



**BULK FİLL KOMPOZİTLERE *STREPTOCOCCUS MUTANS* ADEZYONUNUN
İNCELENMESİ**

Başak ÖZTÜRK

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

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

NİSAN 2016

Başak ÖZTÜRK tarafından hazırlanan “Bulk Fill Kompozitlere *Streptococcus Mutans* Adezyonunun İncelenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı’nda UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman ve Başkan: Prof. Dr. Necmi GÖKAY

Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Bu tezin kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Üye: Prof. Dr. Gürkan GÜR

Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Bu tezin kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Üye: Doç. Dr. Gülçin AKCA

Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Bu tezin kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Yedek Üye: Prof. Dr. Perihan ÖZYURT

Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Bu tezin kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Yedek Üye: Yrd. Doç. Dr. İhsan YIKILGAN

Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Bu tezin kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Tez Savunma Tarihi: 22/04/2016

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Uzmanlık Tezi olması için gerekli şartları yerine getirildiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Necmi GÖKAY

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dökümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhimde doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Başak ÖZTÜRK

22.04.2016

BULK FİLL KOMPOZİTLERE *STREPTOCOCCUS MUTANS* ADEZYONUNUN İNCELENMESİ
(Uzmanlık Tezi)

Başak ÖZTÜRK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
Nisan 2016

ÖZET

Bu tez çalışmasının amacı, 4 farklı yüksek viskoziteli bulk fill kompozit materyalin, yüzey bitirme ve polisaj işlemlerinden sonra, *Streptococcus mutans* bakterisinin 4 saatlik inkübasyon süresi sonunda örneklerin yüzeylerine tutunan bakteri miktarlarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir. Çalışmamızda 4 farklı yüksek viskoziteli bulk fill kompozit (X-tra fil bulk fill kompozit, Tetric EvoCeram bulk fill kompozit, SonicFill bulk fill kompozit, Filtek Bulk fill Posterior Restoratif kompozit) ve pozitif kontrol grubu olarak geleneksel nanohibrit kompozit (Tetric N-Ceram) kullanıldı. Örneklerin hazırlanması için, 6 mm çapında ve 4 mm kalınlığında silindirik teflon kalıplar kullanıldı. Negatif kontrol grubu olarak cam (lamel) malzemesi kullanıldı. Her gruptan 10 adet örnek olmak üzere, çalışmamızda toplamda 60 adet örnek hazırlandı. Hazırlanan örnekler alüminyum oksit kaplı diskler (Sof-Lex, 3M ESPE) ile polisaj yapıldı. Polisaj işleminin ardından örneklerin yüzey pürüzlülük ölçümleri profilometre cihazı (Surftest SJ-301Mitutoyo, Japonya) ile gerçekleştirildi. Örneklerin üzerlerine müsin içeren yapay tükürük eklenerek pelikül tabakası oluşması için iki saat beklendi. Ardından örneklerin üzerlerine *S. mutans* süspansiyonu eklenerek 4 saat süre ile inkübasyona bırakıldı. Sürenin sonunda, oluşan koloniler sayıldı. Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi, gruplar arasında yüzey pürüzlülüğü yönünden farkların değerlendirilmesi Kruskal Wallis testi ile, örnekler tutunan mikroorganizma sayısı yönünden farkların değerlendirilmesi Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) kullanılarak yapıldı. Örnekler tutunan mikroorganizma sayısı ile yüzey pürüzlülüğü arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon olup olmadığı ise Spearman'ın Korelasyon testiyle değerlendirildi. Çalışmanın sonucunda yüzey pürüzlülüğü ve *S. mutans* adezyonu değerlendirildiğinde gruplar arasında önemli farklılıklar bulundu. X-tra fil bulk fill kompozit grubu, en yüksek yüzey pürüzlülüğü ve *S. mutans* adezyonu miktarını gösteren grup olarak tespit edilirken, negatif kontrol grubu olan cam en düşük yüzey pürüzlülüğü ve *S. mutans* adezyonu değerlerini gösterdi. Test edilen tüm bulk fill kompozit gruplarının yüzey pürüzlülüğü ve *S. mutans* adezyonu değerlerinin, geleneksel nanohibrit kompozit grubu değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edildi. Tez çalışmasında kullanılan tüm örnekler içerisinde, yüzey pürüzlülüğü ile *S. mutans* adezyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı ve aynı yönlü korelasyon saptandı. Bu bulgular doğrultusunda, bulk fill kompozit materyallerin yüzey pürüzlülüğünün artması ile materyalin yüzeyine tutunan *S. mutans* adezyonunun arttığını düşünmekteyiz.

Bilim Kodu : 1015

Anahtar Kelimeler : bakteri adezyonu, bulk fill kompozitler, yüzey pürüzlülüğü, *S. mutans*

Sayfa Adedi : 75

Danışman : Prof.Dr. Necmi GÖKAY

THE EVOLUTION OF *STREPTOCOCCUS MUTANS* ADHESION ON BULK FILL COMPOSITES
(Thesis Residency)

Başak ÖZTÜRK

GAZI UNIVERSITY
FACULTY OF DENTISTRY
April 2016

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate and compare *Streptococcus mutans* adhesion to the surfaces of samples, after 4 hours of incubation on four different high viscosity bulk fill composite materials (X-tra fil Bulk fill composite, Tetric EvoCeram bulk fill composite, SonicFill bulk fill composite, Filtek Bulk fill Posterior Restorative composite) after finishing and polishing procedures. These four different high viscosity bulk fill composite were used in our study, while conventional nanohibrid composite (Tetric N-Ceram) was used as positive control. In order to prepare the samples, teflon molds were used with a diameter of 6.0 mm and a height of 4 mm. Glass (cover glass) was used as negative control group. 10 samples were prepared for each group; adding up to total number of 60 samples. Prepared samples were polished by aliminum oxide coated abrasive discs (Sof-Lex, 3M ESPE). After polishing surface roughness of all the samples was measured by profilometer (Surftest SJ-301Mitutoyo, Japan). For two hours, samples were covered by artificial saliva which includes mucin for the formation of pellicle. Subsequently, suspension of *S. mutans* was added to cover the samples and left for incubation for four hours. At last, colonies of *S. mutans* bacteria were counted. For analyzing data statistically regarding surface roughness Kruskal wallis test was applied, whereas amount of adhesion of bacteria was tested statistically by One-Way ANOVA. Spearman Correlation test was used in order to determine whether there is a correlation between bacterial adhesion and surface roughness. With this study, statistically significant differences were found among groups in terms of surface roughness and *S. mutans* adhesion. X-tra fil Bulk fill composite group showed the highest surface roughness and *S. mutans* adhesion values whereas the negative control group; glass presented the lowest surface roughness and *S. mutans* adhesion values. In all of the bulk fill composite groups, experimental groups, surface roughness and *S. mutans* adhesion values were higher than the conventional nanohibrid composite group, positive control group. In this study, among all the groups there was a statistically significant and linear positive correlation between the surface roughness and *S. mutans* adhesion. With these findings, we might conclude that with the increase in surface roughness of bulk fill composite materials adhesion of *S. mutans* increases.

Scince Code : 1015

Key Words : adhesion of bacteria, bulk fill composites, surface roughness, *S. mutans*

Page Number : 75

Supervisor : Prof.Dr Necmi GÖKAY

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince tüm bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak bana her zaman yol gösteren, hiçbir zaman yardım ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Necmi Gökay'a,

Tez izleme komitesinde bulunan, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, deneylerimin her aşamasında yanımda olan değerli hocam Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Gülçin Akca'ya,

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle bana her zaman yardımcı olan ve tezimi gerçekleştirmemde büyük emeği olan Yrd. Doç. Dr. İhsan Yıkılğan'a,

Gazi Üniversitesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı öğretim üyeleri, öğretim görevlileri, araştırma görevlisi ve doktora öğrencisi arkadaşlarıma,

Tezimin her aşamasında yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen değerli dostlarım Sinem Akgül, Fehime Alkan, Ahmet Hazar ve Özge Erdoğan'a,

Deneylerimdeki yardımları için Emre Akgül ve MOD Dental ekibine,

Tez çalışmamda desteklerini esirgemeyen Duran Odabaşoğlu'na,

Beni her konuda destekleyen ve bu günlere gelebilmem için büyük fedakarlıklarda bulunan babam Mahmut Öztürk'e, annem Funda Öztürk'e ve kardeşim Yonca Öztürk'e,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|--|--------------|
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT | v |
| TEŞEKKÜR | vi |
| İÇİNDEKİLER | vii |
| ÇİZELGELERİN LİSTESİ | ix |
| ŞEKİLLERİN LİSTESİ | x |
| RESİMLERİN LİSTESİ | xi |
| SİMGELER VE KISALTMALAR | xii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. GENEL BİLGİLER | 3 |
| 2.1. Kompozit Resinler | 3 |
| 2.1.1. Kompozit resinlerin yapısı | 3 |
| 2.1.2. Kompozit resinlerin polimerizasyonu | 5 |
| 2.1.3. Kompozit resinlerin sınıflandırılması | 8 |
| 2.2. Bulk Fill Kompozitler | 10 |
| 2.3. Çürük | 14 |
| 2.3.1. Sekonder çürük | 15 |
| 2.4. Bakteri Adezyonu | 16 |
| 2.4.1. Dental plak | 16 |
| 2.4.2. Dental plağın oluşumu ve aşamaları | 17 |
| 2.4.3. Bakteri adezyonunun moleküler mekanizması | 18 |
| 2.4.4. Diş çürüğünün mikrobiyolojisi | 19 |
| 2.5. <i>Streptococcus Mutans</i> | 20 |
| 2.6. Tükürük | 21 |

| | Sayfa |
|--|--------------|
| 2.6.1. Müsinler..... | 22 |
| 2.6.2. Yapay tükürük..... | 23 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM | 25 |
| 3.1. Örneklerin Hazırlanması..... | 25 |
| 3.2. Hazırlanan Örneklerle Bitirme ve Polisaj İşlemlerinin Uygulanması..... | 28 |
| 3.3. Örneklerin Yüzey Pürüzlülüklerinin Belirlenmesi..... | 29 |
| 3.4. Örneklerle Bakteri Adezyonunun Sağlanması..... | 30 |
| 3.4.1. Örneklerin üzerinde pelikül oluşumu için yapay tükürük hazırlanması | 30 |
| 3.4.2. Bakteriyel süspansiyon için kullanılacak karışımların hazırlanması | 30 |
| 3.4.3. PBS (fosfat tamponlu tuz) hazırlanması | 31 |
| 3.4.4. Bakteri süspansiyonunun elde edilmesi | 31 |
| 3.4.5. Örneklerle <i>S. mutans</i> adezyonunun sağlanması | 32 |
| 3.5. Örneklerle Tutunan Bakteri Sayısının Belirlenmesi..... | 33 |
| 3.6. İstatistiksel Analiz | 34 |
| 4. BULGULAR | 35 |
| 4.1.Yüzey Pürüzlülük Değerleri | 35 |
| 4.2. Örneklerle Tutunan <i>Streptococcus mutans</i> Miktarları..... | 37 |
| 4.3. Yüzey Pürüzlülüğü ve <i>Streptococcus mutans</i> Adezyonunun Karşılaştırılması | 40 |
| 5. TARTIŞMA | 41 |
| 6. SONUÇLAR | 57 |
| KAYNAKLAR | 59 |
| ÖZGEÇMİŞ | 75 |

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

| Çizelge | Sayfa |
|---|--------------|
| Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller, üretici firmalar ve içerikleri..... | 26 |
| Çizelge 3.2. Üretici firmaların önerdiği polimerizasyon için gereken ışık kaynağının gücü ve ışık uygulama süresi..... | 28 |
| Çizelge 4.1. Grupların yüzey pürüzlülük değerleri | 35 |
| Çizelge 4.2. Grupların pürüzlülük değerlerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması | 36 |
| Çizelge 4.3. Örneklere tutunan <i>S. mutans</i> miktarları..... | 37 |
| Çizelge 4.4. Gruplara göre yüzeye tutunan <i>S. mutans</i> sayısına ilişkin tanımlayıcı istatistikler | 38 |
| Çizelge 4.5. Gruplara göre logaritmik dönüşüm sonrası yüzeye tutunan <i>S. mutans</i> sayıları | 39 |
| Çizelge 4.6. Yüzey pürüzlülüğü ile <i>S. mutans</i> adezyonu arasındaki korelasyon katsayısı ve önemlilik düzeyleri | 40 |

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

| Şekil | Sayfa |
|---|-------|
| Şekil 2.1. Kompozit rezinlerin ana bileşenleri | 4 |
| Şekil 2.2. Polimerizasyon sürecinin zincirleme reaksiyonları..... | 7 |
| Şekil 2.3. Kompozit rezin içerisindeki çeşitli büyüklükteki inorganik doldurucular | 9 |
| Şekil 4.1. Deney gruplarının yüzey pürüzlülüğü ortalama değerleri..... | 35 |
| Şekil 4.2. Deney gruplarına tutunan <i>S. mutans</i> sayısının logaritmik ortalama değerleri..... | 38 |
| Şekil 4.3. Yüzey pürüzlülüğü ve <i>S. mutans</i> adezyonu arasındaki korelasyon | 40 |

RESİMLERİN LİSTESİ

| Resim | Sayfa |
|---|--------------|
| Resim 3.1. Teflon kalıp | 25 |
| Resim 3.2. Örneklerin hazırlanması | 28 |
| Resim 3.3. Sof-Lex cila diskleri | 29 |
| Resim 3.4. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için kullanılan profilometre cihazı | 29 |
| Resim 3.5. Etüv cihazı..... | 32 |
| Resim 3.6. Pelikül oluşması için petri kaplarında bekletilen örnekler | 33 |
| Resim 3.7. Hücre kültür plaklarındaki örneklerin üzerine <i>S. mutans</i> süspansiyonunun eklenmesi | 33 |
| Resim 3.8. Vortex cihazı..... | 33 |
| Resim 3.9. Gruplara göre besiyerinde üreyen <i>S. mutans</i> görüntüleri | 34 |

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

| Simgeler | Açıklamalar |
|--------------------|---|
| % | Yüzde |
| °C | Santigrat derece |
| µl | Mikrolitre |
| µm | Mikrometre |
| gr | Gram |
| l | Litre |
| mg | Miligram |
| ml | Mililitre |
| mm | Milimetre |
| mm ² | Milimetrekare |
| mW/cm ² | Miliwatt/Santimetrekare |
| n | Örnek sayısı |
| nm | Nanometre |
| p | İstatistiksel anlamlılık değeri |
| pH | Power of hydrogen |
| Ra | Aritmetik ortalama pürüzlülük |
| Rz | Maksimum pürüzlülük değeri |
| sn | Saniye |
| UV | Ultraviyole |
| Kısaltmalar | Açıklamalar |
| AFM | Atomic force microscopy |
| Al | Alüminyum |
| ATCC | Kalite Kontrol Suşları (American Type Culture Collection) |
| AUDMA | Aromatic dimethacrylate |

| Kısaltmalar | Açıklamalar |
|---|--|
| Ba | Baryum |
| Bis-EMA | Ethoxylated bisphenol-A dimethacrylate |
| Bis-GMA | Bisfenol A Glisidilmetakrilat |
| C | Karbon |
| C faktör | Konfigürasyon faktörü |
| CaCl₂ | Kalsiyum Klorür |
| CFU | Colony Forming Unit |
| CH₃COOK | Potasyum Asetat |
| CO₂ | Karbondiyoksit |
| DDDMA | 1, 12-dodecane-DMA |
| DNA | Deoksiribo Nükleik asit |
| EBPDMA | Ethoxylated bisphenol-A-dimethacrylate |
| EGDMA | Ethylene glycol dimethylacrylate |
| F-ATPase | F-type ATP synthase |
| H₃PO₄ | Fosforik Asit |
| Ig | Immünoglobulin |
| K₃PO₄(3H₂O) | Tripotasyom Fosfat |
| KCl | Potasyumklorür |
| KH₂PO₄ | Monopotasyum Fosfat |
| LED | Light emitting diode |
| log | logaritma |
| MgCl₂(6H₂O) | Magnezyum Klorür Hekzahidrat |
| MS | Mutans Streptococci |
| Na₂HPO₄ | Disodyum Hidrojen Fosfat |
| NaCl | Sodyum Klorür |
| O | Oksijen |
| OD | Optik dansite |
| OH⁻ | Hidroksil |
| PBS | Fosfat tamponlu tuz |
| QTH | Quartz tungsten halojen |

| Kısaltmalar | Açıklamalar |
|------------------------|-------------------------------|
| R | Serbest radikal |
| S | Streptococcus |
| SEM | Scanning electron microscope |
| Si | Silisyum |
| SiO₂ | Silisyumdioksit |
| Std | Standart |
| TEGDMA | Trietilen glikol dimetakrilat |
| TSA | Tryptic Soy Agar |
| TSB | Tryptic Soy Broth |
| UDMA | Uretan dimetakrilat |

1. GİRİŞ

Dental materyallerin ve tekniklerin gelişmesi ile diş çürükleri, kırılmalar, aşınmalar ve konjenital defektleri estetik olarak restore edebilmesi nedeniyle hastalar ve diş hekimleri tarafından kompozitler tercih edilen materyaller haline gelmiştir (Kwon, Ferracane ve Lee, 2012).

Işıklı sertleşen kompozitlerin kullanımı posterior dişler gibi strese maruz kalan bölgelerde gittikçe artmaktadır (Garoushi, Säilynoja, Vallittu ve Lassilaa, 2013; Manhart, Kunzelmann, Chen ve Hickel, 2000). Tabakalama tekniği, ışıkla sertleşen kompozit restorasyonların yapılmasında uzun süreden beri kullanılan bir teknik haline gelmiştir. Kompozit tabakalar 2 milimetrelik kalınlıkları geçmeyecek şekilde uygulanarak aşamalı olarak polimerize edilmekte ve bu sayede yeterli polimerizasyon, minimum polimerizasyon büzülmesi ve stres oluşumu amaçlanmaktadır. (Tarle, Attin, Marovic, Andermatt, Ristic ve Tauböck, 2014).

Kompozit materyallerin üretim tekniklerindeki gelişmeler ile bulk fill rezin bazlı kompozit materyaller piyasaya tanıtılmıştır. Bulk fill kompozitler posterior bölgede tek tabaka halinde uygulanabilmekte ve klinisyene uygulamada kolay kullanım imkanı sunmaktadır (Bucuta ve İlie, 2014). Özellikle derin ve geniş kavitelerin restorasyonu sırasında tabakalama yöntemine göre daha az klinik zaman harcanır (Benetti, Havndrup-Pedersen, Honore, Pedersen ve Pallesen, 2015).

Bulk fill kompozitlerin kimyasal içeriğinde yapılan değişiklikler sonucunda, geleneksel kompozitlere göre polimerizasyon büzülmesinin yol açtığı stres azalmış ve materyalin ışığı geçirebilme özelliği artmıştır (İlie, Bucuta ve Draenert, 2013; R.J. Kim, Y.J. Kim, Choi ve Lee, 2015). Bulk fill kompozitler, geleneksel kompozitlere göre daha kalın uygulanabilmekte ve polimerizasyon süresi daha az olabilmektedir (Czasch ve İlie, 2013).

Oral kavitede, bütün yüzeyler temizlendikten hemen sonra dakikalar içerisinde kazanılmış pelikül ile kaplanır (Rosentritt, Hahnel, Gröger, Mühlfriedel, Bürgers ve Handel, 2007).

Pelikül ile kaplanan diş bakteriler yerleşerek oral biyofilmi oluştururlar (Meier, Hauser-Gerspach, Lüthy ve Meyer, 2008).

Biyofilm ağız içerisinde; diş yüzeyleri, yumuşak dokular ve dental materyaller olmak üzere bütün yüzeyleri kaplar (Auschill, Arweiler, Brex, Reich, Sculean ve Netuschil, 2002). Bakterilerin, diş yüzeyi ve restoratif materyalin çevresinde birikimi mine ve dentinde demineralizasyona ve sekonder çürük oluşumuna neden olmaktadır (Montanaro, Campoccia, Rizzi, Donati, Breschi, Prati ve Arciola, 2003). *Streptococcus mutans*, oral biyofilimde bulunan, diş çürüğünün başlamasından ve ilerlemesinden sorumlu olan başlıca mikroorganizmalardan biridir (Bürgers, Eidt, Frankenberger, Rosentritt, Schweikl, Handel ve Hahnel, 2009).

Kompozit materyal yüzeyinde biyofilm oluşumu çeşitli faktörlere bağlıdır. Kompozitin yüzey pürüzlülüğü, kompozitin yüzeyine uygulanan bitirme ve polisaj işlemleri ve kompozitin kimyasal içeriği biyofilm oluşumunu etkileyen faktörlerdendir (Brambilla ve diğerleri, 2005; Carlen, Nikdel, Wennerberg, Holmberg ve Olsson, 2001; Konishi ve diğerleri 2003; Pandit, Kim, Lee ve Jeon, 2011; Pereira, Eskelson, Cavalli, Liporoni, Jorge, do Rego, 2011) .

Bu nedenle araştırmamızda; farklı firmaların ürettiği yüksek viskoziteli bulk fill kompozitlere, polisaj işleminin ardından, *Streptococcus mutans* adezyonunun *in vitro* koşullarda karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

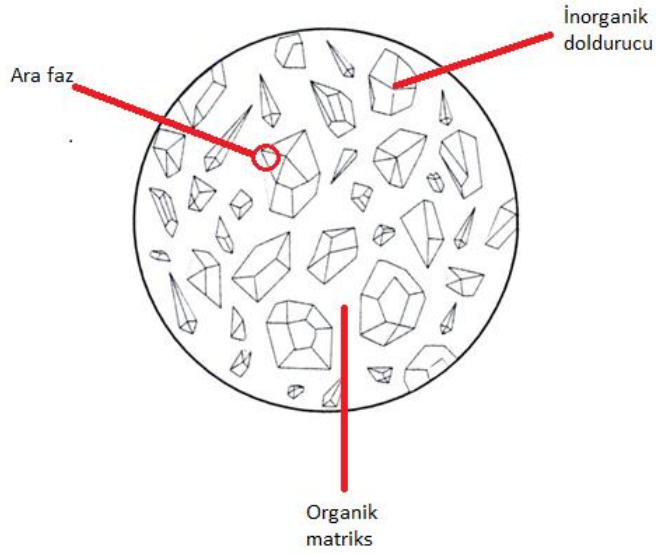
2.1. Kompozit Rezinler

Kompozit restorasyonlar ve adeziv teknikler modern diş hekimliğinin önemli bir konusudur. Kompozitlerin; içerik ve üretim teknolojisindeki gelişmeler, adeziv uygulama aşamalarının basitleştirilmesi, hastaların yüksek estetik beklenti içinde olmaları ve amalgamdaki civa toksisitesi nedeniyle klinik kullanımları gittikçe artmaktadır (Yap ve Mok, 2002).

Kompozit kelimesi terminolojik olarak, iki ya da daha fazla bileşenden oluşan materyal anlamına gelmektedir (Fortin ve Vargas, 2000). Kompozit materyalinin amacı, onu oluşturan maddelerin özelliklerini harmanlayıp ara özellikte bir malzeme oluşturmak ve her birimin en iyi yanından ve avantajından fayda sağlamaktır (Roberson, Heymann ve Swift, 2011: 140). Maddeler bilgisi yönünden kompozit terimi; birbiri içerisinde erimeyen iki ayrı kimyasal maddenin makroskobik düzeyde birbiri içinde dağılması, karışması veya birlikte bulunmasıdır. Kompozit dolgular, biri organik faz, diğeri de inorganik faz olmak üzere başlıca iki ayrı materyalin birbiri içindeki dağılması ile oluşur (Cengiz, 1990: 188-189).

2.1.1. Kompozit rezinlerin yapısı

Kompozit materyaller; organik polimer matris faz, inorganik faz ve ara fazdan oluşur (Dayangaç, 2000: 2). Şekil 2.1'de kompozit rezinlerin ana bileşenleri gösterilmiştir (Albers, 2002: 111).



Şekil 2.1. Kompozit rezinlerin ana bileşenleri

Organik faz: Dental kompozitlerin organik fazı Bis-GMA, UDMA, TEGDMA gibi aromatik veya alifatik dimetakrilat monomerlerinin karışımından oluşmaktadır (Anusavice, 2003: 402).

