

ESTETİK BÖLGEDE İMPLANT-ÜSTÜ RESTORASYONLARDA GÜÇLENDİRİLMİŞ SERAMİK DAYANAKLAR

REINFORCED CERAMIC ABUTMENTS IN IMPLANT RETAINED RESTORATIONS IN THE ESTHETIC ZONE

Yrd.Doç.Dr. Burçin VANLIOĞLU*

Doç.Dr. Yaşar ÖZKAN**

Prof.Dr. Yasemin KULAK ÖZKAN***

Makale Kodu/Article code: 547

Makale Gönderilme tarihi: 02.05.2011

Kabul Tarihi: 27.09.2011

ABSTRACT

An increasing esthetic demand within developed populations conducted to the fabrication of metal free restorations and to a wide use of ceramic materials, due to its excellent characteristics of biocompatibility and aesthetics. A high esthetical demand lead to the fabrication of metal free restorations that allow better results in esthetically compromised areas. With the use of a CAD/CAM technique a customized abutment can be fabricated either in titanium or ceramics. With the incessant increase of commercial labels involved in this technological advance, a review is imposed on ceramic implant abutments, specifically on zirconia. High-strength ceramics like alumina and zirconia exhibit very high fracture toughness, with zirconia exhibiting the highest fracture toughness of ceramics suitable for constructing abutments. To date, the reported clinical performance of alumina and zirconia implant abutments has been very promising but relevant issues need further studies and evaluation.

Keywords: Zirconia Abutment, Alumina Abutment, İmplant, Esthetics

ÖZET

Gelişmelerle birlikte üstün biyoyumluluk ve estetik özellikleri nedeni ile metal içermeyen seramik materyallerinin kullanımı artmaktadır. Dental implantlarda ve dayanaklarda seramik materyalinin kullanımı implantlarda ilgi odağı olan bir konudur. Bu ürün yelpazesinin gelişmesi sebebi ile bu çalışmanın amacı seramik dayanaklar, özellikle zirkonya dayanaklardır. Yüksek dayanıklı seramikler olan alumina ve zirkonya dayanak üretmek için uygun materyallerdir. Seramik dayanaklar metal dayanaklara göre daha estetikdir ve bu nedenle estetik beklenti olan bölgelerde endikedir ve CAD/CAM sistemleri çok farklı olanaklar sunmaktadır. Günümüze kadar yapılmış olan çalışmalarda alumina ve zirkonya dayanaklarla ilgili başarılı sonuçlar bildirilmiş olmasına rağmen daha fazla klinik çalışma yapılması gereklidir.

Anahtar Kelimeler: İmplant, Zirkonya Dayanak, Alumina Dayanak, Estetik

Ön bölgede yapılan implantlarda karşılaşılan estetik problemlerden biri kullanılan titanyum dayanakların dişetinden yansıyan gri renkleridir. Bu durum özellikle dişetlerinin ince olduğu ve implantın bukkale doğru yerleştirildiği vakalarda görülür.^{1,2} Bu tip vakalarda alternatif olarak yüksek dayanıklılığa sahip alumina ve zirkonyadan üretilen dayanaklar geliştirilmiştir. Seramik dayanaklar daha estetikdir, mukozada renk değişikliğine neden olmazlar, titanyuma oranla daha az bakteri tutulmasına neden olurlar ve yumuşak doku entegrasyonları titanyuma benzerdir. Bununla

beraber kırılma olmaları nedeni ile seramikler mekanik olarak zayıftır ve gerilme kuvvetlerine karşı dirençleri düşüktür. Materyal içindeki mikro yapısal çatlaklar gerilme kuvvetleri ile birleşince çatlaklara neden olabilir.²

Dental implantlar gerekli bir tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir. Yapılan çalışmalar parsiyel dişsiz arklarda tek diş^{3,4} ve birden fazla diş boşluklarında⁵⁻⁷ implantlar için yüksek başarı oranları bildirmektedir. Estetik bölgede yapılan restorasyonlarda başarılı sonuçların alınmasında vakaların çok iyi planlanması gereklidir.^{8,9} Yüksek gülme hattı olan

* Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

** Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim Dalı

*** Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Başkanı



vakalarda komşu doğal dişlerle uyum sağlamak ve estetik görünümü idame ettirmek oldukça zordur.^{10,11} Bu nedenle en uygun estetik sonucu elde etmek için doğal dişin taklit edilmesinde, implantın ideal 3 boyutlu yerleşimi ve iyi hazırlanmış üst yapılar büyük önem taşımaktadır.¹¹⁻¹³ Dental implantlar ve dayanaklar genellikle biyouyumluluğu ve mekanik özellikleri nedeni ile saf titanyumdan hazırlanmaktadır. Ancak metal dayanakların fabrikasyonları ve dizaynları ile ilgili pek çok modifikasyon yapılmasına rağmen bazı vakalarda metal komponentlerin görülmesi dezavantajı devam etmektedir.^{10,14} Dişetin ince olduğu vakalarda titanyum dayanak, dişetine doğal olmayan mavimsi bir görünüm verebilir.^{8,11,13} Metal dayanak kullanıldığında, yüzeyinden yansıyan ışığı bloke edemeyen ince dişeti biyotipi varlığında dişetinde gri renkle karşılaşılabilir.^{8,13} Metal dayanak kullanılan durumlarda dişeti kalınlığını artırıp dişeti biyotipini değiştirmek önerilmektedir ve bu kalın dişetin dayanak yüzeyinden yansıyan ışığı bloke edeceği ve estetik sonucu arttıracığı düşünülmektedir (Resim 1).¹⁵⁻¹⁷ Ancak biyotip değişikliği birçok hasta tarafından tercih edilmeyecek ilave bir cerrahi aşama gerektirmektedir¹⁶ ve her vakada da başarılı sonuç elde edilememektedir. Optimal mukogingival estetik elde etmek için zirkonyum dayanaklar geliştirilmiştir. (Resim2). Dayanak seçimi restorasyonun başarısı için önemlidir.^{2,18}



Resim 1a-1b. Metal dayanak kullanılmasına rağmen geçici ile dişetin şekillendirilmesi esnasında dişetinde gri yansıma gözlenmemektedir.



Resim 2a- 2b. Önceden hazırlanmış zirkonyum abutment üzerine hazırlanan tam seramik restorasyon

Zirkonya, dayanak materyali olarak ilk defa 1996'da kullanılmıştır. Dayanaklar önceden hazırlanmış ya da laboratuvarında teknisyen tarafından veya CAD/CAM teknikleri ile hastaya özel şekillendirilebilen çeşitlerde mevcuttur. Tercih edilen materyaller yüksek oranda sinterlenmiş yüksek saflıkta alumina (Al_2O_3) ve itriyum ile (Y_2O_3) stabilize edilmiş tetragonal zirkonya polikristal seramikleridir. Bu yüksek dayanıklılığa sahip seramikler mekanik özellikleri arttırmıştır. Alumina seramiklerin 400 Mpa bükülme dayanıklılıkları, 5-6 Mpa/m^{0.5} kırılma sertlikleri, ve 350 Gpa elastik modülleri vardır.¹⁹ İtriyum ile stabilize edilmiş zirkonya seramikleri alumina seramiklerin bükülme dayanıklılığının iki katına (900-1400 Mpa) sahiptir, kırılma dayanıklılıkları 10 Mpa/m^{0.5} ve elastik modülleri 210 Gpa'dır. Alumina ile karşılaştırıldığında zirkonyanın yüksek dayanıklılığı daha yüksek yoğunluk, küçük partikül boyutu ve çatlak oluşumuna karşı polimorfik mekanizması ile açıklanabilir.²⁰⁻²² Zirkonyanın daha yüksek kırılma dayanıklılığı oda sıcaklığında (18 – 23 C) tetragonal yapıda olmasını sağlayan itriyuma bağlanabilir. Oda sıcaklığındaki tetragonal faz stres altında monoklinik faza geçişi sağlayarak çatlak ilerlemesini engeller. Hacimsel genişleme sonucunda baskı kuvvetleri oluşur ve çatlak ilerlemesi engellenir ve mekanik özellikler artar. Alumina dayanaklar %99.5 saflıkta aluminadan oluşmaktadır. Bu dayanaklar daha

