



## RESTORATİF MATERYALLERİN DENTAL BİYOFİLM ÜZERİNE ETKİLERİ

### EFFECTS OF DIFFERENT RESTORATIVE MATERIALS ON DENTAL BIOFILM

**Dt. Elif YAMAN DOSDOĞRU\***  
**Prof. Dr.Elif SEPET \***

**Dr.Arzu PINAR ERDEM\***  
**Prof. Dr.Zeynep AYTEPE\***

**Makale Kodu/Article code:** 1098

**Makale Gönderilme tarihi:** 23.02.2013

**Kabul Tarihi:** 21.05.2013

#### ÖZET

Süt ve sürekli dişlerdeki restorasyon tiplerinin değiştirilmesinin başlıca nedeni teşhis edilen sekonder çürüklerdir. Restoratif materyallerde dental biyofilm oluşumu, çok sayıda karyojenik bakteri içeriğiyle sekonder çürüklerin gelişiminde önemli rol oynar. Bu makalede restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü, serbest yüzey enerjisi, yüzey sertliği, antibakteriyel özelliği; materyal yüzeyindeki biyofilm yüzdesi, biyofilm kalınlığı ve biyofilmdeki bakterilerin canlılık yüzdesi, tükürük proteinleri parametreleri ile farklı restoratif materyallerin dental biyofilm üzerine etkileri incelenmektedir. Yüzey pürüzlülüğünün plak birikim miktarını belirlemede en önemli faktör olduğu düşünülmektedir. Günümüzde plak oluşumunu inhibe eden restoratif materyallerin kullanımının yaygınlaştığı bilinmektedir. Bu konuda yapılacak olan araştırmalar ışığında dental biyofilm oluşumunu engellemek, materyalin tedavi başarısını arttırılabileceğini düşündürmektedir. Biyofilmdeki farklı karyojenik mikroorganizmalara karşı davranış gösterecek restoratif materyaller ve bu restoratif materyallerin yüzey karakteristik özellikleriyle ilgili daha fazla araştırma gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Restoratif materyal, Biyofilm*

#### ABSTRACT

The diagnosis of secondary caries is the main reason for replacement of all types of restorations in primary and permanent teeth. Biofilm formation on dental restorative materials plays an important role in the development of secondary caries content with many numerous cariogenic bacteria. In this review; the effects of different restorative materials on dental biofilm formation are examined by parameters like surface roughness, surface free energy, surface hardness, antibacterial properties of restorative materials and the percentage of biofilm, biofilm thickness, the percentage of viability bacteria in biofilm on surface of the materials and salivary proteins. Surface roughness is thought to be the most important factor in determining the amount of accumulation of plaque. Nowadays, restorative materials which inhibit the formation of plaque are known to be used widespread. Preventing the formation of dental biofilm in the light of the researches on this subject is thought to increase success on the therapy of the materials. More studies are required about dental restorative materials need to be conducted against all of the cariogenic microorganisms in the biofilm and the characteristic properties of the surface of these restorative materials.

**Key words:** *Restorative material, Biofilm*

\*İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti ABD



## GİRİŞ

Dişlerde ve restoratif materyallerde dental biyofilm (dental plak)<sup>1-3</sup> oluşumunun, çok sayıdaki karyojenik bakteri içeriğiyle birlikte periodontal hastalıkların ve diş çürüklerin gelişiminde önemli rol oynadığı bildirilmiştir<sup>4-6</sup>.

### **Biyofilm oluşumunu etkileyen faktörler:**

- **Yüzey pürüzlülüğü ve serbest yüzey enerjisi (SYE)**  
Bakteri adezyonunun sadece materyalin yüzey yapısıyla ilgili değil aynı zamanda yüzey pürüzlülüğüyle de ilgili olduğu ve yüzey pürüzlülüğünün plak birikim miktarını belirlemede en önemli faktör olduğu bildirilmiştir<sup>4,7-9</sup>. Pürüzlü yüzeylerin SYE' nin fazla olması nedeniyle plak oluşumuna daha yatkın olduğu ve cilalanmış yüzeylerin genellikle düşük yüzey enerjisine sahip olduğu belirtilmiştir<sup>9</sup>. *In vivo* ve *in vitro* koşullarda, pürüzlü yüzeydeki bakteri birikiminin iyi cilalanmış yüzeyden çok daha fazla olduğu; ancak yüzey pürüzlülüğünün genç biyofilm adezyonunu etkilediği ve biyofilm büyüme/olgunlaşma sonrası yüzey pürüzlülüğünün biyofilme olan etkisinin olmadığı bildirilmiştir<sup>10</sup>.
- **Tükürük biyofilmi (pelikül)**  
Dental biyofilm oluşumunun kontrolünde tükürüğün büyük önemi olduğu belirtilmiştir. Tükürükle kaplı yüzeyin ne oranda değiştiği ve bu değişimin yüzeye biriken mikroorganizmaları ne oranda etkilediği önem kazanmıştır. Tükürük proteinlerinin bakterinin cinsine göre yapışmayı kolaylaştırabileceği ya da engelleyebileceği bildirilmiştir<sup>11</sup>.
- **Materyallerin antibakteriyel özellikleri**  
Amalgam, altın ve bileşikleri gibi materyallerin salgıladıkları iyonların; cam iyonomer simanlar gibi florid salınımı yapan materyallerin bakterinin gelişimini ve canlılığını engellediği belirtilmiştir<sup>4</sup>.

