



## Kumlamanın Polietereterketon Ve Rezin Siman Bağlantı Dayanımına Etkisi / Effect of Sandblasting on Bond Strength of Resin Cement to Polyetheretherketone

Meral BAĞKUR<sup>1</sup>, Matlab NADIROV<sup>2</sup>, Cihan AKÇABOY<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>. Lefke Avrupa Üniversitesi, mbagkur@eul.edu.tr, 

<sup>2</sup>. Gazi Üniversitesi, metleb.nadirov.1985@mail.ru, 

<sup>3</sup>. Gazi Üniversitesi, cihan@gazi.edu.tr, 

Gönderim Tarihi | Received: 08.10.2019, Kabul Tarihi | Accepted:14.05.2020, Yayın Tarihi | Date of Issue: 30.12.2020,. DOI: 10.25279/sak.630863

Atıf | Reference: "BAĞKUR, M; NADIROV, M; AKÇABOY, C. (2020). Kumlamanın Polietereterketon ve Rezin Siman Bağlantı Dayanımına Etkisi. Sağlık Akademisi Kastamonu (SAK), 5(3), s.170-180."

### Öz

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, altyapı materyali olarak kullanılması önerilen polietereterketon materyalinin rezin simanla bağlantısında kumlamanın etkisinin araştırılmasıdır. **Gereç ve Yöntem:** Bu çalışma için 10x8x2 mm boyutlarında 24 adet polietereterketon örnek, 5 eksenli freze cihazında hazır bloklardan kesilerek elde edildi. Örnekler, otopolimerizan akrilik rezine gömüldü. Örneklerin yüzeyleri silisyum karbit su zımparası ile düzeltildikten sonra rastgele 3 deney grubuna ayrıldı (n=8). Grup 1: 50 µm alüminyum oksit partikülleri ile kumlandı; Grup 2: 110 µm alüminyum oksit partikülleri ile kumlandı; Grup 3: Kontrol grubu, herhangi bir yüzey işlemi uygulanmadı. Daha sonra her örnek ultrasonik temizleyicide distile su ile 1 dakika boyunca yıkandı. Tüm gruplara adeziv uygulandıktan sonra 3 mm çapında silindir şeklinde kalıplar kullanılarak polietereterketon örneklerin yüzeyine rezin siman uygulandı. Elde edilen örnekler universal test cihazında, 1mm/dakika hız ile bağlantıda başarısızlık oluşana kadar kuvvet uygulandı. Elde edilen kırılma değeri Newton cinsinden kaydedildi ve bağlanma dayanımı değerleri hesaplandı. Elde edilen veriler Tek Yönlü Varyans Analizi kullanılarak değerlendirildi. Gruplar arasındaki farklılıklar Tukey testi ile belirlendi. Sonuçlar  $\alpha \leq 0.05$  için anlamlı kabul edildi. **Bulgular:** Uygulanan yüzey işlemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görüldü ( $p < 0.05$ ). En düşük bağlanma dayanımı değerleri kontrol grubunda gözlenirken, kumlama grupları arasında istatistik olarak anlamlı bir fark görülmedi ( $p > 0.05$ ). **Sonuç:** Polietereterketon materyalinin simantasyonunda adeziv uygulamasına ek olarak kumlamanın bağlantıyı güçlendirdiği ve kumlama işleminde kullanılan kumun partikül boyutunun önemli olmadığı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Polietereterketon, Kumlama, Bağlanma Dayanımı.

### Abstract

**Introduction:** The aim of this study is to evaluate the effect of sandblasting on the shear bond strength between polyetheretherketone material, which is recommended to be used as framework material, and resin cement. **Materials and Methods:** For this study, 24 polyetheretherketone specimens of 10x8x2 mm dimensions were prepared by cutting from pre-pressed blocks on a 5-axis milling device. Specimens were embedded into autopolymerized acrylic resin. After the surfaces of the specimens were smoothed with silicon carbide papers, they were randomly divided into 3 experimental groups (n = 8). Group

1 was sandblasted with 50  $\mu\text{m}$  aluminum oxide particles; Group 2 was sandblasted with 110  $\mu\text{m}$  aluminum oxide particles, and in group 3, which was the control group, no surface treatment was applied. Then each specimen was cleaned with ultrasonic cleaner with distilled water for 1 minute. An adhesive was used for surface conditioning to all specimens and resin cement was applied to the surface of polyetheretherketone specimens using 3 mm diameter cylindrical molds. For the obtained specimens, force was applied in the universal test device until the failure observed with a speed of 1mm / min occurred. The resulting fracture value was recorded in Newtons and the bond strength values were calculated. The data were evaluated by using One Way Variance Analysis. The differences between the groups were determined by the Tukey test. The results were considered significant for  $\alpha \leq 0.05$ . Results: There was a statistically significant difference between the surface treatments applied ( $p < 0.05$ ). While the lowest bond strength values were observed in the control group, there was no statistically significant difference between the sandblasting groups ( $p > 0.05$ ). Conclusion: While cementing polyetheretherketone crowns, sandblasting is offered before adhesive application. According to this study, the particle size is not important for the shear bond strength between the resin cement and polyetheretherketone.

