



## Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi

dergi web sayfası: <http://dergipark.gov.tr/nevbiltek>

Makale Doi: **10.17100/nevbiltek.535061**

Geliş tarihi: 05.03.2019 Kabul tarihi: 27.12.2019



### Dental Uygulamalarda Kullanılan Biyomalzemeler

Duygu KIRKIK<sup>1</sup>, Barış KARABULUT<sup>2</sup>, Kübra ÖZTÜRK<sup>3</sup>, Sevgi KALKANLI TAŞ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul*

ORCID ID: 0000-0003-1417-6915

<sup>2</sup>*Sultan Abdülhamid Han Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Pedodonti, İstanbul*

ORCID ID: 0000-0001-5556-6237

<sup>3</sup>*Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul*

ORCID ID: 0000-0001-6546-7689

<sup>4</sup>*Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Tıp Fakültesi, İmmünoloji Anabilim Dalı, İstanbul*

ORCID ID: 0000-0001-5288-6040

#### Öz

Genel sağlık için ağız ve diş sağlığı oldukça önemlidir. Ağız ve diş hastalıkları dünyada en yaygın görülen sağlık problemlerinin başında gelmektedir. Diş eti hastalıkları; dişi çevreleyen ve dişi destekleyen kemiğe kadar ilerleyen, dişeti iltihabı ve diş problemlerini kapsamaktadır. Tedavi süresince dental birçok işlemde biyomalzeme kullanılmaktadır. Tedavinin etkinliğini değiştiren unsurlar arasında kullanılan malzemeler, malzemelerin kalitesi ve biyoyumu önem arz etmektedir. Vücut dışarıdan yapısına katılan, yabancı maddelere karşı tepki göstermesine rağmen; dokulara göre geliştirilmiş biyoyumluluk gösteren biyomalzemeleri kabul etmektedir. Doku ortamı içerisinde herhangi bir hasara karşı; yüzey konfigürasyonu geliştirme, dokuyu indüklemeye ve inflamasyona karşı red cevabı oluşturma, biyomalzemelerin en önemli fiziksel özellikleri arasındadır. Bu makale de amaç, dental uygulamalarda kullanılan biyomalzemeleri tanımlamak, sınıflandırmak ve görevlerini araştırmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Dental Hastalıklar, biyomalzemeler, diş hekimliği, tooth

### Biomaterials in Used Dental Application

#### Abstract

Oral and dental health is very important for overall health. Oral and dental diseases are among the most common health problems in the world. Gum diseases involve gingivitis and dental problems, extending to the surrounding and supporting bone. During treatment, biomaterials are used in many dental procedures. There are important factors that change the effectiveness of the treatment like the materials that are used, the quality of those materials, and their biocompatibility. Although the body reacts against foreign substances that are implanted into its structure, the body accepts the biocompatible biomaterials developed for tissues. Against any damage in the tissue environment, improving surface configuration, inducing tissue, and create a rejection to inflammation are among the most important physical properties of biomaterials. The aim of this article is to identify, classify and investigate the biomaterials used in dental practices.

**Keywords:** Dental diseases, biomaterials, dentistry, tooth

## 1. Giriş

Her yıl birçok insan kişisel ağız bakımını ihmal ettiği için periodontal hastalıklara yakalanmakta ve diş kaybı problemleri yaşamaktadır. Dişeti iltihabı ve periodontit içeren hastalıklar; yetişkinlerde oldukça yaygındır ve hastalığın şiddeti yaşla birlikte artış göstermektedir. Periodontal hastalık ve ağız kanseri arasındaki ilişki son on yıldır araştırılan konuların arasında yer almaktadır [1]. Ağız ve diş bakımının yetersiz olması, diş ve dişeti hastalıklarının oluşumunu hızlandırır. Diş hastalıkları oldukça yaygın olmasına rağmen, bu tür hastalıklar önlenebilir ya da kontrol altına alınabilen ve tedavisi mümkün olabilen hastalıklardır. Doğru tedavi yöntemleri; ağız hijyeninin sağlanmasına ve erken sonuç alınmasına olanak sağlar. Ayrıca tüm tedavi yöntemleri hem hastanın hem de hekimin tedaviye aktif olarak katılımını gerektirmektedir [2]. İşlevini yitirmiş ya da kaybetmeye başlamış doku ve organlar için tasarlanmış, biyoyumlu, vücuda zarar vermeyen sentetik malzemelere veya işlenmiş doğal malzemelerle tasarlanmış biyolojik maddelere biyomalzemeler denir. Biyomalzemeler çeşitli doku ya da organların fonksiyonlarını yerine getirmek ya da bu fonksiyonları desteklemek amacıyla kullanılır. Vücut dışarıdan yapısına katılan yabancı maddelere tepki göstermesine rağmen, dokulara göre geliştirilmiş biyoyumluluk gösteren biyomalzemelere tepki göstermez. Hem sert hem yumuşak olabilen interfasiyal dokuların kontrol edilebilir olmasını sağlamak ve zarar görmüş bölgenin hızlı iyileşebilmesine katkıda bulunmak için implant malzemelerinin geliştirilmesi adına biyomalzeme araştırmaları devam etmektedir [3]. Çünkü son yıllarda hem implantoloji bilimindeki ilerlemeler hem de yeni malzemelerin kullanıma sunulması sonucu elde edilen başarılar ve hastaların estetik ve fonksiyonel açıdan diş hekimlerinden taleplerinin gün geçtikçe artması, hekimleri dental uygulamalara yönlendirmektedir. Günümüzde dental uygulamalarda kullanılan biyomalzemeler çok çeşitli olup, kullanım şekli, amacı, yeri gibi durumlar göz önünde bulundurularak çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. Bu malzemeler aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır.

