

# Biyoaktif içeriğe sahip fissür örtücülerin makaslama bağlanma dayanımlarının değerlendirilmesi

## Evaluation of the shear bond strength of fissure sealant materials containing bioactive compounds

Zeynep Ekin KILINÇ<sup>1</sup> 

Fevzi KAVRIK<sup>2</sup> 

Ebru KÜÇÜKYILMAZ<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>İzmir Katip Çelebi Üniversitesi,  
Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti  
Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye  
<sup>2</sup>Uşak Üniversitesi, Diş Hekimliği  
Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı,  
Uşak, Türkiye



### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı; biyoaktif içeriğe sahip fissür örtücülerin makaslama bağlanma dayanımlarının değerlendirilmesidir.

**Yöntemler:** Yüz adet çekilmiş insan molar dişi akrilik bloklara gömüldü ve Fissurit FX (Kontrol Grubu), Aegis®, Premier BioCoat®, BeautiSealant ve BeautiSealant+Fosforik asit olmak üzere gruplara ayrıldı. Test materyalleri, dişlerin bukkal yüzeylerine uygulanarak örnekler hazırlandıktan sonra, 0,5 mm/dk'lık hız ile makaslama bağlanma dayanım testi gerçekleştirildi. Elde edilen veriler, tek yönlü varyans analizi ve Tukey testleri ile değerlendirildi, kırılma tipleri ise Ki-kare testi ile 0,05 anlamlılık düzeyinde analiz edildi.

**Bulgular:** En yüksek (75,78±18,51 MPa) ve en düşük (37,34±8,39 MPa) makaslama bağlanma dayanım değerleri sırasıyla BeautiSealant+Fosforik asit ve BeautiSealant gruplarından elde edildi. Grupların ortalama bağlanma dayanım değerleri sırasıyla fosforik asitle birlikte uygulanan BeautiSealant+Fosforik asit>Aegis®>Fissurit FX>Premier BioCoat®>BeautiSealant olarak belirlendi. Premier BioCoat® ve BeautiSealant arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi ( $P = ,850$ ). Aegis®, Fissurit FX ve BeautiSealant+Fosforik asit grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmedi ( $P > ,05$ ).

**Sonuç:** Test edilen biyoaktif içerikli fissür örtücülerin mine yüzeyine bağlanma dayanımları, materyalin içeriğinden ve uygulama şeklinden etkilenmektedir. BeautiSealant materyali uygulanırken mineye uygulanan işlem bağlanma değerlerini etkilemektedir. Fosforik asit ile birlikte uygulanan BeautiSealant'ın mine dokusuna olan makaslama bağlanma dayanımı, materyalin tek başına kullanımına göre daha yüksektir.

**Anahtar Kelimeler:** Makaslama bağlanma dayanımı, fissür örtücü, biyoaktif

### ABSTRACT

**Objective:** The purpose of this study was to evaluate the shear bond strength of fissure sealant materials containing bioactive compounds.

**Methods:** Hundred extracted human molar teeth were embedded in to acrylic molds and then categorized into five groups: Fissurit FX (Control Group), Aegis®, Premier BioCoat®, BeautiSealant and BeautiSealant+Phosphoric acid. All the test materials were prepared by applying them to the buccal surface of the teeth and then shear bond strength test was performed at a speed of 0.5 mm/min. The shear bond strength data were assessed via analysis of variance (ANOVA) and Tukey's tests, fracture types were analyzed by the Chi-square test at a significance level of 0.05.

**Results:** For test materials, the highest shear bond strength (75.78±18.51 MPa) and the lowest shear bond strength (37.34±8.39 MPa) were calculated for BeautiSealant+Phosphoric acid and BeautiSealant group respectively. The mean values of groups were sorted in descending order as BeautiSealant+Phosphoric acid>Aegis®>Fissurit FX>Premier BioCoat®>BeautiSealant. There was no statistically significant difference between Premier BioCoat® and BeautiSealant ( $P = .850$ ). Furthermore, there was no statistically significant difference among Aegis®, Fissurit FX and BeautiSealant + Phosphoric acid groups ( $P > .05$ ).

**Conclusion:** The shear bond strength of the tested fissure sealant materials containing bioactive compounds on enamel surface were affected by the content of the material and the application methods. The treatment applied to the enamel while applying the BeautiSealant material affects the shear bond values. BeautiSealant applied with phosphoric acid has higher shear bond strength to enamel tissue than when the material is used alone.

**Keywords:** Shear bond strength, fissure sealant, bioactive

## GİRİŞ

Diş çürüğü çocukların sağlığını etkileyen en yaygın hastalık olarak kabul edilmektedir.<sup>1</sup> Karmaşık morfolojilerine bağlı olarak okluzal pit ve fissürler, çürük gelişimine en yatkın bölgeler olup çocuk ve ergenlerde görülen diş çürüklerinin %88'i bu bölgelerde oluşmaktadır.<sup>2</sup> Bu alanlarda yer alan başlangıç çürükleri erken safhalarda girişimsel olmayan ve/veya minimal girişimsel ve koruyucu yaklaşımlarla durdurulabilir ve hatta geri döndürülebilir niteliktedir.<sup>3</sup> En temel koruyucu yaklaşımlardan biri olan fissür örtücü uy-

\*Bu çalışma, 26. Uluslararası Türk Pedodonti Derneği Kongresi'nde (10-13 Ekim 2019, Antalya) "poster" olarak sunulmuştur

Geliş Tarihi/Received: 29.03.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 21.10.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:  
Zeynep Ekin KILINÇ  
E-posta: zeynepkinc@gmail.com

Cite this article: Kılınç Z.E, Kavrik F, Küçükyılmaz E. Evaluation of the shear bond strength of fissure sealant materials containing bioactive compounds. *Curr Res Dent Sci.* 2022; 32(1): 11-16.



gulamalarının diş çürüğünün önlemedeki rolü birçok çalışma ile kanıtlanmıştır.<sup>14-8</sup> Uygulama temel olarak, besin kaynakları ile bakteriler arasındaki bağlantıyı keserek fiziksel bir bariyer oluşturmayı ve temizlenebilir bir yüzey elde etmeyi hedeflemektedir.<sup>2,4,5,9</sup> Amerikan Çocuk Diş Hekimliği Akademisi'ne göre (AAPD) fissür örtücülerle oluşturulan bu bariyer ile primer olarak amaçlanan, yiyecek artıklarının anatomik yapılar arasına sıkışmasını engellemek ve bakteriyel biyofilm miktarını azaltarak çürük lezyonlarının gelişme riskini engellemek olarak tanımlanmıştır. İkincil koruyucu perspektifte ise fissür örtücülerin kavitasjonsuz çürük lezyonlarının ilerlemesini durdurabildiği bildirilmektedir.<sup>10</sup>