### **Restoratif materyallerin dental biyofilm üzerine etkilerinin incelenmesinde kullanılan parametreler:**

#### **1. İncelenen restoratif materyalin dental biyofilm üzerine etkileri:**

- a) Restoratif materyalin yüzey pürüzlülüğü ve serbest yüzey enerjisi
- b) Restoratif materyalin antibakteriyel özelliği

#### **2. İncelenen biyofilm ile ilgili özellikler:**

- a) Yüzeyi kaplayan biyofilm yüzdesi
- b) Biyofilm kalınlığı
- c) Biyofilmdeki bakterilerin canlılık yüzdesi
- d) Tükürük proteinleri<sup>2,4,7,12,13</sup>

#### **Biyofilm özelliklerini belirlemede kullanılan başlıca yöntemler:**

Dişin minesini ve farklı dental materyallerden (seramik, rezin, amalgam) toplanan biyofilmdeki canlı ve cansız mikroorganizmalar arasındaki ilişkinin analizinde kullanılan yöntemle vital fluorasan tekniği (VF) adı verilmekte olup<sup>2,4,12,13</sup> çok yaygın kullanılan ve iyi değerlendirme yapan bir yöntem olduğu belirtilmiştir<sup>14</sup>.

Oral biyofilmin *in vivo* olarak incelenmesinin, biyofilmin ince olması ve ağız içerisinde kimyasal ve radyoaktif madde kullanımının mümkün olmayışı nedeniyle zor olduğu ve bu güne kadar ışık, tarama ve transmisyon elektron mikroskobu (TEM) ile incelendiği bildirilmiştir. Dental plak yapısının TEM ile incelendiği çalışmalarda, plağın yoğun bir yapıya sahip olduğunu fakat interbakteriyel matriks ya da sıvının tespitinin zor olduğu belirtilmiştir<sup>4,15,16</sup>.

Biyofilmin incelenmesinde bahsedilen teknikler dışında konfokal lazer tarama mikroskobu (KLTM) ile horizontal ve vertikal gözlem sağlanabildiği belirtilmiştir. KLTM ile incelenen yüzeylerin 3 boyutlu görünümü modern bilgisayar teknikleri kullanılarak kaydedilmiştir. KLTM'nin incelenen sert yüzeyin üzerinde bulunan yumuşak dokuyu bulunduğu yerden ayırmadan inceleme olanağı verdiği bildirilmiştir<sup>15</sup>.

Tükürük proteinlerinin ise jel elektroforez yöntemiyle yoğunluklarının analiz edildiği bildirilmiştir<sup>13</sup>.

#### **1) Restoratif materyallerin dental biyofilm üzerine etkileri:**

##### **a) Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünü ve serbest yüzey enerjisinin dental biyofilm üzerine etkileri ile ilgili çalışmalar:**

Carlen ve ark.'ları (2001) yaptıkları *in vitro* bir çalışmada cilalı ve cilasız kompozit rezin (TPH Spectrum™) ve cam iyonomer (Ketac-Fil® Aplicap®) materyallerini pürüzlülük, kimyasal içerik ve SYE açısından değerlendirmişlerdir. Pürüzlü yüzeylerde dental plak oluşumunun daha fazla olduğunu saptamışlardır. Kompozit rezin yüzeyinin cilalanmasıyla



yüzey pürüzlülüğünün ve/veya tükürük komponentleriyle elektrostatik ilişkilerinin değişimi sonucu, cilasız durumuna oranla daha az protein ve bakteri biriktiği belirtilmiştir. Cam iyonomer yüzeyinin cilalanmasının ise yüzey pürüzlülüğü, protein ve bakteri birikimi açısından önemli bir fark oluşturmadığı bildirilmiştir<sup>7</sup>. Benzer başka bir çalışmada, cam iyonomer restorasyonlarda (Fuji IX ve Fuji IX Fast) yüzeylerinin cilalı ya da cilasız olmasının anlamlı bir farklılık oluşturmadığı belirtilmiştir<sup>8</sup>.

Kawai ve ark.'ları (2001) *in vitro* olarak yaptıkları bir çalışmada; seramikler (üç çeşit; Vita Celay, IPS Empress ve Dicor MGC), kompozit rezin (Herculite XR) ve amalgam (Spherical-D) materyallerin, cilalı ve cilasız yüzeylerine *S. sobrinus* ve glukanların adezyon özelliklerini karşılaştırmışlardır. Seramik yüzeylerin, amalgam ve kompozit rezin yüzeylerden daha az plak birikimine sahip olduğu belirtilmiştir. Kompozit rezin ve amalgam restorasyonların cilalandıktan sonra yüzeylerinde daha az plak biriktiği, biriken plak miktarı açısından cilalı/cilasız seramik yüzeylerle karşılaştırıldığında ise plak miktarının daha çok olduğu bildirilmiştir<sup>17</sup>.

İkeda ve ark.'larının (2007) yaptıkları *in vitro* bir çalışmada; iki çeşit indirekt kompozit rezine (Estenia C&B (ES) ve Gradia (GR)), iki farklı cila işlemini (800 grit silikon karbidele (SK) zımparalama, 1 mikrometreye kadar elmas polisaj pastasıyla (EPP) cilalama) uygulamışlardır. ES yüzeyinin EEP ile cilalanmasının, SK ile zımparalanmasına göre karşılaştırıldığında yüzeydeki biriken bakteri miktarının daha az olduğunu bildirmişlerdir. GR yüzeyine uygulanan iki farklı işlem karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık görülmediğini bildirmişlerdir. Her iki materyal karşılaştırıldığında; EPP ile cilalama sonrası ES yüzeyinde GR yüzeyine göre biyofilm adezyonunun daha az olduğunu, SK zımparalama sonrası aralarında anlamlı bir fark görülmediğini bildirmişlerdir<sup>19</sup>.