### Metal Alaşımları

- Titanyum ve titanyum 6-alüminyum 4- vanadyum
- Kobalt-krom-molibden
- Demir-krom-nikel

### Seramikler

- Alüminyum oksit
- Hidroksiapatit
- Trikalsiyum fosfat
- Zirkonyum oksit

### Polimerler

- Polimetilmetakrilat
- Polietilen
- Silikon lastik
- Polisülfon

## 2. Metal Alaşımları

Fonksiyonunu yerine getiremeyen, bozunmuş, sert dokuların kaybolan işlevlerini yerine getirebilmek için metalik biyomalzemeler kullanılır. Metalik; biyomalzemelerin sahip oldukları ısı iletkenlikleri, metalik özellikler ve elektriksel nicelikler bu malzemelerin biyomalzeme olarak kullanılabilmesini sağlamaktadır. Diş kırıklarında, kırık bölgenin implantla değiştirilmesi, ya da daha hızlı bir iyileşme sağlamak amacıyla kırık bölgenin tabaka ve vida yardımıyla birleştirilmesi için korozyon dayanımı ve mekanik özellikleri güçlü olan metalik biyomalzemeler kullanılır. Bu malzemeler yapılarında bulunan kristaller yardımıyla oldukça güçlü metalik bağlar oluştururlar. Bu sebeple metalik özellikleri yüksek metal ve alaşımlar biyomalzeme alanında büyük bir önem taşımaktadırlar. Metal alaşımları; özellikle

çene cerrahisi ve diş implantlarında sıkça kullanılır. Bu nedenle; alaşımın ömrü, yorulması, yüzey korozyonu, alerjik özellikleri ve biyolojik uyumluluğu hassasça incelenen ve önem arz eden konulardır [4 ve 5]. Diş uygulamalarında kullanılan metal alaşımları 3 grupta incelenmektedir. Bunlar; titanyum ve titanyum 6-aliminyum 4-vanadyum, kobalt-krom-molibden, demir-krom-nikeldir.

## 2.1 Titanyum ve titanyum 6-aliminyum 4-vanadyum

Titanyum 1790 yılında ilk olarak Reverend William Gregor tarafından tanımlanmıştır ve 40 yıldır bilinen şekliyle kullanılmaktadır [6]. Doğada bulunan en yüksek rezerve sahip, 4. elementtir. Reaktif bir metal olan titanyumun saf olarak elde edilmesi oldukça zor olduğundan, "Kroll Process" metoduyla karbon ve klorin varlığında termal işleme sonucunda elde edilmektedir [7]. Bu işlem sonucunda elde edilen titanyum klorür ( $TiCl_4$ ), sodyum ile muamele edilerek indirgenir ve böylelikle saf titanyuma ulaşılmış olur. Takiben, yumuşak haldeki titanyum öncülü, basınç altında veya argon atmosferinde eritilip bir araya getirilerek titanyum ingotlar elde edilir. Titanyumun başlıca karakteristik özellikleri arasında düşük yoğunluk, yüksek direnç ve biyoyumluluk bulunmaktadır. Diş hekimliğinde titanyumun popüleritesinin artmasına sebep olan bir diğer faktör ise sabit protez üretiminde kullanılan alaşımların galvanik etkiler ihtiva etmesidir [8]. Bu üç elementten oluşan alaşım çok uzun bir zamandan beri diş hekimliğindedir. Son yıllarda ise gittikçe popülerleşen yapay eklem yapımında kullanılmaktadır [4]. Diş hekimliğinde kullanılan alaşımın %25'i Cr, %4'ü Mo geri kalanı ise Co'dur. Özellikle dental uygulamalarda kullanılan titanyum alaşımları, J-fazındaki CpTi, J/L fazındaki Ti-6Al-4V ve L-fazındaki Ti-Mo ortodontik telleridir. Bu malzemeler genel olarak üç ayrı teknik ile üretilmektedir. Döküm, soğuk şekillendirme (freezeleme) en yaygın teknikler olarak sıralanabilir. Farklı teknikler kullanılarak üretilen titanyum çeşitlerinin bileşimleri, yapıları ve özellikleri de birbirinden farklıdır.

### 2.1.1 Diş Hekimliği Uygulamaları

Titanyum, diş hekimliğinde çeşitli uygulamalarda rutin olarak kullanılmaktadır, bu uygulama alanları başlıca; dental implant, yüzey kaplama, protez, ortodontik tel ve endodontik döner aletler olarak sıralanabilir. Dental implant uygulamalarında titanyum ve alaşımlarının kullanılması diğer restoratif alternatiflere göre elastiklik modülünün kemiğe daha yakın olması sebebiyle daha avantajlıdır. Bu sebeple saf titanyum ve Ti-6Al-4V, diş hekimliğinde en sık kullanılan implant materyali haline gelmiştir. Dental ve cerrahi implantlarda kullanılan materyallerde aranan özellikler birbiriyle benzerlik göstermektedir. Fakat, kron ve iskeletler için kullanılacak titanyum türevlerinin (Ti-6Al-4V dışında) diğer titanyum implant materyallerinden farklı özelliklere sahip olması gerekmektedir.

