

Diş Hekimliğinde Zirkonya İmplantlar ve Protetik Uygulamaları

Zirconia Implants in Dentistry and Prosthetic Applications

Merve BANKOĞLU *, Handan YILMAZ **

Özet

Titanyum implantlar, biyouyumlulukları, üstün mekanik özellikleri ve uzun dönemdeki başarılı sonuçlarıyla implant uygulamalarında altın standart oluşturmaktadır. Fakat estetik beklentilerin yüksek olduğu hastalarda, titanyumun gri renginin dezavantaj oluşturabilmesi diş rengine benzer implant materyallerinin kullanımını gündeme getirmiştir. Zirkonya, yüksek dayanıklılığı, biyouyumluluğu ve estetik özellikleri nedeniyle dental implant materyali olarak alternatif bir tedavi seçeneği oluşturmaktadır. Bu literatür derlemesinin amacı, dental zirkonya implantlar ve protetik uygulamalar hakkında bilgi vermektir.

Anahtar Kelimeler: Zirkonya, Seramik İmplantlar, Estetik İmplantlar

Abstract

Titanium implants have become a gold standard for dental implant applications because of their well-documented biocompatibility, mechanical properties and long-term high success rates. Expectations regarding aesthetics, titanium's grayish color may be a disadvantage. Using tooth colored implant materials have enabled to achieve the natural appearance. Zirconia has been widely used in medical applications and was suggested as an alternative implant material for dental implants because of its biocompatibility, sufficient mechanical and aesthetic properties. The purpose of this literature review is to give information about dental zirconia implants and their prosthetic applications.

Key words: Zirconia, Ceramic Implants, Esthetic Implants

* Doktora Öğr., Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

** Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

DIŞ HEKİMLİĞİNDE ZİRKONYA İMPLANTLAR VE PROTETİK UYGULAMALARI

Günümüzde, titanyum ve titanyum alaşımları, kısmi ve tam dişsiz hastaların tedavisinde implant materyali olarak sıklıkla kullanılmaktadır.^{1,2} Sürekli geliştirilen titanyum implantların, birinci jenerasyonu makineyle işlenmiş düz yüzeyli implantlardır, daha sonra geliştirilen ikinci jenerasyon implantlarda yüzey topografileri üzerine çalışılmaya başlanmıştır.³⁻⁵ Amerikan Test ve Malzemeler Derneği (ASTM) demir ve oksijen içeriğine göre titanyumu 5 sınıfa ayırmaktadır. Tip 1, 2, 3 ve 4 saf titanyum, tip 5 ise % 6 alüminyum ve % 4 vanadyum içeren titanyum alaşımıdır (Ti-6Al-4V). Tip 1 saflık derecesi en fazla olan sınıftır ve dayanımı düşüktür. Tip 4 saf titanyum sınıfları içerisinde en yüksek dayanıma sahip sınıftır.⁶ Tip 5, içerdiği % 4' lük vanadyum nedeniyle saf titanyuma göre daha korosiv ve toksiktir, daha fazla iyon salınımına neden olmaktadır.^{6,7} Ayrıca titanyum alaşımlarının saf titanyuma göre daha az kemik teması oluşturduğu belirlenmiştir. Genellikle diş hekimliğinde Tip 2, Tip 4 ve Tip 5 titanyum implantlar kullanılmaktadır.^{6,7}

Titanyum implantlar biyoyumlulukları, üstün mekanik özellikleri ve uzun dönemdeki başarılı sonuçlarıyla diş hekimliğinde altın standart oluşturmaktadır. Estetik gereksinimlerin yüksek olduğu vakalarda titanyum implantlar dişetinden yansır ve grimsi renkleri nedeniyle estetik görünümü olumsuz olarak etkilerler.⁸⁻¹⁰ Ayrıca dişeti çekilmeleri ve peri-implant lezyonlarının varlığında implantın boyun kısmı görünür hale gelebilmektedir.^{8,11} Bununla birlikte titanyum korozyona dirençli olmasına rağmen, bazı çalışmalarda titanyum implantların etrafındaki kemik dokusunda ve reijyonel lenf nodlarında artmış titanyum konsantrasyonunun olduğu belirtilmiştir fakat, bu bulgular henüz klinik olarak açık değildir. Ayrıca titanyumun tükürük ile temasında galvanik etkilerinin olduğu bildirilmiştir.¹²⁻¹⁴

1960'lı yılların sonlarına doğru estetiğin geliştirilmesi amacıyla seramik implantlar üretilmeye başlanmıştır. Üretilen ilk seramik implantlar Al_2O_3 esaslıdır. İlk seramik oral implantlar, Sandhaus tarafından üretilen kristalin kemik vida implantlardır, daha sonra Sandhaus, 'Cerasand' implantları üretmiştir.¹⁵⁻¹⁸ 70' li yılların sonlarına doğru anterior bölge uygulamaları için 'Tübingen Implant (Frialit 1)' olarak bilinen implantlar piyasaya sürülmüştür.^{16,19-23} Tübingen implantın üretiminden yaklaşık 10 yıl sonra 'Bionit implant sistem' ve 80'li yılların ortalarına doğru da 'Ceramic Anchor İmplantlar' geliştirilmiştir. Polikristalin alüminyum oksit implantların yanında, tek kristal yapıda olan ve 'safir

implantlar' olarak bilinen implantlar da implant materyali olarak kullanılmıştır.^{16,24-29} Bu implantlar mekanik özelliklerinin artırılması amacıyla geniş boyutta üretilmişlerdir ve bu nedenle kullanım endikasyonları sınırlı kalmıştır. Fakat yüzey özellikleri gerekli yumuşak ve sert doku iyileşmesini sağlamıştır.³⁰ Alüminyum oksit ya da alümina esaslı implantlar iyi osseointegrasyon göstermişler fakat uzun dönem yüklemelerdeki yetersiz mekanik özellikleri nedeniyle piyasadan kaldırılmışlardır.^{15,16}