beyaz olan zirkonya dayanaklara oranla estetik avantaj sağlar.^{23,24} Ayrıca alumina seramiğin hazırlanması daha kolaydır ve genellikle ağız içinde yapılan preparasyon sırasında zaman kazandırır. Alumina dayanaklarda karşılaşılan problem radyografik incelemedeki radyopaklığı ve düşük kırılma dayanıklılıklarıdır²⁵⁻²⁷ ve bu nedenle günümüzde fazla kullanım alanları yoktur. Yapılan çalışmalar, estetik bölgede yaklaşık 206 N yük ve maksimum 290 N maksimum çiğneme kuvveti bildirmektedir.²⁸⁻²⁹ Başarılı bir restorasyon için dayanakların bu kuvvetlerden daha yüksek değerlere dayanması, ve en az 5 yıllık klinik fonksiyon görmeleri beklenir. Butz ve ark.³⁰ yaptıkları çalışmada titanyum, zirkonya ve alumina dayanakları çiğneme simülasyonu ve statik yükleme sonrasında karşılaştırmıştır. Dayanaklar yerleştirdikten ve metal kronlar adeziv olarak simante edildikten sonra numuneler 5 yıllık klinik kullanımı yansıtmak amacıyla 1.2 milyon siklusa maruz bırakılmıştır. Kırılma değerlerinin ortalaması zirkonya için 294 N, alumina için 239 N ve titanyum için 324 N olarak ölçülmüştür. Araştırmacılar zirkonya dayanakların metal dayanaklarla benzer özellikler gösterdiklerini ve bu nedenle anterior bölgede tek diş implant üstü restorasyonlarda estetik alternatif olarak düşünülebileceklerini bildirmişlerdir. Alumina dayanaklar daha düşük özellik göstermiştir.³⁰ Ancak alumina dayanakları kullanan klinik çalışmalar tedavi konseptleri ve komponentlere dikkat edildiğinde mükemmel estetik sonuçlar ve yüksek başarı oranları bildirmiştir.³¹ Andersson ve ark.³² yaptıkları çalışmada tek diş kronları taşıyan alumina dayanaklarda %93-100 başarı bildirmişlerdir. Glauser ve ark.^{8,33} çalışmalarında anterior ve premolar tek diş kronları destekleyen zirkonya dayanaklarda %100 başarı bulmuşlardır. Çalışmalarda zirkonyum dayanakta kırık hiç bildirilmemiştir. Ancak zirkonyum dayanaklarla ilgili uzun dönem çalışmaları oldukça azdır.

Seramik dayanaklar özellikle tam seramik kron sistemleri kullanılarak restore edilen vakalarda kullanılmaktadır (Resim3,4). Klinik çalışmaların ve vaka raporlarının çoğunda alumina veya zirkonya dayanaklar üzerine cam seramik kronlar kullanılmıştır.^{13,33-36} Yıldırım ve ark.²⁴ in vitro bir çalışmada bu restorasyonların kırılma dayanıklılıkları araştırmışlardır. Alumina ve zirkonya dayanaklar üzerine hazırlanmış, cam seramik kronlar, Branemark (Nobel Biocare, Goteborg, Sweden) implantlar üzerine uygulanmıştır. Test numunelerine yaşlandırma işlemi uygulanmamıştır. Alumina

dayanaklarda 280,1 N, zirkonya dayanaklarda 737,6 N ortalama kırılma dayanıklılığı bildirmişlerdir. Zirkonya dayanak grubunun kırılma dayanıklılığı alumina dayanak grubundan iki kat daha fazla ölçülmüştür.²⁴