Bis-GMA: Bisfenol A ile glisidil metakrilatın birleşmesi sonucu oluşan bifonksiyonel aromatik bir biglisidil metakrilattır (Bayne, 2005; Summitt, Robbins, Hilton ve Schwartz, 2006: 261). Bisfenol A glisidil dimetakrilat (Bis-GMA), hidroksil gruptan (-OH) oluşan güçlü intramoleküler hidrojen bağları içermesi ve yapısındaki katı aromatik çekirdekten dolayı, en visköz ve en az esneklik gösteren monomer olarak kabul edilir (Khatri, Stansbury, Schultheisz ve Antonucci, 2003). Bifonksiyonel bir monomer olan Bis-GMA; yüksek reaktiviteye ve moleküler ağırlığa sahiptir. Düşük polimerizasyon büzülmesi gösterir ve çapraz bağlara sahip üç boyutlu bir rezin ağ üretir (Feilzer ve Dauvillier, 2003). Bis-GMA monomerinin birçok avantajı olmasına rağmen, visköz olduğu için seyreltici monomer ilave edilmesi gerektirmesi, hidroksil grupları içerdiği için yüksek su emilimi göstermesi ve saf olarak elde edilmesinin zorluğu dezavantajları arasında gösterilebilir (Parker ve Braden, 1989).

UDMA: Son yıllarda iyi adezyon sağlayan ve renk değişimine daha dirençli olan üretan dimetakrilat (UDMA) polimer matriks olarak kullanılmaktadır (Dayangaç, 2000: 2). Yapısında bulunan imino ve karbonil grupların arasındaki intramoleküler hidrojen bağlarından dolayı UDMA monomeri de visköz yapıdadır (Khatri ve diğerleri, 2003). Bu

monomerin molekül ağırlığı hemen hemen Bis-GMA'nın molekül ağırlığı ile eşittir, ancak Bis-GMA'ya göre daha az visközdür (Peutzfeldt, 1997). Bis-GMA'dan daha az viskozite göstermesinin sebebi hidroksil grubuna göre daha zayıf hidrojen bağı oluşturan imino grubunu içermesidir (Khatri ve diğerleri, 2003). Esneklik ve dayanıklılık gösteren UDMA rezininin fiziksel ve mekanik özellikleri, Bis-GMA'ya göre daha iyidir (Nicolae, Shelton, Cooper, Martin ve Palin, 2014). Monomerin imino grubu içermesi, zincir transfer reaksiyonları ile polimerizasyonun devamlılığı için alternatif bir yol sağlamış olur. Bu reaksiyonlar, matriks ağdaki serbest radikallerin hareketliliğinin artmasına bağlı olarak, UDMA monomerinin polimerizasyon ve monomer dönüşüm derecesinin artması ile sonuçlanır (Sideridou, Tserki ve Papanastasiou, 2002).

TEGDMA: Özellikle Bis-GMA monomeri olmak üzere, monomerlerin viskozitesi oldukça fazladır (Sakaguchi ve Powers, 2012: 164). Visköz yapıdaki rezinleri seyreltmek ve kompozit materyalin viskozitesini kontrol etmek amacıyla düşük viskoziteye sahip olan trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA) matrikse ilave edilmektedir (Hickell, Dasch, Janda, Tyas ve Anusavice, 1998). Fakat kompozitin TEGDMA ile seyreltilmesi sonucunda su emilimi ve polimerizasyon büzülmesinin arttığı gözlenmiştir (Kalachandra ve Kusy, 1991).

İnorganik faz: Kompozit rezinler içerisindeki inorganik yapıyı; çeşitli şekil ve büyüklükteki kuartz, borosilikat cam, lityum alüminyum silikat, stronsiyum, baryum, çinko, yitrium cam ve baryum alüminyum silikat gibi doldurucu partiküller oluşturur (Dayangaç, 2000: 2).

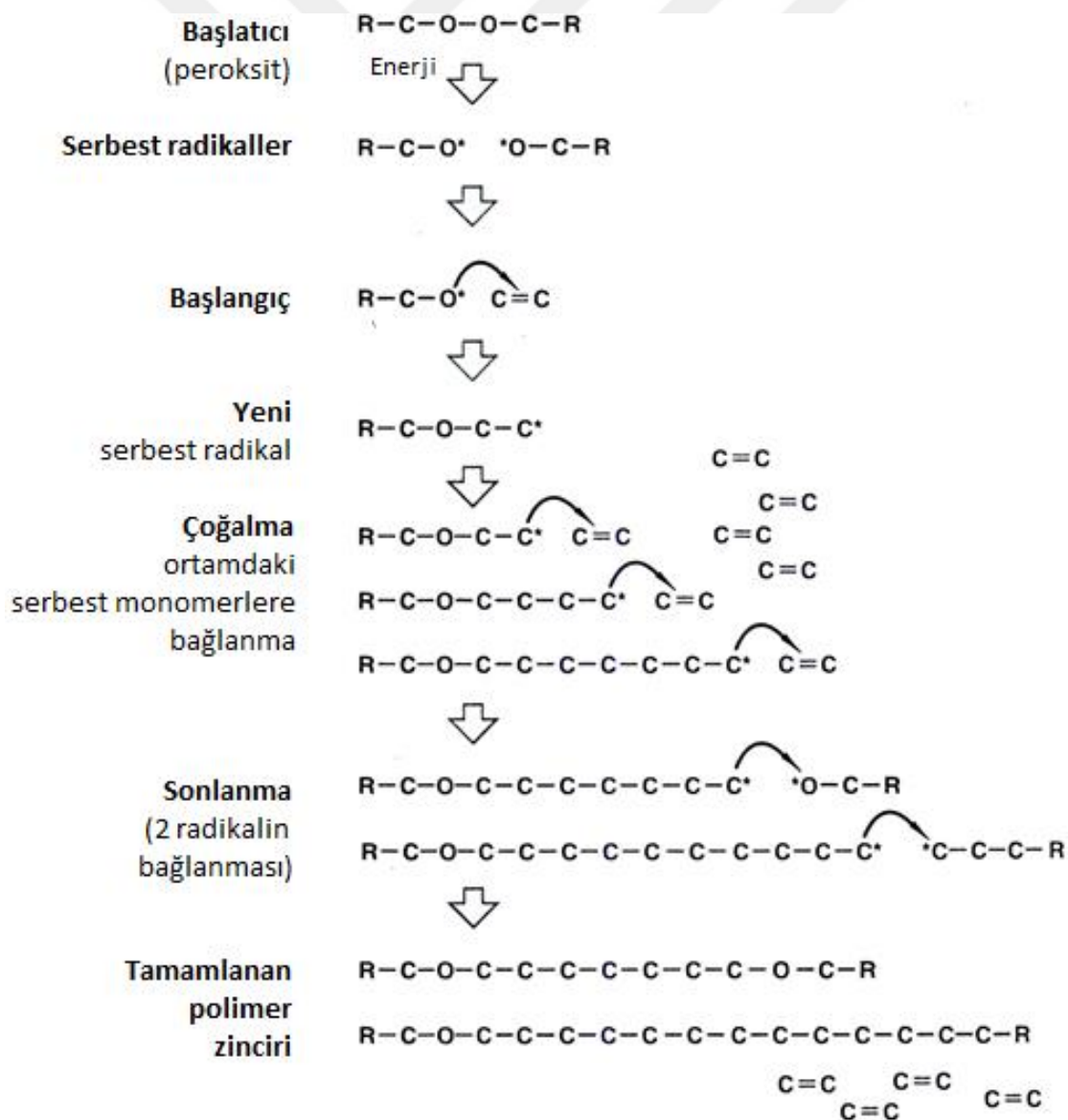
Ara faz: Doldurucu partiküllerin rezin matrikse bağlanması önemlidir ve kompozit materyalin bu iki fazının bağlanması ara faz ile sağlanmaktadır (Anusavice, 2003: 406). Bağlanmayı sağlayan bu yapıya silan ya da organosilan adı verilmektedir (Anusavice, 2003: 406; Müller, Olsson ve Söderholm, 1997).

2.1.2. Kompozit rezinlerin polimerizasyonu

Polimerler; monomer adı verilen küçük yapıların birbirleri ile bağlanması sonucu oluşan büyük moleküllerdir. Monomerlerin bir araya gelip polimer formuna dönüşmesi işlemine ise polimerizasyon adı verilmektedir (Peutzfeldt, 1997). Polimerizasyon sırasında dört farklı reaksiyon meydana gelir. Bunlar; aktivasyon, başlangıç, çoğalma ve sonlandırma

reaksiyonlarıdır. Aktivasyon işleminde, polimerizasyonu başlatacak serbest radikaller oluşur. Başlangıç safhasında, serbest radikaller monomerlerle reaksiyona girerek polimer zinciri meydana gelir. Çoğalma evresinde, zincire yeni monomerler katılır. Sonlandırma reaksiyonunda ise, ortamdaki monomer miktarının azalması gibi nedenler ile reaksiyon tamamlanır (Kwon, Bagheri, Kim Y., Kim K. ve Burrow, 2012).

Polimerizasyonun kimyasal olarak başlama süreci, serbest radikal oluşması ve eşleşmemiş elektronların bu serbest radikaller ile bileşen oluşturması ile gerçekleşir. Oluşan serbest radikal, rezin monomer içerisindeki karbon çift bağı ile karşılaştığında, çift bağı içerisindeki elektronlardan biri ile bağlanarak bu monomeri de serbest radikale dönüştürür. Reaksiyon bu şekilde devam eder (Şekil 2.2.) (Albers, 2002: 86-87).



Şekil 2.2. Polimerizasyon sürecinin zincirleme reaksiyonları

Serbest radikal oluşumu dört farklı yolla olur. Isıyla aktive olan sistemde benzoil-peroksit ısı uygulanması ile beraber, ayrışmakta ve serbest radikale dönüşmektedir. Kimyasal olarak aktive olan sistemde tersiyer amin, benzoil-peroksidi serbest radikale dönüştürmek için ayrıştırmaktadır. Ultraviyole ışıkla aktive olan sistemde, tersiyer amine gerek duyulmaksızın 365 nm dalga boyundaki ışık kaynağı benzoin metil eteri serbest radikale dönüştürür. Işıkla aktive olan sistemde ise, 468 nm dalga boyundaki ışık kaynağı kamforokinon ve tersiyer aminin reaksiyonunu başlatır. Kamforokinon ve tersiyer amin birlikte serbest radikallerin oluşmasını sağlar (Albers, 2002: 87).

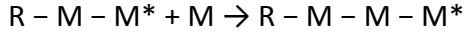
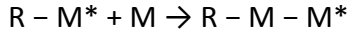
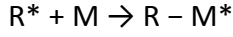
Serbest radikallerin meydana gelmesi için aktivasyon ışık veya kimyasal yolla olur. Bu nedenle kompozitler aktivasyon tiplerine göre; kimyasal olarak, ışık ile ya da hem kimyasal hem ışık ile (dual) polimerize olan kompozitler şeklinde sınıflandırılır (Dayangaç, 2000: 15-19).

Işıkla polimerize olan kompozitler içerisinde poröziteden kaynaklı problemler oluşmaz ve hekime daha kontrollü bir çalışma zamanı sağlanmış olur (Anusavice, 2003: 410). Bu tür rezinler tek pat sisteminde üretilmişlerdir (Dayangaç, 2000: 17; Sakaguchi ve Powers, 2012: 174). 1971'de Dart ve Nemcek tarafından görünür ışık ile polimerizasyonu başlatan bir sistem üretilmiştir. Burada başlatıcı alfa -1,2 diketon/alifatik tersiyer amindir (örneğin; kamforokinon). Işıkla polimerize olan kompozitler, hekim ve hasta için daha konforludur ve kimyasal olarak polimerize olan kompozitlere göre daha fazla polimerizasyon derinliğine sahiptir. Dolayısıyla günümüzde dental restoratif sistemlerin çoğu kamforokinon/amin bileşiğinde başlatıcılar içeren görünür ışık ile polimerize olan tek patlı sistemlerdir (Ikemura, Ichizawa, Yoshida, Ito ve Endo, 2008).

Kompozit rezinlerde polimerizasyon, ilave polimerizasyon ve kondansasyon polimerizasyonu şeklinde meydana gelir (McCabe ve Walls, 2008: 101).

İlave Polimerizasyon: Bu tip polimerizasyonda, monomerler zincir reaksiyonu ile birleşerek polimerleri oluştururlar. İki molekülün birleşerek, üçüncü daha büyük bir molekül oluşturması şeklinde tanımlanabilir (Anusavice, 2003: 155; McCabe ve Walls, 2008: 101).

İlave polimerizasyonda, reaktif gruplar monomer ile bir araya gelerek daha büyük reaktif gruplar oluşturur. Bu sayede yeni bir reaksiyona katılarak yapıyı büyütebilirler. Örnek olarak;



şeklinde büyümeye ve reaksiyona devam edebilirler. Bu örnekte R harfi reaktif grubu, M harfi ise monomeri ifade eder (McCabe ve Walls, 2008: 101). Bu reaksiyonlarda yan ürün oluşmaz. Bu polimerizasyon türünde yapının içeriğinde bir değişiklik olmaz. Monomerler bir araya gelerek makromolekülleri oluşturur (Anusavice, 2003: 155).

Kondansasyon Polimerizasyonu: İki ya da daha fazla molekülün kimyasal reaksiyon sonucu daha büyük bir molekül oluşturmasıdır. Bu polimerizasyon sonucu su, alkol, amonyak veya asit gibi yan ürünler oluşur (Anusavice, 2003: 155; McCabe ve Walls, 2008: 104; Sakaguchi ve Powers, 2012: 171-173).

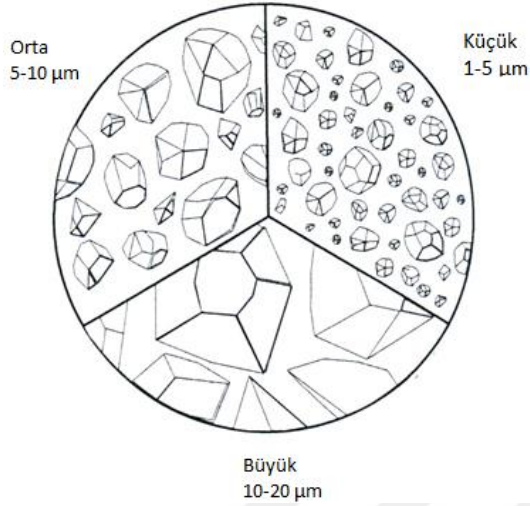
Kompozitlerin çoğu için polimerizasyon reaksiyonun başlaması için görünür mavi ışık ortalama 420-470 nanometre dalga boyundadır. Dalga boyu, rezinin içindeki foto-başlatıcıya göre değişiklik gösterir (Albers, 2002: 100; Roberson ve diğerleri, 2011: 205). Tek pat halindeki kompozitlerde ışık emici olarak kamforokinon ve hızlandırıcı olarak da alifatik amin bulunmaktadır (Dayangaç, 2000:17).

Işık ile polimerizasyon için kullanılan cihazlar çok fazla çeşitlilik göstermektedir. Günümüzde en çok kullanılan sistemler kuartz tungsten halojen cihazları (QTH), plazma ark cihazları, ışık yayan diyotlar (LED lambalar) ve lazerlerdir (Roberson ve diğerleri, 2011: 205; Anusavice, 2003: 411-412).

2.1.3. Kompozit rezinlerin sınıflandırılması

Kompozitler, doldurucu partiküllerinin büyüklüğüne, polimerizasyon yöntemlerine ve viskozitelerine göre sınıflandırılır. Günümüzde geçerliliğini koruyan Lutz ve Philips

tarafından önerilen, inorganik doldurucu partiküllerin büyüklüğü ve miktarı esas alınarak yapılan sınıflandırmadır (Bayne, Heymann and Swift, 1994; Dayangaç, 2000: 9-10; Lutz ve Phillips, 1983; Willems, Lambrechts, Braem, Celis ve Vanherle, 1992). Çeşitli büyüklükte inorganik doldurucu içeren kompozit türlerine örnek Şekil 2.3'de gösterilmiştir (Albers, 2002: 112).



Şekil 2.3. Kompozit rezin içerisindeki çeşitli büyüklükteki inorganik doldurucular

1. İnorganik doldurucu partikül büyüklük göre:

- Megafil (Megafill) 50-100 µm
- Makrofil (Macrofill) 10-100µm
- Midifil (Midifill) 1-10µm
- Minifil (Minifill) 0,1-1µm
- Mikrofil (Microfill) 0,01-0,1µm
- Hibrit (Hybrid) 0,04-1µm
- Nanofil (Nanofill) 0,005-0,01µm

2. Polimerizasyon yöntemlerine göre:

- Kimyasal olarak polimerize olan kompozitler
- Işık ile polimerize olan kompozitler
- Hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olan kompozitler

3. Viskozitelerine göre:

- Kondanse olabilen kompozit rezinler
- Akışkan kompozit rezinler olarak sınıflandırılır. (Dayangaç, 2000: 10).

2.2. Bulk Fill Kompozitler

Posterior dişlerin restorasyonunda, estetik beklentileri karşılamayan amalgamın yerine diş rengindeki rezin bazlı kompozitlerin kullanımı gittikçe artmaktadır. Kompozit materyallerin dişe başarılı bir şekilde uyum sağlayabilmesi için, kaviteye yerleştirilmesi ve adeziv aşamaları sırasında diş hekimleri oldukça özen göstermelidir; bundan dolayı rezin bazlı materyallerin işlem esnasında teknik hassasiyet gerektirdiği kabul edilir (Abbas, Fleming, Harrington, Shortall ve Burke, 2003). Restorasyon uygulamalarında, restoratif materyalin uygulanması basitleştirilmeye çalışılarak, tedavi süresinin azaltılmasına odaklanılmaktadır (İlie, Schöner, Bücher ve Hickel, 2014).

Tabakalama tekniği, kompozitlerin kaviteye yerleştirilmesinde uzun süreden beri uygulanmaktadır (El-Safty, Silikas ve Watts, 2012). Bu tekniğe göre kompozit tabakalar, 2 mm ya da daha az kalınlıkta kaviteye yerleştirilmesini takiben, ışık cihazı ile oklüzal yönden polimerize edilmektedir. Tabakalama işlemine, kavite kompozit materyal ile tamamen doldurulana kadar devam edilmektedir (Pilo, Oelgiesser ve Cardash, 1999).

Tabakalama tekniğinin kullanılmasının nedeni; kaviteye daha az kalınlıkta kompozit tabakalar yerleştirilerek, rezin kalınlığının sınırlandırdığı ışık geçişinin daha iyi sağlanmasıdır (Lazarchik, Hammond, Sikes, Looney ve Rueggeberg, 2007). Bu uygulama ile yeterli ışık penetrasyonu ve polimerizasyon sağlanmış olur. Yeterli polimerizasyon sağlanması ile materyalin fiziksel özellikleri geliştirilmiş ve iyi bir marjinal adaptasyon sağlanmış olur (Kovarik ve Ergle, 1993; Lutz, Krejci ve Barbakow, 1991; Poskus, Placido ve Cardoso, 2004). Yeterli polimerizasyon sağlanamazsa monomer dönüşümü yeterli olmaz ve rezin materyal içerisinde artık monomer kalır. Artık monomer, kompozitin sitotoksitesini artırır (Sigusch, Pflaum, Völpel, Gretsche, Hoy, Watts ve Jandt, 2012). Ayrıca yetersiz polimerizasyon sonucu boşluk oluşumu, marjinal sızıntı, tekrarlayan

çürükler ve pulpanın etkilenmesi gibi istenmeyen sonuçlar ortaya çıkabilir (Garoushi ve diğerleri, 2013).

Tabakalama tekniği ile kompozitin kaviteye uygun bir şekilde yerleştirilmesi sonucu, polimerizasyon sırasında meydana gelen büzülme miktarının azaltılması sağlanabilmektedir (El-Safty ve diğerleri, 2012). Kompozitlerin polimerizasyonu sırasında polimerin ağ oluşumunda intermoleküler zayıf van der Waals bağlarının kısalarak kovalent bağlara dönüşmesi ile hacimsel olarak büzülme meydana gelir (Ferracane, 2005). Kompozitlerde görülen polimerizasyon büzülmesi oranının % 2-5 aralığında olduğu bildirilmiştir (Braga, Ballester ve Ferracane, 2005; Ellakwa, Cho ve Lee, 2007; Kleverlaan ve Feilzer, 2005; Lee, Cho, Son ve Um, 2005).

Polimerizasyon büzülmesinin yol açtığı stres materyalin iç yapısı ile birlikte, dentin adeziv arayüzünde de istenmeyen kuvvetlerin ortaya çıkmasına neden olabilir (Jang, Park ve Hwang, 2015). Büzülmenin yol açtığı stres; bağlanmanın bozulması, mine çatlakları, tüberküllerin hareket etmesi, dentin tübüllerindeki sıvının yer değiştirmesine bağlı post-operatif hassasiyet, ağrı, mikrosızıntı, kenar aralanması, kenar renklenmesi, restorasyon çevresinde beyaz çizgilerin oluşumu, sekonder çürükler, pulpanın irritasyonu ve hatta dişin kaybı gibi klinik probleme sebep olabilir (Abbas ve diğerleri, 2003; İlie ve Hickel, 2011; Jang ve diğerleri, 2015; Park, Chang, Ferracane ve Lee, 2008).

Polimerizasyon büzülmesinin yol açtığı stresi minimuma indirmek ve kompozitlerin mekanik özelliklerini arttırabilmek için tabakalama tekniği önerilmektedir (Kwon ve diğerleri, 2012; Park ve diğerleri, 2008). Bir restorasyonun polimerize olduktan sonra içinde kalan stres miktarı; restorasyonun bağlanan yüzeyinin, bağlanmayan yüzeyine oranı ile alakalıdır. Bu oran C-faktör veya konfigürasyon faktörü olarak adlandırılır (Feilzer, De Gee ve Davidson, 1987). Tabakalama tekniğinin uygulanması ile C faktör azalması sağlanabilmektedir (Furness, Tadros, Looney ve Rueggeberg, 2014; Kim ve diğerleri, 2015).

Oblik ya da horizontal olmak üzere farklı tabakalama teknikleri, kompozit restorasyonlar yapılırken diş hekimleri tarafından kullanılmaktadır. Büzülme stresini azaltmak için oblik

tabakalama tekniğinin mi yoksa horizontal tabakalama tekniğinin mi daha iyi sonuç verdiği araştırılmış ve iki teknik arasında önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir (Park ve diğerleri, 2008). Diğer bir çalışmada ise oblik tabakalamanın, horizontal tabakalama tekniğine göre daha az büzülme stresine yol açtığı bulunmuştur (Soares, Bicalho, Tantbirojn, ve Versluis, 2013).

Tabakalama tekniği ile yapılan restorasyonlarda; tabakalar arasında boşluk kalması, kontaminasyon oluşması, bağlanmanın tam olarak sağlanamaması, görüş alanı kısıtlı olan küçük kavitelere materyali yerleştirmenin güç olması, her bir tabakanın tek tek yerleştirilip polimerize edilmesi ile tedavi süresinin uzaması sistemin olumsuz yanları olarak düşünülmektedir (Abbas ve diğerleri, 2003).

Son yapılan çalışmalarda, restorasyonların daha az tabaka ile bitirilmesi önerilmekte; hatta kompozitin kaviteye kütle halinde, tek seferde yerleştirilmesinin daha başarılı olabileceği düşünülmektedir (El-Safty ve diğerleri, 2012). Sonlu eleman analizi kullanılarak, farklı tabakalama teknikleri ve kütleli tekniğin dişte meydana getirdiği deformasyonu inceleyen bir çalışmada, oblik tabakalama tekniğinin diş kompozit yapısı arasında en fazla stres oluşumuna neden olduğu bildirilmiştir (Versluis, Douglas, Cross ve Sakaguchi, 1996). Birden çok tabakanın ya da tek tabaka ile restorasyonun sebep olduğu tüberkül esnemesinin, tabakalama tekniği ile yapılan restorasyonlarda daha çok olduğu bildirilmiştir (Abbas ve diğerleri, 2003).

Üretici firmalar tarafından, bulk fill adı altında yeni bir kompozit türü piyasaya sürülmüştür. Üreticiler bu materyalin; polimerizasyon süresinde uzama olmaksızın kaviteye 4 mm'lik tabakalar halinde uygulanabileceğini, polimerizasyon büzülmesinden kaynaklanan stresi yeterli miktarda azalttığını ve yeterli derinlikte polimerizasyon sağlayabildiğini bildirmişlerdir (Bucuta ve İlie, 2014; Par, Gamulin, Marovic, Klaric ve Tarle, 2015). Bulk fill kompozitlerde; makrofil doldurucu kullanımı ile materyalin translusentliğinin arttırılması, daha düşük elastik modüle sahip partiküllerin kullanılması, rezin matriksin içeriğinin modifiye edilmesi ya da farklı foto-başlatıcıların kullanılması gibi stratejiler ile bu üstünlüklerin sağlanabildiği açıklanmıştır (Par ve diğerleri, 2015). Böylece tedavi süresi azalmış, restorasyon prosedürü basitleşmiş olur; diş

hekimleri ve hastalar için daha konforlu bir tedavi süreci elde edilmektedir (Benetti ve diğerleri, 2015; El-Safty ve diğerleri, 2012).