*Keywords: Polyetheretherketone, Sandblasting, Shear Bond Strength.*

## 1. Giriş

Günümüzde, bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) teknolojisinin yaygın olarak kullanılmaya başlanmasıyla, yüksek performanslı, metal içermeyen, dış rengindeki polimerlere olan ilgi artmıştır. Artmış mekanik özelliklere sahip olan bu polimerlerin hızlı üretilmeleri ve düşük maliyette olmaları önemli avantajlarıdır. Seramiklerle kıyaslandığında ise düşük elastik modülü sayesinde fonksiyonel kuvvetleri daha iyi absorbe edilebilmekte ve karşıt midede düşük abrazyon göstermektedirler (Alt, Wöstmann & Balkenhol, 2011; Schwitalla, Bötzel, Zimmermann, Sütel & Müller, 2017; Stawarczyk vd., 2013a.).

Polietereeterketon (PEEK), poliarileterketon (PAEK) ailesine ait yüksek performanslı termoplastik bir polimerdir (Stawarczyk vd., 2013b). Aromatik dihalidler ve bisfenolat tuzlarının nükleofilik yer değiştirme reaksiyonu ile sentezlenebilirler ve  $(-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-)_n$  kimyasal formülü ile ifade edilirler (Rocha vd., 2016). Aromatik halkalara sahip olması sayesinde yüksek sıcaklıklara, mekanik kuvvetlere, termal ve oksidatif ataklara dirençli hâle gelmekte, bu da yapısal hasara uğramadan radyasyon veya ısı ile sterilize edilmesine olanak sağlamaktadır (Kurtz & Devine, 2007; Toth vd., 2006).

PEEK, geniş bir sıcaklık aralığında bile sertlik, rijitlik ve dayanım açısından yüksek stabilite göstermektedir. Bu sebeple bu materyalde, diğer termoplastik materyallere göre daha azdeformasyon görülmektedir (Kurtz & Devine, 2007). Mükemmel mekanik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine bağlı olarak, diş hekimliği alanında birçok endikasyona sahiptir (Stawarczyk vd., 2013b; Kurtz & Devine, 2007). İmplantlar, geçici abutmentler, iyileşme başlıkları, hareketli ve sabit bölümlü protezlerin altyapıları, implant destekli barlar ve ataçmanların üretimi için uygun bir materyaldir (Stawarczyk vd., 2013b; Tetelman & Babbush, 2008; Santing, Meijer, Raghoobar & Ozcan, 2012; Bayer vd., 2012; Tannous, Steiner, Shahin & Kern, 2012). Bu sebeplerle medikal alanda tercih edilen bir materyal haline gelmektedir (Najeeb, Zafar, Khurshid & Siddiqui, 2012).

PEEK materyalinin inert bir yüzey yapısına sahip olması, diş hekimliğinde kullanılan diğer materyallerle iyi bir bağlantı sağlaması gerekliliğinde kritik bir nokta oluşturmaktadır

(Stawarczyk vd., 2013b). Keton ve diğer bileşenleri içeren kimyasal aromatik yapısının oluşturduğu inert yüzeyden dolayı düşük yüzey enerjisine sahiptir. Düşük yüzey enerjisi ve yüzey pürüzlendirme amacıyla uygulanacak kimyasal işlemlere dirençli olması, kompozit rezinlerle bağlantısını olumsuz etkilemektedir (Rosentritt, Preis, Behr, Sereno & Kolbeck, 2015; Noiset, Schneider, Marchand-Brynaert, 2000; Ohl vd., 1999).

PEEK yüzeyinin rezinlerle bağlantısını güçlendirmek için uygulanması önerilen çeşitli prosedürler mevcuttur. Bunlar arasında PEEK'in yüzey pürüzlülüğünü arttıracak kumlama gibi işlemlerin yapılması ve adeziv sistemlerin uygulanması bulunmaktadır (Ourahmoune, Salvia, Mathia & Mesrati, 2014; Schmidlin vd., 2010).

Bu çalışmanın amacı, farklı partikül büyüklüğünde uygulanan alüminyum oksit ( $Al_2O_3$ ) ile kumlama işleminin PEEK ve rezin siman arasındaki bağlanma dayanımına olan etkisinin değerlendirilmesidir. Bu çalışmanın sıfır hipotezi ise, kumlama işleminin PEEK ve rezin siman arasındaki bağlantı dayanımına etkisinin olmadığıdır.