Günümüz diş hekimliğinde fissür örtücü uygulamalarında genellikle rezin ve cam iyonomer esaslı materyaller kullanılmaktadır.<sup>6</sup> Cam iyonomer esaslı fissür örtücüler; antibakteriyel etkinlikleri, diş dokularına kimyasal olarak bağlanabilmeleri, biyolojik olarak uyumlu olmaları, flor salımı yaparak remineralizasyon sağlayabilmeleri ve özellikle nem kontrolünün tam olarak sağlamadığı koşullarda da uygulanabilmeleri nedeniyle çocuk diş hekimliğinde sıklıkla tercih edilmektedirler.<sup>6,11</sup> Cam iyonomer esaslı pit ve fissür örtücü materyallerin rezin esaslı materyallere kıyasla retansiyon oranlarının düşük olması bir dezavantaj gibi görünse de Mejare ve Mjör<sup>12</sup>, pit ve fissür alanlarında kalan az miktardaki cam iyonomerin bile çürüğe karşı koruyucu bir etki oluşturabildiğini bildirmişlerdir. Resin esaslı fissür örtücüler; uygulama kolaylıkları, yüksek retansiyon oranları ve kariyostatik etkileri gibi avantajları nedeniyle kliniklerde genellikle ilk seçenek olarak görülmektedirler.<sup>7,8,13</sup> Bununla beraber, bu materyallerin en büyük dezavantajı olarak kabul edilen polimerizasyon büzülmesi, bakteriyel penetrasyona neden olarak tedavinin başarısızlığına yol açabilmektedir.<sup>14,15</sup> Bu iki alternatifin haricinde günümüz diş hekimliğinin devam eden ideal materyale ulaşma arayışı içerisinde son yıllarda fissür örtücü konseptinin birincil ve ikincil koruma prensiplerinin her ikisine de hizmet edecek, iki ana materyal grubunun olumlu niteliklerini birleştiren, biyoaktif unsurları ilave edildiği, rezin içerikli fissür örtücü materyaller geliştirilmiştir.<sup>16-19</sup>

Biyoaktif materyaller günümüzde kullanım alanları giderek artan, biyoyumlu seçeneklerdir ve kalsiyum, fosfat, flor gibi ihtiyaç duyulan minerallerin ortama salımını gerçekleştirerek remineralizasyonu teşvik edip dişin yapısını güçlendirdikleri, asit ataklarına karşı dişin korunmasına yardımcı oldukları iddia edilmektedir.<sup>20-22</sup> Flor iyon salımı; materyalin çözünürlüğü, bileşimi, toz-sıvı oranı, yüzey alanı ve çevre gibi iç ve dış faktörlerden etkilenen karmaşık bir mekanizmadır.<sup>23,24</sup> Flor serbestleyen fissür örtücü materyaller, mine dokusu ve ağız ortamı arasında fiziksel bir bariyer oluşturmanın yanında, antibakteriyel ve kariyostatik etkileri ile remineralizasyonu teşvik edebilmeleri sayesinde en çok tercih edilen alternatiflerdir.<sup>25</sup> İçerisinde flor bulunan rezin esaslı fissür örtücüler ile konvansiyonel, flor içermeyen rezin esaslı fissür örtücülerin mine dokusunda oluşturdukları değişikliklerin değerlendirildiği çalışmalarda flor içerikli fissür örtücülerin demineralizasyonu önlemede önemli ölçüde başarılı olduğunu bildirilmiştir.<sup>20-22,26</sup> Flor salımının en önemli etkisi başlangıç aşamasındaki mine çürüğünün remineralizasyonuna yardımcı olmak ve fissür örtücünün kaybedilmesi durumunda bile çürüğe dirençli florun zengin bir mine tabakası oluşturmaktır.<sup>27</sup> Fissür örtücülerin flor salımının klinik açıdan önemi birçok çalışmayla kanıtlanmıştır.<sup>12,25,26,28-30</sup> Tüm bu olumlu faktörler göz önüne alındığında özellikle çürük riski yüksek olan hastalarda flor serbestleyen fissür örtücü materyallerin kullanımı önerilmektedir.<sup>31</sup> Ayrıca, AAPD de yüksek çürük riskli hastalarda flor ve fissür örtücü uygulamalarını tavsiye etmektedir.<sup>32</sup> Flor serbestleyen rezin bazlı fissür örtücü (Clinpro™ Sealant (3M™ ESPE™, Minnesota, USA) flor vernik ve flor köpüğü uygulanmış ve hiçbir uygulama yapılmamış dişler üzerinde paralel yapılan bir çalışmada diş yüzeylerinde-

ki yeni çürük oluşumu değerlendirilmiştir. 2 senelik sürenin sonunda hiçbir uygulama yapılmamış dişlere sahip çocuklarda Flor serbestleyen rezin bazlı fissür örtücü (Clinpro™ Sealant (3M™ ESPE™, Minnesota, USA) ve flor vernik uygulanmış çocuklara göre önemli ölçüde daha fazla çürük olduğu gözlenmiştir.<sup>33</sup>

İyon serbestleyen ve son yıllarda tanıtılan Giomer teknolojisine sahip fissür örtücü materyaller, önceden reaksiyona girmiş yüzey aktif cam iyonomer partikülleri (S-PRG) içeren rezin esaslı örtücülerdir. Ana yapının rezin olması materyalin fiziksel stabilitesini artırırken doldurucu içeriğinin önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer partiküllerinden oluşması bu güncel malzemeye yüksek miktarda iyon serbestleyebilme, minede demineralizasyonu engelleyerek remineralizasyonu indüklemeye gibi özellikler kazandırmaktadır.<sup>16</sup> S-PRG doldurucular flor, alüminyum, borat, stronsiyum, sodyum ve silikat gibi iyonları serbestleyebilmektedir.<sup>34</sup> Serbestlenen iyonlar farklı kimyasal özelliklere sahip olsalar da çürük lezyonlarının önlenmesinde sinerjistik bir etki gösterirler. Flor, florapatit ve kalsiyum florür benzeri çökeltilerin birikmesini teşvik ederek demineralizasyonu azaltma görevi görürken alüminyum, alüminoflorapatit kompleksleri oluşturur.<sup>35,36</sup> Bu da minenin demineralizasyon sürecinin durdurulmasına ve başlangıç çürük lezyonlarının remineralizasyonunun teşvik edilmesine yardımcı olur.<sup>37</sup>

