

## BÖLÜM 7

# GELENEKSEL SABİT VE HAREKETLİ BÖLÜMLÜ PROTEZLERDE POLİETER ETER KETON KULLANIMI

Zeynep YEŞİL DUYMUŞ<sup>1</sup>  
Başak TOPDAĞI<sup>2</sup>

### GİRİŞ

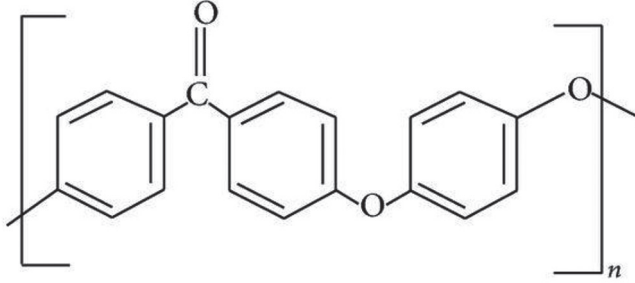
PEEK, yüksek sıcaklık dayanımı, üstün mekanik ve kimyasal direnç gibi özelliklere sahip olan PAEK (poli-aril-eter-keton) polimer ailesinin bir üyesidir.(1) PEEK polimeri üretilmeye başlanıldığı ilk yıllarda kompozit yapısında güçlendirici olarak kullanılmış daha sonra yapılan araştırmalar sonucunda mekanik kapasitesinin çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir.(2) PEEK materyali ilk defa İngiliz bilim adamları tarafından 1978 yılında geliştirilmiştir.(3) Bu polimerin 1980'li yıllarda yüksek potansiyelinin fark edilmesi ile birlikte, diğer üreticiler de rakip polimerler geliştirme çalışmaları yapmışlardır.(4) Bu çalışmalar sonucunda PEKK (polyetherketonketon) ve PEEKK (polyetheretherketonketon) polimerleri öne çıksa da, 1990' ların sonunda PEEK'in uygulama alanları genişlemiştir.(2) PEEK kullanımı tıp alanında son derece yaygınlaşmış ve özellikle titanyum materyali ile rekabet eder düzeyde mükemmel sonuçlar görülmeye başlanılmıştır. Bu durum ile birlikte, malzemenin diş hekimliğinde de kullanılabileceği düşünülmüş ve çalışmalara yeni bir yön verilmiştir.(5) Sahip olduğu elastik modülünün (3-4 Gpa) kemik dokusunun elastik modülüne yakın olması sebebiyle, implant üretim materyali olarak ilk aşamada kullanımına başlanılsa da, sabit ve hareketli protetik diş tedavilerinde de kullanımı her geçen gün artmaktadır.(6,7)

---

<sup>1</sup> Prof. Dr., Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., zyesilz@hotmail.com  
<sup>2</sup> Dt., Sağlık Bakanlığı Erzurum Ağız Diş Sağlığı Merkezi, Erzurum, son\_bahar93@hotmail.com

## Polieter Eter Ketonunun Genel Özellikleri

PEEK materyali; yüksek ısıya dayanıklı, poliaril ketonlar ailesinden bir polimerdir. Kimyasal adı [-oksi - 1, 4 - fenilen -oksi - 1, 4 - fenilen - karbonil - 1, 4 - fenilen - ] olup, keton ve eter fonksiyonel grupları ile birbirine bağlı aromatik moleküler zincirlerden oluşan, semikristalin bir termoplastiktir (Şekil 1).(3,8)



Şekil 1. PEEK materyalinin yapısı(9)

Kimyasal yapısı tekrar eden bir keton ve iki eter grubundan oluşan polieter eter keton polimeri sadece karbon, hidrojen ve oksijen atomları bulunduran yapısı sayesinde tam aromatik, yüksek kararlılıkta, lineer bir yapıya sahiptir. (10)