## 2. Gereç ve Yöntem

### 2.1. Yöntem

Bu çalışmada, protetik diş tedavisinde kullanılan PEEK materyalinin (CupraPeek, Whitepeaks GmbH, Lange Heide, Essen, Almanya) self adeziv rezin simanla (RelyX™ U200 Automix, 3M ESPE, Senden Almanya) bağlantısında kumlamanın etkisi araştırıldı.

### 2.2. Evren ve Örneklem

Bu çalışma için PEEK materyalinden 24 adet örnek, polimer esaslı kron ve köprü materyalleriyle ilgili uluslararası standartlara (ISO 10477-2004) ve üretici firmanın talimatlarına göre hazırlandı. Örnekler uygulanan yüzey işlemine göre 3 deney grubuna ayrıldı (n=8).

Grup 1: 2,5 bar basınç altında 10 mm mesafeden 10 saniye süreyle kumlama cihazı (Rocatec, 3M ESPE, ABD) ile  $50\mu m$   $Al_2O_3$  partikülleri (Korox 50, Bego, Bremen, Almanya) kullanılarak kumlama,

Grup 2: 2,5 bar basınç altında 10 mm mesafeden 10 saniye süreyle kumlama cihazı (Rocatec, 3M ESPE, ABD) ile  $110\mu m$   $Al_2O_3$  partikülleri (Korox 110, Bego, Bremen, Almanya) kullanılarak kumlama,

Grup 3: Kontrol grubu olarak belirlendi ve herhangi bir yüzey işlemi uygulanmadı.

### 2.3. Verilerin Toplanması

Her bir örnek, 5 eksenli freze cihazında (D15, Yenadent, Vierzon, Fransa) dikdörtgen prizması şeklinde 10 mm uzunluğunda, 8 mm genişliğinde ve 2 mm kalınlığında olacak şekilde hazır bloklardan kesilerek elde edildi. Hazırlanan örneklerin tümü deneyin gerçekleştirileceği universal test cihazına (Lloyd Instron, Lloyd UK Ltd., İngiltere) uygun olarak 14 mm çapında, 10 mm yüksekliğinde silikon kalıplar kullanılarak otopolimerizan akrilik rezin içerisine gömüldü. Örneklerin yüzeyleri sırasıyla 600, 800 ve 1200 grenli silisyum karbit su zımparası (English abrasives, İngiltere) ile düzeltildi.

Tüm işlemler tek bir çalışmacı tarafından gerçekleştirildi. Örnekler ultrasonik temizleyicide 1 dakika yıkandıktan sonra kurulandı ve kuruması için 24 saat oda sıcaklığında bekletildi. Tüm

örneklerin yüzeyine üretici firma talimatlarına uygun olarak adeziv (Visio.link, Bredent, Senden, Almanya) uygulanarak 90 saniye ışıklandırılarak (Elipar S10 LED Curing Light, 3M ESPE, ABD) polimerize edildi. Sonrasında iç çapı 3mm olan silindir kalıplar kullanılarak PEEK yüzeyine 2 mm yüksekliğinde rezin siman uygulanarak üretici talimatlarına uygun şekilde polimerize edildi. Elde edilen örnekler Universal test cihazında, 1 mm/dak hız ile bağlantıda başarısızlık oluşana kadar makaslama kuvveti uygulandı (Resim 1). Ayrılma gerçekleştiği anda test otomatik olarak bilgisayar tarafından durduruldu. Elde edilen kırılma değeri Newton (N) cinsinden kaydedildi. Bağlanma dayanımı değerinin elde edilmesi için, standartta verilen formül kullanılarak, kırılma kuvveti Newton cinsinden megapaskala (MPa) çevrildi.

Bağlanma dayanımı değerleri (MPa) = Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N) / Bağlanma yüzey alanı (mm<sup>2</sup>) formülüne göre hesaplandı.

## 2.4. Verilerin Analizi

Çalışmada elde edilen verilerin istatistik değerlendirmeleri SPSS istatistik programı (SPSS Versiyon 24.0, SPSS Inc., Armonk, NY, Amerika Birleşik Devletleri) kullanılarak yapıldı. Değerlerin normal dağılıma uygun olup olmadıklarını tespit etmek amacıyla Shapiro-Wilk testi uygulandı. Bağlanma dayanımı değerlerinin normal dağılıma uygun olduğu belirlendi (Grup 1, p=0.126; Grup 2, p=0.265; Grup 3, p=0.132; p>0.05). Varyansların homojenliğini değerlendirmek için Levene testi uygulandı (p=0.655; p>0.05). Elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirildi. Gruplar arasındaki farklılıklar Tukey testi ile belirlendi. Tüm sonuçlar  $\alpha=0.05$  için anlamlı kabul edildi.