Geleneksel kompozitlerde mekanik özellikleri iyileştirmek için doldurucu oranı arttırılıp, estetiği arttırmak için doldurucu büyüklüğü azaltılırken; bulk fill kompozitler daha düşük oranda fakat daha büyük doldurucular içermektedir (Bucuta ve İlie 2014). Doldurucu miktarının azaltılması ile materyalin translüsentliği artar (İlie ve diğerleri, 2013). Doldurucuların büyüklüğünün artması ile total doldurucu-rezin matriks arayüzü oranı azalmış olur. Böylece ışığın materyalin içerisinde saçılması azalır ve mavi ışığın materyalin derinliklerine kadar ulaşmasına olanak sağlanır (İlie ve Stark, 2014).

Bazı bulk fill kompozitlerde, monomer yapısındaki farklılıklar ile bu üstünlükler sağlanır. Üretici firmalar, Bowen'in tanımlamış olduğu Bis-GMA formülünü modifiye ederek daha düşük viskoziteye sahip monomerler elde etmişlerdir. Bu modifikasyon hidroksil grubu içermeyen Bis-GMA, alifatik ürethan dimetakrilat, kısmen aromatik ürethan dimetakrilat ya da yüksek derecede dallı metakrilatların birleşimi ile gerçekleşir. Monomerdeki ve organik matriksteki bu değişikliğin, polimerizasyon büzülmesinin yol açtığı stresi % 70 oranında azalttığı gösterilmiştir (Garcia, Yaman, Dennison ve Neiva, 2014).

Polimerizasyon derinliğini arttırmak için bir diğer strateji de, bir bulk fill çeşidinde (Tetric Evo Ceram Bulk Fill) kullanılan farklı bir foto-başlatıcıdır. Bu materyale, kamforokinon/amin başlatıcı sistemin yanı sıra, germanyum bazlı başlatıcı olan İvocerin ilave edilmiştir. 400 ve 450 nm dalga boyu aralığındaki ışıkta kamforokinona göre daha çok ışık absorbe edebilmesi ve reaksiyon başlatıcı olarak amine ihtiyaç duyulmaması sayesinde bu yeni polimerizasyon başlatıcının kamforokinondan daha fazla foto-polimerizasyon aktivitesine sahip olduğu düşünülmektedir. Kamforokinon/amin sistemi sadece bir tane radikalın polimerizasyonunu sağlarken, Ivocerin'in foto-aktivasyonu sayesinde en az iki radikalın polimerizasyonu başlamış olur (İlie ve Stark, 2014; Jang ve diğerleri, 2015).

Viskozitelerine göre bulk fill kompozitler ikiye ayrılmaktadır; düşük viskoziteye sahip bulk fill kompozitler (akışkan bulk fill kompozitler) ve yüksek viskoziteye sahip olan bulk fill kompozitler. Piyasaya ilk çıkan bulk fill kompozitler akışkan kompozitler (SDR ve Venus

Bulk Fill) olarak üretilse de, günümüzde yüksek viskoziteye sahip birçok bulk fill kompozit piyasaya sürülmüştür (Bucuta ve İlie, 2014). Yüksek viskoziteli bulk fill kompozitler aşınmaya daha dayanıklıdır ve yüksek oranda inorganik doldurucu içerir. Düşük viskoziteli bulk fill kompozitler özellikle düzensiz yüzeylerde kavite duvarlarına daha iyi adaptasyon sağlar fakat daha düşük oranda doldurucu içermelerinden dolayı zayıf mekanik özellik gösterirler (Kim ve diğerleri, 2015). Zayıf mekanik özellik göstermelerinden dolayı düşük viskoziteye sahip bulk fill kompozitler ile yapılan restorasyonların bitimi yüksek viskoziteli geleneksel ya da bulk fill kompozitler ile yapılmalıdır. Bu yüzden düşük viskoziteli bulk fill kompozitler tabakalama tekniği gerektirmeyen bu dolgu materyallerinin hızlı restorasyon yapabilme avantajını sınırlandırmaktadır (İlie ve diğerleri, 2014). Yüksek viskoziteli bulk fill kompozitlerin üzerinin ayrıca kompozit tabakası ile kapatılmasına gerek yoktur. Bundan dolayı tek aşamalı bulk fill materyaller olarak uygulanabilirler (Tarle ve diğerleri, 2014).

Yüksek viskoziteli kompozitlerden biri (SonicFill) sonik aktivasyona sahiptir. Sonik enerji viskozitenin düşmesini sağlar, materyal akışkan kompozit gibi uygulanarak kavite duvarlarına iyi adaptasyon gösterir. Sonik enerji durdurulduğunda ise kompozit daha visköz hale geçer ve restorasyonun şekillendirilmesine olanak sağlar (Agarwal, Hiremath, Agarwal, Garg ve Hiremath, 2015).

2.3. Çürük

Diş çürüğü; mikroorganizmaların şeker içeren besinlerde bulunan monosakkarit ve disakkaritleri fermante etmesi sonucu oluşan asidik yan ürünlerin neden olduğu, kalsifiye dokuların yıkımı ve lokalize çözünmesi ile sonuçlanan multifaktöriyel, kronik ve enfeksiyöz bir hastalıktır (Nguyen ve Martin, 2008, Roberson ve diğerleri, 2011: 68).

Diş çürüğünün multifaktöriyel bir hastalık olduğu bilinmektedir. Buna göre çürük oluşabilmesi için; konak, karyojenik mikroorganizmalar, diyet ve zaman olmak üzere dört ana faktörün bir arada bulunması gerektiği kabul edilmiştir (Bowden, 2000; Reich, Lussi ve Newbrun, 1999). Diş çürüğünün oluşumunda; tükürük, vücut savunma sistemi, genetik ve kültürel faktörler, immunolojik, davranışsal ve çevresel faktörler, sosyo-ekonomik durum,

eğitim seviyesi ve florid kullanımı gibi birçok faktörün de rol oynadığı bildirilmiştir (Bowden, 2000; Reich ve diğerleri, 1999; Tauger-Decker ve van Loveren, 2003).

Diş çürüğü, dişin mineral yapısı ile oral mikrobiyal biyofilm arasındaki fizyolojik dengenin bozulması sonucunda gerçekleşir (Selwitz, Ismail ve Pitts, 2007). Dişin yüzeyindeki dental biyofilmde bulunan bakterilerin ağız içerisindeki karbonhidratları fermente etmesi sonucu yan ürün olarak laktik asit, asetik asit ve propiyonik asit gibi organik asitler oluşmaktadır (Distler ve Kröncke, 1983; Geddes, 1975). Bu asitler, ağız ortamının nötral pH 7,0 değerinin kritik pH değeri olan 5,5'in altına düşmesine neden olur. Böylece dişin inorganik yapısındaki hidroksi apatit kristallerini oluşturan kalsiyum ve fosfat iyonları çözülür. Bu olay, demineralizasyon olarak adlandırılır. Demineralizasyon, düşen pH değerinin tekrar eski haline dönmesi sonucu kalsiyum, fosfat ve florun mine yüzeyine difüze olmasıyla kavite oluşmamış lezyon içerisindeki kristallerin yeniden tamiri ile geri dönebilir. Bu durum ise, remineralizasyon olarak adlandırılır. Demineralizasyon ve remineralizasyon arasındaki dinamik dengenin, demineralizasyon yönünde bozulması ile diş yüzeyinden mineraller uzaklaşmaya devam etmekte, çürük ilerlemekte ve kavite oluşmaktadır (Featherstone, 2004; Matsui ve Cvitkovitch, 2010; Touger-Decker ve van Loveren, 2003; Yalçın Çakır, Gürgan ve Attar, 2010).

2.3.1. Sekonder çürük

Sekonder çürük; dolgu materyali ile diş dokusu arasında yeterli marjinal adaptasyon sağlamamasından dolayı, kavite duvarları ve restorasyon arasında sızıntı olması nedeniyle meydana gelir (Dijkman ve Arends, 1992). Restorasyonların yenilenmesinin en sık sebeplerinden biri sekonder çürük oluşumudur (Fontana, González-Cabezas, Haider ve Stookey, 2002; Mjör ve Toffenetti, 2000; van Dijken, 1986).

Kavite preparasyonundan sonra kalan diş dokusu ve restorasyon arasındaki mikroboşluklardan hidrojen iyonlarının difüzyonu ile başladığı düşünülen ve mevcut restorasyonun marjinde oluşan yeni çürüğe sekonder çürük adı verilir (Totiam, González-Cabezas, Fontana ve Zero, 2007). Restoratif materyallerin kaviteye yerleştirilmesinden hemen sonra mikroboşluk olduğu çeşitli çalışmalarda gözlenmiştir.

Oluşan bu mikroboşluk sebebiyle diş yüzeyi ve restorasyon arasındaki mikrosızıntı tam olarak elimine edilememektedir (Brännström, Torstenson ve Nordenvall, 1984; Federlin, Thonemann, Schmalz ve Urlinger, 1998; Huang, Tay, Cheung, Kei, Wei ve Pashley, 2002; Irie ve Suzuki, 1999; Iwami, Shimizu, Hayashi, Takeshige ve Ebisu, 2005). Restorasyon materyali, kaviteye yerleştirilmesinden hemen sonra pelikül tabakası ile kaplanmaktadır. Oral mikroorganizmalar pelikül tabakasına tutunup, var olan boşluklara yerleşerek çoğalmaktadırlar. Uygun koşullar ve zaman sağlandığında, bu mikroorganizmalar kavite duvarları boyunca diş yapısında demineralizasyonun başlamasına, dolayısıyla sekonder çürük oluşumuna neden olur (Totiam ve diğerleri, 2007).

Sekonder çürük oluşumu; restorasyonun marjinal bütünlüğünün sağlanması, adezyonun dayanıklı olması, restoratif materyallerin fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi, hastanın oral hijyeninin iyileştirilmesi, antibakteriyel özelliğe sahip adeziv sistemler ve kavite dezenfektanları kullanılması ile önlenir (Okida, Mandarino, Sundfeld, de Alexandre ve Sundfeld, 2008). Yapılan restorasyonun çeşidi, mikroflora gelişimini etkileyebilir. Dolayısıyla yapılan restorasyon türü ile sekonder çürük oluşumu arasında bağlantı söz konusudur (Marsh ve Martin, 1992: 146).

2.4. Bakteri Adezyonu

2.4.1. Dental plak

Ağız boşluğu, hem yumuşak hem katı yüzeyleri birlikte barındırması, yüzeyleri yıkayan tükürük, diş eti oluşu sıvısının varlığı ve diş ortama açık olması özellikleriyle eşsiz bir yapıdır. Ekolojik olarak çok farklı mikroçevrelerden oluşur; bu nedenle çok çeşitli mikrofloralar içerir. Ağızda bulunan mikroorganizmaların çoğu, biyofilm olarak adlandırılan bir yüzeye yapışık mikroorganizma topluluklarına aittir (Külekçi ve Gökbuget, 2009).

Dental plak terimi, diş yüzeyinde oluşan bakteri tabakası anlamına gelmektedir. Oral biyofilm terimi ise mikroorganizmaların oluşturduğu topluluğun ağız içerisindeki tüm dokular üzerinde yerleşmesi anlamına gelmektedir (Rudney, 2000). Oral biyofilm, diş dokusu ve dental materyaller üzerinde ekstrasellüler polimer içerisine gömülerek

hücrelerin birbirine ve buldukları yüzeye yapıştıkları üç boyutlu mikroorganizma kümesidir (Marsh, 2010).

Ağız bakterileri, kolonilerden ve birçok türden oluşan kompleks topluluklardan oluşurlar. Bunlar da, yapışkan bir matriks tarafından sıkıca paketlenmiş hücre topluluğu olarak bulunurlar. Yaklaşık 200-300 tür bakteri, mantar ve protozoa ağız boşluğunda yer alır. Plağı oluşturan kompleks bakteri topluluğunun metabolik aktivitesi, sert ve yumuşak dokulardaki hastalığın varlığını ya da yokluğunu belirler (Yalçın Çakır ve diğerleri, 2010).

2.4.2. Dental plağın oluşumu ve aşamaları

Dental plağın oluşumu belli bir sıra içermektedir:

- Pelikül oluşumu
- Bakterilerin yapışması (0-4 saat)
- Yapışan bakterilerin gelişimi ve bu gelişimin farklı mikrokolonilerin oluşumuna öncülük etmesi (4-24 saat)
- Mikrobiyal yığılım ve koagregasyonun farklı türlerin artmasına öncülük etmesi ile mikrokolonilerin gelişimi (1-14 gün)
- Olgun plak oluşumu (2 hafta ve sonrası) (Fejerskov ve Kidd, 2003: 31).

Mikroorganizmalar direk olarak mineralize diş yüzeyine kolonize olamazlar. Bakteriler, temiz diş minesi ile nadiren kontakta geçer. Diş yüzeyinin temizlenmesinin hemen ardından, diş yüzeyi çoğunlukla tükürük kaynaklı aktif protein ve glikoproteinlerden oluşan bir film tabakası ile kaplanır. Başlangıçta sadece çok az bakteri türü bu film tabakasına diğer bir isimle kazanılmış pelikül tabakasına tutunabilir. Bu bakteri türleri öncü mikroorganizmalar olarak adlandırılır ve başlıca streptokoklar (*Streptococcus sanguis*, *Streptococcus oralis*, *Streptococcus mitis*) olmak üzere *Aktinomices* ve *Neisseria* türlerine rastlanır. Bu bağlanma süreci seçicidir ve pelikülün tükürük proteinlerinin çökmesinde bazı bölgeler için kapasitesi olan özel organizma reseptörleri gerektirir (Fejerskov ve Kidd, 2003: 32; Hara ve Zero, 2010; Marsch, 2010; Marsh ve Martin, 1992: 98; Roberson ve diğerleri, 2011: 78-80).

Kazanılmış pelikula tutunan öncü bakteriler çoğalmaya başlar ve mikrokoloniler oluşturur. Öncü bakterilerin oluşturduğu metabolik artıklar, lokal çevre koşullarını değiştirmeye başlar. Başlarda aerob bakterilerden oluşan plakta, bakteri sayısının artması ve tabakanın gittikçe kalınlaşması ve ortamdaki oksijen konsantrasyonunun gittikçe azalması ile birlikte 9. günden sonra fakültatif ve zorunlu anaerob bakteriler ortamda baskın olan türler haline gelir (Fejerskov ve Kidd, 2003: 33; Marsch, 2010).

Öncü mikroorganizmalar lateral olarak bir hasır oluşturacak şekilde dış yüzeyinin üzerini örterek yayılır. Plak olgunlaştıkça dış yüzeyinden dışarı doğru vertikal bir şekilde mikrokoloniler oluşur. Ortaya çıkan bu yapı, dış yüzeyine direk olarak yapışamayan spiral ve filamentöz bakteriler gibi diğer organizmaların yapışmasına olanak sağlar. Plak olgunlaşırken, hücre ve matriks üretimi yavaşlar ve bakteri topluluğunun enerji kullanımı sonucu metabolik artık olarak asit üretimi gerçekleşir. Asit üretimi ile pH düşüğe uğrar, pH değerleri 5.0-5.5 olduğunda minerde demineralizasyon olur. Olgun bir plak topluluğunun oluşması art arda meydana gelen değişimleri içerir (Fejerskov ve Kidd, 2003: 34; Roberson ve diğerleri, 2011: 74-80).

2.4.3. Bakteri adezyonunun moleküler mekanizması

Bakterilerin dış yüzeyine tutunmasında çeşitli fiziksel faktörler rol oynar: Bakterinin dış yüzeyine uzaklığı, ortamı çevreleyen sıvının iyonik dayanıklılığı, bakterinin ve oral yüzeyin serbest yüzey enerjisi ve intra-oral yüzeylerin pürüzlülüğüdür (Bollen, Papaioanno, Van Eldere, Schepers, Quirynen ve van Steenberghe, 1996).

Bakterilerin dış yüzeyinde tutunması, yüzeyin pürüzlülüğü ve serbest yüzey enerjisi ile ilgilidir. Yüzey pürüzlülüğünün plağın oluşumu ve kompozisyonu açısından serbest yüzey enerjisine göre daha önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir. Pelikül tabakası tükürük proteinleri, hücre içermeyen bakteriyel enzimlerden meydana gelir ve bakterilerin plak oluştururken tutunabilecekleri bir yüzey olarak görev yapar. Başlangıç adezyonu, van der Waals çekim kuvvetleri ve elektrostatik itici kuvvetlerin belirli bir mesafeden bakteri yüzeyini etkilemesiyle başlar (Marsh ve Martin, 1992: 105-106; Quirynen, Marechal,

Busscher, Weerkamp, Darius ve van Steenberghe, 1990; Satou, Fukunaga, Morikawa, Matsumae, Satou ve Shintani, 1991; Steinberg, Beeman ve Bowen, 1992).

Plağın gelişimini sağlayan faktörlerden biri de yüzeye yapışan bakteriler tarafından sentezlenen ekstrasellüler polisakkaritlerdir (Marsh ve Martin, 1992: 111). Biyofilm, ekstrasellüler polimer matriks tarafından sarılmış bakteri hücrelerinin oluşturduğu mikrokoloniler içeren heterojen bir oluşumdur (Donlan, 2002). Ekstrasellüler polisakkarit matriks, biyofilmin fiziksel ve biyokimyasal özelliğini etkileyerek plak virülansında önemli bir rol oynar. Mikroorganizmaların yapışmasına olanak sağlar, koherensi artırır, enerji kaynağı olarak görev yapar, mikroorganizmaları zararlı etkilerden korur, biyofilme içeriden ve dışarıdan madde geçişine olanak sağlar ve konsantre metal iyonlarının ile diğer fizyolojik bileşenlerin mikroçevre içinde tutulmasına yardımcı olur (Bowen ve Koo, 2011).

Bakterilerin ilk kolonizasyonunu, yüzeye ilişkili adezyon proteinlerinin sağladığı düşünülmektedir. Dış yüzeyindeki kazanılmış pelikül tabakası ile bakterinin ilk adezyonu, moleküller arasında oluşan hidrofobik bağlanma ile gerçekleşmektedir. Bakteri adezyonunda etkili olan diğer bir mekanizma ise kalsiyum köprüleridir. Pozitif kalsiyum iyonu bakteri duvarı ve matriksinde ya da kazanılmış pelikülda bulunan negatif iyonlarla etkileşime geçerek, bakteriyal tutunmayı ve bağlanmayı artırır (Jenkinson ve Lamont, 1997; Rose, Dibdin ve Shellis, 1993).

Diğer bir adezyon mekanizması ise bakterilerin dış duvarında yer alan adezinler diye bilinen yüzey proteinleri sayesinde gerçekleşir (Marsh ve Martin, 1992: 77).

2.4.4. Dış çürüğünün mikrobiyolojisi

Ağız ekosisteminde; dil sırtı, ağız mukozası, dişeti sıvısı, dişler üzerinde lokalize pit, fissür ve bazı düz yüzeyler gibi farklı ekolojik ortamlar bulunmaktadır. Bu ekolojik ortamların, özel çevre koşullarına sahip olduğu ve oldukça farklı mikroorganizma topluluklarını barındırdıkları bildirilmiştir (Roberson ve diğerleri, 2011: 77). Patolojik plak içermeye uygun diş ekolojik ortamları şunlardır: Pit ve fissürler, düz mine yüzeyleri, kök yüzeyleri ve dişeti altındaki alanlar. Dış çürüğü en sık, bu alanlarda oluşur (Yalçın Çakır ve diğerleri, 2010).

Mutans Streptokokları (MS) mine çürüğünün başlamasında en önemli mikroorganizmalardır. Diş yüzeyinde anaerobik olan yeterli yoğunluktaki plak topluluğu, karyojenik potansiyele sahiptir. Büyük bir MS popülasyonu bu oluşumu sağlar. Diş yüzeyinde kavitasyon olduğunda, plak topluluğu için daha retantif yüzey meydana gelir. Bu yüzey, laktobasiller gibi yapışma kapasitesi zayıf olan filamentöz bakterilerin lezyonda yerleşmesine olanak sağlar. Çürük başladıktan sonra şartlar uygun olduğunda asidojenik potansiyelleri ve asidürik doğaları olan *laktobasiller* çürük lezyonunun yerleşik mikroorganizmaları olurlar. *Laktobasiller*, dentin çürüğünün ilerlemesinde önemli yere sahiptir. *Aktinomices viscosus* da kök çürüğünün başlaması için en önemli mikroorganizmadır (Roberson ve diğerleri, 93).

2.5. *Streptococcus Mutans*

Streptococcus mutans (*S.mutans*), çürük dişten 1924 yılında Clarke tarafından izole edilmiştir. Birçok araştırmada, *S. mutans* varlığı ile çürük oluşumu arasında ilişki olduğu bildirilmiştir (Hamada ve Slade 1980). İnsandan izole edilen *S. mutans* türünün; c, e ve f serotipleri bulunmaktadır. Dental plaktan en çok izole edilen MS türü, *S. mutans*'tır. Epidemiyolojik çalışmalarda, çocuklarda ve yetişkinlerdeki mine çürüğünün, yaşlılardaki kök çürüğünün ve bebeklerdeki biberon çürüğünün primer nedeni olduğu gösterilmiştir (Marsh ve Martin, 1992: 32).

S. mutans; gram pozitif, alfa-hemolitik, fakültatif anaerob bir bakteridir (Tang, Sussman, Liu, Poxton ve Schwartzman, 2014: 945-955). Dental plak içinde bulunan en karyojenik mikroorganizmadır (Arthur, Cury, Graner, Rosalen, Vale, Paes-Leme, Cury ve Tabchoury, 2011; Arthur, Tabchoury, Mattos-Graner, Del Bel Cury, Paes Leme, Vale ve Cury, 2007). *S.mutans*'ın karyojenik özelliği 3 ana virülans faktöre sahip olmasından kaynaklanır; asidojenik olması (asit üretebilmesi), asidürik olması (asidik ortamda yaşayabilmesi) ve adezyon gösterebilmesidir (Matsui ve Cvitkovitch, 2010). *S. mutans*'ın, diyetle alınan karbonhidratları metabolize etmesi sonucu laktik asit üretilir. Laktik asidin diş minesinde çözünmeye ve çürük oluşumuna neden olduğu belirtilmiştir (Michalek, Hirasawa, Kiyono, Ochiai ve McGhee, 1981).

Bu bakterinin asidik ortamda yaşayabilme yeteneğinin, membrana bağlanan F-ATPase adı verilen protein sayesinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. F-ATPase'in, protonları hücrenin dışında tutarak; hücre içi pH'nın düşmesini engellediği ve asite duyarlı enzimlerin, DNA ve proteinlerin asitten zarar görmesini önlediği bildirilmiştir. Bunun yanında; fermante olabilen karbonhidratları metabolize edebildiği, asit üreterek biyofilm pH'sını düşürebildiği, asidik ortamlarda yaşayabildiği, üreyebildiği ve metabolizmasını devam ettirebildiği bildirilmiştir (Arthur ve diğerleri, 2007; Arthur ve diğerleri, 2011).

S. mutans, glikoziltransferaz enzimi sayesinde sükrozdan, hücre-dışı suda çözünebilir ve suda çözünemeyen polisakkarit olan glukun sentezler. Glukunlar, diş yüzeyi de dahil olmak üzere çeşitli sert yüzeylere yüksek oranda yapışma özelliği gösterir mikroorganizmaların diş yüzeyinde koloni oluşturmasına neden olur. Bu biyokimyasal süreç, diş yüzeyine *S. mutans*'ın sıkı bir şekilde yapışmasını sağlar, böylece dental plak oluşumunu sağlar ve diş çürüklerine yol açan süreç başlamış olur. Ayrıca hücre içi polisakkarit sentezleyerek, diyetle karbonhidrat alınmaması durumunda bu polisakkaridi karbonhidrat rezervi olarak kullanıp aside dönüştürebilirler (Bowen ve Koo, 2011; Marsh ve Martin, 1992: 34).

2.6. Tükürük

Tükürük, ağız sağlığı için oldukça önemli bir faktördür. Sindirim, lokma yapımı, tat alma, su regülasyonu, konuşma fonksiyonu, pH değişiklikleri, ağız ve diş temizliği gibi görevleri üstlenmiştir (Türker ve Yüçetaş, 2004: 407). Tükürük, karyojenik gıdaları tuttukları yüzeylerden uzaklaştırıp temizleyerek koruyucu rol oynar. Biyofilm mikroorganizmaları tarafından üretilen organik asitleri seyreltir, nötralize eder ve tamponlar; demineralizasyon oranını düşürür; diş yüzeyinde bulunan pelikula kalsiyum, fosfat, florid iyonları geçişini sağlayarak remineralizasyonu artırır (Hara ve Zero, 2010).

Tükürük, major tükürük bezlerinden (parotis, submandibular, sublingual) ve ağzın farklı yerlerine dağılmış (yanak, dudak, dil, damak) olan minör tükürük bezlerinden salgılanır. Tükürüğün içeriğini, % 99 oranında su ve % 1 oranında çoğunluğu proteinler, elektrolitler olan katı moleküller oluşturur. Günlük tükürük üretimi 0,5-1 litre arasında değişir. Tükürüğün ortalama pH değeri 6,75-7,25 arasındadır. (Fejerskov ve Kidd, 2003: 7; Marsh

ve Martin, 1992: 9-12). Tükürüğün tamponlama kapasitesi; bikarbonat, fosfat ve üre olmak üzere üç ana madde ile sağlanmaktadır (Humphrey ve Williamson, 2001; Lenander-Lumikari ve Loimaranta, 2000).