Genel olarak rezin bazlı fissür örtücüler mine yüzeyine fosforik asit uygulanması ve ardından yıkama ve kurulum yapıldıktan sonra uygulanmaktadır.<sup>38</sup> Fakat bu işlemleri uygularken yeterince yıkama yapılamaması ve asitin uzaklaştırılmamasının fissür örtücünün mine yüzeyine bağlantısını etkileyebileceği bildirilmektedir.<sup>39</sup> Asitin kötü tadı ise rubber-dam kullanılmadığında çocuk hastaları rahatsız edebilmekte ve kooperasyonun bozulmasına sebebiyet verebilmektedir. BeautiSealant fissür örtücü materyal fosforik asit uygulama basamağına ihtiyaç duymayan, kendinden asitli bir üründür. Asitleme/yıkama gerektirmemesi üretici firma tarafından basamak sayısının azalmasına bağlı olarak koltuk süresini kısaltan ve uygulamaya bağlı hata olasılığını düşüren bir avantaj olarak tanıtılmaktadır.<sup>40</sup> Ayrıca ürünün kendi primeri ile kullanımının, konvansiyonel uygulamalardaki fosforik asitin etkisine benzer şekilde mine yüzeyini daha reaktif hale getirdiği, yüzeyin ıslanabilirliğini ve dolayısıyla fissür örtücünün penetrasyonunu artırdığı bildirilmektedir.<sup>41</sup> Ancak primer kullanımı ile sağlandığı iddia edilen bu bağlanmanın başarısını ve bağlanmanın fosforik asit ile sağlanması durumunda nasıl etkilendiğini inceleyen çalışma sayısı kısıtlıdır.<sup>39,42</sup>

Fissür örtücülerin içerisine ilave edilen bir diğer yapı ise amorf kalsiyum fosfat (ACP) olarak adlandırılan biyoaktif bileşiktir. Ağız ortamının pH değeri düştüğünde ACP, yapısında bulunan kalsiyum ve fosfat iyonlarını serbest bırakarak ortamı nötralize etmekte ve remineralizasyona katkı sağlamaktadır.<sup>43</sup> ACP, birçok diş bakım ürünü içerisinde (diş macunu, gargara, sakız) ve dental materyallere ilavesi ile diş hekimliğinde kullanılmaktadır. ACP bileşiğinin eklendiği dental ürünlerin demineralizasyonu engelleme ve remineralizasyona katkı sağlama potansiyelleri araştırmalarla gösterilmiştir.<sup>18,44,45</sup> Bunun yanında ACP içerikli fissür örtücü materyalin mikro sızıntı açısından *in vitro* olarak değerlendirildiği çalışmalarda düşük mikrosızıntı değerleri verdiği bildirilmiştir.<sup>46,47</sup> Klinik bir çalışmada ise retansiyon, marjinal renklenme, marjinal adaptasyon ve çürük oluşumuna izin verme açısından geleneksel rezin içerikli fissür örtücülerden daha başarılı bulunduğu tespit edilmiştir.<sup>48</sup>

Premier BioCoat®, SmartCap teknolojisi kullanılarak geliştirilmiş biyoaktif içeriğe sahip fissür örtücü bir materyaldir. Smartcap, yarı geçirgen membrandan oluşan ve aktif iyon alışverişine olanak veren mikrokapsül bir yapıdır.<sup>49</sup> Bu yapısı sayesinde demi-

neralizasyonu engelleyip remineralizasyonu teşvik edildiği iddia edilmektedir.<sup>17</sup> Premier BioCoat® fissür örtücü materyalin yüksek doldurucu içeriği (%56) ile çığneme kuvvetlerine karşı dayanımının ve aşınma direncinin yüksek olduğu, büzülme değerlerinin ise düşük olduğu dolayısıyla mikrosızıntı riskinin düşük, boyutsal stabilitesinin ve uzun dönem dayanıklılığının yüksek olduğu üretici tarafından iddia edilmektedir.<sup>49</sup> Literatürde Premier BioCoat® materyalinin değerlendirildiği tek bir araştırmaya rastlanmıştır.<sup>19</sup>

Fissür örtücü materyallerin başarısı değerlendirilirken retansiyon, marjinal renklenme, marjinal adaptasyon, sekonder çürük oluşumuna izin verme gibi klinik başarı göstergelerinin yanında demineralizasyonu durdurma ve remineralizasyonu teşvik etme kapasiteleri, iyon salabilme ve penetrasyon kabiliyetleri, mine dokusuna bağlanma başarıları araştırılan temel başlıklar olmaktadır. Bunlar arasında materyalin dental dokulara bağlanma gücü, retansiyonu etkileyen en temel kıyaslama olarak görülebilir. Fissür örtücü materyallerin mine yüzeyine bağlanmadaki başarısı temel olarak, minenin yapısına/sağlığına, çalışılan bölgenin izolasyonuna, materyalin viskozitesine, mine yüzeyinin hazırlanmasında kullanılan yöntem ve materyalin içeriğine bağlıdır.<sup>50-53</sup> Kullanılan materyalin monomer içeriği, doldurucu yüzdesi, bu doldurucunun niteliği, içerisinde yer alan aktif bileşenler, polimerizasyon şekli vs. bağlanma başarısı üzerinde direkt etkiye sahiptir.<sup>54,55</sup> Literatürde farklı içeriklere sahip fissür örtücü materyallerin mine yüzeyine olan bağlanma dayanımını araştıran pek çok çalışma bulunmakla beraber<sup>50-53,56-58</sup> biyoaktif özellikler taşıyan materyallerin değerlendirildiği az sayıda araştırma olduğu görülmektedir.<sup>39,42,59,60</sup> Araştırmamız kapsamında değerlendirilen materyallerin bir arada değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya ise rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı, farklı biyoaktif içeriklere sahip fissür örtücü materyallerinin çürüksüz mine yüzeylerine olan makaslama bağlanma dayanımlarının değerlendirilmesidir. Bu kapsamda "Fissür örtücü materyallere ait farklı içeriklerin, mine yüzeyine olan makaslama bağlanma dayanımı üzerine etkisi yoktur" sıfır hipotezi test edilmiştir.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi 'Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 2019/485 karar numaralı etik kurul onayı ile gerçekleştirildi. Çalışmada kullanılan materyallerin marka, içerik ve uygulama prosedürleri Tablo 1'de gösterildi. Bu çalışmada periodontal veya ortodontik nedenlerle çekilmiş 100 adet