Dezelic ve ark.'ları (2009) dental materyaller üzerinde (adheziv patch, kompozit, amalgam) multi-türde biyofilm oluşumuna yüzey pürüzlülüğünün etkisini profilometrik olarak ve SEM kullanarak değerlendirmişlerdir. Biyofilm oluşumu açısından materyaller arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığını, kompozit ve amalgam restorasyonların kendi içinde cilalı ve cilasız yüzeyler arasında anlamlı bir farklılık bulunduğunu bildirmişlerdir<sup>10</sup>.

Aykent ve ark.'ları (2010) 4 restoratif materyale [iki çeşit; indirekt kompozit rezin (SR Adoro, Estenia), direkt kompozit rezin (Tetric) ve seramik (VITABLOCS Mark II)] uygulanan farklı bitim ve cila işlemlerinin [dört çeşit; elmas bitirme frezi, abrazyon diskler (Soflex), silikon-karbid kauçuk lastikler (Shofu), veya elmas polisaj pastası] yapay müsin ve tükürükle kaplanmış yüzeylerde bakteri adezyonuna olan etkisini profilometrik olarak ve KLTM kullanarak değerlendirmişlerdir. SR Adoro-elmas bitirme frezi olan grubun en pürüzsüz yüzeye sahip olduğu ve seramik ve SR Adoro gruplarında oluşan biyofilmde vital *S. mutans* varlığının en az olduğu bildirilmiştir. Biofilm oluşumunda materyalin yüzey pürüzlülüğü ve *S. mutans* adezyonu arasında güçlü pozitif bir ilişki olduğu belirtilmiştir<sup>19</sup>.

Primer ve sekonder çürük oluşumu açısından, genç plak oluşumu doğal diş dokusu yüzeyinde değil, modern rezin bazlı dental restoratif materyaller yüzeyinde de genç plak oluşumunun önemli olduğu bildirilmiştir. Pelikül ve bakteri adezyonunu azaltmak için rezin materyalinin kimyasını modifiye etmekle ilgili birçok farklı yaklaşımda bulunulmuştur. Bir yaklaşımın da SYE' nin modifiye edilmesi olduğu bildirilmiştir. Çünkü SYE ile genç plak oluşumu arasında bir ilişki olduğu belirtilmiştir<sup>14,20,21</sup>.

Deneyisel olarak üretilen, düşük SYE' ye sahip nano-kompozit kaplı materyalin yüzey özelliklerinin kolay temizlenebilir olduğu ve oral koşullarda bu özelliğin biyofilm oluşumunu ve adezyonunu azalttığı belirtilmiştir. Deneyisel rezin materyalleri incelendiğinde materyalin düşük SYE değerinin daha az bakteri adezyonuna ve böylece daha az plak oluşumuna neden olabileceği bildirilmiştir<sup>6,22-24</sup>.

Hahnel ve ark.'ları (2009) yaptıkları *in vitro* bir çalışmada çeşitli seramik materyallerin (GC Zirconia, IPS Empress 2, Ivoclar Vivadent, In-Ceram Zirconia, Cercon Base, Digizon-A HIP) ve kontrol grubu olarak cam levhanın SYE değerlerini ve materyallerin yapay tükürükte bekletildikten sonra SYE değerlerini belirlemişlerdir. Protein kaplı ve protein kaplı olmayan materyallerin yüzeylerine Streptokok türleri (*S. gordonii*, *S. oralis*, *S. sanguinis*) ekilmiştir. Protein kaplanmasının kontrol grubunun SYE değerinde değil, sadece seramik materyallerin SYE değerlerinde önemli bir artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Kontrol grubunun materyal yüzeyinde, diğer seramik materyallerden streptokokal adezyon değerinin daha



fazla olduğunu göstermişlerdir. Protein kaplanmasından sonra çeşitli seramik materyal yüzeylerinde streptokok adezyonunda rastgele farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir. Streptokok adezyonu ile SYE arasında çok güçlü bir ilişki olmadığı ve materyalin tükürükle kaplanması sonrası materyalin SYE ile bakteri adezyonunu olumsuz etkilediği bildirilmiştir<sup>25</sup>.

Restoratif materyallerin kimyasal bileşiminin önemli olduğu ve bakteri adezyonunu etkilediği bildirilmiştir<sup>4</sup>.

Montanaro ve ark'ları (2004) farklı restoratif materyallerin [3 akışkan kompozit (Filtek Flow, Tetric Flow, ve Arabesk Flow), 3 mikrohibrit kompozit (Clearfil APX, Solitaire 2, ve Z250), 2 cam iyonomer (Fuji IX, Fuji IX fast), kompomer (F2000), ormoser rezin (Admira), ve kontrol materyali (yüzey tedavisi yapılmış polistren)] yüzeyinde *S. mutans* suşunun adezyonunu incelemişlerdir. Materyallerin adeziv özelliklerine göre sırasıyla azdan çoğa; akışkan kompozitler, mikrohibrit kompozitler, rezin modifiye cam iyonomerler, F2000 kompomer ve Admira ormoser olarak sıralanmıştır. Materyallerin adeziv özelliklerinin düşük olmasının biyofilm oluşumunu azalttığı ve akışkan kompozit yüzeylerinin bakteri adezyonuna en az duyarlı olduğu saptanmıştır. Biyofilm oluşumunun fazla olduğu belirtilen dişeti ve arayüz bölgelerinde düşük adeziv özelliği ile karakterize olan restoratif materyallerin tercih edilmesi gerektiği bildirilmiştir<sup>8</sup>.

Biyofilm birikiminin matriks monomere ve doldurucu büyüklüğüne göre değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Yapılan bir çalışmada karşılaştırılan iki çeşit indirekt kompozit rezinin (Estenia C&B, Gradia) kimyasal içeriği incelendiğinde; düşük adeziv özelliğe sahip ES yüzeyinde, bakteri birikiminin daha az olduğu ve biyofilm yoğunluğunun daha az olduğu belirtilmiştir<sup>18</sup>.

