğunlukta bakteri adezyonu G materyal grubunun EP alt grubunda görüldü.

Tablo 22. Materyal gruplarının K, S ve EP alt gruplarında görülen *S.mutans* adezyonuna ilişkin yoğunluk (OD) değerlerinin ortalama ve standart sapmaları

<i>S. mutans</i> yoğunluğu	K	S	EP	p
B Grubu	0,692±0,04	0,674±0,035	0,688±0,043	0,681
G Grubu	0,663±0,064	0,664±0,056	0,605±0,066	0,162
A Grubu	0,686±0,033	0,691±0,054	0,759±0,039	0,009
D Grubu	0,649±0,015	0,681±0,021	0,665±0,05	0,197
F Grubu	0,69±0,034	0,684±0,04	0,666±0,027	0,410
p	0,214	0,804	0,0001	



Grafik 5. Materyal gruplarının K, S ve EP alt gruplarında *S.mutans* adezyonuna ilişkin yoğunluk (OD) değerlerinin dağılımı

Materyal gruplarının EP alt cila grubundaki *S. mutans* yoğunluğu değerlerinin ikili karşılaştırılması **Tablo 23**'te A materyal grubunun bakteri adezyon değerlerinin kendi içinde alt gruplarına göre ikili karşılaştırılması **Tablo 24**'te, gösterilmektedir.

G materyal grubunun bakteri adezyon yoğunluğu ortalamaları B ve A materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulundu ($p=0,02$, $p=0,0001$). A materyal grubunun bakteri adezyon yoğunluğu ortalamaları D ve F materyal gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p=0,009$, $p=0,007$). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 23. Materyal gruplarının EP alt grubundaki bakteri adezyon yoğunluğu değerlerinin ikili karşılaştırılması ($p < 0,05$)

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	EP
B Grubu / G Grubu	0,02
B Grubu / A Grubu	0,059
B Grubu / D Grubu	0,894
B Grubu / F Grubu	0,906
G Grubu / A Grubu	0,0001
G Grubu / D Grubu	0,183
G Grubu / F Grubu	0,134
A Grubu / D Grubu	0,009
A Grubu / F Grubu	0,007
D Grubu / F Grubu	0,998

A materyal grubunun, EP alt grubunun bakteri adezyon yoğunluğu ortalamaları K ve S alt gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunurken ($p=0,014$, $p=0,022$), K ve S alt gruplarının bakteri adezyonu ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü ($p=0,980$).

Tablo 24. A materyal grubunun bakteri adezyon değerlerinin alt gruplarına göre ikili karşılaştırılması

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	A Grubu
K / S	0,980
K / EP	0,014
S / EP	0,022

Materyallerin tüm alt gruplarında görülen bakteri adezyon değerleri ile yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki korelasyon **Tablo 25**'te gösterilmektedir. Bakteri adezyonu ile yüzey pürüzlülüğü arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmedi. ($r=0,190$ $p=0,055$).

Tablo 25. Materyallerin tüm alt gruplarında görülen bakteri adezyon değerleri ile yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki korelasyon

Yüzey Pürüzlülüğü	
r	0,190
p	0,055
Bakteri Adezyonu	N 105

Materyallerin tüm alt gruplarında görülen bakteri adezyon değerleri ile 1. gün florid salınım değerleri arasındaki korelasyon **Tablo 26**'da gösterilmektedir. Bakteri adezyonu ile 1. gün florid salınım değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmedi ($r=-0,070$ $p=0,479$).

Tablo 26. Materyallerin tüm alt gruplarında görülen bakteri adezyon değerleri ile 1. gün florid salınım değerleri arasındaki korelasyon

		Bakteri Adezyonu
Fluorid Salınımı 1.Gün	r	-0,070
	p	0,479
	N	105

5. TARTIŞMA

Diş hekimliğinde ideal bir restoratif materyal henüz elde edilememiş olmakla birlikte, bu amaçlı çalışmalar yapılmaya devam edilmektedir (153). Piyasada değişik kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip birçok estetik restoratif materyal bulunmaktadır (28,93,153). Klinik olarak diş hekimliğinde kullanılan materyallerin fiziksel ve mekanik özellikleri restorasyonların başarısını direkt olarak etkilemektedir (242).

Çocuk diş hekimliğinde CİS'lerin önemli bir yeri bulunmaktadır. CİS'ler 1970'li yıllarda geliştirilmiş ve günümüze gelene kadar çeşitli modifikasyonlara uğrayarak farklı özellikler kazanmıştır (5). 1990'ların başında hızlı sertleşen yüksek viskoziteli CİS'ler geliştirilmiştir (4). 1993 yılında ise rezin bazlı olan, hem kompozit hem de CİS materyalinin özelliklerini taşıyan kompomerler geliştirilmiştir (59). 2000'li yıllarda ise yine rezin bazlı, önceden reaksiyona girmiş cam (PRG) partikülü içeren giomer adı verilen yeni bir restoratif materyal üretilmiştir (14,15,82). Son yıllarda seramik ile güçlendirilmiş CİS'ler üretilmiş ve Amalgomer™ CR isimli ürün piyasaya sunulmuştur (61). Yeni bir ürün olan cam karbomer ise CİS'lere kalsiyum fluoroapatit nanokristalleri eklenerek elde edilmiştir (17,87). Bu çalışmada da giomer olarak BEAUTIFIL® II, cam karbomer olan GCP Glass Fill, seramikle güçlendirilmiş CİS olan Amalgomer™ CR, kompomer olarak Dyract® XP ve yüksek viskoziteli CİS olan GC Fuji IX GP® materyalleri fiziksel özellikleri bakımından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Dental restorasyonların yenilenme sebeplerinden biri restorasyon etrafında oluşan sekonder çürüktür. Bu durumu önlemek amacıyla florid salınımı yapan restoratif materyaller tercih edilmektedir (243). Florid salınımı yaparak sekonder çürük oluşumunu önleyen restoratif materyallerden biri olan CİS'ler diş hekimliğinde oldukça sık kullanılmaktadır (22). Diş sert dokularının çevresinde bulunan florid demineralizasyonu önleme, remineralizasyonu güçlendirme etkisi ile birlikte, bakterilerin büyümesini ve metabolizmasını engelleyerek sekonder çürük oluşumunu engellemektedir (22,243-245). Özellikle de mikrobiyal dental plaktaki *S. mutans*

sayısında azalma olmaktadır. Ancak bu etkinin olabilmesi için gerekli olan florid konsantrasyonu, apatitin çözünürlüğünü azaltmada gerekli olandan daha fazladır (22).

Diş hekimliğinde minimal girişimsel tedavi tekniklerine ilginin giderek artmasının yanı sıra estetik restorasyonlara olan talebin artış göstermesi sonucunda süt dişlerinin tedavisinde de yeni restoratif materyallerin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Özellikle mekanik ve estetik özellikleri yüksek olan materyaller üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bir materyalin klinik kullanımına karar verilirken seçim kriterlerinden biri de yüzey pürüzlülüğüdür (77,93). Yüzeyin pürüzlü olması plak birikimini arttırmakta böylece restorasyonda renk değişikliği meydana gelmekte; ayrıca dişeti problemi ve çürük oluşabilmektedir (77,94,153,160,246). Bu nedenle restorasyonların estetik özelliklerini arttırmak ve daha uzun ömürlü olmasını sağlamak için restoratif materyalin uygulanmasının hemen ardından uygun bitirme ve cila işlemleri yapılması gerektiği bilinmektedir (153,246). Bitirme ve cila işlemlerinde karbid ve elmas frezler, polisaj lastikleri, polisaj diskleri, beyaz taşlar, alüminyum oksit ve elmas polisaj patları gibi birçok materyal kullanılmaktadır. İçinde aşındırıcı partiküller bulunan polisaj materyallerinin bükülebilirliği, uygulama basıncı, aşındırıcının sertliği ve gren boyutu da restorasyonların yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir (247). Bu çalışmada da iki farklı cila yönteminin (Sof-Lex™/3M ve Enhance®/PoGo™/Dentsply) farklı özelliklere sahip olan ve florid içeren beş farklı restoratif materyalin (BEAUTIFIL® II/Shofu, GCP Glass Fill /GCP, Amalgomer™ CR/Advanced Health Care, Dyract® XP/Dentsply, GC Fuji IX GP®/GC) florid salınımı, yüzey pürüzlülüğü ve yüzeyde *S. mutans* bakteri adezyonu üzerine olan etkileri incelenmiştir. Literatür incelemesinde tüm bu güncel restoratif materyallerin belirtilen özelliklerinin, farklı cilalama yöntemleri ile birlikte değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

5.1 Materyallerin Florid Salınım Değerlerinin Tartışılması

Diş hekimliğinde florid kullanımı en başarılı koruyucu yöntemlerden biridir. Floridlerin çürük önleyici etkisi içme sularında belli düzeyde florid bulunan bölgelerde yaşayan bireylerde diş çürüğüne az rastlandığının belirlenmesi ile anlaşılmıştır (110,248, 249). Diş çürüklerinin önlenmesinde florid kullanımı,

1940'ların sonlarında suların floridlenmesi ile başlamıştır (250). Floridin, özellikle çürükten koruma açısından dişlerin sürme öncesi ve sürme sonrası döneminde diş dokusuna ve plak oluşumuna çok önemli etkileri mevcuttur. Dişlerin sürme öncesi dönemde diş dokusuna etkisi sistemik uygulamalarla meydana gelirken, sürme sonrasındaki etkiler ya topikal uygulamalarla ya da sistemik uygulamaların topikal etkisi sonucu oluşmaktadır (105). Bunun yanı sıra günümüzde florid içeren restoratif materyaller de çürüğü kontrol altına almak amacıyla kullanılmaktadır (22,129). CİS'ler florid salınımı yapan restoratif materyallerdir. Bu materyallerin florid salınımı yapmaları, diş hekimliğinde kullanımını arttıran en önemli faktörlerden biridir (107,245). Günümüzde florid salınımı yapabilen restoratif materyallerin florid salınım değerlerinin incelendiği çalışmalarda en çok kullanılan materyaller, GCİS'lerdir (11,129,245,251). Bu materyallerin yanı sıra florid salınımı yapabilen kompomer ve giomerler de florid salınımı bakımından incelenen materyaller arasındadır (82,126,252,253). Seramik ile güçlendirilmiş CİS ve cam karbomerlerin florid salınımını inceleyen çalışma ise oldukça az sayıdadır (62,127). Bu çalışmada da giomer, cam karbomer, seramik ile güçlendirilmiş CİS, kompomer ve GCİS materyallerinin florid salınım değerleri incelenmiştir.

İlk 24 saatte restoratif materyallerde görülen florid salınımı henüz sertleşmesi tamamlanmamış, çözünürlüğü yüksek olan materyalin yüzeyinde görülen çözünmeler sonucu olmaktadır (59). İlk günden sonra devam eden yavaş florid salınımı ise siman matriksinin iç kısımlarındaki porozitelerden floridin difüze olmasıyla meydana gelmektedir (11,59). Klinikte restoratif materyaller uygulandıktan sonra restorasyonun daha uzun ömürlü olması ve fazlalıkların alınması için bitirme ve cila işlemleri gerekli olmaktadır (19,91,148,149). Bitirme ve cila işlemlerinin materyallerin florid salınımına etkisini değerlendiren bir çalışma henüz bulunmamaktadır. Yalnızca çalışmamıza benzer olarak yapılmış olan bir çalışmada florid salınımı yapan restoratif materyallere 4 hafta aralıklarla air-polishing uygulanmış ve florid salınımının arttığı bildirilmiştir. Florid salınımının artmasının da yüzey pürüzlülüğünün artmasından ve üstteki tabakanın kaldırılmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (123). Bitirme ve cila işlemleri materyallerin yüzey pürüzlülüğünü değiştirmektedir (18,28,34,172). Bu nedenle bitirme ve cila işlemlerinden sonra florid salınımının da değişebileceği

düşünülmüştür ve çalışmamızda iki farklı cila sisteminin, florid salınımı yapan beş farklı restoratif materyalin florid salınımı üzerine etkisi incelenmiştir.

Materyallerin polimerizasyonları firmaların önerileri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan materyallerin iki tanesi ışıkla polimerize olan materyallerdir. Çalışmamızda üç adet de kimyasal yolla sertleşen CİS bulunmaktadır. Bu materyallerden birinin sertleşme süresi, üretici firma tarafından 37°C'de 2 dk. 20 sn. olduğu, diğer ikisinin ise 3 dk 30 sn olduğu belirtilmiştir. Ancak oda sıcaklığında yapılan çalışmalarda kimyasal yolla sertleşen materyallerin ilk sertleşme reaksiyonlarının tamamlanabilmesi için 10 dk. beklenildiğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (11,127,243,254). Bu nedenle çalışmamızda kimyasal yolla sertleşen materyaller kalıplardan çıkarılmadan önce 10 dk. süreyle sertleşmeye bırakılmıştır.

Restoratif materyallerden florid salınımını deiyonize suda, yapay tükürükte ve asidik solüsyonlarda inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (12,121,127,254-256). **Nigam ve ark. (2009)** yaptıkları çalışmada, farklı ortamlarda restoratif materyallerde görülen florid salınımını incelemişler ve en fazla florid salınımının pH siklus solüsyonunda, daha sonra deiyonize suda ve en az ise yapay tükürükte olduğunu belirtmişlerdir (257). Ağız ortamını tam olarak yansıtmadığı halde, çalışmalarda en çok deiyonize su kullanılmaktadır (258). Deiyonize su ve yapay tükürük içinde florid salınımının karşılaştırıldığı çalışmalarda, yapay tükürükte florid salınımının daha az olduğu bildirilmiştir (138,259). Bu durum da restoratif materyal ile deiyonize su arasında görülen difüzyonun, restoratif materyal ile iyondan zengin tükürük arasındakine göre daha fazla olmasıyla açıklanmaktadır. Florid salınımında yapay tükürüğün içeriğinin ve iyonik gücün etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca tükürüğün materyalin üzerinde pelikül oluşturduğu ve bunun da iyon salınımını engellediği bildirilmektedir (125,138,139,258,259). Bunun yanı sıra, materyal yapay tükürüğün içindeyken üzerinde CaF₂ oluştuğu ve bunun da florid salınımını engellediği bildirilmektedir (138). Yapay tükürük ağız ortamını daha iyi taklit edebilmekle birlikte, içindeki organik komponentler florid elektrodunun lanthanyum florid (LaF) membranı ile etkileşime girebilmektedir (260). Çalışmamızda bulunan materyal gruplarında yer alan örneklerin

fluorid salınım değerleri, birçok *in vitro* alışmada olduğu gibi deiyonize suda ölçülmüştür (12,82,121,143,245,252).

Hazırlanan örneklerin saklanması için kullanılan tüplerde de cam yerine plastik tüpler tercih edilmiştir. Bunun nedeni cam iyonomer esaslı materyallerin içerisinde bulunan fluorid bileşiğinin cam ile reaksiyona girmesinin önlenmesidir (25,114).

Materyallerin fluorid salınım ölçümlerinin yapıldığı çalışmalarda, ölçümler çalışma süresi içerisinde belirlenen bazı günlerde yapılmaktadır. Genellikle lm zamanının ilk gün ve daha sonra haftada bir kez şeklinde olduğu veya ilk üç gün veya dört gün ve daha sonra haftada bir kez şeklinde olduğu görülmüştür (129,133,137,254,261,262). Bizim alışmamızda da literatürlerle uyumlu olarak fluorid salınım ölçüm günleri 1., 2., 3., 7., 14., 21. ve 28. günler olarak belirlenmiştir.

Cam iyonomer, kompomer, giomer ve kompozit rezin gibi materyallerin fluorid salınımını inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır (11,12,82,129,141,243,252,254,255,263). Piyasaya sürülen yeni ürünlerden olan cam karbomer ve seramik ile güçlendirilmiş CİS'in fluorid salınımlarının değerlendirildiği çalışma sayısı ise oldukça az sayıdadır (62,127).

Yapılan bir çalışmada giomerde görülen fluorid salınımının kompomer ve kompozitten daha fazla olduğu ve rezin bazlı materyallerin fluorid salınımında cam doldurucu matriksin rol oynadığı bildirilmiştir (252).

Hotwani ve ark. (2013), materyallerin poroziteli olmasının fluorid salınımını etkileyeceğini ve materyallerin içerisinde bulunan rezinin fluorid ve suyun difüzyonunu engelleyeceğini bildirmişlerdir (264).

Mousavinasab ve Meyers (2009), yaptıkları çalışmalarında florid salınımında materyallerin içerdiği florid miktarının etkili olduğunu, rezin içeren materyallerde ise su ve florid difüzyonu engellendiği için florid salınımının düşük olduğunu belirtmişlerdir (11).

Bahadure ve ark. (2012), yaptıkları *in vitro* çalışmada, Amalgomer™ CR (Advanced Health Care Ltd., UK), Fuji II (GC Corporation, Tokyo, Japan), Fuji IX (GC Corporation, Tokyo, Japan), Beautifil II (Shofu Inc, Kyoto, Japan), Dyract Extra (Dentsply, Konstanz, Germany) ve Coltene Synergy (Coltene Whaledent, Allstetten, Switzerland) materyallerinin farklı pH'daki florid salınım miktarlarına bakmışlar ve ortamdaki pH 4.3 iken florid salınımının en yüksek ve ortamdaki pH 6.2 iken florid salınımının en düşük olduğunu bildirmişlerdir. En yüksek florid salınımının Amalgomer™ CR'de daha sonra sırasıyla Fuji II, Fuji IX, Beautifil II, Dyract Extra ve Coltene Synergy'de olduğunu bildirmişlerdir. Amalgomer™ CR'de florid salınımının yüksek olmasının seramik partiküllerinden kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bu partiküllerin siman matriksine bağlanmadığını, böylece simanda mikroporozitenin artması sonucu florid salınımının artacağını bildirmişlerdir (127).