## 2.5. Araştırmanın Etik Boyutu

Bu araştırma makalesi, insan ve hayvanlarla ilgili olmadığı için etik kurul izni gerektirmemektedir.

## 3. Bulgular

Çalışma sonucunda deney gruplarına ait ortalama bağlanma dayanımı değerleri, standart sapmaları, standart hataları, en düşük ve en yüksek değerler Tablo 1'de gösterilmektedir. En yüksek bağlanma dayanımı değerleri Grup 1'de 34,0 ( $\pm$  2,11) MPa ve en düşük bağlanma dayanımı değerleri ise Grup 3'te 15.16 ( $\pm$  1.56) MPa olarak tespit edilmiştir. Grup 2 için tespit edilen bağlanma dayanımı değeri ise 29.49 ( $\pm$  5.41) MPa'dır.

PEEK materyaline uygulanan yüzey işlemlerinin simanla bağlanma dayanımına etkisini değerlendirmek için yapılan Tek yönlü varyans analizi sonucuna göre deney grupları arasında anlamlı farklılık olduğu görüldü (p<0.05). Tukey testi kullanılarak yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda Grup 1 ve Grup 2 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi (p=0.229). Grup 3 ise Grup 1 ve Grup 2'den daha düşük bağlanma dayanımı değerleri gösterdi (p<0.001). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; kumlama yapılan gruplarda meydana gelen bağlanma dayanımı değerleri daha yüksektir. 50 mikronluk alüminyum oksit partikülleriyle kumlama grubunda (Grup 1) daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde edilmesine rağmen, 110 mikronluk alüminyum oksit partikülleriyle kumlama grubuyla (Grup 2) arasında istatistik olarak farklılık bulunmadı (p>0.05).

## 4. Tartışma

Çalışmanın sonuçları doğrultusunda; kumlama işleminin PEEK materyali ve rezin siman arasındaki bağlanma dayanımını arttırdığı tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışmanın sıfır hipotezi reddedilmiştir. Ancak  $Al_2O_3$  partikül boyutunun bağlanma dayanımını arttırmakta etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Son yıllarda kullanımı giderek yaygınlaşan PEEK materyali biyoyumlu bir materyal olup, diş hekimliğinde kullanılmaya uygun kimyasal ve fiziksel özelliklere sahiptir. Ancak, inert bir yüzey yapısına sahip olması nedeniyle diğer materyallerle bağlantısında sorunlar yaşanmaktadır. PEEK materyali, granüller şeklinde veya granüllerin preslenmesiyle elde edilen peletler veya bloklar halinde ticari olarak bulunabilmektedir. Granüller veya peletler kullanılarak kayıp mum yöntemi ile veya bloklar kullanılarak kazıma yöntemi ile PEEK materyalinden protezler üretilebilir (Stawarczyk vd., 2015). Stawarczyk ve diğerleri, (2015). CAD/CAM bloklarından kazınmış ve peletlerin preslenmesiyle üretilmiş üç üyeli PEEK köprülerin kırılma dayanımını araştırdıkları çalışmalarında, PEEK blokların önceden sıkıştırılarak hazırlanmasının esneme dayanımını arttırmakta ve elastik deformasyonunu azaltmakta olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bunun sebebinin ise, blokların standardize edilmiş şartlar altında üretilmesi olduğunu belirtmişlerdir. Bu sebeple çalışmamızda CAD/CAM sisteminde kullanılmak üzere üretilmiş bloklar tercih edilmiştir.

Materyallerin bağlanma dayanımını ölçmek için, çekme veya makaslama bağlanma dayanımı testleri uygulanabilmektedir. Ama bu yöntemler, test cihazının tipi, test makinelerinin ayarları ve bağlanma ara yüzündeki stres dağılımıyla ilgili farklılıklar gösterebilir. Makaslama bağlanma dayanımı testi, çekme bağlanma dayanımı testine göre daha kolay bir yöntem olduğu için, daha sık tercih edilmektedir. Makaslama dayanımı testi, ağızdaki kuvvetleri daha iyi taklit edebildiği için ve çekme dayanımı testi bu konuda yetersiz kalacağı için, bu çalışmada makaslama bağlanma dayanımı testi tercih edilmiştir (Behr, Rosentritt, Gröger &Handel, 2003; Behr vd., 2011; Stawarczyk vd., 2014a).

PEEK materyalinin inert ve apolar yapısı, kimyasallara dirençli olması ve düşük yüzey enerjisine sahip olması, diğer dental materyallere bağlantısını olumsuz etkilemektedir. Bununla birlikte, yapılan farklı çalışmalarda, metilmetakrilat içeren adeziv uygulamalarının PEEK ve rezin bağlantısını belirgin derecede arttırdığı bildirilmiştir. (Stawarczyk, Keul, Beuer, Roos & Schmidlin, 2013c; Hallmann, Mehl, Sereno & Hämmerle, 2012; Stawarczyk vd., 2014b; Keul vd., 2014; Kern & Lehmann, 2012). Bu nedenle çalışmamızda da metilmetakrilat içerikli bir adeziv olan Visio.link kullanılmıştır.