### 2.1.2 Titanyum Kronlar

Son yıllarda sabit ve hareketli protezlerin üretiminde; döküm, CAD-CAM titanyum ve alaşımlar kullanılmaya başlanmıştır. Titanyum, mekanik ve biyolojik özelliklerinin sağladığı avantajların yanı sıra sabit protezlerin altyapılarında ve hareketli protezlerde iskelet yapımında kullanılan, diğer metal ve alaşımlara karşı gelişen alerjik reaksiyonların varlığında da avantaj sağlayan bir alternatif olarak cazibesini korumaktadır. Ancak delaminasyon yani üst yapı porseleninin ayrılması titanyum altyapılı kronlarda en önemli başarısızlık sebeplerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Sadeq ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada porselen ve titanyum bağlantısını araştırmış ve porselenin argon varlığında fırınlanmasının hem döküm hem de CAD-CAM yoluyla elde edilen titanyuma bağlanma gücünü arttırdığını göstermişlerdir [9]. Simantasyon sonrası sabit protezler için kenar açıklığı klinik olarak 120  $\mu m$  olarak kabul edilmektedir. Titanyum sabit protezlerin kenar uyumlarının bu kabul edilebilir aralıkta olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Ayrıca araştırmalar, farklı CAD-CAM teknikleriyle elde edilen kronların klinik olarak kabul edilebilir olduğunu ve elle yapılan uyumlamamanın kenar uyumunu artırdığını ortaya koymuştur.

### 2.1.3 Titanyum İskeletler

Titanyum iskeletlerinin, hareketli protezlerde kullanımı son zamanlarda giderek yaygınlaşmıştır. Fakat bu tarz iskeletleri CAD-CAM tekniğiyle bir bütün olarak üretmek mümkün değildir. Bu sebeple diğer iskeletlerde olduğu gibi titanyum iskeletlerde de döküm tekniği yaygın olarak kullanılmaktadır.

Titanyum iskeletlerin üretim aşamalarının; uzun döküm süreci, yüksek ergime ısısı, döküm yüzeyinde meydana gelen reaktif tabaka, polisaj ve bitim prosedürünün zorluğu ve yüksek maliyet gibi çeşitli dezavantajları mevcuttur. Titanyumun düşük elastiklik modülüne sahip olması kalıcı deformasyon riskini arttırmaktadır. Bu riskten kaçınmak için

titanyum iskeletlerin kroşeleri Co-Cr alaşımlardakine kıyasla daha geniş planlanmalıdır. Öte yandan titanyum kroşeler düşük elastiklik modüle sahip olmaları sebebiyle derin andırkat bölgelerinde protez takılıp çıkarılırken daha az lateral kuvvet oluşturmaktadır. Radyolojik veriler ışığında titanyumun diğer alternatif alaşımlarla kıyaslandığında döküm porözitesine daha yatkın olduğu tespit edilmiştir. Bu yatkınlık özellikle de, porözite kroşe kollarında oluşursa döküm titanyum kroşelerin kırılmasına ortam oluşturmaktadır. CpTi iskeletler çeşitli özellikleri bakımından Co-Cr iskeletlerle benzerlik gösterir. Bu özellikler dökümün netliği, yüzey pürüzlülüğü ve iç porözite olarak sıralanabilir. Ancak klinik olarak değerlendirildiğinde titanyum iskeletler bazı dezavantajlara sahiptir. Yüzey renklenmesi, ağızda metalik tat oluşurması, kroşe tutuculuğunun zamanla azalması, plak birikimine açık olması ve protez kaidesinin iskeletten ayrılması başlıca dezavantajlar olarak sıralanabilir. Titanyum ve alaşımları ilk olarak 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde hala diş ve ortopedik implant alanında yaygın olarak kullanılmaya devam etmektedir. 1969 yılında titanyum diş implantların ilk bulguları yayımlanmış ve implant uygulamaları alanında yeni bir sayfa aralanmıştır. 1969'dan beri titanyum diş implant uygulamaları devam etmekte ve şekil, yüzey özelliklerinin geliştirilmesi yönünde araştırmalar yapılmaya devam etmektedir.

Diş ve ortopedi uygulamalarında kullanılan ve en kullanışlı biyomalzeme olarak kabul edilen titanyum ve titanyum alaşımlarının başlıca özellikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Makul düşük yoğunluk
- Bileşiminde yok denecek az miktarda zararlı etken içermesi
- Yüksek dayanım ve uzun yorulma ömrü
- Düşük elastikiyet modülü (kemiğin dış tabakası ile karşılaştırıldığında)
- Oda sıcaklığında kolay şekillendirilebilirlik
- Kusursuz bileşenlerle kalıplanabilirlik

## 2.2 Kobalt-Krom-Molibden

Kromun en temel iki özelliği sert karpit oluşumunu dengelemesi ve çeliklerin ısı işlem hassasiyetlerini geliştirmesidir. Öte yandan yüksek miktarlarda krom kullanılması ısı ve korozyon direncini geliştirmektedir. Kobalt ise; çeliklerin ısı işlem dönüşümünün yavaşlamasına neden olmaktadır. Böylelikle kobalt, çeliğin yumuşatma olmaksızın yüksek ısılarda çalışabilmesini sağlar. Molibden, çelik alaşımlarında, yüksek sıcaklıklarda sünme dayanımını yükselten, karpiti dengeleyen bir elementtir. Atom büyüklüklerinin birbirine yakın olması bu elementleri sert ve dayanıklı kılmaktadır (Co 0,25; Cr 0,26; Mo 0,28 mikrometre). Kobalt-krom-molibden alaşımları protez ile ilişkili aparatlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Co-Cr-Mo alaşımının başlıca özellikleri arasında, yüksek aşınım dayanıklılığı, parlaklık ve yüksek derecede sertlik yer almaktadır [14]. Bu tarz döküm metal alaşımlarının diş hekimliğinde uzun yıllardır kullanılması iyi mekanik özellikler, biyouyumluluk ve yüksek metal-seramik bağlanma dayanımı gibi bu alaşımların ortaya koyduğu çeşitli avantajlardan kaynaklanmaktadır. Restorasyonun klinik başarısı metal destekli seramik restorasyonlarının yapımında kullanılan metal alaşımlarının özelliklerine bağlıdır. Örneğin; çoklu diş eksikliği barındıran vakalarda kıymetli metal alaşımların bükülme direncinin istenilen yükseklikte olmaması, bu alaşımların kullanım alanını daraltmaktadır. Ni-Cr ya da Co-Cr gibi soy olmayan metal alaşımlar soy metallere kıyasla daha ekonomik olmaları sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

