

## Bölüm 2

# DENTAL İMPLANT ABUTMENT MATERYALLERİ DENTAL IMPLANT ABUTMENT MATERIALS

Zeynep YEŞİL<sup>1</sup>  
Fatih OKTAY<sup>2</sup>

### GİRİŞ

İmplant destekli protezin desteklenmesini ve tutuculuğunu sağlayan implantın ağız ortamına açılan parçasına abutment denir (1). Abutment, implant üstü protezlere retansiyon, ideal çıkış profili ve destek sağlamak için kullanılır (2). 2000 yılında yayımlanan bir makalede değişik materyallerden üretilmiş farklı yüzey özelliği, uzunluk, çap ve bağlantı şeklinde diş hekimliğinde 1300 implant ile 1500 abutment olduğu bildirilmiştir (3). Abutmentlerin tipi ve çeşidi yapılacak olan implant destekli protezlerin tedavi planlamasına göre farklılık gösterir ve implant destekli restorasyonların uzun vadeli prognozu üzerinde doğrudan etkilidir (4).

İmplant abutmentleri; siman bağlantılı, ataşman ve vida tutuculu olmak üzere üç gruba ayrılır (5,6). Günümüzde siman bağlantılı abumentlar en fazla kullanılan abutment çeşididir. Siman bağlantılı implant abutmentleri; standart, uyumlandırılmış, kişisel, bilgisayar desteği ile üretilen ve seramik olmak üzere gruplara ayrılır (7,8). Kişisel abutmentlerin uyumlandırılmış abutmentler ile benzer özellikler göstermelerine karşın implant pozisyonlanması daha rahat yapılabilir. Model üzerinde mumdan şekillendirildikten sonra kıymetli metal alaşımlarından dökülerek hazırlanırlar (9).

Bilgisayar desteği ile üretilen abutmentlerde çalışma modeli tarayıcı ile taranır. Hazırlanacak olan implantın aç ve pozisyon bilgileri özel bir bilgisayar programına kaydedilir. Abutmentin şekli üç boyutlu olarak tasarlandıktan sonra görüntüler özel bir merkeze iletilir ve titanyum abutment hazırlanır. Elde

<sup>1</sup> Prof. Dr., Recep Tayyip Erdoğan, Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, zyesilz@hotmail.com

<sup>2</sup> Dr. Erzincan Ağz ve Diş Sağlığı Eğitim Araştırma Hastahanesi, oktayfatih@hotmail.com

edilen abutmentin uyumlandırılmış abutmente benzemesiyle birlikte maliyeti oldukça yüksektir (10).

Seramik abutmentler; dental seramikten hazırlanırlar. Özellikleri uyumlandırılmış abutmentlere benzer. Estetik olduklarından üzerlerine tam seramik kuron yapılmalıdır (11).

Abutmentler; proteze bağlanan, implant ile bağlanan ve transgingival olmak üzere üç segmentten oluşurlar (4).

## **İMLANT ABUTMENT MATERYALLERİ**

Kullanılan implant ve abutment materyallerinin özelliklerinin iyi bilinmesi ve biyomekanik prensiplerin doğru bir şekilde uygulanması implant tedavilerinin başarısında oldukça önemlidir (12). Farklı şekil ve yapıdaki implant ve üst yapılar, okluzal kuvvetler altındaki çevre dokularda farklı gerilimler oluştururlar. İmplant çevresindeki kemikte ortaya çıkan gerilimin şekli ile büyüklüğüne bağlı olarak kemik rezorpsiyonları oluşabilir ve implantın uzun süreli başarısını olumsuz yönde etkiler (13). Farklı implant abutment materyalleri, implantın çevresindeki yumuşak dokunun rengini ve görünümünü etkileyebilir (14). Günümüzde güncel olarak kullanılan abutment materyalleri; titanyum ve alaşımları, seramikler ile poli-eter-eter-keton (PEEK). dur.