Kompozit ve dental plak arasındaki ilişkide kompozit rezin artık monomerlerin rolünü açıklığa kavuşturmanın gerekliliği bildirilmiştir<sup>26</sup>. Metakrilat monomer içeren kompozit rezinlerden polimerize olmayan artık monomerlerin sızdığı ve oral kaviteye dağıldığı belirtilmiştir<sup>27</sup>. Biyofilm oluşumunu engellemek için restoratif materyallerle ilgili yapılacak çalışmaların polimerik yapı ile birleşmeyen artık monomer tiplerine veya bitim işlemlerine odaklı olması gerektiği bildirilmiştir<sup>26</sup>.

Brambilla ve ark.'larının (2009) yaptığı in vitro bir çalışmada, doğru şekilde saklanan ve renk tonu A3 olan Filtek™ Z250 kompozit rezin restorasyonun ışıkla sertleştirme süresi ile *S. mutans* kolonizasyonu arasında bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Materyallerin polimerizasyonu için; iki farklı güçte ışık kaynağı (400 ve 800 Mw/m<sup>2</sup>) ve 6 farklı sertleştirme süresi (10, 20, 30, 40, 60 ve 80 sn) ile 12 grup oluşturulmuştur. Farklı güç kaynaklarının materyal yüzeyinde oluşan *S. mutans* birikimi açısından anlamlı bir farklılık oluşturmadığı belirtilmiştir. Materyalin polimerizasyonu sırasında monomer salınımının azalmasına neden olan sertleştirme süresinin artmasının, *S. mutans* birikimini azalttığı bildirilmiştir. Bakteri birikimini ve sekonder çürüklerin oluşmasını azaltmak için her bir kompozit rezin için en uygun sertleştirme parametrelerinin belirlenmesi gerektiği belirtilmiştir<sup>26</sup>.

#### **b) Dental materyal içerisindeki antibakteriyellerin dental biyofilm üzerine etkileri:**

Yüzeyinde biyofilm oluşan restoratif materyallerin mikrosertliğinin azalması ve pürüzlülüğün artması nedeniyle materyallerde yüzey bozunmaları gözlenmiştir. Benzer şekilde yüzey pürüzlülüğünün de kompozit rezin restorasyonların kenar bütünlüğünü ve aşınmasını negatif yönde etkilediği bildirilmiştir<sup>21,28</sup>. Bu durumun, restorasyon altında veya çevresinde sekonder çürüklere neden olduğu belirtilmiştir<sup>21,29,30</sup>. Sekonder çürük mikrobiyolojisi hakkında çok az bilgi olmasına rağmen diş/restorasyon arayüzünde biyofilm birikiminin ve restorasyon kenarlarındaki karyojenitenin restoratif materyale bağlı olduğu bildirilmiştir<sup>31</sup>.

Oilo (1992), yüzeyden florid salınımının, yüzey pürüzlülüğünü artırdığını buna bağlı olarak da bakteri birikimini de artırdığını bildirmiştir<sup>32</sup>. Shahal ve ark.'ları (1998) yaptıkları bir çalışmada, cam iyonomerin bakteri adezyonunu azaltma yeteneği olmadığını saptamışlardır<sup>33</sup>. Shani ve ark.'larının (2000) yaptıkları bir çalışmada geleneksel cam iyonomer simanların, florid salınımı ile streptokokların gelişimini engellediği bildirilmiştir<sup>3</sup>.

Auschill TM ve ark.'ları (2002), test edilen materyallerin hemen hemen hepsinde (amalgam, altın, kompomer, cam iyonomer siman) cansız mikroflora gözlediklerini belirtmişlerdir. Bunun nedeni olarak da



amalgamın, altın ve bileşikleri gibi salgıladıkları iyonlarla antibakteriyel özelliğe sahip olmaları gösterilmiştir<sup>4</sup>.

Yapılan başka bir çalışmada (2004), materyalin antibakteriyel aktivitesinin yüzeydeki bakteri adezyonunu her zaman önlemediği bildirilmiştir. Benzer şekilde bir restoratif materyalin florid salınımı yaparak bakteri adezyonunu azaltmadığı belirtilmiştir<sup>8</sup>.

Rezin modifiye cam iyonomer simanlardan floridle beraber hidrofilik monomer HEMA salınımının söz konusu olduğu ve bu nedenle geleneksel cam iyonomer simanlardan daha çok antibakteriyel özelliğe sahip oldukları bildirilmiştir. Florid salınımı yapan kompozitlerin de antibakteriyel özellikleri olduğu bildirilmiştir<sup>34</sup>.

Beyth ve ark.'ları (2007) yaptıkları in vitro bir çalışmada, antibakteriyel özellikte olan 4 restoratif materyal [3 kompozit rezin: Z250, Tetric Ceram, P60 ve amalgam (SDI Victoria)] incelemişlerdir. Amalgamın antibakteriyel etkisinin 1 haftadan daha fazla olduğunu, kompozit rezinin bakteri gelişimini minimize etme etkisinin sadece birkaç günle sınırlı olduğunu, 1 hafta süre ile yaşlandırılmış kompozitlerin *A. viscosus* ve *S. mutans* gelişimine neden olduğunu ve kompozit restorasyonlarda biyofilm birikiminin arttığını saptamışlardır<sup>35</sup>.