Krom-kobalt alaşımları çeşitli özellikleri sebebiyle parsiyel döküm protezlerde yaygın olarak kullanılan baz metal alaşımlarıdır. Yüksek sertlik, uzama değerleri, germe dayanımı göstermeleri ve ekonomik olmaları sağladıkları başlıca avantajlar arasında yer alır [19,26,27]. Fakat bu alaşımlar yüksek erime noktasına ve düşük yoğunluğa sahiptirler. Bu durum dökülebilirlikte zorluklara neden olabilmektedir [15 ve 16].

## 2.3 Nikel-Krom-Molibden

Nikel; yapısı sert, rengi gümüş-beyaz bir metaldir. Periyodik cetvelde geçiş metalleri arasında yer alır. Krom kırılabilirliği yüksek, rengi gümüş-beyaz olan bir elementtir. Periyodik cetvelin IVB grubunda yer alır. Mo ise yapısı sert, dayanıklılığı yüksek, rengi gümüş-beyaz bir elementtir. Tıpkı nikel gibi Mo da periyodik cetvelde geçiş metalleri arasında yer alır. Ni-Cr-Mo alaşımı dental protez yapımında kullanılmaktadır. Bu alaşımın mekanik sağlamlılığı, korozyona karşı güçlü olması ve düşük ekonomik maliyeti onu dental kullanıma elverişli hale getirmiştir Bu alaşımın korozyondan korunması için, özellikle krom oksitlerinin, tuzlu çözeltilerde oksitli dış katman yapısı, çeşitli fizyolojik şartlar göz önünde bulundurularak pasifleştirilir [17]. Bu koruyucu film, insan vücudunda sağlığa zararlı olan serbest iyonları kırabilen, korozyon çevresindeki mekanik strese maruz kalır. Genelde çelikler büyük miktarda, krom ve nikel

içermektedir. Bu elementler düzgün bir içyapı, metal yüzeyinde korozyona dirençli oksit tabakasıyla film oluşturmaktadır. Yüksek krom miktarı, çeliğin korozyon direncini oldukça arttırmaktadır.

### 3. Seramikler

Seramik; yüksek ısıl işlemde bir ya da birden fazla metalin, metal olmayan bir elementle birleştirilmesi neticesinde elde edilen inorganik bileşiktir. Seramik ve türevleri dental uygulamalarda yaygın olarak kullanılan bir malzeme grubudur. Bu malzeme grubu oldukça çeşitli bir ürün yelpazesine sahiptir [18]. Seramiklerin ağız boşluğunda oluşan fonksiyonel tepkilere karşı, dayanıklılığının yetersizliği ve pahalı oluşu dezavantajlarından biridir. Bu yüzden, dental implant üzerinden yapılan, prostetik yapılara olanak sağlamak için bu malzemeler molar ve premolar alanlarda kullanılmaktadır. Metaller gibi diğer dental malzemelerle karşılaştırıldığında, dental seramiklerde daha az miktarda kırılma olaylarına rastlanılır [19]. Dental uygulamalarda kullanılan porselen malzemeler, ışığı yansıtma özelliğine sahip olduğu için, doğal diş yapısına daha yakındır. Elde edilebilir istenen renk ve biyolojik uyumluluğu gibi özelliği sayesinde, ağız içinde kimyasal reaksiyona girme özelliği olan metallerden daha üstündür. Bu yüzden alt yapısı metal olan, seramik kronlarda metal korozyonu ve alerjik etkiler gözlenmemiştir. Doğal diş dokusuna yakın olduğundan dolayı, ısıl genişleme katsayısına ve ısıl elektrige sahiptir. Homojen yapıda ve sıkışma kuvvetine karşı oldukça dayanıklıdır [20] Seramikler diş hekimliğinde ve dental teknolojide geniş bir kullanım alanına sahiptir. Dental uygulamalarda kullanılan seramikleri 4 grupta inceleyebiliriz.

- Dolgu Restorasyonları – Bilgisayar Destekli Tasarım – Bilgisayar Destekli Üretim (BDT-BDÜ) yöntemiyle hazırlanmış
- Döküm (seramizasyon ile cam) - Sinterize Edilmiş
- Kronlar ve Kısa Köprüler - BDT-BDÜ yöntemiyle hazırlanmış - Döküm (seramizasyon ile cam) - Sinterize edilmiş
- Metal veya seramik başlık, kron veya köprülerin kaplanması.