Çalışmalarda, restorasyon yüzeyi ve rezin siman arasındaki kimyasal bağlantıyı sağlayan adezivler uygulanmadan önce PEEK yüzeyine uygulanabilecek en iyi başlangıç yüzey işlemi olarak kumlama önerilmektedir (Kern & Thompson, 1994). Kumlama, diş hekimliğinde metaller ve polimerler gibi materyallerin yüzey morfolojisini modifiye etmek için kullanılan bir yöntem olup, yüzey pürüzlülüğünü arttırarak temiz bir yüzey tabakası oluşturmakta ve dental adezivlerle mikromekanik kilitlenme sağlamaktadır (Shilthampitag vd., 2016). Bununla birlikte, farklı boyutlardaki kumların farklı dental materyaller üzerinde farklı etkiler gösterdiği bildirilmektedir. Yanıkoğlu ve diğerleri (2017), yaptıkları çalışmada, kumlama için kullanılan kumun partikül büyüklüğünün zirkonyum ile rezin siman arasındaki bağlantıya etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada, kum partikül boyutunun artmasıyla, bağlanma dayanımının da arttığı gösterilmiştir. Bunun yanında, farklı çalışmalarda, farklı partikül boyutlarının bağlanma dayanımını etkilemediğini belirten çelişkili sonuçlara da rastlanmıştır (Gomes, Castillo-Oyagüe, Lynch, Montero & Albaladejo, 2013).



Yapılan diğer çalışmalarda, kumlamaya kıyasla çeşitli asitlerin PEEK ve rezin siman arasındaki bağlanma dayanımına etkisi araştırılmıştır (Rocha vd., 2016; Najeeb vd., 2016; Uchrenbacher vd., 2014). Asit uygulaması sonucu karbon-oksijen bileşiklerinin açığa çıkmasıyla adeziv sistemlerin bileşenlerinin bağlanabileceği daha fazla fonksiyonel grup oluşması sağlanmaktadır. PEEK'in kimyasal ajanlara olan yüksek direnci nedeniyle % 9.5'lük hidroflorik asit, yüzey morfolojisini değiştirmek için yeterli değildir. Üretici firma önerileri doğrultusunda, % 40'lık hidroflorik asit, % 40'ın üzerindeki konsantrasyonda sülfürik asit gibi güçlü asitler, % 30-50 nitrik asit, formik asit ve klorosülfonik asit uygulaması veya belli oranda H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeren piranha solüsyonu uygulaması ile PEEK yüzeyinde kimyasal etki yaratılabilmektedir (Rocha vd., 2016).

Sproesser ve diğerleri (2014), yaptıkları çalışmada, % 98'lik sülfürik asitin farklı sürelerde uygulanmasının, PEEK yüzeyi ve rezin siman arasındaki bağlantının makaslama dayanımına etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, 120 saniyeye kadar sülfürik asit uygulaması kabul edilebilir bağlanma dayanımı gösterirken, bu süreden daha uzun asit uygulamasının, bağlanma dayanımını düşürdüğü, hatta bazı rezin simanlarla hiç bağlanma göstermediği görülmüştür. Uhrenbacher ve diğerleri (2014), yaptıkları çalışmada PEEK yüzeyine asit uygulanması ve 50 µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile kumlamanın bağlanma dayanımı üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, sülfürik asitle pürüzlendirilen yüzeylerin bağlanma dayanımında artış izlenirken, en yüksek bağlanma dayanımı değerlerinin kumlanan gruba ait olduğu görülmüştür. Yazarlar, bunun sebebinin, kumlama sonucunda yüzey alanı arttığı için bağlanma yüzeyinin genişlemesi olduğunu düşünmektedirler. Sülfürik asit uygulaması sonucu yüzey kimyası değişmekte, asitin içindeki oksijen, benzen halkasının açılmasına, dolayısı ile fonksiyonel grupların açığa çıkmasına ve bağlanmaya daha yatkın hâle gelmesine sebep olmaktadır (Hallmann vd., 2012). Bu sonuçlar, sunulan çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