PEEK materyalinin mekanik avantajları; ısıya dayanıklılık, kimyasal direnci, elektriksel izolasyon, yüksek aşınma direnci ve iyi yorulma direnci olarak sıralanabilir.(11) PEEK fabrikasyonu sırasında aksaklık yaşanmadığı sürece alerjen özellik göstermez, vücut tarafından kabul edilir. Yapılan çalışmalarda, PEEK materyalinin insan vücudunda yıllarca fiziksel özelliklerini kaybetmeden kalabildiği gösterilmiştir.(12) Düşük yoğunluğa sahip (1,32/cm<sup>3</sup>) dolayısıyla hafif bir materyaldir.(13) Kimyasal olarak oldukça stabildir. Geleneksel çözücülerde çözünebilmektedir. %98'lik sülfirik asit çözeltisi PEEK yüzeyinin aşındırılmasında kullanılan etkili bir solüsyondur.(14) Seramiklerin (210 Gpa), krom kobalt alaşımlarının (210 Gpa), ve titanyum alaşımlarının (116 Gpa) elastik modülü, PEEK'in elastik modülüne göre (3-4 Gpa) oldukça yüksektir. Uygun cilalanabilirliği, düşük plak formasyonu, PEEK materyalinin diğer üstün özellikleridir.(15) Sertliği fazla materyallerin kullanımı, çığneme sırasında uygulanan kuvvet sebebiyle restorasyon ve dayanak dişlerin biyomekanik özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir.(16) Daha düşük elastik modülüne sahip materyallerin ise, kuvvet kırıcı gibi davranarak restorasyon yüzeyindeki gerilimi düşürdüğü bildirilmiştir.(17) Elastik modülünün kemiğe

yakın (3-4 Gpa) olması nedeniyle, çiğneme sırasında oluşan kuvvetleri absorbe ederek, kuvvetlerin servikal bölgedeki implantın çevre dokularından uzak tutulmasını sağlar ve krestal kemik rezorpsiyonunu önler.(18) PEEK materyali erime ısısının yüksek (343 °C) oluşu sayesinde iyi bir termal bozunma direncine sahip olup daha düşük sıcaklıklarda kullanıma olanak sağlar. (18) PEEK mekanik olarak iyi aşınma ve mükemmel biyouyumluluğa sahiptir.(19) Aromatik halkalar PEEK’i mekanik kuvvetlere karşı dirençli kılar, PEEK’in sterilizasyonunda yüksek sıcaklıklara ilaveten, radyasyon etkisiyle de yapısal hasar göstermeden steril edilebilmesi medikal alanda kullanımını artırmaktadır. (20)

### **Polieter Eter Ketonun Protetik Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları**

Diş hekimliğinde PEEK, protetik diş tedavisi başta olmak üzere implantoloji, endodonti, ortodonti gibi birçok alanda kullanılmaktadır.(6)

Dayanak materyali olarak PEEK’de titanyuma benzer mekanik test sonuçları elde edilmiştir. Histolojik olarak, PEEK materyali kullanıldığında çevre dokular ile daha uyumlu bağlantı sağlanmaktadır. PEEK dayanakların, yüksek doku uyumluluğu ile geleneksel dayanaklara alternatif olabileceği belirtilmiştir.(21) Titanyum dayanaklarda görülen grimsi pigmentasyon ve korozyon, zirkonyum dayanaklardaki çözünürlük ve kırılabilirlik özelliği kullanım alanlarını sınırlamış, PEEK materyalinin ise dental implant uygulamalarında popüleritesini artırmıştır.(3) Bununla birlikte, PEEK materyalinin dental implant materyali olarak kullanımına yönelik klinik çalışmalar ve hayvan çalışmaları henüz yeterli değildir. İmplant materyali olmasının yanı sıra PEEK’in iyileşme başlığı olarak kullanımına yönelik araştırmalar da bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada mekanik ve biyolojik açıdan PEEK iyileşme başlıklarının titanyuma herhangi bir üstünlük göstermediği bildirilmiştir.(22)

Geleneksel abutment materyali olarak PEEK kullanıldığında; titanyum abutmentlerden daha düşük oranda plastik deformasyon görülmektedir.(23)