### **Titanyum Abutmentler**

Titanyum havacılık endüstrisinde 1950’li yıllarda “muhteşem metal” olarak kullanılmaya başlanılmıştır. Günümüzde havacılık endüstrisinde önemli kullanım alanı olmakla birlikte, koroziv ortamlardaki dayanıklılığının mükemmel olması nedeniyle, medikal ile dental uygulamalarda yaygın bir şekilde tercih edilmektedir (15). Titanyum ve alaşımlarının elastisite modülleri soy metal alaşımlarıyla uyumludur. Ayrıca bulunmasının kolay ve maliyetinin düşük olması dental implant gibi uygulamalarda titanyumunu vazgeçilmez bir materyal haline getirmiştir. Titanyum oldukça reaktif ve oksijene yüksek afinitesi olan bir metaldir. Hava veya nem ile temasa geçtiğinde tornada yeni hazırlanan titanyumun yüzeyinde, hızlı bir şekilde 10 nm kalınlıkta, gözle görülmeyen bir oksit film tabakası meydana gelir. Kimyasal olarak oldukça dirençli olan bu oksit film tabakası hidrojene karşı etkili bir bariyer oluşturur (16). Oksit tabakası mükemmel korozyon direnci sağlar. Hidroflorik asit en fazla oksit tabakasını bozar (15). Biyouyumluluğu mükemmel olan titanyum, alerjik reaksiyon oluşturmaz. Çekme

dayanıklılığı, sertlik, ısı geçirgenliği ve elastiklik modül gibi iyi mekanik özelliklere sahiptir (17). Saf titanyumun fiziksel ve mekanik özellikleri bileşimindeki oksijen oranına göre değişiklik gösterir. Saf titanyum demir, karbon, oksijen ve nitrojen içerir. İçerikteki bu elementler saf titanyumun mekanik özelliklerini geliştirir ve Grade 1 den, Grade 4'e doğru oranları artar (18). Grade 1'in saflık derecesi en fazla olup dayanımı ise diğer gruplardan daha azdır. Grade 2, Grade 4 ve Grade 5 implantlar diş hekimliğinde genellikle kullanılır (19).

Titanyum, yüksek distorsiyon direnci,(20). materyal stabilitesi ve klinikte uzun dönem gösterdiği başarı (21,22). ile yakın zamana kadar, implant destekli protezlerin uzun süreli kullanımları açısından abutment materyalleri arasında altın standart olarak kabul edilmekteydi. Titanyum abutmentlerin koyu gri renkleri, implant çevresindeki mukozada grimsi yansıma oluşturur bu da estetik olarak olumsuzluk yaratır (14,23). Ayrıca her vakada kişisel ihtiyaçlar titanyum abutmentler ile karşılanamamaktadır. Titanyum abutmentlerde kole tasarımı genellikle düz olduğundan kuron kenarı dişetinine şekline uyum göstermez. Bu durum uygun bir estetik için restorasyon kenarının subgingival olarak hazırlanmasını gerektireceğinden implantın daha derine yerleştirilmesine dolayısıyla derin dişeti ceplerinin oluşmasına neden olacaktır. Bu durumda kuron kenarının adaptasyonu zorlaşacağından kuronun yapıştırılması ve siman artıklarının temizlenmesi sorun yaratır (24). İmplant yüzeye daha yakın yerleştirildiğinde, kenar sonlanması supragingival olur ve abutmentin kole kenarı metal bant şeklinde görülür. Bu görüntü estetik olarak kabul edilemez (25). Mukoza kalınlığının 2.5 mm den daha fazla olması durumunda abutmentin rengi mukozanın rengini olumsuz yönde etkilemez. Mukoza kalınlığının 2.5 mm'den az olduğu vakalarda seramik abutmentlerin kullanımı estetik açıdan oldukça önemlidir (26).

### **Seramik Abutmentler**

Dental materyallerdeki gelişmeler sayesinde günümüzde üstün estetik ve biyouyumluluk özellikleri gösteren metal içermeyen seramik materyaller tercih edilir hale gelmiştir. Zirkonyadaki gelişmelere paralel olarak özellikle anterior bölgede bu dayanakların kullanımı oldukça önemlidir (27). Seramik abutmentler;

- Estetiği daha iyidir,
- Mukozada renk değişikliği oluşturmaz,
- Titanyumdan daha az bakteri tutulur,
- Yumuşak dokuya uyumları titanyuma benzer.

Bu olumlu özelliklerin yanında kırılma yapıda olmaları mekanik özelliklerini zayıflatır ve gerilme kuvvetlerine karşı direncini azaltır. Seramikteki mikro çatlaklar gerilme kuvvetleriyle birleşince çatlaklar oluşur (22).