Dionysopoulos ve ark. (2013), florid salınımı yapabilen beş restoratif materyal (Fuji IX GP, GC Corp.; Ketac N100, 3M ESPE; Dyract Extra, Dentsply; Beautifil II, Shofu Inc.; Wave, SDI) ve üç dental adeziv (Stae, SDI; Fluorobond II- Shofu Inc.; Prime & Bond NT, Dentsply) kullanarak yaptıkları çalışmalarında materyallerin NaF solüsyonunda bekletilme öncesi ve sonrası florid salınım miktarlarını karşılaştırmışlar ve en yüksek florid salınımının Fuji IX materyalinde görüldüğünü bildirmişlerdir. Materyallerin içeriklerinin ve sertleşme mekanizmalarının florid salınımları ve florid ile tekrar yüklenebilme özellikleri üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir (13).

Bu çalışmada da rezin bazlı olan kompomer ve giomerde meydana gelen florid salınım değerlerinin, rezin bazlı olmayan diğer materyallerde elde edilen florid salınım değerlerine göre oldukça düşük olduğu görülmüştür. Kompomer ve giomer materyallerinin florid salınım değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). En yüksek florid salınımı cam karbomer materyalinde

gözenmiştir. Üretici firmanın önerilerine göre bu materyali uygularken fiziksel özelliklerini artırmak için ısı uygulaması gerekmektedir. Isı uygulamasının, materyallerin florid salınımı üzerinde bir takım etkileri bulunmaktadır (62,265,266).

Woolford ve Grieve (1995), yaptıkları *in vitro* çalışmada ısı uygulamasının CİS'in florid salınımı üzerine olan etkisini incelemişler ve ısı uygulamasının florid salınımını azalttığını bildirmişlerdir. Bu durumu da sertleşme reaksiyonunun hızlanmasıyla matrikse bağlanan florid iyonlarının azalacağını ve böylece fluroid salınımının azalabileceğini veya ısı uygulamasıyla yüzeyin daha sert olacağını ve bunun sonucunda yüzeyde erozyonun daha az olmasıyla beraber florid salınımının düşük olabileceğini belirtmişlerdir (265).

Rafeek ve ark. (2008), yaptıkları *in vitro* çalışmada ısı uygulamasının GCİS ve RMCİS materyallerinin florid salınımı üzerine olan etkisini araştırmışlar ve ısı uygulamasının GCİS üzerinde önemli derecede bir etkisinin olmadığını ancak RMCİS'in florid salınımını azalttığını bildirmişlerdir. Bunu durumu da asit-baz reaksiyon hızının artmasıyla florid salınım miktarının azalabileceğine bağlamışlardır (266).

Thanjal ve ark. (2010) yaptıkları *in vitro* çalışmada cam karbomere ultrasonik dalga uygulandığında florid salınımının arttığını ancak üretici firmanın önerdiği ısı uygulaması yapıldığında florid salınımının azaldığını bildirmişlerdir (62) .

Çakır (2015), yapmış olduğu *in vitro* çalışmasında cam iyonmer esaslı materyallerin karıştırma öncesi ısıtılması ya da soğutulması sonrası florid salınım miktarlarını değerlendirmiştir. Bazı materyallerde ısıtma, bazılarında soğutma, bazılarında ise her iki uygulama sonrasında florid salınımı artırmıştır. Bu nedenle karıştırma öncesi ısıtma ya da soğutmanın florid salınımı üzerinde etkisinin materyale bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (267).

Yapılan çalışmalarda materyali hazırladıktan sonra ısı uygulanması florid salınımını azalttığı halde bu çalışmada üretici firmanın önerilerine göre ısı uygulanan cam karbomer materyalinde görülen florid salınım değerleri, diğer materyallere göre yüksek bulunmuştur (62,265,266). Bu nedenle florid salınım miktarına ısı uygulamasının etkisi değerlendirilirken materyalin içeriğinin önemli olduğunun göz ardı edilmemesi gerektiği düşünülmektedir.

Yapılan bir çalışmada seramikle güçlendirilmiş CİS'in içerisinde florid içeren cam partikülleri yerine %19.7 oranında florid içermeyen zirkonyum partikülleri bulunmasına karşın florid salınımının yüksek olduğu bildirilmiştir (62). Bu çalışmada da seramik ile güçlendirilmiş CİS ile GCİS materyallerinin florid salınımı miktarları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir.

Restoratif materyallerden florid salınımının kompleks bir süreç olduğu bildirilmektedir. Florid salınımı sırasında iki süreç bulunduğu; bunlardan ilkinin erken dönemde hızlı bir florid salınımı olduğu ve bunu uzun dönemde daha yavaş bir salınımın takip ettiği bildirilmektedir. Florid salınımı yapabilen restoratif materyallerin florid salınım özelliklerinin incelendiği tüm çalışmalarda salınımının ilk hafta özellikle ilk 24 saatte çok yüksek olduğu görülmüştür (11,122,125,129,134,139,243,252,268). İlk 24 saatte görülen florid salınımı, materyalin yapısının stabil olmaması ve yüzeye bağlı florid iyonunun ayrılması ile görülen salınımdır (125,269,270). Bu mekanizma nedeni ile cam iyonomer esaslı tüm materyallerde en yüksek florid salınımı ilk 24 saatte görülmektedir. İlk 24 saatteki yüksek florid salınımı, patlama etkisi 'initial burst effect' olarak isimlendirilmektedir (270). Materyallerde bu başlangıç patlama etkisinin olması istenir; çünkü bu patlama etkisi ile florid, iç kısımlardaki çürük dentin içinde kalmış bakterilerin canlılığını azaltmakta ve mine-dentin remineralizasyonunu indüklemektedir (11,270). Patlama etkisinin görülmesinin nedeni ilk gün asit-baz reaksiyonunun daha fazla olmasıdır. Ayrıca ilk gün florid salınımının yüksek olmasının, yüzeyde yıkanma etkisinden ileri geldiği; ilerleyen günlerde florid salınımının ise floridin simandaki por ve çatlaklardan difüze olmasıyla açıklanmaktadır (11). Bu çalışmada cam karbomer materyali GCP Glass Fill grubunda 1. günde patlama etkisi biçiminde, diğer tüm gruplardan daha yüksek miktarda florid

salınımı görülmüştür. Bunun yanı sıra cam iyonomer esaslı materyaller olan Amalgomer CR ve Fuji IX gruplarında da patlama etkisi izlenmiştir.

Kompomer ve giomer materyallerinde, floridin patlama etkisi yani “burst effect” görülmemektedir. Bu materyaller GCİS’ler gibi kimyasal olarak sertleşmemektedir. Kompomer materyalinde, ışıkla polimerizasyonu takiben su emilimi olduğunda florid salınımı meydana gelmektedir. Yani florid salınımında suyun penetrasyonu önemli rol oynamaktadır (11,12). Giomer materyalinde ise bu durumun aksine cam partikülleri poliakrilik asit ile önceden reaksiyona sokulduğu için su emmeye ihtiyaç duymadan asit-baz reaksiyonu gerçekleşmektedir (11,270). Bu çalışmada da Dyract XP ve Beautifil II materyal gruplarının florid salınımında patlama etkisi görülmemiştir.

Arısu ve ark (2007), yaptıkları *in vitro* çalışmada iki GCİS (Ionofil Molar, Fuji IX), bir RMCİS (Vitrabond), bir güçlendirilmiş cam iyonomer (Argion) ve üç kompomer (Dyract Extra, F2000, Hytac) materyallerinin florid salınım özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda materyallerden salınan toplam florid miktarı değerlendirildiğinde GCİS’lerin en yüksek florid salınım değerlerine sahip olduğu ve bunu sırasıyla RMCİS, güçlendirilmiş CİS ve kompomer materyallerinin izlediği bildirilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan tüm materyallerin en yüksek florid salınımını 1. günde gerçekleştirdikleri ve bu salınımın sonraki günlerde kademeli olarak azaldığını bildirmişlerdir (243). Bu çalışmada da tüm materyallerin en yüksek florid salınımı 1. günde gerçekleşmiş ve sonraki günlerde kademeli olarak azalmıştır.

Restoratif materyaller şeffaf bant altında sertleştirildiklerinde daha pürüzsüz bir yüzey elde edilmektedir. Bitirme ve cila işlemleri uygulandığında ise yüzey pürüzlülüğünün daha fazla ölçüldüğü bildirilmektedir (94-99). Yapılan bir çalışmada air-polishing uygulanan materyallerin üst tabakasının uzaklaştırılması sonucu florid salınımının arttığı bildirilmiştir. Ayrıca florid salınımının artmasının, yüzeydeki pürüzlülüğün artmasına bağlı olabileceği ileri sürülmüştür (123).

Çalışmamızda Beautifil II materyali dışındaki materyallerde bitirme ve cila işlemi uygulanan grupta görülen florid salınımının kontrol grubundakilere göre daha fazla olduğu görülmüştür. GCP Glass Fill materyalinde kontrol grubunda görülen florid salınımı, bitirme ve cila işlemi uygulanan gruplarda görülen florid salınımına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Bu materyal grubunun kontrol alt grubunda yüzey pürüzlülüğü değeri yüksek olmasına karşın florid salınımının düşük olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin, materyalin hazırlanması sırasında üretici firmanın önerisi doğrultusunda yüzey örtücü uygulanması olabileceği düşünülmektedir. Çeşitli materyallerin florid salınımı özelliklerinin incelendiği çalışmalarda da yüzey örtücünün florid salınımını azalttığı bildirilmektedir (25,115,128). GCP Glass Fill ve Amalomer CR materyal gruplarında Sof-Lex cila sistemi ile cilalanan örneklerde Enhance/PoGo cila sistemi ile cilalananlara göre yüzey pürüzlülüğü daha az olmasına karşın florid salınımı anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Sof-Lex cila sisteminin dış tabakanın daha fazla uzaklaşmasına neden olarak derinlerdeki floridin açığa çıkmasına neden olmuş olabileceği düşünülmektedir. Beautifil II ve Fuji IX materyal gruplarında ise uygulanan her iki cila sisteminin florid salınımına olan etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$).

5.2 Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerinin Tartışılması

Diş hekimliğinde restoratif materyallerin bitirme ve cila işlemleri önemli basamaklardır. Uygun bitirme ve cila işlemlerinin uygulanması; restoratif materyallerin estetiğini, renklenmeye karşı dirençlerini ve ağızda kalış sürelerini arttıran önemli uygulamalardır. Restorasyon yüzeyindeki düzensizlikler; plak retansiyonunu, yüzey renklenmesini, gingival enflamasyonu ve sekonder çürük görülme riskini arttırmaktadır. Bu nedenle restoratif materyallerin bitirme ve cila işlemlerinin yapılması pürüzsüz bir yüzey elde edilmesi açısından oldukça önemlidir (18,19,94,155,160,165,271-275). Günümüzde farklı restoratif materyaller üzerine uygulanan farklı bitirme ve cila tekniklerini araştıran çok sayıda çalışma bulunmaktadır (18,19,91,98,99,104,274,276). Bu çalışmada iki farklı cila sistemi kullanılmış ve beş farklı restoratif materyalin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Restoratif materyal hazırlandıktan sonra bitirme ve cila işlemlerinin uygulandığı zamanın, restoratif materyallerin fiziksel özellikleri üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir. Bitirme ve cila işlemlerinin uygulandığı zamanın, restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğüne olan etkisini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (274,277,278).

Yap ve ark. (1998), yaptıkları *in vitro* çalışmada hemen ve daha sonra yapılan bitirme ve cila işlemlerinin iki kompozit rezin (Silux, Z100), bir kompomer (Dyract) ve bir RMCİS (Photac Fil) materyalinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini incelemiştir. Kompomer ve RMCİS materyallerine bitirme ve cila işlemleri hemen uygulandığında yüzeylerinin daha pürüzlü olduğu görülmüştür. Ancak kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünün, bitirme ve cila işlemlerinin yapıldığı zamandan etkilenmediği belirtilmiştir. Bu nedenle bitirme ve cila işlemlerinin yapılacağı zamanın materyallerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin, restoratif materyale ve uygulanacak olan bitirme ve cila sistemlerine bağlı olduğu bildirilmiştir (277).

Yazıcı ve ark. (2010), yaptıkları *in vitro* çalışmada gecikmiş bitirme ve cila işlemlerinin dört farklı restoratif materyalin (Tetric Flow, Venus, Grandio, Dyract Extra) yüzey pürüzlülüklerine olan etkisini incelemiştir. Bir grupta örnekler hazırlandıktan hemen sonra bitirme ve cila işlemi uygulanmış, diğer grupta ise 24 saat sonra uygulanmıştır. Kompomer materyali olan Dyract Extra'da hemen ve 24 saat sonra yapılan bitirme ve cila işlemleri arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Kompozit materyali olan Venus ve Grandio materyallerine ise hemen bitirme ve cila işlemleri uygulandığında, 24 saat sonra yapılabildiğine göre daha pürüzlü bir yüzey elde edildiği bildirilmiştir. Akışkan kompozit olan Tetric Flow'da ise hemen bitirme ve cila işlemleri yapıldığında daha pürüzsüz bir yüzey elde edilmiştir. Bu nedenle gecikmiş bitirme ve cila işlemlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisinin materyale bağlı olduğu belirtilmiştir (278).

Kaminedi ve ark. (2014), yaptıkları *in vitro* çalışmada ise bitirme ve cila işlemlerinin yapılacağı zamanın iki kompozit rezinin (Filtek Z250, Filtek Z350) yüzey pürüzlülüğüne olan etkisini incelemişler ve gecikmiş bitirme ve cila işlemlerinin her iki

materyalin yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını bildirmişlerdir (274). Bu çalışmada ise, çoğu çalışmada olduğu gibi örnekler hazırlandıktan sonra deiyonize suda bekletilmiştir ve 37°C'de 24 saat saklandıktan sonra bitirme ve cila işlemleri yapılmıştır (18,34,92,96,149,279).

In-vitro çalışmalarda zımparalama işlemi ile klinik çalışmalardaki bitirme işlemine eşdeğer bir uygulama amaçlanmaktadır. Klinik olarak neredeyse tüm materyallere cilalama işlemlerinden önce uyumlama yapmak gerekmektedir (92,94,95,99). Bu çalışmada, iki farklı cila sisteminin uygulandığı deney alt gruplarında, klinikte elmas frezlerle yapılan bitirme işlemi taklit etmek amacıyla cilalama işlemlerinden önce örnekler 1200 grid silikon karbit kâğıt zımpara ile su altında zımparalanmıştır. Standardizasyonun sağlanması amacı ile zımparalama işlemi tüm örneklerde aynı süre boyunca sabit hızda dönen cihazda gerçekleştirilmiştir. Kontrol alt grubunda yer alan örneklerde ise, bitirme ve cila işlemi yapılmamış, sadece asetat kağıdı uygulanmıştır.

Restoratif materyalin tipi ve fiziksel özellikleri, restoratif materyal ve aşındırıcı arasındaki sertlik farkı, aşındırıcı partikül boyutu, miktarı ve şekli gibi faktörlerin, bitirme ve cila işlemlerinin etkinliğine ve materyallerin yüzey pürüzlülüğüne etkisi bulunmaktadır. Bu faktörlerin yanı sıra aşındırıcı enstrümanın uygulanma hızı, restoratif materyale uygulanan basınç ve uygulama sırasında kullanılan kayganlaştırıcılar (örn: su, suda çözünen polimer, gliserol, silikon yağı, vazelin) da etki etmektedir (20).

Bu çalışmada da, diğer çalışmalara benzer şekilde restoratif materyallerin cila işlemleri 10.000 rpm düşük devir mikromotor ile fazla baskı uygulamadan su altında yapılmıştır (28,92,280).

Bitirme ve cila sistemlerinin restoratif materyallerin yüzeyine olan etkisini incelemek için görsel değerlendirme, mekanik ve optik profilometrik analiz, Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) ve Atomik Kuvvet Mikroskopu (AFM) ile değerlendirme gibi farklı yöntemler bulunmaktadır (101,159,165,167). **Joniot ve ark. (2006)**, mekanik profilometrelerin daha çok cilalama sonucunda oluşan yüzey pürüzlülüğü değerlerini

saptadıklarını, optik profilometrelerin ise daha çok materyalin kendi yapısından kaynaklanan mikropürüzlülüğü saptayabildiklerini bildirmişlerdir (159). Bu nedenle bu çalışmada mekanik profilometrik analiz ile restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü değerlendirilmiş ve birçok çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da Mahr Perthometer M1 cihazı kullanılmıştır (92,94,95,104).