İmplant materyali olarak titanyum, üstün mekanik özelliklerine ve doku uyumluluğuna bağlı olarak rutin tedavilerde altın standart olarak kabul edilmektedir. Titanyum ve alaşımlarının temel tercih sebebi biyouyumluluğu, korozyon direnci ve üstün mekanik özellikleridir. Bunun yanında krestal kemik rezorpsiyonuna sebep olma, anafilaktik reaksiyonlar, alerjik özellikler ve periimplantitisle ilişkilendirilebilen yüzey bozunma özellikleri gibi dezavantajları bulunmaktadır. İmplant materyali olarak PEEK ve güçlendirilmiş PEEK

implant kullanımının, bu dezavantajlı durumları önlemede etkili olacağı düşünülmektedir.(24,25)

Lee ve arkadaşları (22) yaptıkları çalışma sonucunda PEEK postların diğer post çeşitlerinden daha yüksek kırılma direnci gösterdiğini saptamışlardır. Başka bir çalışmada ise PEEK postların kanal yapısına bağlantı gücünün metal ve fiber postlara oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir.(26)

### **Polieter Eter Keton Materyalinin Sabit Bölümlü Protezlerde Kullanımı**

İnorganik malzemelerle takviye edilen PEEK, kuron ve köprü malzemesi olarak kullanılabilir.(27) Bu amaçla PEEK materyali presleme ya da kazıma yapılarak hazırlanır. Translüsens özelliğinin düşük olması ve grimsi pigmentasyon göstermesi nedeniyle kaplama materyaline gereksinim duyulur.(28) PEEK materyali, tek yönden gelen gerilim ve sıkıştırma kuvvetleri karşısında deformasyonlara karşı koyabilir ve 1383 N'a kadar olan sıkıştırma kuvvetlerinde bozulma gösterir. PEEK materyalinin bu kuvvetler altında plastik deformasyon göstermesi için en az 1200 N değerinde kuvvet uygulanması gerekir. Molar bölgede 909 N'luk maksimum ısırma kuvvetine dayanabildiğinden PEEK materyalinin kuron ve köprü restorasyonlarında uygun bir alt yapı materyali olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir.(29) PEEK'in metal içermeyen restorasyon olanağı sağlaması dolayısıyla üretilen protezlerin ağırlığı azalmaktadır. Ayrıca, metal kullanımından kaynaklanan alerjik reaksiyonlar ve korozyon gibi olumsuz özellikler elimine edilmektedir. Klinik kullanımda popülaritesini artıran bir diğer özellikleri ise doku uyumluluğu, kemik dokusuna yakın elastik modüle sahip olması ve düşük plak formasyonu göstermesidir.(8) Metal alt yapıdan kaynaklanan metal rengin yansıma problemi PEEK altyapı kullanıldığında gözlenmemektedir.(29) PEEK materyali genellikle beyaz veya açık gri renge sahiptir. Fakat bu renk gülme hattının yüksek olduğu hastalarda tek başına kullanılamamaktadır ve PEEK yüzeyinin mutlaka veneerlenmesi gerekmektedir.(30) Üreticiler tarafından sabit bölümlü protezlerde PEEK altyapı kullanımının iki üye ile sınırlı olması tavsiye edilmektedir. Fakat gerçekleştirilen çigneme simülasyonlarında ve vaka raporlarında PEEK altyapılı sabit protezlerin çok daha fazla üye sayısında başarılı olduğu gösterilmiştir.(31) Hahnel ve ark.(32) yapmış oldukları çalışma sonucunda üst çene tam ark bir sabit protez planlamasında kullanılan PEEK altyapının üç aylık bir takip süresi boyunca herhangi bir komplikasyon oluşturmadığı belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. PEEK materyali ile hazırlanmış sabit protez altyapısı(32)