Tükürüğün içindeki ana organik bileşenler proteinler ve müsin gibi glikoproteinlerdir. Glikoproteinler; oral yüzeylere bakterilerin adezyonunu ve agregasyonunu etkiler, konak savunması ile etkileşime girer ve primer besin kaynağı olarak rol oynarlar (Marsh ve Martin, 1992: 11).

Tükürüğün inorganik kısmını oluşturan ana bileşenler potasyum, sodyum, fosfat, bikarbonat, kalsiyum ve magnezyum gibi komponentlerdir (Humphrey ve Williamson, 2001).

Tükürük içerisinde, ağızdaki bakteriyel ve fungal kolonizasyonu kontrol eden birçok anti-bakteriyel faktör bulunmaktadır. Lizozim, laktoferrin ve sialoperoksidaz bu faktörlerdendir. Ayrıca tükürükte immünoglobulinler de bulunmaktadır. En çok IgA, daha düşük konsantrasyonlarda IgG ve IgM immünoglobulinleri tükürük içerisinde bulunur. Tükürükte bulunan histidinden zengin polipeptitlerin de anti-mikrobiyal aktivitesi vardır (Marsh ve Martin, 1992: 12).

Oral biyofilm oluşumunda tükürüğün önemli fonksiyonları bulunmaktadır. Tükürük içindeki proteinler, tüm oral yüzeyleri film şeklinde kaplar ve biyofilm gelişiminin ilk basamağı olan kazanılmış pelikülü oluşturur (Lenander-Lumikari ve Loimaranta, 2000).

2.6.1. Müsinler

Müsinler, glikoprotein ailesinin üyesidir ve ağız boşluğu, sindirim sistemi, solunum sistemi ve ürogenital sistemin salgılarının çok işlevli bir parçasıdır (Strous ve Dekker, 1992). Tükürükteki müsinler, ağız içi yumuşak ve sert dokuların üzerini kaplayan visköz tabakanın büyük bir kısmını oluşturur. Biyofilm olarak adlandırılan bu tabaka çiğnemeye, yutkunmaya ve konuşmaya yardımcı olmak için ıslatma görevini üstlenir (Tabak, 1990). Ayrıca, yarı geçirgen bir bariyer gibi işlev görerek, altındaki yüzeyleri muhtemel zararlı etkenlere karşı korur (Levine, 1993; Tabak 1995).

Müsinler hidrofilitir, dehidratasyon olmasını engeller böylece mukozal yüzeylerin kaygan ve nemli kalmasını sağlar. Bazı bakterilere yapışarak, bu türlerin ağız içerisinde tutulumunu engeller. Bazı bakterilerde ise tam tersi etki göstererek, spesifik bakteri türlerinin diş yüzeyine adezyonuna yardımcı olur (Fejerskov ve Kidd, 2003: 22). Mine pelikülünün bir parçası olan müsinler; bakteriyel kolonizasyonu başlatır, aşınmaya ve asit penetrasyonuna karşı koruyucu bir bariyer oluşturur (Tabak, Levine, Mandel ve Ellison, 1982).

2.6.2. Yapay tükürük

Yapay tükürük, ağız içerisindeki dokuları ıslatma ve yıkaması açısından önemlidir, ancak doğal tükürük komponentleri ile kıyaslanamayacak kadar az bir koruma sağlamaktadır. Tükürük komponentlerinin çok çeşitli görevleri üstlenmesinden ve değişkenliğinden dolayı yapay tükürük yapımı son derece zor bir iştir (Levine, 1993; Tenovuo, 1998). İnsan tükürüğünün bütün özelliklerini taklit etmenin mümkün olmadığı bilinmektedir. Değişik tuz içerikli ve oranlı birçok yapay tükürük karışımı önerilmiştir (Gal, Fovet ve Adib-Yadzi, 2001). Ağız kuruluğu (kserosomi) olan hastalarda tükürük azlığı ya da yokluğu yapay tükürük kullanımı ile giderilmeye çalışılmaktadır (Sreebny ve Valdini, 1987).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

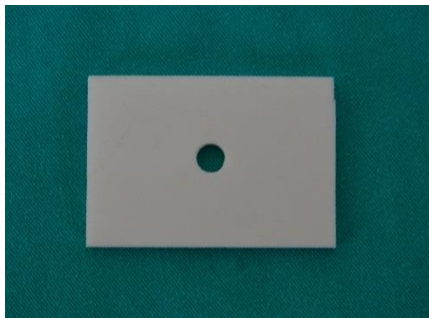
Bu tez çalışması, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı ve Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarında *in vitro* olarak gerçekleştirildi.

Çalışmanın aşamaları:

- Örneklerin hazırlanması,
- Hazırlanan örnekler bitirme ve polisaj işlemlerinin uygulanması,
- Örneklerin yüzey pürüzlülüklerinin belirlenmesi,
- Örnekler bakteriyel adezyonunun sağlanması,
- Örnekler tutunan bakteri sayısının belirlenmesi,
- İstatistiksel analizlerin yapılmasıdır.

3.1. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada kullanılan materyaller, üretici firmalar ve içerikleri kaydedildi (Çizelge 3.1). Kompozit örneklerin hazırlanmasında standardizasyonunu sağlamak için, 6 mm çap ve 4 mm yüksekliğe sahip silindirik teflon kalıplar hazırlandı (Resim 3.1). Çalışmamızda bulk fill kompozit grupları ve pozitif kontrol grubu olarak universal bir nanohibrit kompozit materyal kullanıldı. Her bir gruptan 10 adet örnek hazırlandı. Negatif kontrol grubu olarak 10 adet cam lamel kullanıldı. Tez çalışmamız için toplam 60 adet örnek hazırlanmış oldu.



Resim 3.1. Teflon kalıp

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller, üretici firmalar ve içerikleri

| Çalışma Grupları | Materyal Adı | Üretici Firma/ Parti Numarası | Renk | Monomer İçerik | Doldurucu Tipi | Doldurucu Oranı (Ağırlık/ Hacim) |
|------------------|--|--|-----------|---|---|---|
| I. Grup (n=10) | X-tra fil | Voco, Cuxhaven, Almanya/ 1508321 | Universal | <ul style="list-style-type: none"> • Bis-GMA • UDMA • TEGDMA | Firma tarafından belirtilmemiş | % 86/ % 70.1 |
| II. Grup (n=10) | Tetric EvoCeram | Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein / S36155 | IVW | <ul style="list-style-type: none"> • Bis-GMA • UDMA | <ul style="list-style-type: none"> • Ba-Al-Si cam • İterbiyum triflorid • Sferik miksoksit | %79- 81 (% 17 prepolimer içerir)/ % 60-61 |
| III. Grup (n=10) | SonicFill | Kerr, Orange, CA, ABD/ 5543708 | A2 | <ul style="list-style-type: none"> • EBPDMA • TEGDMA • Bis-GMA | <ul style="list-style-type: none"> • SiO₂ • Cam • Oksit | % 83.5/ % 83 |
| IV. Grup (n=10) | Filtek Bulk Fill Posterior Restorative | 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD/ N682702 | A2 | <ul style="list-style-type: none"> • AUDMA • UDMA • DDDMA | <ul style="list-style-type: none"> • Zirkonya/ silika • İterbiyum triflorid | % 76.5/ % 58.4 |
| V. Grup (n=10) | Tetric N-Ceram Dental Restorative | Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein/ T50301 | A2 | <ul style="list-style-type: none"> • UDMA • Bis-GMA • Bis-EMA | <ul style="list-style-type: none"> • Baryum cam • İterbiyum triflorid • Miksoksit • Silikon dioksit | % 80-81/ % 55-57 |
| VI. Grup (n=10) | Cam Lamel | - | - | - | - | - |

Grup I: Siman camının üzerine şeffaf bant yerleştirildi. Daha sonra şeffaf bant üzerine, kalıbın üzerindeki 6 mm çapında boşluk bulunan teflon kalıp yerleştirildi. X-tra fil bulk fill kompozit, 4 mm yükseklikteki kalıplara tek aşamada koyuldu. Kompozitin üzerine tekrar şeffaf bant ve siman camı yerleştirildi. 20 sn süre ile 1000 mW/cm² güçteki LED ışık kaynağı (Valo cordless led curing light, Ultradent, A.B.D.) cam üzerinden uygulanarak kompozitin polimerizasyonu sağlandı (Resim 3.2). Örneklerdeki fazla kısımlar cerrahi bistüri ile uzaklaştırıldı.

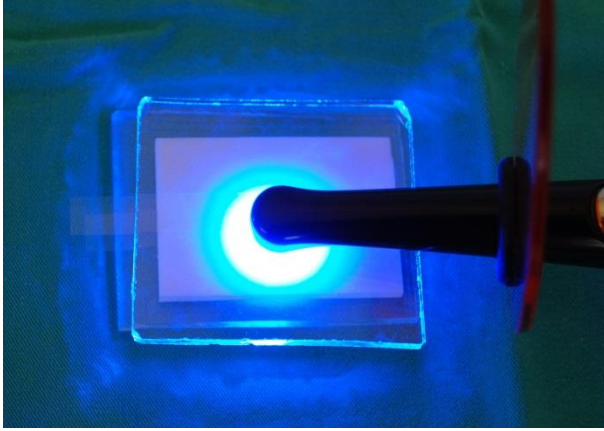
Grup II: Siman camının üzerine şeffaf bant yerleştirildi. Daha sonra şeffaf bant üzerine, kalıbın üzerindeki 6 mm çapında boşluk bulunan teflon kalıp yerleştirildi. Tetric EvoCeram bulk fill kompozit, 4 mm yükseklikteki kalıplara tek aşamada koyuldu. Kompozitin üzerine tekrar şeffaf bant ve siman camı yerleştirildi. 20 sn süre ile 1000 mW/cm² güçteki LED ışık kaynağı (Valo cordless led curing light, Ultradent, A.B.D.) cam üzerinden uygulanarak kompozitin polimerizasyonu sağlandı. Örneklerdeki fazla kısımlar cerrahi bistüri ile uzaklaştırıldı.

Grup III: Siman camının üzerine şeffaf bant yerleştirildi. Daha sonra şeffaf bant üzerine, kalıbın üzerindeki 6 mm çapında boşluk bulunan teflon kalıp yerleştirildi. SonicFill bulk fill kompozit, 4 mm yükseklikteki kalıplara ultrasonik cihaz ile tek aşamada koyuldu. Kompozitin üzerine tekrar şeffaf bant ve siman camı yerleştirildi. 20 sn süre ile 1000 mW/cm² güçteki LED ışık kaynağı (Valo cordless led curing light, Ultradent, A.B.D.) cam üzerinden uygulanarak kompozitin polimerizasyonu sağlandı. Örneklerdeki fazla kısımlar cerrahi bistüri ile uzaklaştırıldı.

Grup IV: Siman camının üzerine şeffaf bant yerleştirildi. Daha sonra şeffaf bant üzerine, kalıbın üzerindeki 6 mm çapında boşluk bulunan teflon kalıp yerleştirildi. Filtek Bulk fill Posterior Restoratif kompozit, 4 mm yükseklikteki kalıplara tek aşamada koyuldu. Kompozitin üzerine tekrar şeffaf bant ve siman camı yerleştirildi. 20 sn süre ile 1000 mW/cm² güçteki LED ışık kaynağı (Valo cordless led curing light, Ultradent, A.B.D.) cam üzerinden uygulanarak kompozitin polimerizasyonu sağlandı. Örneklerdeki fazla kısımlar cerrahi bistüri ile uzaklaştırıldı.

Grup V: Pozitif kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Siman camının üzerine şeffaf bant yerleştirildi. Daha sonra şeffaf bant üzerine, kalıbın üzerindeki 6 mm çapında boşluk bulunan teflon kalıp yerleştirildi. Tetric N-Ceram geleneksel nanohibrit kompozit, 2 mm'lik iki tabaka halinde 4mm yükseklikteki kalıplara iki aşamada koyuldu. Periodontal sond ile 2 mm ölçüldü. Kompozitin en üst tabakasına, tekrar şeffaf bant ve siman camı yerleştirildi. 20 sn süre ile 1000 mW/cm² güçteki LED ışık kaynağı (Valo cordless led curing light, Ultradent, A.B.D.) cam üzerinden uygulanarak kompozitin polimerizasyonu sağlandı. Örneklerdeki fazla kısımlar cerrahi bistüri ile uzaklaştırıldı.

Grup VI: Negatif kontrol grubu olarak belirlenmiştir.



Resim 3.2. Örneklerin hazırlanması

Üretici firmalar tarafından önerilen kompozitlerin polimerizasyon süreleri ve polimerizasyon için gereken ışık kaynağı gücü Çizelge 3.2’de gösterilmiştir. Üreticilerin önerileri dikkate alınarak, çalışmada kullanılan tüm kompozitlere, 1000 mW/cm² güçteki Led ışık cihazı (Valo cordless led curing light, Ultradent, A.B.D.) 20 sn boyunca uygulanarak, örneklerin polimerizasyonu sağlandı.

Çizelge 3.2. Üretici firmaların önerdiği polimerizasyon için gereken ışık kaynağının gücü ve ışık uygulama süresi

| Materyal | Polimerizasyon süresi | Işık gücü |
|--|-----------------------|-------------------------------|
| X-tra fil | 10 sn | 800 mW/ cm ² |
| | 20 sn | 500-800 mW/ cm ² |
| Tetric EvoCeram | 10 sn | 1000 mW/ cm ² |
| | 20 sn | 500 mW/ cm ² |
| SonicFill | 20 sn | 550 mW/ cm ² |
| Filtek Bulk Fill Posterior Restorative | 20 sn | 1000-2000 mW/ cm ² |
| Tetric N-Ceram Dental Restorative | 10 sn | 1000 mW/ cm ² |

3.2. Hazırlanan Örneklerle Bitirme ve Polisaj İşlemlerinin Uygulanması

Negatif kontrol grubu hariç tüm gruptaki kompozit örnekler, alüminyum oksit aşındırıcı içeren Sof-Lex (3M ESPE) bitim ve cila diskleri kullanılarak cila ve polisaj işlemleri gerçekleştirildi (Resim 3.3). Diskler sırasıyla; coarse (100 µm), medium (29 µm), fine (14 µm) ve superfine (5 µm) olmak üzere kalın grenliden ince grenliye doğru kullanılarak;

30'ar sn, tek yönde, kuru olarak klinik mikromotor (Kavo, Warthausen Almanya) ve anguldruva (Kavo, Warthausen Almanya) ile orta hızda uygulandılar. Her disk değişimini takiben örnekler yıkandı ve 5 sn hava ile kurutuldu. Bütün örneklerde yeni disk kullanıldı.



Resim 3.3. Sof-Lex cila diskleri

3.3. Örneklerin Yüzey Pürüzlülüklerinin Belirlenmesi

Polisaj işlemleri yapılan örneklerin yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, profilometre cihazı (Surftest SJ-301 Mitutoyo, Japonya) kullanılarak gerçekleştirildi (Resim 3.4). Cihaz kalibre edildikten sonra elmas ucun "cut off" değeri 0.25 mm'de 5 ölçüm yapılacak şekilde ayarlandı. İncelenen örnek yüzeyi üzerinde kaydedici bir uç, belirli bir hızda ilerleyerek yüzeyin pürüzlülük değerini (Ra) μm cinsinden belirlemiştir. Her örnek yüzeyinden farklı doğrultularda üç ölçüm gerçekleştirildi ve elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alındı. Cihazın kalibrasyonu, her bir grubun ölçümleri gerçekleştirilmeden önce yeniden ayarlandı.



Resim 3.4. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için kullanılan profilometre cihazı

Kompozit örneklerde bulunan artık monomerin, bakteri canlılığını etkilememesi için yüzey pürüzlülüğü belirlenen örnekler; 6 gün boyunca 37 ± 1 °C sıcaklıkta ve karanlık ortamda saklandı.

3.4. Örneklere Bakteri Adezyonunun Sağlanması

3.4.1. Örneklerin üzerinde pelikül oluşumu için yapay tükürük hazırlanması

Hazırlanan kompozit örnekler bakteri adezyonunu sağlamak ve pelikül tabakasını oluşturmak için yapay tükürük hazırlandı. Yapay tükürük için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

2 l tükürük için;

- NaCl (2560 mg)
- CaCl₂ (332,97 mg)
- MgCl₂(6H₂O) (250 mg)
- KCl (189,48 mg)
- CH₃COOK (3015 mg)
- K₃PO₄(3H₂O) (772 mg)
- H₃PO₄ (% 85 'lik) (0,1 ml)

Eklenecek berraklık sağlanana kadar karıştırıldı ve solüsyonun pH'ı 6.5-7 olacak şekilde ayarlandı. Hazırlanan yapay tükürük, steril şırınga kullanılarak por çapı 0,45 µm olan nitoselülozik membran filtreden (Sartorius Stedim Biotech GmbH) geçirilerek sterilize edildikten sonra, 100 ml yapay tükürüğe 140 mg Tip II müsin (domuz midesinden elde edilen Müsin, Type II; Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Deisenhofen, Almanya) olacak şekilde hassas terazide tartılarak eklendi.

3.4.2. Bakteriyel süspansiyon için kullanılacak karışımların hazırlanması

Çalışmada *Streptococcus mutans* için besiyeri olarak Tryptic Soy Broth (TSB, Merck, Almanya) ve Tryptic Soy Agar (TSA, Merck, Almanya) kullanıldı. TSB hazırlanırken, 1 litre

demineralize su içerisine 30 gram TSB konularak elde edilen süspansiyon otoklavda 121°C' de 15 dakika süre ile sterilize edildi. TSA hazırlanırken, 1 litre distile suda 40 gr TSA agar karıştırıldı, ısıtılarak erimesi sağlandı ve otoklavda 121°C'de 15 dakika süre ile steril edildi.

3.4.3. PBS (fosfat tamponlu tuz) hazırlanması

1l distile su için:

- NaCl (8 gr)
- KCl (0,2 gr)
- Na_2HPO_4 (1,44 gr)
- KH_2PO_4 (0,24 gr)

Yukarıda belirtilen maddeler belirtilen miktarlarda karıştırıldı ve pH:7 olacak şekilde ayarlandı, otoklavda steril edildi.

3.4.4. Bakteri süspansiyonunun elde edilmesi

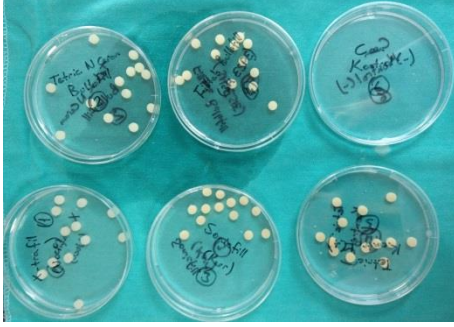
Çalışmamızda, bakteri türü olarak Gazi Üniversitesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarı'ndan temin edilen *Streptococcus mutans* ATCC#25175 suşu kullanıldı. *S. mutans*, otoklavda sterilize edildi TSB (Merck, Almanya) sıvı besiyeri içeren steril kapaklı tüplere *S. mutans* ekilip, 37°C'de %5 CO₂ içeren etüvde (ArtLabor, HealForce, Çin) 48-72 saat süresince inkübe edildi (Resim 3.5). Üreyen mikroorganizmalar sıvı besiyerinden örnek alınarak TSA (Merck, Almanya) besiyeri içeren steril petri kaplarına ekilerek 37°C'de % 5 CO₂ içeren etüvde 48-72 saat süresince inkübe edildi, üreyen kolonilerin canlılık ve saflık kontrolü yapıldı. Bu bakterinin 3 ml steril distile su içinde 0,5 MacFarland Test standardına göre konsantrasyonu ayarlandı ve turbidometrik olarak konsantrasyonları ayarlanarak süspansiyon hazırlandı. Daha sonra, bu süspansiyonlar seri dilüsyonlar ile 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³ ve 10⁻⁴ oranında seyreltildi. Bakteri konsantrasyonları aynı zamanda Otomatik Elisa okuyucusunda (Biotek EL x 800, ABD) optik dansite (OD) değeri belirlenerek ve spektrofotometrik olarak ölçülerek, CFU (Colony Forming Unit)/ml cinsinden belirlendi.



Resim 3.5. Etüv cihazı

3.4.5. Örneklere *S. mutans* adezyonunun sağlanması

Altı gün boyunca distile su içerisinde bekletilen örnekler, işlem öncesinde % 70'lik etanolde 10 dakika boyunca bekletilerek antisepsi sağlandı. Daha sonra örnekler steril petrilere yerleştirildi ve üzerlerine müsün içeren yapay tükürükten 30'ar ml eklenerek pelikül oluşması için 2 saat bekletildi (Resim 3.6). Daha sonra steril 24 kuyucuklu hücre kültür plaklarına (SPL Life Sciences Co. Ltd., Kore) yerleştirilen örneklerin üzerine 0.5 Mc Farland standart eşeline göre $1,5 \times 10^8$ CFU/ml olacak şekilde spektrofotometrik olarak ayarlanmış *S. mutans* bakteri süspansiyonundan, 50 µl bakteri süspansiyonu örneklerin üzerlerini örtecek miktarda ilave edildi (Resim 3.7). Daha sonra üzerlerini örtecek şekilde TSB sıvı besiyeri eklendi. Hücre kültür plakları, %10 CO₂ içeren anaerobik etüvde, 37°C'de 4 saat süre ile inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresi sonunda bakteri adezyonu tamamlanan örnekler hücre kültür plaklarından çıkarıldı ve tam olarak yapışmayan bakterilerin uzaklaştırılması için 3'er defa steril PBS ile yıkandı. Daha sonra her örnek, 1'er ml distile su içeren cam tüplere konuldu. Bütün tüpler 2 dakika süre ile vortex (Biosan, Türkiye) ile karıştırıldı (Resim 3.8). Böylece örnek yüzeyine tutunan bakterilerin distile suyun içine geçmesi sağlandı. Bu tüplerden 10⁻¹, 10⁻² ve 10⁻³ seri sulandırılmalar yapıldı. Hazırlanan her bir dilüsyondan TSA besiyerlerine 100 µl yayma tekniği ile ekim yapılarak 37°C'de 24-48 saat süre ile inkübasyona bırakıldı.



Resim 3.6. Pelikil oluşması için petri kaplarında bekletilen örnekler



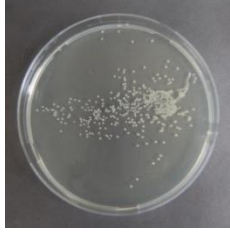
Resim 3.7. Hücre kültür plaklarındaki örneklerin üzerine *S. mutans* süspansiyonunun eklenmesi



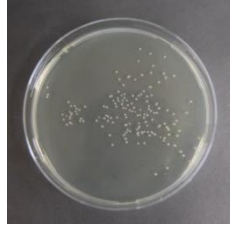
Resim 3.8. Vortex cihazı

3.5. Örneklerle Tutunan Bakteri Sayısının Belirlenmesi

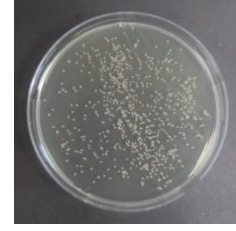
48 saatlik inkübasyon süresinin bitiminde oluşan koloniler sayıldı ve koloni sayıları CFU/mL cinsinden hesaplandı (Resim 3.9). Ayrıca örneklerin yüzey alanlarına (mm^2) göre bu sayılar tekrar oranlandı.



a. Grup I



b. Grup II



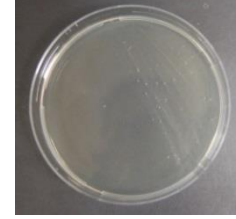
c. Grup III



d. Grup IV



e. Grup V



f. Grup VI

Resim 3.9. Gruplara göre besiyerinde üreyen *S. mutans* görüntüleri

3.6. İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi SPSS for Windows 17.0 paket programında yapıldı. Sürekli sayısal değişkenlerin dağılımının normal dağılıma uygun dağılıp dağılmadığı Kolmogorov Smirnov testiyle varyansların homojenliği ise Levene testiyle araştırıldı. Tanımlayıcı istatistikler örneklere tutunan bakteri sayısı için ortalama \pm standart sapma şeklinde, yüzey pürüzlülüğü için ise medyan (çeyrekler arası genişlik) biçiminde gösterildi. Tutunan bakteri sayılarının dağılımı normal dağılıma uygun olmadığından logaritmik dönüşüm yapıldı.

