


Derleme

Dental İmplant Çeşitleri ve Biyomateryaller

Dental Implant Types and Biomaterials

Mustafa Kenan Hürmüzlü¹ , Nur Mollaoğlu² 

ÖZET

Ağız ve diş sağlığı genel sağlık açısından çok önemli olup; diş hastalıkları en sık karşılaşılan sağlık problemleri arasında yer almaktadır. Dental implantlar hastanın eksik diş ya da dişlerinin yerine yapılan protezlere destek olmak amacıyla yapay bir diş kökü gibi kullanılan, çeşitli biyomateryallerden üretilen, silindirik biçimde malzemelerdir. Dental implant tedavisinin başarısını etkileyen faktörler arasında kullanılan materyallerin kalitesi ve biyouyumu oldukça önemlidir. Doku hasarlarına karşı; yüzeyde konfigürasyon geliştirmeleri, dokuyu indüke etmeleri ve inflamasyona karşı red yanıtı oluşturmaları, biyomateryallerin en önde gelen nitelikleri arasında yer almaktadır. Bu nedenle, bu makalenin amacı dental uygulamalarda kullanılan biyomalzemelerin fonksiyonlarını ve kalitesini araştırmaktır.

Anahtar kelimeler: Biyomateryal; Dental implant; Diş eksikliği

ABSTRACT

Oral and dental health is very important in terms of general health and dental diseases are among the most common health problems. Dental implants are cylindrical materials that can be produced from various biomaterials and are used as an artificial tooth root to support the prosthesis made to replace the missing tooth or teeth of the patient. Among the factors affecting the success of dental implant treatment, the quality and biocompatibility of the materials used are very important. Against any damage to the tissue; surface configuration improvements, inducing tissue and producing a rejection response against inflammation are among the most important qualities of biomaterials. Therefore, purpose of this article is to investigate functions and quality of biomaterials used in dental applications.

Keywords: Biomaterial; Dental implant; Missing teeth

Makale gönderiliş tarihi: 17.11.2022; Yayına kabul tarihi: 22.11.2022

İletişim: Dr. Mustafa Kenan Hürmüzlü

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, E blok, Ankara, Türkiye

E-posta: khurmuzlu9090@gmail.com

¹ Doktora Öğrencisi, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

² Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

GİRİŞ

Dental implant, sabit veya hareketli diş protezlerine tutuculuk sağlamak üzere, yapay diş kökü olarak kullanılan, kemiğin içerisine yerleştirilen ve çeşitli biyomateryallerden üretilebilen, silindirik biçiminde bir malzemedir. Biyomateryal ise biyolojik sistemler ile etkileşime geçerek bir dokunun, organın veya vücut fonksiyonunun geliştirilmesi, tedavi edilmesi veya yerine kullanılmak üzere tasarımı yapılmış materyal, malzeme şeklinde tanımlanmaktadır.¹ Biyomateryallerin özel gereksinimlerinin tespit edilmesinden başlayarak malzemelerin sentezlenmesi, implantların dizayn edilmesi, üretilmesi ve klinik testlerinin yapılması FDA (United States Food and Drug Administration) ve CE (European Conformity) gibi öz düzenleyici kurumlarca belirlenmektedir.² Biyomateryaller, sınıflandırılmaları, avantajları ve dezavantajları çalışma kapsamında incelenmiştir.

I. Dental İmplantlar ve Türleri

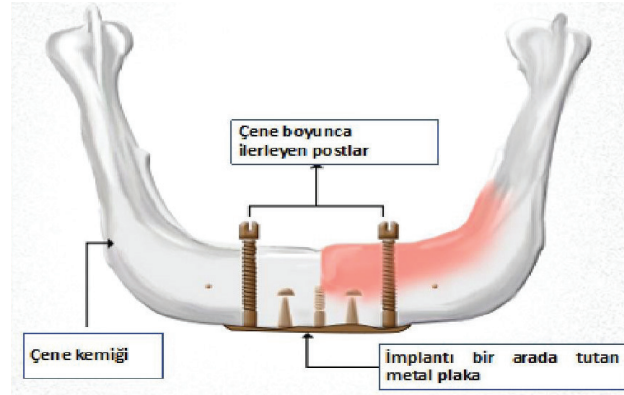
Dental implant uygulamalarının, diş eksikliklerini gidermeye yönelik çağdaş tedavi yöntemlerinden bir tanesi olarak önemi günden güne artmaktadır. İmplantlar, vücudun içine isteğe bağlı olarak yerleştirilen, tümüyle veya kısmen epitel yüzeyin altında kalacak şekilde bir veya daha fazla biyomateryalden üretilmiştir.² Dental implantların uygulanma amacı; hastanın eksik dişinin veya dişlerinin yerine üretilen protezlere; hastanın ağız konforunu, dişlerinin fonksiyonunu ve ağız estetiğini sağlayarak ağız dokularının fonksiyonlarını daha uzun süre yerine getirebilmesine destek olunmasıdır. Dental implantlar için birçok sınıflandırma bulunmaktadır. Yaygın olarak kullanılan sınıflandırmaya göre kemik dokusu ile olan ilişkilerine göre temel olarak transosteal, intramukoza, subperiosteal ve en sık kullanılan endosteal implantlar olmak üzere 4 sınıfa ayrılmaktadır.

