

*Ekim 2024*

# PERİODONTOLOJİ

ALANINDA ULUSLARARASI ÇALIŞMA VE DEĞERLENDİRMELER

## EDİTÖRLER

PROF. DR. HATİCE EBRU OLGUN

DOÇ. DR. MELTEM KARŞIYAKA HENDEK

**Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana**

**Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi**

**Birinci Basım / First Edition • © Ekim 2024**

**ISBN • 978-625-6319-86-8**

**© copyright**

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

**Serüven Yayınevi / Serüven Publishing**

**Türkiye Adres / Turkey Address:** Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

**Telefon / Phone:** 05437675765

**web:** www.serüvenyayınevi.com

**e-mail:** serüvenyayınevi@gmail.com

**Baskı & Cilt / Printing & Volume**

Sertifika / Certificate No: 47083

PERİODONTOLOJİ  
ALANINDA  
ULUSLARARASI ÇALIŞMA  
VE DEĞERLENDİRMELER

Ekim 2024

Editörler

PROF. DR. HATİCE EBRU OLGUN  
DOÇ. DR. MELTEM KARŞIYAKA HENDEK



## İÇİNDEKİLER

### Bölüm 1

#### PERİODONTOLOJİDE LAZER UYGULAMALARI

*Muhammed Furkan ÖZCAN*..... 1

### Bölüm 2

#### PERİ- İMPLANTİTİS VE TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

*Tuğçe DÖNMEZER* ..... 35

### Bölüm 3

#### ANTİMİKROBİYAL FOTODİNAMİK TERAPİ

*Akgül Gizem Telli*..... 49

*Halil İbrahim Şık* ..... 49

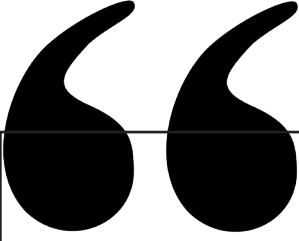
*Osman Fatih Arpağ*..... 49

### Bölüm 4

#### PERİ-İMPLANT PLASTİK CERRAHİ

*Muhammed Furkan ÖZCAN*..... 67





# Bölüm 1

## **PERİODONTOLOJİDE LAZER UYGULAMALARI**

*Muhammed Furkan ÖZCAN<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Araş. Gör. Muhammed Furkan ÖZCAN  
Kırıkkale Üni. Diş Hek. Fakültesi Periodontoloji A.D.  
0000-0002-7048-0543

## **Lazerin Tanımı ve Doğuşu**

Işık ya da görünür ışık, insan gözü tarafından algılanabilen elektromanyetik spektrumun bir kısmını oluşturur. Genellikle 400 ile 700 nanometre (nm) arasındaki dalga boylarına sahiptir. Işık, diğer elektromanyetik ışınım (EMI) gibi, “foton” adı verilen enerji parçacıklarından meydana gelir. Fotonlar hem dalga hem de parçacık özellikleri gösterir; bu özellik, fizik alanında “dalga-parçacık ikiliği” olarak bilinir. Işığın doğasını ve davranışlarını inceleyen fizik dalı ise optik olarak adlandırılır ve optik, modern fiziğin temel çalışma alanlarından biri olarak kabul edilmektedir.

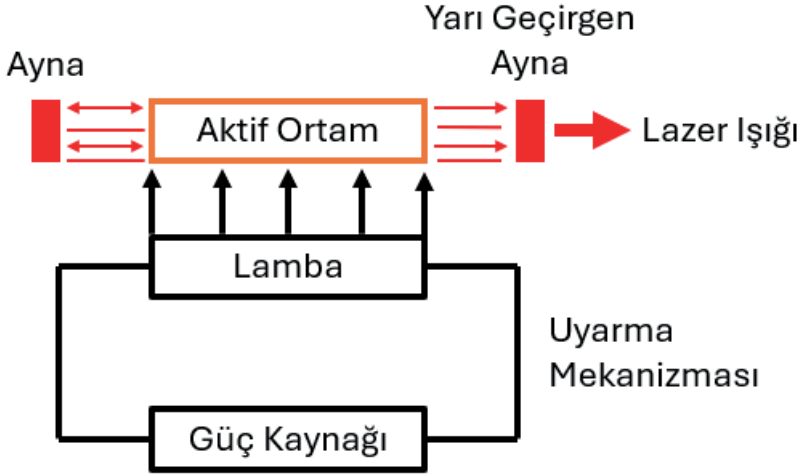
“Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” ifadesinin kısaltması olan ve ‘ışığın uyarılmış emisyonla güçlendirilmesi’ anlamına gelen lazer, Basov, Prokhov ve Townes’in teorik çalışmalarını takip eden zamanda ilk kez 1960 yılında Mainman tarafından geliştirilmiştir. Lazer, tek bir dalga boyuna sahip, eş fazlı ve tüm dalgaları birbirleriyle uyumlu, yönlendirilebilen güçlü bir ışık demetidir. Odaklanabilme özelliği sayesinde yüksek foton enerjisine sahiptir. Bu tür ışık, doğal koşullarda oluşmaz ve yapay olarak üretilir. Theodore Mainman tarafından geliştirilen ilk lazer türü olan ruby lazerlerin bilim dünyasına tanıtılmasından bu yana, pek çok farklı lazer türü geliştirilmiş ve çeşitli alanlarda hayatımızı kolaylaştırmıştır. Bu lazerler, tıptan endüstriye, iletişimden bilimsel araştırmalara kadar geniş bir yelpazede kullanılmakta ve teknolojik ilerlemelerin önemli bir parçası olmaktadır.