Günümüzde, zirkonya (Y-TZP), ortopedide implant materyali olarak yüksek dayanıklılığı nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadır ve zirkonyanın dental implantlar için alternatif bir implant materyali olarak kullanılacağı belirtilmektedir.³¹⁻³⁷

Zirkonyum, doğada zirkonya (ZrO_2 = zirkonyum dioksit = baddeleyit) ve zirkon ($ZrSiO_4$) mineralleri biçiminde bulunmaktadır. Zirkonya; monoklinik, tetragonal ve kübik olmak üzere üç fazdan oluşmaktadır. Saf zirkonya oda sıcaklığında monoklinik fazdadır. 1170°C ve 2370°C arasında tetragonal fazda olan zirkonya daha yoğun bir yapı göstermektedir. Daha yüksek sıcaklıklarda kübik faza geçmektedir. Zirkonyayı oda sıcaklığında tetragonal fazda tutmak için içerisine stabilize edici oksitler (CaO , MgO , CeO_2 ve Y_2O_3) ilave edilmektedir. Zirkonya yüzeyinde dış streslerin sebep olduğu bir çatlakın ilerlerken seramik grenlerinde meydana getirdiği stres, çatlak etrafındaki tetragonal taneciklerin monoklinik faza dönüşmesine sebep olmaktadır. Bu faz değişimiyle beraber zirkonyada % 3-5'lik hacim artışı (transformasyon sertleşme genişmesi) meydana gelmektedir.^{35,38} Bu hacim artışı, çatlakın başlangıcında sıkıştırıcı stresler oluşturmakta ve çatlakın ilerlemesini durdurmaktadır. Materyalin diğer polikristalin seramiklerde bulunmayan bu özelliği, yüksek dayanıklılığı ve kırılma dayanımını sağlamaktadır.^{38,39}

Zirkonya'nın implant materyali olarak kullanılmasını sağlayan özellikleri;^{1,2,10,15,31,32,40-46}

1. Biyoinert rezorbe olmayan metal oksittir.
2. Korozyona ve aşınmaya dirençlidir.
3. Paslanmaz çeliğe benzer elastikiyet modülü vardır.
4. Yüksek bükülme direnci (900–1, 200 MPa), Vickers sertliği (1,200) ve Weibull modülü (10–12), yüksek kırılma direncine sahiptir.
5. Yüksek radyopasite ve düşük ısısal iletkenliğe sahiptir.

6. Makineyle işlenebilir.
7. Biyouyumludur.
8. Titanyumla karşılaştırıldığında daha düşük plak afinitesine sahiptir.
9. Doğal diş benzeri rengiyle üstün estetik özelliklere sahiptir.

Makineyle işlenebilir olması bir avantaj olarak görülse de, zirkonya implantlarda yapılan abutment aşındırma işlemlerinin materyalin kırılma direncini olumsuz olarak etkileyebileceği belirtilmektedir.⁴⁷

Biyouyumluluk, materyalin veya materyale ait ürünlerin lokal veya sistemik olarak dokularda herhangi bir reaksiyona neden olmaması olarak tanımlanmaktadır.³² Yapılan çalışmalarda zirkonyanın biyouyumlu bir materyal olduğu ve titanyumdan daha az reaksiyona neden olduğu gösterilmiştir.^{48,49} Degidi ve arkadaşları,⁴⁹ yaptıkları çalışmada zirkonya ve titanyum iyileşme başlıkları etrafındaki bakteriyel ürünlerin varlığını nitrik oksit sentaz enziminin varlığıyla ilişkilendirmiş ve inflamatuvar infiltratın, mikro damar densitesinin ve vasküler endotelial büyüme faktörünün titanyum iyileşme başlıklarının etrafında daha yüksek değerlerde olduğunu belirtmişlerdir.

İmplant ve çevresindeki kemikte bulunan temas, klinik başarının bir ölçütüdür. Yapılan hayvan çalışmalarında zirkonyanın biyouyumlu bir materyal olduğu ve iyi bir kemik teması sağlayarak kemik apozisyonu sağladığı belirtilmektedir.^{1,2,15,30,31,50,51} Hoffmann ve arkadaşları², zirkonya implant-kemik temasını tavşanlar üzerinde yaptıkları histolojik çalışmada değerlendirmişler ve titanyum ve zirkonya implantların çevresindeki kemikte benzer apozisyonuna sahip olduklarını bildirmişlerdir. Deprich ve arkadaşları^{1,33}, yapmış oldukları iki hayvan çalışmasında titanyum ve zirkonya implantların osseointegrasyonunu değerlendirmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Zirkonya implantların, biyouyumluluğu ve osseointegrasyonu üzerine çok sayıda çalışma mevcutken biyomekanik özelliklerini değerlendiren az sayıda çalışma mevcuttur.^{15,31} Çağlar ve arkadaşları^{52,53} yaptıkları biyomekanik çalışmalarda zirkonya implantları sonlu elemanlar stres analiziyle değerlendirmişlerdir. Çalışmada, titanyum ve zirkonya implantların etrafında oluşan stres değerleri karşılaştırılmış ve zirkonyanın kortikal kemikteki en düşük stres değerlerine sahip olduğunu, zirkonya dayanağın en düşük von Mises ve sıkıştırıcı stres değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.⁵² Çağlar ve arkadaşları⁵³ yaptıkları di-

ğer bir çalışmada ise farklı firmalara ait implant sistemlerinin (WhiteSky, Ziterion ve Z-Systems) kemikte neden olduğu stres değerleri belirlenmiştir. Genellikle en yüksek stres değerleri Z-system'e ait bulunmuş olup, bu değer farklılıklarının implantların farklı geometrik yapılarda olmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

Gahlert ve arkadaşları⁴⁰, kırılan zirkonya implantların başarısızlık nedenlerini araştırmışlardır. Bu çalışmada toplam 179 adet implant 79 hastaya yerleştirilmiştir. Hastalar ortalama 38 hafta boyunca takip edilmiş ve toplam 13 adet kırık tespit edilmiştir. Kırılan 12 adet implantın çapı 3.25 ve 1 implantın çapı ise 4 mm'dir. 4 mm'lik implantın şiddetli bruksizmden etkilendiği bildirilmiştir. İmplant kırıklarının nedeni; küçük çaplı implantların kullanımı olarak gösterilmiştir. İmplant kırıklarının % 10'unun implantın ilk yivinde oluşması implantların osseointegre olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada sadece bir protez köprü protezi şeklinde planlanmıştır ve bu protezde kırık meydana gelmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, küçük çaptaki implantların klinik kullanımı tavsiye edilmemektedir.