Daneshmehr ve ark.'ları (2008) yaptıkları bir çalışmada; biyofilm oluşumu yönünden adeziv materyallerden Hybrid Bond, Reactmer Bond ve Shake One' ı karşılaştırmışlardır. Adezivden salınan florid iyonlarının bakteri hücre membranına zarar verdiğini ve bakteri hücre membran geçirgenliğini artırdığını belirtmişlerdir. Florid salınan adeziv sistem olan Shake One' nın, yüzeyde biyofilm oluşumunu engellemede en yüksek potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir<sup>36</sup>.

Antibakteriyel etkili ve remineralizasyon sağlayan ajanlar içeren dental adezivlerin diş çürüğünü önlemede umut verici olduğu belirtilmiştir. Sekonder çürük oluşumunu engellemek için kompozit restoratif materyallere antibakteriyeller eklendiği bildirilmiştir<sup>37</sup>.

Antibakteriyel içeren kompozitlerin ve adezivlerin, diş çürüğünün gelişimini önlemediğini ileri süren herhangi bir kesin kanıt olmadığı bildirilmiştir. Antibakteriyel ajanların klinik pratiğine girmesinin yararlı olup olmadığına ilişkin verilerin hala tartışmalı olduğu belirtilmiştir. 128 çalışmanın değerlendirildiği Cochrane derlemesinin sonucunda antibakteriyel içeren kompozit rezin restorasyonlarla ilgili çok iyi

tasarlanmış klinik çalışmalara ihtiyaç olduğu belirtilmiştir<sup>21</sup>.

NAG (gümüş nanopartikülleri) içeren rezinin son yıllarda biyofilm canlılığını ve büyümesini azalttığı bildirilmiştir<sup>38</sup>.

Melo ve ark.'larının (2012) yaptıkları bir çalışmada, Scotchbond multi-purpose (SBMP) dental adezive, % 0.1 NAG ve ek olarak % 10, %20, %30 ve %40 oranlarda amorf kalsiyum fosfat nanopartiküllerinin (NACP) eklenmesiyle oluşan yeni formülasyonların diş/restorasyon kenarlarında bakteri çoğalmasını engelleme potansiyeline sahip olduğunu belirtmişlerdir. Dental adezivin %10-40 oranında NACP içermesi yüzeyinde oluşan biyofilmde değişiklik oluşturmadığı saptanmıştır<sup>39</sup>.

Yeni bonding ajanlarla, biyofilm canlılığının yüksek oranda azaldığını belirtmişlerdir. Böylece restorasyon kenarlarında yeni çürük oluşumunun azalmasına yardımcı olduğu bildirilmiştir<sup>39</sup>.

de Carvalho ve ark.'ları (2012), self-etch adeziv sistemlerden; primerinde antibakteriyel monomer 12-methacryloyloxydodecylpyridinium bromide (MDPB) içeren Clearfil Protect Bond (PB), primerinde MDPB içermeyen Clearfil SE Bond (SE) ve kontrol grubu olarak serum kullanarak yaptıkları bir çalışmada yüzeylerde biofilm oluşumunu değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda KLTM ile yapılan analizde MDPB içeren adeziv sistemlerin biyofilm oluşumunu azalttığı belirtilmiştir<sup>40</sup>.

## **2. İncelenen biyofilm ile ilgili çalışmalar:**

Biyofilm, kalınlığı 0,2 mikron üstünde ise bakteri içerebileceği belirtilmiştir<sup>9</sup>.

Zalkind ve ark.'ları (1998), amalgam ve kompozit restorasyon yüzeylerini *S. mutans* birikimi açısından karşılaştırdıklarında amalgam yüzeyindeki bakteri birikiminin kompozitten daha az olduğu sonucuna varmışlardır<sup>41</sup>. Amalgam yüzeyinde fazla bakteri birikimi söz konusu iken canlı bakteri miktarının düşük olduğu belirtilmiştir<sup>13</sup>.

Auschill TM ve ark.'ları (2002), 6 farklı restoratif materyali (amalgam, altın, seramik, kompozit rezin, kompomer, cam iyonomer siman) 3 boyutlu görüntü sağlayan KLTM ile VF yöntemini kombine olarak kullanarak yüzeyi kaplayan biyofilm yüzdesi, kalınlığı ve canlılık yüzdesini kıyaslamışlardır. Amalgam yüzeyinin % 100'ünün, cam iyonomer yüzeyinin ise % 6'sının biyofilmle kaplandığı belirtilmiştir. Amalgam,



altın, cam iyonmer, kompomer restorasyonlarda cansız biyofilm (vital mikroflora < % 8), kompozit rezinde biyofilm canlılığı % 4-21, seramikte % 34-86 olarak bildirilmiştir. Metal ve kompomer yüzeylerini örten biyofilm yüzdesinin çok yüksek olduğu gözlenirken, biyofilm canlılığının çok düşük olduğu saptanmıştır. Buna karşılık canlılık oranı en yüksek olan seramik biyofilminin de çok ince olduğu (5µm) belirtilmiştir. Sonuç olarak; biyofilm canlılığı, biyofilm yüzdesi ve biyofilm yüksekliği arasında kesin bir ilişki kurulamadığı bildirilmiştir<sup>4</sup>.

Sausa ve ark.'ları (2009) yaptıkları bir çalışmada rezin bazlı materyallerde daha çok plak birikimi gözlendiğini ve bu plağın amalgam veya cam iyonmerlerde oluşan plaktan daha karyojenik olduğunu belirtmişlerdir<sup>30</sup>. Klinik çalışmaların çoğu, *S. mutans*' in kompozit rezinlere, amalgam ve cam iyonmere oranla daha yüksek oranda yapışıklarını göstermiştir<sup>21</sup>. Seramik yüzeyine diğer restoratif materyallere göre bakteri ve gluklan yapışmasının en az olduğu olduğu rapor edilmiştir<sup>19</sup>.