Resim 3. Önceden hazırlanmış zirkonyum abutment



Resim 4. Zirkonyum dayanak üzerine hazırlanan vidalı restorasyon

CAD/CAM sistemlerindeki güncel gelişmeler implant destekli tam seramik restorasyonlarda yüksek dayanıklılıktaki seramikleri kullanmaya olanak sağlamaktadır.^{23,35-37} Yüksek dayanıklılığa sahip seramik dayanak ve tam seramik üst yapı sistemlerinin kombinasyonu restorasyonun bütün halindeki dayanıklılığını arttıracaktır (Resim 5). Ancak bu restorasyonların başarıları ile ilgili klinik veriler bulunmamaktadır fakat in vitro çalışmalarda dayanıklılıkları araştırılmıştır. Att ve ark.³⁸ yaptıkları in vitro çalışmalarda implant destekli farklı tam seramik restorasyonların kırılma dayanıklılıklarını çiğneme simülasyonu ve statik yükleme sonrası değerlendirmiştir. Internal bağlantıya sahip 96 implant (Replace, Nobel Biocare) 3 gruba ayrılmıştır. Kontrol grubundaki implantlara titanyum dayanaklar, test gruplarına ise Procera alumina ve Procera zirconia dayanaklar (Nobel Biocare, Goteborg, Sweden)

uygulamışlardır. Üst yapı olarak Procera alumina ve Procera zirkonya tam seramik kronlar hazırlanmıştır. Çiğneme simülöründe 5 yıllık kullanım süresini taklit etmek için 1.2 milyon siklus uygulanmıştır. Ortalama kırılma dayanıklılıkları titanyum dayanak/alumina kron için 1454 N, titanyum dayanak/zirkonya kron için 1251 N, alumina dayanak/alumina kron için 423 N, alumina dayanak/zirkonya kron için 241 N, zirkonya dayanak/alumina kron için 444 N, zirkonya dayanak/zirkonya kron için 457 N olarak ölçülmüştür. En yüksek kırılma dayanıklılığı titanyum dayanak/alumina kron kombinasyonunda elde edilmiş, en düşük dayanıklılık alumina dayanak/zirkonya kron kombinasyonunda ölçülmüştür. Bütün dayanak, kron kombinasyonlarının anterior bölgede oluşan çiğneme kuvvetlerine karşı dayanıklı olduğu sonucuna varmışlardır.³⁸⁻³⁹ Çalışmada elde edilen değerlerin diğer çalışmalardan düşük olmasının yaşlandırma işleminden kaynaklanabileceği sonucuna varmışlardır.^{24,40-44}

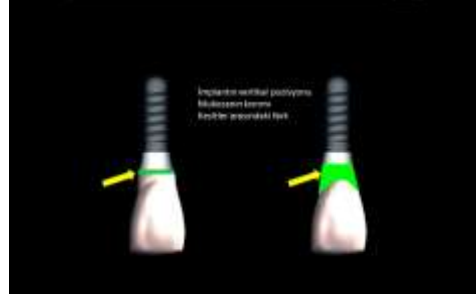


Resim 5. Hastaya özel olarak CAD/CAM ile hazırlanan dayanak

Isı farkları zirkonya seramiğin tetragonal fazını etkileyebilir ancak bu durumun materyalin kırılma dayanıklılığını etkileyip etkilemeyeceği yönünde görüş birliği yoktur.^{41,44-47} Diğer seramikler gibi zirkonya da nem ve ısı değişikliklerine karşı hassastır. Zirkonya seramiğin uzun dönemde nem ve termal sıklusa maruz kalması yavaş, düşük ısı degradasyonuna neden olur ve bu durum birkaç yıl geçmeden belirgin hale gelmez.⁴⁸⁻⁵²

Günümüzde pek çok implant firmasının implantları ile uyumlu zirkonyum dayanak sistemleri mevcuttur ve hastalara estetik olarak geniş ürün yelpazesi sunmaktadır. Yüksek kavisli mukozaya sahip ve implantla dişin kesiti arasında fazla fark olan durumlarda hastaya özel hazırlanan dayanaklar endikedir. 2

mm'den az mukoza kalınlığı olan durumlarda dişetinden gri yansımanın engellenebilmesi için zirkonyum dayanaklar tercih edilebilir.(Resim 6)



Resim 6. Önceden hazırlanan ve hastaya özel hazırlanan dayanaklar arasındaki fark