Kohal ve arkadaşları,³¹ tam seramik kronlarla restore edilen zirkonya implantların klinik kullanımları için biyomekanik gereksinimleri araştırmışlardır. Zirkonya implantların üzerine simante edilen tam seramik kronlar yapay ağız ortamında yüklenmiş ve kırılma dayanıklılıkları tespit edilerek, geleneksel olarak kullanılan titanyum implantlar üzerine yapılan metal destekli porselen kronlar ile karşılaştırılmıştır. Zirkonya implantların, anterior dişler için biyomekanik gereksinimleri karşılayabileceği belirtilmiştir.

Zirkonya implantlar ağız ve genel sağlığı yerinde olan hastalarda, metal alerjisi olan hastalarda, tek veya çok üniteli restorasyonlarda ve estetik gereksinimlerin yüksek olduğu hastalarda kullanılabilirler.⁴ Fakat çok üniteli veya tüm çene restorasyonların, tek parça halinde yapılmaması önerilmektedir.⁴ Zirkonya implantların uygulanabilmesi için öncelikle hastanın implant yerleştirilmesini engelleyecek sistemik bir kontraendikasyonunun bulunmaması gerekmektedir. Bunun dışında sigara içen hastalarda, bruksizm gibi parafonksiyonel alışkanlığı olan hastalarda, aktif periodontitis hastalarında ve vertikal veya horizontal kemik kaybının bulunduğu hastalarda zirkonya implantların kullanılmaması önerilmektedir.⁴ Zirkonya implantların kullanımında vaka seçimi oldukça önemlidir. İmplant destekli restorasyonlar ile başarılı estetik sonuçlar elde etmek; doğru hasta seçimine ve implantların doğru planlanmasına bağlıdır.⁵⁴⁻⁵⁸

Zirkonya implantlar son yıllarda üretilmeye başlanmıştır.⁵⁹ Günümüzde üretilen 9 zirkonya implant sistemi vardır; SIGMA (Incermed, Lozan, İsviçre) değişik sigma dizaynları, Z-Systems (Oensingen, İsviçre) ve Z-Look3 implant, Bredent (Bredent Medical, Senden, Almanya) ve White Sky implant sistemi, Ziterion (Ziterion, Uffenheim, Almanya) ve tek-parça Zit-Z, çift parça Zit-vario, Relmplant sistem (Relmplant, Hagen, Almanya), Goei sistem (Goei Inc, Akutsu-Hiroshima, Japonya), Konus sistem (Konus Dental, Bingen, Almanya), CeraRoot Sistem (Oral Iceberg, Granollers, Barselona, İspanya)^{45,47} ve Zeremex (Dentalpoint AG Swiss Implant Solutions, Zürih, İsviçre).

Zirkonya implantlar çeşitli çaplarda, boyutta ve geometrik tasarımda üretilmektedirler. Zirkonya implantların yüzeyleri makineyle işlenmiş, mekanik olarak aşındırılmış, CaP nanotabaka ile kaplanmış, biyoaktif seramikle kaplanmış, asitlenmiş veya kumlanmış olarak hazırlanabilmektedir.^{4,15,45,60}

Zirkonya implantlar tek parça veya çift parça olarak üretilmektedirler.^{4,8,47,59} Ayrıca immedat, tam olarak doku altına gömülmeyen kök analogu zirkonya implantlar kişiye özel olarak üretilerek seçili vakalarda kullanılabilirler.⁶¹⁻⁶³ Tek parça sistemlerde implant ve dayanak bir bütün halindedir ve tek aşamalı cerrahi işlemle yerleştirilir. Çift parça sistemlerde dayanak ve implant ayrı ayrıdır ve dayanak osseointegrasyonun tamamlanmasından sonra ikinci bir cerrahi işlemle yerleştirilir.⁶⁴

Tek parça zirkonya implantların yerleştirilmesi ve protetik uygulamalar

Tek parça zirkonya implantlar diş çekimi sonrasında immedat olarak veya eksik diş bölgesine yerleştirilebilirler.⁵⁷ Tek parça zirkonya implantlar, minimal cerrahi yaklaşımla flep kaldırmadan yerleştirildiklerinden yumuşak dokunun korunmasını sağlarlar.¹⁰ Özellikle anterior bölgede istenilen estetik görünümü sağlamak için en doğru anatomik pozisyonda yerleştirilmeleri gerekir.⁵¹ En doğru implant bölgesinin ve açısının belirlenmesi için cerrahi stent mutlaka yapılmalıdır.⁵⁷ İyileşme başlıklarının yerleştirilmesini kapsayan cerrahi işlemler elimine edilmiş olur, bu sayede yumuşak dokunun iyileşmesi için beklenecek süre ortadan kaldırılarak tedavi süresi kısalmıştır.⁶⁵ Ayrıca tek parça zirkonya implantların yerleştirilmesi için yeterli kemik miktarının olması ve kemikte defekt olmaması, primer stabilitenin çok iyi olması gerekir çünkü tek parça implantların kemik augmentasyonu veya rejenerasyonu işlemleriyle kullanılabileceğine

dair veri bulunmamaktadır.^{3,51,64} Kemik miktarının yetersiz olduğu hastalarda öncelikle kemiğe ait rejeneratif işlemlerinin yapılması ve sonrasında tek parça implantların uygulanması gerekmektedir.⁴