Gruplar arasında yüzey pürüzlülüğü yönünden farkın önemliliği Kruskal Wallis test ile örneklere tutunan bakteri sayısı yönünden farkın önemliliği ise Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) ile değerlendirildi. Kruskal Wallis testi veya Tek Yönlü Varyans Analizi istatistiği sonuçlarının önemli bulunması halinde post hoc Tukey HSD veya Conover'in çoklu karşılaştırma testi kullanılarak farka neden olan durum(lar) tespit edildi. Örneklere tutunan bakteri sayısı ile yüzey pürüzlülüğü arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon olup olmadığı ise Spearman'ın Korelasyon testiyle araştırıldı.

$p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

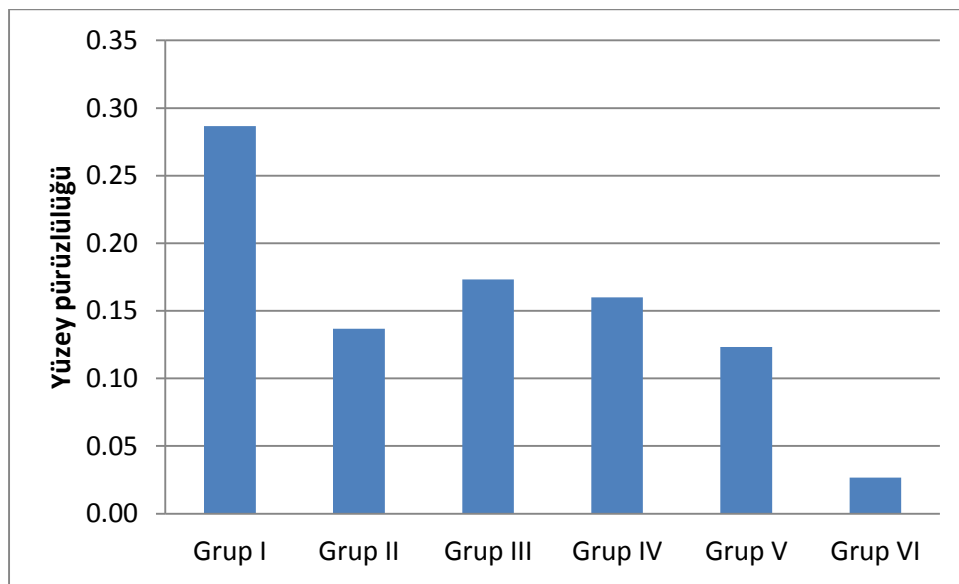
4.1.Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Çalışmada kullandığımız örneklerin 3 farklı noktasından yüzey pürüzlülük ölçümü yapıp ortalamaları alındı. Alınan ortalamaların değerleri Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Grupların yüzey pürüzlülük değerleri

| | Grup I | Grup II | Grup III | Grup IV | Grup V | Grup VI |
|-----------|--------|---------|----------|---------|--------|---------|
| 1. Örnek | 0,25 | 0,12 | 0,16 | 0,16 | 0,09 | 0,03 |
| 2. Örnek | 0,28 | 0,14 | 0,16 | 0,16 | 0,13 | 0,04 |
| 3. Örnek | 0,29 | 0,16 | 0,21 | 0,17 | 0,13 | 0,04 |
| 4. Örnek | 0,29 | 0,10 | 0,23 | 0,13 | 0,15 | 0,04 |
| 5. Örnek | 0,31 | 0,18 | 0,23 | 0,18 | 0,12 | 0,03 |
| 6. Örnek | 0,30 | 0,15 | 0,17 | 0,17 | 0,10 | 0,02 |
| 7. Örnek | 0,33 | 0,14 | 0,17 | 0,17 | 0,14 | 0,02 |
| 8. Örnek | 0,27 | 0,12 | 0,17 | 0,15 | 0,13 | 0,03 |
| 9. Örnek | 0,26 | 0,16 | 0,21 | 0,16 | 0,09 | 0,02 |
| 10. Örnek | 0,35 | 0,14 | 0,17 | 0,14 | 0,09 | 0,03 |

Deney gruplarının yüzey pürüzlülüğü ortalama değerleri Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Deney gruplarının yüzey pürüzlülüğü ortalama değerleri

Bulk fill kompozitlerin ve kontrol gruplarının yüzey pürüzlülüğünün istatistiksel karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testi kullanıldı. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,001$). Grupların medyan analizine göre pürüzlülük değerlerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Grupların pürüzlülük değerlerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması

| | Pürüzlülük |
|-------------------|-----------------------------------|
| Grup I | 0,287 (0,268-0,317) ^A |
| Grup II | 0,137 (0,117-0,160) ^{BC} |
| Grup III | 0,173 (0,166-0,215) ^D |
| Grup IV | 0,160 (0,146-0,173) ^{BD} |
| Grup V | 0,123 (0,089-0,134) ^C |
| Grup VI | 0,027 (0,023-0,040) ^E |
| p-değeri † | <0,001 |

*Veriler medyan (çeyrekler arası genişlik) biçiminde gösterildi, † Kruskal Wallis testi, Aynı büyük harflerle gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p > 0,05$).

Çalışmamızda elde edilen verilere göre, en yüksek pürüzlülük değerini Grup I (X-tra fil bulk fill kompozit) (0,287 Ra) gösterirken, en düşük pürüzlülük değerini negatif kontrol grubu olan Grup VI (cam) (0,027 Ra) göstermiştir.

Grup I’de elde edilen pürüzlülük değerinin; Grup II, III, IV, V ve VI’da elde edilen pürüzlülük değerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edildi ($p < 0,05$).

Grup II’de elde edilen pürüzlülük değerinin, Grup III’te elde edilen pürüzlülük değerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük ($p = 0,016$); Grup VI’da elde edilen pürüzlülük değerine göre ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edildi ($p = 0,002$). Grup II; Grup IV ($p = 0,217$) ve Grup V’te ($p = 0,231$) elde edilen pürüzlülük değerleri yakın olup, aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Grup III ve Grup IV’te elde edilen pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılmasında, istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p = 0,225$). Grup III ve IV’te elde edilen pürüzlülük değerlerinin sırasıyla; Grup V ve VI’da elde edilen pürüzlülük değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edildi ($p < 0,05$).

Grup V'de elde edilen pürüzlülük değerinin, Grup VI'da elde edilen pürüzlülük değerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edildi ($p=0,051$).

4.2. Örneklere Tutunan *Streptococcus mutans* Miktarları

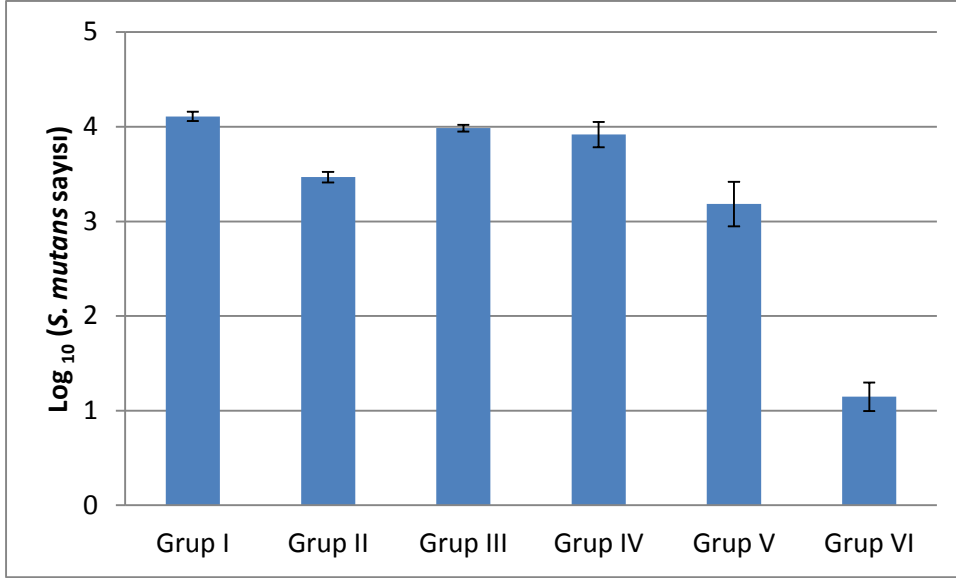
Çalışmamızda gruplara göre her örneğe tutunan *S. mutans* miktarları Çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Örneklere tutunan *S. mutans* miktarları

| | Grup I | Grup II | Grup III | Grup IV | Grup V | Grup VI |
|-----------|-------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|-------------|
| 1. Örnek | 31200* (15600) | 5500 (2750) | 18600 (9300) | 13700 (6850) | 4320 (2160) | 312 (13) |
| 2. Örnek | 26600 (13300) | 6000 (3000) | 17800 (8900) | 13600 (6800) | 1270 (635) | 630 (26) |
| 3. Örnek | 21800 (10900) | 5800 (2900) | 18200 (9100) | 15900 (7950) | 4240 (2120) | 307 (13) |
| 4. Örnek | 26500 (13250) | 6700 (3350) | 18700 (9350) | 10900 (5450) | 5620 (2810) | 246 (10) |
| 5. Örnek | 26700 (13350) | 6200 (3100) | 19000 (9500) | 27600 (13800) | 4360 (2180) | 168 (14) |
| 6. Örnek | 28600 (14300) | 6400 (3200) | 19200 (9600) | 19200 (9600) | 2900 (1450) | 312 (13) |
| 7. Örnek | 24200 (12100) | 6000 (3000) | 18900 (9450) | 19400 (9700) | 3900 (1950) | 630 (26) |
| 8. Örnek | 21400 (10700) | 4200 (2100) | 18800 (9400) | 24100 (12050) | 2200 (1100) | 307 (13) |
| 9. Örnek | 25800 (12900) | 6080 (3040) | 21700 (10850) | 11300 (5650) | 1200 (600) | 246 (10) |
| 10. Örnek | 25820 (12910) | 6200 (3100) | 22800 (11400) | 16800 (8400) | 4200 (2100) | 250 (11) |

*Değerler materyallere tutunmuş ve canlı kalan *S. mutans* koloni sayıları colony forming unit (cfu) /ml cinsinden hesaplanmıştır. Bu değerler, örneklerin yüzey alanlarına mm² başına tutunan bakteri sayısı olarak hesaplandı. Parantez içerisinde gösterilen bu değerler istatistikte kullanıldı.

Örnek yüzeylerine tutunan *S. mutans* sayısının logaritmik ortalama değerleri Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Deney gruplarına tutunan *S. mutans* sayısının logaritmik ortalama değerleri

Gruplara göre yüzeye tutunan *S. mutans* ortalama sayıları, standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri Çizelge 4.4'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.4. Gruplara göre yüzeye tutunan *S. mutans* sayısına ilişkin tanımlayıcı istatistikler

| Gruplar | n | Ortalama | Std. Sapma | Minimum | Maksimum |
|----------|----|----------|------------|---------|----------|
| Grup I | 10 | 12931,0 | 1460,80 | 10700,0 | 15600,0 |
| Grup II | 10 | 2954,0 | 340,82 | 2100,0 | 3350,0 |
| Grup III | 10 | 9685,0 | 795,49 | 8900,0 | 11400,0 |
| Grup IV | 10 | 8625,0 | 2718,99 | 5450,0 | 13800,0 |
| Grup V | 10 | 1710,5 | 733,23 | 600,0 | 2810,0 |
| Grup VI | 10 | 14,9 | 6,01 | 10,0 | 26,0 |

Gruplara göre logaritmik dönüşüm sonrası yüzeye tutunan *S. mutans* sayıları Çizelge 4.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Gruplara göre logaritmik dönüşüm sonrası yüzeye tutunan *S. mutans* sayıları

| | Yüzeye tutunan <i>S. mutans</i> sayısı |
|------------|--|
| Grup I | 4,11±0,049 ^A |
| Grup II | 3,47±0,056 ^B |
| Grup III | 3,98±0,034 ^{AC} |
| Grup IV | 3,92±0,133 ^C |
| Grup V | 3,18±0,235 ^D |
| Grup VI | 1,15±0,150 ^E |
| p-değeri † | <0,001 |

*Veriler ortalama ± standart sapma biçiminde gösterildi, † Tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA), Aynı büyük harflerle gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (p>0,05).

Çalışmamızda yüzeye tutunan *S. mutans* sayıları gruplar arasında Tek Yönlü Varyans Analizine (One-Way ANOVA) göre incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0,001). En yüksek *S. mutans* adezyonunu Grup I (X-tra fil bulk fill kompozit) (4,11 CFU/ml/mm²) gösterirken, en düşük *S. mutans* adezyonunu negatif kontrol grubu olan Grup VI (cam) (1,15 cfu/ml/mm²) göstermiştir.

Grup I'e tutunan *S. mutans* sayısının; Grup II, IV, V ve VI'da yüzeye tutunan *S. mutans* sayısına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edildi (p<0,05). Grup I ve Grup III'e tutunan *S. mutans* sayısı yakın olup, aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (p=0,289).

Grup II'ye tutunan *S. mutans* sayısının; Grup III ve IV'te yüzeye tutunan *S. mutans* sayısına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük, Grup V ve VI'ya göre ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edildi (p<0,001).

Grup III ve Grup IV'e tutunan *S. mutans* sayısı yakın olup, aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (p=0,854). Grup III ve IV'e tutunan *S. mutans* sayısının sırasıyla; Grup V ve VI'ya tutunan *S. mutans* sayısına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edildi (p<0,001).

Grup V'e tutunan *S. mutans* sayısının, Grup VI'ya tutunan *S. mutans* sayısına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edildi (p<0,001).

4.3. Yüzey Pürüzlülüğü ve *Streptococcus mutans* Adezyonunun Karşılaştırılması

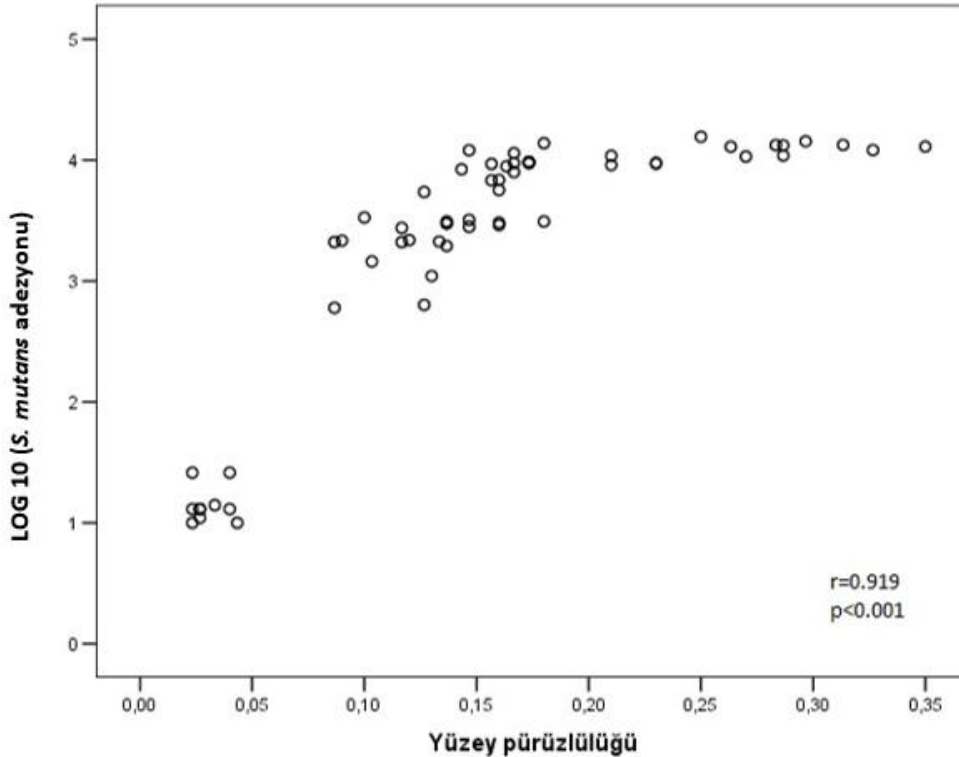
Çalışmamızda kullanılan tüm örnekler içerisinde, yüzey pürüzlülüğü ile *S. mutans* adezyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı ve aynı yönlü korelasyon saptandı ($r=0,919$ ve $p<0,001$) (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Yüzey pürüzlülüğü ile *S. mutans* adezyonu arasındaki korelasyon katsayısı ve önemlilik düzeyleri

| | |
|-----------------------------|------------------|
| | n=60 |
| Korelasyon katsayısı | 0,919 |
| p-değeri † | <0,001 |

*Spearman'ın korelasyon testi.

İstatistiksel analizde; en düşük yüzey pürüzlülüğü gösteren negatif kontrol grubu olan cam yüzeyinde (Grup VI) yine en az sayıda *S. mutans* adezyonu oluşurken, en yüksek yüzey pürüzlülüğü gösteren X-tra fil bulk fill kompozit grubu (Grup I) en fazla sayıda *S. mutans* adezyonunu göstermiştir. Yüzey pürüzlülüğü ve *S. mutans* adezyonu arasındaki korelasyonu gösteren grafik Şekil 4.3'de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Yüzey pürüzlülüğü ve *S. mutans* adezyonu arasındaki korelasyon

5. TARTIŞMA

Dental kompozit rezinler estetik materyaller olarak piyasaya 1960 ve 1970'li yıllarda tanıtılmıştır. Diş dokularına bağlanabilmesi ve mekanik performans göstermesi sayesinde kompozitler, amalgam dolguların yerini almıştır (Brambilla, Ionescu, Gagliani, Cochis, Arciola ve Rimondini, 2012). Kompozitin, restoratif materyal olarak başarı göstermesi ile birlikte, materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirebilmek için, yeni araştırmalara devam edilmektedir (Jang ve diğerleri, 2015).

Kompozitleri geliştirmeye yönelik yapılan araştırmalar sonucunda, piyasa bulk-fill kompozitler adı altında yeni materyaller tanıtılmıştır ve bu kompozitler yeni bir kompozit sınıfına dahil olmuştur (Marovic, Tauböck, Attin, Panduric ve Tarle, 2014; Par ve diğerleri, 2015) . Bulk fill kompozitler kaviteye, tedavi süresini uzatan tabakalama tekniği yerine; 4mm'lik kütleli tabakalar halinde yerleştirilmektedir (Czasch ve İlie, 2013; İlie ve diğerleri, 2014).

Restoratif diş hekimliğinin en önemli sorunlarından biri, restoratif materyallerin çevresinde oluşan sekonder çürüklerdir. Kompozit restorasyonların başarısızlığından ve değiştirilmesinden sorumlu olan en yaygın neden sekonder çürük oluşumudur. Sekonder çürük oluşumundaki başlıca nedenlerden biri, restoratif dolgu materyallerinin üzerinde bakterilerin adezyonu ve biyofilm oluşumudur (Konishi ve diğerleri, 2003; Ono, Nikaido, Ikeda, Imai, Hanada, Tagami ve Matin, 2007). Bakteri plağı diş yüzeyine, ağız içerisindeki her türlü malzemeye ve dental restoratif materyallere tutunmaktadır (Rüttermann, Bergmann, Beikler, Raab ve Janda, 2012). Restoratif materyaller üzerinde birikebilen bakteriler incelendiğinde; çürük ve sekonder çürüğe yol açan mikroorganizmalar içerisinde *S. mutans*'ın önemli bir yere sahip olduğu belirtilmiştir. *S. mutans*, diş çürüğünün başlaması ve çürük lezyonun ilerlemesinden birinci derece sorumlu bir bakteri türüdür (Ono ve diğerleri, 2007; Park, Song, Jung, Ahn ve Ferracane, 2012).

Restoratif materyaller üzerinde biriken bakteri adezyonu ile materyalin kimyasal içeriği, yüzey pürüzlülüğü ve serbest yüzey enerjisi arasında ilişki bulunduğu bilinmektedir (Ono ve diğerleri, 2007; Poggio, Dagna, Chiesa, Colombo ve Scribante, 2012; Sardin, Morrier,

Benay ve Barsotti, 2004). Bu faktörler arasında yüzey pürüzlülüğünün bakteri adezyonuna neden olan en önemli etken olduğu gösterilmiştir (Hahnel, Rosentritt, Bürgers ve Handel, 2008; Quirynen ve Bollen, 1995).

Bu bilgilerin doğrultusunda tez çalışmamızın amacını; yeni geliştirilen dört farklı yüksek viskoziteli bulk fill kompozit materyale yüzey bitim ve cila işleminden sonra yüzeylerine tutunan *S.mutans* miktarının değerlendirilmesi olarak belirledik.

Kompozit rezinlerin klinik performansını arttırmak için, kimyasal içeriği ve üretim teknolojilerinde farklılıklara gidilmiştir. Bu amaçla geliştirilen bir üründe bulk fill kompozitlerdir (Par ve diğerleri, 2015). Bulk fill kompozitler, düşük viskoziteli ve yüksek viskoziteli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Düşük viskoziteli bulk fill kompozitlerin kullanıldığı restorasyonlarda son tabaka, bu materyallerin düşük yüzey sertliği ve elastik modülüne sahip olmaları nedeniyle geleneksel bir kompozit ya da yüksek viskoziteli bulk fill kompozit ile bitirilmesi önerilmektedir. Yüksek viskoziteli bulk fill kompozitlerin klinik uygulamasında, restorasyonlarda ilave bir tabakaya gerek yoktur, restorasyon bu kompozitler ile tamamlanabilir (İlie ve diğerleri, 2013; Marovic ve diğerleri, 2014; Tarle ve diğerleri, 2014). Yüksek viskoziteli kompozitler ağız ortamı ile ilişki halinde olduğundan, çalışmamızda *S. mutans*'ın yüksek viskoziteli bulk fill kompozitlere adezyonu incelendi.

Çalışmamızda, *S. mutans*'ın bulk fill kompozitler ile geleneksel kompozitlerin adezyonunu karşılaştırmak amacıyla, nanohibrit bir kompozit rezin (Tetric N-Ceram, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) pozitif kontrol grubu olarak çalışmaya dahil edildi.

Bakteriyel adezyonu inceleyen çalışmalarda cam (lamel), oldukça pürüzsüz ve düz bir yüzeye sahip olmasından dolayı referans materyali olarak tercih edilmektedir (Buergers, Rosentritt ve Handel, 2007; Buergers, Schneider-Brachert, Hahnel, Rosentritt ve Handel, 2009; Rosentritt ve diğerleri, 2007; Tanner, Vallittu ve Söderling, 1999). Bizim çalışmamızda da negatif kontrol grubu olarak cam (lamel) materyali kullanıldı.

Üretici firmaların talimatları doğrultusunda ve çeşitli çalışmalarda belirtildiği gibi bulk fill kompozitler; 4mm'lik kütleler halinde kaviteye yerleştirilebilmekte ve 20 sn süre materyalin polimerize olması için yeterlidir (Bucuta ve İlie 2013; Czasch ve İlie, 2013;

Flury, Peutzfeldt ve Lussi, 2014). Bu sebeple çalışmamızda; 4 mm kalınlığında teflon kalıplar kullanılarak bulk fill kompozit örnekler hazırlandı. Kompozitlerin polimerasyonu Led ışık cihazı (Valo cordless led curing light, Ultradent, A.B.D.) ile 20 sn sürede gerçekleştirildi.

Uygun bitim ve cila işlemleri, restorasyonların hem estetik hem de uzun ömürlü olması açısından önemlidir. Restorasyonların uygun şekilde cilalanmaması; dişeti irritasyonu, restorasyonda yüzey renklenmesi, restorasyonun yüzeyinde plak birikimi ve sekonder çürüklerin oluşmasına sebep olmaktadır (Gedik, Hürmüzlü, Coşkun, Bektaş ve Ozdemir, 2005; Jefferies, Smith, Barkmeier ve Gwinnett, 1989; Özgünaltay, Yazıcı ve Görücü, 2003).

Restorasyonlarda uygulanan bitim işlemleri her ne kadar restorasyonun anatomik formunu klinik olarak kabul edilebilir bir duruma getirirse de, kompozit rezinin yüzeyinde pürüzlülüğe ve çiziklere sebep olmaktadır. Bu etkileri ortadan kaldırmak için restorasyona cila işlemi uygulanmalıdır (Gedik ve diğerleri, 2005; Yap, Lye ve Sau, 1997).

Hatalı bitim ve cila işlemleri sonucunda oluşan yüzey pürüzlülüğü, restorasyonun klinik performansını olumsuz etkileyen plak ve plak componentlerinin daha fazla birikmesine ve aşınma oranının artmasına neden olabilmektedir. Bu da, restorasyonların renklenmesine ve estetik özelliklerini kaybetmesine neden olmaktadır (Bollen, Lambrechts ve Quirynen, 1997; Kawai ve Urano, 2001). Bitim ve cila işlemleri, restorasyonların yüzey sertliği ve renk stabilizasyonunu arttırarak hem restorasyonların klinik performanslarını yükseltip ömrünü uzatır, hem de estetik özelliklerini geliştirirler (Dietschi, Campanile, Holz ve Meyer, 1994).