Çalışmamızda yüzey pürüzlülüğü değerleri “Ra” şeklinde kaydedilmiştir. Ra; yüzey pürüzlülük düzeyi aritmetik ortalaması olup, birimi μm 'dir. Bu değer materyallerin uzunluğuna göre pürüzlülük düzensizliklerinin hesaplanması ve bu hesaplanan değerlerin aritmetik ortalamasının alınması ile elde edilmektedir. Çalışmamızda her bir örnek yüzeyinin üç farklı noktasından ölçümler gerçekleştirilmiştir ve ölçülen bu üç değer aritmetik ortalaması alınarak her bir örnek için yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilmiştir. Bu çalışmada olduğu gibi bu konuyla ilgili yapılmış olan çoğu çalışmada “Ra” değeri kullanılmıştır (28,92,101). Bu sayede çalışmamızda elde edilen verileri, diğer çalışmalardaki verilerle karşılaştırma olanağı sağlanmıştır.

Restoratif materyaller şeffaf bant altında sertleştirildiklerinde daha pürüzsüz bir yüzey elde edildiği yapılan *in vitro* çalışmalarda gösterilmiştir (94-99). Klinikte şeffaf bant kullanmak her zaman mümkün olmamakta ya da şeffaf bant kullanılsa bile restorasyondaki fazlalıkları kaldırmak ve kontür vermek amacıyla bir takım bitirme ve cila işlemleri uygulamak gerekli olabilmektedir. Ancak bu işlemler şeffaf bant ile elde edilen yüzeyin pürüzlülüğünü artırmaktadır (19,28,34,35,101). Bu çalışmada yalnızca cam karbomer GCP Glass Fill materyalinde asetat kağıdı ile hazırlanan örneklerin yüzey pürüzlülüğü, bitirme ve cila işlemi uygulanan örneklere göre daha fazla bulunmuştur. Bu materyali hazırlarken yüzeyine yüzey örtücü uygulanmıştır. Yapılan bir çalışmada yüzey örtücü uygulamanın yüzey pürüzlülüğünü azalttığı bildirilmiştir (25). **Uzel (2012)** yaptığı *in vitro* çalışmada ise yüzey örtücü uygulamalarının, yüzeyi strip bantla bitirilen CİS ve kompomer materyallerinin yüzey pürüzlülüğünde artışa neden olduğunu belirtmişlerdir (281). Bu çalışmada da GCP Glass Fill materyal grubunda üretici firmanın önerilerine göre yüzey örtücü uygulandıktan sonra herhangi bir cila işlemi yapılmayan kontrol alt grubundaki örneklerde yüzey pürüzlülüğünün

fazla olduğu görülmüştür. Bu sonuç yüzey örtücünün içeriği ile ilişkili olabilir ve cam karbomer GCP Glass Fill materyalinin yüzey örtücü uygulaması ve ısı altında sertleştirilmesinden sonra cilalanması gerektiğini göstermektedir.

Yüzey pürüzlülüğünün sadece bitirme ve cila sistemlerine bağlı olmadığı aynı zamanda restoratif materyalin cilalanabilme özelliğine de bağlı olduğu bildirilmektedir (101). Restoratif materyallerin doldurucu partikül ve matriks sertliklerinin farklı olmasından dolayı bitirme ve cila işlemlerinin aynı etkiyi yapmayacağı bildirilmektedir. Aşındırıcı partiküllerin dolduruculardan daha sert olması gerektiği yoksa matriksin uzaklaşacağı ve doldurucu partiküllerin yüzeyde kalacağı belirtilmektedir. Bu durum da yüzey pürüzlülüğü değerinin artmasına neden olmaktadır (28,34,35,100,163,282,283). Ayrıca yüzey pürüzlülüğü; doldurucu partiküllerin miktarına, çeşidine, şekline, boyutu ve dağılımına, rezin matriksin çeşidine, doldurucu ile matriksin birleşimine, bitirme ve cila enstrümanlarının esnekliğine, abrazyonun sertliği ve uygulama yöntemlerine de bağlıdır (28). Partikül boyutu geniş olan materyallerin, küçük partiküllü materyallere göre yüzey pürüzlülüğü değerlerinin yüksek olduğu, bitirme ve cila işlemleri sonrasında da daha pürüzlü yüzeyler elde edildiği bildirilmektedir (28,101).

Yapılan bir çalışmada, altı restoratif materyale (Fuji IX, Ionofil Molar, Aqua Ionofil Plus, Fuji II LC, Argion Molar, Ketac N100) cila işlemi (Sof-Lex, 3M ESPE) uygulamadan önce ve sonra yüzey pürüzlülüğü değerlendirilmiştir. Cilalanmadan önce en düşük yüzey pürüzlülüğü Ketac N 100'de görülrken, en yüksek pürüzlülüğün Ionofil Molar'da olduğu görülmüştür. Cilalandıktan sonra ise en düşük yüzey pürüzlülüğü yine Ketac N 100'de görülrken, en yüksek yüzey pürüzlülüğü Aqua Ionofil Plus'ta görülmüştür. Cilalamadan sonra partikül boyutu küçük olan Ionofil Molar'da yüzey pürüzlülüğü, partikül boyutu büyük olan diğer materyallere göre daha fazla bulunmuştur. Araştırmacılar bu nedenle küçük partiküllü materyallerin her zaman pürüzsüz bir yüzey sergileyemeyeceğini, partikül boyutunun yanı sıra partiküllerin şeklinin, sayısının ve dağılımının; partiküllerin ara yüzeyinde bağlanmanın ve matriksin önemli rol oynayabileceğini bildirmişlerdir (163).

Mallya ve ark. (2013), yaptıkları *in vitro* çalışmada rezin esaslı olan ve olmayan üç restoratif materyale (Ketac Molar, VitreBond, Ketac N100) üç farklı cila işlemi [Sof-Lex Disks (3M ESPE, USA), elmas bitirme frezi (Mani, Dia Burs, Japan), tungsten karbid bitirme frezi (SS White burs Inc., USA)] uyguladıktan sonra yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişlerdir. En pürüzsüz yüzey rezin esaslı olan ve doldurucu partikülleri küçük olan nano iyonomerde görülürken, en pürüzlü yüzey rezin esaslı olmayan ve partikül boyutu büyük olan GCİS'te elde edilmiştir. Tüm materyallerde Sof-Lex cila sistemi diğer cila sistemlerine göre daha pürüzsüz yüzey elde edilmesini sağlamıştır (101).

Bu çalışmada da partikül boyutu küçük olan rezin esaslı materyallerde yüzey pürüzlülüğünün düşük olduğu görülürken, partikül boyutu büyük olan rezin içermeyen materyallerde yüzey pürüzlülüğünün daha yüksek olduğu görülmüştür.

GCİS'lerin heterojen bir yapısı bulunmaktadır. İçeriğinde fluoro-alüminosilikat cam partikülleri ve polisalt matriks bulunmaktadır. Bitirme ve cila işlemleri sırasında yumuşak olan matriks uzaklaşmakta, sert ve reaksiyona girmemiş olan cam partikülleri yüzeyde kalmaktadır. GCİS'lerde partikül boyutu büyük olduğu için bitirme ve cila işlemlerinden sonra da yüzeyin pürüzlü olması beklenmektedir (28,163,284). Bu çalışmada GCP Glass Fill materyali dışındaki tüm materyal gruplarının iki farklı cilalama sistemi uygulanan alt gruplarında yüzey pürüzlülüğü değerlerinin asetat kağıdı uygulanan kontrol alt grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.05$). GCP Glass Fill materyal grubunda ise cila işlemi uygulanan alt gruplarda yüzey pürüzlülüğü değerlerinin kontrol alt grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Cam iyonomer esaslı materyal gruplarının Sof-Lex ve Enhance/PoGo cila işlemleri uygulanan alt grupları arasında ise en fazla yüzey pürüzlülüğü, her iki alt grupta da ortalama partikül boyutu 5-10 μm olan Amalgomer CR materyalinde görülürken, ortalama partikül boyutu 10 μm olan Fuji IX materyalinin ve ortalama partikül boyutu 0,5-200 μm olan GCP Glass Fill materyalinin yüzey pürüzlülüğü değerleri Amalgomer CR'ye göre anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Yüzey pürüzlülüğünde partikül boyutunun yanı sıra partikül çeşidi, sertliği, şekli, sayısı ve dağılımı, matriks ile

partiküllerin birbirine bağlanma durumu da etkili olmaktadır (28,92). Amalomer CR materyalinin daha pürüzlü olmasının, içinde bulunan seramik partiküllerinden kaynaklı olabileceği de düşünülmektedir. Doldurucu partiküllerin sertliği, organik matriksten çok fazla olduğunda, cilalama işlemi sonrası organik matriks aşınmakta ve bu durum yüzeyin pürüzlü olmasına neden olmaktadır (92).

Rezin içeren materyallerin yüzey pürüzlülüğünde doldurucu partiküllerin özellikleri ve rezin matriksin yapısı etkili olmaktadır (28,34,282,283). Bitirme ve cila işleminde kullanılan aşındırıcı partiküllerin, doldurucu partiküllerden daha sert olması gerektiği, böylece doldurucu partiküllerin ve rezin matriksin eşit düzeyde aşındırılabilmesi belirtilmektedir. Aksi takdirde aşındırıcı partiküllerin sadece yumuşak olan matriksi aşındıracağı ve böylece doldurucuların açıkta kalacağı, bununda yüzeyin pürüzlü olmasına neden olacağı bildirilmektedir (35,100,282).

Bu çalışmada ortalama partikül boyutu 0.8 µm olan Beautifil II ve Dyract XP materyal gruplarının Sof-Lex ve Enhance/PoGo alt gruplarında yüzey pürüzlülüğü değerlerinin kontrol alt gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Beautifil II ve Dyract XP materyal gruplarının her iki cila sistemi alt gruplarında belirlenen yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$). Bu durumun her iki materyalinde partikül boyutunun benzer özellikte olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Literatürde farklı bitim ve cila sistemlerinin restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü özelliklerine olan etkileri ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır (28,34,35,91,92,95,101,149,153,283).

Scheibe ve ark. (2009), yaptıkları *in vitro* çalışmada farklı cila uygulamalarının (Sof-Lex XT®/3M ESPE, Felt disk/TDV-Excel® elmas cila patı/TDV, Enhance®/PoGo®/Dentsply) beş adet mikrohibrit kompozitin (Charisma®, Fill Magic®, TPH Spectrum®, Z100®, Z250®) yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Enhance®/ PoGo® cila sisteminde örnekler Enhance ile cilalandıktan hemen sonra PoGo ile cilalanmıştır. En yüksek yüzey pürüzlülüğünün Sof-Lex ile cilananan TPH

Spectrum grubunda, en düşük yüzey pürüzlülüğünün ise Felt disk ile beraber elmas cila patının kullanıldığı Z250 grubunda olduğu bildirilmiştir. Mikrohibrit kompozitlerde en düşük yüzey pürüzlülüğünün Enhance®/ PoGo® ve elmas cila patı ile kullanılan Felt disk cila sistemlerinde elde edildiği belirtilmiştir (34).

Antonson ve ark. (2011), yaptıkları *in vitro* çalışmada mikrohibrit (Esthet-X®, Dentsply) ve nanofil (Filtek Supreme Plus, 3M ESPE) kompozit materyallerini dört farklı cila sistemi (Astropol, Ivoclar Vivadent; Enhance/PoGo, Dentsply; Sof-Lex, 3M ESPE; EXL-695, 3M ESPE) ile cilaladıktan sonra yüzey pürüzlülüklerini değerlendirmişlerdir. Cilalama yapılmadan önce iki kompozit materyalin yüzey pürüzlülükleri arasında anlamlı derecede fark görülmüştür. Cilalama yapılmadan önce Esthet-X® materyalinin yüzeyinin diğerine göre daha pürüzsüz olduğu ancak cilalandıktan sonra materyallerin yüzey pürüzlülüğü arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. En pürüzsüz yüzey Sof-Lex cila sistemi ile elde edilirken, diğer sistemler ile aralarında anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir (283).

Bu çalışmada Sof-Lex ve Enhance/PoGo cila sistemleri kullanılmıştır. Enhance ve PoGo tek basamaklı cila sistemleridir ancak üretici firma birlikte kullanılmalarını önermektedir. Enhance cila sisteminin matriksi aşındırabileceği ve bunun sonucunda yüzey pürüzlülüğünü arttırabileceği bildirilmektedir. Bu nedenle diğer çalışmalarda da olduğu gibi bu çalışmada da Enhance ve PoGo cila sistemleri birlikte kullanılmıştır (34,92,283). Cila sistemlerini uygulamada bireyler arasında farklılıklar olabileceği için bu çalışmada bitirme ve cila işlemleri tek bir kişi tarafından yapılmıştır.

En sık kullanılan abraziv emdirilmiş sistem Enhance cila sistemidir ve çalışmalarda bu sistem kullanıldığında alüminyum oksitle kaplanmış disklere göre daha pürüzlü bir yüzey elde edildiği bildirilmektedir (102,276,283,285). Ancak yapılan bir çalışmada Enhance ile Sof-Lex sistemleri arasında bir fark görülmediği bildirilmiştir (104). Elmas, alüminyum oksit'e göre daha sert olduğu için elmas içerikli cila sistemlerinin daha pürüzlü yüzeyler elde edilmesine neden olabileceği bildirilmektedir (92). Ancak yapılan bir çalışmada elmas emdirilmiş cila lastiği olan PoGo ile elde edilen yüzey pürüzlülüğünün şeffaf bant ile elde edilene benzer olduğu ve Sof-Lex cila

sistemine göre daha pürüzsüz bir yüzey elde edildiği bildirilmiştir (94). Yapılan diğer bir çalışmada ise Sof-Lex ve PoGo cila sistemlerinin şeffaf bant ile elde edilene göre daha pürüzlü yüzey elde edilmesine neden olduğu, iki cila sistemi arasında elde edilen yüzey pürüzlülükleri arasında ise anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmiştir (99).

Bu çalışmada cila sistemleri açısından sadece Amalgomer CR materyal grubunun yüzey pürüzlülüğü değerlerinde Sof-Lex ile Enhance/PoGo alt grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0,05$). Enhance/ PoGo ile cilalanan örneklerin yüzey pürüzlülüğünün, Sof-Lex ile cilalananlara göre anlamlı derecede daha fazla olduğu görülmüştür. ($p<0.05$) Bu durum alüminyum oksit abrazyivi içeren Sof-Lex cila sisteminin, Amalgomer CR materyalindeki cam doldurucu partikülleri ve yumuşak matriksi, Enhance/PoGo cila sistemine göre daha eşit derecede aşındırmasıyla açıklanabilir. Diğer materyallerin yüzey pürüzlülüğü değerlerinde ise Sof-Lex ile Enhance/PoGo cila sistemleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Her iki cila sisteminin etkisi birbirine benzer olmakla birlikte disklerin ağız içinde özellikle arka okluzal bölgelerde kullanımı biçimlerinden dolayı sınırlı olmaktadır.

5.3 Materyallerin Yüzeyinde Görülen Bakteri Adezyonunun Değerlendirilmesi

Mikrobiyal dental plak, diş yüzeyinde ekstrasellüler polimer matrikse gömülü olarak bulunan çeşitli mikroorganizmaların oluşturduğu topluluk olarak tanımlanmaktadır. Sert yüzeylerde biyofilm oluşumu; yüzeyde pelikül oluşumu, bakterilerin pelikula pasif olarak taşınması, ko-adezyon ve çoğalma süreçlerini içermektedir (38,186,216). Diş yüzeyinde biyofilm oluşumu, çürük ve periodontal hastalık oluşmasında önemli faktörlerden biridir. Yapılmış olan restorasyonları değiştirmenin başlıca nedenlerinden biri de sekonder çürüklerdir (170,238). Restorasyon yüzeyine bakterinin tutunması için gerekli olan ortalama kritik pürüzlülük değerinin $0.2 \mu\text{m}$ olduğu bildirilmektedir (157). Ancak bu çalışmada yüzey pürüzlülüğü $0.2 \mu\text{m}$ 'nin altında olan materyallerde de bakteri yoğunluğunun diğer materyal gruplarına benzer düzeyde olduğu görülmüştür.

Biyofilm oluşumunun az görüldüğü veya antimikrobiyal etkileri olan yeni dental materyallere ilgi artmaktadır (238). Çeşitli yüzeylerde bakteri adezyonunu etkileyen elektriksel özellikler, hidrofobisite, SYE, florid salınımı, tükürük akış hızı, protein varlığı, yüzey pürüzlülüğü gibi birçok faktör bulunmaktadır (30,31,49,179,191,216,238,286-288). Kullanılan restoratif materyallerin içeriği de biyofilm oluşumunu etkilemektedir (45,178,216,288). Materyalin yüzey kimyasının bakteri adezyonu üzerindeki etkisinin ne yönde olduğu henüz kesinliğe kavuşmamıştır (224,289). Yüzeyin kimyasal içeriğinin bakteri adezyonu için yararlı veya zararlı olabileceği bildirilmiştir (49). Bazı araştırmacılar, çeşitli restoratif materyallerin antibakteriyel etkilerinin olabileceğini ya da bazı bakterilerin büyümesine neden olabileceğini belirtmişlerdir (224,289). Kompozit rezinlerden salınan monomerlerin bakterilerin büyümesini stimule ettiği bildirilmiştir (206). Ayrıca restoratif materyallere uygulanan bitirme ve cila işlemleri de biyofilm oluşumunu etkilemektedir (30,45). Bu çalışmada, arasında yeni geliştirilmiş restoratif materyallerin de bulunduğu beş farklı restoratif materyale iki farklı cila yöntemi uygulandıktan sonra materyallerin yüzeyinde görülen bakteri adezyonu incelenmiştir.