#### 3.1 Alüminyum Oksit

Diş hekimliğinde kullanılan uygulamalar için bilinen en kuvvetli seramik, alüminyum oksit ve zirkonyum oksit seramikleridir. Procera allceram sistemi ile CAD-CAM teknolojisi kullanılarak yoğun olarak sinterlenmiş, saf ve yüksek dayanıklılıkta %99.5 alüminyum oksit altyapılar üretilmektedir [21]. Çok opak olarak bilinen bu seramikler aynı zamanda %100 oranında kristallendirilme özelliğine sahiptir. Alüminyum oksit bazlı bir materyaldir ve Spinell kristal özelliği sayesinde, saf alüminyum oksit ile kıyaslandığında kayda değer bir şeffaflık sağlar. Fakat bu şeffaflık seviyesi yine de silikon oksit esaslı seramikler ile elde edilen derecede yüksek değildir [22]. Özellikle, oksit seramikler diş hekimliğinde çok dayanıklı ve sert olduğu için yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Alüminyum kor yapısı şeklindedir. Alüminyum nanopartikülleri dayanıklı ve çatlakları doldurmada oldukça başarılıdır. Alüminyum oksit ile implant üstü seramik kuronlar ve implant-üstü titanyum ile köprü altyapılarının üretilebilir.

#### 3.2 Hidroksiapatit

Kalsiyum tuzu olan hidroksiapatit, dişin mine ve dentin tabakalarında ve buna ek olarak kemikte bulunmaktadır. Kimyasal formülü  $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$  'dir [23]. Delikli bir yapıya sahip olan hidroksiapatit deniz mercanından derive edilerek elde edilen bir materyaldir. İnsan kemiğinin mineral yapısına oldukça benzediği için çok fazla kullanışlıdır. Oksijenle tepkimeye girmez. Esnekliği az ve tamamen kırılabilir olmasına rağmen, doğada elmadan sonra gelen en sert moleküldür. Hidroksiapatit kemik dokusunun inorganik yapısını oluşturan kalsiyum fosfat esaslı bir biyomalzemedir. Dental uygulamalarda kullanımda olmakla beraber, sağladığı yüksek biyoyumluluk sebebiyle yapay kemik olarak çeşitli protezlerin yapımında, çatlak ve kırık kemiklerin onarımında ve metalik biyomalzemelerin kaplanmasında kullanılmaktadır [24]. Hidroksiapatitin biyoyumu çok iyidir ve dokularla direkt kimyasal bağ kurarak, partiküllerinin kemiğe yerleştirilmesini veya yeni doku oluşumunu sağlamaktadır.

#### 3.3 Trikalsiyum Fosfat

Trikalsiyum fosfat, fosforik asitin bir kalsiyum tuzudur. Kimyasal formülü  $Ca_3(PO_4)_2$  'dir [25]. Kalsiyum fosfat malzemeleri bileşende kemiğe benzerdir. Sentetik malzemeler grubuna ait olan trikalsiyum fosfatın, biyoaktif ve osteokondüktif özelliği vardır. Dental uygulamalarda kullanılan farklı formlarda kalsiyum fosfat formları vardır.

Trikalsiyum fosfatın bazı polimorflarda  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , and super- $\alpha$  gibi formları bulunmaktadır. Sadece  $\alpha$  ve  $\beta$  olan iki fazı biyomalzemelerde kullanılmaktadır. Trikalsiyum fosfat, iskelete ait dokuya benzer, kimyasal bir bileşendir ve kristalografik yapısı vardır. Kemik hücreleri yönündeki immatür hücrelerin farklılaşması da dahil, kalsiyum fosfat malzemelerinin canlı dokuyla olan pozitif etkileşimini göstermektedir. Bu malzemeler; biyomalzemelerin yüzeyinde büyüme bağdaştırıcı kemik proteinlerinin emilimiyle tetiklenir ve interfaz boyunca kemiğe bağlanan kimyasal bağlar vardır. Böylece biyokimyasallar aracılığıyla osteogeneze sıkıca bağlanmıştır. Trikalsiyum fosfat, borular, kanallar ve porların içerisinde, yüzey üzerinde olan kemiklerin büyümesine izin verir [25 ve 26].

Trikalsiyum fosfat yapısal kararlılığı bakımından hidroksiapatit ile benzerlik gösteren bir kristaldir. Çözünürlükleri kıyaslandığında nötral pH'da trikalsiyum fosfat hidroksiapatite göre daha kolay çözünür. Nötral pH'da TCP diş yüzeyinde florid ile birleşerek, kalsiyum florid oluşturur. Böylelikle remineralizasyon prosesi hız kazanır. Birçok çalışma dişleri koruma açısından TCP eklenmiş NaF içerikli florid verniklerin alternatiflerinden daha efektif olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte TCP eklenmiş NaF içerikli florid vernikler mine sertliğinin artırılmasında da etkin bir rol oynamaktadır. Bazı çalışmalarda ise sadece TCP değil aynı zamanda CPP-ACP eklemenin de florid içeren ağız sağlığı ürünlerinin (diş macunları ve florid vernikleri gibi) etkinliklerini kayda değer şekilde arttırdığı bulunmuştur. Teoride ve in vitro çalışmalarda CaF içeren ürünlerin daha efektif oldukları kabul ediliyor olsa da klinik araştırmalarla %5'lik NaF içerikli ürünlerin etkinliğinin daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Bu sebeple son zamanlarda yapılan araştırmalarda TCP ve NaF daha sık bir arada kullanılmaktadır (Al Amoudi 2013). Sathyakumar ve ark 2011 tüm bunlara ek olarak CPP-ACP, CPP-ACPF (CPP-ACP ve 900 ppm florid) ve TCP (TCP ve 950 ppm florid) içerikli remineralizasyon ajanlarının etkilerinin karşılaştırıldığı ve SEM altında incelenen bir çalışmada TCP'nin en yüksek düzeyde remineralizasyon sağladığı belirlenmiştir [27].