Seramik abutmentler ilk olarak yoğun sinterize alüminyum oksit seramikten hazırlanmıştır. Titanyum abutmentler ile karşılaştırıldığında, seramik abutmentler dişe benzer renkleri ile estetik olarak tatmin edicidirler. Ancak kırılma riskleri daha fazladır ve mekanik dirençleri daha düşüktür (28). Yitriyum ile stabilize polikristalin zirkonya abutmentlerin, alümina abutmentlerden üstün mekanik ve fiziksel özelliklere sahip olduğu saptanmış bu durum zirkonyayı tercih edilen bir seramik abutment materyali durumuna getirmiştir (29). Yapılan *in vitro* araştırmalarda farklı implant sistemlerine ait zirkonya abutmentlerin yeterli kuvvet karşılama kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir (30). Yapılan klinik çalışmalarda da zirkonya abutmentlerin kırılma risklerinin daha az olduğu saptanmıştır (31). Anterior ve premolar bölgede kullanılan zirkonya abutmentlerin dört yıllık klinik takiplerinden sonra kırık belirlenmemiştir (32). Kırılma dayanıklılığı ortalama 280 N olan alüminyum oksit abutmentler sadece ön bölgede tek diş eksikliklerinde kullanılabilir, posterior bölgede kullanılmazlar (Şekil 1). (33).

Zirkonyum abutmentlerin avantajları;

- Radyopak olmalarından dolayı radyolojik olarak değerlendirilebilirler,
- Abutmentler laboratuvarında hazırlanabileceği gibi ağız ortamında dişin şekline uygun olarak düzenlenebilir veya bilgisayar destekli tasarım/bilgisayarlı üretim (CAD/CAM). ile hastaya uygun olarak frezelenir,
- Çok iyi polisaj yapılabildiğinden düşük korozyon ile plak birikimi, iyi biyouyumluluk ve düşük ısı iletkenliği gösterirler,
- Tam seramik restorasyonlarda alt yapı da metal bulunmadığından dişetinde metal yansıması olmaz,
- Supra gingival kenar sonlanması yapılabildiğinden siman artıkları kolay temizlenir ve krunun kenar adaptasyonu kolay yapılır (34).

Zirkonyum abutmentlerin dezavantajları;

- Zirkonyum abutmentlerin üzerine yapılan tam seramik restorasyonların yapıştırılmasında adeziv simanlar kullanılmalıdır. Simantasyon işleminin doğru yapılması restorasyonların klinik başarısı ve ömrü açısından oldukça önemlidir,(35).

- Titanyum abutmentlerde vida kırılması genellikle görülürken, zirkonya abutmentlerde abutmentin kendisi kırılmaktadır,
- Titanyum abutmentlerden dayanıksızdırlar,
- Titanyum abutmentlerden daha pahalıdırlar (34).



**Şekil 1.** Zirkonya abutment (36).

### **Kompozit Rezin Abutmentler**

#### ***Fiberle Güçlendirilmiş Abutmentler***

Cam fiberle güçlendirilen kompozit rezinlerin kırılma ve gerilme direnci artar. Yapılan bir araştırma sonucunda cam fiberle güçlendirilen kompozit abutmentlerin ağız içinde yeterli dayanım gösterdiği ve geliştirilerek kullanımlarının artırılabilceğini belirtilmiştir (37).

#### ***Poli-Eter-Eter-Keton Abutment***

Poli-Eter-Eter-Keton (PEEK), çok iyi mukavemeti ile sertliğini olağanüstü termal ve kimyasal dirençle (örneğin yağlara ve asitlere karşı), birleştiren yüksek performanslı yarı kristal yapı bir termoplastik polimerdir. Renksiz ve kemiğe yakın elastik modüle sahip olan PEEK'in dental implant üretimi için uygun bir seçenek olmasına karşın tek başına genellikle biyo inerttir ve hücrelere tutunmaz (38). Termoplastik özelliği olan PEEK'in yarı kristal yapısı vardır. PEEK hidrolize direnç gösterir ve sıcaklık dayanımı fazladır. Ayrıca mekanik ve elektriksel

özellikleri iyidir. Bu nedenle yaklaşık otuz beş yıldır otomotiv, uçak, kimya ve elektronik endüstrilerinde kullanılmaktadır (39).