Tek parça zirkonya implantların marjın yerleşimi ağız içi aşındırma işlemleri ile yeniden düzenlenebilir⁵¹, ancak aşındırma işlemlerinin Y-TZP seramiklerin monoklinik faz transformasyonunu etkilediği ve oluşabilecek mikro çatlakların mekanik özellikleri olumsuz yönde etkileyebileceği belirtilmiştir.^{47,51} Andreiotelli ve Kohal¹⁰ aşındırma işlemlerinin zirkonya implantların kırılma dayanımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı olumsuz etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Tek parça implantların kullanımıyla implant vida komplikasyonları önlenmiş olur fakat, implantta kırık meydana geldiğinde implantı onarma ihtimali yoktur, implantın çıkartılması gerekir.¹⁰ Tek parça implantların avantajlarından birisi de implantın yerleştirildiği seansta immedat olarak geçici bir kronla restore edilebilmesidir.¹⁰ İmmedat olarak yapılan geçici restorasyonlar oklüzyondan düşürülmelidir.⁴ İmplantın hareket etme riskini ortadan kaldırmak için geçici restorasyonlar 3 ay boyunca çıkarılmamalıdır. İyileşme periyodu boyunca hasta implantlarla çiğnememesi ve koruyucu stent kullanılması veya geçici restorasyonların implantlara gelecek yükü engelleyecek şekilde yapılması önerilmektedir.⁴ Özellikle estetik beklentinin yüksek olduğu hastalarda operasyon sonrasında geçici restorasyonun yapılabilmesi hastayı olumlu olarak etkilemektedir.

Tek parça zirkonya implantların daimi restorasyonunun yapımına, klinik ve radyografik inceleme yapılarak osseointegrasyonun tamamlanmasını takiben geçilmelidir. Osseointegrasyonun sağlanmasından sonra geçici restorasyonlar çıkarılır ve ölçü dayanak üzerinden alınır.⁵⁷

Tek parça zirkonya implantlarla ilgili ilk çalışma 2006 yılında Mellinghoff⁴¹ tarafından yayınlanmış ve bu klinik çalışmada 71 hastaya toplam 189 implant yerleştirilerek takip edilmiştir. 1 yıllık takip sonucunda % 93 başarı elde edildiği belirtilmiştir. Kaybedilen 9 implantın kayıp nedenleri implant mobilitesi ve kırık olarak bildirilmiştir.

Oliva ve arkadaşları⁵⁴, Sierraalta ve arkadaşları⁵⁵, Aydın ve arkadaşları⁵⁶ maksiller ön bölge diş eksikliği vakalarını tek parça zirkonya implantlar ile tedavi etmişler ve hastaların ortaya çıkan estetik sonuçtan memnun olduğunu ve protezlerini rahatça kullanabildiklerini belirtmişlerdir.

Diğer bir klinik çalışmada Oliva ve arkadaşları⁵⁷ titanyum alerjisi olan bir hastaya zirkonya implantlar yerleştirerek tüm çene restorasyon yapmışlardır. Hastanın protezinden memnun olduğunu ve zirkonya implantların, titanyuma alerjisi olan hastalarda kullanılabileceği bildirilmiştir.⁵⁷ Uzun dönemli yapılan bir klinik çalışmada Oliva ve arkadaşları⁴, zirkonya implantların başarısını araştırmışlardır. Yerleştirilen 831 tek parça implant (CeraRoot) 5 yıl boyunca takip edilmiştir. Bu çalışmada biyoaktif seramik kaplanmış, kaplanmamış ve asitlenmiş yüzeyler karşılaştırılmıştır. Asitlenmiş yüzeylerin ortalama yüzey pürüzlülüğünün daha fazla olduğu ve daha yüksek kemik-implant teması sağlayarak daha yüksek başarı oranına sahip oldukları bulunmuştur. 5 yıllık takip süresince tek parça implantlardaki başarı oranı % 95 olarak bildirilmiştir. Çalışmada toplam 42 implantın kaybedildiği, bunlardan 29'unun implantın sigara içen hastalara uygulandığı, 8 implantın greft işlemleriyle ve 9'unun da sinus tabanı kaldırma işlemleriyle birlikte uygulandığı bildirilmiştir. İmplant kayıplarının daha çok posterior bölgelerde meydana geldiği ve 38 implantın 1.yıldan önce, 4 implantın 1. ve 2. yıl arasında kaybedildiği, 2. yıldan sonra kayıp olmadığı ve implantlarda kırılma meydana gelmediği bildirilmiştir.

İki parça zirkonya implantların yerleştirilmesi ve protetik uygulamalar

İki parça zirkonya implantların cerrahi prosedürü geleneksel olarak kullanılan titanyum implantların cerrahi prosedürüne benzemektedir. İki parçalı zirkonya implantlar optimal implant stabilitesinin elde edilemediği durumlarda tercih edilebilirler. Kemik greftleme işlemleriyle birlikte kullanılabilirler.^{51,58} Kemik-implant arayüzü kemiğin remodelasyonu için önemlidir. İmplantın yerleştirilmesi sonrasında kemik implant ara yüzüne uygulanacak olan kuvvetler ve implantta oluşabilecek hareketler remodelasyonu ve osseointegrasyonu etkileyebilmektedir.^{65,66} İyileşme sürecinde olan kemiğe uygulanacak olan kuvvetler, iki parça implantların kullanımıyla ortadan kaldırılabılır.⁵⁸ İki aşamalı prosedürlerde implant osseointegrasyon süresince, kemik içinde gömülü olduğundan oral mikrobiyal ortamdan ayrılmış olur. Bu durum enfeksiyon riskini azaltmaktadır.⁶⁴