çürüksüz insan azı dişi kullanıldı. Eklenti ve yumuşak doku artıklarından arındırılan dişlere lastik ve pomza ile polisaj işlemi yapıldı. Her bir diş stereomikroskop altında incelenerek çatlak, kırık veya gelişimsel anomali varlığı olan dişler çalışma kapsamından çıkarıldı. Temizlenen dişler, çalışmanın başlama zamanına kadar serum fizyolojik içerisinde +4° C'de bekletildi (en fazla 3 ay). Dişlerin kökleri semento-gingival bağlantının 2 mm altında olacak şekilde su soğutması altında, düşük hızda elmas separe (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, Amerika) yardımı ile kuronlarından ayrıldı. Sonra dişler mezio-distal doğrultuda ikiye bölündü. Hazırlanan örnekler akrilik içerisine gömülerek açıkta kalan mine yüzeyleri 10 saniye boyunca akan su altında sırasıyla 180-1200 gridlik SiC kâğıt zımparalar ile zımparalandı, düz ve uniform bir yüzey elde edildi. Örnekler çalışmada kullanılacak materyallere göre rastgele olarak gruplara dağıtıldı (n=20). Fissurit FX (Kontrol Grubu), AEGIS<sup>®</sup>, Premier BioCoat<sup>®</sup>, BeautiSealant ve fosforik asitle birlikte uygulanan BeautiSealant olmak üzere 5 adet araştırma grubu oluşturuldu. Materyaller, hazırlanan diş yüzeylerine 2 mm yüksekliğinde ve 3 mm çapındaki silindirik şekilli plastik kalıplar kullanılarak, üretici firma talimatlarına göre uygulandı. Materyaller, LED ışık kaynağı (Valo, Ultradent, St Louis, MO, Amerika) ile cihazın sağladığı üç moddan biri olan standart modda 20 saniye polimerize edildi. Restorasyonlar tamamlandıktan sonra dişler; 24 saat süreyle, 37 °C' deki distile suda, etüv içerisinde bekletildi. Makaslama bağlanma dayanım testi uygulanmadan önce her bir örneğin çapı dijital kumpas yardımı ile ölçüldü ve örnekler universal test cihazına (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonya) yerleştirilerek diş/fissür örtücü materyal ara yüzeyinde 0,5 mm/dk hızda maksimum 5000 N kuvvet ile kırılma meydana gelinceye kadar makaslama kuvvetine maruz bırakıldı. Newton cinsinden kaydedilen kuvvetler daha sonra bağlanma yüzey alanına (mm<sup>2</sup>) göre hesaplanarak MPa cinsine çevrildi. Makaslama bağlanma dayanım testi uygulanan her bir örneğin kırılma yüzeyleri stereomikroskop (Discovery V8 Stereo, Carl Zeiss Micro-imaging GmbH, Göttingen, Almanya) ile x40 büyütme altında incelenerek kırılma tipleri adeziv, koheziv veya miks tip olarak kaydedildi.

Elde edilen veriler IBM SPSS (Statistics for Windows, Version 20.0, IBM Corp., Armonk, New York, ABD) istatistik paket programı ile değerlendirildi. Verilerin değerlendirilmesinde Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ve Post Hoc Tukey testleri kullanıldı. Kırık tipleri ise Ki-kare testi ile değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $\alpha=0,05$  kabul edildi.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan materyaller ve uygulanma prosedürleri

Materyal	Üretici Firma	İçerik	Uygulama Prosedürleri
Aegis®	Bosworth®Company, Illinois, USA	Amorf kalsiyum fosfat, %38 ışıkla sertleşen rezin	İzolasyon sağlandıktan sonra örtülecek yüzey tamamen temizlenir (polisaj fırçası/lor içermeyen temizlik pastası ile) daha sonra yıkanır ve kurutulur. Mine yüzeyine %35'lik asit 15-20 saniye uygulanır. Ardından suyla yıkanır ve havayla kurulanır. Tek kullanımlık uç ile pit ve fissürlere materyal uygulanır. Minimum 300 mW/cm <sup>2</sup> LED ışık cihazı ile her alan 20 saniye ışınlanır.
BioCoat®	Premier, PA 19462, USA	Baryum alüminoborosilikat, kalsiyum kaynağı, foto aktivatör	İzolasyon sağlandıktan sonra örtülecek yüzey tamamen temizlenir (polisaj fırçası/lor içermeyen temizlik pastası ile) daha sonra yıkanır ve kurutulur. Mine yüzeyine %35'lik asit 15-20 saniye uygulanır. Ardından suyla yıkanır ve havayla kurulanır. Tek kullanımlık uç ile pit ve fissürlere materyal uygulanır. Minimum 300 mW/cm <sup>2</sup> LED ışık cihazı ile her alan 20 saniye ışınlanır.
BeautiSealant ve BeautiSealant Primer	Shofu, Tokyo, Japan	UDMA, TEGDMA, S-PRG doldurucu floroboroalimünasilikat cam, mikro silika Aseton, distile su, karboksilik asit monomer, fosforik asit monomer	İzolasyon sağlandıktan sonra örtülecek yüzey tamamen temizlenir (polisaj fırçası/lor içermeyen temizlik pastası ile) daha sonra yıkanır ve kurutulur. Primer, yüzeye 5 saniye uygulanır ve 5 saniye ye kurutulur. Özel sırngası ile materyal uygulanır. Fırça veya uygun başka bir aletle dikkatlice 15-20 saniye yayılır. LED ışık cihazı ile 10 saniye polimerize edilir ve fissürler kontrol edilir.
Fissurit FX ve Scotchbond Universal Etchant Asit	Voco, Cuxhaven, Almanya	Flor, Bis-GMA, diüretan dimetakrilat, BHT, benzotriazoliderivat içerir ve sodyum florid içerir. %35 fosforik asit	İzolasyon sağlandıktan sonra örtülecek yüzey tamamen temizlenir (polisaj fırçası/lor içermeyen temizlik pastası ile) daha sonra yıkanır ve kurutulur. Kısa uçlu tek kullanımlık fırça ile 15-30 saniye fosforik asit uygulanır. Yıkama ve kurulum. Özel sırngası ile materyal uygulanır. Fırça veya uygun başka bir aletle dikkatlice 15-20 saniye yayılır. Yüzey başına 20 saniye polimerize edilir ve fissürler kontrol edilir.