1. Transosteal implantlar

Mandibulanın tabanına denk getirilen ve mandibulayı alveolden basise kadar geçerek ulaşan implantlardır. Oldukça geniş ve zor bir cerrahi teknik gerektirdiklerinden günümüzde yaygın bir şekilde uygulanmamaktadır (Şekil 1).³

Mandibulanın alt kenar kısmından başlayarak, mandibulayı vertikal doğrultuyla aşarak, kret tepesinde oral mukozaya kadar uzanabilen bir implant çeşitidir.

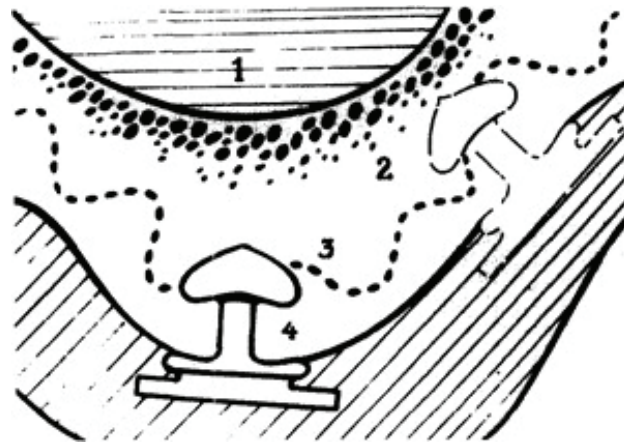
Stabilizasyon aşamasında performansı iyi olarak değerlendirilmektedir fakat boyutlarının büyük olması yine bir dezavantajdır. Başarısızlık gözlemlendiği durumlarda çıkarılmasının zor olması ve çevre dokularda diğer implantlara oranla daha fazla hasar oluşturabilmesi önemli bir dezavantaj olarak görülmektedir.⁴



Şekil 1. Transosteal implantlar.

2. İnamukozaal implantlar

Çıkarılabilir bir proteze yapıştırılmış biyolojik olarak uyumlu bir ek parçayı tutmak için yumuşak dokunun reseptör bölgesinde mekanik bir kilit oluşturma fikri birçok araştırmanın konusu olmuştur. Bu tip implantlar, atrofik maksillanın varlığı, protezde palatinal bölümünün arzu edilmediği ve protezin labial uzantılarının kısılmasının arzu edildiği hallerde yirminci yüzyılın ilk yarısının sonlarına doğru kullanılmıştır fakat günümüzde bu tip implantlar artık kullanılmamaktadır (Şekil 2).^{5,6}

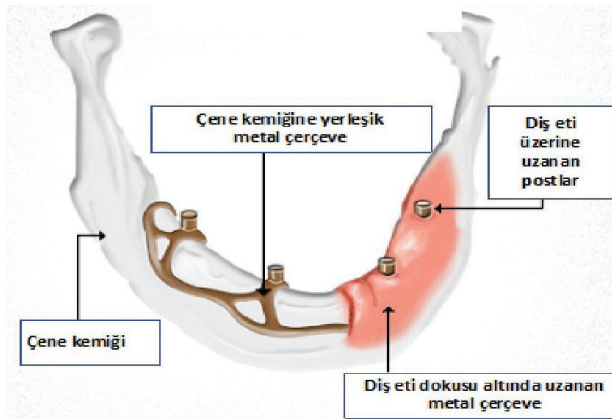


Şekil 2. İnamukozaal implantlar (Mantar şeklinde titanyum insert) Epitel; 2.Submukoza; 3.Fibröz Bağ Doku; 4.Rezidüel alveolar kemik

3. Subperiosteal implantlar

Subperiosteal implantlar normalden fazla kemik rezorpsiyonu olduğu düşünülen durumlarda kullanılırlar. Kafes veya çift taraflı çerçeve biçiminde ince metal alaşımlardan oluşmaktadır. Zamanla fibröz dokuya entegre olan bu implantlar, kemiğe ve periostun alt kısmına yerleştirilir. Bu implantlar, gingivadan ağızın içerisinde yükselmiş uzantılar olup, oral fonksiyonlar sırasında oluşan basıncı kemik üzerine eşit bir biçimde dağıtır (Şekil 3).⁷