Bütün kompozit materyallerin, şeffaf bant altında en pürüzsüz yüzeye sahip olduğu belirtilmiştir (Ergücü ve Türkün, 2007; Özcan, Ünsal Şahin, Uzun ve Topuz, 2012; Üçtaşlı, Arısu, Ömürlü, Eligüzeloğlu, Özcan ve Ergun, 2007). Fakat şeffaf bant ile bitirilen yüzeyler rezin matriksten zengindir. Bu özellik restoratif materyali ağız sıvılarına karşı daha dayanıksız hale getirmekte, bitirme ve cila işlemlerini zorunlu hale getirmektedir (Krejci, Lutz ve Boretti, 1999; Setcos, Tarim ve Suzuki, 1999). Ayrıca matriks bandının altındaki taşan fazla materyalin uzaklaştırılmasının ve restorasyonun konturlanarak anatomik formunun verilmesinin klinik olarak zorunlu olduğu rapor edilmiştir (Yap, Yap, Teo ve Ng,

2004). Bu nedenle bizim çalışmamızda da, kompozit örneklerin şeffaf bant ile polimerizasyonun ardından, örneklere çok aşamalı cila diskleri ile polisaj işlemi yapıldı.

Yüzey bitim ve cila işlemleri için birçok sistem kullanılmaktadır. Bu sistemler arasında; karbid frezler, elmas frezler, aşındırıcı lastik ve uçlar, aşındırıcı diskler ve cila pastaları bulunmaktadır (Anusavice, 2003: 355; Özgünaltay ve diğerleri, 2003). Cila disklerinin yapısında aşındırıcı olarak farklı partikül büyüklüklerinde alüminyum oksit partikülleri bulunmakta olup birçok araştırmacı tarafından kullanımı önerilmektedir (Koh, Neiva, Dennison ve Yaman, 2008; Lu, Roeder ve Powers, 2003; Nagem Filho, D'Azevedo, Nagem ve Marsola, 2003). Araştırmacılar, kompozit yüzeylerinde en düşük yüzey pürüzlülüğünü esnek alüminyum oksit disklerin sağladığını belirtmişlerdir (Berastegui, Canalda, Brau ve Miquel, 1992; Venturini, Cenci, Demarco, Camacho ve Powers, 2006).

Barbosa, Zanata, Navarro ve Nunes (2005) yaptıkları bir çalışmada, iki adet mikrofil (Durafill ve Perfection), bir adet hibrit (Filtek Z250) ve iki adet kondanse olabilen (Surefil ve Fill Magic) kompozitlere çeşitli bitirme ve cila işlemleri (12 ve 30 bıçaklı karbit bitirme frezleri, ince ve ekstra ince elmas bitirme frezleri, Sof-Lex diskleri, Super-Snap diskleri, cila lastikleri ve patları) uygulamışlar ve tüm kompozit gruplarında Sof-Lex diskler ile bitirilen yüzeylerde en düşük pürüzlülük değerlerini elde ettiklerini bildirmişlerdir.

İlday, Erdem ve Bayındır (2008) çeşitli bitirme ve parlatma sistemlerinin, üç farklı kompozit materyalin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini karşılatırmayı amaçladıkları çalışmalarında, en düşük yüzey pürüzlülük değerleri Sof-Lex cila sistemiyle cilalanan Admira kompozit grubunda elde edildiğini bildirmişlerdir.

Üçtaşlı ve diğerleri (2007) farklı tipteki kompozit materyallerde yüzey pürüzlülüğünü test ettikleri çalışmalarında, bitim ve cila yöntemleri arasında Sof-Lex disk sisteminin diğer sistemlere nazaran daha düz yüzeyler oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Bulk fill kompozitlerin yüzey pürüzlülüklerini test ettiğimiz çalışmamızda, düzgün yüzeyler elde edebilmek amacıyla yüzey bitim ve cila işlemlerinde çok aşamalı Sof-Lex cila diskleri kullanıldı.

Yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden, Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) ve Tarayıcı Elektron Mikroskobu (SEM) nitel sonuçlar verirken, iki-boyutlu (mekanik) ve üç-boyutlu (optik) profilometreler nicel sonuçlar vermektedir (Kakaboura, Fragouli, Rahiotis ve Silikas, 2007).

Mekanik profilometreler, yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Berastegui ve diğerleri, 1992; Neme, Frazier, Roeder ve Debner, 2002). Bu yöntemin avantajı, değerlendirmeden önce örneklerin herhangi bir hazırlık aşamasına gerek olmamasıdır. Bu sayede aynı örnekler tekrar kullanılabilen ve çeşitli zaman dilimlerinde tekrar ölçümleri yapılabilir (Joniot, Salomon, Dejou ve Grégoire, 2006). Bizim çalışmamızda da, yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ölçümleri için iki boyutlu yüzey profilometresi (Surftest SJ-301 Mitutoyo, Japonya) kullanıldı.

Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü ölçümü ile Ra (μm) ve Rz (μm) değerleri elde edilir. Ra değeri, pürüzlülük profilinin orta hattın sapmalarının aritmetik ortalamalarının cihaz tarafından hesaplanması ile tespit edilir (Yap ve diğerleri, 1997). Çalışmamızda kullandığımız örneklerin yüzeylerinde farklı pürüzlülükte bölgeler oluşabileceğinden, her örnek yüzeyinden farklı doğrultularda üç ölçüm gerçekleştirildi. Elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alındı ve yüzey pürüzlülük değerleri Ra olarak hesaplandı.

Kompozit yüzeyine bakteri adezyonunun incelendiği araştırmalarda kompozit materyalden hazırlanan örnekler; artık monomer sızıntısının bakteri canlılığını etkilememesi için, karanlık ortamda, $37\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki distile suda 6 gün boyunca bekletilmiştir (Brambilla ve diğerleri, 2012; Rosentritt ve diğerleri, 2007; Ionescu, Brambilla, Wastl, Giessibl, Cazzaniga, Schneider-Feyrer ve Hahnel, 2015; Ionescu, Wutscher, Brambilla, Schneider-Feyrer, Giessibl ve Hahnel, 2012). Bizim çalışmamızda da, hazırlanan kompozit örnekler; distile su içerisinde, $37\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki etüvde 6 gün boyunca bekletildikten sonra bakteri adezyonu işlemleri gerçekleştirildi.

Mikroorganizmaların adezyonu ve kolonizasyonu için, tükürük bileşenlerinin ve pelikül tabakasının oluşumuna ihtiyaç vardır. Pelikül tabakasının bileşenleri, oral

mikroorganizmaların adezyonu için reseptör görevi görürler (Takatsuka, Konishi, Nakabo, Hashimoto, Torii ve Yoshiyama, 2000; Tanner, Carlén, Söderling ve Vallittu, 2003).

Steinberg ve Eyal (2002), çalışmalarında restoratif materyale bakterilerin adezyonu için, yüzeyin tükürük ile kaplı olmasının önemli olduğunu belirtmişlerdir. Yine Steinberg ve Eyal (2004), ortodontik bant ve braketlerde *Streptococcus sobrinus*'un (*S. sobrinus*) erken biyofilm oluşumunu inceledikleri bir diğer araştırmalarında, tükürük kaplı ortodontik malzemelerde tükürüğün, sukrozun erken biyofilm oluşumunu arttırdığını bulmuşlardır. Pereira ve diğerleri (2011), test ettikleri tüm kompozit yüzeylere insan tükürüğüyle oluşan pelikül tabakasının varlığında *S. mutans* adezyonunun arttığını belirtmişlerdir. Bu nedenle çalışmamızda, örnek yüzeylerinde pelikül tabakasının oluşmasını ve bakterilerin adezyonunu arttırmak için yapay tükürük kullanıldı.

Diş hekimliğinde, doğal tükürüğün tüm özelliklerini yapay olarak sağlayabilmenin mümkün olmadığı anlaşılmıştır. Çünkü doğal tükürük parotid, submaksiller ve submandibular bezlerin salgılarından oluşan oldukça farklı hacim ve içeriğe sahiptir (Gal ve diğerleri, 2001).

Yapılan *in vitro* çalışmalarda, doğal tükürük yerine çok farklı içeriklerde yapay tükürük kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan yapay tükürük içeriği, en yaygın kullanıma sahip olan Fusuyama'nın formülüne uygun hazırlandı (Gal ve diğerleri, 2001). Aynı içeriğe sahip hazırlanan bir yapay tükürük kişisel farklılıkları ortadan kaldırarak standart çalışma koşullarını sağlar. Formüle flor antibakteriyel özelliğinden dolayı eklenmedi (Eick, Glockmann, Brandl ve Pfister, 2004).

Müsin, insan tükürüğü içerisinde oldukça yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Tükürüğün, viskozitesinde ve film yapısını oluşturmasında müsin rol oynamaktadır. Tükürük müsini ile *S. mutans* arasında önemli bir ilişki olduğu bildirilmektedir (Ge, Catt ve Gregory, 2004; Rosentritt ve diğerleri, 2007). *S. mutans*'ın, müsin içerisindeki proteinlere spesifik olarak tutunabildiği bildirilmiştir (Eick ve diğerleri, 2004; Gibbons ve Hay, 1989).

Çalışmamızda, hazırlanan örneklerin yüzeylerinde standardizasyonu sağlamak ve müsinden zengin pelikül tabakası oluşturarak *S.mutans*'ın adezyonunu sağlayabilmek amacıyla Fusuyama'nın formülize ettiği yapay tükürük içerisinde müsin ilave edildi.

Dental plak, diş, dil, dudak ve yanak gibi dokuların tükürük tarafından mekaniksel olarak temizlenemeyen yüzeylerinde oluşabilen organik ve inorganik birikintilerdir. Plak mikroflorası kişiye, ağızda bulunduğu bölgeye ve kişinin beslenme alışkanlıklarına göre değişebilir. Dental plak, bakteri içeren biyofilm, bunların metabolik artıkları ve tükürük bileşenlerinden oluşur; mine ve dentinin demineralizasyonuna, sekonder çürük gelişimine sebep olabilir (Hitch, Pratten ve Taylor,2004; Montanaro ve diğerleri, 2004; Nishikawara, Katsumura, Ando, Tamaki, Nakamura, Sato, Nomura, ve Hanada, 2006; Steinberg ve Eyal, 2002).

Dental plak, birçok bakteri türüne ev sahipliği yapan; hem diş tabakasında hem de restoratif materyallerin üzerinde bulunabilen kompleks bir biyofilm tabakasıdır (Hannig, 1997; Montanaro ve diğerleri, 2004). Kompleks biyofilm tabakasında yer alan *S. mutans*, diş çürüğünün başlamasından ve ilerlemesinden sorumlu olan primer etiyolojik faktördür (Bürgers ve diğerleri, 2009; Loesche, 1986).

Bizim çalışmamızda *S. mutans* bakterisinin seçilmesinin nedeni; insan diş çürüğü oluşumun başlıca etiyolojik ajanı olması, erken ve olgun dental plakta yer alması ve çürük lezyonlarının her safhasında bulunmasıdır (Bürgers ve diğerleri 2009; Hahnel, Rosentritt, Bürgers ve Handel, 2008, Pereira ve diğerleri, 2011).

Yapılan çalışmalarda, oral kavitede biyofilm oluşma süresinin normalde 2-4 saat arasında tamamlandığını ve mikroorganizmaların bu sürede önemli miktarda adezyon sağladığını bildirmişlerdir. Restoratif materyallerde plak oluşumunu değerlendiren çalışmalarda bu süre yeterli kabul edilmektedir (Lee, Jung, Kim ve Han, 2011; Lie, 1975; Montanaro ve diğerleri, 2004; Rosentritt ve diğerleri, 2007). Bu nedenle çalışmamızda, dental plakta en fazla görülen bakterilerden biri olan *S. mutans*'ın, hazırlanan örneklerin yüzeylerinde 4 saat sonundaki adezyonu *in vitro* koşullarda incelendi.

Konishi ve diğeri (2003) diş minesi ve kompozitlere erken plak adezyonunu inceledikleri çalışmalarında, kompozit rezinlere diş minesine kıyasla daha fazla bakteri tutunduğunu bildirmişlerdir.

Bakterilen restoratif materyallere adezyonunu araştıran ve birbirleri ile karşılaştıran birçok çalışma mevcuttur. Kompozitlerin diğeri restoratif materyallere göre mikroorganizma adezyonu açasından daha yüksek potansiyel taşıdığı bildirilmiştir (Bürgers ve diğeri, 2009; Svanberg, Mjör ve Orstavik, 1990).

Amalgam ve çeşitli kompozit materyallere *S. mutans* adezyonunun incelendiği çalışmada, amalgam yüzeyinde kompozitlere göre daha az *S. mutans* adezyonu gözlenmiştir (Zalkind, Keisar, Ever-Hadani, Grinberg ve Sela, 1998).

Lee ve diğeri (2011) kompozit rezin, titanyum ve zirkonyum materyallere *Streptococcus sanguis* adezyonunu incelemiş ve en fazla adezyonun kompozit rezin yüzeyinde olduğunu bildirmişlerdir.

Rosentritt ve diğeri (2007) çeşitli dental materyallere *S. mutans* adezyonunu incelemiş ve kompozit rezinlerin, metal alaşım ve porselenlere göre daha fazla bakteri adezyonu gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, yeni bir ürün olan yüksek viskoziteli dört farklı bulk fill kompozit materyalin; yüzey bitirme ve cila işlemleri sonrasında yüzeylerine tutunan *S. mutans* miktarlarını, kontrol grubu olan geleneksel nanohibrit kompozit ve cam yüzeylerindeki *S. mutans* miktarları ile karşılaştırmayı amaçladık.

Bulgularımıza göre, en düşük yüzey pürüzlülük değerini negatif kontrol grubu olan camda 0,027 Ra olarak, en yüksek yüzey pürüzlülük değerini ise X-tra fil bulk fill kompozit grubunda 0,287 Ra olarak saptadık. Test edilen diğeri örneklerdeki yüzey pürüzlülük değerleri ise; Tetric EvoCeram bulk fill kompozit grubunda 0,137 Ra, Sonicfill bulk fill kompozit grubunda 0,173 Ra, Filtek Bulk fill Posterior Restoratif kompozit grubunda 0,160 Ra ve pozitif kontrol grubu olan Tetric N-Ceram geleneksel nanohibrit kompozit grubunda 0,123 Ra olarak bulundu.

Bulk fill kompozitlerin ve kontrol gruplarının yüzeylerine *S. mutans* adezyonunu test ettiğimiz örneklerde ise logaritmik dönüşüm sonrası; en düşük *S. mutans* adezyonunu negatif kontrol grubu olan camda 1,15 (cfu/ml/mm²) olarak, en yüksek *S. mutans* adezyonunu ise X-tra fil bulk fill kompozit grubunda 4,11 (cfu/ml/mm²) olarak saptandı. Test edilen diğer örneklerdeki *S. mutans* adezyonu değerleri logaritmik dönüşüm sonrası; Tetric EvoCeram bulk fill kompozit grubunda 3,47 (cfu/ml/mm²), Sonicfill bulk fill kompozit grubunda 3,98 (cfu/ml/mm²), Filtek Bulk fill Posterior Restoratif kompozit grubunda 3,92 (cfu/ml/mm²) ve pozitif kontrol grubu olan Tetric N-Ceram geleneksel nanohibrit kompozit grubunda 3,18 (cfu/ml/mm²) olarak tespit edildi.

Birçok çalışmada; yüzey pürüzlülüğü ve bakteri adezyonu arasında pozitif bir korelasyon olduğu, pürüzlü yüzeylerin plak oluşumunu ve olgunlaşmasını arttırdığı belirtilmiştir (Bollen ve diğerleri, 1996; Kawai ve Tsuchitani, 2000; Quirynen ve Bollen, 1995). Quirynen ve Bollen (1995), başlangıç kolonizasyonunun, mine ve restoratif materyallerdeki çatlak, oluk, aşınma defektleri gibi pürüzlü alanlarda meydana geldiğini bildirmişlerdir. Quirynen ve diğerleri (1990), yüzey pürüzlülüğünün plak oluşumu ve gelişimi için yüzey enerjisinden daha önemli bir faktör olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumu pürüzlü yüzeylerin mikroorganizmaları uzaklaştıran kuvvetlere karşı barınak oluşturmasıyla açıklamıştır.

Carlen ve diğerleri (2001), çalışmalarında cam iyonomer ve kompozit rezinlerin yüzey özelliklerinin biyofilm tabakası oluşumuna etkilerini incelemişlerdir. Biyofilm oluşumunda; yüzey pürüzlülüğünün, yüzey kompozisyonunun ve serbest yüzey enerjisinin etkilerini karşılaştırılmışlar, biyofilm oluşumu için yüzey pürüzlülüğünün en önemli faktör olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca, dental restorasyonların polisajının materyalin yüzey özelliklerini değiştirerek inorganik karakterini arttırdığını; bunun da bakteri adezyonunu artırdığını belirtmişlerdir.

Eick ve diğerleri (2004) çeşitli dolgu materyalleri üzerinde oluşan dental plak miktarıyla ilgili yaptıkları çalışmalarında, plak miktarı ve dolgu materyallerinin yüzey pürüzlülüğü arasında korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Tanner ve diğeri (2003) yaptıkları *in vitro* araştırmada, dental fiberle güçlendirilmiş kompozitlerde *S. mutans* adezyonunu incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda, *S. mutans* adezyonu ile materyalin yüzey pürüzlülüğü arasında korelasyon olduğunu gözlemlemişlerdir. Pürüzlü yüzeyin, bakteri adezyonu için daha geniş retansiyon alanı sağladığını ve bu alanların bakterileri, yüzeyden uzaklaştırıcı kuvvetlerden koruduğunu belirtmişlerdir.

Tanner, Robinson, Söderling ve Vallittu (2005) yaptıkları çalışmada, *in vivo* olarak fiberle güçlendirilmiş kompozitlere erken plak oluşumunu araştırmışlardır. Polietilen fiberle güçlendirilmiş kompozitte, düşük yüzey enerjisine sahip olmasına rağmen en yüksek bakteri birikimi görülmesinin sebebinin, yüksek yüzey pürüzlülüğü göstermesinden dolayı olduğunu belirtmişlerdir.

Buergers ve diğeri (2007) geçici protez materyallerine *S. mutans* adezyonunu inceledikleri çalışmalarında, yüzey pürüzlülüğü ya da materyalin hidrofobikliği ile bakteri adezyonu arasında korelasyon bulamamışlardır.

Bizim çalışmamızın sonucunda, örneklerdeki yüzey pürüzlülük değerinin artması ile *S. mutans* adezyonunun arttığı belirlenmiştir. Çalışmamızda kullanılan tüm gruplarda, yüzey pürüzlülüğü ile *S. mutans* adezyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı ve aynı yönlü korelasyon gözlenmiştir.

Bollen ve diğeri (1997) yaptıkları *in vivo* çalışmada, bakteri retansiyonu için kritik yüzey pürüzlülük seviyesinin 0,2 Ra olduğunu bildirmişlerdir. Kritik seviye kabul edilen bu değerin altındaki değerlerin, bakteri kolonizasyonu için kabul edilebilir olduğunu; bu değerin üstündeki yüzey pürüzlülüğünün ise plak birikiminde artışa sebep olabileği, çürük ve periodontal inflamasyon için risk oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Bu bulgulara paralel olarak çalışmamızda, Bollen ve diğeri (1997)'nin bildirdiği kritik pürüzlülük seviyesi olan 0,2 Ra değerini aşan tek grup X-tra fil bulk fill kompozit grubu olmuş ve en yüksek *S. mutans* adezyonu bu grupta gözlemlenmiştir.

Buergers ve diğeri (2009) kontrol grubu olarak cam kullandıkları çalışmalarında, siloran içerikli kompozit (Filtek Silorane) ve metakrilat esaslı dört kompoziti (Filtek Z250, Tetric Evoceram, Quixfil, Spectrum TPH) yüzey pürüzlülüğü ve *S.mutans* adezyonu açısından karşılaştırmışlardır. Kontrol grubu olan cam, en düşük yüzey pürüzlülüğü değerini gösterirken en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerini metakrilat esaslı kompozit Spectrum TPH göstermiştir. Siloran içerikli kompozit, kontrol grubu olan cam ile birlikte en düşük bakteri adezyonunu göstermiştir. Diğer kompozitler ise siloran içerikli kompozite oranla daha fazla *S.mutans* adezyonunu göstermişlerdir.

Bizim çalışmamızda da, negatif kontrol grubu olan cam, en düşük yüzey pürüzlülüğü ile birlikte en düşük *S. mutans* adezyonunu göstermiştir.

Kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü etkileyen yapısal faktörler; doldurucunun tipi, büyüklüğü ve miktarı, rezin matriksin yapısı ve rezinin tipidir (Koh ve diğeri, 2008). Polimerizasyon esnasında, polimer matriksin dönüştürülme derecesi ve bağlayıcı ajanların da kompozitin pürüzlülüğü üzerinde etkili faktörler olarak düşünülmektedir (Jaarda, Wang ve Lang, 1997; Tanoue, Matsumura ve Atsuta, 2000).

Kompozit rezinler heterojen yapıda olup; organik matriks, doldurucu partiküller ve silan bağlama ajanı olmak üzere 3 ana bileşenden oluşmaktadır (Lutz ve Philips, 1983). Kompozitlerin sert yapıdaki doldurucu partikül ve yumuşak yapıdaki organik matriks içermesinden dolayı yüzey bitirme ve polisaj işlemlerinde bazı zorluklarla karşılaşmaktadır (Özgünaltay ve diğeri, 2003). Farklı seviyelerde sertliğe sahip olduklarından cila sırasında bu bileşenlerin uzaklaştırılma seviyeleri de birbirinden farklı olmaktadır. Yapısal farklılıklarından dolayı birçok kompozit cila işlemlerinden sonra farklı seviyelerde yüzey pürüzlülüğü göstermektedir. Geniş boyutlu dolduruculara sahip materyallerin, küçük boyutlu olanlara kıyasla daha fazla yüzey pürüzlülüğü gösterdiği bildirilmiştir (Tjan ve Chan, 1989; Yap ve diğeri, 1997).

Saraç, Saraç, Kulunk, Ural ve Kulunk (2006) kullandıkları hibrit, mikrohibrit ve nanohibrit kompozitten daha büyük doldurucu partikül içeren hibrit kompozitin, daha yüksek yüzey pürüzlük değerleri gösterdiğini belirtmişlerdir.

Senawongse ve Pongprueksa (2007) nanofil, nanohibrit ve mikrohibrit kompozitlerin pürüzlülüklerini karşılaştırdıkları araştırmalarında; en büyük doldurucu partikül büyüklüğüne sahip kompozitin, en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerini verdiğini bildirmişlerdir.

Organik matriks ve inorganik doldurucular farklı seviyelerde sertlik gösterdiklerinden oklüzal kuvvetlere maruz kalmaları sonucu aşınma seviyeleri farklı olabilmektedir. Organik matriks daha az sertliğe sahip olmasından dolayı daha hızlı aşınırken, doldurucu partiküller de atrizyon sonucu yerinden oynar. Doldurucu partikül büyüklüğü arttıkça, doldurucu partiküllerin yerinden kopması sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü de artabilmektedir (Attar, 2007; Barbosa ve diğerleri, 2005; Ikeda, Matin, Nikaido, Foxtan ve Tagami, 2007; Jung, Eichelberger ve Klimek, 2007; Pereira ve diğerleri, 2011).

Bizim çalışmamızda da; inorganik partikül büyüklüğü ve inorganik doldurucu miktarı en yüksek olan X-tra fil bulk fill kompozit grubu en fazla yüzey pürüzlülüğünü gösteren grup olarak saptanmıştır.

Kompozit materyallerin yüzeyinde biyofilm oluşumunu; yüzey pürüzlülüğü, yüzey enerjisi ve kimyasal içerik gibi çeşitli yüzey özellikleri etkilemektedir (Brambilla ve diğerleri, 2005; Poggio ve diğerleri, 2012). Dental kompozitler, hidrofobik matriks monomer olan organik faz, hidrofilik doldurucular olan inorganik faz ve bu fazları birbirine bağlayan ara bağlayıcı silandan oluşmaktadır. Kompozit rezinler, tam olarak homojen bir yüzey göstermezler; tek bir rezin bazlı kompozitin yüzeyinde bile bazı bölgelerde matriksten zengin, doldurucudan fakir alanlar gözlenirken, bazı bölgelerde ise matriksten fakir, doldurucudan zengin alanlar gözlemlenebilmektedir. Aynı kompozit türü için dahi yüzeyde, kimyasal yapı ve topografik farklılıklar meydana gelebilmektedir (Ionescu ve diğerleri, 2012).

Kompozit materyaller içerisindeki çeşitli bileşenlerin, pelikül ve biyofilm oluşumunu etkilediği bildirilmiştir. Kompozit materyallerin içerisinde bulunan matriks monomerin türü, monomerin miktarı, doldurucuların türü, şekli, büyüklüğü ve miktarı materyalin yüzey tabakasında oluşan biyofilm tabakasının adezyonunu etkileyebilmektedir (Hahnel ve diğerleri, 2008; Pereira ve diğerleri, 2011).