## **Lazerin Çalışma Prensibi**

Madde ile ışık arasındaki etkileşim sonucunda uyarılmış bir ortamın atomlarından yayılan ışığın yoğunlaştırılıp güçlendirilmesiyle lazer ışığı oluşmaktadır. Lazerin çalışabilmesi için belirli bir aktif ortam lazer düzenekleri içinde oluşturulur ve bu ortamda uyarılan atomlar, yüksek yoğunluklu ve güçlendirilmiş ışık üreterek lazer ışınını meydana getirir.

Lazer düzeneği, temelde üç ana bileşenden oluşur: optik pompalama kaynağı, atomların bulunduğu ortam ve ayna sistemi. (Şekil 1)





Şekil 1: Lazer ışığının oluşumu

1. **Optik Pompalama Kaynağı:** Atomları uyararak daha yüksek enerji seviyelerine çıkarır. Genellikle bir flaş lambası veya başka bir ışık kaynağı kullanılarak atomlar yüksek enerjili hale getirilir.

2. **Atomların Bulunduğu Ortam (Aktif Ortam):** Uyarılan atomların bulunduğu bu bölge, lazer ışığının üretildiği yerdir. Ruby kristali veya gazlar gibi malzemeler, atomların uyarıldığı aktif ortamı oluşturur.

3. **Ayna Sistemi:** Aktif ortamın iki tarafında yer alır ve ışığı sürekli yansıtarak yoğunlaştırır. Bir ayna tam yansıtıcı, diğeri ise yarı geçirgendir. Böylece lazer ışını dışarı çıkabilir. Tekrar eden yansımalar sayesinde ışık güçlendirilir ve lazer ışını oluşur. (Wintner ve Strabl, 2006, Hode ve Tunér 2014)

### Lazer Işığının Oluşumu

Lazerin oluşumu, atomların uyarılması ve bu uyarılmış atomlardan yayılan ışığın yoğunlaştırılması sürecine dayanır. Öncelikle lazer düzeninde, bir enerji kaynağı atomları yüksek enerji seviyelerine çıkarmak için kullanılır. Bu enerji, atomların uyarılmasını sağlar. Atomlar, normalde buldukları düşük enerji seviyesinden, dışarıdan enerji alarak daha yüksek enerji seviyelerine geçerler. Uyarılan atomlar, yüksek enerji seviyesinde uzun süre kalamazlar ve enerjilerini serbest bırakarak daha düşük enerji seviyesine geri dönerler. Bu süreçte foton adı verilen enerji parçacıkları yayarlar. Bu fotonlar, lazer ışığının temelini oluşturur. Fotonlar, lazer düzeninde bulunan aynalar tarafından sürekli olarak yansıtılır. Aynalar, fotonları ileri geri gönderir ve bu süreçte ışık, atomlarla etkileşime girerek daha fazla uyarılmış emisyon oluşmasına neden olur. Böylece ışık dalgaları birbirleriyle uyumlu hale gelir ve

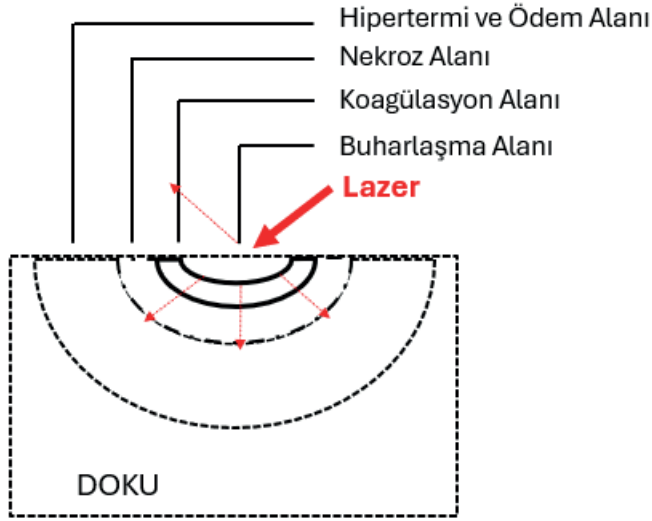
daha güçlü bir ışık demeti oluşur. Ayna sisteminin bir tarafında bulunan yarı geçirgen ayna, ışığın bir kısmını dışarıya geçirecek şekilde tasarlanmıştır. Güçlendirilmiş ve yoğunlaştırılmış olan ışık, yarı geçirgen aynadan geçerek lazer ışını olarak dışarı çıkar. Lazer ışını, tek bir dalga boyunda, faz uyumu içinde ve yönlendirilebilen yoğun bir ışık demeti şeklinde oluşur. (Wintner ve Strabl, 2006, Hode ve Tunér 2014)

### **Lazer Doku Etkileşimi**

Lazerin biyolojik dokularla etkileşimi, lazer ışığının dokuya nüfuz etmesiyle başlar ve birkaç temel mekanizma üzerinden ilerler. İlk olarak, lazer ışığı hedef dokunun yüzeyine ulaştığında, bir kısım ışık etki oluşturmaksızın doku içerisinde saçılır, diğer kısım yüzeyde yansır. Geriye kalanlar ise derin dokulara ulaşır ve absorbe edilir. Absorbe edilen ışık, dokuda enerjiye dönüşerek çeşitli biyolojik tepkimelere yol açar. Her dokunun farklı absorpsiyon özelliği bulunur. Absorpsiyon derecesi dokunun optik özelliklerine ve lazer cihazının parametrelerine bağlıdır. Dokuda bulunan; su ve mineral miktarı, protein, pigment ve diğer moleküllerin varlığı ve yoğunluğu, inflamasyon derecesi ve damar yoğunluğu dokunun optik özelliklerini etkilemektedir. (Chawla, Lamba, Tandon, Faraz ve Gaba 2016). Lazer ışığının absorpsiyonuna etki eden diğer faktörler ise; ışığın dalga boyu ve formu, çıkış gücü, atım süresi, atımdaki tepe güç, kullanım esnasında açılma ve uygulama süresi olarak ifade edilebilir. (Wintner ve Strabl, 2006, Cobb 2006)