Subperiosteal implantlar kemik üzerinden ölçü alınarak kişiye özel olarak üretilir. Bu ölçümün yapılabilmesi için kemik yapı cerrahi bir işlem ile açığa çıkarılır. Periostun altından kemiğe sabitlenen bu implantların zamanla çeşitli derecelerde enfeksiyonlara sebep olabildiği bildirilmiştir. Ayrıca epitelde büyüme ve parestезinin çok olmasından dolayı da tercih edilmeyebilmektedir.⁸

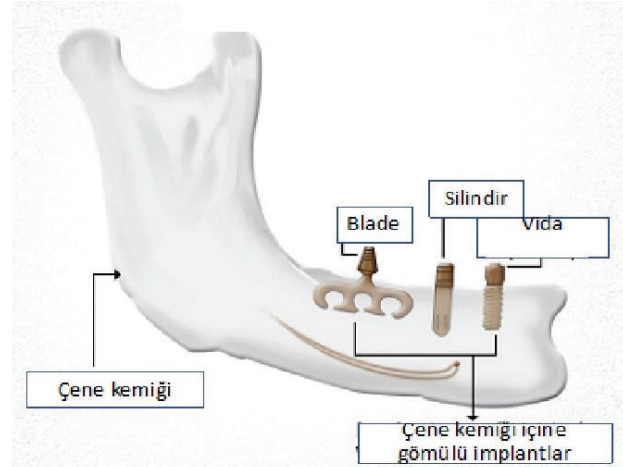


Şekil 3. Subperiosteal implantlar.

4. Endosteal implantlar

Endosteal implantlar, uygun frezlerle hazırlanarak çekilmiş dişin soketine ya da dişsiz alveol kemiğine yerleştirilen implant tipidir. Kemiğin içinde proteze destek olmasını sağlayan implant gövdesi dayanağı ile ankraj oluşturan implantın kendisinden oluşurlar. Bu implant tipi günümüzde en yaygın olarak tercih edilen yöntemdir. Ayrıca diğer implant çeşitleri ile kıyaslandığında osseointegrasyon açısından daha başarılı bir profil çizmektedir (Şekil 4).^{9,10} İmplant ve canlı kemik doku arasında işlevsel, biyokimyasal ve rijid bir bağlantı şeklinde tanımlanan osseointegrasyonu en iyi sağlayan bu endosseoz implantların kullanımı günümüzde oldukça yaygındır.

Endosseöz implantlarında kendi içinde çeşitleri bulunmaktadır. Silindir, blade, konik veya vida şeklindeki formlar endosteal implantların çeşitleri olup, vida biçiminde olanı son zamanlarda sıklıkla tercih edilen implant türüdür.^{5,9,11}



Şekil 4. Endosteal implantlar.

Endosteal implant tipleri

Blade tip implantlar mental foramenin posterior bölgede kret kalınlığının yeterli olmadığı durumlarda kullanılan bir implant türüdür. Temel olarak gövde, boyun ve baş olmak üzere üç kısımdan oluşur. Gövdede yer alan gömülü açıklıklar bu bölgede osseointegrasyonu artırmak için tasarlanmıştır. Ancak normalden daha hızlı bir kemik kaybına yol açtığı ve yumuşak dokuda enflamatuvar yanıtlar oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bunlara ilave olarak cerrahi açıdan zor bir çıkarma işlemi olması sebebiyle günümüzde tercih edilmemektedir.⁷

Silindirik implantlar, primer stabilizasyonu sağlamak için implant dış yüzeyi ve kemik arasındaki sürtünmeye ihtiyaç duyar. Moleküler düzeyde bir retansiyon sağlamak amacıyla bu tip implantların yüzeyi değişik biçimlerde pürüzlendirilmiştir. İmplant çapı ve implant yatağının genişliği bu tip implantlarda dikkate alınması gereken diğer hususlardandır.¹²

Vida tipi implantlar, implante edilebilmeleri için özel ekipmanlara ihtiyaç duyarlar. Bu tipte, kemik dokunun yivlerine göre uygun bir biçimde büyüme eğilimindedir. Dolayısıyla integrasyon yüzey alanı arttığından primer stabilizasyon diğer implantlara oranla daha iyidir. Yapılan farklı çalışmalar vida

tipi implantların yivli yapısından dolayı gelen kuvvetleri kemiğe daha homojen yaydığı ve iletildiğini göstermiştir. Böylece stres kemiğe daha az şiddette iletilmektedir.^{12,13}

Vida tipi implantlara benzeyen bir implant olan vent tipleri ise ankraj yüzeyini geniş tutarak, implant hacmini azaltmayı amaçlar. Bu sayede implant yatağında kemikte oluşabilecek defektlerin önüne geçilmesi beklenir. Kayma direnci implant gövdesinde bulunan deliklere doğru gelişen kemik doku sayesinde artırmaktadır.¹⁰