Kompozit materyal içerisinde bulunan rezin matriks, bakteriyel ve tükürük kaynaklı enzimler tarafından yıkıma uğramaya yatkındır (Santerre, Shajii ve Leung, 2001). Singh, Khalichi, Cvitkovitch ve Santerre (2009), Bis-GMA ve TEGDMA rezin monomerlerinin yıkım ürünlerinin, *S. mutans*'ın gen ekspresyonunu ve büyümesini etkilediğini bildirmişlerdir. Hansel, Leyhausen, Mai ve Geurtsen (1998) yaptıkları çalışmada, EGDMA ve TEGDMA gibi matriks monomerlerinin, *S. sobrinus* ve *Lactobacillus acidophilus* bakterilerinin büyümesini uyardığını tespit etmiştir.

Kawai ve Tsuchitani (2000) TEGDMA, Bis-GMA ve UDMA matriks monomerlerinin, karyojenik mikroorganizmalardaki glikoziltransferans aktivitesini arttırdığını bildirmiştir.

Ionescu ve diğerleri (2015), rezin matriksin kimyasal yapısının ve doldurucu miktarının kompozit yüzeyinde oluşan biyofilme etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, aynı doldurucu miktarına sahip olan UDMA/dimetakrilat rezin matriks içeriğine sahip kompozit yüzeyinde, Bis-GMA/TEGDMA rezin matriks içeriğine sahip kompozit yüzeyine göre daha yüksek oranda biyofilm oluşumu gözlenmiştir.

Carlen ve diğerleri (2001), materyaller içerisindeki pozitif ve negatif yüklü iyonların da bakteri adezyonunu etkilediğini belirtmişlerdir. Resinin içerisinde inorganik doldurucu olarak bulunan Si, Al ve Ba gibi elementler pozitif yüklüdür ve materyale polisaj yapıldıktan sonra bu elementler daha çok açığa çıkar. Bakterilerin tutunmasını sağlayan tükürük pelikülünü oluşturan bileşenler nötral pH'da genellikle asidik olup, negatif yüklüdürler. Materyalin içindeki inorganik doldurucu da biyofilm oluşumu için önemli bir faktördür. Cam iyonmer ve kompozit materyallerin yüzeyinde biyofilm oluşumunun incelendiği çalışmada, cam iyonmer daha fazla pozitif yüklü inorganik partikül içerdiği için, cilalanmayan cam iyonmer yüzeyinde daha fazla biyofilm oluşumu gözlenmiştir.

Ikeda ve diğerleri (2007) indirek kompozit reziler ile yaptıkları çalışmada, % 92 oranında doldurucu, üretan-monomer bazlı rezin matriks içeren kompozit ile (Estenina C&B), % 75 oranında doldurucu, UDMA bazlı rezin matriks içeren kompozit (Gradia) arasında *S. mutans* biyofilm adezyonunu karşılaştırmışlar ve üretan-monomer bazlı rezin matriks içeren kompozitte daha az adezyon gözlemişlerdir. Adezyon düzeyinin farklı olmasını;

doldurucu partikül büyüklüğüne, rezin matrisin tipine ve doldurucu ile rezin matris arasındaki oranın farklı olması ile açıklamışlardır.

Pereira ve diğerleri (2011); nanofil, nanohibrit ve mikrohibrit kompozitlere farklı yüzey bitim ve cila işlemlerinden sonra *S. mutans* adezyonunu inceledikleri çalışmalarında, en düşük *S. mutans* biyofilm adezyonunun nanofil kompozit grubunda gerçekleştiğini gözlemişlerdir.

Ionescu ve diğerleri (2012) farklı kompozitlere *S. mutans* adezyonunu inceledikleri çalışmalarında, fiziko-kimyasal özelliklerin etkisini araştırmışlardır. Polisaj sırasında Grandio kompozit materyalde bulunan büyük doldurucu partiküllerin uzaklaşması sonucu; en yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri ve en fazla *S. mutans* adezyonunu bu kompozit grubunda gözlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, kompozitlerin fiziksel ve kimyasal yüzey özelliklerinin *S. mutans* biyofilm oluşumunu etkilediğini belirterek, biyofilm oluşumunu azaltmak için kompozitin yüzeyinde polisaj sonucu açığa çıkan rezin matris miktarının azaltılmasını önermişlerdir.

Ionescu ve diğerleri (2015) farklı rezin matrislerin ve doldurucu oranının biyofilm oluşumuna etkilerini inceledikleri çalışmalarında, nanofil dolduruculu kompozit rezinlerde daha az *S. mutans* adezyonu gözlemişlerdir. Bu sonucu nanofil kompozitlerin daha homojen bir yüzey topografisi göstermesi ile açıklamışlardır.

Çalışmamızdaki tüm bulk fill kompozitlerin; pürüzlülük değerleri ve yüzeye tutunan *S. mutans* sayısı, geleneksel nanohibrit kompozit grubuna (Tetric N-Ceram) ve negatif kontrol grubu olan cama göre daha yüksek bulunmuştur. Bulk fill kompozitlerin, geleneksel kompozit grubuna ve cam grubuna göre daha yüksek oranda yüzey pürüzlülük değerleri göstermesinin yüzeye tutunan *S. mutans* sayısının fazla olmasına neden olduğunu düşünmekteyiz.

Bulk fill kompozitlerde 4mm derinlikte maksimum polimerizasyonun gerçekleştirilebilmesi için çeşitli yöntemler kullanılmıştır (Bucuta ve İlie, 2014; Par ve diğerleri, 2015). Çalışmamızdaki guplardan Sonicfill ve X-tra Fil Bulk Fill kompozitlerin içerisindeki doldurucu partiküllerin büyüklüğü arttırılmış olup, partikül büyüklüğünün 20 µm'yi geçtiği

bildirilmiştir. Uygulanan ışığın rezin matrisi içerisinde saçılması engellenerek, ışığın derin tabakalara kadar ulaşması amaçlanmaktadır. (Bucuta ve İlie, 2014; İlie ve diğerleri, 2014; İlie ve Stark, 2014). Gruplar arasında en yüksek yüzey pürüzlülük değerini; en yüksek X-tra fil ve daha sonra Sonicfill bulk fill kompozitleri göstermiştir. Gruplar arasında en yüksek *S. mutans* adezyonunu; en yüksek X-tra fil ve daha sonra Sonicfill bulk fill kompozitleri göstermiştir. Bu iki bulk fill kompozitteki yüzey pürüzlülüğü ve *S. mutans* adezyonunun fazla olması doldurucu partikül büyüklüğü ile açıklanabilir.

Filtek Bulk fill Posterior Restoratif kompozit; doldurucu miktarı azaltılmış nano dolduruculu bir kompozittir. Uygulanan ışığın rezin matrisi içerisinde saçılması engellenerek, ışığın derin tabakalara kadar ulaşması amaçlanmaktadır (Bucuta ve İlie, 2014). Filtek Bulk fill Posterior Restoratif kompozit grubunun, yüzey pürüzlülük değeri ve *S. mutans* adezyonu miktarı Sonicfill ve X-tra fil bulk fill kompozit gruplarına göre daha düşüktür. Bu sonucun, Filtek Bulk fill kompozitin nano-doldurucu içermesinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Tetric EvoCeram bulk fill kompozitin içerisine, farklı bir foto-başlatıcı olan germanyum esaslı başlatıcı Ivocerin'in ilave edilmesi ile derin tabakalarda daha iyi polimerizasyon sağladığı bildirilmektedir (Jang ve diğerleri, 2015). Çalışmamızda, diğer bulk fill kompozitler içerisinde en düşük yüzey pürüzlülüğü değerine sahip grubun Tetric EvoCeram bulk fill kompozit grubu olduğu saptanmıştır. Tetric EvoCeram grubunun, diğer bulk fill kompozitler içerisinde en düşük *S. mutans* adezyonunu gösterdiği saptanmıştır. Bu durum, Tetric EvoCeram bulk fill kompozitin doldurucu miktarı ve büyüklüğü değiştirilmeden derin tabakalarda polimerizasyonun sağlanması için farklı bir foto-başlatıcı kullanılması ile açıklanabilir.

Yüzey pürüzlülüğü restoratif materyalin yüzeyine bakteri adezyonunu etkileyen tek faktör değildir. Yüzeyin elektriksel özellikleri, hidrofobitesi, serbest yüzey enerjisi, dolgu maddelerinin florür salımı bakteri adezyonunu etkileyebilen faktörlerdir. Bu nedenle restoratif materyallere bakteri adezyonunu değerlendirilirken; materyallerin kimyasal yapıları ve fiziksel özelliklerinin rolü göz önünde bulundurulmalıdır (Ikeda, Nikaido, Foxton ve Tagami, 2005; Olsson, van der Heijde ve Holmberg, 1992; Satou, Fukunaga, Satou,

Shintani ve Okuda, 1988; Quirynen ve diğeri, 1990; Quirynen, van der Mei, Bollen, Schotte, Marechal, Doornbusch, Naert, Busscher ve van Steenberghe, 1993).

Bulk fill kompozitlerin, restorasyonun uygulanma süresini kısaltması, geliştirilmiş fiziksel ve mekanik özellikleri sayesinde gelecekte daha yaygın kullanılması beklenmektedir. Çalışmamızda, diş çürüğünün başlıca patojeni olan *S. mutans* bakterisinin yeni üretilen yüksek viskoziteli bulk fill kompozitlere adezyonu karşılaştırıldı. Ancak çalışmamızda bakteri adezyonunda etkili olan serbest yüzey enerjisi, yüzey ıslatma açısı, elektriksel özellikler gibi faktörlerin etkisi incelenmemiştir. Ayrıca çalışmamızda bulk fill kompozitler ile geleneksel kompozitlerin karşılaştırılması için tek bir türde geleneksel nanohibrit kompozit kullanılmıştır. Piyasada, farklı yapıda kimyasal içeriğe sahip, birçok çeşitte geleneksel kompozit türü bulunmaktadır. Çalışmamızın bir diğer limitasyonunda, ağız ortamında bulunan birçok bakteri ve bunların birbirleri ile etkileşimleri gözardı edilerek tek bir bakteri çeşidi kullanılmıştır. Dental plak mikroflorası kişiye, ağızda bulunduğu bölgeye ve kişinin beslenme alışkanlıklarına göre değişim gösterir. Bu nedenle bulk fill kompozit materyallere bakteri adezyonunun nedenlerinin tam olarak anlaşılabilmesi için sonuçlarımızın destekleneceği ve farklı etkenlerin bakteri adezyonuna etkilerini gösteren daha fazla *in vitro*, *in vivo* ve klinik takipli çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. SONUÇLAR

Yüksek viskoziteli bulk fill kompozitlere, yüzey bitirme ve cila işlemlerinden sonra *S. mutans* adezyonunun *in vitro* olarak karşılaştırıldığı çalışmamızın bulgularına göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. En düşük yüzey pürüzlülüğü değerini negatif kontrol grubu olan cam, en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerini ise X-tra fil bulk fill kompozit göstermiştir.
2. En düşük *S. mutans* adezyonunu negatif kontrol grubu olan cam, en yüksek *S. mutans* adezyonunu ise X-tra fil bulk fill kompozit göstermiştir.
3. Bu çalışmada, yüzey pürüzlülüğü ile bakteri adezyonu arasında güçlü ve doğrusal bir korelasyon ilişkisi kurulmuştur. Tüm gruplarda, yüzey pürüzlülüğü arttıkça *S. mutans* adezyonunun da arttığı gözlenmiştir.
4. Tüm bulk fill kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü değerinin, geleneksel nanohibrit kompozite göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.
5. Tüm bulk fill kompozitlerin yüzeyine tutunan *S. mutans* adezyonunun, geleneksel nanohibrit kompozite göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.
6. Tetric EvoCeram bulk fill kompozit grubunun çalışmada kullandığımız diğer bulk fill kompozit gruplarına göre hem yüzey pürüzlülüğü hem de *S. mutans* adezyonu bakımından en iyi olduğu görülmüştür.



KAYNAKLAR

- Abbas, G., Fleming, G.J., Harrington, E., Shortall, A.C. and Burke, F.J. (2003). Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or in increments. *Journal of Dentistry*, 31(6), 437-444.
- Agarwal, R.S., Hiremath, H., Agarwal, J. and Garg, A. (2015). Evaluation of cervical marginal and internal adaptation using newer bulk fill composites: An *in vitro* study. *Journal of Conservative Dentistry*, 18(1), 56-61.
- Albers, H.F. (2002). *Tooth-Colored Restoratives Principles and Techniques*. (Ninth edition). Hamilton: BC Decker Inc, 86-112.
- Anusavice, K.J. (2003). *Phillips' Science of Dental Materials*. (Eleventh edition). St.Louis, Missouri: Saunders Elsevier, 155-412.
- Arthur, R.A., Cury, A.A., Graner, R.O., Rosalen, P.L., Vale, G.C., Paes Leme, A.F., Cury, J.A. and Tabchoury, C.P. (2011). Genotypic and Phenotypic Analysis of *S. mutans* Isolated from Dental Biofilms Formed *In Vivo* Under High Cariogenic Conditions. *Brazilian Dental Journal*, 22(4), 267-274.
- Arthur, R.A., Tabchoury, C.P., Mattos-Graner Rde, O., Del Bel Cury, A.A., Paes Leme, A.F., Vale, G.C. and Cury, J.A. (2007). Genotypic Diversity of *S. mutans* in Dental Biofilm Formed *In Situ* under Sugar Stress Exposure. *Brazilian Dental Journal*, 18(3), 185-191.
- Attar, N. (2007). The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 8(1), 27-35.
- Auschill, T.M., Arweiler, N.B., Brex, M., Reich, E., Sculean, A. and Netuschil, L. (2002). The effect of dental restorative materials on dental biofilm. *European Journal of Oral Sciences*, 110(1), 48-53.
- Barbosa, S.H., Zanata, R.L., Navarro, M.F. and Nunes, O.B. (2005). Effect of Different Finishing and Polishing Techniques on the Surface Roughness of Microfilled, Hybrid and Packable Composite Resins. *Brazilian Dental Journal*, 16(1), 39-44.
- Bayne, S.C. (2005). Dental biomaterials: where are we and where are we going? *Journal of Dental Education*, 69(5), 571-585.
- Bayne, S.C., Heymann, H.O. and Swift, E.J.Jr. (1994). Update on dental composite restorations. *The Journal of the American Dental Association*, 125(6), 687-701.
- Benetti, A.R., Havndrup-Pedersen, C., Honoré, D., Pedersen, M.K. and Pallesen, U. (2015). Bulk-Fill Resin Composites: Polymerization Contraction, Depth of Cure, and Gap Formation. *Operative Dentistry*, 40(2), 190-200.

- Berastegui, E., Canalda, C., Brau, E. and Miquel, C. (1992). Surface roughness of finished composite resins. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 68(5), 742-749.
- Bollen, C.M., Lambrechts, P. and Quirynen, M. (1997). Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dental Materials*, 13(4), 258-269.
- Bollen, C.M., Papaioanno, W., Van Eldere, J., Schepers, E., Quirynen, M. and van Steenberghe, D. (1996). The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clinical Oral Implants Research*, 7(3), 201-211.
- Bowden, G.H.W. (2000). The Microbial Ecology of Dental Caries. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 12(3), 138-148.
- Bowen, W.H. and Koo, H. (2011). Biology of *Streptococcus mutans*-derived glucosyltransferases: role in extracellular matrix formation of cariogenic biofilms. *Caries Research*, 45(1), 69-86.
- Braga, R.R., Ballester, R.Y. and Ferracane, J.L. (2005). Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: A systematic review. *Dental Materials*, 21(10), 962-970.
- Brambilla, E., Cagetti, M.G., Gagliani, M., Fadini, L., García-Godoy, F. and Strohmer, L. (2005). Influence of different adhesive restorative materials on *mutans streptococci* colonization. *American Journal of Dentistry*, 18(3), 173-176.
- Brambilla, E., Ionescu, A., Gagliani, M., Cochis, A., Arciola, C.R. and Rimondini, L. (2012). Biofilm formation on composite resins for dental restorations: an in situ study on the effect of chlorhexidine mouthrinses. *The International journal of Artificial Organs*, 35(10), 792-799.
- Brännström, M., Torstenson, B. and Nordenvall, K.J. (1984). The Initial Gap Around Large Composite Restorations *in vitro*: The Effect of Etching Enamel Walls. *Journal of Dental Research*, 63(5), 681-684.
- Bucuta, S. and Ilie, N. (2014). Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *The Journal of Clinical Oral Investigations*, 18(8), 1991-2000.
- Buergers, R., Rosentritt, M. and Handel, G. (2007). Bacterial adhesion of *Streptococcus mutans* to provisional fixed prosthodontic material. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 98(6), 461-469.
- Buergers, R., Schneider-Brachert, W., Hahnel, S., Rosentritt, M. and Handel, G. (2009). Streptococcal adhesion to novel low-shrink silorane-based restorative. *Dental Materials*, 25(2), 269-275.

- Bürgers, R., Eidt, A., Frankenberger, R., Rosentritt, M., Schweikl, H., Handel, G. and Hahnel, S. (2009). The anti-adherence activity and bactericidal effect of microparticulate silver additives in composite resin materials. *Archives of Oral Biology*, 54(6), 595-601.
- Carlén, A., Nikdel, K., Wennerberg, A., Holmberg, K. and Olsson, J. (2001). Surface characteristics and *in vitro* biofilm formation on glass ionomer and composite resin. *Biomaterials*, 22(5), 481-487.
- Cengiz, T. (1990). *Endodonti*. (Üçüncü baskı). İzmir: Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi, 188-189.
- Czasch, P. and Ilie, N. (2013). *In vitro* comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *The Journal of Clinical Oral Investigations*, 17(1), 227-235.
- Dayangaç, G.B. (2000). *Kompozit Rezin Restorasyonlar*. (1. Baskı). Ankara: Güneş Kitabevi, 2-19.
- Dietschi, D., Campanile, G., Holz, J. and Meyer, J.M. (1994). Comparison of the color stability of ten new-generation composites: An *in vitro* study. *Dental Materials*, 10(6), 353-362.
- Dijkman, G.E. and Arends, J. (1992). Secondary caries in situ around fluoride-releasing light-curing composites: a quantitative model investigation on four materials with a fluoride content between 0 and 26 vol%. *Caries Research*, 26(5), 351-357.
- Distler, W. and Kröncke, A. (1983). The Acid Pattern in Human Dental Plaque. *Journal of Dental Research*, 62(2), 87-91.
- Donlan, R.M. (2002). Biofilms: microbial life on surfaces. *Emerging Infectious Diseases journal*, 8(9), 881-890.
- Eick, S., Glockmann, E., Brandl, B. and Pfister, W. (2004). Adherence of *Streptococcus mutans* to various restorative materials in a continuous flow system. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(3), 278-285.
- Ellakwa, A., Cho, N. and Lee, I.B. (2007). The effect of resin matrix composition on the polymerization shrinkage and rheological properties of experimental dental composites. *Dental Materials*, 23(10), 1229-1235.
- El-Safty, S., Silikas, N. and Watts, D.C. (2012). Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dental Materials*, 28(8), 928-935.
- Ergücü, Z. ve Türkün, L.S. (2007). Surface Roughness of Novel Resin Composites Polished with One-step Systems. *Operative Dentistry*, 32(2), 185-192.
- Featherstone, J.D. (2004). The continuum of dental caries--evidence for a dynamic disease process. *Journal of Dental Research*, 83(C), 39-42.

- Federlin, M., Thonemann, B., Schmalz, G. and Urlinger, T. (1998). Clinical evaluation of different adhesive systems for restoring teeth with erosion lesions. *Clinical Oral Investigations*, 2(2), 58-66.
- Feilzer, A.J. and Dauvillier, B.S. (2003). Effect of TEGDMA/BisGMA ratio on stress development and viscoelastic properties of experimental two-paste composites. *Journal of Dental Research*, 82(10), 824-828.
- Feilzer, A.J., De Gee A.J. and Davidson, C.L. (1987). Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *Journal of Dental Research*, 66(11), 1636-1639.
- Fejerskov, O. and Kidd, E.A.M. (2003). *Dental Caries the Disease and Its Clinical Management*. (First edition). Oxford: Blackwell Munksgaard, 7-33.
- Ferracane, J.L. (2005). Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dental Materials*, 21(1), 36-42.
- Flury, S., Peutzfeldt, A. and Lussi, A. (2014). Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulkfill resin composites. *Dental Materials*, 30(10), 1104-1112.
- Fontana, M., González-Cabezas, C., Haider, A. and Stookey, G.K. (2002). Inhibition of secondary caries lesion progression using fluoride varnish. *Caries Research*, 36(2), 129-135.
- Fortin, D. and Vargas, M.A. (2000). The Spectrum of Composites: New Techniques and Materials. *The Journal of the American Dental Association*, 131, 26S-30S.
- Furness, A., Tadros, M.Y., Looney, S.W. and Rueggeberg, F.A. (2014). Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*, 42(4), 439-449.
- Gal, J.Y., Fovet, Y. and Adib-Yadzi, M. (2001). About a synthetic saliva for *in vitro* studies. *Talanta*, 53(6), 1103-1115.
- Garcia, D., Yaman, P., Dennison, J. and Neiva, G. (2014). Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk Fill Flowable Composite Resins. *Operative Dentistry*, 39(4), 441-448.
- Garoushia, S., Säilynoja, E., Vallittu, P.K. and Lassilaa, L. (2013). Physical properties and depth of cure of a new short fiber reinforced composite. *Dental Materials*, 29(8), 835-841.
- Ge, J., Catt, D.M. and Gregory, R.L. (2004). *Streptococcus mutans* surface alpha-enolase binds salivary mucin MG2 and human plasminogen. *Infection and Immunity*, 72(11), 6748-6752.
- Geddes, D.A. (1975). Acids produced by human dental plaque metabolism in situ. *Caries Research*, 9(2), 98-109.

- Gedik, R., Hürmüzlü, F., Coşkun, A., Bektaş, O.O. and Ozdemir AK. (2005). Surface roughness of new microhybrid resin-based composites. *The Journal of the American Dental Association*, 136(8), 1106-1112.
- Gibbons, R.J. and Hay, D.I. (1989). Adsorbed Salivary Acidic Proline-rich Proteins Contribute to the Adhesion of *Streptococcus mutans* JBP to Apatitic Surfaces. *Journal of Dental Research*, 68(9), 1303-1307.
- Hahnel, S., Rosentritt, M., Bürgers, R. and Handel, G. (2008). Surface properties and *in vitro* *Streptococcus mutans* adhesion to dental resin polymers. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 19(7), 2619-2627.
- Hannig, M. (1997). Transmission electron microscopic study of *in vivo* pellicle formation on dental restorative materials. *European Journal of Oral Sciences*, 105, 422-433.
- Hansel, C., Leyhausen, G., Mai, U.E. and Geurtsen, W. (1998). Effects of various resin composite (co)monomers and extracts on two caries-associated micro-organisms *in vitro*. *Journal of Dental Research*, 77(1), 60-67.
- Hara, A.T. and Zero, D.T. (2010). The caries environment: saliva, pellicle, diet, and hard tissue ultrastructure. *Dental Clinics of North America*, 54(3), 455-467.
- Hickel, R., Dasch, W., Janda, R., Tyas, M. and Anusavice, K. (1998). New direct restorative materials. *International Dental Journal*, 48(1), 3-16.
- Hitch, G., Pratten, J. and Taylor, P.W. (2004). Isolation of bacteriophages from the oral cavity. *Letters in Applied Microbiology*, 39(2), 215-219.
- Huang, C., Tay, F.R., Cheung, G.S., Kei, L.H., Wei, S.H. and Pashley, D.H. (2002). Hygroscopic expansion of a compomer and a composite on artificial gap reduction. *Journal of Dentistry*, 30(1), 11-9.
- Humphrey, S.P. and Williamson, R.T. (2001). A review of saliva: normal composition, flow, and function. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 85(2), 162-169.
- Ikeda, M., Matin, K., Nikaido, T., Foxton, R.M. and Tagami, J. (2007). Effect of surface characteristics on adherence of *S. mutans* biofilms to indirect resin composites. *Dental Materials Journal*, 26(6), 915-923.
- Ikeda, M., Nikaido, T., Foxton, R.M. and Tagami, J. (2005). Shear bond strengths of indirect resin composites to hybrid ceramic. *Dental Materials Journal*, 24(2), 238-243.
- Ikemura, K., Ichizawa, K., Yoshida, M., Ito, S. and Endo, T. (2008). UV-VIS spectra and photoinitiation behaviors of acylphosphine oxide and bisacylphosphine oxide derivatives in unfilled, light-cured dental resins. *Dental Materials Journal*, 27(6), 765-774.
- Ilie, N. and Hickel, R. (2011). Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology. *Dental Materials*, 27(4), 348-355.