#### **1. Fototermal Etkileşim**

Lazer ışığının dokuya temas ettiği bölgede, ışığın derinliği arttıkça sırasıyla farklı biyolojik etkiler gözlemlenir. İlk olarak, yüzeyde “buharlaşma alanı” meydana gelir, bu bölgede lazerin yoğun ısıyla doku buharlaşır. Daha derinlerde, “organik bileşenlerin koagülasyon alanı” oluşur; burada doku proteinleri pıhtılaşır. Bu alanın hemen altında “nekroz alanı” yer alır, bu bölgede lazerin etkisiyle hücreler ölür. En dış kısımda ise “hipertermi ve ödem alanı” bulunur, burası ısının arttığı ancak doku hasarının minimal olduğu bölgedir. Bu sıralı etkileşimler, lazerin kontrollü ve katmanlı bir şekilde dokuya nüfuz etmesini sağlar (Şekil 2).



Şekil 2: Lazerin biyolojik doku üzerinde oluşturduğu etkileme tabakaları

Lazer ışığının ısıl etkileri, dokudaki sıcaklığının artmasına bağlı olarak farklı sonuçlar ortaya çıkarır. Sıcaklığın 50°C'ye ulaşmasıyla bakterisidal etki görülür, 60°C'de koagülasyon gerçekleşir, bu sıcaklıkta doku proteinleri pıhtılaşır. 70-90°C arasında protein denatürasyonu meydana gelir, proteinlerin yapısı bozulur ve işlevlerini kaybederler. 100°C'ye ulaşıldığında ise buharlaşma başlar, dokular sıvı kaybeder ve buharlaşarak yok olur. Isının etkinliğine göre dokuda hemostaz sağlanabilir böylece temiz bir cerrahi saha elde edilir, yara yüzeyinde pıhtı oluşumu ile koruyucu bir tabaka oluşur. Daha az ağrı meydana gelir, bakteriyemi riski düşer, daha az mekanik travma meydana gelir ve işlem süresi kısalır. (Mavrogiannis, Thomason ve Seymour 2004, Coluzzi 2004, Assaf vd. 2007).

## 2. Fotomekanik Etkileşim

Lazer ışığının biyolojik dokularda mekanik stres ve fiziksel değişimlere yol açan etkileridir. Lazer ışığının kısa süreli, yüksek enerjili darbeler halinde uygulanmasıyla ortaya çıkar ve bu süreçte lazer enerjisi dokuda hızlı ısınma, genişleme ve ardından ani bir basınç dalgası oluşturur. Fotomekanik etkilerin temel özellikleri; fotoakustik etki, kavitasyon, hedef doku parçalanması, şok dalgası oluşumu olarak sayılabilir. Fotomekanik etkiler, dokuya minimal termal hasar vererek mekanik kuvvetlerle hedeflenen alanlarda etkili sonuçlar sağlar.

## 3. Fotokimyasal Etkileşim

Lazer enerjisi, düşük yoğunlukta kullanıldığında dokuda kimyasal reaksiyonlar başlatılabilir. Bu özellikle fotodinamik tedavi gibi tedavilerde kullanı-

lır. Fotosensitif (ışığa duyarlı) bir madde lazer ışığı tarafından aktive edilerek anormal yapıların tahrip edilmesini sağlar.

#### 4. Fotoablatif Etkileşim

Kısa dalga boylu, yüksek enerjili lazerler, dokunun doğrudan buharlaştırılmasına veya katman katman kaldırılmasına neden olur. Bu tip etkileşim, lazer ışığının dokudaki moleküler bağları kırması sonucu gerçekleşir. Excimer lazerler, göz ameliyatları (LASIK) gibi hassas doku kaldırma işlemlerinde kullanılır.

#### 5. Fotodisrüptif Etkileşim

Lazer ışığı, dokuda mikro patlamalar oluşturacak kadar yüksek yoğunlukta olabilir. Bu süreç, dokunun lazer ışığı ile parçalanarak küçük ölçekte plazma oluşturmasıdır. Bu yöntem, özellikle oftalmolojide ve mikroskopik cerrahide kullanılır.

#### Lazerlerin Sınıflandırılması

Lazerler, etkin ortamlarının yapısına göre katı, sıvı, gaz veya yarı iletken olarak sınıflandırılır. Bu sınıflandırma, lazerin ışık üretiminde kullanılan aktif malzemeye bağlıdır ve her bir tür, kendine özgü özelliklere ve kullanım alanlarına sahiptir:

1. **Katı Hal Lazerler:** Aktif ortam, genellikle kristal ya da cam gibi katı malzemelerden oluşur. Örnek olarak, Neodimyum katkılı YAG (Nd: YAG) lazerler, tıpta, endüstride ve askeri alanlarda yaygın olarak kullanılır.

2. **Gaz Lazerler:** Bu lazerlerde etkin ortam bir gaz karışımıdır. Karışım gazlardan birisi uyarımını çarpışmalarla diğerine aktarır. Helyum-Neon (He-Ne) lazerleri, kırmızı ışık üreten gaz lazerleridir ve bilimsel araştırmalarda, optik cihazlarda kullanılır. Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) lazerleri ise genellikle cerrahi işlemler ve endüstriyel kesme işlemlerinde tercih edilir.