II. Dental İmplantta Kullanılan Biyomateryaller

İşlevini yitirmiş veya kaybetmeye yüz tutmuş dokular ve organlar için tasarlanan, biyouyumlu, insan vücuduna zararı olmayan sentetik malzemeler ile ya da doğal malzemeler ile yapılmış biyolojik maddelere biyomateryaller denmektedir. İnsan vücudu dokulara uyumlu geliştirilen biyouyumluluğu yüksek biyomateryallere tepki vermez veya daha az tepki gösterir.¹⁴ Biyomateryallerde aranan bazı temel nitelikler bulunmaktadır. Bu nitelikler mekanik dayanım, kimyasal dayanım üzerine yoğunlaşmaktadır. Mekanik dayanım nitelikleri; eğme, çekme, basma, yorulma, aşınma dayanımı, elastikiyet gibi niteliklerdir.

Kimyasal dayanıklılık korozyon dayanıklılığı olarak da adlandırılmaktadır. Bu iki niteliğin dışında biyouyumluluk, biyo inertlik, biyoaktiflik gibi daha çok tıbbi bilimlerin ilgi sahasına giren nitelikleri de taşımaları gerekir. Biyouyumluluk, bir materyalin belli bir uygulanmada uygun bir host tepkisi ile kullanılabilme kabiliyetini temsil etmekteyken; biyo inertlik, biyolojik ortamlarda etkileşime girmeme, biyoaktiflik ise biyolojik olarak aktiviteye girme veya biyolojik aktiviteleri değiştirebilmeme anlamına gelir.¹

Günümüzde biyomedikal uygulamalar için kullanılacak materyaller için yapılan araştırma ve geliştirme faaliyetleri oldukça önemli hale gelmiştir.¹⁵ Biyomateryaller, insan vücudunda hasarlı dokuların görevini kompanse edebilmesi için geliştirilen, vücut dokuları içerisine tamamen ya da kısmen yerleştirilebilen ve doku çevresindeki ekstraselüler sıvılarıyla teması bulunan laboratuvar koşullarında üretilmiş biyolojik uyumlu materyallerdir.^{16,17} Dental implantların yapımında kullanılan biyomateryaller Tablo 1'de gösterilmişlerdir.¹⁸ İmplant uygulamalarında sıkça kullanılmakta olan materyaller titanyum ve magnezyum alaşımlarını içermektedir. Bu materyallere biyoseramikler, biyopolimerler, biyocamlar, porozmetaller ve biyoaktif-inaktif kompozit materyaller örnek olarak gösterilebilir (Tablo 2).^{19,21}

Tablo 1. Dental implantlarda en sık kullanılan biyomateryaller.²⁰

Metaller ve Metalik Alaşımlar	Seramikler ve Karbon Kompozitler	Polimerler ve Kompozitler
Titanyum (Ti), Titanyum 6 Alüminyum (Al) 4, Vanadyum (V)	Alüminyum (Al), Titanyum (Ti) Ve Zirkonyum (Zr) Oksitleri	Polietilenler
Kobalt (Co), Krom (Cr), Molibden (Mo)	Kalsiyum Fosfat Oksitleri (Trikalsiyum Fosfat)	Polimetilmetakrilat
Demir (Fe), Krom (Cr), Nikel (Ni)	Karbon Ve Karbon-Silikon Bileşikleri	Poliüretanlar
Zirkonyum (Zr)		Poliamid Fiberler
Altın (Au), Platin (Pt)		İnsertler ve İntramobil Bileşenler
		Polisülfon
		Silikon Lastik

Tablo 2. Diş hekimliğinde kullanılan üç temel materyalin özelliklerinin karşılaştırılması.

Nitelikler	Metaller	Seramikler	Polimerler
Yüzeysel sertliği	Orta-Sert	Orta-Sert	Yumuşak
Dayanıklılığı	Orta-Sert	Orta-Sert	Orta-Düşük
Tokluğu	Orta	Düşük	Orta
Elastisite modülü	Yüksek	Yüksek	Orta-Düşük
Isıl iletimi	Yüksek	Düşük	Düşük
Isıl genişlemesi	Düşük	Düşük	Yüksek
Özgül ağırlığı	Yüksek	Orta	Düşük
Translüsensi	Yok	Orta-Yüksek	Orta