Restoratif materyallerden hazırlanan örneklerin yüzeyinde adezyon gösteren bakteri yoğunluğunun değerlendirilebilmesi için örneklerin steril edilmesi gerekmektedir. Bazı çalışmalarda bakteri adezyon deneyinden önce örnekler etanol ile steril edilmiştir (27,178,290). Bazı çalışmalarda ise otoklavda 121⁰C’de steril edilmiştir (37,49,216). Bu çalışmada ise örnekler hidrojen peroksit gaz plazma sterilizasyon yöntemi ile steril edilmiştir.

Ağız ortamında bakteri adezyonu, bakterilerin yüzey molekülleri ile pelikül kaplı diş yüzeyi arasındaki ilişkiye bağlıdır (186). Pelikülda bulunan tükürük proteinleri ve enzimler, bakterilerin tutunmasında reseptör görevi görmektedirler (38). Yapılan *in vitro* çalışmaların bazılarında tükürük proteini kullanılmamıştır (37,216). Bazı çalışmalarda ise yapay tükürük (49,182) veya insandan toplanan tükürük kullanılmıştır (27,30,45,288,290,291).

Shahal ve ark. (1998) yaptıkları *in vitro* çalışmada örneklerin yüzeyini tükürük ile kapladıklarında bakteri adezyonu açısından aralarında bir fark olmadığını, tükürüğün materyallerin yüzey özelliklerini maskeleyeceğini bildirmişlerdir (292).

Steinberg ve Eyal (2002), çalışmalarında restoratif materyale bakteriyel adezyonda yüzeyin tükürük ile kaplı olmasının önemli olduğunu belirtmişlerdir. Tükürük proteinlerinin restoratif materyalin yüzeyine absorbe olduğunu, protein çeşidi ve miktarının materyalin yüzeyine göre değiştiğini ve bu proteinlerin bakteri adezyonuna etkisinin olduğunu bildirmişlerdir (171).

Pereira ve ark. (2011), yaptıkları *in vitro* çalışmada materyalleri tükürük ile inkübe ettiklerinde *S. mutans* adezyonunun, tükürük ile inkübe edilmeyen örneklerle göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (45).

Çalışmamızda ağız ortamını taklit etmek için insan tükürüğü kullanılarak pelikül oluşturulmuştur. Bu amaçla, çürüğü bulunmayan ve periodontal açıdan sağlıklı olan araştırmacının kendi tükürüğü toplanmış ve steril edilmiştir. Pelikül oluşması için örnekler 1 saat steril tükürükle etüvde bekletilmiştir. Yapılan çalışmalarda pelikülün yüzeyin kimyasal özelliklerini örtülemediği belirtilse de, bu çalışmada materyallerde görülen bakteri yoğunluğu değerlerinin birbirine yakın olması, tükürüğün materyallerin yüzey özelliklerini maskeleyebileceğini göstermektedir (171,288).

Streptokoklar, pelikül üzerinde biriken primer kolonidir. Özellikle streptokokların pelikülün yüzeyinde bulunması, diğer kolonilerin bu bölgeye göç ederek yerleşmesini sağlar (38,178,186). Bu nedenle primer kolonizerlerin adezyonunu engellemek plağı inhibe etmekteki ilk hedefdir. Bunlardan biri olan *S. mutans* ağız içerisindeki en karyojenik ve plak oluşumunda en etkin bakteri türü olarak tanımlanmaktadır (291,293,294). Bu sebeple birçok çalışmada dental materyal yüzeyindeki *S. mutans* adezyonu, plak birikim miktarı ve çürük gelişim olasılığının bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (27,37,45,49,178,215,216,291). Bu çalışmada farklı restoratif materyallere uygulanan bitirme ve cila işlemlerinin materyallerin yüzeyinde görülen bakteri yoğunluğuna etkisini değerlendirmek amacı ile *S. mutans*

suyu kullanılmıştır. Ancak bu *in vitro* alışmada sadece tek tür bakteri kullanıldığı için ağız mikroflorasını tam olarak yansıtmak mümkün olmamıştır.

Biyofilm oluşumunda bakterilerin diş yüzeyine tutunması ilk 4 saatte gerçekleşmekte, bunu takip eden 24 saat içinde ise diğer bakteriler erken tutunan bakterilere tutunarak çoğalmaktadırlar (295,296). **Montanaro ve ark. (2004)** ve **Poggio ve ark. (2009)** yaptıkları çalışmalarında, restoratif materyallerde bakteri adezyonunu değerlendirmişler ve ağız ortamında biyofilm oluşumunun yaklaşık 2-4 saat içinde meydana gelmesi nedeniyle kullandıkları materyalleri bakterilerle 4 saat inkübasyona bırakmışlardır (37,178,216). Bu nedenle alışmamızda MDP'de en fazla görülen bakterilerden *S. mutans*'ın, farklı yüzey pürüzlülüğüne sahip restoratif materyallerin yüzeyinde *in vitro* olarak 4 saat sonundaki adezyonu incelenmiştir.

Biyofilm oluşumunun hesaplanmasında geleneksel bakteriyoloji yöntemi (CFU) ve boyama yöntemleri kullanılmaktadır (182,288,297,298). Bu yöntemlerde canlı bakteriler hesaplanabilmektedir (297). Bunun yanı sıra yüksek çözünürlüklü mikroskobik teknikler veya spektrofotometre gibi yöntemler de kullanılmaktadır (288,297,298). Bu çalışmada başka çalışmalarda olduğu gibi spektrofotometre ile optik dansite (OD) llerek bakteri yoğunluğu belirlenmiştir (299-301). Bu yöntem canlı veya cansız bakterileri ayırt etmeksizin optik dansite (OD) değerini ile yoğunluğu ölmektedir. Ancak diğer yöntemler, bakteri adezyonunun daha doğru tespit edilmesini ve yüzey üzerindeki canlı bakterilerin saptanmasını sağlamaktadır (178).

Fluoridlerin oral bakteriler ve plak üzerinde etkisi bulunmaktadır. Bakterilerdeki enolaz ve ATPaz enzimini inhibe ederek dental plak asidojenitesini etkilemekte ve bakteri metabolizmasına zarar vermektedirler (125,223). Fluorid salınımı yapan birçok restoratif materyal bulunmaktadır (125). Bu restoratif materyallerden CİS'ler fluorid içerdiği için antibakteriyel etkilerinin olduğu bildirilmektedir (22,302-305). CİS'lerin antibakteriyel etkilerinin sertleşme sırasında pH'nın düşük olması, fluorid salınımı yapmaları veya toz kısmının içinde bulunan diğer kimyasal içeriklerden kaynaklanabileceği bildirilmektedir (302,306,307).

Hotwani ve ark. (2013), yaptıkları bir *in vitro* çalışmada, RMCİS (GC Fuji II™ LC, GC Corporation, Tokyo, Japan) ve giomer (Beautiful-II, Shofu Inc., Kyoto, Japan) materyallerinin *S. mutans*'a karşı 24 saat, 48 saat ve 7 gün sonrasında antibakteriyel etkisi incelenmiştir. Tüm periyotlarda giomerin antibakteriyel etkisinin daha fazla olduğu görülmüştür. İnhibisyonun en fazla 24 saat sonrasında olduğu ve 7 gün içinde giderek azaldığı belirtilmiştir. 24 saat sonrasında antibakteriyel etkinin fazla olmasının, sertleşmenin başında pH'nın düşük olmasından ve florid salınımının fazla olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir (264).

Yapılan bir çalışmada restoratif materyallerden salınan floridin, bakterilerin metabolizmasını ve proliferasyonunu inhibe ettiği halde bakteri adezyonunu önlemede yetersiz olabileceğini bildirmişlerdir (37). Yapılan diğer çalışmalarda da florid salınımı yapan CİS'ler üzerinde görülen bakteri adezyonunda azalma olmadığı belirtilmiştir (204,216,287). Yapılan başka bir çalışmada ise CİS'lerde görülen florid salınımından dolayı üzerinde canlı bakteri sayısının az olduğu ince bir biyofilm tabakası olduğu görülmüştür (170). Ancak başka çalışmalarda da florid salınımının ilk başta patlama etkisi gösterdiği daha sonra hızlıca düştüğü belirtilmekte, bu nedenle de biyofilm oluşumunda floridin etkisinin az olacağı bildirilmektedir (171,225,270,308,309).

Kompomerlerde görülen florid salınımının CİS'lere göre daha düşük olduğu bilinmektedir (11,303,310) ve bakteri büyümesini önemli derecede önleyememektedir (4,303). Ancak yapılan bir çalışmada kompomer ile CİS materyalleri üzerinde görülen bakteri adezyonu arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmiştir (37). Yapılan başka bir çalışmada da üç kompozit rezin, üç kompomer ve bir RMCİS üzerinde görülen başlangıç bakteri adezyonu değerlendirilmiş ancak aralarında anlamlı bir farklılık görülmemiştir (311).

Giomerlerde görülen florid salınım miktarının, kompomerlerdekine benzer olduğu görülmüştür (76,82,253). Ancak yapılan çalışmalarda SPR-G doldurucu içeren restoratif materyallerde bakteri adezyonunun az olduğu bildirilmiştir (47,217,218).

Hotta ve ark. (2014), yaptıkları *in vitro* çalışmada tükürükle kaplanan S-PRG doldurucu içeren rezin blokları ile S-PRG doldurucu içermeyen rezin bloklarda görülen *S. sanguinis* ve *S. mutans* adezyonunu karşılaştırmışlardır. Tükürükle kaplı olan S-PRG rezinlerde B, Al, Si, Sr ve F inorganik elementlerinin doldurucu içermeyen rezinlere göre daha çok absorbe olduğu görülmüştür. Bu elementlerin salınmasıyla ilişkili olarak *S. mutans* adezyonunun az olduğu bildirilmiştir. Ancak her iki materyal için *S. sanguinis*'in adezyonunda anlamlı bir farklılık olmadığı belirtilmiştir (217).

Bu çalışmada en fazla bakteri yoğunluğu Amalgomer CR materyalinin EP alt grubunda görülmüştür. Diğer materyal gruplarının tüm alt grupları arasında ise bakteri adezyonu değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Fluorid salınımı düşük olan Dyract XP materyalinin EP alt grubu ile karşılaştırıldığında, fluorid salınımı daha yüksek olan Amalgomer CR materyalinin EP alt grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla bakteri adezyonu gözlenmiştir ($p<0,05$). Bu nedenle fluorid salınım miktarı ile bakteri adezyonu arasında ilişki kurulamamıştır. Yapılan çalışmalarda fluorid salınımı yüksek olan CİS'te görülen bakteri adezyonunun fluorid içermeyen kompozitlerden daha fazla olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmalarda 4 saatlik bakteri adezyonu değerlendirilmiş ve materyaller bakteriye kısa süre maruz kaldıklarından dolayı fluoridin antibakteriyel ve antiadeziv etkisinin görülmemiş olabileceği belirtilmiştir (37,216). Bu çalışmada da materyaller 4 saat boyunca bakteriye maruz kaldıkları için fluorid salınımı yüksek olan materyallerde fluoridin antibakteriyel ve antiadeziv etkisi görülmemiş olabilir. **Steinberg ve Eyal** yaptıkları çalışmada restoratif materyaller üzerinde görülen *S. Sobrinus* adezyonunu incelemişler ve en fazla bakteri adezyonu GCİS'te daha sonra RMCİS'te ve en az ise kompozitte görülmüştür. Araştırmacılar fluorid salınımında ilk başta patlama etkisi olduğunu daha sonra hızlıca düştüğünü bu yüzden de biyofilm oluşumunda fluoridin etkisinin azaldığını bildirmişlerdir (171). **Oilo** ise fluorid salınımınıyla beraber yüzey pürüzlülüğünün arttığını bu durumun da bakteri adezyonunun artmasına neden olduğunu belirtmişlerdir (309). Yapılan başka bir çalışmada ise CİS, kompozit ve mine arasında bakteri adezyonu açısından önemli bir farklılık görülmemiştir. Bu durumu da deney sırasında örneklerin birkaç defa yıkanmasıyla bakteri adezyonunda etkisi olan fluoridin etkisini gösteremediğinden kaynaklandığını belirtmişlerdir (292). Bu

çalışmada da deney sırasında örnekler birkaç defa yıkanmıştır. Bu nedenle floridin etkisini gösterememiş olabileceği, bununla birlikte bakteri adezyonunda diğer faktörleri de değerlendirmek gerektiği düşünülmektedir.

Bakteriyel tutunmada bakterilerin ve pelikülün yüzeyinin etkisi önemli olsa da, tutunmanın gerçekleştiği yüzeyin de özellikleri önemlidir (178,312). Materyallerin fiziko-kimyasal özellikleri kadar yüzeyel mikroyapısı da biyofilm oluşumunda etkili olmaktadır (200). Örneklerin aynı şekilde hazırlanmasına karşın sertleşme sırasında yüzeyel özelliklerinin farklı olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle bakteri adezyonunda sadece materyalin yüzey kimyasının etkili olmadığı aynı zamanda sertleşme sırasında oluşan farklı yüzey pürüzlülüğünün de etkili olduğu bildirilmiştir (37). Yapılan pek çok çalışmada yüzey pürüzlülüğü ile bakteri adezyonu arasında pozitif bir korelasyon olduğu, pürüzlü yüzeylere daha çok tükürük proteini tutunacağından dolayı bu durumun plak oluşumunu ve olgunlaşmasını arttıracığı belirtilmektedir (29-31,49,156,194,200). Ancak yapılan bazı çalışmalarda yüzey pürüzlülüğünün bakteri adezyonunu etkilemediği bildirilmiştir (216,287,313). Bu *in vitro* çalışmada yüzey pürüzlülüğü ile bakteri yoğunluğu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($r=0,190$ $p=0,055$).

Buergers ve ark. (2009), yaptıkları *in vitro* çalışmada dört metakrilat bazlı kompozit rezin ve bir siloran bazlı kompozit rezinin yüzeyinde bakteri adezyonunu incelemişlerdir. En az bakteri adezyonunun siloran bazlı kompozit rezinde olduğunu ve bunun da düşük hidrofobisiteye sahip olduğundan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Yüzey pürüzlülüğü ile bakteri adezyonu arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Ancak bakteri adezyonunda hidrofobisitenin yanı sıra birçok faktörün de etkili olduğunu, diğer faktörlerin de değerlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir (313).

Yapılan bir *in vitro* çalışmada restoratif materyalde bulunan doldurucunun genişliğinin, şeklinin, dağılımının ve matriks monomerin bakteri adezyonunu etkilediği belirtilmiştir. Doldurucuların genişliği az olduğunda ve dağılımı arttığında bitirme ve cila işlemleri sonucu pürüzlülüğün azaldığı ve bunun sonucunda *S. mutans* adezyonunun azaldığı bildirilmiştir (45).

Bu çalışmada en fazla bakteri yoğunluğu Enhance/PoGo ile cilalanan Amalgomer CR materyal grubu örneklerinin yüzeyinde görülmüştür. Yapılan bir çalışmada bitirme ve cila işlemlerinin yüzeydeki pürüzlülüğü artırarak bakteri adezyonunu arttırdığı bildirilmiştir (30). Çalışmamızdaki materyal gruplarının farklı cilalama yöntemleri izlenen deney alt gruplarında elde edilen yüzey pürüzlülüğü ve bakteri yoğunluğu verileri incelendiğinde, en yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahip olan Amalgomer CR materyal grubunun Enhance/PoGo alt grubunda bakteri yoğunluğu değerlerinin diğer materyal gruplarına göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte daha önce yapılmış çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da yüzey pürüzlülüğü ile bakteri yoğunluğu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki kurulmamıştır ($r=0,190$ $p=0,055$) (216,287,290).

Çalışmamızda bakteri adezyonunda florid salınımı ve yüzey pürüzlülüğü dışında diğer faktörler değerlendirilmemiştir. Bakteri adezyonunda materyal ile bakteri arasındaki elektrostatik ilişki de önemli rol oynamaktadır. Bakteriler daha çok inorganik ve pozitif yüklü elementlere tutunmaktadır (30). Amalgomer CR materyal grubunda Enhance/PoGo ile cilalanan örneklerin yüzeyinde inorganik ve pozitif yüklü elementler artmış olabilir. Bu nedenle daha fazla bakteri adezyonu görülmüş olabilir. Yapılan çalışmalarda da materyallere uygulanan cila işlemlerinden sonra yüzeyde bulunan inorganik elementlerin arttığı, bunun sonucunda SYE'nin arttığı ve bu durumun da bakteri adezyonunun artmasına neden olduğu bildirilmiştir (30,241,314).

Pereira ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada bitirme ve cila işlemleri uygulanan üç farklı restoratif materyalin yüzeyinde görülen bakteri adezyonunu değerlendirmişlerdir. En az bakteri adezyonunun her materyal için şeffaf bantla hazırlanmış olan kontrol grubunda olduğunu bildirmişlerdir (45). **Zalkind ve ark. (1998)**, ise yaptıkları *in vitro* çalışmalarında amalgam ve kompozit materyallerinin üzerinde görülen *S. mutans* adezyonunu incelemişlerdir. *S. mutans* yoğunluğunu spektrofotometre ile ölçmüşlerdir. Makrofil ve mikrofil kompozit materyallerinin şeffaf bantla hazırlanan kontrol grubu ile iki farklı bitirme ve cila işlemi uygulanan deney grupları arasında *S. mutans* adezyonu açısından anlamlı bir fark olmadığını, amalgam

materyalinde kompozit materyallerine göre daha az bakteri adezyonu olduğunu bildirmişlerdir. (299).