Her geçen gün ürün yelpazesi gelişmektedir. Örneğin dental implantlar için düşük ısı, degradasyona uğramayan zirkonya- alumina kompozit materyalleri ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır.^{51,52} Kısa dönem sonuçları umut vaat etmektedir. Ek olarak doğru teşhis ve tedavi planlaması, seçeneklerin bilinmesi, uzun dönem sonuçları, endikasyonlar ve kontraendikasyonlar uzun dönem başarı için gerekli unsurlardır. İn vitro ve in vivo çalışmalar seramik dayanak kullanımını tek diş implant üstü tam seramik restorasyonlarla sınırlamaktadır. Dayanakların, dayanıklılıklarının artırılması posterior bölgede uygulamalarını sağlayacaktır. Zirkonya seramikler ve dayanaklarla ilgili yoğun çalışmalar yapılmaktadır ve popülerlikleri artmaktadır. Seramiklerle ilgili gelecekteki çalışmalar renkleri ve uzun dönem stabiliteleri üzerine olacaktır.⁵³ Sinterleme işlemi öncesinde zirkonyaya renklendirici oksitler ilave edilerek beyaz rengini değiştirip estetik kalitesini arttırmaya çalışılmaktadır.

SONUÇLAR

Seramik dayanakların kullanımında CAD/CAM sistemlerinin uygulanması fabrikasyon süresini hızlandırmakta ve kolaylaştırmaktadır. İleri dönemde yapılacak olan çalışmalar daha dayanıklı, ve daha düşük fabrikasyon süresi ve maliyeti olan dayanakların üretilmesini sağlayacaktır.

Güncel materyal ve metotlardaki çeşitlilik klinisyenlere geniş tedavi seçenekleri sunmaktadır. Seramik dayanaklar metal dayanaklara göre daha estetikdir ve bu nedenle estetik beklenti olan

bölgelerde endikedir. Seramik ve metal destekli sistemlerde klinik sonuçlar benzerdir ve uzun dönem takibi olan daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Jung RE, Sailer I, Hammerle CH, Attin T, Schmidlin P. In vitro color changes of soft tissues caused by restorative materials. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 2007; 27(3): 251-7.
2. Sailer I, Philipp A, Zembic A, Pjetursson BE, Hämmerle CH, Zwahlen M. A systematic review of the performance of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clin Oral Implants Res.* 2009; 20(4):4-31.
3. Creugers NH, Kreulen CM, Snoek PA, de Kanter RJ. A systematic review of single-tooth restorations supported by implants. *J Dent* 2000; 28(4): 209-17.
4. Gotfredsen K. A 5-year prospective study of single-tooth replacements supported by the Astra Tech implant: a pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2004; 6(1): 1-8.
5. Jemt T, Lekholm U. Oral implant treatment in posterior partially edentulous jaws: a 5-year follow-up report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993; 8(6): 635-40.
6. Lindh T, Gunne J, Tillberg A, Molin M. A meta-analysis of implants in partial edentulism. *Clin Oral Implants Res* 1998; 9(2): 80-90.
7. Romeo E, Chiapasco M, Ghisolfi M, Vogel G. Long-term clinical effectiveness of oral implants in the treatment of partial edentulism. Seven-year life table analysis of a prospective study with ITI dental implants system used for single-tooth restorations. *Clin Oral Implants Res* 2002; 13(2): 133-43.
8. Glauser R, Sailer I, Wohlwend A, Studer S, Schibli M, Scharer P. Experimental zirconia abutments for implant-supported single-tooth restorations in esthetically demanding regions: 4-year results of a prospective clinical study. *Int J Prosthodont* 2004; 17(3): 285-90.
9. Marinello CP, Meyenberg KH, Zitzmann N, Luthy H, Soom U, Imoberdorf M. Single-tooth replacement: some clinical aspects. *J Esthet Dent* 1997; 9 (4): 169-78.
10. 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.
11. Levin L, Pathael S, Dolev E, Schwartz-Arad D. Aesthetic versus surgical success of single dental implants: 1- to 9-year follow-up. *Pract Proced Aesthet Dent* 2005; 17(8): 533-8.
12. Tischler M. Dental implants in the esthetic zone. Considerations for form and function. *N Y State Dent J* 2004; 70(3): 22-6.
13. Yildirim M, Edelhoff D, Hanisch O, Spiekermann H. Ceramic abutments – a new era in achieving optimal esthetics in implant dentistry. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000; 20(1): 81-91.
14. Jemt T. Customized titanium single-implant abutments: 2-year follow-up pilot study. *Int J Prosthodont* 1998; 11(4): 312-6.
15. Kan JY, Rungcharassaeng K, Umezumi K, Kois JC. Dimensions of peri-implant mucosa: an evaluation of maxillary anterior single implants in humans. *J Periodontol* 2003; 74(4): 557-62.
16. Kois JC. Predictable single tooth peri-implant esthetics: five diagnostic keys. *Compend Contin Educ Dent* 2001; 22: 199-206.
17. Kois JC. Predictable single-tooth peri-implant esthetics: five diagnostic keys. *Compend Contin Educ Dent* 2004; 25(1): 895-6, 898, 900 passim.
18. Ekren O, Kurtoğlu C. Dayanak implant birleşme tipinin implant destekli sabit restorasyonların klinik başarısına etkisi konusunda bir derleme. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 2009; 19 (2): 131-7.
19. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials* 1999; 20 (1): 1-25.
20. Christel P, Meunier A, Heller M, Torre JP, Peille CN. Mechanical properties and short-term in-vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia. *J Biomed Mater Res* 1989; 23 (1): 45-61.
21. Guazzato M, Quach L, Albakry M, Swain MV. Influence of surface and heat treatments on the flexural strength of YTZP dental ceramic. *J Dent* 2005; 33(1): 9-18.
22. Kohal RJ, Att W, Bachle M, Butz F. Ceramic abutments and Ceramic oral implants. An update. *Periodontology* 2000. 2008; 47(1): 224-3.