Metaller ve Metalik Alaşımlar

Sert dokuların işlev göremeyen, bozulmuş ve kaybolmuş fonksiyonlarını geri kazandırabilmek üzere metalik biyomateryaller sıklıkla kullanılmaktadır. Diş kırıklarında, dişin kırılmış bölgesinin implant ile değiştirilmesi veya iyileşmeyi hızlandırmak niyetiyle kırık kısmın tabakalar ve vida aracılığıyla biraraya getirilmesi için korozyon dayanıklılığı ve mekanik nitelikleri kuvvetli olan metalik biyomateryaller kullanılmaktadır. Diş hekimliği uygulamalarında kullanılmakta olan metal alaşımları üç grupta sınıflandırılmaktadır. Bu gruplar; "titanyum ve titanyum 6-aliminyum 4-vanadyum", "kobalt-krom-molibden", "demir- krom-nikel"dir.^{22,23}

Metaller; dayanıklı, kolay şekillendirilebilir, aşınmaya (korozyona) dayanıklı olmaları nedeniyle biyomateriyal kullanımında tercih edilmektedirler. Fakat metallerin; biyoyumluluk seviyelerinin düşük olması, yüksek yoğunlukta olmaları, insan vücudundaki sıvılarda korozyona meyilli olabilmeleri, dokulara nazaran rijid oluşları ve dokusal reaksiyonlara sebep olabileceği gibi dezavantajları bulunmaktadır.^{24,25}

Metal implantların biyoyumlulukları, vücudun içinde korozyona uğramaları ile alakalıdır. Korozyon, metalik materyallerin çevre unsurlarıyla arzu edilmeyen bir şekilde kimyasal reaksiyona girerek oksijen, hidroksit ve başkaca elementler oluşturup bozunması durumudur.²⁶

Tantal, zirkon ve platin gibi yapıların mekanik dayanma seviyelerinin zayıf oluşu nedeniyle implant malzeme şeklinde kullanıma sahaları sınırlı olmaktadır. Yük taşıyıcısı olacak şekilde sıkça kullanılan materyaller; Co-Cr-Mo alaşımları, paslanmaz çelikler, titanyum ve titanyumun çeşitli alaşımları olarak karşımıza gelmektedir.²⁵

Titanyum

Titanyum, diş hekimliğinde dental tedavilerde farklı uygulamalarda kullanıma sahiptir. Titanyumun uygulama alanlarından başlıcaları; dental implantlar, yüzey kaplaması, protez, ortodontik teller ve endodontik döner aletleri şeklinde sayılabilir.

Dental uygulamalarda en kullanışlı biyomateriyal olarak kabul edilerek kullanılan titanyumun ve titanyum türevlerinin belli başlı nitelikleri şöyledir:

- Yoğunluğunun kabul edilebilir ölçüde düşük olması,
- Alaşımında yok denebilecek kadar az ölçüde zararlı faktör bulundurması,
- Dayanımının yüksek seviyede olması ve yorulma ömrünün uzun olması,
- Elastikiyet modülünün düşük olması,
- Oda sıcaklığında kolayca şekillendirilebilir olması,
- Kusursuz bileşenlerle kalıplanabilmesi.²⁰

Titanyum, biyolojik ve mekanik niteliklerinin sunduğu avantajlarla birlikte sabit protezlerin altyapılarında ve hareketli protezlerin iskelet yapımında da kullanılabilen, diğer metallere ve alaşımlara karşı gelişebilen alerjik reaksiyonların oluşmaması açısından avantajlı bir seçenek olarak geçerliliğini sürdürmektedir. Dayanma kuvveti diğer materyallere göre oldukça kuvvetli olduğu için, dentinden veya kortikal kemikten çok daha sert yapıdadır ve insan kemiğine en iyi yaklaşan elastik modüle sahiptir.^{15,27,28}

Kobalt-Krom-Molibden

Krom-kobalt alaşımları, muhtelif nitelikleri nedeniyle parsiyel döküm protezlerde yaygın bir şekilde kullanılmakta olan baz metal alaşımlardır. Krom-kobalt alaşımlarının yüksek sertliğe sahip olması, uzama değerlerinin iyi olması, germe dayanıklılığı göstermesi ve ekonomik olması başlıca avantajları arasındadır.²⁹ Ancak Krom-kobalt alaşımları yüksek erime noktası ve düşük yoğunluk gibi bir dezavantaja sahiptir. Bu nitelikleri dökülebilirlikte güçlüklerle sebep olabilmektedir.³⁰ Kobalt alaşımlarının dental uygulamalarda kullanılması oldukça güçtür. Bu sebeple kullanım alanları da sınırlı düzeyde kalmıştır. Fakat bu konuda yapılan araştırmalar, özel dökme tekniklerinin keşfedilmesine ve son yıllarda seçici lazer sinterleme uygulamasının kullanımını mümkün kılmıştır.^{31,32}

Altın

Altının ve altın alaşımlarının, kararlılıkları, korozyon dirençleri ayrıca ömürlerinin uzun olmalarından ötürü dental tedavilerde kullanışlı metal materyallerdir. Altın alaşımları, saf altına göre daha yüksek mekanik nitelikler taşıdıkları için döküm işlemi uygulanabilir. Altın alaşımlarının %75'i ya da daha büyük oranda altın, artakalan bölümü soy metallerden oluşmaktadır. Daha az altın kapsayan alaşımlar ise daha sert olup; yük taşımaya karşı dayanıklılık seviyeleri daha