PEEK materyalinin biyoyumlu ve implante edilebilir biyomateryal olarak kullanımı ile ilgili çalışmalara 1980'lerde başlanılmıştır. PEEK materyalinin yüzeyinin özellikleri modifikasyon çalışmaları ile hücre sel cevabı artıracak şekilde geliştirilmiştir. Bu şekilde biyoyumluluğu kanıtlanmış, kimyasal olarak dayanımı ve aşınma direnci fazla olan bir biyomaterial üretilmiştir. PEEK farklı sterilizasyon işlemleri sırasında bozulmaya direnç gösterir (40). Erime ısısı 280°C'nin üzerinde olan PEEK'de sıcak sterilizasyon yöntemleri kullanılabilir. Diğer bir avantajı ise materyalin elastikiyetidir. Bükülme dayanımı 3.1 GPa'dır. Yüksek elastikiyet modülü materyalin kırılmasını engeller ve ona kemiğe benzer bir yoğunluk kazandırır. PEEK'in yüksek olan elastikiyet modülü materyale metal desteksiz hareketli protezler açısından yeni bir endikasyon alanı oluşturmuştur. Köprü protezlerinde geleneksel metal alaşımlarına ve zirkonyumdioksit alternatif olarak ve iskelet protezlerde kullanılabilir. PEEK'in kullanımı tedavinin uzun dönem başarısına büyük katkı sağlar. Kemik rezorpsiyonunun derecesine bağlı olarak kuron yükseklikleri artabilir. Hastada metal alaşımları veya yitrium ile stabilize zirkonyumdioksit kullanıldığında kemik kaybı miktarı köprünün hacmi ile doğru orantılı olarak artar. PEEK'in ise düşük ağırlığı ve elastik modülü sayesinde çiğneme sırasında oluşan kuvvetleri yumuşatarak implanta iletmesi bu problemi ortadan kaldıracaktır (41).

PEEK'in X ray ışınlarını geçirmesi iyileşme sürecini izlemek açısından avantaj sağlar. Frezeleme ünitesinin maliyeti titanyum ve seramikten daha ucuzdur ve laboratuvar da daha kolay hazırlanabilir. Materyalin suda çözünürlülüğü (< 0.3 mg (micro g) / mm<sup>3</sup>). diğer materyallerden daha düşüktür (41).

BioHpp abutment kişisel abutment hazırlanmasında kullanılabilir. Üreticiler protez uzmanlarının ağız içinde özelleştirebileceği abutmentlerin kullanımını da önermektedir. Hem kişisel hem de hazır abutmentler elastik özellikleri sayesinde gelen yükleri kemiğe yumuşatarak iletirler. Tek parça BioHpp abutment kuronlar oklüzalden vidalanır. Uzun dönem stabilite ve dayanımlarının başarılı olduğu saptanmıştır. Abutment kuronlar laboratuvar da basınçla döküm işlemi ile titanyum bir yapı üstüne yapılır ve ağız içinde vidalanır. Bu durumda siman artığı kalma riski ortadan kaldırılmış olur. Diğer bir avantajı da estetik olmasıdır. Abutmentler dişlerle aynı renkte olduğundan dişetinde çekilme olsa bile kuronun estetiği bozulmaz. Materyal, yumuşak doku tepkisi ve kemik seviyesi açısından titanyum kadar rahat kullanılabilir (42).

Koutouzis ve ark (43). tarafından yapılan randomize, kontrollü klinik bir çalışma sonucunda PEEK ve titanyum abutmentlerin etrafındaki kemik rezorpsiyonu ve yumuşak doku inflamasyonu açısından önemli bir fark olmadığı belirtilmiştir. Kemik ve PEEK yüzeyinin elastik modülünün yakın olması, kemiğin yeniden şekillenmesini sitümüle edeceğinden PEEK'in, implant abutmentlerinin yapımında titanyuma alternatif olabileceği ileri sürülmüştür (44,45).

Sanz-Sánchez ve arkadaşlarının(46). yaptığı meta analizde ise marjinal kemik seviyelerindeki değişiklikler açısından titanyum ile karşılaştırıldığında farklı abutment materyalleri arasında önemli bir fark olmadığı gösterilmiştir.

Sonuç olarak; günümüzde en çok tercih edilen abutment materyali titanyumdur. Titanyum abutmentlerin biyolojik, estetik ve mekanik sınırlamalarını ortadan kaldırmak için metal içermeyen abutment ve restorasyonlara yönelik talep artmış ve zirkonyadan yapılmış seramik diş implantları, dişe benzer rengi, mekanik özellikleri, biyoyumluluğu ve düşük plak afinitesi nedeniyle daha uygun bir alternatif haline gelmiştir. Ancak bilimsel bir fikir birliği ile yeterli klinik verilerin olmaması ve Y-TZP'nin pazar payının zayıflığı kullanımını sınırlamıştır. Diş hekimliği alanında, implant barları, üzerindeki klipsler ve iyileşme başlıkları ve abutmentler PEEK den üretilmektedir. PEEK yeterli biyoyumluluğu nedeniyle implant iyileşme abutmenti olarak tercih edilebilir.