Ağız ortamının estetik restoratif materyallerin yüzey sertliğini etkilemesi klinik bir öneme sahiptir. Karyojenik biyofilmin varlığı, kompozit rezin ve rezin modifiye cam iyonmer restoratif materyallerin yüzey bozunmasına neden olduğu bildirilmiştir. Barbosa ve ark.'ları (2012) in situ olarak yaptıkları bir çalışmada biyofilm birikimi sonrası materyallerin (CR-Z250, RMGI-Vitremer) yüzey mikrosertliğindeki değişiklikleri değerlendirmişlerdir. Biyofilm oluşumunun ionomerik materyallerin daha hızlı bozunmasına neden olduğu ancak kompozit rezin için bu durumun gözlenmediği belirtilmiştir<sup>42</sup>.

Kompozit restorasyonların tekrarlanmalarının en büyük nedeni sekonder çürükler olarak gösterilmekte ve bazı kompozit rezinlerin bakteri adezyonunu kolaylaştırdığı bildirilmiştir<sup>21</sup>.

Farklı restoratif materyallerin (seramik, rezin kompozit, geleneksel cam iyonmer ve rezin modifiye cam iyonmer) biyofilm kalınlığını karşılaştıran bir çalışmada seramik ve kompozit rezin materyallerinin daha kalın biyofilm oluşturduğu belirtilmiştir. Ayrıca görüntülemelerde biyofilmin yüzeyel bölgelerinde daha çok canlı hücrelerin daha derin bölgelerde ise cansız hücrelerin daha çok olduğu bildirilmiştir<sup>43</sup>.

Auschill TM ve ark.'ları (2001) yaptıkları *in vivo* bir çalışmada, dental biyofilm ince olduğu zaman genellikle cansız mikroorganizma yoğunluğunun fazla

olduğunu gözlemişlerdir. Canlı mikroorganizmaların çoğunun cansız mikroorganizma üzerinde lokalize olduğu belirtilmiştir. Olgun plağın en alt tabakalarında da mikroorganizma canlılığının azaldığı bildirilmiştir. Cansız mikroorganizmaların biyofilm oluşumunun ilk aşamalarında önemli olduğu, canlı bakterilerin gelişimine katkıda buldukları saptanmıştır<sup>44</sup>.

Altın ve amalgam yüzeyindeki biyofilme hemen hemen hiç canlılık olmadığı, seramikte oluşan biyofilmin ince olması ve yüksek oranda canlılık içerdiği belirtilmiştir. Kompozitlerin ve cam iyonmer simanların biyofilm oluşumunu sürekli arttıran yüzey bozunmalarına neden olduğu bildirilmiştir<sup>4,44</sup>.

Farklı bakterilerin dental restorasyonlar ve dişler gibi sert yüzeylere farklı yüzey affinitesi olduğu bildirilmektedir. Materyallerin yüzeyinde birikim gösteren *S. mutans* miktarı; çoktan aza doğru kompozit rezin, amalgam, cam iyonmer olarak sıralanmıştır. *S. mutans*' in cam iyonmer restorasyon yüzeyinde oluşan biyofilmin canlılık yüzdesinin fazla olduğu bildirilmiştir<sup>9</sup>.

Steinberg D ve ark.'ları (2002) yaptıkları *in vitro* bir çalışmada çeşitli restoratif materyaller (Amalgam (non-gama 2), Charisma, Durafil, Prodigy, Z100, Fuji II GC, Fuji II LC, Acryl GC Unifast) üzerinde biyofilm oluşumunun ilk aşamalarını incelemişlerdir. Her bir restoratif materyal üzerinde biriken tükürük proteinlerinin değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Durafil ve Acryl GC Unifast, tükürük proteinlerinin yapışma kapasitelerinin en yüksek olduğu materyaller; tükürük proteinlerinin yapışma kapasitesinin en düşük olduğu yüzeylerin ise Fuji II GC ve Prodigy olduğu belirtilmiştir. Durafil ve Acryl GC Unifast yüzeyinin tükürük proteinlerinden albumin ve amilaza en yüksek afiniteyi gösterirken, Fuji II LC ve Fuji II GC'nin en düşük afiniteyi gösterdiği gözlemlenmiştir. Dental yüzeylerde albumin varlığının bakteri adezyonunu ve birikimini artırdığı bildirilmiştir<sup>13</sup>.

Yapılan bir çalışmada kompozit rezinin (Tetric Evo Ceram) diğer restoratif materyallere göre bakteri adezyonunun fazla olduğunu göstermektedir<sup>19</sup>.

Adeziv sistemlerin antibakteriyel aktivitesinin değerlendirilmesinde, biyofilm oluşumunda önemli etkisi olan *S. mutans* ile yapılan çalışmaların sayıca fazla olduğu belirtilmiştir. Dental kompozit rezindeki bakteri adezyonunu incelemek için, genç plakta baskın olarak bulunan actinomycesler ve *S. mutans*' tan farklı

diğer bakteri türlerinin de canlılığını araştırmaya yönelik çalışmalara ihtiyaç olduğu saptanmıştır<sup>14,35,46</sup>.

Hansel ve ark.'ları (1998) yaptıkları bir çalışmada; kompozit rezinden salınan TEGDMA ve EGDMA monomerlerinin *S. sobrinus* ve *L. Acidophilus*'un çoğalmasını uyardığını bildirmişlerdir<sup>47</sup>.