üst seviyededir. Bu sebeple kaplama materyali şeklinde rahatlıkla kullanılabilirler.³³

Zirkonya

Zirkonyanın, yer aldığı fiziksel ortamda üstün inert etkisi gösteren bir metal olduğu bilinmektedir. Zirkonya, çok yüksek seviyelerde çatlama ve bükülme direncine sahip bir metaldir. Ancak dental uygulamalarda kullanımında üç önemli sorun ortaya çıkarabilmektedir. Bu sorunlar fizyolojik vücut sıvıları sebebiyle zaman içerisinde gerilme direncinin azalması, kaplama niteliklerinin zayıf olması ve radyoaktif bileşenler içerebilmesidir. Zirkonyanın içinde Uranyum ve Toryum gibi yarılanma ömürleri uzun olan radyoaktif yapılar bulunmaktadır. Uranyum ve Toryum elementlerini zirkonyadan ayırtmak oldukça güç ve masraflı bir işlemdir. Zirkonya (ZrO_2), kimyasal kararlılığı, yüksek sertliğe ve aşınma dayanımına, yüksek seviyede çatlama ve bükülme dayanıklılığı taşıması nedeniyle dental implant uygulamalarında iyi bir performans göstermektedir.³²

Seramikler ve Karbon Kompozitler

Seramikler, iyonik ve kovalent bağlarla bağlı metal, ametal veya yarı metal atomlar içeren inorganik ve metalik olmayan katı materyallerdir. Seramik biyomateryaller, biyo inert seramikler (Alumina, Zirkonya oksit, Kalsiyum sülfat, Pyrolitik karbon) ve biyoaktif seramikler (HAp, β -trikalsiyum fosfat, silika bazlı veya kalsiyum bazlı biyocamlar) olarak iki sınıfa ayrılmaktadır.¹⁹

Biyoseramik materyaller kırılma tokluklarının ve yorulma dayanıklılıklarının düşük oluşu sebebiyle, mekanik olarak eksik kalmaktadırlar. Biyoseramik materyaller basınca karşı dayanıklılıkları oldukça yüksek materyallerdir. Seramik materyaller, bazı dental uygulamalarında çatlak oluşması, yavaş ilerleyen çatlaklar oluşması ve yük tekrarlama sonucunda meydana gelen yorulma şeklinde dezavantajlara sahiptir.^{34,36}

Yüksek yoğunluğa ve yüksek saflık derecesinde olan alümina, korozyona ve aşınmaya dayanıklılığının fazla olması, iyi yüzeysel özellikleri ve biyoyumluluğu nedeniyle dental implantları uygulamasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Plazma püskürtme yöntemi bu tarz alaşımlarda en sık kaplama yöntemi olarak kullanılır.³⁰

Biyoaktif seramikler, canlı dokuyla birleşme ve bütünleşme sağlayabilen niteliğe sahiptir. Kullanımı başarılı olan bir biyoseramik, kemiğin rejenerasyonu, implantın içerisine büyümeyi ve kemikle bütünleşmesini destekler. Kalsiyum bazlı seramikler (kalsiyum sülfat, kalsiyum fosfat ve hidroksiapatit vb.) ve biyocamlar iki biyoaktif seramik sınıfıdır.²⁸

Alümina

Alumina, yüksek saflık ve yoğunluk gibi özelliklere sahip olması, korozyon direncinin iyi olması, dayanıklılığı ve doku dostu olması niteliklerinden ötürü diş implantı uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.³³

Kalsiyum-fosfat (Ca-P) seramikler

Ca-P seramikler, kalsiyum ve fosfat atomlarının çoklu oksitleri şeklinde oluşan seramiklerdir. Hidroksiapatit ($HA:Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$), Trikalsiyum fosfat ($Ca_3(PO_4)_2$) ve Oktakalsiyum fosfat ($Ca_8(PO_4)_3.2OH$) bu yapıların örnekleridir. Kalsiyum fosfat esaslı biyoseramikler, dental uygulamalarda yirmi yıldan fazladır kullanıma sahiptir. Bu materyaller, ortopedik alanda, dental implantlarda, yüz ve kulak kemiklerinde "kemik tozu" şeklinde kullanıma sahiptir.³⁷

Polimerik Biyomateryaller

Dental implantolojide çok tercih edilmeyen polimerik biyomateryaller polietilen, poliamid fiberler veya poliüretanlardır. Diş hekimliğinde immünopatolojik reaksiyonları indüklediği için bilhassa tercih edilmemektedir. Greft materyali ya da bazı protetik bileşenlerin içinde destek yapı olarak kullanılmaktadır.¹⁸