PEEK materyali diş hekimliğinde yeni kullanılmaya başlanmış bir materyaldir. Bu nedenle materyalin kullanım alanlarının genişletilmesi amacıyla materyal ile ilgili farklı çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır. Bu çalışmanın in vitro bir çalışma olması çalışmanın sınırlamaları arasındadır. Materyalin klinik kullanımının değerlendirilmesi için in vivo ve klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmanın diğer bir sınırlaması ise, çalışmada sadece PEEK materyalinin test edilmiş olmasıdır. Bu materyalin, klinikte başarılı bir şekilde kullanılan diğer restorasyon materyalleriyle karşılaştırılması gerekmektedir. Ayrıca materyal yüzeyine uygulanabilen diğer yüzey işlemlerinin PEEK materyalinin biyolojik, fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde etkisinin değerlendirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

## 5. Sonuç

Bu çalışmada altyapı materyali olarak kullanılması önerilen PEEK materyalinin rezin simanla bağlantısında kumlamanın etkisi araştırılmış olup, kumlamanın anlamlı derecede makaslama bağlanma dayanımını arttırdığı, kumun partikül boyutunun önemli bir fark göstermediği sonucuna varılmıştır.

Kumlama, PEEK ve rezin siman bağlantısını arttırmaktadır.

PEEK kronlar rezin simanlarla simante edilirken, kumlamanın ardından bir adeziv uygulanarak simantasyon yapılması önerilebilir.



## Kaynaklar

- Alt, V., Hannig, M., Wöstmann, B., & Balkenhol, M. (2011). Fracture strength of temporary fixed partial dentures: CAD/CAM versus directly fabricated restorations. *Dental Materials*, 27(4), 339-347.
- Bayer, S., Komor, N., Kramer, A., Albrecht, D., Mericske-Stern, R., & Enkling, N. (2012). Retention force of plastic clips on implant bars: a randomized controlled trial. *Clinical Oral Implants Research*, 23(12), 1377-1384.
- Behr, M., Rosentritt, M., Gröger, G., & Handel, G. (2003). Adhesive bond of veneering composites on various metal surfaces using silicoating, titanium-coating or functional monomers. *Journal of Dentistry*, 31(1), 33-42.
- Behr, M., Proff, P., Kolbeck, C., Langrieger, S., Kunze, J., Handel, G., & Rosentritt, M. (2011). The bond strength of the resin-to-zirconia interface using different bonding concepts. *Journal of The Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 4(1), 2-8.
- Gomes, A. L., Castillo-Oyagüe, R., Lynch, C. D., Montero, J., & Albaladejo, A. (2013). Influence of sandblasting granulometry and resin cement composition on microtensile bond strength to zirconia ceramic for dental prosthetic frameworks. *Journal of Dentistry*, 41(1), 31-41.
- Hallmann, L., Mehl, A., Sereno, N., & Hämmerle, C. H. (2012). The improvement of adhesive properties of PEEK through different pre-treatments. *Applied Surface Science*, 258(18), 7213-7218.
- Kern, M., & Thompson, V. P. (1994). Sandblasting and silica coating of a glass-infiltrated alumina ceramic: volume loss, morphology, and changes in the surface composition. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 71(5), 453-461.
- Kern, M., & Lehmann, F. (2012). Influence of surface conditioning on bonding to polyetheretherketon (PEEK). *Dental Materials*, 28(12), 1280-1283.
- Keul, C., Liebermann, A., Schmidlin, P. R., Roos, M., Sener, B., & Stawarczyk, B. (2014). Influence of PEEK surface modification on surface properties and bond strength to veneering resin composites. *Journal of Adhesive Dentistry*, 16(4), 383-392.
- Kurtz, S. M., & Devine, J. N. (2007). PEEK biomaterials in trauma, orthopedic, and spinal implants. *Biomaterials*, 28(32), 4845-4869.
- Najeeb, S., Zafar, M. S., Khurshid, Z., & Siddiqui, F. (2016). Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. *Journal of Prosthodontic Research*, 60(1), 12-19.
- Noiset, O., Schneider, Y. J., & Marchand-Brynaert, J. (2000). Adhesion and growth of CaCo2 cells on surface-modified PEEK substrata. *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*, 11(7), 767-786.
- Ohl, A., Schro, K., Keller, D., Meyer-Plath, A., Bienert, H., Husen, B., & Rune, G. M. (1999). Chemical micropatterning of polymeric cell culture substrates using low-pressure