Yapılan çalışmalarda doku içerisine gömülerek iyileşen implantlarda oluşan kemik-implant birleşmesinin daha fazla olduğu belirlenmiştir.³⁴ Osseointegrasyon süresince doku içerisinde gömülü olarak kalan implantın, osseointegrasyon sağlandıktan sonra üzeri

açılarak protezin yapımına geçilir.⁶⁷ İmplantın üzeri açılarak, iyileşme başlığı takılabilmekte veya dayanak bağlantısı sağlanabilmektedir. Bu durum seçilen implant sistemine göre değişmektedir. Dayanak bağlantısı, dayanağın implanta doğrudan simantasyonu şeklinde olmaktadır. Genellikle yapıştırıcı siman olarak rezin simanlar tercih edilmektedir ancak yapıştırıcı siman seçiminde implant firmasının önerilerine uyulması gerekmektedir. Taşan siman artıkları çok iyi temizlenmeli ve peri-implant dokusunun iyileşmesini takiben daimi restorasyon için ölçü alınmalıdır.⁶⁷

2004 yılında, Kohal ve arkadaşları⁶⁸ ilk iki parça zirkonya implant vakasını sunmuşlardır. Kendileri ürettikleri zirkonya implantı yerleştirmişler, altı aylık iyileşme sonrasında, hastaya tek üye tam seramik kron uygulamışlardır. Zirkonya implantların, kayıp dişlerin yerine konulmasında estetik bir tedavi seçeneği olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.⁶⁸ Nevins ve arkadaşları⁶⁹ iki parça zirkonya implantları histolojik ve klinik olarak değerlendirerek titanyum implantlarla karşılaştırmışlardır. 4 titanyum ve 2 zirkonya implant sağlıklı bir kadın hastaya yerleştirilmiştir. Bir adet zirkonya implant biyopsi incelemesi için altı ay sonra çıkarılmıştır. Klinik ve radyografik değerlendirme sonucunda, zirkonya ve titanyum implantların osseointegrasyon gösterdiği, gingival dokuların sağlıklı olduğu ve ideal vertikal kemik yüksekliğinin elde edildiği belirtilmiştir. Histolojik değerlendirme sonucunda; zirkonya implantların yüzeyinde oluşan kemik-implant birleşmesinin osseointegrasyonu, zirkonya implantların gerekli yumuşak ve sert doku iyileşmesini sağladığını göstermiştir.⁶⁹

Kök analogu zirkonya implantların yerleştirilmesi ve protetik uygulamalar

Kök analogu implantlar ilk defa 1969 yılında polimetilmetakrilattan yapılmış fakat osseointegrasyon göstermemiştir.⁷⁰ Son yıllarda zirkonyum dioksitten kişiye özel olarak üretilen kök analogu zirkonya implantlar seçilmiş bazı vakalarda kullanılmaktadır. Kök analogu zirkonya implantlar, immedat olarak yerleştirilirler. İmmedat implant yerleşiminin avantajları; tedavi süresinin kısalması, daha az cerrahi operasyon gerektirmesi maliyetin azalması ve daha az kemik rezorbsiyonuna neden olmasıdır.⁶¹⁻⁶³

Kök analogu zirkonya implantlar; çekim sonrası çekilen dişin lazer tarayıcıdan geçirilmesi ve zirkonya bloklardan milling işlemiyle üretilmesiyle oluşturulurlar. İmplantın boyutları, implant yerleştirilmesi sırasın-

da uygulanacak olan parmak basısı nedeniyle bukkal de bulunan ince kortikal kemiğin kırılmasını önlemek amacıyla çekilen dişten 0.1- 0.2 mm küçük yapılır. Primer stabilitenin sağlanması amacıyla interdental alanda makroretansiyon bölgeleri ve osseointegrasyonun artırılması amacıyla implant yüzeyinde mikroretansiyon bölgeleri oluşturulur. Sterilizasyon işleminden sonra soketin temizlenmesini takiben implant yerleştirilir. Primer stabilite palpasyon ve perküsyonla kontrol edilir. Hastanın implant bölgesiyle sert gıdalar ısırmaması tembih edilerek klinik takibi yapılır.⁶¹⁻⁶³ Bu yöntemin avantajları; kök benzeri yapılan zirkonya implantların çekim soketine yerleştirilmesiyle, implant yerleştirilmesi için yapılması gereken frez kullanım işlemlerinin elimine edilmesi ve CAD-CAM (Computer Aided Design- Computer Aided Manufacturing) sistemleriyle üretilmesidir.⁶³ Ayrıca zirkonyanın, bir diğer avantajı da pahalı bir materyal olmamasıdır.⁶³

Zirkonyanın implant uygulamalarında diğer kullanım alanları

Zirkonyanın, biyouyumluluğu nedeniyle implant materyallerinde kullanımı sürekli gelişmektedir. Zirkonyanın implant uygulamalarında diğer kullanımları; yüzey kaplama işlemlerinde, implant boyun bölgesinde titanyumla birlikte ve Ti-Zr alaşımlarının implant materyali olarak kullanılmasıdır.^{43,71-73} Zirkonya olumlu özellikleri nedeniyle implant yüzey kaplama materyali olarak kullanılmaktadır. Zirkonyanın koloidal süspansiyonu yüzeylerin kaplanmasında ve yüzey özelliklerinin geliştirilmesinde kullanılmaktadır.⁴³ Ayrıca, zirkonyanın implant boyun bölgesi tasarımlarında titanyum implantlarla kullanımı bildirilmiştir. Estetik gereksinimlerin yüksek olduğu hastalarda avantaj sağlarlar. Diğer avantajları ise; optimal peri-implant doku iyileşmesinin sağlanması ve azalmış plak birikimine bağlı olarak azalmış bakteri kolonizasyonudur.⁷¹