SONUÇ

Biyomateryaller, biyolojik sistemlerle etkileşime geçerek bir dokunun, organın veya vücut fonksiyonunun geliştirilebilmesi, tedavi edilmesi veya yerine geçmesi için kullanılan vücut eklentilerinin üretilmesinde kullanılan materyallerdir. Bu makalede dental implantları üretmek için kullanılan biyomateryallerin temel nitelikleri, türleri avantajları ve dezavantajları, kullanım sahaları ve materyal seçilmesine bağlı olarak müdahale sonrası meydana gelebilecek problemler incelenmiştir. Dental tedavide biyomateryaller, travma sonucu kırılan, çürüme sonucu sökülen dişlerin iyileştirilmesi ve yerine geçmesi için kullanılır.

Biyomateryaller; oluşturdukları dokusal etkileşimler, biyoaktiviteleri ve antimikrobiyal nitelikleri sebebiyle tıpta ve dental uygulamalarda yaygın bir kullanım alanına sahiptirler. Dental implantların üretilmesinde titanyum esaslı implant materyallerinin kullanımı hakim olmaya devam etmektedir. Bununla beraber titanyumla yapılan implant tedavilerinin başarısını yükseltmek üzere çok sayıda yüzey modifikasyonu da geliştirilmektedir. Titanyum ile birlikte son yıllarda üzerinde en fazla araştırma ve geliştirme yapılan implant materyali ise zirkonyum elementidir. Günümüzde mevcut biyomateryallere ek şekilde kullanımına başlanmış olan biyomateryaller, bilhassa biyoaktif cam granülleri; kullanıldıkları uygulamalarda antimikrobiyal etkilerle birlikte direnci artıran bir rol de oynamaktadırlar.

İnsan vücuduyla tümüyle uyumlu, antibakteriyel, antialerjik ve ömrü uzun olan implantların imal edilmesi için araştırma ve geliştirme çalışmaları hala sürmektedir. Son zamanlarda, biyomateryallerin dokularla etkileşimleriyle ilgili araştırmalar yapılmakta ve vücuttaki doğal dokuları yeniden yapılandırmaya dönük biyoyumlu materyaller geliştirilmektedir. Gelecek dönemlerde metal implantlar için biyomimetik ve biyoaktif kaplamaların geliştirilmesiyle birlikte dental uygulamalarda kullanılmak üzere özel tasarlanan kompozitler, fonksiyonel polimerler ve biyo-çözünür materyaller gibi yeni nesil biyomateryallerin kullanımının artması öngörülmektedir.

Önceleri dokuyla temas ettiğinde inert olan materyallerin tercihi söz konusu olurken, bu materyallerin esasen tam olarak inert olmadıkları, kullanılan materyalin her zaman bir miktar çözünme yoluyla dokularda yıkıcı etkiler göstermesinin de olası olduğu görülmektedir. Son yıllardaki eğilim, canlı doku ya da vücut sıvıları ile temas ettiğinde çevresiyle bazı biyokimyasal ve biyofiziksel tepkimelere girerek hem dokuların iyileşmesine yardımcı olan hem de antimikrobiyal etkiler gösteren biyomateryallerin kullanımının tercihi yönündedir.

Çalışmanın sonuçları dental implant üretimi ve kullanımında tüm özellikleri ile ideal bir materyalin mevcut olmadığını, arzu edilen koşullara göre materyallerin olumlu niteliklerinin birleştirilmesi amacıyla karıştırılmaları ve alaşımlar oluşturulması dental uygulamaların amaçlarına daha fazla hizmet edecek gibi görünmektedir. Bu yolla uygulanacak dental te-