3. **Sıvı Lazerler:** Sıvı lazerlerde aktif ortam, organik boyaların çözeltilerinden oluşur. Boya lazerleri, geniş bir dalga boyu aralığında ayarlanabilirlik özellikleriyle biyomedikal araştırmalar ve spektroskopi gibi alanlarda kullanılır.

4. **Yarı İletken Lazerler:** Genellikle diodlar yardımıyla çalışan bu lazerler, yarı iletken malzemeler kullanılarak üretilir. Küçük boyutları ve verimlilikleri nedeniyle optik iletişim sistemleri, lazer işaretleyiciler ve CD/DVD okuyucular gibi birçok uygulamada kullanılır.

Periodontolojide yaygın olarak kullanılan lazerler arasında CO<sub>2</sub> lazer, Nd: YAG lazer, Er: YAG lazer ve diyet lazer sistemleri yer almaktadır. (Cobb 2006, Hode ve Tunér 2014). Bu lazerler, diş eti hastalıklarının tedavisinde ve cerrahisinde, enfeksiyon kontrolünde ve dokuların iyileştirilmesinde önemli

rol oynamaktadır. Her bir lazerin dalga boyu ve özellikleri, tedavi edilecek dokuya ve istenen klinik sonuca göre farklı avantajlar sunmaktadır. Uygun parametre eşliğinde doğru lazerin uygun hedef dokuda kullanılması işlem esnasında komplikasyon oluşmaması açısından elzemdir. Periodontal dokuları sert ve yumuşak dokular oluşturmaktadır. Dişeti %70-80 oranında su, çeşitli yoğunlukta fibröz bağ doku ve melanin pigmenti içerir. Alveolar kemik ise yaklaşık olarak %33 kollajen, %67 kalsiyum hidroksit ve non-kollajen proteinden oluşmaktadır. Periodontal dokulardaki bu yapısal farklılık tedavi sürecinde farklı tip dalga boylarında lazer gerektirmektedir. (Wintner ve Strabl 2006, Cobb 2006) Periodontal tedavide destekleyici kullanım alanı olan lazerlere ait bazı özellikler tablo 1’de gösterilmiştir. (Sasaki, Watanabe ve Ishikawa 2004, Wintner ve Strabl 2006, Cobb 2006, Aoki, Sasaki, Schoop 2006)

LAZER	DALGA BOYU	YÜKSEK ABSORBSİYON ÖZELLİĞİ	PENETRASYON DERİNLİĞİ	FDA ONAYI
Karbondioksit (CO <sub>2</sub> )	10.640 nm	Su molekülü ve kalsiyum fosfat iyonları	0.2 – 0.3 mm	1976: yumuşak doku cerrahisi
Neodimiyum-doped Yttriyum Alluminium Garnet (Nd:YAG)	1.064 nm	Su molekülü, Melanin pigmenti ve hemoglobin	2 – 4 mm	1990: yumuşak doku cerrahisi, 1997: sulkuler debridman
Erbiyum-doped: Yttriyum Alluminium Garnet (Er:YAG)	2.940 nm	Su molekülü ve hidroksiapatit	0.05 mm	1999: yumuşak doku cerrahisi ve sulkuler debridman, 2004: kemik cerrahisi
Diode	800 - 950 nm	Melanin pigmenti ve hemoglobin	1 – 2 mm	1995: yumuşak doku cerrahisi, 1998: sulkuler debridman

Tablo 1: Periodontolojide kullanılan lazerlerin özellikleri

### Periodontolojide Lazer Kullanım Alanları

- Periodontal cep detoksifikasyonu: Periodontal patolojik cep içerisindeki granülasyon dokuların uzaklaştırılmasında,
- Diş etinin şekillendirilmesi (Gingivoplasti): Gingival estetik formun sağlanmasında,
- Diş etinin uzaklaştırılması (Gingivektomi): Gingival büyüme olgularında,
- Kron boyu uzatma: Protetik veya restoratif diş tedavilerinde klinik kronunun daha fazla görünmesi veya yaklaşımın daha kolay hale getirilmesinde,
- Frenektomi: Frenulum adı verilen dokunun kısaltılması veya çıkarılmasında,

- Peri-implantitis tedavisi: Dental implantların etrafındaki enfekte dokuların uzaklaştırılması ve implant yüzey dekontaminasyonunda,
- Kök yüzeyi düzleştirilmesi (Root planing): Kök yüzey dekontaminasyonu ve bakteriyel dental plaklarının uzaklaştırılmasında,
- Ağrı ve hassasiyet giderme: Diş hassasiyetini ve ağrıyı azaltmada,
- Pigmentasyon uzaklaştırılması (De-pigmentasyon),
- Koagülasyon ve kanama kontrolü,
- Biyostimülasyon,
- İnsizyon ve eksizyon,
- Aftöz lezyon,
- Osteotomi ve ostektomi işlemlerinde lazerler kullanılmaktadır.