\*UDMA: üretan dimetakrilat, TEGDMA: trietilenlikol dimetakrilat, S-PRG: surface pre-reacted glass-iyonomer, Bis-GMA: bisfenolglisidil metakrilat, BHT: bütile edilmiş hidroksitoluen, LED: light emitting diyot

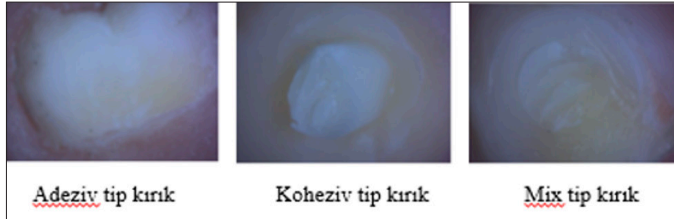
Tablo 2: Gruplara ait ortalama ve standart sapma değerleri (Ort±Std sapma) (MPa)

Gruplar	Ortalama ± Std. Sapma
Aegis®	73,34±16,36 a
BioCoat®	41,67±9,78 b
BeautiSealant	37,34±8,39 b
BeautiSealant+Fosforik Asit	75,78±18,51 a
Fissurit FX	70,18±11,88 a

\* Küçük harfler gruplar arasındaki farklılıkları ifade etmek için kullanılmıştır P&lt;0,05



Şekil 1. Gruplara göre kırık tipi dağılımı



Şekil 2. PP Kırık tiplerine ait örnek görüntüler

## BULGULAR

Çalışmada test edilen örneklerin makaslama bağlanma dayanımına ait veriler Tablo 2'de gösterilmiştir. Farklı biyoaktif içeriklere sahip fissür örtücülerin makaslama bağlanma dayanımlarının değerlendirildiği bu çalışmada, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık olduğu tespit edildi ( $F=37,54$ ;  $P = ,00$ ). BeautiSealant+Fosforik asit grubu en yüksek ortalama makaslama bağlanma dayanım değerini ( $75,78 \pm 18,51$  MPa) verirken, BeautiSealant grubu en düşük ortalama makaslama bağlanma dayanım değerini ( $37,34 \pm 8,39$  MPa) verdi ve iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P = ,00$ ). BeautiSealant+Fosforik asit, Aegis® ( $P = ,947$ ) ve Fissurit FX ( $P = ,687$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi. BeautiSealant+Fosforik asit grubu ile Premier BioCoat® arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P = ,00$ ). BeautiSealant materyali ile Premier BioCoat® arasındaki fark ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P = ,850$ ). Kırık tipi analizinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmezken ( $P = ,22$ ), örneklerde en fazla adeziv tip kırılma (%51), daha sonra miks tip kırılma (%44) ve en düşük oranda ise koheziv tip kırılma (%5) gözlemlendi. Gruplara göre kırık tipi dağılımı Şekil 1'de verilmiştir. Ayrıca kırık tiplerine ait örnek görüntüler Şekil 2'de görülmektedir.

## TARTIŞMA

Farklı biyoaktif içeriklere sahip fissür örtücü materyallerin çürüksüz mine yüzeylerine olan makaslama bağlanma dayanımlarının karşılaştırıldığı bu çalışma için oluşturulan sıfır hipotezi elde edilen bulgular neticesinde reddedilmiştir. Çalışmanın verileri kıyaslandığında; BeautiSealant materyalinin minenin fosforik asit ile hazırlanması sonrasında materyalin kendi primeri ile birlikte kullanımında en yüksek ortalama makaslama bağlanma dayanım değerini verdiği görülmüştür. Bununla beraber çalışmaya dahil olan tüm gruplar bir arada değerlendirildiğinde, en düşük bağlanma dayanımının, materyalin yalnızca kendi primeri ile birlikte kullanıldığı BeautiSealant grubundan elde edildiği tespit edilmiştir. BeautiSealant materyali SPR-G esaslı bir fissür örtücüdür ve üretici; materyalin, asitle pürüzlendirme ve yıkama işlemi olmadan ürünle birlikte verilen self etch primer ile uygulamasını önermektedir.<sup>17</sup> Durham ve ark. fosforik asit uygulama basamağı olmaksızın kullanılan SPR-G esaslı fissür örtücüye ait mikrosızıntı ve bağlanma dayanım değerlerinin, materyalin asitle birlikte uygulanması durumunda elde edilen değerlerden ve geleneksel rezin esaslı sistemlerden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu sonucunu bildirmiştir.<sup>42</sup> Bir başka çalışmada ise BeautiSealant materyali ve hidrofilik yapıdaki fissür örtücü (UltraSeal XT hydro, Utradent) materyali, fosforik asitle birlikte veya yalnızca primer ile kullanılmış ve makaslama bağlanma dayanım değerleri açısından kıyaslanmıştır. Araştırma sonucunda BeautiSealant materyalinin, farklı yüzey hazırlama yöntemleri kullanılsa da her koşulda hidrofilik yapıdaki fissür örtücü (UltraSeal XT hydro) materyalden daha düşük makaslama bağlanma dayanım değerleri gösterdiği bildirilmiştir.<sup>39</sup> Bağlanma dayanımına bakılmamış olsa da primer ile kullanılan BeautiSealant materyaline ait klinik bir kıyaslamayı vermesi bakımından önemli olan bir çalışmada; materyalin retansiyon başarısı fosforik asit ile kullanılan geleneksel bir fissür örtücü materyalle (Seal it, Spident Co Ltd, Korea) kıyaslanmış ve 18 ay sonunda BeautiSealant daha başarısız bulunmuştur.<sup>61</sup> Durham ve ark.<sup>42</sup> ile Pitchika ve ark.<sup>62</sup> materyalin bağlanma dayanım değerlerini konvansiyonel rezin bazlı fissür örtücü materyallere kıyasla daha düşük bulduklarını bildirmişlerdir. Araştırmamız sonucunda literatürdeki bilgileri destekleyen şekilde<sup>39,42,62</sup> en düşük bağlanma dayanımı BeautiSealant materyalinin kendi primeri ile kullanımından elde edilmiştir ve materyalin kullanımı öncesinde mine yüzeyinin asitlenmesinin bağlanma değerlerini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Amorf kalsiyum fosfat içerikli fissür örtücü materyal olan Aegis® ile ilgili olarak literatürdeki çalışmalara bakıldığında bağlanma dayanım değerlerinin kontrol grubunda seçilen materyallere kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir.<sup>45,47,60</sup> Şen Tunç<sup>45</sup> ve ark. ACP içerikli (Aegis®), flor içerikli (Helioseal F) ve flor içermeyen (Helioseal) fissür örtücülerin bağlanma dayanımını değerlendirdikleri çalışmalarında ACP içerikli fissür örtücünün diğer fissür örtücülere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük mikro-gerilim bağlanma dayanımı gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu sonucu, materyalin ACP içeriğinin diş yüzeyindeki kalsiyum fosfat iyonlarının retansiyonuna engel olması nedeniyle bağlanmayı olumsuz etkilemesine bağlamışlardır. Bir tez çalışmasında ACP, flor, kompomer, cam iyonomer ve cam karbomer içerikli fissür örtücü materyallerin (Aegis®, Helioseal F, Helioseal, Glass Seal, Fuji Tri-age, Dyract Seal) bağlanma dayanım kuvvetleri değerlendirilmiştir. ACP içerikli fissür örtücünün rezin bazlı fissür örtücülerden düşük kompomer ve cam iyonomer içerikli fissür örtücülerden yüksek bağlanma dayanım değerleri gösterdiği bildirilmiştir.<sup>47</sup> Utneja<sup>60</sup> ve ark. kontrol grupları olarak kullandıkları ACP içeren (Aegis®), flor içeren (Delton FS plus) ve flor içermeyen rezin bazlı fissür örtücü-