Baca ve ark.'ları (2012) yaptıkları *in vitro* bir çalışmada 5 adeziv sistem (AdheSE DC, Clearfil DC Bond, Futurabond DC, Excite DSC ve Clearfil Protect Bond) yüzeyinde oluşan *E. faecalis* biyofilm oluşumunu değerlendirmişlerdir. Antibakteriyel molekül içeren Clearfil Protect Bond ve en az pürüzlülük gösteren Excite DSC yüzeyinde biyofilm birikiminin en az olduğu bildirilmiştir. Pürüzlülüğü fazla olan Futurabond DC yüzeyinde ise, biyofilm birikiminin en fazla olduğu belirtilmiştir<sup>48</sup>.

## SONUÇ

Dental restoratif materyallerin yüzeyinde oluşan biyofilmin kalınlığı, içerdiği bakteri miktarı ve bu bakterilerinin yaşam kapasiteleri; seçilen restoratif materyalin yüzey pürüzlülüğüne, serbest yüzey enerjisine ve antibakteriyel içeriğine bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir. Kötü ağız hijyenine sahip kişilerde restoratif materyallerin yüzeyinde bakteri birikiminin yüzeyde bir takım değişikliklere neden olacağı, buna bağlı olarak diş hekiminin restoratif materyal seçiminde kişinin oral hijyenini iyi değerlendirmesi gerektiği önemle vurgulanmaktadır. Günümüzde plak oluşumunu inhibe eden restoratif materyallerin kullanımının da yaygınlaştığı; bu konuda yapılacak olan araştırmaların ışığında dental biyofilm oluşumunun önlenerek tedavi başarısının artırılabilceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Ebi N, Imazato S, Noiri Y, Ebisu S. Inhibitory effects of resin composite containing bactericide-immobilized filler on plaque accumulation. Dent Mater 2001;17:485-91
2. Neuschil L, Reich E, Unteregger G, Sculean A, Brex M. A pilot study of confocal laser scanning microscopy for the assessment of undisturbed dental plaque vitality and topography. Arch Oral Biol 1998;43:277-85

3. Shani S, Friedman M, Steinberg D. The anticariogenic effect of amine fluorides on streptococcus sobrinus and glucosyltransferase in biofilms. Caries Res 2000;34:260-7.
4. Auschill TM, Artweiller NB, Brex M, Reich E, Sculean A, Netuschil L. The effect of dental restorative materials on dental biofilm. Eur J Oral Sci 2002;110:48-53
5. Beighton D. The complex oral microflora of high-risk individuals and groups and its role in the caries process. Commun Dent Oral Epidemiol 2005;33:248-55.
6. Hannig M, Kriener L, Hoth-Hannig W, Becker-Willinger C, Schmidt H. Influence of nanocomposite surface coating on biofilm formation in situ. J Nanosci Nanotechnol 2007;7:4642-8
7. Carlen A, Nikdel K, Wennerberg A, Holmberg K, Olsson J. Surface characteristics and in vitro biofilm formation on glass ionomer and composite resin. Biomaterials 2001;22:481-7
8. Montanaro L, Campoccia D, Rizzi S, Donati ME, Breschi L, Prati C, Arciola CR. Evaluation of bacterial adhesion of Streptococcus mutans on dental restorative materials. Biomaterials 2004;25:4457-63
9. Larson TD. Why do we polish? Part one. Northwest Dent 2011;90:17-22
10. Dezelic T, Guggenheim B, Schmidlin PR. Multi-species biofilm formation on dental materials and an adhesive patch. Oral Health Prev Dent 2009;7:47-53
11. Steinberg D, Mor C, Dogan H, et al. Effect of salivary biofilm on the adherence of oral bacteria to bleached and non-bleached restorative material. Dental Materials 1999;15:14-20
12. Hahn R, Weiger R, Netuschil L, et al. Microbial accumulation and vitality on different restorative materials. Dent Mater 1993;9:312-6
13. Steinberg D, Eyal S. Early formation of streptococcus sobrinus biofilm on various dental restorative materials. J Dent 2002;30:47-51
14. Rüttermann S, Bergmann N, Beikler T, Raab WH-M, Janda R. Bacterial viability on surface-modified resin-based dental restorative materials. Archives of Oral Biology 2012;57:1512-21
15. Wood SR, Kirkham J, Marsh PD, et al. Architecture of intact natural human plaque biofilms studied by