Çalışmamızda kontrol alt grubundaki örneklerin hazırlanmasında asetat kağıdı kullanılmıştır. Bu alt gruptaki örneklerin yüzeyine başka bir işlem yapılmamıştır. Deney alt gruplarında ise örnekler asetat kağıdı ile hazırlandıktan sonra yüzeylerine bitirme ve cila işlemleri uygulamıştır. Ancak **Pereira ve ark.** çalışmasının sonuçlarından farklı olarak, Amalgomer CR dışındaki tüm materyal gruplarının kontrol alt grubundaki bakteri yoğunluğu değerleri ile Sof-Lex ve Enhance/PoGo deney alt grupları değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Amalgomer CR materyal grubunda ise, EP alt grubundaki bakteri yoğunluğunun diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Carlén ve ark. (2001), yaptıkları *in vitro* çalışmada kompozit rezin cilalandıktan sonra biyofilm oluşumunun arttığını gözlemişlerdir. CİS'in yüzeyinin cilalanmasının ise yüzey pürüzlülüğü, tükürük proteini ve bakteri birikimi açısından önemli bir fark oluşturmadığını bildirmişlerdir (30). Bu çalışmada ise rezin içeren materyallerde bitirme ve cila işlemlerinin uygulandığı örneklerde bakteri adezyonunda bir değişiklik gözlenmemiştir. CİS esaslı materyallerde ise yalnızca Enhance/PoGo cila entstrümanı ile cilalanan Amalgomer CR materyalinde bakteri adezyon değerleri yüksek bulunmuştur.

Poggio ve ark. (2009), yaptıkları *in vitro* çalışmada CİS materyallerinden olan Fuji IX GP Extra ile Equia içerik olarak birbirine benzer olmalarına karşın Equia materyalinde rezin esaslı yüzey verniği kullanılması nedeniyle yüzeyinin pürüzsüz olduğu ve bu nedenle bakteri adezyonunun az olduğu bildirilmiştir (216). Bu çalışmada GCP Glass Fill materyal grubunun kontrol alt grubunda üretici firmanın önerilerine göre yüzey örtücü uygulanmıştır. Ancak yüzey örtücü uygulanan kontrol grubundaki örneklerin yüzey pürüzlülüğü, diğer gruplara göre yüksek bulunmuş ve bakteri yoğunluğu açısından ise cila işlemi uygulanan deney alt grupları ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Yüzey pürüzlülüğü çok yüksek olmasına karşın bakteri yoğunluğunun diğer gruplardan yüksek olmamasının, örneklerin üzerine sürülen yüzey örtücüden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çürük, *S. mutans*, *S. sobrinus* ve Laktobasil gibi karyojenik bakterilerin metabolik aktiviteleri sonucu üretilen asitin mineyi demineralize etmesiyle meydana gelmektedir (27). Bazı çalışmalarda CİS'lerin bakterilerin asit üretimini önleyebileceği bildirilmiştir (236,315). Yüzeye tutunan bakteri sayısı ne kadar fazla olursa, bakterilerin çürük oluşumunda etkili olan metabolik aktivitesinin de o kadar fazla olacağı düşünülebilir, yapılan bir çalışmada tutunan bakteri sayısı ile metabolik aktiviteleri arasında ilişki bulunamamıştır; bu nedenle aralarındaki ilişki henüz tam açıklığa kavuşturulmamıştır (27). Bu çalışmada materyaller üzerindeki bakterilerin metabolik aktiviteleri değerlendirilmemiş, yalnızca yüzeye tutunan bakteri yoğunluğu incelenmiştir.

Yapılan literatür incelemelerinde restoratif materyallere bitirme ve cila işlemi uygulanmasının florid salınımları üzerine etkisini inceleyen çalışmalara rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmamızda restoratif materyallere bitirme ve cila işlemleri uygulanarak florid salınım miktarlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Florid salınımı, materyale ve uygulanan cila entrümanına göre farklılık göstermiştir. Özellikle rezin esaslı olmayan materyallerde cila işlemi sonrası florid salınımında artış gözlenmiştir.

Ayrıca yeni geliştirilmiş restoratif materyallerin bitirme ve cila işlemleri sonrası yüzey pürüzlülüğünün ve bakteri adezyonunun değerlendirilmesi planlanmıştır. Genel olarak cila işlemi uygulanan alt gruplarda yüzey pürüzlülüğünün, kontrol alt grubuna göre yüksek olduğu görülmüştür. Sadece cam karbomer materyal grubunda kontrol alt grubu örneklerinin yüzey pürüzlülüğü değerlerinin, iki farklı cila sisteminin kullanıldığı deney alt gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Materyallerin yüzeyinde görülen bakteri yoğunluğu ile materyallerden salınan florid miktarı ve materyallerin yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında ilişki kurulamamıştır. Bu faktörlerin yanı sıra SYE, hidrofobisite, bakteri ile materyal arasında elektriksel ilişki, tükürük akış hızı, tükürük proteini gibi faktörler de bakteri adezyonunu etkilemektedir. Bu nedenle bu faktörlerin de değerlendirilmesine yönelik farklı yöntemlerin kullanıldığı çalışmalara gereksinim olduğu düşünülmektedir.

6. SONUÇLAR

- 1) Çalışmada kullanılan materyal gruplarının kontrol ve cila alt gruplarını kapsayan tüm alt gruplarında yer alan örneklerin belirlenen ölçüm günlerinde florid salınımı gerçekleştirdikleri ve 1. gün en yüksek düzeyde ölçülen florid salınımının çalışma süresince azalarak devam ettiği görülmüştür.
- 2) Rezin içermeyen tüm materyallerden ilk 24 saatte “burst effect” biçiminde çok yüksek florid salınımı gerçekleştiği ve sonra belirgin bir düşüş göstererek salınımına azalarak devam ettikleri gözlenmiştir.
- 3) Cila uygulamalarının florid salınımını anlamlı derecede arttırdığı görülmüştür. Ancak florid salınım miktarı materyale ve kullanılan cila sistemine göre değişiklik göstermektedir.
- 4) Tüm çalışma süresinde en yüksek florid salınımı yapan materyalin cam karbomer olan GCP Glass Fill olduğu, en düşük florid salınımı yapan materyalin ise giomer olan Beautifil II materyali olduğu saptanmıştır.
- 5) Tüm materyal grupları arasında en yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri GCP Glass Fill materyal grubunun cila işlemi uygulanmayan kontrol grubundaki örneklerinde görülmüştür. Bu durumun yüzeye uygulanan yüzey örtücüden kaynaklandığı ve bu nedenle materyali uyguladıktan sonra bitirme ve cila işlemi yapılmasının gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.
- 6) En düşük yüzey pürüzlülüğü değerinin Dyract XP materyal grubuna ait kontrol grubunda olduğu belirlenmiştir.

- 7) Tüm materyal grupları arasında, sadece Amalgomer CR materyaline uygulanan her iki cila işleminden sonra yüzey pürüzlülük değerleri arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür. Amalgomer CR materyalinin Sof-Lex ile cilalanan örneklerinde görülen yüzey pürüzlülüğü değerleri, Enhance/PoGo ile cilalanan örneklerin yüzey pürüzlülüğü değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p<0,05$).
- 8) Amalgomer CR materyal grubunda Enhance/PoGo ile cilalanan örneklerin bakteri adezyon değerleri, kontrol grubu ve Sof-Lex ile cilalanan örneklere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer materyal gruplarının farklı cilalama yöntemlerine göre belirlenen alt gruplarında bakteri adezyon değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).
- 9) Sonuç olarak, bu *in vitro* çalışmada değerlendirilen restoratif materyallere uygulanan cila işlemlerinin; materyallerden en yüksek klinik yarar sağlayabilmek adına florid salınımı, yüzey pürüzlülüğü ve bakteri adezyonu üzerine olan etkilerinde, yapısal özelliklerine uygun cilalamanın önemli rol oynadığı, bu nedenle; üretici firmalara, kullanım talimatları arasında bu konuya yer vermelerinin gerekli olduğu konusunda tavsiyelerde bulunmanın doğru olacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Koroğlu A. Ekren O. Kurtoğlu C. Geleneksel Ve Adeziv Dental Simanlar Hakkında Bir Derleme alışması. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. 22(2): 205-216, 2012.
2. Erdem AP. Gençay K. Kanıta dayalı diş hekimliği kapsamında cam iyonomer simanların önerilen klinik kullanım alanları. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. 23(1): 123-130, 2013.
3. Krämer N. Frankenberger R. Clinical performance of a condensable metal-reinforced glass ionomer cement in primary molars. Br Dent J. 190(6): 317-21, 2001.
4. Cho SY. Cheng AC. A review of glass ionomer restorations in the primary dentition. J Can Dent Assoc. 65(9): 491-5, 1999.
5. şener Y. Koyutürk AE. Ü Farklı Cam İyonomer Simanın Yüzey Sertliklerinin Karşılaştırılması. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 9(2): 91-94, 2006.
6. Khoroushi M. Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. Dental Research Journal; 10(4): 411-420, 2013.
7. Fırat E. Kütük ZB. Gürđan S. akır FY. Öztaş SS. Güncel Bir Cam İyonomer Restoratif Sistemin 24-Aylık Klinik Performansının Değerlendirilmesi. A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg. 38(2): 53-61, 2011.
8. elik EU. Ermiş RB. Koruyucu Rezin Uygulamasının Yüksek Viskoziteli Geleneksel Cam İyonomer Simanın Mikrosertliği Üzerine Etkisinin In Vitro Olarak Değerlendirilmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi; 11(2): 91-95, 2008.
9. Croll TP. Nicholson JW. Glass ionomer cements in pediatric dentistry: Review of the literature. Pediatr Dent. 24(5): 423-9, 2002.
10. Demirci M. Hibrid iyonomerler ve kompomerlerin klinik özellikleri. Türk Dişhekimleri Birliği Dergisi, 75: 49-52, 2003.

11. Mousavinasab SM. Meyers I. Fluoride release by glass ionomer cements, compomer and giomer. *Dent Res J (Isfahan)*. 6(2): 75-81, 2009.
12. Neelakantan P. John S. Anand S. Sureshababu N. Subbarao C. Fluoride release from a new glass-ionomer cement. *Oper Dent*. 36(1): 80-5, 2011.
13. Dionysopoulos D. Koliniotou-Koumpia E. Helvatzoglou-Antoniades M. Kotsanos N. Fluoride release and recharge abilities of contemporary fluoride-containing restorative materials and dental adhesives. *Dent Mater J*. 32(2): 296-304, 2013.
14. Ikemura K. Tay FR. Endo T. Pashley DH. 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 J*. 27(3): 315-39, 2008.
15. Jyothi K. Annapurna S. Kumar AS. Venugopal P. Jayashankara C. Clinical evaluation of giomer- and resin-modified glass ionomer cement in class V noncarious cervical lesions: An in vivo study. *J Conserv Dent*. 14(4): 409-13, 2011.
16. Deepa G. Shobha T. A 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, 2010.
17. Gordan VV. Blaser PK. Watson RE. Mjör IA, McEdward DL. Sensi LG. Riley JL 3rd. 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: 1036-43, 2014.
18. İlday NÖ. Erdem V. Bayındır YZ. Farklı bitirme ve parlatma işlemlerinin üç farklı resin materyalin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg*. 18(1): 19-24, 2008.
19. Bayraktar Y. Doğan D. Ercan E. Farklı polisaj sistem ve tekniklerinin üç farklı kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg*. 21(2): 192-198, 2013.
20. Ölmez A. Kisbet S. Kompozit resin restorasyonlarda bitirme ve polisaj işlemlerindeki yeni gelişmeler. *Acta Odontol Turc*; 30(2): 115-22, 2013.
21. Bala O. Poliasit-modifiye kompozit rezinler literatür taraması, Cumhuriyet Üni Diş Hek Fak Derg, 1(2): 113-118, 1998.

22. Burke FM. Ray NJ. McConnell RJ. Fluoride-containing restorative materials. *Int Dent J.* 56(1): 33-43, 2006.
23. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on Fluoride Therapy. 2014. http://www.aapd.org/media/Policies_Guidelines/G_fluoridetherapy.pdf
24. Can G. Kaplan R. Kalaycı Ş. Üç farklı kompozitin yapay tükürük ortamında flor salınım değerlerinin incelenmesi. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.* 33(1): 33-38, 2006.
25. Alp F. Fluorid içeren rezin esaslı olan ve olmayan üç farklı cam iyonomer siman ve bir akışkan kompozit rezin materyalinin iki farklı rezin esaslı nano içerikli glaze materyali ile kaplanmasının, materyallerin florid salınım değerleri, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey sertliği özelliklerine olan etkilerinin karşılaştırılması. Doktora tezi, İstanbul, 2011.
26. Akal N. Öztaş N. Ölmez A. Özsan M. Fluorid içeren restoratif materyallerin sekonder çürük oluşumu üzerine etkisinin in vitro olarak değerlendirilmesi. *GÜ Dişhek. Fak. Derg.* 16(3): 23-29, 1999.
27. Hahnel S. Mühlbauer G. Hoffmann J. Ionescu A. Bürgers R. Rosentritt M. Handel G. Häberlein I. Streptococcus mutans and Streptococcus sobrinus biofilm formation and metabolic activity on dental materials. *Acta Odontol Scand.* 70(2): 114-21, 2012.
28. Erdemir U. Yıldız E. Eren M.M. Ozsoy A. Topcu F.T. Effects of polishing systems on the surface roughness of tooth-colored materials. *Journal of Dental Sciences;* 8(2): 160-169, 2013.
29. Quirynen M. Marechal M. Busscher HJ. Weerkamp AH. Arends J. Darius PL. van Steenberghe D. The influence of surface free-energy on planimetric plaque growth in man. *J Dent Res* 68: 796-9, 1989.
30. Carlén A. Nikdel K. Wennerberg A. Holmberg K. Olsson J. Surface characteristics and in vitro biofilm formation on glass ionomer and composite resin. *Biomaterials.* 22(5): 481-7, 2001.
31. Teughels W. Van Assche N. Sliepen I. Quirynen M. Effect of material characteristics and/or surface topography on biofilm development. *Clin Oral Implants Res.* 17(2): 68-81, 2006.
32. Jefferies SR. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dent Clin North Am.* 51(2): 379-397, 2007.

33. Schmitt VL. Puppini-Rontani RM. Naufel FS. Ludwig D. Ueda JK. Sobrinho LC. Effect of finishing and polishing techniques on the surface roughness of a nanoparticle composite resin. *Braz J Oral Sci.* 10(2): 105-108, 2011.
34. Scheibe KG. Almeida KG. Medeiros IS. Costa JF. Alves CM. Effect of different polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *J Appl Oral Sci.* 17(1): 21-6, 2009.
35. Bozkurt M. Atıcı D. Özer L. Farklı bitirme/polisaj sistemlerinin poliasit-modifiye kompozit rezinin (kompomer) yüzeypürüzlülüğü üzerine etkisi. *GÜ Diş Hek Fak Derg.* 29(3): 157-164, 2012.
36. Donlan RM. Costerton JW. Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin Microbiol Rev.* 15(2): 167-93, 2002.
37. Montanaro L. Campoccia D. Rizzi S. Donati ME. Breschi L. Prati C. Arciola CR. Evaluation of bacterial adhesion of *Streptococcus mutans* on dental restorative materials. *Biomaterials.* 25(18): 4457-63, 2004.
38. Harris NO. Garcia-Godoy F. Primary Preventive Dentistry. (6th ed.) Pearson education, New Jersey, 23-67, 2004.
39. Külekçi G. Çintan S. Dülger O. Diş hekimliğinde antimikrobiyal ağız gargalarının kullanılması. *Antem Derg.* 13(3): 208-213, 1999.
40. Aydın M. Mikrobiyal Biyofilmler ve Aerosoller içinde Cengiz AT. Tıp ve Diş Hekimliğinde Genel ve Özel Mikrobiyoloji. Ankara: Güneş kitapevi Ltd. Şti. 2004.
41. Al-Hebshi NZN. Skaug N. Current concepts on dental plaque and the microbiology of periodontitis and dental caries - a concise review. *Pakistan Oral & Dent. Jr.* 26(1): 137-144, 2006.
42. Pinkham J. Cassamassimo P. Mc Tighe D. Fields H. Nowak A. Çocuk Diş Hekimliği Bebeklikten Ergenliğe, Atlas kitapçılık, Ankara, 2009.
43. Forssten SD. Björklund M. Ouwehand AC. *Streptococcus mutans*, Caries and Simulation Models. *Nutrients* 2: 290-298, 2010.
44. Çakır FY. Gürkan S. Attar N. Çürük mikrobiyolojisi. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 34(3-4): 78-91, 2010.