### **CO<sub>2</sub> Lazer**

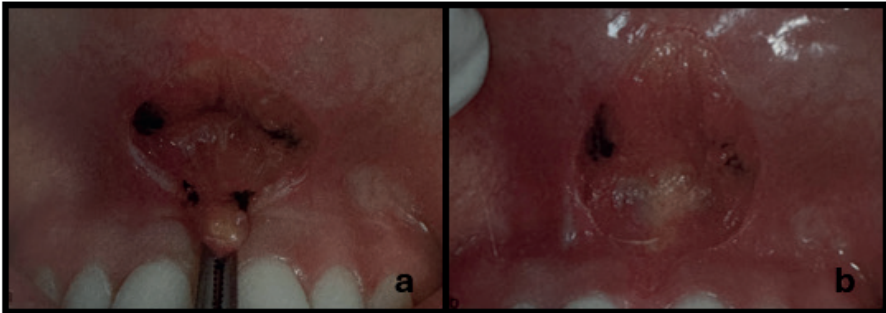
Gaz molekül lazerleri arasında yer alan CO<sub>2</sub> lazer, en yüksek verimliliğe sahip lazer türlerinden biri olarak bilinir. Rezonatör (güç merkezi) içinde yüksek gerilimle uyarılan gazın sonucunda ortaya çıkan lazer demeti, aynalar veya mercekler yardımıyla hedefe yönlendirilir. CO<sub>2</sub> lazer ışınları, dalga boylarının normal camdan geçememesi nedeniyle fiber optik kablolarla iletilemez. Bu nedenle, CO<sub>2</sub> lazer cihazlarının çıkışları genellikle eklemli kollar veya aynalı sistemlerle olmaktadır. Bu mekanizma, lazer ışınının hassas bir şekilde hedefe ulaşmasını sağlar ve yüksek doğrulukla çalışmayı mümkün kılar. Ancak aynalı ve mekanik sistemler zamanla aşınmaya uğrayabilir, bu durum lazer performansının düşmesine neden olabilir. Cihazların düzenli bakımı ve aynaların ayarlanmasındaki hassasiyet, lazerin uzun ömürlü ve doğru bir şekilde kullanılabilmesi için büyük önem taşımaktadır.



Resim: CO<sub>2</sub> lazer (Opelaser Pro, Yoshida Co., Japonya)

CO<sub>2</sub> lazerler dokuya 2-4 mm mesafeden temassız işlem yapan ve görünmez ışık yayan lazerlerdir ve bu durum işlem sırasında hedef bölgenin belirlenmesi zorlaştırabilir. Bu sorunun önüne geçmek için bazı CO<sub>2</sub> lazer sistemlerine He-Ne (Helyum-Neon) lazerler entegre edilmiş ve görünür kırmızı ışık yayarak bir rehber ışık oluşturup cerrahın ya da operatörün hedef bölgeyi daha hassas bir şekilde belirlemesine yardımcı olması sağlanmıştır. (Coluzzi 2004, Wintner ve Strabl 2006, Hode ve Tunér 2014) CO<sub>2</sub> lazerin dalga boyu, kızılötesi spektrumda 10.600 nm'dir ve su molekülleri tarafından güçlü bir şekilde emilir. Su, biyolojik dokuların temel bileşenlerinden biri olduğu için, CO<sub>2</sub> lazer özellikle yumuşak dokular üzerinde son derece etkilidir. Su molekülleri lazer ışığını hızla absorbe ettiğinden, doku buharlaşır veya koagülasyon meydana gelir, bu durum cerrahi işlemlerde yüksek hassasiyet ve kontrollü doku çıkarımını sağlar. CO<sub>2</sub> lazerin penetrasyonu yüzeysel olduğundan, lazer ışını derin dokulara zarar vermeden yüzeyde etkili olur. Buharlaşan dokunun etrafında ince bir koagülasyon tabakası oluşur, bu şekilde çevre dokular da derin doku hasarını önler ve cerrahi işlemlerin güvenliğini artırır. Bu özellikler, CO<sub>2</sub> lazeri özellikle yumuşak doku cerrahisi için ideal hale getirir. (Mavrogiannis, Thomason ve Seymour 2004, Cobb 2006, Wintner ve Strabl, 2006, Hode ve Tunér 2014)

CO<sub>2</sub> lazerlerin sahip olduğu özellikler, yumuşak doku cerrahisinde güvenli bir kullanım sağlarken aynı zamanda etkili kanama kontrolü ile net bir görüş alanı sağlayarak operasyonun daha hassas bir şekilde yapılmasına olanak tanır. Ayrıca, lazerin dokular üzerinde steril bir yara yüzeyi oluşturması ile bakteriyemi riski azalır ve enfeksiyon olasılığı minimuma iner. Cerrahi işlem sonrasında daha az ağrı, ödem, doku büzülmesi ve skar dokusu oluşumu gibi avantajları da bulunmaktadır. (Mavrogiannis, Thomason ve Seymour 2004, Esen, Haytac, Oz, Erdoğan ve Karsli 2004, Haytac ve Ozcelik 2006).



Resim: a. Üst labial frenulumun CO<sub>2</sub> lazer ile uzaklaştırılması, b. İşlem sonrası ağız içi görünüm ('Periodontoloji' Hacettepe Ü. Yayınları 2010'dan alınmıştır.)





Resim: a. Böbrek nakli olan ve siklosporin kullanan hastada ilaca bağlı dişeti büyümesi  
b. Bistüri ile gingivektomi sonrası kanama kontrolünün sağlanması ve düzensiz doku artıklarının uzaklaştırılması için CO<sub>2</sub> lazer kullanımı sonrası işlem bölgesi görünümü,  
c. İlgili olgunun alt ve üst sağ bölgesinde CO<sub>2</sub> lazer ile kombine gingivektomi operasyonundan 3 hafta sonraki görünümü, d. Operasyonların tamamlanmasından 3 ay sonraki görüntü ('Periodontoloji' Hacettepe Ü. Yayınları 2010'dan alınmıştır)



Resim: a. Oral hijyen yetersizliği ve protez irritasyonuna bağlı gelişen pyojenik granulomanın görünümü, b. CO<sub>2</sub> lazer ile eksizyondan 1 hafta sonrası, c. 1 ay sonrası ('Periodontoloji' Hacettepe Ü. Yayınları 2010'dan alınmıştır.)