23. Hegenbarth EA. Esthetic and prosthetic considerations of Procera development on implants and teeth—a technical analysis. *Appl Osseointegration Res* 2004; 4 (13): 22–6.
24. Yildirim M, Fischer H, Marx R, Edelhoff D. In vivo fracture resistance of implant-supported all-ceramic restorations. *J Prosthet Dent* 2003; 90 (4): 325–31.
25. Tripodakis AP, Strub JR, Kappert HF, Witkowski S. Strength and mode of failure of single implant all-ceramic abutment restorations under static load. *Int J Prosthodont* 1995; 8(4): 265–72.
26. Cho HW, Dong JK, Jin TH, Oh SC, Lee HH, Lee JW. A study on the fracture strength of implant-supported restorations using milled ceramic abutments and all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 2002; 15(2): 9–13.
27. Andersson B, Schaerer P, Simion M, Bergstrom C. Ceramic implant abutments used for short-span fixed partial dentures: a prospective 2-year multicenter study. *Int J Prosthodont* 1999; 12(2): 318–324.
28. Haraldson T, Carlsson GE, Ingervall B. Functional state, bite force and postural muscle activity in patients with osseointegrated oral implant bridges. *Acta Odontol Scand* 1979; 37(4): 195–206.
29. Kiliaridis S, Kjellberg H, Wenneberg B, Engstrom C. The relationship between maximal bite force, bite force endurance, and facial morphology during growth. A cross-sectional study. *Acta Odontol Scand* 1993; 51(5): 323–31.
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): 838–43.
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(2): 626–30.
32. Andersson B, Taylor A, Lang BR, Scheller H, Schaerer P, Sorensen JA, Tarnow D. Alumina ceramic implant abutments used for single-tooth replacement: a prospective 1- to 3-year multicenter study. *Int J Prosthodont* 2001; 14(6): 432–8.
33. Glauser R, Wohlwend A, Studer S. Application of zirconia abutments on single-tooth implants in the maxillary esthetic zone. A 6-year clinical and radiographic follow-up report. *Applied Osseointegration Research* 2004; 4 (13): 41–45.
34. Heydecke G, Sierraalta 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 (2): 488–93.
35. Ottl P, Piwowarczyk A, Lauer HC, Hegenbarth EA. The Procera AllCeram system. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000; 20(2): 151–61.
36. Probster L. Four year clinical study of glass-infiltrated, sintered alumina crowns. *J Oral Rehabil* 1996; 23(3): 147–51.
37. Oden A, Andersson M, Krystek-Ondracek I, Magnusson D. Five-year clinical evaluation of Procera AllCeram crowns. *J Prosthet Dent* 1998; 80 (4): 450–6.
38. Att W, Kurun S, Gerds T, Strub JR. Fracture resistance of single-tooth implant-supported all-ceramic restorations after exposure to the artificial mouth. *J Oral Rehabil* 2006; 33(5): 380–6.
39. Att W, Kurun S, Gerds T, Strub JR. Fracture resistance of single-tooth implant-supported all-ceramic restorations: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 2006; 95 (2): 111–6.
40. De Boever JA, McCall WD Jr, Holden S, Ash MM Jr. Functional occlusal forces: an investigation by telemetry. *J Prosthet Dent* 1978; 40 (3): 326–33.
41. Deville S, Gremillard L, Chevalier J, Fantozzi G. A critical comparison of methods for the determination of the aging sensitivity in biomedical grade yttria-stabilized zirconia. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2005; 72B (2):239–45.
42. Kosmac T, Oblak C, Jevnikar P, Funduk N, Marion L. The effect of surface grinding and sandblasting on flexural strength and reliability of Y-TZP zirconia ceramic. *Dent Mater* 1999; 15 (6): 426–33.
43. Kosmac T, Oblak C, Jevnikar P, Funduk N, Marion L. Strength and reliability of surface treated Y-TZP dental ceramics. *J Biomed Mater Res* 2000; 53 (Appl Biomater): 304–13.
44. Lawson S. Environmental degradation of zirconia ceramics. *J Eur Ceram Soc* 1995; 15 (6): 485–502.
45. Hjerpe J, Lassila LV, Rakkolainen T, Narhi T, Vallittu PK. Load-bearing capacity of custom-made versus prefabricated commercially available zirconia abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011 Jan-Feb; 26(1):132-8.