45. Pereira CA. Eskelson E. Cavalli V. Liporoni PC. Jorge AO. do Rego MA. Streptococcus mutans biofilm adhesion on composite resin surfaces after different finishing and polishing techniques. *Oper Dent.* 36(3): 311-7, 2011.
46. Boeckh C. Schumacher E. Podbielski A. Haller B. Antibacterial activity of restorative dental biomaterials in vitro. *Caries Res* 36: 101-107, 2002.
47. Saku S. Kotake H. Scougall-Vilchis RJ. Ohashi S. Hotta M. Horiuchi S. Hamada K. Asaoka K. Tanaka E. Yamamoto K. Antibacterial activity of composite resin with glass-ionomer filler particles. *Dent Mater J.* 29(2): 193-8, 2010.
48. Farrugia C. Camilleri J. 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(4): 89-99, 2015.
49. Aykent F. Yondem I. Ozyesil AG. Gunal SK. Avunduk MC. Ozkan S. Effect of different finishing techniques for restorative materials on surface roughness and bacterial adhesion. *J Prosthet Dent.* 103(4): 221-7, 2010.
50. Wilson AD. Kent BE. A new translucent for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J* 132: 133-5, 1972.
51. Bowen RL. Marjenhoff WA. Dental composites/glass ionomers: the materials. *Adv Dent Res.* 6: 44-9, 1992.
52. Kaya T. Tirali R.E. Cam İyonomer Simanlardaki Gelişmeler. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 7: 71-77, 2013.
53. Tyas MJ. Milestones in adhesion: glass-ionomer cements. *J Adhes Dent.* 5(4): 259-66, 2003.
54. ADA Council on Scientific Affairs. Direct and indirect restorative materials. *J Am Dent Assoc.* 134(4): 463-72, 2003.
55. American academy of pediatric dentistry, Guideline on pediatric restorative dentistry, reference manual 34(6): 214-221, 2012.
56. Al-Badry IA. Kamel FM. Clinical Use Of Glass Ionomer Cement: A Literature Review. *The Saudi Dental Journal*, 6(2): 107-116, 1994.
57. Lohbauer U. Dental glass ionomer cements as permanent filling materials? Properties, limitations and future trends. *Materials*, 3: 76-96, 2010.
58. Fejerskov O. Kidd E. *Dental Caries: The Disease and Its Clinical Management.* Denmark, Copenhagen: Blackwell Publishing Ltd. 2003.

59. Hewlett ER. Mount GJ. Glass ionomers in contemporary restorative dentistry--a clinical update. *J Calif Dent Assoc.* 31(6): 483-92, 2003.
60. Yap AU. Cheang PH. Chay PL. Mechanical properties of two restorative reinforced glass-ionomer cements. *J Oral Rehabil.* 29(7): 682-8, 2002.
61. Ayad NM. Elnogoly SA. Badie OM. An in-vitro study of the physico-mechanical properties of a new esthetic restorative versus dental amalgam. *Rev. Clín. Pesq. Odontol.* 4(3): 137-144, 2008.
62. Thanjal NK. Billington RW. Shahid S. Luo J. Hill RG. Pearson GJ. Kinetics of fluoride ion release from dental restorative glass ionomer cements: the influence of ultrasound, radiant heat and glass composition. *J Mater Sci Mater Med.* 21(2): 589-95, 2010.
63. Nagaraja Upadhya P. Kishore G. Glass ionomer cement: The different generations. *Trends Biomater Artif Organs.* 18: 158-65, 2005.
64. Berg JH. The continuum of restorative materials in pediatric dentistry--a review for the clinician. *Pediatr Dent.* 20(2): 93-100, 1998.
65. Davidson CL. Advances in glass-ionomer cements. *J Minim Interv Dent.* 2 (1): 3-15, 2009.
66. Yıldız M. Bayındır YZ. Rezin-modifiye cam iyonomer simanlar ve poliasid-modifiye kompozit rezinler (kompomer) Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. 9(2): 55-59, 2000.
67. Hse KM. Leung SK. Wei SH. Resin-ionomer restorative materials for children: a review. *Aust Dent J.* 44(1): 1-11, 1999.
68. Uzer E. Türkün LŞ. Comparison of Microleakage of Polyacid Modified Composite Resin and Nanofiller Composite Resin. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.* 32(3): 181-190, 2005.
69. Ruse ND. What Is a "Compomer"? *J Can Dent Assoc.* 65: 500-4, 1999.
70. Önal B. Pamir T. The two-year clinical performance of esthetic restorative materials in noncarious cervical lesions. *J Am Dent Assoc.* 136: 1547-1555, 2005.

71. Attin T. Vataschki M. Hellwig E. Properties of resin-modified glass-ionomer restorative materials and two polyacid-modified resin composite materials. *Quintessence Int.* 27(3): 203-9, 1996.
72. Meyer JM. Cattani-Lorente MA. Dupuis V. Compomers: between glass-ionomer cements and composites. *Biomaterials.* 19(6): 529-39, 1998.
73. Cattani-Lorente MA. Dupuis V. Moya F. Payan J. Meyer JM. Comparative study of the physical properties of a polyacid-modified composite resin and a resin-modified glass ionomer cement. *Dent Mater.* 15(1): 21-32, 1999.
74. Bani M. Cam iyonomer içerikli farklı restoratif materyallerin florid salınım ve geri alım özelliklerinin, yüzey pürüzlülüklerinin ve dentine bağlanma değerlerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi. Doktora tezi, Ankara, 2011.
75. Roberts TA. Miyai K. Ikemura K. Fuchigami K. Kitamura T. Fluoride ion sustained release preformed glass ionomer filler and dental compositions containing the same. US Patent 5883153; 1999.
76. Dhull KS. Nandlal B. Effect of low-concentration daily topical fluoride application on fluoride release of giomer and compomer: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 29: 39-45, 2011.
77. Bani M. Öztaş N. Cam iyonomer içerikli farklı restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi. *Acta Odontologica Turcica* 30(1): 13-7, 2013.
78. Gordan VV. Mondragon E. Watson RE. Garvan C. Mjör IA. A clinical evaluation of a self-etching primer and a giomer restorative material: Results at eight years. *The Journal of the American Dental Association.* 138(5): 621-7, 2007.
79. Manuja N. Pandit IK. Srivastava N. Gugnani N. Nagpal R. Comparative evaluation of shear bond strength of various esthetic restorative materials to dentin: an in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 29: 7-13, 2011.
80. Ikemura K. Tay F. Kouro Y. Endo T. Yoshiyama M. Miyai K. Pashley D. Optimizing filler content in an adhesive system containing pre-reacted glass-ionomer fillers. *Dental Materials.* 19: 137-46, 2003.
81. Kareem SA. Jehad RH. An evaluation of water absorption of Giomer in comparison to other resin-based restorative materials *J Bagh Coll Dentistry* 24: 25-28, 2012.

82. Zafar MS. Effects of surface pre-reacted glass particles on fluoride release of dental restorative materials. *World Applied Sciences Journal*. 28(4): 457-462, 2013.
83. Wang Y. Kaga M. Kajiwara D. Minamikawa H. Kakuda S. Hashimoto M. Yawaka Y. Ion release and buffering capacity of S-PRG filler containing pit and fissure sealant in lactic acid. Wang et al, *Nanobiomedicine* 3(2): 275-281, 2011.
84. Murayama R. Furuichi T. Yokokawa M. Takahashi F. Kawamoto R. Takamizawa T. Kurokawa H. Miyazaki M. Ultrasonic investigation of the effect of S-PRG filler-containing coating material on bovine tooth demineralization. *Dent Mater J*. 31(6): 954-9, 2012.
85. Beautifil II. Product brochure; Shofu, 2001.
86. Naoum S. Martin E. Ellakwa A. Long-term fluoride exchanges at restoration surfaces and effects on surface mechanical properties. *ISRN Dent*. 19: 1-8, 2013.
87. Zainuddin N. Karpukhina N. Law RV. Hill RG. Characterisation of a remineralising Glass Carbomer[®] ionomer cement by MAS-NMR Spectroscopy. *Dental Materials*. 28: 1051–1058, 2012.
88. Cehreli SB. Tirali RE. Yalcinkaya Z. Cehreli ZC. Microleakage of newly developed glass carbomer cement in primary teeth. *Eur J Dent*. 7: 15-21, 2013.
89. GCP GmbH. Gcp glass fill product manual, 2011.
90. Menne-Happ U. Ilie N. Effect of gloss and heat on the mechanical behaviour of a glass carbomer cement. *J Dent*. 4: 223-30, 2013.
91. Buchgraber B. Kqiku L. Allmer N. Jakopic G. Städtler P. Surface roughness of one nanofill and one silorane composite after polishing. *Coll Antropol*. 35(3): 879-83, 2011.
92. Can Say E. Yurdagüven H. Yaman BC. Özer F. Surface roughness and morphology of resin composites polished with two-step polishing systems. *Dent Mater J*. 33(3): 332-42, 2014.
93. Bagheri R. Burrow MF. Tyas MJ. Surface characteristics of aesthetic restorative materials -an SEM study. *Journal of Oral Rehabilitation*. 34(1): 68–76, 2007
94. Ozel E. Korkmaz Y. Attar N. Karabulut E. Effect of one-step polishing systems on surface roughness of different flowable restorative materials. *Dent Mater J*. 27(6): 755-64, 2008.

95. Korkmaz Y. Ozel E. Attar N. Aksoy G. The Influence of One-step Polishing Systems on the Surface Roughness and Microhardness of Nanocomposites. *Operative Dentistry*, 33(1): 44-50, 2008.
96. Çelik Ç. Özgünaltay G. Effect of finishing and polishing procedures on surface roughness of tooth-colored materials. *Quintessence Int.* 40: 783-789, 2009.
97. Giacomelli L. Derchi G. Frustaci A. Surface Roughness of Commercial Composites after Different Polishing Protocols: An Analysis with Atomic Force Microscopy. *The Open Dentistry Journal*. 4: 191-194, 2010.
98. Dutta S. Maria R. The Effect Of Various Polishing Systems On Surface Roughness Of Nano and Microhybrid Composite Restoratives : An In Vitro Surface Profilometric Study. *Indian Journal of Basic & Applied Medical Research*; 3(1): 214-220, 2012.
99. Erdemir U. Sancakli HS. Yildiz E. The effect of one-step and multi-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of novel resin composites. *Eur J Dent.* 6(2): 198-205, 2012.
100. Rai R. Gupta R. In vitro evaluation of the effect of two finishing and polishing systems on four esthetic restorative materials. *Journal of Conservative Dentistry : JCD* 16(6): 564-567, 2013.
101. Mallya PL. Acharya S. Ballal V. Ginjupalli K. Kundabala M. Thomas M. Profilometric study to compare the effectiveness of various finishing and polishing techniques on different restorative glass ionomer cements. *Journal of Interdisciplinary Dentistry*; 3(2): 86-90, 2013.
102. Khokhar NH. Babar MG. Hassan M. Polishing of contemporary aesthetic restorative material: A review. *JPDA* 12(2): 117-124, 2003.
103. Glazer HS. Simplifying finishing and polishing techniques for direct composite restorations. *Dent Today*. 28(1): 122, 124-5, 2009.
104. Biçer CÖ. Korkmaz Y. Attar N. Farklı polisaj tekniklerinin estetik kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.* 38(2): 71-76, 2011.
105. Akgün ÖM. Görgülü S. Altun C. Diş çürüğüne karşı koruyucu flor uygulamaları. *Smyrna Tıp Dergisi*. 2012.
106. CDC. Recommendations for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States. *MMWR Recomm Rep.* 50(RR-14): 1-42, 2001.

107. Dionysopoulou D. The effect of fluoride-releasing restorative materials on inhibition of secondary caries formation. *Research review Fluoride* 47(3): 258–265, 2014.
108. Koch G. Poulsen S. Çocuk diş hekimliğine klinik yaklaşım. Rotatif Yayınevi, İstanbul, 2011.
109. Featherstone JDB. Prevention and reversal of dental caries: role of low level Fluoride. *Comm Dent Oral Epidemiol.* 27: 31-40, 1999.
110. Rošin-Grget K. Peroš K, Sutej I. Bašić K. The cariostatic mechanisms of fluoride. *Acta Med Acad.* 42(2): 179-88, 2013.
111. Bowden GHW. Effects of fluoride on the microbial ecology of dental plaque. *J Dent Res.* 69: 653-9, 1990.
112. Marquis RE. Diminished acid tolerance of plaque bacteria caused by fluoride. *J Dent Res.* 69: 672-5, 1990.
113. Van Loveren C. The antimicrobial action of fluoride and its role in caries inhibition. *J Dent Res.* 69: 676-81, 1990.
114. Çıldır ŞK. Fluorid içeren, rezin esaslı olan ve olmayan dört farklı fissür örtücünün önceki ve yeniden yükleme yapıldıktan sonraki florid salınım değerleri ve salınım öncesi ve sonrası fiziksel özellikleri bakımından karşılaştırılması. Doktora tezi, İstanbul, 2006.
115. Hattab FN. Amin WM. Fluoride release from glass ionomer restorative materials and the effects of surface coating. *Biomaterials.* 22(12): 1449-58, 2001.
116. ten Cate JM. Review on fluoride, with special emphasis on calcium fluoride mechanism in caries prevention. *Eur J Oral Sci.* 105: 461-465, 1997.
117. Leverett DH. Featherstone JD. Proskin HM. Caries risk assessment by a cross-sectional discrimination model. *J Dent Res.* 72: 529-537, 1993.
118. Featherstone JDB. Delivery challenges for fluoride, chlorhexidine and Xylitol. *BMC Oral Health.* 15(1): 1-5, 2006.
119. Toumba KJ. Al-Ibrahim NS. Curzon ME. A review of slow-release fluoride devices. *Eur Arch Paediatr Dent.* 10(3): 175-82, 2009.
120. ten Cate JM. Current concepts on the theories of the mechanism of action of fluoride. *Acta Odontol Scand.* 57: 325-329, 1999.

121. Paschoal MA. Gurgel CV. Rios D. Magalhães AC, Buzalaf MA, Machado MA. Fluoride release profile of a nanofilled resin-modified glass ionomer cement. *Braz Dent J.* 22(4): 275-9, 2011.
122. Diaz-Arnold AM. Holmes DC. Wistrom DW. Swift EJ Jr. Short-term fluoride release/uptake of glass ionomer restoratives. *Dent Mater.* 11(2): 96-101, 1995.
123. Jost-Brinkmann PG. Effect of air polishing on the fluoride release of (resin-modified) glass ionomer cements and of a polyacid-modified composite resin. *Clin Oral Investig.* 2(2): 91-5, 1998.
124. De Witte AM. De Maeyer EA. Verbeeck RM. Martens LC. Fluoride release profiles of mature restorative glass ionomer cements after fluoride application. *Biomaterials.* 21(5): 475-82, 2000.
125. Wiegand A. Buchalla W. Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials--fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dent Mater.* 23(3): 343-62, 2007.
126. Dhull KS. Nandlal B. Comparative evaluation of fluoride release from PRG composites and compomer on application of topical fluoride: an in-vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 27(1): 27-32, 2009.
127. Bahadure RN. Pandey RK. Kumar R. Gopal K. Singh RK. An estimation of fluoride release from various dental restorative materials at different pH: In vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 30(2): 122-6, 2012.
128. Tiwari S. Nandlal B. Effect of nano-filled surface coating agent on fluoride release from conventional glass ionomer cement: an in vitro trial". *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 31(2): 91-5, 2013.
129. Basso GR. Della Bona A. Gobbi DL. Cecchetti D. Fluoride Release from Restorative Materials. *Braz Dent J.* 22(5): 355-358, 2011.
130. Xu X. Burgess JO. Compressive strength fluoride release and recharge of fluoride-releasing materials. *Biomaterials* 24: 2451-2461, 2003.
131. Shaw AJ. Carrick T. McCabe JF. Fluoride release from glass ionomer and compomer restorative materials: 6-month data. *J Dent.* 26: 355-359, 1998.
132. Yip HK. Smales RJ. Fluoride release from a polyacid-modified resin composite and 3 resin-modified glass-ionomer materials. *Quintessence Int* 31: 261-266, 2000.

133. Cildir SK. Sandalli N. Fluoride release/uptake of glass-ionomer cements and polyacid-modified composite resins. *Dent Mater J.* 24(1): 92-7, 2005.
134. Preston AJ. Mair LH. Agalamanyi EA & Highham SM. Fluoride release from aesthetic dental materials *Journal of Oral Rehabilitation.* 26(2): 123-129, 1999.
135. Gjorgievska E. Nicholson WJ. Iljovska S. Slipper I. The potential of fluoride-releasing dental restoratives to inhibit enamel demineralization: an SEM study. *Prilozi* 30(1): 191-204, 2009.
136. Hicks J. Garcia-Godoy F. Donly K. Flaitz C: Fluoride-releasing restorative materials and secondary caries. *Dent Clin N Am*, 46: 247-276, 2002.
137. Madhyastha P. Kotian R. Pai V. Khader A. Fluoride release from glass ionomer cements: Effect of temperature, time interval and storage condition. *Journal of Contemporary Dentistry*, 3(2): 68 -73, 2013.
138. Levallois B. Fovet Y. Lapeyre L. Gal JY. In vitro fluoride release from restorative materials in water versus artificial saliva medium (SAGF). *Dent Mater.* 14: 441-7, 1998.
139. Bell A. Creanor SL. Foye RH. Saunders WP. The effect of saliva on fluoride release by a glass-ionomer filling material. *J Oral Rehabil.* 26: 407-12, 1999.
140. Arends J. Dijkman GE. Dijkman AG. Review of fluoride release and secondary caries reduction by fluoridating composites. *Adv Dent Res.* 9: 367-76, 1995.
141. Geurtsen W. Leyhausen G. Garcia-Godoy F. Effect of storage media on the fluoride release and surface microhardness of four polyacid-modified composite resins ("compomers"). *Dent Mater.* 15(3): 196-201, 1999.
142. Behrend B. Geurtsen W. Long-term effects of four extraction media on the fluoride release from four polyacid-modified composite resins (compomers) and one resin-modified glass-ionomer cement. *J Biomed Mater Res.* 58: 631-7, 2001.
143. Yan Z. Sidhu SK. Mahmoud GA. Carrick TE. McCabe JF. Effects of temperature on the fluoride release and recharging ability of glass ionomers. *Oper Dent.* 32(2): 138-43, 2007.
144. Mazzaoui SA. Burrow MF. Tyas MJ. Fluoride release from glass ionomer cements and resin composites coated with a dentin adhesive. *Dent Mater.* 16(3): 166-71, 2000.