Azalmış mezio-distal mesafe veya kemik genişliği standart bir implant materyalinin yerleştirilmesini engellemektedir. Bu durumlarda implant yerleştirilebilmesi için; implant yerleştirilmesi öncesinde birinci seçenek kemik yoğunluğunun artırılması için greft işlemlerinin yapılmasıdır. İkinci seçenek ise daha küçük çaplı implantların kullanılmasıdır. Fakat küçük çaplı implantların kullanılmasıyla implant yüzeyi azalmış olur. Aynı zamanda yorulmaya bağlı olarak implantta veya implant komponentlerinde kırılmalar meydana gelebilir. Titanyum alaşımlarının diğer dezavantajı da erken osseointegrasyonu ve iyileşmeyi sağlayan SLActive (asitlemiş, kumlanmış ve ıslanabilirliği artırılmış yüzeyler) yüzey işlemlerinin yapılamamasıdır. Geleneksel olarak kullanılan titanyum alaşımlarının bu dezavantajlarına bağlı olarak, titanyumun başka malzemelerle kombinasyonu düşünülmüştür. Ti-Zr alaşımı implantlar; % 83-87 Ti ve % 13-17 Zr içermektedir. Bu implantların uzunlukları 8, 10, 12, 14 mm ve çapları ise 3,3 mm'dir. Tek kanin restorasyonları, posterior bölgedeki tek kronlar ve tutucu ataşmanlar, miknatıslar veya teleskop tutucular için kullanılması önerilmemektedir. Bu implantların anterior tek kron restorasyonlarda kullanılması gerekmektedir. Posteriora kullanılması düşünüldüğünde, daha büyük çaplı implantlarla splintlenmelidir.^{72,73}

Sonuç olarak; zirkonya implantların diş hekimliğinde kullanımı yenidir. Zirkonya implantların, bugün sıklıkla kullanılan ve uzun dönemde başarılı klinik sonuçlara sahip titanyum implantlara alternatif olarak gösterilebilmesi ve rutin kullanıma girebilmesi için bu konuda uzun dönemli klinik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

1. Deprich R, Zipprich H, Ommerborn M, Naujoks C, Wiesmann HP, Kiattavorncharoen S, Lauer HC, Meyer U, Kübler NR, Handschel J. Osseointegration of zirconia implants compared with titanium: an in vivo study. *Head Face Med.* 4: 1-8, 2008.
2. Hoffmann O, Angelov N, Gallez F, Jung RE, Weber FE. The zirconia implant-bone interface: a preliminary histologic evaluation in rabbits. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 23:691-695, 2008.
3. Jarmar T, Palmquist A, Brånemark R, Hermansson L, Engqvist H, Thomsen P. Technique for preparation and characterization in cross-section of oral titanium implant surfaces using focused ion beam and transmission electron microscopy. *J. Biomed. Mater. Res A.* 87:1003-1009, 2008.
4. Oliva J, Oliva X, Oliva JD. Five-year success rate of 831 consecutively placed Zirconia dental implants in humans: a comparison of three different rough surfaces. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 25:336-344, 2010.

5. Albrektson T, Sennerby L, Wennerberg A. State of the art of oral implants. *Periodontol.* 2000. 47:15-26, 2008.
6. Elias CN, Lima JHC, Valiev R, Meyers M A. Biomedical applications of titanium and its alloys. *JOM.* 60:46-49, 2008.
7. Steinemann SG. Titanium-the material of choice? *Periodontol.* 2000. 17:7-21, 1998.
8. Oliva J, Oliva X, Oliva JD. One-year follow-up of first consecutive 100 zirconia dental implants in humans: a comparison of 2 different rough surfaces. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants;* 22: 430-435, 2007.
9. Silva NR, Coelho PG, Fernandes CA, Navarro JM, Dias RA, Thompson VP. Reliability of one-piece ceramic implant. *J. Biomed. Mater. Res. B Appl. Biomater.* 88:419-426, 2009.
10. Andreiotelli M, Kohal RJ. Fracture strength of zirconia implants after artificial aging. *Clin. Implant Dent. Relat. Res.* 11:158-166, 2009.
11. Heydecke G, Kohal R, Glaser R. Optimal esthetics in single tooth replacement with the Re-Implant system: A case report. *Int. J. Prosthodont.* 12:184-189, 1999.
12. Bianco PD, Ducheyne P, Cuckler JM. Local accumulation of titanium released from a titanium implant in the absence of wear. *J. Biomed. Mater. Res.* 31:227-234, 1996.
13. Weingart D, Steinemann S, Schilli W, Strub JR, Hellerich U, Assenmacher J, Simpson J. Titanium deposition in regional lymph nodes after insertion of titanium screw implants in maxillofacial region. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 23:450-452, 1994.
14. Tschernitschek H, Borchers L, Geurtsen W. Nonalloyed titanium as a bioinert metal-a review. *Quintessence Int.* 36:523-530, 2005.
15. Kohal RJ, Wolkewitz M, Hinze M, Han JS, Bächle M, Butz F. Biomechanical and histological behavior of zirconia implants: an experiment in the rat. *Clin. Oral Implants Res.* 20:333-339, 2009.
16. Andreiotelli M, Wenz HJ, Kohal RJ. Are ceramic implants a viable alternative to titanium implants? A systematic literature review. *Clin. Oral Implants Res.* 20:32-47, 2009.
17. Sandhaus S. The Cerasand endosseous implant. *Actual Odontostomatol:* 41:607-626, 1987.
18. Sandhaus S. [Technic and instrumentation of the implant C.B.S. (Crystalline Bone Screw)]. *Informatore Odonto-Stomatologico:* 4:19-24, [in Italian], 1968.
19. Schulte W. The intraosseous Al₂O₃ (Frialit) Tübingen implant. Developmental status after eight years (1-3). *Quintessence Int.* 154:1-39, 1984.
20. Schulte W, d'Hoedt B. [13 years of the Tübingen implant system made by Frialit. Additional results]. *Z Zahnärztl. Implantol.* 3:167-172, [in German], 1988.
21. Schulte W, Heimke A. [The Tübingen immediate implant]. *Quintessenz.* 27:17-23, [in German], 1976.
22. Schulte W, Kleineikenscheidt H, Lindner K, Schreyka R. [The Tübingen immediate implant in clinical studies]. *Dtsch Zahnärztl Z.* 33:348-359, [in German], 1978.
23. Schulte W, Kleineikenscheidt H, Lindner K, Schreyka R, Heimke G, Gerlach C et al. [Animal experiments on the question of healing around the Tübingen immediate implant]. *Dtsch Zahnärztl Z.* 33:326-331, [in German], 1978.
24. Müller W, Piesold J, Glien W. *Stomatol DDR.* [Properties and clinical application of dental implants of Bionit aluminium oxide ceramic];.38:673-678, [in German], 1988.
25. Piesold JU, Müller W. [Tooth replacement by BIONIT-implants]. *Dtsch Stomatol.* 41:128-132, 1991.
26. Brinkmann EL. Ceramic anchor implant as a bridge-end abutment (Brinkmann's Class II)-report of 10 years' experience in clinical use]. *Quintessenz.* 38:811-818, [in German], 1987.
27. Koth DL, McKinney RV Jr, Davis QB. The single-crystal sapphire endosteal dental implant. A longitudinal human study: one-year results. *J. Prosthet. Dent.* 50:72-80, 1983.
28. Akagawa Y, Hashimoto M, Kondo N, Satomi K, Takata T, Tsuru H. Initial bone-implant interfaces of submergible and supramergible endosseous single-crystal sapphire implants. *J. Prosthet. Dent.* 55:96-100, 1986.
29. Akagawa Y, Hashimoto M, Kondo N, Satomi K, Takata T, Tsuru H. Initial bone-implant interfaces of submergible and supramergible endosseous single-crystal sapphire implants. *J. Prosthet. Dent.* 55:96-100, 1986.