### **Polieter Eter Keton Materyalinin Geleneksel Hareketli Bölümlü Protezlerde Kullanımı**

Uygun fiyatı nedeniyle geleneksel hareketli bölümlü protezlerde uzun yıllardır kullanılan krom-kobalt alaşımları günümüzde halen tercih edilmektedir.(33) Krom kobalt kroşelerin protezin ağırlığını artırması, estetik olmayan metalik görüntüleri, ağızda metal tadı oluşturmaları ve alerjik bünyelerde reaksiyon gözlenebilmesi gibi dezavantajları klinik uygulamalarda poliamid ve asetal rezinler gibi termoplastik materyallerin kullanılmasına başlanılmıştır. Bu materyallerin okluzal bozulmalara sebebiyet verebilecek derecede yetersiz rijidite ve astarlama prosedüründe yetersizlik gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır. (34) Mevcut problemlerin üstesinden gelebilmek için kullanılan PEEK, hareketli bölümlü protezlerde ana bağlayıcı, minör bağlayıcı, okluzal tırnak ve kroşe materyali olarak kullanılmaya başlanılmıştır (Şekil 3).(35) Modifiye edilmiş PEEK polimeri olan BioHPP (Bredent tarafından dental uygulamalar için özel olarak üretilmiş yüksek performanslı bir polimer malzeme) materyali, yüksek fiziksel ve mekanik özellikleri sayesinde hareketli bölümlü protezlerde akrilik dişlerle birlikte kullanılabilir. (29) PEEK materyalinin metal protez kısımlarına kıyasla birden fazla avantajı bulunmaktadır. Metalik renk göstermemesi sebebiyle daha üstün estetiğe sahip olması, alerjik reaksiyonların ve metalik tadın ortadan kalkması, iyi cilalanabilmesi, düşük formasyon göstermesi ve yüksek aşınma direncine sahip olması PEEK altyapıların avantajlarıdır. (36,37) Bunun yanında, Tannous ve ark.(38) tüm bu üstün özelliklerine karşın PEEK materyalinden üretilen kroşelerin metal kroşelere oranla daha düşük retantif kuvvet gösterdiğini bildirmişlerdir. Fakat 0.5 mm'lik andırkat alanına sahip retansiyon alanlarında PEEK kroşelerin klinik olarak yeterli tutuculuk

gösterdiği bilinmektedir. Ayrıca mine ve porselen yüzeylerinde geleneksel kroşe materyallerinden çok daha az miktarda aşınmaya sebep olmaktadır.(29)



**Şekil 3.** PEEK materyalinin hareketli protezlerde kullanımı(35)

PEEK, total protez yapımında da kullanılabilen bir materyaldir. Bunun için bilgisayar destekli bir yazılım ve üretim gerekmektedir.(39)

Sınırlı sayıda literatür bilgisi bulunması nedeniyle, PEEK materyalinin obütüratör olarak kullanımının, akrilik olanlara üstünlüğü ile ilgili daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir. (5,17)

CAD/CAM sistemleri günümüz diş hekimliğine büyük olanaklar sağlamakta ve bir çok materyale kullanım imkanı kazandırmaktadır.(40) Bilgisayar destekli tasarım (CAD-CAM), protetik tedavi prosedürlerinde doku uyumlu alaşımların, seramiklerin ve yüksek performanslı polimerlerin kullanıldığı tasarım, fabrikasyon ve üretim sürecidir.(41) PEEK, sabit ve hareketli bölümlü protez bölümlerinin CAD/CAM olanaklarında üretimi için çekici bir materyaldir. PEEK blokları frezelemek ve cilalamak titanyumdan daha kolaydır. PEEK materyalinin freze edilerek kullanılması, elde edilen protezlerin Cr-Co veya titanyum olanlardan çok daha hafif olması ve frezeleme prosedürünün PEEK materyalinin mekanik özelliklerinde olumsuz etki oluşturmaması sebebiyle tercih edilmektedir.(42,43)

## **SONUÇ**

PEEK materyalinin üstün biyolojik, mekanik ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak gelecekte titanyum ve alaşımlarına alternatif olarak kullanılacağı düşünülmektedir. Fakat materyalin klinik kullanımına yönelik uzun süreli yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Bu nedenle; uzun yıllardır kullanımda olan metallere alternatif olabilmesi ve kullanımının istenilen düzeye ulaşabilmesi için zamana ihtiyaç olmakla birlikte kısa süreli çalışmalar umut vaad etmektedir.