lerin (Clinpro) mikrogerilim bağlanma dayanım değerlerini kıyasladıklarında en düşük ortalama bağlanma değerini veren materyalin Aegis® olduğunu ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Araştırmamızın bulguları da bu çalışma ile benzer şekilde kontrol grubunu oluşturan, flor serbestleyen rezin içerikli Fissurit FX ile ACP içerikli Aegis® arasında bağlanma dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını göstermektedir. Uluslararası literatürde ACP içerikli ajanın başka fissür örtücüler ile kıyaslandığı yalnızca iki çalışmanın bulunması materyalin kıyaslanacağı araştırmalara duyulan ihtiyacı göstermektedir. Benzer şekilde göreceli olarak yeni bir materyal olan Premier BioCoat® ile ilgili literatürde bağlanma verilerinin değerlendirildiği bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu materyalin makaslama bağlanma dayanımına ait elde edilebilen tek araştırma üretici firmanın kendi broşüründe yer alan çalışmadır. Bu çalışmada Premier BioCoat®, flor serbestleyen UltraSeal XT fissür örtücü materyal ile makaslama bağlanma dayanımı açısından karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak Premier BioCoat®'un daha üstün bir makaslama bağlanma dayanımı gösterdiği belirtilmiştir. Makaslama bağlanma dayanımının daha yüksek olarak bulunmasının nedeni mikrokapsül teknolojisine bağlanmış, mikro kapsüllerin küçük partikül boyutunun dayanıklılık açısından avantajlı olduğunu ve makaslama bağlanma dayanımına katkıda bulunduğu öne sürülmüştür.<sup>49</sup> Bizim araştırmamızın sonucunda ise Premier BioCoat® materyalinin bağlanma dayanımı BeautySealant ile benzer ve karşılaştırılan diğer gruplardan düşük olarak elde edilmiştir. Bu materyal ile ilgili olarak da tarafsız ve iyi planlanmış araştırmalara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Araştırmadan elde edilen bulgular bir arada değerlendirildiğinde, test edilen biyoaktif içerikli fissür örtücülerin mine yüzeyine bağlanma dayanımlarının materyalin içeriğinden ve uygulama şekline etkilediği söylenebilir. Materyal başarısını değerlendirmek için en temel basamaklarından biri olan bağlanma gücünün kıyaslandığı araştırmalara ve farklı materyal alternatiflerinin değerlendirilmesine duyulan ihtiyacın dikkate alınması gerektiği fikrindeyiz.

## SONUÇ

Bu çalışmanın sınırlamaları dâhilinde aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir;

1. Fissür örtücü materyallerin içeriği makaslama bağlanma dayanım değerini etkilemektedir.
2. BeautiSealant materyali uygulanırken mineye uygulanan işlem bağlanma değerlerini etkilemektedir. Fosforik asit ile birlikte uygulanan BeautiSealant'ın mine dokusuna olan makaslama bağlanma dayanımı, materyalin tek başına kullanımına göre daha yüksektir.
3. Aegis® ve Fissurit FX materyalleri gösterdikleri yüksek bağlanma değerleri ile kullanım için uygun olarak değerlendirilmişlerdir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir – Z.E.K., F.K., E.K.; Tasarım – Z.E.K., F.K., E.K.; Denetleme – Z.E.K., F.K., E.K.; Kaynaklar – Z.E.K., F.K., E.K.; Malzemeler – Z.E.K., F.K., E.K.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – Z.E.K., F.K., E.K.; Analiz ve/veya Yorum – Z.E.K., F.K., E.K.; Literatür Taraması – Z.E.K., F.K., E.K.; Yazıyı Yazan – Z.E.K., F.K., E.K.; Eleştirel İnceleme – Z.E.K., F.K., E.K.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept – Z.E.K., F.K., E.K.; Design – Z.E.K., F.K., E.K.; Supervision – Z.E.K., F.K., E.K.; Resources – Z.E.K., F.K., E.K.; Materials – Z.E.K., F.K., E.K.; Data Collection and/or Processing – Z.E.K., F.K., E.K.; Analysis and/or Interpretation – Z.E.K., F.K., E.K.; Literature Search – Z.E.K., F.K., E.K.; Writing Manuscript – Z.E.K., F.K., E.K.; Critical Review – Z.E.K., F.K., E.K.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Financial Disclosure:** The authors declared that this study has received no financial support.