*Resim: a. Melanin pigmentasyonununun ağız içi görünümü, b. CO<sub>2</sub> lazer ile yapılan depigmentasyon işlemi sonrası görünümü('Periodontoloji' Hacettepe Ü. Yayınları 2010'dan alınmıştır.)*

Yumuşak doku cerrahisinde, CO<sub>2</sub> lazer ve bistüri ile yapılan yara iyileşmesini karşılaştıran çalışmalarda, erken dönemde CO<sub>2</sub> lazer ile oluşturulan yara iyileşmesinin, bistüriye göre daha yavaş olduğu ancak, 14. gün itibarıyla her iki yöntemde benzer seviyelere ulaşıldığı bildirilmiştir. Aynı karşılaştırmaya Nd: YAG lazer de dahil edilmiş, yapılan karşılaştırmada CO<sub>2</sub> lazer uygulanan yaranın daha yüksek iyileşme hızına sahip olduğu görülmüştür. (Cobb 2006) Bu farklılık, dokulara uygulanan termal etki ve dalga boylarının biyolojik dokular tarafından emilim özelliklerindeki farklılıklardan kaynaklanır. CO<sub>2</sub> lazer, su molekülleri tarafından güçlü bir şekilde emildiği için daha yüzeysel ve kontrollü bir etki sağlarken Nd: YAG lazer, daha derin dokulara nüfuz etme kapasitesine sahiptir. Derin penetrasyon ile termal hasarın daha derinlerde oluşmasına ve buna bağlı iyileşme sürecinin uzamasına neden olabilir. Kullanılan lazerin dalga boyu, enerji yoğunluğu, uygulama süresi gibi faktörler değerlendirmede göz önünde bulundurulmalıdır.

CO<sub>2</sub> lazer ışını, diş ve kemik gibi mineralize yapıların temel bileşeni olan fosfat iyonları tarafından da yüksek oranda absorbe edilir. Lazer ışınlarının yüzeye ulaşmasıyla enerji sert doku tarafından absorbe edilir. İnorganik yapıda ani ısınma meydana gelir. Bu süreç, organik bileşenlerin karbonizasyonuna ve inorganik bileşenlerin erimesine neden olur. (Cobb 2006, Assaf vd. 2007) CO<sub>2</sub> lazerin yüksek enerji ve devamlı dalga modunda kullanılması, diş taşının uzaklaştırılması ve kök yüzeyinin temizliği için uygun değildir. Bu tür bir kullanım, sert dokularda aşırı ısınmaya, dişin yapısal bütünlüğünün bozulmasına ve diş çevresi yumuşak dokularda geri dönüşü olmayan termal hasar, karbonizasyon tabakası ve siyanamid gibi toksik kimyasalların oluşması gibi bir dizi olumsuz sonuca yol açılabilir. (Schoop 2006, Schwarz, Aoki, Becker ve Sculean 2008) Düşük güç modunda ve aralıklı atım ile kök yüzey temizliğini savunan görüşlere karşı da bu kullanımı destekleyebilecek yeterli kanıt bulunmamaktadır. (Schwarz, Aoki, Becker ve Sculean 2008) 2008

Avrupa Periodontoloji Federasyonu raporlarına göre, cerrahi olmayan periodontal tedavide lazerlerin mekanik debridmana destek olarak kullanılması, klinik açıdan fark edilebilir ek bir fayda sağlamadığı belirtilmiştir. (Schwarz, Aoki, Becker ve Sculean 2008) Ayrıca, CO<sub>2</sub> lazerin faz 1 periodontal tedavide monoterapi olarak kullanımı etkili bulunmamıştır. Etkin enerji seviyelerinde kullanıldığında ise, sert dokularda ısıl hasara yol açabileceği rapor edilmiş ve cerrahi tedavi ile flep iç duvarının lazer ile de-epitelize edilmesinin de klinik olarak ek bir fayda sağlamadığı bildirilmiştir. (Schwarz, Aoki, Becker ve Sculean 2008)

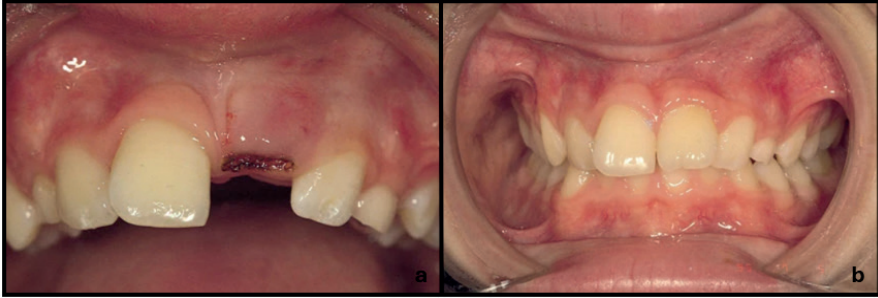
CO<sub>2</sub> lazerler, dentin hassasiyetinin giderilmesi amacıyla uygulanmış ve bu alanda yapılan araştırmaların sonuçları değişkenlik göstermiştir. Bununla birlikte, CO<sub>2</sub> lazerin flor preparatı ile kullanılması, bazı çalışmalarda olumlu sonuçlar vermiştir. (Cakar vd. 2008) Bu kombinasyon, lazerin dentin tübül-lerini kapatma etkisi ile florun remineralizasyon etkisini birleştirerek, hassasiyetin azaltılmasında daha başarılı olabilir.