## **KAYNAKLAR**

1. Chen F, Ou H, Lu B, Long H. A constitutive model of polyether-ether-ketone (PEEK). *J Mech Behav Biomed Mater* 2016;53:427-433.
2. Hearle, J. Physical structure and fibre properties. *Regenerated Cellulose Fibres* 2001;18.
3. Tekin S, Cangül S, Adıgüzel Ö, Değer Y. Areas for use of PEEK material in dentistry. *International Dental Research* 2018;8:84-92.
4. Lee Y, Porter RS. Effects of thermal history on crystallization of poly (ether ether ketone) (PEEK). *Macromolecules* 1988;21:2770-2776.
5. 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.
6. Bathala L, Majeti V, Rachuri N, Singh N, Gedela S. The role of polyether ether ketone (PEEK) in dentistry—a review. *J Med Life* 2019;12: 5-9.
7. Tekin S, Değer Y, Demirci F. Evaluation of the use of PEEK material in implant-supported fixed restorations by finite element analysis. *Niger J Clin Pract* 2019; 22: 1252-1258.
8. Çulhaoğlu AK, Özkır SE, Türkkal F. Polieter Eter Keton (PEEK) ve dental kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2019; 29:711-718.
9. Kurtz SM. An overview of PEEK biomaterials. *PEEK Biomaterials Handbook* 2019; 3-9.
10. Kalaycı E, Avinç O, & Yavaş A. Polieter Eter Keton (peek) lifleri. *Fen Bilimleri Dergisi (CFD)* 2017;38:168-186.
11. Zhou L, Qian Y, Zhu Y, Liu H, Gan K, Guo J. The effect of different surface treatments on the bond strength of PEEK composite materials. *Dent Mater* 2014;30:e209-e215.
12. Sagomonyants KB, Jarman-Smith ML, Devine JN, Aronow MS, Gronowicz GA. The in vitro response of human osteoblasts to polyetheretherketone (PEEK) substrates compared to commercially pure titanium. *Biomaterials*, 2008;29:1563-1572.
13. Rabiei A, Sandukas S. Processing and evaluation of bioactive coatings on polymeric implants. *J Biomed Mater Res A* 2013;101:2621-2629.
14. Ha SW, Hauert R, Ernst KH, Wintermantel E. Surface analysis of chemically-etched and plasma-treated polyetheretherketone (PEEK) for biomedical applications. *Surf Coat Technol* 1997;96:293-299.
15. Gutiérrez-Rubert S, Meseguer-Calas M, Gandía-Barberá A. Analysis of the feeding system in the injection process of peek in fixed partial dentures. *Procedia Engineering* 2015;132:1021-1028.
16. Zoidis P, Bakiri E, Papathanasiou I, Zappi A. Modified PEEK as an alternative crown framework material for weak abutment teeth: a case report. *Gen Dent* 2017;65(5): 37-40.
17. Costa-Palau S, Torrents-Nicolas J, Brufau-de Barberà M, Cabratosa-Termes J. Use of polyetheretherketone in the fabrication of a maxillary obturator prosthesis: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2014;112(3): 680-682.