daviye daha uygun bir materyallerin oluşturulması mümkün hale gelebilecektir. Gelecekteki araştırma ve geliştirme gayretlerinin biyoaktif cam granüllerinin hem kaide materyallerine hem de dolgu materyallerine eklenmesi olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişimlere odaklanan çalışmalar olması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Williams DF. The Williams Dictionary of Biomaterials. Liverpool: Liverpool University Press; 2011.
2. Sukaryo SG, Purnama A, Hermawan H. Structure and properties of biomaterials. Editors, Mahyudin, F, Hermawan, H. Biomaterials and Medical Devices: A Perspective from an Emerging Country, Chambridge: Springer; 2016.
3. Sullivan RM. Implant dentistry and the concept of osseointegration: a historical perspective. J Calif Dent Assoc 2001;29:737-45.
4. Cranin AN, Sher J, Schilb TP. The transosteal implant: A 17-year review and report. J Prosthet Dent 1986;55:709-18.
5. Evasic RW. Intramucosal implants: A review of concepts and techniques - Single inserts and tandem denserts. Journal Prosthet Dent 1983;49:695-701.
6. Derome J. A bit of history and dental implantology today. Promot Dent 1973;20:12-8.
7. Hahn JA. The blade implant. J Am Dent Assoc 1990;121:402.
8. Bodine RL, Yanase RT, Bodine A. Forty years of experience with subperiosteal implant dentures in 41 edentulous patients. J Prosthet Dent 1996;75:33-44.
9. Stellingsma C, Vissink A, Meijer HJA, Kuiper C, Raghoobar GM. Implantology and the severely resorbed edentulous mandible. Crit Rev Oral Biol 2004;15:240-8.
10. Graber T. Color Atlas of Dental Medicine: Implantology. Am J Orthod Dentofac Orthop 1998;114.
11. Watzek G. Endosseous implants: scientific and clinical aspects. Chicago: Quintessence Pub. Co; 1996.
12. Siegele D, Soltesz U. Numerical investigations of the influence of implant shape on stress distribution in the jaw bone. Int J Oral Maxillofac Implants 1989;4:333-40.
13. Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. Am J Orthod Dentofac Orthop 2006;130: 8-25.
14. Deb SS, Chana S. Biomaterials in relation to dentistry. Front Oral Biol 2015;17:1-12.
15. Kulkarni M, Mazare A, Schmuki P, Iglıç A. Biomaterial surface modification of titanium and titanium alloys for medical applications, Nanomedicine 2014;11:111.

16. Langer R, Tirrell DA. Designing materials for biology and medicine. *Nature* 2004;428:487-92.
17. Ratner BD, Hoffman AS, Schoen F. J., Lemons J. E. *Biomaterials science: an introduction to materials in medicine*. Cambridge: Elsevier Academic Press; 2004.
18. Lang NP, Lindhe J *Clinical Periodontol* New York: Wiley Blackwell; 2013.
19. Güner AT, Meran C. Ortopedik implantlarda kullanılan biyomalzemeler. *Pamukkale Univ Müh Bilim Derg* 2020;26:54-67.
20. Kırkık D, Karabulut B, Öztürk KT, Kalkanlı S. Dental uygulamalarda kullanılan biyomalzemeler. *Nev Bil Tek Derg* 2019;8:145-153.
21. Kümbüloğlu Ö, Oral O. Biyomateryaller. *EÜ Dişhek Fak Derg* 2013;34:27-33.
22. Niinomi M. Recent metallic materials for biomedical applications. *Metallurgical and Materials Transactions A* 2002;33:477-86.
23. Edgerton M, Levine MJ. Biocompatibility: its future in prosthodontic research. *J Prosthet Dent* 1993;69:406-15.
24. Yılmaz GŞ. Biyouyumluluk ve biyomalzemelerin seçimi. *SDU-JESD* 2014;2:303-11.
25. *Metallic Instrumentation, 2004, Biomaterials-From Concept to Clinic*, University of Aberdeen.
26. Taş AC. Synthesis of Biomimetic Ca-Hydroxyapatite Powders at 37°C in Synthetic Body Fluids. *Biomaterials* 2000;21:1429-38.
27. Wataha JC. Materials for endosseous dental implants. *J Oral Rehabil* 1996;23:79-90.
28. Biehl V, Breme J. Metallic biomaterials. *Mat-wiss u Werkstofftech* 2001;32:137-41.
29. Shenoy A, Shenoy N. Dental ceramics: an update. *J. Conserv Dent* 2010;13:195-203.
30. Vincent PF, Stevans L, Basford KE. A comparison of the casting ability of precious and nonprecious alloys for porcelain veneering. *J Prosthet Dent* 1977;37:527-36.
31. Akça H, İyibilgin O, Gepek E. Biyomalzemeler ile implant üretimi sürecinin biyotriboloji yönünden değerlendirilmesi. *DUBİTED* 2020;8:667-92.
32. Mahyudin F, Widhiyanto L, Hermawan H. Biomaterials in orthopaedics. Editors: Mahyudin F, Hermawan H. *Biomaterials and Medical Devices A Perspective from an Emerging Country*, Cambridge: UK, Springer; 2016. p. 161-181.
33. Pasinli A. Biyomedikal uygulamalarda kullanılan biyomalzemeler. *MTED*, 2004;4:25-34.
34. Güven Ş. Biyouyumluluk ve Biyomalzemelerin seçimi. *SDU-JESD*. 2014;2:303-11.
35. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials* 1999;20:1-25.
36. Glauser R, Sailer I, Wohlwend A, Studer S, Schibli M, Schärer P, *et al*. 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;17:285-90.
37. Chakraborty J, Basu D. Potential of stem cell to tailor the bone-ceramic interface for better fixation of orthopedic implants. *Frontiers of Cord Blood Science* 2009;p. 331-357.