145. Vercruyse CW. De Maeyer EA. Verbeeck RM. Fluoride release of polyacid-modified composite resins with and without bonding agents. *Dent Mater.* 17: 354–8, 2001.
146. Miranda LA. Weidlich P. Samuel SM, Maltz M. Fluoride release from restorative materials coated with an adhesive. *Braz Dent J.* 13: 39–43, 2002.
147. Kamatham R. Reddy SJ. Surface coatings on glass ionomer restorations in Pediatric dentistry-Worthy or not? *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 31(4): 229-33, 2013.
148. Ozgünlaltay G. Yazıcı AR. Görücü J. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives. *J Oral Rehabil.* 30(2): 218-24, 2003.
149. Attar N. The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *The journal of contemporary dental practice,* 8(1): 1-11, 2007.
150. Attin T. Buchalla W. Ameling K. Hellwig E. Effect of toothbrushing on fluoride release of polyacid-modified composite resins. *Clin Oral Invest.* 3: 150–154, 1999.
151. O'Brien W. *Dental Materials and Their Selection.* (3rd ed.) Quintessence Publishing, Canada, 2002.
152. Lee HL Jr. Swartz ML, Smith FF. Physical properties of four thermosetting dental restorative resins. *J Dent Res.* 48(4): 526-35, 1969.
153. Yıldırım M. Patır A. Seymen F. Gençay K. Estetik restoratif materyallerin cila işlemlerinden sonra yüzey yapısının SEM ile incelenmesi. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 22(3): 277-286, 2012.
154. Krämer N. Lohbauer U. Frankenberger R. Restorative materials in the primary dentition of poli-caries patients. *Eur Arch Paediatr Dent.* 8(1): 29-35, 2007.
155. Weitman RT. Eames WB. Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *J Am Dent Assoc.* 91(1): 101-6, 1975.
156. Bollen CML. Papaioannou W. Van Eldere J. Schepers E. Quir ynen M. Van Steenberghe D. The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin Oral Imp Res.* 7: 201–211, 1996.

157. Bollen CM. Lambrechts P. Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater.* 13(4): 258-69, 1997.
158. Jones CS. Billington RW & Pearson GJ. The in vivo perception of roughness restorations *Brazilian Dental Journal.* 196(1): 42-45, 2004.
159. Joniot S. Salomon JP. Dejoux J. Grégoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Oper Dent.* 31(1): 39-46, 2006.
160. da Silva RC. Zuanon AC. Surface roughness of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment (ART). *Braz Dent J.* 17(2): 106-9, 2006.
161. Momesso MGC. da Silva RC. Imparato JCP. Molina C. Navarro RS. Ribeiro SJL. "In vitro" surface roughness of different glass ionomer cements indicated for ART restorations. *Braz J Oral Sci.* 9(2): 77-80, 2010.
162. Han JM. Lin H. Zheng G. Shinya A. Gomi H. Shinya A. Lin J. Effect of nanofiller on wear resistance and surface roughness of resin composites. *Chin J Dent Res.* 15(1): 41-7, 2012.
163. Bala O. Arisu HD. Yikilgan I. Arslan S. Gullu A. Evaluation of surface roughness and hardness of different glass ionomer cements. *European Journal of Dentistry.* 6(1): 79-86, 2012.
164. Kakaboura A. Fragouli M. Rahiotis C. Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci Mater Med.* 18(1): 155-63, 2007.
165. Koupis NS. Marks LA. Verbeeck RM. Martens LC. Review: finishing and polishing procedures of (resin-modified) glass ionomers and compomers in paediatric dentistry. *Eur Arch Paediatr Dent.* 8(1): 22-8, 2007.
166. Janus J. Fauxpoint G. Arntz Y. Pelletier H. Etienne O. Surface roughness and morphology of three nanocomposites after two different polishing treatments by a multitechnique approach. *Dent Mater.* 26(5): 416-25, 2010.
167. Yazıcı AR. Müftü A. Kugel G. Three Dimensional Surface Profile Analysis of Different Types of Flowable Restorative Resins Following Different finishing Protocols. *J Contemp Dent Pra* 8: 1-17, 2007.

168. Atalı PY. Öksüz M. Topbaşı FB. Fırçalamanın ve beyazlatıcı diş macunların kompozitlerin yüzey özelliklerine etkisi. Dent Fac Atatürk Uni. 24(1): 22-32, 2014.
169. Sarıkaya IB. Farklı porselen materyallerinde polisaj tekniklerinin yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi üzerine etkilerinin incelenmesi. Doktora tezi, Samsun, 2007.
170. Auschill TM. Artweiller NB. Brex M. Reich E. Sculean A. Netuschil L. The effect of dental restorative materials on dental biofilm. Eur J Oral Sci 110: 48-53, 2002.
171. Steinberg D. Eyal S. Early formation of Streptococcus sobrinus biofilm on various dental restorative materials. J Dent. 30(1): 47-51, 2002.
172. Ryba TM. Dunn WJ. Murchison DF. Surface roughness of various packable composites. Oper Dent 27(3): 243-7, 2002.
173. Costerton JW. Geesey GG. Cheng KJ. How bacteria stick. Sci Am. 238(1):86-95, 1978.
174. Overman PR. Biofilm: A new view of plaque. J Contemp Dent Pract. 15;1(3):18-29, 2000.
175. Manjunath N. Oral Biofilm - A Microbial Home. Int. Journal of Clinical Dental Science. 2(4), 2011.
176. Marsh PD. Are dental diseases examples of ecological catastrophes? Microbiology 149: 279-294, 2003.
177. Dawes C. Jenkins G. Tonge C. The nomenclature of the integuments of the enamel surface of teeth. Br Dent J. 16: 65-68, 1963.
178. Akca AE. Akca G. Gökce S. Nedim S. Özdemir A. Farklı sabit protetik restorasyon maddelerinde bakteri tutunmasının incelenmesi. Gülhane Tıp Dergisi 47: 251-255, 2005.
179. Dosdoğru EY. Erdem AP. Sepet E. Aytepe Z. Restoratif materyallerin dental biyofilm üzerine etkileri. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. 8: 89-97, 2014.
180. García-Godoy F. Hicks MJ. Maintaining the integrity of the enamel surface: the role of dental biofilm, saliva and preventive agents in enamel demineralization and remineralization. J Am Dent Assoc, 139: 25-34, 2008.

181. Nield-Gehrig JS. Willmann DE. Foundations of Periodontics for the Dental Hygienist. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 67-73, 2003.
182. Çökük N. Çeşitli full seramik sistemlerde; yüzey pürüzlülüğünün ve polisaj metotlarının bakteri adezyonuna etkisinin incelenmesi. Doktora tezi, Konya, 2007.
183. Davey ME. O'Toole GA. Microbial biofilms: from ecology to molecular genetics. *Micobiology and Molecular Biology Reviews* 64: 847-867, 2000.
184. Aydın M. Oral bakterilerde adherens. Ed. Cengiz, Mısırlıgil, Aydın. Tıp ve diş hekimliğinde genel ve özel mikrobiyoloji. Konu 17. Güneş Yayınevi, Ankara, 2004.
185. Erdem AP. Streptococcus mutans ve streptococcus sobrinus biyofilmlerinde üç farklı florid verniğinin florid konsantrasyonlarının ve antibakteriyel etkilerinin incelenmesi. Doktora tezi, İstanbul, 2006.
186. Axelsson P. Diagnosis and risk prediction of dental caries. Illinois: Quintessence publishing. pp 1-20, 2000.
187. Igarashi T. Yamamoto A. Goto N. PCR for detection and identification of Streptococcus sobrinus. *J Med Microbiol.* 49(12):1069-74, 2000.
188. Conrads G. de Soet JJ. Song L. Comparing the cariogenic species Streptococcus sobrinus and S. mutans on whole genome level. *Journal of Oral Microbiology* 6: 1-12, 2014.
189. Ccahuana-Vásquez RA. Cury JA. S. mutans biofilm model to evaluate antimicrobial substances and enamel demineralization. *Braz Oral Res*, 24(2): 135-141, 2010.
190. Michalek SM. Hirasawa M. Kiyono H. Ochiai K. McGhee JR. Oral ecology and virulence of *Lactobacillus casei* and *Streptococcus mutans* in gnotobiotic rats. *Infect Immun*, 33(3): 690-6, 1981.
191. Gharechahi M. Moosavi H. Forghani M. Effect of Surface Roughness and Materials Composition on Biofilm Formation. *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology*, 3: 541-546, 2012.
192. Lie T. "Early Dental Plaque Morphogenesis. A Scanning Electron Microscope Study Using the Hydroxyapatite Splint Model and a Low-Sucrose Diet," *Journal of Periodontal Research*, 12(2): 73-89, 1977.

193. Nyvad B. Fejerskov O. "Scanning Electron Microscopy of Early Microbial Colonization of Human Enamel and Root Surfaces in Vivo," *Scandinavian Journal of Dental Research*, 95(4): 287-296, 1987.
194. Kawai K. Urano M. Ebisu S. "Effect of Surface Roughness of Porcelain on Adhesion of Bacteria and Their Synthesizing Glucans," *Journal of Prosthetic Dentistry*, 83(6): 664-667, 2000.
195. Sorensen JA. "A Rationale for Comparison of Plaque-Retaining Properties of Crown Systems," *Journal of Prosthetic Dentistry*, 62(3): 264-269, 1989.
196. Einwag J. Ulrich A. Gehring F. "In-Vitro Plaque Accumulation on Different Filling Materials," *Oralprophylaxe*, 12(1): 22-25, 1990.
197. Yamauchi M. Yamamoto K. Wakabayashi M. Kawano J. "In Vitro Adherence of Microorganisms to Denture Base Resin with Different Surface Texture," *Dental Materials Journal*, 9(1): 19-24, 1990.
198. Azevedo SM. Kantorski KZ. Valandro LF. Bottino MA. Pavanelli CA. "Effect of Brushing with Conventional versus Whitening Dentifrices on Surface Roughness and Biofilm Formation of Dental Ceramics," *General Dentistry*, 60(3): 123-130, 2012.
199. Park J. Song C. Jung J. Ahn S. Ferracane J. "The Effects of Surface Roughness of Composite Resin on Biofilm Formation of *Streptococcus mutans* in the Presence of Saliva," *Operative Dentistry*, 37(5): 532-539, 2012.
200. Quirynen M. Bollen CML. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. *J Clin Periodontol* 22(1): 1-14, 1995.
201. Gyo M. Nikaido T. Okada K. Yamauchi J. Tagami J. Surface response of fluorine polymer-incorporated resin composites to cariogenic biofilm adherence. *Appl Environ Microbiol* 74: 1428-1435, 2008.
202. Steinberg D. Mor C. Dogan H. Effect of salivary biofilm on the adherence of oral bacteria to bleached and non-bleached restorative material. *Dental Materials* 15: 14-20, 1999.
203. Scannapieco FA. Saliva-bacterium interactions in oral microbial ecology. *Crit Rev Oral Biol Med* 5(3-4): 203-48, 1994.

204. Al-Naimi OT. Itota T. Hobson RS. McCabe JF. Fluoride release for restorative materials and its effect on biofilm formation in natural saliva. *J Mater Sci Mater Med.* 19(3): 1243-8, 2008.
205. Wang Z. Shen Y. Haapasalo M. Dental materials with antibiofilm properties. *Dent Mater.* 30(2): 1-16, 2014.
206. Hansel C. Leyhausen G. Mai UE. Geurtsen W. Effects of various resin composite (co)monomers and extracts on two caries-associated micro-organisms in vitro. *J Dent Res* 77: 60-76, 1998.
207. Kawai K. Tsuchitani Y. Effects of resin composite components on glucosyltransferase of cariogenic bacterium. *J Biomed Mater Res* 51: 123-127, 2000.
208. Pereira-Cenci T. Cenci MS. Fedorowicz Z. Marchesan MA. Antibacterial agents in composite restorations for the prevention of dental caries. *Cochrane Database Syst Rev.* 8(3), 2009.
209. Aydin Sevinç B. Hanley L. “Antibacterial Activity of Dental Composites Containing Zinc Oxide Nanoparticles,” *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 94(1): 22-31, 2010.
210. Cheng L. Weir MD. Xu HH. Kraigsley AM. Lin NJ. Lin-Gibson S. Zhou X. “Antibacterial and Physical Properties of Calcium-Phosphate and Calcium-Fluoride Nanocomposites with Chlorhexidine,” *Dental Materials*, 28(5): 573-583, 2012.
211. Weng Y. Howard L. Guo X. Chong VJ. Gregory RL. Xie D. A novel antibacterial resin composite for improved dental restoratives. *J Mater Sci Mater Med.* 23(6): 1553-61, 2012.
212. Jaafar NA. Ariffin Z. Alam MK. In Vitro Study of Antibacterial Properties of Dental Restorative Materials towards *Staphylococcus aureus* and *Enterococcus faecalis*. *International Medical Journal.* 20(4): 490- 492, 2013.

213. Ikeda M. Matin K. Nikaido T. Foxton RM. Tagami J. Effect of surface characteristics on adherence of *S. mutans* biofilms to indirect resin composites. *Dent Mater J.* 26(6): 915-23, 2007.
214. Brambilla E. Gagliani M. Ionescu A. Fadini L. García-Godoy F. The influence of light-curing time on the bacterial colonization of resin composite surfaces. *Dent Mater* 25: 1067-72, 2009.
215. Ono M. Nikaido T. Ikeda M. Imai S. Hanada N. Tagami J. Matin K. Surface properties of resin composite materials relative to biofilm formation. *Dent Mater J.* 26(5): 613-22, 2007.
216. Poggio C. Arciola CR. Rosti F. Scribante A. Saino E. Visai L. Adhesion of *Streptococcus mutans* to different restorative materials. *Int J Artif Organs.* 32(9): 671-7, 2009.
217. Hotta M. Morikawa T. Tamura D. Kusakabe S. Adherence of *Streptococcus sanguinis* and *Streptococcus mutans* to saliva-coated S-PRG resin blocks. *Dent Mater J.* 33(2): 261-7, 2014.
218. Hahnel S. Wastl DS. Schneider-Feyrer S. Giessibl FJ. Brambilla E. Cazzaniga G. Ionescu A. *Streptococcus mutans* biofilm formation and release of fluoride from experimental resin-based composites depending on surface treatment and S-PRG filler particle fraction. *J Adhes Dent.* 16(4): 313-21, 2014.
219. Yoneda M. Suzuki N. Masuo Y. Fujimoto A. Iha K. Yamada K. Iwamoto T. Hirofuji T. Effect of S-PRG Eluate on Biofilm Formation and Enzyme Activity of Oral Bacteria. *Int J Dent.* 2012.
220. Kara NB. Reis AK. Yılmaz Y. Tosun İ. Restoratif materyallerin yüzeylerinde *Candida albicans* adezyonu ve biyofilm oluşumunun in vitro değerlendirilmesi: bir ön çalışma. *Acta Odontol Turc.* 30(3): 123-7, 2013.
221. Hahn R. Weiger R. Netuschil L. Bruch M. Microbial accumulation and vitality on different restorative materials. *Dent Mater* 9: 312–6, 1993.
222. Kawai K. Urano M. Adherence of plaque components to different restorative materials. *Oper Dent* 26: 396-400, 2001.
223. Hamilton IR. Biochemical effects of fluoride on oral bacteria. *J Dent Res* 69: 660–7, 1990.

224. Palenik CJ. Behnen MJ. Setcos JC. Miller CH. Inhibition of microbial adherence and growth by various glass ionomers in vitro. *Dent Mater* 8: 16–20, 1992.
225. Seppä L. Korhonen A, Nuutinen A. Inhibitory effect on *S. mutans* by fluoride-treated conventional and resin-reinforced glass ionomer cements. *Eur J Oral Sci* 103: 182-185, 1995.
226. Van Loveren C. Antimicrobial activity of fluoride and its in vivo importance: identification of research questions. *Caries Res.* 35(1): 65–70, 2001.
227. Marsh PD. Microbial ecology of dental plaque and its significance in health and disease, *Adv Dent Res* 8(2): 263-271, 1994.
228. Cugati N. Bhat SS. Hegde SK. Comparison of anticariogenic effect of Amalomer CR, Fuji VII and Heliomolar Refill in the cavosurface margin -An in-vitro study. *International Journal of Contemporary Dentistry*, 2(3): 20-27, 2011.
229. Benelli EM. Serra MC. Rodrigues Jr AL. Cury JA. In situ anticariogenic potential of glass ionomer cement. *Caries Res* 27: 280–4, 1993.
230. Moura JS. Lima EMCX. Paes Leme AF. Del Bel Cury AA. Tabchoury CPM. Cury JA. Effect of luting cement on dental biofilm composition and secondary caries around metallic restorations in situ. *Oper Dent.* 29(5): 509-14, 2004.
231. Fishman SA. Tinanoff N. The effect of acid and fluoride release on the antimicrobial properties of four glass ionomer cements. *Pediatr Dent.* 16(5): 368-70, 1994.
232. Forss H. Nase L. Seppä L. Fluoride concentration, mutans streptococci and lactobacilli in plaque from old glass ionomer fillings. *Caries Res* 29: 50–3, 1995.
233. van Dijken JW. Kalfas S. Litra V. Oliveby A. 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, 1997.
234. Forss H. Jokinen J. Spets-Happonen S. Seppä L. Luoma H. Fluoride and mutans streptococci in plaque grown on glass ionomer and composite. *Caries Res* 25: 454–8, 1991.
235. Nicholson JW. Aggarwal A. Czarnecka B. Limanowska-Shaw H. The rate of change of pH of lactic acid exposed to glass-ionomer dental cements. *Biomaterials* 21: 1989-1993, 2000.