### 3.4 Zirkonyum Oksit

Zirkonyum sembolü "Zr" olan bir elementtir. Periyodik tablonun D grubuna ait bir geçiş elementidir ve heksagonal kristal formunda bir yapı gösterir. Zirkonyum oksitin alümina seramiklerine göre oldukça çatlama ve bükülme direnci yüksektir. Kimyasal ve boyutsal kararlılığa sahip olan zirkonyum metalinin yüksek dayanımı ve elastikliği vardır. Renginin sağladığı renk avantajı sebebiyle estetik diş hekimliği uygulamalarında alt yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır [28]. Sertlik ve aşınma dayanımı açısından güçlü bir karakteristik özelliği vardır. Bu yüzden korozyona karşı dayanıklıdır ve zirkonyum; beyaz renkli ve yarı şeffaf özelliği sayesinde ışığı geçirebilme özelliğine sahiptir. Daha da fazlası ışık geçirgenliği özelliği sayesinde doğal dişe en yakın görüntü elde edilebileceğinden dolayı estetik diş hekimliği uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Zirkon kuronların bu sebeple diğer metal destekli kuronlara göre üstünlüğü fazladır. Sonuç olarak zirkonyum oksit ile zenginleştirilmiş seramikler, oksit seramikler içerisinde çok önemli bir role sahiptir. Bileşiklerin yaklaşık olarak %94'ünü oluşturan karbonlar, bilinen elementlerin çok yönlü olanıdır. Karbon temelli sentetik bileşiklerin üretilmesi ve kullanılmasını birçok ülkede etkilemiştir [29 ve 30]. Karbonlar; aynı zamanda dişlerde hastalığın tanımlanmasında yardımcı olurlar ve birçok malzemenin yapımında kullanılmaktadırlar. Günümüzde yüksek dayanıklılığı, biyoyumu ve iyi kimyasal stabilite eden özelliği sayesinde dental malzemeler arasından en ideal malzeme olarak kabul edilir ve doğal görünüm özelliği sayesinde estetik diş uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Zirkonyum çeşitli özelliklerinden dolayı dental uygulamalarda yaygın olarak kullanılır. Dayanıklılık ve korozyona karşı direnç bu özelliklerin başlıcalarıdır. İmplantolojide implant ara parçası olarak, ortodontik tedavide ortodontik braket yapımında, protetik restorasyonlarda post kor materyali olarak ve kron köprü restorasyonlarında alt yapıyı kuvvetlendirmek, tedavide kompozit reçine içine farklı oranlarda ilave edilerek kompozit materyalini güçlendirmek için kullanılmaktadır.

Co-Cr-Mo alaşımı medikal alanda proteze ilişkin aparatlarda oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu alaşımın en önemli özelliği; aşınmalara karşı dayanıklı olması ve parlak olması, yüksek derecede sert olmasıdır.

### 4. Polimerler

Monomer adı verilen küçük moleküllerden oluşan polimer, büyük moleküllerin yapısında bulunan doğal veya sentetik bir maddedir [30]. Polimerler düşük molekül ağırlığına sahip monomerlerin kimyasal yolla birleştirilmesiyle oluşmaktadır. Restoratif diş hekimliğinde ve kozmetik de kullanılan en ana malzemelerden biri dental polimerlerdir. Dental polimerler diş kaplamaları, diş dolguları gibi alanlarda oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Kozmetik dental prosedürler için polimerin formları kullanılmaktadır [32-34].

#### 4.1 Polimetilmetakrilat

Formülü ( $C_5O_2H_8$ )n olan bileşenin saydam ve yarı saydam olabilir, renkli ve renksiz çeşitleri, kolay işlenebilen ve delinebilen polimetilmetakrilatın, hafif plastik bir yapısı vardır. Polimetilmetakrilat (PMMA) 'nın güçlendirilmesinde karbon, safir, aramid, polietilen, cam gibi fiberler kullanılmaktadır [35]. PMMA'nın kadmiyum içermemesi, ısı ile polimerize olması, renk sabitliğine sahip olması da en bilinen özellikleri arasındadır [32].

Polimerler; özellikle de polimetilmetakrilat (PMMA), sağladığı farklı avantajlar nedeniyle dental uygulamalarda sıkça kullanılmaktadır. Yüksek klinik performans, estetik görünüm, yüksek doku uyumu, uygulama ve tamir kolaylığı polimerlerin sağladığı avantajların bazılarıdır. Tüm bu olumlu özelliklerinin yanında polimerlerin çeşitli mekanik dezavantajları da mevcuttur. Çarpma dayanıklılığı, yorulma direnci ve transverse dayanıklılık gibi özelliklerinin zayıf olması dezavantajların başlıcaları olarak sıralanabilir. Bu dezavantajların üstesinden gelmek amacıyla endüstride birçok alanda yapıldığı gibi diş hekimliği uygulamalarında polimerlerin içerisine farklı tip ve yapıda fiberler eklenip böylelikle mekanik ve fiziksel özellikler iyileştirilmektedir. Silika cam fiberler ile güçlendirilmiş polimerler incelendiğinde mekanik, biyolojik ve fizikokimyasal özelliklerinin dental uygulamalarda kullanıma uygun olduğu gözlenmiştir. Polimerler, birbirinin aynı olan monomerlerin polimerizasyon adı verilen reaksiyon ile bir araya gelerek kendini tekrar etmesiyle oluşur. Bu yapının mekanik özelliklerini yapı içerisine çapraz bağlantı ajanları ilave edilerek geliştirilebilir. Bu bağlantı ajanlarının sağladığı en büyük yarar küçük yüzey çatlaklarına çapraz bağlantı içeren polimerlerin yüksek direnç gösteriyor olmasıdır. Polimer oluşum reaksiyonu olarak da bilinen polimerizasyon reaksiyonu sonsuza karar devam edebilen bir tekrarlayan reaksiyon çeşitidir. Bu reaksiyon hiçbir zaman sonlanmaz ve kütle içinde her zaman bir miktar monomer kalır. Polimerin biyoyumluluğu ve fiziksel özellikleri bu kalan artık monomerin miktarına göre değişiklik göstermektedir. Artık monomer miktarı aynı zamanda çeşitli alerjik reaksiyonlara, enflamasyona veya oral mokoza irritasyona neden olabilir. Metil-metakrilat monomerinin (MMA) polimerizasyonunun sonunda çeşitli miktarlarda monomer açığa çıkar. Monomerin ortaya çıkacağını belirleyen faktör polimerizasyon reaksiyonu sırasında uygulanan ısı miktarıdır. Yüksek ısılarda, özellikle de cam dönüşüm sıcaklığının üzerindeki ısı değerlerinde artık MMA monomer konsantrasyonunun % 1'den de az olduğu bildirilmiştir. Polimerlerde artık monomer miktarını azaltmak için polimerizasyon reaksiyonu sonrası iki ayrı uygulama yapılmıştır. Bu uygulamaların ilki ilave ısı uygulaması diğeri ise mikrodalga ışını uygulamasıdır. Akrilik rezin protezler duyarlılığa ve alerjik reaksiyona sebep olabilir riski taşımaktadır. Bu riskleri azaltmak amacıyla protezlerin polimerizasyonundan sonra sıcak su (50 °C) içerisinde bir saat kadar bekletilmesi tavsiye edilmiştir. Bu uygulamanın polimerin cam dönüşüm sıcaklığını arttırdığı bildirilmiştir. Böylelikle artık monomer miktarının azaltılabileceğinden bahsedilmiştir.