- Ilie, N. and Stark, K. (2014). Effect of different curing protocols on the mechanical properties of low-viscosity bulk-fill composites. *Clinical Oral Investigations*, 19(2), 271-279.
- Ilie, N., Bucuta, S. and Draenert, M. (2013). Bulk-fill resin-based composites: an *in vitro* assessment of their mechanical performance. *Operative Dentistry*, 38(6), 618-625.
- Ilie, N., Schöner, C., Bücher, K. and Hickel R. (2014). An in-vitro assessment of the shear bond strength of bulk-fill resin composites to permanent and deciduous teeth. *Journal of Dentistry*, 42(7), 850-855.
- Ionescu, A., Brambilla, E., Wastl, D.S., Giessibl, F.J., Cazzaniga, G., Schneider-Feyrer, S. and Hahnel, S. (2015). Influence of matrix and filler fraction on biofilm formation on the surface of experimental resin-based composites. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 26(1), 5372.
- Ionescu, A., Wutscher, E., Brambilla, E., Schneider-Feyrer, S., Giessibl, F.J. and Hahnel, S. (2012). Influence of surface properties of resin-based composites on *in vitro* *Streptococcus mutans* biofilm development. *European Journal of Oral Sciences*, 120(5), 458-465.
- Irie, M. and Suzuki, K. (1999). Marginal gap formation of light-activated base/liner materials: effect of setting shrinkage and bond strength. *Dental Materials*, 15(6), 403-437.
- Iwami, Y., Shimizu, A., Hayashi, M., Takeshige, F. and Ebisu, S. (2005). Three-dimensional evaluation of gap formation of cervical restorations. *Journal of Dentistry*, 33(4), 325-333.
- İlday, N.Ö., Erdem, V. ve Bayındır, Y.Z. (2008). Farklı Bitirme ve Parlatma İşlemlerinin Üç Farklı Resin Materyalin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 18(1), 19-24.
- Jaarda, M.J., Wang, R.F. and Lang, B.R. (1997). A regression analysis of filler particle content to predict composite wear. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 77(1), 57-67.
- Jang, J.H., Park, S.H. and Hwang, I.N. (2015). Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk-Fill Resin Composites and Highly Filled Flowable Resin. *Operative Dentistry*, 40(2), 172-180.
- Jefferies, S.R., Smith, R.L., Barkmeier, W.W. and Gwinnett, A.J. (1989). Comparison of surface smoothness of restorative resin materials. *International Journal of Esthetic Dentistry*, 1(5), 169-175.
- Jenkinson, H.F. and Lamont, R.J. (1997). Streptococcal adhesion and colonization. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 8(2), 175-200.

- Joniot, S., Salomon, J.P., Dejou, J. and Grégoire, G. (2006). Use of Two Surface Analyzers to Evaluate the Surface Roughness of Four Esthetic Restorative Materials After Polishing. *Operative Dentistry*, 31(1), 39-46.
- Jung, M., Eichelberger, K. and Klimek, J. (2007). Surface Geometry of Four Nanofiller and One Hybrid Composite After One-step and Multiple-step Polishing. *Operative Dentistry*, 32(4), 347-355.
- Kakaboura, A., Fragouli, M., Rahiotis, C. and Silikas, N. (2007). Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 18(1), 155-163.
- Kalachandra, S. and Kusy, R.P. (1991). Comparison of water sorption by methacrylate and dimethacrylate monomers and their corresponding polymers. *Polymer*, 32(13), 2428-2434.
- Kawai, K. and Tsuchitani, Y. (2000). Effects of resin composite components on glucosyltransferase of cariogenic bacterium. *Journal of Biomedical Materials Research*, 51(1), 123-127.
- Kawai, K. and Urano, M. (2001). Adherence of Plaque Components to Different Restorative Materials. *Operative Dentistry*, 26(4), 396-400.
- Khatri, C.A., Stansbury, J.W., Schultheisz, C.R. and Antonucci, J.M. (2003). Synthesis, characterization and evaluation of urethane derivatives of Bis-GMA. *Dental Materials*, 19(7), 584-588.
- Kim, R.J., Kim, Y.J., Choi, N.S. and Lee, I.B. (2015). Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*, 43(4), 430-439.
- Kleverlaan, C.J. and Feilzer, A.J. (2005). Polymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites. *Dental Materials*, 21(12), 1150-1157.
- Koh, R., Neiva, G., Dennison, J. and Yaman, P. (2008). Finishing systems on the final surface roughness of composites. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 9(2), 138-145.
- Konishi, N., Torii, Y., Kurosaki, A., Takatsuka T., Itota, T. and Yoshiyama, M. (2003). Confocal laser scanning microscopic analysis of early plaque formed on resin composite and human enamel. *Journal of Oral Rehabilitation*, 30(8), 790-795.
- Kovarik, R.E. and Ergle, J.W. (1993). Fracture toughness of posterior composite resins fabricated by incremental layering. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 69(6), 557-560.
- Krejci, I., Lutz, F. and Boretti, R. (1999). Resin composite polishing—Filling the gaps. *Quintessence International*, 30(7), 490-495.

- Külekcı, G. ve Gökbuğet, A. (2009). Ağız Mikroflorasının Genel Sağlığa Etkisi. *ANKEM Dergisi*, 23(3), 137-145.
- Kwon ,T.Y., Bagheri, R., Kim, Y.K., Kim, K.H. and Burrow, M.F. (2012). Cure mechanisms in materials for use in esthetic dentistry. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 3(1), 3-16.
- Kwon,Y., Ferracane, J. and Lee, I.B. (2012). Effect of layering methods, composite type, and flowable liner on the polymerization shrinkage stress of light cured composites. *Dental Materials*, 28(7), 801-809.
- Lazarchik, D.A., Hammond, B.D., Sikes, C.L., Looney, S.W. and Rueggeberg, F.A. (2007). Hardness comparison of bulk-filled/transtooth and incremental-filled/occlusally irradiated composite resins. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 98(2), 129-140.
- Lee, B.C., Jung, G.Y., Kim, D.J. and Han, J.S. (2011). Initial bacterial adhesion on resin, titanium and zirconia *in vitro*. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 3(2), 81-84.
- Lee, I.B., Cho, B.H., Son, H.H. and Um, C.M. (2005). A new method to measure the polymerization shrinkage kinetics of light cured composites. *Journal of Oral Rehabilitation*, 32(4), 304-314.
- Lenander-Lumikari, M. and Loimaranta, V. (2000). Saliva and dental caries. *Advances in Dental Research*, 14, 40-47.
- Levine, M.J. (1993). Development of artificial salivas. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 4(3-4), 279-286.
- Lie, T. (1975). Pellicle formation on hydroxyapatite splints attached to the human dentition: morphologic confirmation of the concept of adsorption. *Archives of Oral Biology*, 20(11), 739-742.
- Loesche, W.J. (1986). Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiological Reviews*, 50(4), 353-380.
- Lu, H., Roeder, L.B. and Powers, J.M. (2003). Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 15(5), 297-303.
- Lutz, F. and Phillips, R.W. (1983). A classification and evaluation of composite resin systems. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 50(4), 480-488.
- Lutz, F., Krejci, I. and Barbakow, F. (1991). Quality and durability of marginal adaptation in bonded composite restorations. *Dental Materials*, 7(2), 107-113.
- Manhart, J., Kunzelmann, K.H., Chen, H.Y. and Hickel, R. (2000). Mechanical Properties of New Composite Restorative Materials. *Journal of Biomedical Materials Research*, 53(4), 353-361.

- Marovic, D., Tauböck, T.T., Attin, T., Panduric, V. and Tarle, Z. (2014). Monomer conversion and shrinkage force kinetics of low-viscosity bulk-fill resin composites. *Acta Odontologica Scandinavica*, 73(6), 474-480.
- Marsh, P. and Martin, M. (1992). *Oral Microbiology*. (Third edition). London: Chapman & Hall, 9-146.
- Marsh, P.D. (2010). Microbiology of Dental Plaque Biofilms and Their Role in Oral Health and Caries. *Dental Clinics of North America*, 54(3), 441-454.
- Matsui, R. and Cvitkovitch, D. (2010). Acid tolerance mechanisms utilized by *Streptococcus mutans*. *Future Microbiology*, 5(3), 403-417.
- McCabe, J.F. and Walls, A.W.G. (2008). *Applied Dental Materials*. (Ninth Edition). Oxford: Blackwell Publishing, 101-104.
- Meier, R., Hauser-Gerspach, I., Lüthy, H. and Meyer, J. (2008). Adhesion of oral streptococci to all-ceramics dental restorative materials *in vitro*. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 19(10), 3249-3253.
- Michalek, S.M., Hirasawa, M., Kiyono, H., Ochiai, K. and McGhee, J.R. (1981). Oral ecology and virulence of *Lactobacillus casei* and *Streptococcus mutans* in gnotobiotic rats. *Infection and Immunity*, 33(3), 690-696.
- Mjör, I.A. and Toffenetti, F. (2000). Secondary caries: a literature review with case reports. *Quintessence International*, 31(3), 165-179.
- Montanaro, L., Campoccia, D., Rizzi, S., Donati, M.E., Breschi, L., Prati, C. and Arciola, C.R. (2004). Evaluation of bacterial adhesion of *Streptococcus mutans* on dental restorative materials. *Biomaterials*, 25(18), 4457-4463.
- Müller, H., Olsson, S. and Söderholm, K.J. (1997). The effect of comonomer composition, silane heating, and filler type on aqueous TEGDMA leachability in model resin composites. *European Journal of Oral Sciences*, 105(4), 362-368.
- Nagem Filho, H., D'Azevedo, M.T., Nagem, H.D. and Marsola, F.P. (2003). Surface roughness of composite resins after finishing and polishing. *Brazilian Dental Journal*, 14(1), 37-41.
- Neme, A.L., Frazier, K.B., Roeder, L.B. and Debner, T.L. (2002). Effect of Prophylactic Polishing Protocols on the Surface Roughness of Esthetic Restorative Materials. *Operative Dentistry*, 27(1), 50-58.
- Nguyen, D.H. and Martin, J.T. (2008). Common Dental Infections in the Primary Care Setting. *American Academy of Family Physicians*, 77(6), 797-802.
- Nicolae, L.C., Shelton, R.M., Cooper, P.R., Martin, R.A. and Palin, W.M. (2014). The effect of Bioglass addition on mechanical and physical properties of photoactive UDMA-TEGDMA resin composites. *Key Engineering Materials*, 587, 215-221.

- Nishikawara, F., Katsumura, S., Ando, A., Tamaki, Y., Nakamura, Y., Sato, K., Nomura, Y. and Hanada, N. (2006). Correlation of cariogenic bacteria and dental caries in adults. *Journal of Oral Science*, 48(4), 245-251.
- Okida, R.C., Mandarino, F., Sundfeld, R.H., de Alexandre, R.S. and Sundfeld, M.L. (2008). *In vitro*-evaluation of secondary caries formation around restoration. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, 49(3), 121-128.
- Olsson, J., van der Heijde, Y. and Holmberg, K. (1992). Plaque formation *in vivo* and bacterial attachment *in vitro* on permanently hydrophobic and hydrophilic surfaces. *Caries Research*, 26(6), 428-433.
- Özcan, S., Ünsal Şahin, F., Uzun, Ö. ve Topuz, Ö. (2012). Bitirme ve parlatma işlemlerinin farklı kompozit rezinlerin yüzey özellikleri üzerine etkileri. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 29(3), 173-177.
- Özgünaltay, G., Yazıcı, A.R. ve Görücü, J. (2003). Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives. *Journal of Oral Rehabilitation*, 30(2), 218-224.
- Pandit, S., Kim, G.R., Lee, M.H. and Jeon, J.G. (2011). Evaluation of *Streptococcus mutans* biofilms formed on fluoride releasing and non fluoride releasing resin composites. *Journal of Dentistry*, 39(11), 780-787.
- Par, M., Gamulin, O., Marovic, D., Klaric, E. and Tarle, Z. (2015). Raman spectroscopic assessment of degree of conversion of bulk-fill resin composites--changes at 24 hours post cure. *Operative Dentistry*, 40(3), E92-101.
- Park, J., Chang, J., Ferracane, J. and Lee, I.B. (2008). How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dental Materials*, 24(11), 1501-1505.
- Parker, S. and Braden, M. (1989). Water absorption of methacrylate soft lining materials. *Biomaterials*, 10(2), 91-95.
- Pereira, C.A., Eskelson, E., Cavalli, V., Liporoni, P.C., Jorge, A.O., do Rego, M.A. (2011). *Streptococcus mutans* Biofilm Adhesion on Composite Resin Surfaces After Different Finishing and Polishing Techniques. *Operative Dentistry*, 36(3), 311-317.
- Peutzfeldt, A. (1997). Resin composites in dentistry: the monomer systems. *European Journal of Oral Sciences*, 105(2), 97-116.
- Pilo, R., Oelgiesser, D. and Cardash, H.S. (1999). A survey of output intensity and potential for depth of cure among light-curing units in clinical use. *Journal of Dentistry*, 27(3), 235-241.
- Poggio, C., Dagna, A., Chiesa, M., Colombo, M. and Scribante, A. (2012). Surface roughness of flowable resin composites eroded by acidic and alcoholic drinks. *Journal of Conservative Dentistry*, 15(2), 137-140.

- Poskus, L.T., Placido, E. and Cardoso, P.E. (2004). Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. *Dental Materials*, 20(8), 726-732.
- Quirynen, M. and Bollen, C.M. (1995). The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. *Journal of Clinical Periodontology*, 22(1), 1-14.
- Quirynen, M., Marechal, M., Busscher, H.J., Weerkamp, A.H., Darius, P.L. and van Steenberghe, D. (1990). The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation. An *in vivo* study in man. *Journal of Clinical Periodontology*, 17(3), 138-144.
- Quirynen, M., van der Mei, H.C., Bollen, C.M., Schotte, A., Marechal, M., Doornbusch, G.I., Naert, I., Busscher, H.J. and van Steenberghe, D. (1993). An *in vivo* Study of the Influence of the Surface Roughness of Implants on the Microbiology of Supra- and Subgingival Plaque. *Journal of Dental Research*, 72(9), 1304-1309.
- Reich, E., Lussi, A. and Newbrun, E. (1999). Caries-risk assessment. *International Dental Journal*, 49(1), 15-26.
- Roberson, T.M., Heymann, H.O. and Swift, Jr, E.J. (2011). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*. (Fifth edition). Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, 68-205.
- Rose, R.K., Dibdin, G.H. and Shellis, R.P. (1993). A quantitative study of calcium binding and aggregation in selected oral bacteria. *Journal of Dental Research*, 72(1), 78-84.
- Rosentritt, M., Hahnel, S., Gröger, G., Mühlfriedel, B., Bürgers, R. and Handel, G. (2007). Adhesion of *Streptococcus mutans* to Various Dental Materials in a Laminar Flow Chamber System. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 86(1), 36-44.
- Rudney, J.D. (2000). Saliva and Dental Plaque. *Advances in Dental Research*, 14, 29-39.
- Rüttermann, S., Bergmann, N., Beikler, T., Raab, W.H. and Janda, R. (2012). Bacterial viability on surface-modified resin-based dental restorative materials. *Archives of Oral Biology*, 57(11), 1512-1521.
- Sakaguchi, R.L. and Powers, J.M. (2012). *Craig's Restorative Dental Materials*. (Thirteenth edition). Philadelphia: Elsevier Mosby, 164-174.
- Santerre, J.P., Shajii, L. and Leung, B.W. (2001). Relation of dental composite formulations to their degradation and the release of hydrolyzed polymeric-resin-derived products. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 12(2), 136-151.
- Sarac, D., Sarac, Y.S., Kulunk, S., Ural, C. and Kulunk, T. (2006). The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 96(1), 33-40.

- Sardin, S., Morrier, J.J., Benay, G. and Barsotti, O. (2004). *In vitro* streptococcal adherence on prosthetic and implant materials. Interactions with physicochemical surface properties. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(2), 140-148.
- Satou, J., Fukunaga, A., Morikawa, A., Matsumae, I., Satou, N. and Shintani, H. (1991). Streptococcal adherence to uncoated and salivacoated restoratives. *Journal of Oral Rehabilitation*, 18(5), 421-429.
- Satou, J., Fukunaga, A., Satou, N., Shintani, H. and Okuda, K. (1988). Streptococcal Adherence on Various Restorative Materials. *Journal of Dental Research*, 67(3), 588-591.
- Selwitz, R.H., Ismail, A.I. and Pitts, N.B. (2007). *Dental caries*. *The Lancet*, 369(9555), 51-59.
- Senawongse, P. and Pongprueksa, P. (2007). Surface Roughness of Nanofill and Nanohybrid Resin Composites after Polishing and Brushing. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 19(5), 265-273.
- Setcos, J.C., Tarim, B. and Suzuki, S. (1999). Surface finish produced on resin composites by new polishing systems. *Quintessence International*, 30(3), 169-173.
- Sideridou, I., Tserki, V. and Papanastasiou, G. (2002). Effect of chemical structure on degree of conversion in light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials*, 23(8), 1819-1829.
- Sigusch, B.W., Pflaum, T., Völpel, A., Gretsche, K., Hoy, S., Watts, D.C. and Jandt, K.D. (2012). Resin-composite cytotoxicity varies with shade and irradiance. *Dental Materials*, 28(3), 312-319.
- Singh, J., Khalichi, P., Cvitkovitch, D.G. and Santerre, J.P. (2009). Composite resin degradation products from BisGMA monomer modulate the expression of genes associated with biofilm formation and other virulence factors in *Streptococcus mutans*. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 88(2), 551-560.
- Soares, C.J., Bicalho, A.A., Tantbirojn, D. and Versluis, A. (2013). Polymerization shrinkage stresses in a premolar restored with different composite resins and different incremental techniques. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 15(4), 341-350.
- Sreebny, L.M. and Valdin, A. (1987). Xerostomia. A neglected symptom. *Archives of Internal Medicine*, 147(7), 1333-1337.
- Steinberg, D. and Eyal, S. (2002). Early formation of *Streptococcus sobrinus* biofilm on various dental restorative materials. *Journal of Dentistry*, 30(1), 47-51.
- Steinberg, D. and Eyal, S. (2004). Initial biofilm formation of *Streptococcus sobrinus* on various orthodontics appliances. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(11), 1041-1045.

- Steinberg, D., Beeman, D. and Bowen, W.H. (1992). The effect of delmopinol on glucosyltransferase adsorbed on to saliva-coated hydroxyapatite. *Archives of Oral Biology*, 37(1), 33-38.
- Strous, G.J. and Dekker, J. (1992). Mucin-type glycoproteins. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, 27(1-2), 57-92.
- Summitt, J.B., Robbins J.W., Hilton, T.J. and Schwartz, R.S. (2006). *Fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach*. (Third edition). Quintessence Publishing Company, 261.
- Svanberg, M., Mjör, I.A. and Orstavik, D. (1990). Mutans streptococci in plaque from margins of amalgam, composite, and glass-ionomer restorations. *Journal of Dental Research*, 69(3), 861-864.
- Tabak, L.A. (1990). Structure and function of human salivary mucins. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 1(4), 229-234.
- Tabak, L.A. (1995). In defense of the oral cavity: structure, biosynthesis, and function of salivary mucins. *Annual Review of Physiology*, 57, 547-564.
- Tabak, L.A., Levine, M.J., Mandel, I.D. and Ellison, S.A. (1982). Role of salivary mucins in the protection of the oral cavity. *Journal of Oral Pathology & Medicine*, 11(1), 1-17.
- Takatsuka, T., Konishi, N., Nakabo, S., Hashimoto, T., Torii, Y. and Yoshiyama, M. (2000). Adhesion *in vitro* of oral streptococci to porcelain, composite resin cement and human enamel. *Dental Materials*, 19(4), 363-372.
- Tang, Y.W., Sussman, M., Liu, D., Poxton I. and Schwartzman, J. (2014). *Molecular Medical Microbiology*. (Second Edition). Academic Press, 945-955.
- Tanner, J., Carlén, A., Söderling, E. and Vallittu, P.K. (2003). Adsorption of Parotid Saliva Proteins and Adhesion of *Streptococcus Mutans* ATCC 21752 to Dental Fiber-Reinforced Composites. *Journal of Biomedical Materials Research Part B*, 66(1), 391-398.
- Tanner, J., Robinson, C., Söderling, E. and Vallittu, P. (2005). Early plaque formation on fibre-reinforced composites *in vivo*. *Clinical Oral Investigations*, 9(3), 154-160.
- Tanner, J., Vallittu, P.K. and Söderling, E. (1999). Adherence of *Streptococcus mutans* to an E-glass fiber-reinforced composite and conventional restorative materials used in prosthetic dentistry. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 49(2), 250-256.
- Tanoue, N., Matsumura, H. and Atsuta, M. (2000). Wear and surface roughness of current prosthetic composites after toothbrush/dentifrice abrasion. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 84(1), 93-97.

- Tarle, Z., Attin, T., Marovic, D., Andermatt, L., Ristic M. and Tauböck, T. T. (2014). Influence of irradiation time on subsurface degree of conversion and microhardness of high-viscosity bulk-fill resin composites. *The Journal of Clinical Oral Investigations*, 19(4), 831-840.
- Tenovuo, J. (1998). Antimicrobial function of human saliva--how important is it for oral health? *Acta Odontologica Scandinavica*, 56(5), 250-256.
- Tjan, A.H. and Chan, C.A. (1989). The polishability of posterior composites. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 61(2), 138-146.
- Totiam, P., González-Cabezas, C., Fontana, M.R. and Zero, D.T. (2007). A New *in vitro* Model to Study the Relationship of Gap Size and Secondary Caries. *Caries Research*, 41(6), 467-473.
- Touger-Decker, R. and van Loveren, C. (2003). Sugars and dental caries. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(4), 881S-892S.
- Türker, T.ve Yücetaş, Ş. (2004). *Ağız, Diş, Çene Hastalıkları ve Cerrahisi*. (Üçüncü baskı). Ankara: Özyurt Matbaacılık, 407.
- Üçtaşlı, M.B., Arısu, H.D., Ömürlü, H., Eligüzeloğlu, E., Özcan, S. ve Ergun, G. (2007). The effect of different finishing and polishing systems on the surface roughness of different composite restorative materials. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 8(2), 89-96.
- van Dijken, J.W. (1986). A clinical evaluation of anterior conventional, microfiller, and hybrid composite resin fillings. A 6-year follow-up study. *Acta Odontologica Scandinavica*, 44(6), 357-67.
- Venturini, D., Cenci, M.S., Demarco, F.F., Camacho, G.B. and Powers, J.M. Effect of polishing techniques and time on surface roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations. *Operative Dentistry*, 31(1), 11-17.
- Versluis, A., Douglas, W.H., Cross, M. and Sakaguchi, R.L. (1996). Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *Journal of Dental Research*, 75(3), 871-878.
- Willems, G., Lambrechts, P., Braem, M., Celis, J.P. and Vanherle, G. (1992). A classification of dental composites according to their morphological and mechanical characteristics. *Dental materials*, 8(5), 310-319.
- Yalçın Çakır, F., Gürgan, S. ve Attar, N. (2010). Çürük Mikrobiyolojisi. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 34(3-4), 78-91.
- Yap, A.U. and Mok, B.Y. (2002). Effects of professionally applied topical fluorides on surface hardness of composite-based restoratives. *Operative Dentistry*, 27(6), 576-581.

- Yap, A.U., Lye, K.W. and Sau, C.W. (1997). Surface Characteristics of Tooth-colored Restoratives Polished Utilizing Different Polishing Systems. *Operative Dentistry*, 22(6), 260-265.
- Yap, A.U., Yap, S.H., Teo, C.K. and Ng, J.J. (2004). Comparison of Surface Finish of New Aesthetic Restorative Materials. *Operative Dentistry*, 29(1), 100-104.
- Zalkind, M.M., Keisar, O., Ever-Hadani, P., Grinberg, R. and Sela, M.N. (1998). Accumulation of *Streptococcus mutans* on Light-Cured Composites and Amalgam: An *In Vitro* Study. *Journal of Esthetic Dentistry*, 10(4), 187-190.





ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ÖZTÜRK, Başak
Uyruğu : T.C
Doğum tarihi ve yeri : 02.01.1989 / Bursa
Medeni hali : Bekar
İletişim adresi : Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve
Tedavisi Anabilim Dalı Emek/ Ankara
Telefon : 05353983694
E-mail : baskak89@hotmail.com

Eğitim

| Derece | Eğitim Birimi | Mezuniyet Tarihi |
|------------|--|------------------|
| Uzmanlık | Gazi Üni./ Diş Hekimliği Fakültesi | Devam ediyor |
| Lisans | Yeditepe Üni./ Diş Hekimliği Fakültesi | 2012 |
| Lise | Nilüfer Milli Piyango Anadolu Lisesi | 2006 |
| İlköğretim | Özel Emine Örnek Koleji | 2003 |

Yabancı Dili

İngilizce



GAZİ GELECEKTİR..