236. Nakajo K. Imazato S. Takahashi Y. Kiba W. Ebisu S. Takahashi N. Fluoride released from glass-ionomer cement is responsible to inhibit the acid production of caries-related oral streptococci. *Dent Mater* 25: 703-708, 2009.
237. Hengtrakool C. Pearson GJ. Wilson M. Interaction between GIC and *S. sanguis* biofilms: antibacterial properties and changes of surface hardness. *J Dent* 34: 588-597, 2006.
238. Busscher HJ. Rinastiti M. Siswomihardjo W. van der Mei HC. Biofilm formation on dental restorative and implant materials. *J Dent Res.* 89(7): 657-65, 2010.
239. Pandit S. Kim GR. Lee MH. Jeon JG. Evaluation of *Streptococcus mutans* biofilms formed on fluoride releasing and non fluoride releasing resin composites. *Journal of dentistry.* 39: 780–787, 2011.
240. Kameyama A. Nakazawa T. Haruyama A. Haruyama C. Hosaka M. Hirai Y. Influence of Finishing/Polishing Procedures on the Surface Texture of Two Resin Composites. *The Open Dentistry Journal* 2: 56-60, 2008.
241. Ionescu A. Wutscher E. Brambilla E. Schneider-Feyrer S. Giessibl FJ. Hahnel S. Influence of surface properties of resin-based composites on in vitro *Streptococcus mutans* biofilm development. *Eur J Oral Sci.* 120(5): 458-65, 2012.
242. Taşveren S. İki farklı restoratif materyalin yüzey sertliklerinin karşılaştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 8(2): 94-97, 2005.
243. Arısu HD. Bala O. Üçtaşlı MB. Kalaycı Ş. Cam iyonomer siman ve poliasit modifiye kompozit rezinlerin florid salma özellikleri. *GÜ Diş Hek Fak Derg.* 24(3): 157-161, 2007.
244. Rosenstiel SF. Land MF. Crispin MJ. Dental Luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent,* 80: 280-301, 1998.
245. Selimović-Dragaš M. Hasić-Branković L. Korać F. Đapo N. Huseinbegović A. Kobašlija S. Lekić M. Hatibović-Kofman Š. In vitro fluoride release from a different kind of conventional and resin modified glass-ionomer cements. *Bosn J Basic Med Sci.* 13(3): 197-202, 2013.
246. Barbosa SH. Zanata RL. de Lima Navarro MF. Nunes OB. Effect of different finishing and polishing techniques on the surface roughness of microfilled, hybrid and packable composite resins. *Braz Dent J.* 16(1): 39-44, 2005.

247. Saraç D. Saraç YŞ. Külünç Ş. Kural Ç. Külünk T. Farklı inorganik doldurucu içerikli kompozit rezinlerin renk sabitliği üzerinde polisaj yöntemlerinin ve yüzey verniği uygulamasının etkisi. *GÜ Diş Hek Fak Derg.* 23 (3) : 169-175, 2006.
248. Centers for Disease Control and Prevention Achievements in public health, 1990-1999: fluoridation of drinking water to prevent dental caries. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 48: 933-940, 1999.
249. Pizzo G. Piscopo MR. Pizzo I. Giuliana G. Community water fluoridation and caries prevention: a critical review. *Clin Oral Investig.* 11(3): 189-93, 2007.
250. Rozier RG. Effectiveness of methods used by dental professionals for the primary prevention of dental caries. *J Dent Educ.* 65(10): 1063-72, 2001.
251. Upadhyay S. Rao A. Shenoy R. Comparison of the Amount of Fluoride Release from Nanofilled Resin Modified Glass Ionomer, Conventional and Resin Modified Glass Ionomer Cements. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)* 10(2): 134-140, 2013.
252. Itota T. Carrick TE. Yoshiyama M. McCabe JF. Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dent Mater.* 20(9): 789-95, 2004.
253. Abdul Quader SM. Shamsul Alam M. Bashar AKM. Gafur A. Al-Mansur MA. Compressive Strength, Fluoride Release and Recharge of Giomer. *Updat Dent. Coll. J* 2(2): 28-37, 2012.
254. Rama Rao BS. Patri G. Agnihotri Y. Balagopal S. Fluoride and restorative materials. *Int. Journal of Contemporary Dentistry.* 2(3): 159-164, 2011.
255. Can G. Kaplan R. Kalayci S. Fluoride release from polyacid modified composites (compomers) in artificial saliva and lactic acid. *Rev Clín Pesq Odontol.* 5(2): 121-126, 2009.
256. Hadi MR. Rahmatallah SS. Al-Ameer SS. Fluoride release from newly formulated resin-modified and conventional glass ionomer cements. *J Bagh Coll Dentistry* 22(4): 32-35, 2010.
257. Nigam AG. Jaiswal J. Murthy R. Pandey R. Estimation of Fluoride Release from Various Dental Materials in Different Media—An In Vitro Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2(1): 1-8, 2009.

258. Barata TJE. Bresciani E. Cefaly DFG. Wang L. Navarro MFL. Pereira JC. Influence of different storage solutions on fluoride release from glass ionomer cements. *Salusvita, Bauru*, 23(3): 453-464, 2004.
259. Okte Z. Bayrak S. Fidancı UR. Sel T. Fluoride and aluminum release from restorative materials using ion chromatography. *J Appl Oral Sci*. 20(1):27-31, 2012.
260. Wiltshire WA. Rensburg SDJ. Fluoride release from four visible light cured adhesive resins. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 108: 278-283, 1995.
261. Verbeeck RM. de Moor RJ, Van Even DF, Martens LC. The short-term fluoride release of a hand-mixed vs. capsulated system of a restorative glass-ionomer-cement. *J Dent Res*. 72(3): 577-81, 1993.
262. Bek B. Gülmez A. Konvansiyonel ve rezin modifiye cam iyonomer simanlarda florid salınımı. *GÜ Dişhek Fak Derg*. 18(2): 45-51, 2001.
263. Itota T. Al-Naimi OT. Carrick TE. Yoshiyama M. McCabe JF. luoride release from aged resin composites containing fluoridated glass filler. *Dent Mater*. 21(11): 1033-8, 2005.
264. Hotwani K. Thosar N. Baliga S. Bundale S. Sharma K. Antibacterial effects of hybrid tooth colored restorative materials against *Streptococcus mutans*: An *in vitro* analysis. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*. 16(4):319-322, 2013.
265. Woolford MJ. Grieve AR. Release of fluoride from glass polyalkenoate (ionomer) cement subjected to radiant heat. *J Dent*. 23(4): 233-7, 1995.
266. Rafeek RN. The effects of heat treatment on selected properties of a conventional and a resin-modified glass ionomer cement. *J Mater Sci Mater Med*. 19(5): 1913-20, 2008.
267. Çakır G. Restorasyon öncesi farklı sıcaklık değerlerine ısıtılan ya da soğutulan cam iyonomer esaslı beş farklı restoratif materyalin basma dayanımlarının ve florid salınım değerlerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi. Doktora tezi, İstanbul, 2015.
268. Dionysopoulos P. Kotsanos N. Pataridou A. Fluoride release and uptake by four new fluoride releasing restorative materials. *J Oral Rehabil*. 30(9): 866-72, 2003.
269. Attar N. Onen A. Fluoride release and uptake characteristics of aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil*. 29: 791-8, 2002.

270. Yap AU. Tham SY. Zhu LY. Lee HK. Short-term fluoride release from various aesthetic restorative materials. *Oper Dent.* 27: 259-65, 2002.
271. Güler AU. Güler E. Yücel AC. Ertaş E. Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *J Appl Oral Sci.* 17(2): 108-12, 2009.
272. Maller US. Thangaraj DN. Maller SV. Applications of Abrasives on Restorations in Dentistry. *JIADS*, 1(2): 9-14, 2010.
273. Özcan S. Ünal Şahin F. Uzun Ö. Topuz Ö. Bitirme ve parlatma işlemlerinin farklı kompozit rezinlerin yüzey özellikleri üzerine etkileri. *GÜ Diş Hek Fak Derg.* 29(3): 173-177, 2012.
274. Kaminedi RR. Penumatsa NV. Priya T. Baroudi K. The influence of finishing/polishing time and cooling system on surface roughness and microhardness of two different types of composite resin restorations. *J Int Soc Prev Community Dent.* 4(2): 99-104, 2014.
275. Barakah HM. Taher NM. Effect of polishing systems on stain susceptibility and surface roughness of nanocomposite resin material. *J Prosthet Dent.* 112(3): 625-31, 2014.
276. da Costa JB. Goncalves F. Ferracane JL. Comparison of two-step versus four-step composite finishing/polishing disc systems: evaluation of a new two-step composite polishing disc system. *Oper Dent* 36: 205-12, 2011.
277. Yap AU. Sau CW. Lye KW. Effects of finishing/polishing time on surface characteristics of tooth-coloured restoratives. *J Oral Rehabil.* 25(6): 456-61, 1998.
278. Yazıcı AR. Tuncer D. Antonson S. Onen A. Kilinc E. Effects of Delayed Finishing/Polishing on Surface Roughness, Hardness and Gloss of Tooth-Coloured Restorative Materials. *European Journal of Dentistry* 4(1): 50-56, 2010.
279. Al-Wahab ZN. An evaluation of the effects of different finishing / polishing techniques on smoothness of composites. *MDJ.* 6(2): 104-109, 2009.
280. Marghalani HY. Effect of finishing/polishing systems on the surface roughness of novel posterior composites. *J Esthet Restor Dent.* 22(2): 127-38, 2010.
281. Uzel İ. Yüzey örtücü ile kaplanmış kompomer ve cam iyonomer simanın *in-vivo* ve *in-vitro* koşullarda karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Doktora tezi, İzmir, 2012.

282. Ergücü Z. Türkün LS. Surface Roughness of Novel Resin Composites Polished with One-step Systems. *Operative Dentistry*, 32(2): 185-192, 2007.
283. Antonson SA. Yazıcı AR. Kilinc E. Antonson DE. Hardigan PC. Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. *J Dent*. 39(1): 9-17, 2011.
284. Pacifici E. Bossù M. Giovannetti A. La Torre G. Guerra F. Polimeni A. Surface roughness of glass ionomer cements indicated for uncooperative patients according to surface protection treatment. *Annali di Stomatologia IV (3-4)*: 250-258, 2013.
285. Gönülol N. Yılmaz F. The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites. *J Dent*. 40(2): 64-70, 2012.
286. Olsson J. van der Heijde Y. Holmberg K. Plaque formation in vivo and bacterial attachment in vitro on permanently hydrophobic and hydrophilic surfaces. *Caries Res* 26: 428-33, 1992.
287. Eick S. Glockmann E. Brandl B, Pfister W. Adherence of *Streptococcus mutans* to various restorative materials in a continuous flow system. *J Oral Rehabil* 31: 278-85, 2004.
288. Kim HY. Yeo IS. Lee JB. Kim SH. Kim DJ. Han JS. Initial in vitro bacterial adhesion on dental restorative materials. *Int J Artif Organs*. 35(10): 773-79, 2012.
289. Satou J. Fukunaga A. Satou N. Shintani H. Okuda K. Streptococcal adherence on various restorative materials. *J Dent Res* 67: 588-591, 1988.
290. Meier R. Hauser-Gerspach I. Lüthy H. Meyer J. Adhesion of oral streptococci to all-ceramics dental restorative materials in vitro. *J Mater Sci Mater Med*. 19(10): 3249-53, 2008.
291. Çölgeçen Ö. Kesim B. Abay S. Topal ES. Dental nikel krom alaşımına uygulanan altın kaplamanın yüzey pürüzlülüğü ve bakteri adezyonuna etkilerinin incelenmesi. *Journal of Health Sciences*. 20(3): 217-226, 2011.
292. Shahal Y. Steinberg D. Hirschfeld Z. Bronshteyn M. Kopolovic K. In vitro bacterial adherence onto pellicle-coated aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil*. 25(1): 52-8, 1998.
293. Liljemark WF. Bloomquist C. Human oral microbial ecology and dental caries and periodontal diseases. *Crit Rev Oral Biol Med* 7: 180-198, 1996.

294. Burne R. Oral streptococci. Products of their environment. *J Dent Res* 77: 445-452, 1998.
295. Jenkinson HF. Lamont RJ. Streptococcal adhesion and colonization. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine* 8: 175–200, 1997.
296. Allison DG. The biofilm matrix. *Biofouling* 19: 139–50, 2003.
297. An YH. Friedman RJ. Laboratory methods for studies of bacterial adhesion. *Journal of Microbiological Methods*. 30(2): 141–152, 1997.
298. Hannig C. Follo M. Hellwig E. Al-Ahmad A. Visualization of adherent microorganisms using different techniques. *J Med Microbiol*. 59(1): 1-7, 2010.
299. Zalkind MM. Keisar O. Ever-Hadani P. Grinberg R. Sela MN. Accumulation of *Streptococcus mutans* on light-cured composites and amalgam: an in vitro study. *J Esthet Dent* 10: 187-90, 1998.
300. Xueqing H. Tiantian Y. Suling Z. Cui H. Xijin D. Anti-biofilm Effect of Glass Ionomer Cements Incorporated with Chlorhexidine and Bioactive Glass. *Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed.* 27(2): 270-275, 2012.
301. Hu J. Du X. Huang C. Fu D. Ouyang X. Wang Y. Antibacterial and physical properties of EGCG-containing glass ionomer cements. *J Dent*. 41(10): 927-34, 2013.
302. Loyola-Rodriguez JP. Garcia-Godoy F. Lindquist R. Growth inhibition of glass ionomer cements on mutans streptococci. *Pediatr Dent* 16: 346–9, 1994.
303. Marczuk-Kolada G. Jakoniuk P. Mystkowska J. Łuczaj-Cepowicz E. Waszkiel D. Dabrowski JR. Leszczyńska K. Fluoride release and antibacterial activity of selected dental materials. *Postepy Hig Med Dosw (Online)*. 60: 416-20, 2006.
304. Silva Ferreira GL. de Almeida Freires I. Alves LA. de Carvalho Jovito V. de Carvalho FG. de Castro RD. Antibacterial Activity of Glass Ionomer Cements on Cariogenic Bacteria – An in vitro study. *International Journal of Dental Clinics* 3(3): 1-3, 2011.
305. Łuczaj-Cepowicz E. Marczuk-Kolada G. Zalewska A. Pawińska M. Leszczyńska K. Antibacterial activity of selected glass ionomer cements. *Postepy Hig Med Dosw (Online)*. 68: 23-8, 2014.
306. DeSchepper EJ. Thrasher MR. Thurmond BA. Antibacterial effects of light-cured liners. *Am J Dent* 2: 74–6, 1989.

307. Karanika-Kouma A. Dionysopoulos P. Koliniotou-Koubia E. Kolokotronis A. Antibacterial properties of dentin bonding systems, polyacid-modified composite resins and composite resins. *J Oral Rehabil.* 28(2): 157-60, 2001.
308. McKnight-Hanes C. Whitford GM. Fluoride release from three glass ionomer materials and the effects of varnishing with or without finishing. *Caries Res.* 26(5): 345-50, 1992.
309. Oilo G. Biodegradation of dental composites/glass-ionomer cements. *Adv Dent Res.* 6: 50-4, 1992.
310. Garcez RM. Buzalaf MA. de Araújo PA. Fluoride release of six restorative materials in water and pH-cycling solutions. *J Appl Oral Sci.* 15(5): 406-11, 2007.
311. Osorio E. Osorio R. Toledano M. Quevedo-Sarmiento J. Ruiz-Bravo A. Influence of different resin-based restorative materials on mutans streptococci adhesion. An in vitro study. *Am J Dent.* 23(5): 275-8, 2010.
312. Tullberg A. An experimental study of the adhesion of bacterial layers to some restorative dental materials. *Scand J Dent Res* 94: 164-173, 1986.
313. Buergers R. Schneider-Brachert W. Hahnel S. Rosentritt M. Handel G. Streptococcal adhesion to novel low-shrink silorane-based restorative. *Dent Mater.* 25(2): 269-75, 2009.
314. Kimyai S. Savadi-Oskoe S. Ajami AA. Sadr A. Asdagh S. Effect of three prophylaxis methods on surface roughness of giomer. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 16(1): 110-4, 2011.
315. Seppä L. Torppa-Saarinen E. Luoma H. Effect of different glass ionomers on the acid production and electrolyte metabolism of *Streptococcus mutans* Ingbritt. *Caries Res.* 26(6): 434-8, 1992.

8. ÖZGEÇMİŞ

Gökçen Deniz Bayrak 18.10.1988 yılında Kayseri’de doğmuştur. İlk ve orta öğrenimini TED Kayseri Koleji’nde, lise öğrenimini Küçükçalık Anadolu Lisesi’nde tamamlamıştır. 2006 yılında girmiş olduğu Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden 2011 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı’nda doktora eğitimine başlamıştır.