30. Gahlert M, Gudehus T, Eichhorn S, Steinhäuser E, Kniha H, Erhardt W. Biomechanical and histomorphometric comparison between zirconia implants with varying surface textures and a titanium implant in the maxilla of miniature pigs. *Clin. Oral Implants Res.* 18:662-668, 2007.
31. Kohal RJ, Klaus G, Strub JR. Zirconia-implant-supported all-ceramic crowns withstand long-term load: a pilot investigation. *Clin. Oral Implants Res.* 17:565-571, 2006.
32. Hisbergues M, Vendeville S, Vendeville P. Zirconia: Established facts and perspectives for a biomaterial in dental implantology. *J. Biomed. Mater. Res. B. Appl. Biomater.* 88:519-529, 2009.
33. Deprich R, Zipprich H, Ommerborn M, Mahn E, Lammers L, Handschel J, Naujoks C, Wiesmann HP, Kübler NR, Meyer U. Osseointegration of zirconia implants: an SEM observation of the bone-implant interface. *Head Face Med.* 4:1-7, 2008.
34. Stadlinger B, Hennig M, Eckelt U, Kuhlisch E, Mai R. Comparison of zirconia and titanium implants after a short healing period. A pilot study in minipigs. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 39:585-592, 2010.
35. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials.* 20:1-25, 1999.
36. Piconi C, Maccauro G, Muratori F, Brach Del Prever E. Alumina and zirconia ceramics in joint replacements. *J. Appl. Biomater. Biomech.* 1:19-32, 2003.
37. Helmer JD, Driskell TD. Research on bioceramics. Symp. on use of ceramics as surgical implants. South. Carolina (USA): Clemson University, 1969.
38. Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, Swain MV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all ceramic materials. Part 2. Zirconia-based dental ceramics. *Dent. Mater.* 20:449-456, 2004.
39. 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.* 72: 239-245, 2005.
40. Gahlert M, Burtscher D, Grunert I, Kniha H, Steinhäuser E. Failure analysis of fractured dental zirconia implants. *Clin. Oral Implants Res.* [Epub ahead of print], 2011.
41. Mellinghoff J. Erste klinische ergebnisse zu dentalen schrauben implantaten aus zirkonoxid. *Z Zahnärztl Implantol.* 22: 288-293, 2006.
42. Kollar A, Huber S, Mericske E, Mericske-Stern R. Zirconia for teeth and implants: a case series. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.* 28:479-487, 2008.
43. Sollazzo V, Pezzetti F, Scarano A, Piattelli A, Bignozzi CA, Massari L, Brunelli G, Carinci F. Zirconium oxide coating improves implant osseointegration in vivo. *Dent. Mater.* 24:357-361, 2008.
44. Rocchietta I, Fontana F, Addis A, Schupbach P, Simion M. Surface-modified zirconia implants: tissue response in rabbits. *Clin. Oral Implants Res.* 20:844-850, 2009.
45. Özkurt Z, Kazazoğlu E. Zirconia dental implants: a literature review. *J. Oral Implantol.* 37:367-376, 2011.
46. Sennerby L, Dasmah A, Larsson B, Iverhed M. Bone tissue responses to surface-modified zirconia implants: A histomorphometric and removal torque study in the rabbit. *Clin Implant Dent Relat Res.* 7:S13-20, 2005.
47. Kohal RJ, Wolkewitz M, Tsakona A. The effects of cyclic loading and preparation on the fracture strength of zirconium-dioxide implants: an in vitro investigation. *Clin. Oral Implants. Res.* 22: 808-814, 2011.
48. Warashina H, Sakano S, Kitamura S, Yamauchi KI, Yamaguchi J, Ishiguro N, Hasegawa Y. Biological reaction to alumina, zirconia, titanium and polyethylene particles implanted onto murine calvaria. *Biomaterials.* 24:3655-3661, 2003.
49. Degidi M, Artese L, Scarano A, Perrotti V, Gehrke P, Piattelli A. Inflammatory infiltrate, microvessel density, nitric oxide synthase expression, vascular endothelial growth factor expression, and proliferative activity in peri-implant soft tissues around titanium and zirconium oxide healing caps. *J. Periodontol.* 77:73-80, 2006.