- confocal laser scanning microscopy. J Dent Res 2000; 79:21-7
16. Zaura-Arite E, van Marle J, ten Cate JM. Confocal microscopy study of undisturbed and chlorhexidine-treated dental biofilm. J Dent Res 2001;80:1436-40
  17. Kawai K, Urano M. Adherence of plaque components to different restorative materials. Oper Dent 2001;26:396-400
  18. Ikeda M, Matin K, Nikaido T, Foxton RM, Tagami J. Effect of surface characteristics on adherence of *S. mutans* biofilms to indirect resin composites. Dent Mater J 2007;26:915-23
  19. Aykent F, Yondem I, Ozyesil AG, Gunal SK, Avunduk MC, Ozkan S. Effect of different finishing techniques for restorative materials on surface roughness and bacterial adhesion. J Prosthet Dent 2010;103:221-7
  20. van Dijken JW, Kalfas S, Litra V, Oliveby A. Fluoride and mutans streptococci levels in plaque on aged restorations of resin-modified glass ionomer cement, compomer and resin composite. Caries Res 1997;31:379-83
  21. Pereira-Cenci T, Cenci MS, Fedorowicz Z, Marchesan MA. Antibacterial agents in composite restorations for the prevention of dental caries. Cochrane Database Syst Rev. 2009;8(3):CD007819
  22. Gyo M, Nikaido T, Okada K, Yamauchi J, Tagami J, Matin K. Surface response of fluorine polymer-incorporated resin composites to cariogenic biofilm adherence. Appl Environ Microbiol 2008;74:1428-35
  23. Knorr SD, Combe EC, Wolff LF, Hodges JS. The surface free energy of dental gold-based materials. Dent Mater 2005;21:272-7
  24. Hahnel S, Rosentritt M, Handel G, Burgers R. Influence of saliva substitute films on initial *Streptococcus mutans* adhesion to enamel and dental substrata. J Dent 2008;36:977-83
  25. Hahnel S, Rosentritt M, Handel G, Burgers R. Surface characterization of dental ceramics and initial streptococcal adhesion in vitro. Dent Mater 2009;25:969-75
  26. Brambilla E, Gagliani M, Ionescu A, Fadini L, García-Godoy F. The influence of light-curing time on the bacterial colonization of resin composite surfaces. Dent Mater 2009;25:1067-72
  27. Quirynen M. The clinical meaning of the surface roughness and the surface free energy of intra-oral hard substrata on the microbiology of the supra- and subgingival plaque: results of in vitro and vivo experiments. J Dent 1994;22:13-6
  28. İlday NÖ, Erdem V, Bayındır YZ. Farklı bitirme ve parlatma işlemlerinin üç farklı resin materyalin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2008;18:19-24
  29. Busscher HJ, Rinastiti M, Siswomihardjo W, van der Mei HC. Biofilm formation on dental restorative and implant materials. J Dent Res 2010;89:657-65
  30. Sousa RP, Zanin IC, Lima JP, Vasconcelos SM, Melo MA, Beltrão HC, Rodrigues LK. In situ effects of restorative materials on dental biofilm and enamel demineralisation. J Dent 2009;37:44-51
  31. Moura JS, Lima EM, Paes Leme AF, Del Bel Cury AA, Tabchoury CP, Cury JA. Effect of luting cement on dental biofilm composition and secondary caries around metallic restorations in situ. Oper Dent 2004;29:509-14
  32. Oilo G. Biodegradation of dental composites/glass ionomer cements. Adv Dent Res 1992;33:50-54
  33. Shahal Y, Steinberg D, Hirschfeld Z, et al. In vitro bacterial adherence onto pellicle-coated aesthetic restorative materials. J Oral Rehabil 1998;25:52-8.
  34. Boeckh C, Schumacher E, Podbielski A, Haller B. Antibacterial activity of restorative dental biomaterials in vitro. Caries Res 2002;36:101-107
  35. Beyth N, Domb AJ, Weiss EI. An *in vitro* quantitative antibacterial analysis of amalgam and composite resins. J Dent 2007;35:201-6
  36. Daneshmehr L, Matin K, Nikaido T, Tagami J. Effects of root dentin surface coating with all-in-one adhesive materials on biofilm adherence. J Dent 2008;36:33-41
  37. Brambilla E, Cagetti MG, Gagliani M, Fadini L, Garcia-Godoy F, Strohmenger L. Influence of different adhesive restorative materials on mutans streptococci colonization. Am J Dent 2005;18:173-6
  38. Li F, Chen J, Chai Z, Zhang L, Xiao Y, Fang M, Ma S. Effects of a dental adhesive incorporating antibacterial monomer on the growth, adherence and membrane integrity of *Streptococcus mutans*. J Dent 2009;37:289-96
  39. Melo MA, Cheng L, Weir MD, Hsia RC, Rodrigues LK, Xu HH. Novel dental adhesive containing





- antibacterial agents and calcium phosphate nanoparticles. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2012 Dec 20. doi: 10.1002/jbm.b.32864
40. de Carvalho FG, Puppini-Rontani RM, de Fúcio SB, Negrini Tde C, Carlo HL, Garcia-Godoy F. Analysis by confocal laser scanning microscopy of the MDPB bactericidal effect on *S. mutans* biofilm CLSM analysis of MDPB bactericidal effect on biofilm. *J Appl Oral Sci* 2012;20:568-575
41. Zalkind MM, Keisar O, Ever-Hadani P, Grinberg R, Sela MN. Accumulation of streptococcus mutans on light-cured composites and amalgam: an in vitro study. *J Esthet Dent* 1998;10:187-90
42. Barbosa RP, Pereira-Cenci T, Silva WM, Coelho-de-Souza FH, Demarco FF, Cenci MS. Effect of cariogenic biofilm challenge on the surface hardness of direct restorative materials in situ. *J Dent* 2012;40:359-63
43. Suljak JP, Reid G, Wood SM, McConnell RJ, van der Mei HC, Busscher HJ. Bacterial adhesion to dental amalgam and three resin composites. *J Dent* 1995;23:171-6
44. Auschill TM, Artweiler NB, Netuschil L, Brex M, Reich E, Sculean A. Spatial distribution of vital and dead microorganisms in dental biofilms. *Archives of Oral Biology* 2001;46:471-6.
45. Melo MA, Cheng L, Zhang K, Weir MD, Rodrigues LK, Xu HH. Novel dental adhesives containing nanoparticles of silver and amorphous calcium phosphate. *Dent Mater* 2013;29:199-210
46. Rolland SL, McCabe JF, Robinson C, Walls AW. In vitro biofilm formation on the surface of resin-based dentine adhesives. *Eur J Oral Sci* 2006;114:243-9
47. Hansel C, Leyhausen G, Mai UE, Geurtsen W. Effects of various resin composite (co)monomers and extracts on two caries-associated microorganisms in vitro. *J Dent Res* 1998;77:60-67
48. Baca P, Furtado-Antunes de Freitas M, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP, Arias-Moliz MT. In vitro *Enterococcus faecalis* biofilm formation on five adhesive systems. *Med Oral Patol Cir Bucal* 2012;17:501-5

#### Yazışma Adresi

Dt. Elif Yaman Dosdoğru  
İstanbul Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi  
Pedodonti Anabilim Dalı  
E-mail: 2702090068@ogr.iu.edu.tr