46. Nothdurft FP, Doppler KE, Erdelt KJ, Knauber AW, Pospiech PR. Influence of artificial aging on the load-bearing capability of straight or angulated zirconia abutments in implant/tooth-supported fixed partial dentures. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010 Sep-Oct; 25(5):991-8.
47. Luthardt RG, Holzhueter MS, Rudolph H, Herold V, Walter MH. CAD / CAM-machining effects on Y-TZP zirconia. *Dent Mater* 2004; 20(7): 655–62.
48. Marx R, Jungwirth F, Walter PO. Threshold intensity factors as lower boundaries for crack propagation in ceramics. *Biomed Eng Online* 2004; 17(3): 41.
49. Shimizu K, Oka M, Kumar P, Kotoura Y, Yamamuro T, Makinouchi K, Nakamura T. Time-dependent changes in the mechanical properties of zirconia ceramic. *J Biomed Mater Res* 1993; 27 (6): 729–34.
50. Sundh A, Molin M, Sjogren G. Fracture resistance of yttrium oxide partially-stabilized zirconia all-ceramic bridges after veneering and mechanical fatigue testing. *Dent Mater* 2005; 21(5): 476–82.
51. Kim DJ, Lee MH, Lee DY, Han JS. Mechanical properties, phase stability, and biocompatibility of (Y, Nb)-TZP / Al(2)O(3) composite abutments for dental implant. *J Biomed Mater Res* 2000; 53(4): 438–43.
52. Kim DJ, Park IS, Lee KY, Chevalier J, Attaoui HE, Han JS. Subcritical crack growth resistance of low temperature degradation-free zirconia / alumina composites for medical applications. *Key Eng Mater* 2005: 284-286 (*Bioceramics* 17): 1007– 1010.
53. Bressan E, Paniz G, Lops D, Corazza B, Romeo E, Favero G. Influence of abutment material on the gingival color of implant-supported all-ceramic restorations: a prospective multicenter study. *Clin Oral Implants Res*. 2011 Jun; 22(6):631-7.

Yazışma Adresi

Yrd. Doç.Dr. Burçin Vanlıoğlu
Marmara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi
Güzelbahçe, Büyükciftlik Sokak,
No: 6, 34365, Nişantaşı,
İstanbul, TURKEY
Tel: +90 0212 231 91 20
Fax: +90 0212 246 52 47
E-mail: drburcinakoglu@hotmail.com
burcin.akoglu@marmara.edu.tr