- hydrogen gas discharge plasmas. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 10(12), 747-754.
- Ourahmoune, R., Salvia, M., Mathia, T. G., & Mesrati, N. (2014). Surface morphology and wettability of sandblasted PEEK and its composites. *Scanning: The Journal of Scanning Microscopies*, 36(1), 64-75.
- Rocha, R. F. V., Anami, L. C., Campos, T. M. B., Melo, R. M. D., Souza, R. O. D. A., & Bottino, M. A. (2016). Bonding of the polymer polyetheretherketone (PEEK) to human dentin: effect of surface treatments. *Brazilian Dental Journal*, 27(6), 693-699.
- Rosentritt, M., Preis, V., Behr, M., Sereno, N., & Kolbeck, C. (2015). Shear bond strength between veneering composite and PEEK after different surface modifications. *Clinical Oral Investigations*, 19(3), 739-744.
- Santing, H. J., Meijer, H. J., Raghoobar, G. M., & Özcan, M. (2012). Fracture strength and failure mode of maxillary implant-supported provisional single crowns: a comparison of composite resin crowns fabricated directly over PEEK abutments and solid titanium abutments. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 14(6), 882-889.
- Schmidlin, P. R., Stawarczyk, B., Wieland, M., Attin, T., Hämmerle, C. H., & Fischer, J. (2010). Effect of different surface pre-treatments and luting materials on shear bond strength to PEEK. *Dental Materials*, 26(6), 553-559.
- Schwitalla, A. D., Bötzel, F., Zimmermann, T., Sütel, M., & Müller, W. D. (2017). The impact of argon/oxygen low-pressure plasma on shear bond strength between a veneering composite and different PEEK materials. *Dental Materials*, 33(9), 990-994.
- Silthampitag, P., Chaijareenont, P., Tattakorn, K., Banjongprasert, C., Takahashi, H., & Arksornnukit, M. (2016). Effect of surface pretreatments on resin composite bonding to PEEK. *Dental Materials Journal*, 35(4), 668-674.
- Sproesser, O., Schmidlin, P. R., Uhrenbacher, J., Roos, M., Gernet, W., & Stawarczyk, B. (2014). Effect of sulfuric acid etching of polyetheretherketone on the shear bond strength to resin cements. *Journal of Adhesive Dentistry*, 16(5), 465-472.
- Stawarczyk, B., Özcan, M., Trottmann, A., Schmutz, F., Roos, M., & Hämmerle, C. (2013a). Two-body wear rate of CAD/CAM resin blocks and their enamel antagonists. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 109(5), 325-332.
- Stawarczyk, B., Beuer, F., Wimmer, T., Jahn, D., Sener, B., Roos, M., & Schmidlin, P. R. (2013b). Polyetheretherketone - a suitable material for fixed dental prostheses? *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 101(7), 1209-1216.
- Stawarczyk, B., Keul, C., Beuer, F., Roos, M., & Schmidlin, P. R. (2013c). Tensile bond strength of veneering resins to PEEK: impact of different adhesives. *Dental Materials Journal*, 32(3), 441-448.

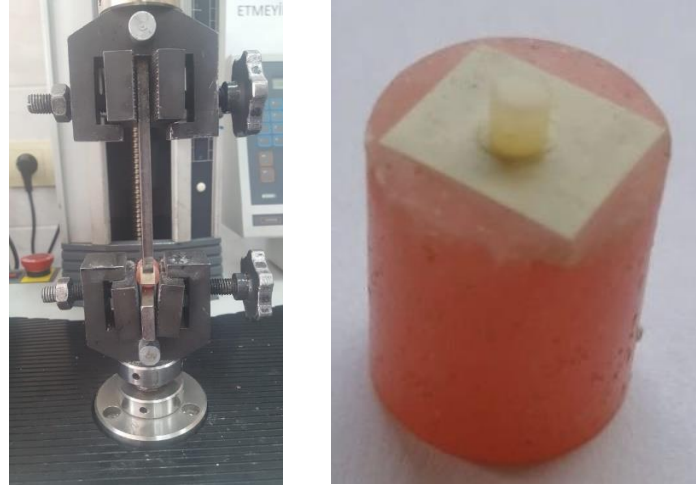


- Stawarczyk, B., Jordan, P., Schmidlin, P. R., Roos, M., Eichberger, M., Gernet, W., & Keul, C. (2014a). PEEK surface treatment effects on tensile bond strength to veneering resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(5), 1278-1288.
- Stawarczyk, B., Bähr, N., Beuer, F., Wimmer, T., Eichberger, M., Gernet, W., Jahn, D., Schmidlin, P. R. (2014b). Influence of plasma pretreatment on shear bond strength of self-adhesive resin cements to polyetheretherketone. *Clinical Oral Investigations*, 18(1), 163-170.
- Stawarczyk, B., Eichberger, M., Uhrenbacher, J., Wimmer, T., Edelhoff, D., & Schmidlin, P. R. (2015). Three-unit reinforced polyetheretherketone composite FDPs: influence of fabrication method on load-bearing capacity and failure types. *Dental Materials Journal*, 34(1), 7-12.
- Tannous, F., Steiner, M., Shahin, R., & Kern, M. (2012). Retentive forces and fatigue resistance of thermoplastic resin clasps. *Dental Materials*, 28(3), 273-278.
- Tetelman, E. D., & Babbush, C. A. (2008). A new transitional abutment for immediate aesthetics and function. *Implant Dentistry*, 17(1), 51-58.
- Toth, J. M., Wang, M., Estes, B. T., Scifert, J. L., Seim III, H. B., & Turner, A. S. (2006). Polyetheretherketone as a biomaterial for spinal applications. *Biomaterials*, 27(3), 324-334.
- Uhrenbacher, J., Schmidlin, P. R., Keul, C., Eichberger, M., Roos, M., Gernet, W., & Stawarczyk, B. (2014). The effect of surface modification on the retention strength of polyetheretherketone crowns adhesively bonded to dentin abutments. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(6), 1489-1497.
- Yanıkoğlu N.D., Özdemir H., Yıldırım M.P. & Yılmaz C.B. (2017). Kuşlama İşleminde Kullanılan Kum Partiküllerinin Büyüklüğü ve Basınç Farklılığının Zirkonyum ve Rezin Siman Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 27(1),107-117.