50. Gahlert M, Röhling S, Wieland M, Sprecher CM, Kniha H, Milz S. Osseointegration of zirconia and titanium dental implants: a histological and histomorphometrical study in the maxilla of pigs. *Clin. Oral Implants Res.* 20:1247-1253, 2009.
51. Wenz HJ, Bartsch J, Wolfart S, Kern M. Osseointegration and clinical success of zirconia dental implants: a systematic review. *Int. J. Prosthodont.* 21:27-36, 2008.
52. Çağlar A, Bal BT, Karakoca S, Aydın C, Yılmaz H, Sarısoy S. Three-dimensional finite element analysis of titanium and yttrium-stabilized zirconium dioxide abutments and implants. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 26:961-969, 2011.
53. Çağlar A, Bal BT, Aydın C, Yılmaz H, Özkan S. Evaluation of stresses occurring on three different zirconia dental implants: three-dimensional finite element analysis. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 25: 95-103, 2010.
54. Oliva J, Oliva X, Oliva JD. Zirconia implants and all-ceramic restorations for the esthetic replacement of the maxillary central incisors. *Eur. J. Esthet. Dent.* 3: 174-185, 2008.
55. Sierraalta M, Razzoog ME. A maxillary anterior partially edentulous space restored with a one-piece zirconia implant fixed partial denture: a clinical report. *J. Prosthet. Dent.* 101: 354-358, 2009.
56. Aydın C, Yılmaz H, Ata SO. Single-tooth zirconia implant located in anterior maxilla. A clinical report. *N Y State Dent. J.* 76:30-33, 2010.
57. Oliva X, Oliva J, Oliva JD. Full-mouth oral rehabilitation in a titanium allergy patient using zirconium oxide dental implants and zirconium oxide restorations. A case report from on going clinical study. *Eur. J. Esthet. Dent.* 5:190-203, 2010.
58. Esposito M, Grusovin MG, Chew YS, Coulthard P, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: 1- versus 2-stage implant placement. *Cochrane Database Syst Rev.* 3:CD006698, 2009.
59. Kohal RJ, Finke HC, Klaus G. Stability of prototype two-piece zirconia and titanium implants after artificial aging: an in vitro pilot study. *Clin. Implant Dent. Relat. Res.* 11:323-329, 2009.
60. Lee J, Sieweke JH, Rodriguez NA, Schüpbach P, Lindström H, Susin C, Wikesjö UM. Evaluation of nano-technology-modified zirconia oral implants: a study in rabbits. *J. Clin. Periodontol;* 36:610-617, 2009.
61. Pirker W, Kocher A. Immediate, non-submerged, root-analogue zirconia implant in single tooth replacement. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 37:293-295, 2008.
62. Pirker W, Wiedemann D, Lidauer A, Kocher AA. Immediate, single stage, truly anatomic zirconia implant in lower molar replacement: a case report with 2.5 years follow-up. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 40:212-216, 2011.
63. Pirker W, Kocher A. Immediate, non-submerged, root-analogue zirconia implants placed into single-rooted extraction sockets: 2-year follow-up of a clinical study. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 38:1127-1132, 2009.
64. Heydenrijk K, Raghoobar GM, Meijer HJ, Van Der Reijden WA, Van Winkelhoff AJ, Stegenga B. Two-part implants inserted in a one-stage or a two-stage procedure. A prospective comparative study. *J. Clin. Periodontol.* 29:901-909, 2002.
65. Goiato MC, Pellizzer EP, dos Santos DM, Barão VA, de Carvalho BM, Magro-Filho O et al. Clinical viability of immediate loading of dental implants: part I- factors for success. *J. Craniofac. Surg.* 20:2139-2142, 2009.
66. Salama H, Rose LF, Salama M, Betts NJ. Immediate loading of bilaterally splinted titanium root-form implants in fixed prosthodontics—a technique reexamined: two case reports. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.* 15:344-361, 1995.
67. Kohal RJ, Weng D, Bächle M, Strub JR. Loaded custom-made zirconia and titanium implants show similar osseointegration: an animal experiment. *J. Periodontol.* 75:1262-1268, 2004.
68. Kohal RJ, Klaus G. A zirconia implant-crown system: a case report. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.* 24:147-153, 2004.
69. Nevins M, Camelo M, Nevins ML, Schupbach P, Kim DM. Pilot clinical and histologic evaluations of a two-piece zirconia implant. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.* 31:157-163, 2011.
70. Hodosh M, Povar M, Shklar G. The dental polymer implant concept. *J. Prosthet. Dent.* 22:371-380, 1969.

71. Bianchi AE, Bosetti M, Dolci G Jr, Sberna MT, Sanfilippo S, Cannas M. In vitro and in vivo follow-up of titanium transmucosal implants with a zirconia collar. *J. Appl. Biomater. Biomech.* 2:143-150, 2004
72. Barter S, Stone P, Bragger U. A pilot study to evaluate the success and survival rate of titanium-zirconium implants in partially edentulous patients: results after 24 months of follow-up. *Clin. Oral Implants. Res.* [Epub ahead of print], 2011.
73. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M, Corsi E, Anello T. Titanium-zirconium alloy narrow-diameter implants (Straumann Roxolid) for the rehabilitation of horizontally deficient edentulous ridges: prospective study on 18 consecutive patients. *Clin. Oral Implants Res.* [Epub ahead of print], 2011.

Yazıřma Adresi:

Dr. Merve BANKOĞLU
Gazi ˘niversitesi Diş Hekimliği Fat˘ltesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Emek / Ankara
E-posta: mervebankoglu@yahoo.com