CO<sub>2</sub> lazer günümüzde yumuşak dokulardaki yüksek etkinliği ve güvenilirliği nedeniyle frenektomi, gingivektomi, gingivoplasti, yumuşak doku eksizyonu, depigmentasyon, insizyon ve aftöz lezyonların tedavisi gibi birçok dental uygulamada kullanılmaktadır. Minimal kanama, hızlı iyileşme, düşük enfeksiyon riski ve hassas doku kesimi yapılabilmesi başarılı klinik sonuç almayı sağlayan avantajları arasında yer almaktadır.

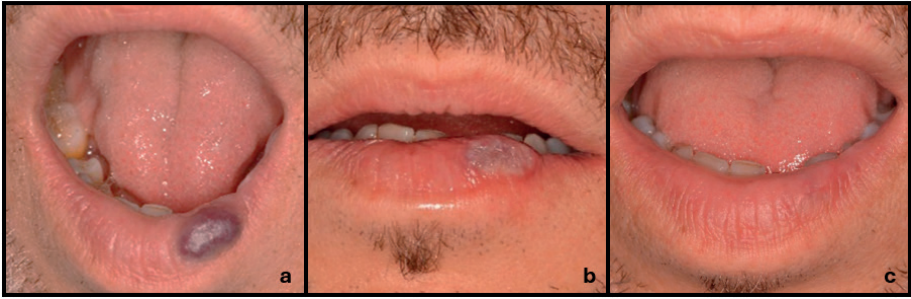
### **Nd: YAG Lazer**

Neodimyum katkılı Yttriyum Aluminyum Garnet lazer, Neodimyum iyonları ile katkılanmış Yttriyum Aluminyum Garnet (YAG) kristalinden oluşan etkin bir ortamı bulunan katı hal lazerleridir. 1064 nm dalga boyunda çalışır ve derin doku penetrasyonu ile bilinir. (Crockett, Meier, Wilson ve Grimmer 2013) Quartz cam fiber optik kablolardan geçebilen kızılötesi dalga boyuna sahiptir ve genellikle devamlı modda ışın yayar. CO<sub>2</sub> lazerler gibi spektrumun görünmeyen bölgesinde yer aldıklarından, genellikle yönlendirme amacıyla rehber bir lazerle birlikte kullanılırlar. Dalga boyunun kısa olması nedeniyle, CO<sub>2</sub> lazere göre daha fazla enerjiye sahip ışın üretir. (Clayman ve Kuo 1997, Tanyeri 2017) Derin penetrasyon özellikleri sayesinde hem yumuşak hem de sert dokularda etkili olur, geniş bir uygulama yelpazesinde etkin bir kullanım sağlar. Temel etkinliğini hemorajik yumuşak dokularda kalın koagülasyon tabakası oluşturarak ve ablasyon sağlayarak gösterir. (Coluzzi 2004, Wintner ve Strabl 2006, Cobb 2006, Hode ve Tunér 2014) Nd: YAG lazer ile tedavi edilen hastalarda sütür gerekmediği ve transoperatif kanama olmadığı ve cerrahi sürenin azaldığı gösterilmiştir. (Medeiros Júnior, Gueiros, Silva, Carvalho ve Leão 2015) Klinik olarak, lazerin gözle görünen etkisinden daha fazla doku hasarı meydana gelir. Bu nedenle, doku üzerindeki etkisini kontrol etmek zordur. (Yıldız ve Tümer, 2019) Periodon-

tal tedaviler, endodontik tedaviler ve cerrahi işlemlerde kullanılabilir. Nd: YAG lazerin yüksek enerji seviyelerinde ve özellikle lazerin dokuya dik açıyla uygulanması durumunda, hedeflenen dokunun daha derinlerine nüfuz ederek pulpada, alveolar kemikte ve çevre dokularda ısıl hasar riski oluşturabileceği mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. (Mavrogiannis, Thomason ve Seymour 2004, Aoki, Sasaki, Watanabe ve Ishikawa 2004, Cobb 2006) Özellikle pulpal doku ve alveolar kemik gibi yapılar, termal hasara karşı oldukça hassastır ve bu tür hasar, tedavi sonrasında geri dönüşü olmayan doku zedelenmelerine yol açabilir.



Resim: a. Kesici kenarın Nd: YAG ile açığa çıkarılması b. 1 yıl sonraki görünüm *The clinical use of the Nd:YAG laser in paediatric dentistry for the removal of oral soft tissue. Br Dent J 187, 528–530 (1999)*



Resim : Venöz malformasyon tedavisinde Nd: YAG lazer kullanımı a. Klinik görünümü, b. Lazer uygulaması sonrası, c. İşlemden 2 hafta sonrası (Nammour, S., El Mobadder, M., Namour, M., Namour, A., Arnabat-Dominguez, J., Grzech-Leśniak, K., Vanheusden, A., & Vescovi, P. (2020). Aesthetic Treatment Outcomes of Capillary Hemangioma, Venous Lake, and Venous Malformation of the Lip Using Different Surgical Procedures and Laser Wavelengths (Nd:YAG, Er,Cr:YSGG, CO<sub>2</sub>, and Diode 980 nm). *International journal of environmental research and public health*, 17(22), 8665)