## **KAYNAKLAR**

1. Ferro KJ, Morgano SM, Driscoll CE, Freilich MA, Guckes AD, Knoernschild KL, et al. The Glossary of Prosthodontic Terms. 2017.
2. Misch CE. Dental implant prosthetics-E-book: Elsevier Health Sciences; 2004.
3. Binon PP. Implants and components: entering the new millennium. Int J Oral Maxillo Fac Implants 2000;15(1):76-94.
4. Shafie HR. Clinical and laboratory manual of dental implant abutments: John Wiley & Sons; 2014.
5. Davis D. Clinical manual of implant dentistry. Brit Dent Journal 2004;196(2):118.
6. Misch CE, Misch CM. Generic terminology for endosseous implant prosthodontics. J Prosthet Dent 1992;68(5):809-812.
7. Montenegro AC, Machado AN, Depes Gouvêa CV. Tensile strength of cementing agents on the CeraOne system of dental prosthesis on implants. Implant Dent 2008;17(4):451-460.
8. Squier RS, Agar JR, Duncan JP, Taylor TD. Retentiveness of dental cements used with metallic implant components. Int J Oral Maxillofac Implants 2001;16(6):793-798.

9. Carvalho VF, Soares PB, Verissimo C, Pessoa RS, Versluis A, Soares CJ. Mouthguard Biomechanics for Protecting Dental Implants from Impact: Experimental and Finite Element Impact Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2018;33(2):335-343.
10. Kalaigian P, Mohan JS, Jayakumar A. Assessment of Oral Health-Related Quality of Life for Complex Mandibular Defects Rehabilitated with Computer-guided Implant Restoration. *J Int Soc Prev Community Dent* 2018;8(3):277-281.
11. Datte CE, Tribst JP, Dal Piva AO, Nishioka RS, Bottino MA, Evangelhista AM, et al. Influence of different restorative materials on the stress distribution in dental implants. *J Clin Exp Dent* 2018;10(5):e439-e44.
12. Şahin S, Cehreli MC, Yalçın E. The influence of functional forces on the biomechanics of implant-supported prostheses—a review. *J Dent* 2002;30(7-8):271-282.
13. Geng JP, Tan KB, Liu GR. Application of finite element analysis in implant dentistry: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2001;85(6):585-598.
14. Ishikawa-Nagai S, Da Silva JD, Weber HP, Park SE. Optical phenomenon of peri-implant soft tissue. Part II. Preferred implant neck color to improve soft tissue esthetics. *Clin Oral Implants Res* 2007;18(5):575-580.
15. Güngör H, Yeşil Duymuş Z. Dental İmplant Abutmenti-Rezin Siman Bağlanma Dayanımı Üzerine Farklı Yüzey Pürüzlendirme İşlemlerinin Etkisinin İncelenmesi. *Necmettin Erbakan Üniv Diş Hek Fak Derg* 2021;3(2):49-55.
16. Könönen M, Rintanen J, Waltimo A, Kempainen P. Titanium framework removable partial denture used for patient allergic to other metals: a clinical report and literature review. *J Prosthet Dent* 1995;73(1):4-7.
17. Schweitzer PA. *Corrosion Engineering Handbook*, -3 Volume Set: CRC press; 1996.
18. Osman RB, Swain MV. A Critical Review of Dental Implant Materials with an Emphasis on Titanium versus Zirconia. *Materials (Basel)*. 2015;8(3):932-58.
19. Elias C, Lima J, Valiev R, Meyers M. Biomedical applications of titanium and its alloys. *JOM*
20. Andersson B, Odman P, Lindvall AM, Lithner B. Single-tooth restorations supported by osseointegrated implants: results and experiences from a prospective study after 2 to 3 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10(6):702-11.
21. Ekelund JA, Lindquist LW, Carlsson GE, Jemt T. Implant treatment in the edentulous mandible: a prospective study on Brånemark system implants over more than 20 years. *Int J Prosthodont* 2003;16(6):602-8.
22. Lekholm U, Gunne J, Henry P, Higuchi K, Lindén U, Bergström C, et al. Survival of the Brånemark implant in partially edentulous jaws: a 10-year prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14(5):639-45.
23. Jung RE, Sailer I, Hämmerle CH, Attin T, Schmidlin P. In vitro color changes of soft tissues caused by restorative materials. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27(3):251-257.
24. Döring K, Eisenmann E, Stiller M. Functional and esthetic considerations for single-tooth Ankylos implant-crowns: 8 years of clinical performance. *J Oral Implantol* 2004;30(3):198-209.
25. Büyükakyüz N, Öztürk M. Oral implantolojide estetik problemlerin sert ve yumuşak doku greftleriyle çözülmesi. *Istanbul Univ Diş Hek Fak Derg* 2021; 46(2):74-82.



26. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Schoolfield JD, Cochran DL. Biologic Width around one- and two-piece titanium implants. *Clin Oral Implants Res* 2001;12(6):559-571.
27. Bağrıvatan GN, Çelik M, Çilingir A, Bayraktar G. Estetik İmplant Dayanaklar. *Ege Üniv Diş Hek Fak Derg* 2015;36(2):60-66.
28. Zembic A, Kim S, Zwahlen M, Kelly JR. Systematic review of the survival rate and incidence of biologic, technical, and esthetic complications of single implant abutments supporting fixed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29:99-116.
29. Holst S, Blatz MB, Hegenbarth E, Wichmann M, Eitner S. Prosthodontic considerations for predictable single-implant esthetics in the anterior maxilla. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63(9 Suppl 2):89-96.
30. Butz F, Heydecke G, Okutan M, Strub JR. Survival rate, fracture strength and failure mode of ceramic implant abutments after chewing simulation. *J Oral Rehabil* 2005;32(11):838-843.
31. Henriksson K, Jemt T. Evaluation of custom-made procera ceramic abutments for single-implant tooth replacement: a prospective 1-year follow-up study. *Int J Prosthodont* 2003;16(6):626-630.
32. Canullo L. Clinical outcome study of customized zirconia abutments for single-implant restorations. *Int J Prosthodont* 2007;20(5):489-493.
33. Heydecke G, Sierralta M, Razzoog ME. Evolution and use of aluminum oxide single-tooth implant abutments: a short review and presentation of two cases. *Int J Prosthodont* 2002;15(5):488-493.
34. Yildirim M, Fischer H, Marx R, Edelhoff D. In vivo fracture resistance of implant-supported all-ceramic restorations. *J Prosthet Dent* 2003;90(4):325-331.
35. Firidinoğlu K, Toksavul S, Toman M. The Use of Ceramic Abutments on the Implant Supported Fixed Partial Dentures. *EÜ Diş Hek Fak Derg* 2007;28(2):145-150.
36. Drago C. *Implant restorations: A step-by-step guide*: John Wiley & Sons; 2020.
37. Behr M, Rosentritt M, Lang R, Handel G. Glass fiber-reinforced abutments for dental implants. A pilot study. *Clin Oral Implants Res* 2001;12(2):174-178.
38. Schwitalla A, Müller W-D. PEEK dental implants: a review of the literature. *J Oral Implantology* 2013;39(6):743-749.
39. Neumann EA, Villar CC, França FM. Fracture resistance of abutment screws made of titanium, polyetheretherketone, and carbon fiber-reinforced polyetheretherketone. *Braz Oral Res.* 2014; 28:S1806-83242014000100239.
40. Kurtz SM, Devine JN. PEEK biomaterials in trauma, orthopedic, and spinal implants. *Biomaterials* 2007;28(32):4845-4869.
41. Bechir E, Bechir A, Cherana G, Manu R, Burcea A, Dascalu I. The Advantages of BioHPP Polymer as Superstructure Material in Oral Implantology. *Mater Plastice* 2016;53(3): 394-398.
42. Meyenberg KH, Lüthy H, Schärer P. Zirconia posts: a new all-ceramic concept for non-vital abutment teeth. *J Esthet Dent* 1995;7(2):73-80.
43. Koutouzis T, Richardson J, Lundgren T. Comparative soft and hard tissue responses to titanium and polymer healing abutments. *J Oral Implantol* 2011;37:174-182.
44. Najeeb S, Zafar MS, Khurshid Z, Siddiqui F. Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. *J Prosthodont Res* 2016;60(1):12-19.

45. Stawarczyk B, Beuer F, Wimmer T, Jahn D, Sener B, Roos M, et al. Polyetheretherketone-a suitable material for fixed dental prostheses? J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2013;101(7):1209-1216.
46. Sanz-Sánchez I, Sanz-Martín I, Carrillo de Albornoz A, Figuero E, Sanz M. Biological effect of the abutment material on the stability of peri-implant marginal bone levels: A systematic review and meta-analysis. Clin Oral Implants Res 2018;29(18):124-144.