## KAYNAKLAR

1. Petersen PE, Bourgeois D, Ogawa H, Estupinan-Day S, Ndiaye C. The global burden of oral diseases and risks to oral health. *Bull World Health Organ.* 2005;83(9):661-669.
2. Demirci M, Tuncer S, Yuceokur AA. Prevalence of caries on individual tooth surfaces and its distribution by age and gender in university clinic patients. *Eur J Dent.* 2010;4(3):270-279.
3. Horowitz HS, Heifetz SB, McClendon BJ, Viegas AR, Guimaraes LOC, Lopez ES. Evaluation of self-administrated prophylaxis and supervised toothbrushing with acidulated phosphate fluoride. *Caries Res.* 1974;8:39-51.
4. Llodra JC, Bravo M, Delgado-Rodriguez M, Baca P, Galvez R. Factors influencing the effectiveness of sealants – A meta-analysis. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1993;21(5):261-268.
5. Mejare I, Lingström P, Petersson LG, et al. Caries-preventive effect of fissure sealants: a systematic review. *Acta Odontol Scand.* 2003;61(6):321-330.
6. Ahovuo-Saloranta A, Hiiri A, Nordblad A, Worthington H, Mäkelä M. Pit and fissure sealants for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;3:CD001830
7. Azarpazhooh A, Main PA. Pit and fissure sealants in the prevention of dental caries in children and adolescents: A systematic review. *J Can Dent Assoc.* 2008;74(2):171-177.
8. Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, et al. Sealants for preventing dental decay in the permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* 201328;(3):CD001830.
9. Ünlügenç E, Bolgöl B. Güncel Fissür Örtücüler – Literatür Derlemesi. *J Dent Fac Atatürk Uni.* 2020;30(3):507-518.
10. Wright JT, Crall JJ, Fontana M, et al. Evidence-based Clinical Practice Guideline for the Use of Pit-and-Fissure Sealants. American Academy of Pediatric Dentistry, American Dental Association. *Pediatr Dent.* 2016;38(5):E120-E136.
11. Bynum AM, Donly KJ. Enamel de/remineralization on teeth adjacent to fluoride releasing materials without dentifrice exposure. *ASDC J Dent Child.* 1999;66(2):89-92.
12. Mejare I, Mjor IA. Glass ionomer and resin-based fissure sealants: a clinical study. *Scand J Dent Res.* 1990;98(4):345-350.
13. Kuşgöz A, Tüzüner T, Ulker M, Kemer B, Saray O. Conversion degree, microhardness, microleakage and fluoride release of different fissure sealants. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2010;3(8):594-599.
14. McCabe JF, Walls A. Applied Dental Materials: Wiley. 8 Ed. Oxford; 1998;p.101-110.
15. Geiger SB, Gulayev S, Weiss EI. Improving fissure sealant quality: mechanical preparation and filling level. *J Dent.* 2000;28(6):407-412.
16. Shimazu K, Ogata K, Karibe H. Evaluation of the ion-releasing and recharging abilities of a resin-based fissure sealant containing S-PRG filler. *Dent Mater J.* 2011;30(6):923-927.
17. BeautiSealant-Article-US-Dental-Product-Shopper-Evaluation Available from: <https://www.shofu.com/wp-content/uploads/BeautiSealant-Article-US-Dental-Product-Shopper-Evaluation.pdf>
18. Zawaideh FI, Owais AI, Kawaja W. Ability of Pit and Fissure Sealant-containing Amorphous Calcium Phosphate to inhibit Enamel Demineralization. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2016;9(1):10-14.