#### 4.2 Dental Silikon Lastik

Ana maddesi silikon olan malzemelerde polimer zinciri; silikon ve oksijenin bağlanması ile bir siloksan zincirinin meydana gelmesiyle oluşmaktadır. Merkez zincirin etrafında dimetil polisiloksan gibi farklı organik kökler eklenerek bileşik elde edilir. Likit silikon polimerlerin bazıları çeşitli katalizatörler kullanılarak lastiklere dönüştürülebilir. Katalizatör katılımıyla birlikte zincir uzunluğu artar ve çapraz bağlantılarla ek polimerizasyon gerçekleşir. Böylelikle daha büyük moleküller elde edilir. Dental silikon ölçü materyallerinin temeli bu reaksiyondur. Çapraz bağlanma ajanları da bu reaksiyona katılarak yüksek elastisiteye sahip bir polimer üretilebilir [36]. Dental silikon lastikler üstün kaliteye sahiptir. Oldukça dayanıklı olan dental silikon lastikler, güvenilir bir performansla sahiptir. Ölçü maddesi ve yapıyı artırıcı gibi özellikleri vardır.

#### 4.3 Polisülfon

Dental uygulamalarda kullanılan aletler yapılırken, polisülfon (PSF) kullanılır. Yüksek sıcaklıklarda amorf olabilen, saydam veya yarı-saydam polimerle olmakla birlikte, yüksek aşınma direncine, termal hidrolize ve termal kararlılığa sahip bir maddedir. Toksik olmaması onun en büyük avantajıdır. Polisülfon özellikle tıbbi araç ve gereçlerde, dental aletlerde ve implant malzemelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

## 5. Sonuç

Biyomalzemelerin diş hekimliğinde genel kullanım alanları, oldukça geniştir. Özellikle; hastalıklı ve hasar görmüş kısımların yerine kullanmak, iyileşmeye yardımcı olmak, fonksiyonelliği arttırmak, tedaviye yardımcı olmak, kozmetik problemleri düzeltmek ve teşhise yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Son yıllarda, biyomalzeme/doku etkileşimleri üzerine önemli çalışmalar yapılmaktadır [37]. Vucut sıvıları ile uyumlu birçok yeni biyomalzeme geliştirilmektedir ve biyomalzemeler ve hücrelerle yapılan doku çalışmaları da bu alanın önemini vurgulamaktadır. Bu yüzden doğal dokuların yapılanmasını sağlayan ve vücut sıvılarıyla uyumlu, toksik olmayan, zararsız biyomalzemeler geliştirilmeye ve keşfedilmeye devam edilmektedir.