**Tablo 1. Kuşlama Partikül Boyutlarının Polietereketon ile Rezin Siman Bağlanma Dayanımına (MPa) Etkisinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması.**

	N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	En düşük değer	En yüksek değer	p
Grup 1	8	34,00a	5,98	2,11	27,6	42,50	<0,001
Grup 2	8	29,49a	5,41	1,91	19,3	34,39	
Grup 3	8	15,16b	4,40	1,56	10,1	20,93	
Toplam	24	26,22	9,64	1,97	10,1	42,50	

Ortak küçük harfe sahip deney gruplarına ait bağlanma değerleri arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ( $p>0,05$ ).



**Resim 1 ve 2. Örnekler Ünlversal Test Cihazında Makaslama Kuvveti Uygulanması**

#### **Beyanlar:**

Daha önce herhangi bir bilimsel toplantıda sunulmamıştır. Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir. Bu makale herhangi bir kişi/kurum/kuruluş tarafından maddi/manevi desteklenmemiştir. Yazar katkıları; Fikir: MB; Tasarım: CA, MB, MN; Denetleme: CA; Kaynaklar: MN; Malzemeler: MN; Veri Toplama ve/veya İşleme: MN; Analiz ve/veya Yorum: MB, MN, CA; Literatür Taraması: MB; Yazı Yazan: MB; Eleştirel İnceleme: CA.

#### **Extended Abstract**

**Introduction:** PEEK which is metal free high performance polymer material, shows high demand following the improvements in the field of prosthetic dentistry. However, it has difficulties establishing durable adhesion to the other dental materials.

**Aim:** The aim of this study is to evaluate the effect of sandblasting on the shear bond strength between polyetheretherketone material, which is recommended to be used as framework material, and resin cement.

**Materials and Methods:** For this study, 24 polyetheretherketone specimens were prepared with the instructions of the standard ISO 10477: Dentistry-Polymer-based crown and bridge materials and manufacturer. Specimens of 10 mm height, 8 mm length and 2 mm width were prepared by cutting from pre-pressed blocks on a 5-axis milling device and embedded into autopolymerized acrylic resin by using cylinder silicone molds (14 mm diameter, 10 mm height) which is compatible to universal test device. After the surfaces of the specimens were smoothed with silicon carbide papers with 600, 800 and 1200 grain size, respectively, specimens were randomly divided into 3 experimental groups (n = 8). Group 1 was sandblasted with 50 µm aluminum oxide particles under the pressure of 2,5 bar from 1 mm distance during 10 seconds; Group 2 was sandblasted with 110 µm aluminum oxide particles under the pressure of 2,5 bar from 1 mm distance during 10 seconds, and in group 3, which was the control group, no surface treatment was applied. Then, each specimen was cleaned with ultrasonic cleaner with distilled water for 1 minute and left for drying in the room

temperature for 24 hours. An adhesive was used for surface conditioning to all specimens and resin cement was applied to the surface of polyetheretherketone specimens using 3 mm diameter cylindrical molds. For the obtained specimens, force was applied in the universal test device until the failure observed with a speed of 1mm / min occurred. The resulting fracture value was recorded in Newtons and the bond strength values were calculated in megapascals (MPa) by using the formula suggested in the ISO 10477 standard. The data were evaluated by using One Way Variance Analysis. The differences between the groups were determined by the Tukey test. The results were considered significant for  $\alpha \leq 0.05$ .

Results: There was a statistically significant difference between the surface treatments applied ( $p < 0.05$ ). While the lowest bond strength values were observed in the control group (15.16 ( $\pm 1.56$ ) MPa), The highest bond strength value was observed in group 1 (34,0 ( $\pm 2,11$ ) MPa) although there was no statistically significant difference between the sandblasting groups ( $p > 0.05$ ).

Conclusion: While cementing polyetheretherketone crowns, sandblasting is offered before adhesive application. According to this study, the particle size is not important for the shear bond strength between the resin cement and polyetheretherketone.