19. Burbank BD, Cooper RL, Kava A, Hartjes JM, McHale WA, Latta MA, Gross SM. Ion release and in vitro enamel fluoride uptake associated with pit and fissure sealants containing microencapsulated remineralizing agents. *Am J Dent*. 2017;30(2):59-64.
20. Mehta AB, Kumari V, Jose R, Izadikhah V. Remineralization potential of bioactive glass and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on initial carious lesion: An in-vitro pH-cycling study. *J Conserv Dent*. 2014;17(1):3-7.
21. Zhong Y, Liu J, Li X, et al. Effect of a novel bioactive glassceramic on dentinal tubule occlusion: An in vitro study. *Aust Dent J*. 2014;60:96-103.
22. Yang SY, Kwon JS, Kim KN, Kim KM. Enamel surface with pit and fissure sealant containing 45S5 bioactive glass. *J Dent Res*. 2016;95(5):550-557.
23. Hicks MJ, Flaitz CM, Garcia-Godoy F. Fluoride-releasing sealant and caries-like enamel lesion formation in vitro. *J Clin Pediatr Dent*. 2000;24(3):215-219.
24. Jensen ME, Wefel JS, Triolo PT, Hammesfahr PD. Effects of a fluoride-releasing fissure sealant on artificial enamel caries. *Am J Dent*. 1990;3(2):75-78.
25. Ripa LW. Dental materials related to prevention-fluoride incorporation into dental materials: reaction paper. *Adv Dent Res*. 1991;5:56-59.
26. Alsaffar A, Tantbirojn D, Versluis A, Beiraghi S. Protective effect of pit and fissure sealants on demineralization of adjacent enamel. *Pediatric Dentistry*. 2011;33(7):491-495.
27. Ulu O, Dörter C. Fissür Örtücüler ve Kullanım Alanları. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2010;42(3-4):25-30.
28. Simonsen RJ. Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatr Dent*. 2002;24(5):393-414.
29. Lobo MM, Pecharki GD, Tengan C, da Silva DD, da Tagliaferro EP, Napi-moga MH. Fluoride-releasing capacity and cariostatic effect provided by sealants. *J Oral Sci*. 2005;47(1):35-41.
30. Morphis TL, Toumba KJ, Lygidakis NA. Fluoride pit and fissure sealants: a review. *Int J Paediatr Dent*. 2000;10(2):90-98.
31. Şişmanoğlu S. Fluoride Release of Giomer and Resin Based Fissure Sealants. *Int J Dent Sci*. 2019;21(2):45-52.
32. Centers for Disease Control and Prevention. Recommendations for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States. *MMWR Recomm Rep*. 2001; 50(RR14):1-42.
33. Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV. Pit and fissure sealants for preventing dental decay in permanent teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2017;7(7):1465-1858.
34. Fujimoto Y, Iwasa M, Murayama R, Miyazaki M, Nagafuji A, Nakatsuka T. Detection of ions released from S-PRG fillers and their modulation effect. *Dent Mater J*. 2010;29(4):392-397.
35. Kuhn AT, Wilson AD. The dissolution mechanisms of silicate and glass-ionomer dental cements. *Biomaterials*. 1985;6(6):378-382.
36. Czarnecka B, Nicholson JW. Ion release by resin-modified glass-ionomer cements into water and lactic acid solutions. *J Dent*. 2006;34(8):539-543.
37. Amaechi BT, Kasundra H, Joshi D, Abdollahi A, Azees PAA, Okoye LO. Effectiveness of S-PRG Filler-Containing Toothpaste in Inhibiting Demineralization of Human Tooth Surface. *Open Dent J*. 2018;12:811-819.
38. Symons AL, Chu CY, Meyers IA. The Effect of Fissure Morphology and Pretreatment of The Enamel Surface on Penetration and Adhesion of Fissure Sealants. *J Oral Rehabil*. 1996;23(12):791-798.
39. Özer S, Gönülol N, Şen Tunç E, Ay T. Farklı polimerizasyon protokolleri ve yüzey uygulama metodlarının iki farklı fissür örtücünün makasla-ma bağlanma dayanım kuvveti üzerine etkisi. *Acta Odontol Turc*. 2016;33(1):18-23.
40. Topal BG, Kirzioğlu Z. Evaluation of the fissure sealants applied to erupting permanent molars in accordance to eruption stages: A prospective study. *Niger J Clin Pract*. 2019;22(11):1495-1502.
41. BeautSealant Broşür Available from: <https://www.shofu.com.sg/wp-content/uploads/2020/02/BeautSealant-BRO.pdf>.
42. Durham SN, Meyers EJ, Bailey CW, Vandewalle KS. Microleakage and shear bond strength of a new sealant containing prereacted glass ionomer particles. *Gen Dent*. 2017;65(2):e12-e16.
43. Kishor A, Goswami M, Chaudhary S, Manuja N, Arora R, Rallan M. Comparative evaluation of retention ability of amorphous calcium phosphate containing and illuminating pit & fissure sealants in 6-9 year old age group. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2013;31(3):159-164.
44. Choudhary P, Tandon S, Ganesh M, Mehra A. Evaluation of the remineralization potential of amorphous calcium phosphate and fluoride containing pit and fissure sealants using scanning electron microscopy. *Indian J Dent Res*. 2012;23(2):157-163.
45. Utneja S, Talwar S, Nawal RR, et al. Evaluation of remineralization potential and mechanical properties of pit and fissure sealants fortified with nano-hydroxyapatite and nano-amorphous calcium phosphate fillers: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2018;21(6):681-690.
46. Selecman JB, Owens BM. Effect of preparation technique, fissure morphology and material characteristics on the in vitro margin permeability and penetrability of pit and fissure sealants. *Pediatr Dent*. 2007;29(4):308-314.
47. Arı T. Farklı Yapıdaki Pit ve Fissür Örtücülerin Bağlanma Kuvvetlerinin ve Mikrosızıntılarının Değerlendirilmesi Doktora Tezi, 2016 Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
48. Ünal M, Oznurhan F, Kapdan A, Dürer S. A comparative clinical study of three fissure sealants on primary teeth: 24-month results. *J Clin Pediatr Dent*. 2015;39(2):113-119.
49. Premier BioCoat broşürü 2017. Available from: [https://www.premierdentalco.com/wpcontent/uploads/2017/04/BioCoat\\_Brochure.pdf](https://www.premierdentalco.com/wpcontent/uploads/2017/04/BioCoat_Brochure.pdf)
50. Hewlett ER, Caputo AA, Wrobel DC. Glass ionomer bond strength and treatment of dentin with polyacrylic acid. *J Prosthet Dent*. 1991;66(6):767-772.
51. Nakfoor B, Yaman P, Dennison J, Herrero A. Effect of a light-emitting diode on composite polymerization shrinkage and hardness. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(2):110-116.
52. Jandt KD, Mills RW, Blackwell GB, Ashworth SH. Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (LEDs). *Dent Mater*. 2000;16(1):41-47.
53. Miguez PA, Pereira PN, Foxton RM, Walter R, Nunes MF, Swift EJ Jr. Effects of flowable resin on bond strength and gap formation in Class I restorations. *Dent Mater*. 2004;20(9):839-845.
54. Waggoner WF, Siegal M. Pit and fissure sealant application: updating the technique. *J Am Dent Assoc*. 1996;127(3):351-356.
55. Barrie AM, Stephen KW, Kay EJ. Fissure sealant retention: a comparison of three sealant types under field conditions. *Community Dent Health*. 1990;7(3):273-277.
56. Dhillon JK, Pathak A. Comparative evaluation of shear bond strength of three pit and fissure sealants using conventional etch or self-etching primer. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2012;30(4):288-292.
57. Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV. Pit and fissure sealants for preventing dental decay in permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;31(7):7.
58. Moslemi M, Erfanparast L, Fekrazad R, Tadayon N, Dadjo H, Shadkar MM, Khalili Z. The effect of Er,Cr:YSGG laser and air abrasion on shear bond strength of a fissure sealant to enamel. *J Am Dent Assoc*. 2010;141(2):157-161.
59. Alonso RC, Correr GM, Borges AF, Kantovitz KR, Rontani RM. Minimally invasive dentistry: bond strength of different sealant and filling materials to enamel. *Oral Health Prev Dent*. 2005;3(2):87-95.
60. Sen Tunc E, Bayrak S, Tuloglu N, Ertas E. Evaluation of microtensile bond strength of different fissure sealants to bovine enamel. *Aust Dent J*. 2012;57(1):79-84.
61. Ntaoutidou S, Arhakis A, Tolidis K, Kotsanos N. Clinical evaluation of a surface pre-reacted glass (S-PRG) filler-containing dental sealant placed with a self-etching primer/adhesive. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2018;19(6):431-37.
62. Pitchika V, Birlbauer S, Chiang ML, Schuldt C, Crispin A, Hickel R, Kühnisch J. Shear bond strength and microleakage of a new self-etch adhesive pit and fissure sealant. *Dent Mater J*. 2018;30;37(2):266-271.