## 6. Kaynaklar

- [1] Lorenzo, J., M. Horowitz, and Y. Choi, Osteoimmunology: interactions of the bone and immune system. *Endocr Rev*, 2008. 29(4): p. 403-40.
- [2] Gostemeyer, G., S.R. Baker, and F. Schwendicke, Barriers and facilitators for provision of oral health care in dependent older people: a systematic review. *Clin Oral Investig*, 2019.
- [3] Deb, S. and S. Chana, Biomaterials in Relation to Dentistry. *Front Oral Biol*, 2015. 17: p. 1-12.
- [4] Niinomi, M., Recent metallic materials for biomedical applications. *Metallurgical and Materials Transactions A*, 2002(33): p. 477.
- [5] Edgerton, M. and M.J. Levine, Biocompatibility: its future in prosthodontic research. *J Prosthet Dent*, 1993. 69(4): p. 406-15.
- [6] Jorge, J.R., et al., Titanium in dentistry: historical development, state of the art and future perspectives. *J Indian Prosthodont Soc*, 2013. 13(2): p. 71-7.
- [7] Chen, G.Z., D.J. Fray, and T.W. Farthing, Direct electrochemical reduction of titanium dioxide to titanium in molten calcium chloride. *Nature*, 2000. 407(6802): p. 361-4.
- [8] Hubalkova, H. and I. Linetskiy, New trends in prosthetic dentistry. *Prague Med Rep*, 2006. 107(2): p. 149-64.
- [9] Sadeq A, Cai Z, Woody RD, Miller AW. Effects of interfacial variables on ceramic adherence to cast and machined commercially pure titanium. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2003; 90: 10-17.
- [10] Zhang, F., et al., Preparation, microstructures, mechanical properties, and cytocompatibility of TiMn alloys for biomedical applications. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 2010. 94(2): p. 406-13.
- [11] Hrabec, N.W. Characterization of cellular titanium for biomedical applications. 2010. 71-10, 6370;262.
- [12] Juodzbalys, G., Sapragnoniene, M., Wennerrberg, A, New Acid Etched Titanium Dental Implant Surface. *Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal*, 2003: p. 101-105.
- [13] He, G., et al., Nanostructured Ti-based multi-component alloys with potential for biomedical applications. *Biomaterials*, 2003. 24(28): p. 5115-20.
- [14] AB, A. ASTM F75 CoCr Alloy. 2007; Available from: <http://www.arcam.com/wp-content/uploads/Arcam-ASTM-F75-Cobalt-Chrome.pdf>.
- [15] Donald A. Nitkin DDS, M., Evaluation of alternative alloys to type III gold for use in fixed prosthodontics. *The Journal of the American Dental Association* 1976. 93(3): p. 622-629.
- [16] Vincent PF, S.L., Basford KE, A comparison of the casting ability of precious and nonprecious alloys for porcelain veneering. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 1977. 37(5): p. 527-536.
- [17] Nilo A. Sampaio, J.W.J.S., Heloisa A. Acciari, Eduardo N. Codaro Study of Ni-Cr-Mo Alloys for Fixed Dental Prostheses in an Aqueous Solution of 0.05% NAF and in Commercial Mouthwashes. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 2013. 2(12).
- [18] H, A., Biyomalzemeler. *Bilim ve Teknik*, 2002: p. 2-11.
- [19] Shenoy, A. and N. Shenoy, Dental ceramics: An update. *J Conserv Dent*, 2010. 13(4): p. 195-203.
- [20] Melahat ÇELİK , C.B., Gülsen BAYRAKTAR, Diş Hekimliğinde Zirkonya Uygulamaları. *J Dent Fac Atatürk Uni*, 2014. 8: p. 106-116.
- [21] Raghavan, R.N., Ceramics in Dentistry, in *Sintering of Ceramics- New Emerging Techniques* March 2nd 2012.
- [22] Guido Heydecke, M.S., Michael E Razzoog, Evolution and Use of Aluminum Oxide Single-Tooth Implant Abutments: A Short Review and Presentation of Two Cases. *The International journal of prosthodontics*, 2001. 15(5): p. 488-93.
- [23] Pepla, E., et al., Nano-hydroxyapatite and its applications in preventive, restorative and regenerative dentistry: a review of literature. *Ann Stomatol (Roma)*, 2014. 5(3): p. 108-14.



- [24] Ahmet Pasinli, R.S.A., Yapay Kemik Uygulamaları İçin Hidroksiapatit. Biyo Teknoloji Elektronik Dergisi, 2010. 1(1): p. 41-51.
- [25] Hofmann, K.S.G.B.T.S.F.W.T.K.T., Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry2008, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry.
- [26] Aytuğ, E.Ö., Kemik İçi Dental İmplantlarda Bağ Dokusu ve Kemik Birleşimi. G.Ü. Dişhek. Fak. Der., 1991. 3(2): p. 171-182.
- [27] Sathyakumar S, Rajkumar K, Mahalaxmi S, Meenakshi Sundaram K, Ragavi P. Brush away demineralization-An in vitro SEM study. Streamdent, 2(3); 2011; 186-90.
- [28] Depprich, R., et al., Osseointegration of zirconia implants: an SEM observation of the bone-implant interface. Head Face Med, 2008. 4: p. 25.
- [29] Gaviria, L., et al., Current trends in dental implants. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg, 2014. 40(2): p. 50-60.
- [30] Glazer, B., Restoration of endodontically treated teeth with carbon fibre posts--a prospective study. J Can Dent Assoc, 2000. 66(11): p. 613-8.
- [31] Iviglia, G., S. Kargozar, and F. Baino, Biomaterials, Current Strategies, and Novel Nano-Technological Approaches for Periodontal Regeneration. J Funct Biomater, 2019. 10(1).
- [32] Gautam, R., et al., Biocompatibility of polymethylmethacrylate resins used in dentistry. Journal of Biomedical Materials Research Part B-Applied Biomaterials, 2012. 100B(5): p. 1444-1450.
- [33] Park, S.E., M. Chao, and P.A. Raj, Mechanical properties of surface-charged poly(methyl methacrylate) as denture resins. Int J Dent, 2009. 2009: p. 841431.
- [34] Badami, V. and B. Ahuja, Biosmart materials: breaking new ground in dentistry. ScientificWorldJournal, 2014. 2014: p. 986912.
- [35] Polat, N.T., Polimetil Metakrilat (PMMA)'ların Cam Fiberler Güçlendirilmesi. Cumhuriyet Üniversitesi, 2002. 5(1): p. 41-45.
- [36] Arıkan, A., Silikon ve Polieter Lastik Esaslı Ölçü Materyalleri G.Ü. Dişhek. Fak. Der. , 1986. 3(1): p. 213-224.
- [37] Güven Ş. Biyouyumluluk ve biyomalzemelerin seçimi. Journal of Engineering Sciences and Design 2(3),SI:BioMechanics2014, 303-311, 2014.