18. Kuo M, Tsai C, Huang J, Chen M. PEEK composites reinforced by nano-sized SiO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> particulates. *Mater Chem Physics* 2005;90:185-195.
19. Toth JM, Wang M, Estes BT, Scifert JL, Seim III, HB, Turner AS. Polyetheretherketone as a biomaterial for spinal applications. *Biomater* 2006;27: 324-334.
20. Rocha RFV, Anami LC, Campos TMB, Melo RM, Souza RO d. A, Bottino MA. Bonding of the polymer polyetheretherketone (PEEK) to human dentin: effect of surface treatments. *Braz Dent J* 2016;27:693-699.
21. de Val JEMS, Gómez-Moreno G, Martínez CPA, Ramírez-Fernández MP, Granero-Marín JM, Gehrke SA, Calvo-Guirado JL. Peri-implant tissue behavior around non-titanium material: Experimental study in dogs. *Ann Anat* 2016; 206:104-109.
22. Lee KS, Shin JH, Kim JE, Kim JH, Lee WC, Shin SW, Lee JY. Biomechanical evaluation of a tooth restored with high performance polymer PEKK post-core system: A 3D finite element analysis. *Biomed Res Int* 2017; 2017:1373127
23. Schwitalla AD, Abou-Emara M, Zimmermann T, Spintig T, Beuer F, Lackmann J, Müller WD. The applicability of PEEK-based abutment screws. *J Mech Behav Biomed Mater* 2016;63:244-251.
24. Ortega-Martínez J, Farré-Lladós M, Cano-Batalla J, Cabratosa-Termes J. Polyetheretherketone (PEEK) as a medical and dental material. A literature review. *Med Res Arch* 2017; 5:5.
25. Wiesli MG, Özcan M. High-performance polymers and their potential application as medical and oral implant materials: a review. *Implant Dent* 2015; 24:448-457.
26. Benli M, Eker-Gümüş B, Kahraman Y, Huck O, Özcan M. Surface characterization and bonding properties of milled polyetheretherketone dental posts. *Odontology* 2020; 108:596-606.
27. Stawarczyk B, Beuer F, Wimmer T, Jahn D, Sener B, Roos M, Schmidlin PR. Polyetheretherketone-a suitable material for fixed dental prostheses? *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2013;101:1209-1216.
28. Zok F, Miserez A. Property maps for abrasion resistance of materials. *Acta Mater* 2007;55: 6365-6371.
29. Zoidis P, Papanthasiou I, Polyzois G. The use of a modified poly-ether-ether-ketone (PEEK) as an alternative framework material for removable dental prostheses. A clinical report. *J Prosthodont* 2016;25:580-584.
30. Taufall S, Eichberger M, Schmidlin PR, Stawarczyk B. Fracture load and failure types of different veneered polyetheretherketone fixed dental prostheses. *Clin Oral Investig* 2016;20:2493-2500.
31. Stawarczyk B, Thrun H, Eichberger M, Roos M, Edelhoff D, Schweiger J, Schmidlin PR. Effect of different surface pretreatments and adhesives on the load-bearing capacity of veneered 3-unit PEEK FDPs. *J Prosthet Dent* 2015;114:666-673.
32. Hahnel S, Scherl C, Rosentritt M. Interim rehabilitation of occlusal vertical dimension using a double-crown-retained removable dental prosthesis with polyetheretherketone framework. *J Prosthet Dent* 2018;119: 315-318.
33. Behr M, Zeman F, Passauer T, Koller M, Hahnel S, Buegers R, Kolbeck C. Clinical performance of cast clasp-retained removable partial dentures: a retrospective study. *Int J Prosthodont* 2012; 25:138-144.
34. Arda T, Arikan A. An in vitro comparison of retentive force and deformation of acetal resin and cobalt-chromium clasps. *J Prosthet Dent* 2005;94: 267-274.
35. Alexakou E, Damanaki M, Zoidis P, Bakiri E, Mouzis N, Smidt G, Kourtis S. PEEK high performance polymers: a review of properties and clinical applications in prosthodontics and restorative dentistry. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2019;27:113-121.



### *Güncel Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları III*

36. Kistler F, Adler S, Kistler S. PEEK-Hochleistungskunststoffimplantat-prothetischen Workflow. *Implantologie J* 2013; 7:17-42.
37. Siewert B, Parra M. A new group of material in dentistry. *Z Zahnärztl Implant* 2013;29:148-159.
38. Tannous F, Steiner M, Shahin R, Kern M. Retentive forces and fatigue resistance of thermoplastic resin clasps. *Dent Mater* 2012;28:273-278.
39. Çalışkan C. Diş Hekimliğinde Polietereketon (Peek). *Dent Med J Rev* 2020;2: 84-94.
40. Özdoğan A, Bayındır F. CAD/CAM sistemlerinde materyal seçimi ve kullanım alanları. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2019;29:357-361.
41. Tahmaseb A, De Clerck R, Wismeijer D. Computer-guided implant placement: 3D planning software, fixed intraoral reference points, and CAD/CAM technology. A case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:541-546.
42. Alt V, Hannig M, Wöstmann B, Balkenhol M. Fracture strength of temporary fixed partial dentures: CAD/CAM versus directly fabricated restorations. *Dent Mater* 2011;27:339-347.
43. Stawarczyk B, Ender A, Trottmann A, Özcan M, Fischer J, Hämmerle CH. Load-bearing capacity of CAD/CAM milled polymeric three-unit fixed dental prostheses: effect of aging regimens. *Clin Oral Invest* 2012;16:1669-1677.