*Resim: Er-Nd:YAG lazer (Lightwalker, Fotona Inc., Slovenya)*

Nd: YAG lazer, FDA tarafından periodontal ceplerde kullanımı onaylanan ilk lazerdir. Ancak yapılan çalışmalarda (in vitro – in vivo), diş taşı uzaklaştırma işlemlerinde yeterli olmadığı gösterilmiş ve güç artışı yapılması halinde kök yüzeyinde termal hasara yol açabileceği bildirilmiştir. (Aoki, Sasaki, Watanabe, Ishikawa 2004, Cobb 2006) Diş taşı temizliğinde destekleyici olarak kullanılabilir ancak tek başına mekanik debridman kadar etkili değildir. (Cobb 2006) 2009 yılında yayınlanan bir literatür derlemesine göre, Nd: YAG lazerin periodontal tedavide monoterapi ya da destekleyici amaçlı kullanımının, konvansiyonel mekanik periodontal tedaviye kıyasla herhangi bir üstünlük sağlamadığı gösterilmiştir. (Slot, Kranendonk, Paraskevas ve Van der Weijden 2009) Enfekte granülasyon dokularının uzaklaştırılması, cep iç duvarının de-epitelize edilmesi ve cep detoksifikasyonu gibi cerrahi olmayan periodontal tedavilerdeki kullanımı düşük enerji seviyelerinde ve destekleyici amaçlarla sınırlı tutulmalıdır. Yapılan bir çalışmada, Nd: YAG lazer ile yapılan periodontal cep de-epitelizasyonu sonucunda yeni bağ dokusu ataçmanının gelişebileceği gösterilmiştir. (Yukna, Carr ve Evans 2007)

Nd: YAG lazer, hemoglobun ve melanin tarafından yüksek oranda emilir. Mükemmel hemostaz sağlarken, yumuşak dokular için uygun bir penetrasyon derinliğine sahiptir. İnce ve esnek fiber iletim sistemi sayesinde, Nd: YAG lazer periodontal sulkusa nüfuz edebilir ve cep sulküler epitelini uzaklaştırabilir. (Mizutani 2016) Ayrıca, Nd: YAG lazerin periodontal patojenler üzerinde bazı bakterisidal etkilere sahip olduğu da bildirilmiştir. (Kranendonk, van der Reijden, van Winkelhoff ve van der Weijden 2010) Ayrıca, Nd: YAG hemostaz, cep dezenfeksiyonu gibi alanlarda geleneksel periodontal tedavilere kıyasla avantajlar sağladığı öne sürülmüştür. (Cobb 2017, Chambrone, Ramos ve Reynolds 2018) Nd: YAG lazerin ek uygulamasının, klinik parametrelerde iyileşme ve periodontal inflamatuvar belirteçlerin azaltılması da dahil olmak

üzere, geleneksel cerrahi olmayan tedaviye kıyasla ek faydalar sağlayabileceği bildirilmiştir. (Abduljabbar, Vohra, Kellesarian ve Javed 2017, Eltas ve Orbak 2012, Javed vd 2016) Ancak, diğer çalışmalarda hiçbir ek fayda bildirilmemiştir veya çok az ek fayda bildirilmiştir. (Slot vd 2011, Slot, Timmerman, Versteeg, van der Velden ve van der Weijden 2012) Nd: YAG lazer protokollerinden biri olan lazer destekli periodontal tedavi, umut verici sonuçlar göstermiş olup, tek seansta iki lazer geçişi içeren minimal invaziv bir protokoldür. (Mizutani vd 2016) İlk lazer geçişinin periodontal patojenlerde önemli bir azalmaya ve cep epitelinin çıkarılmasına yol açtığı öne sürülmüştür. (Gómez, Domínguez, García-Kass ve García-Nuñez 2011, Ting vd 2014) Daha sonra, ultrasonik bir cihazla kök yüzeyi debridmanı yapılır. Debridmandan sonra, ikinci lazer geçişi daha uzun bir darbe süresiyle gerçekleştirilir ve bunun kan pıhtısı stabilizasyonu ile sonuçlandığı düşünülmektedir. (Mizutani vd 2016) Bu Nd:YAG LAPT protokolü, insanda periodontal rejenerasyonun histolojik kanıtını gösteren tek lazer prosedürüdür. (Yukna, Carr ve Evans 2007)

Nd: YAG lazerin, kök hassasiyetinin giderilmesi amacıyla kullanıldığı çalışmalarda, tek başına flor uygulanan gruplara kıyasla anlamlı derecede daha başarılı olduğunu gösteren raporlar bulunmaktadır. (Cakar vd 2008)

#### **Er: YAG Lazer**

2940 nm dalga boyu ile su molekülleri üzerinde CO<sub>2</sub> lazere göre yaklaşık 10.000 kat, Nd: YAG lazere göre ise 20.000 kat daha yüksek emilim katsayısına sahip olan ER: YAG lazer hem sert hem de yumuşak dokuda iyi oranda absorbe edilir ve her iki dokuda ablyasyon sağlar. (Hode ve Tunér 2014, Coluzzi 2004, Wintner ve Strabl 2006)



*Resim: Er: YAG lazer kullanılarak anormal dişeti renk değişikliğinin (metal dövme) tedavisi. a. İşlem öncesi klinik görünüm b. İşlamladan hemen sonra. c. Tedavi sonrası yara iyileşmesi (Potential applications of Erbium: YAG laser in periodontics J Periodont Res; 2004; 39:275-285; Journal of Periodontal Research © Telif Hakkı (2004) Blackwell Munksgaard, Inc.)*

Erbiyum lazerlerde enerji, su ve hidroksiapatit tarafından yüksek oranda emildiği için, mine, sement ve kemiğin lazerle uzaklaştırılması sırasında genellikle termal hasar oluşmaz. Kullanımı esnasında doku yoğunluğuna ve su içeriğine dikkat edilmelidir. Lazer ışınları sert dokuya uygulandığında lazer

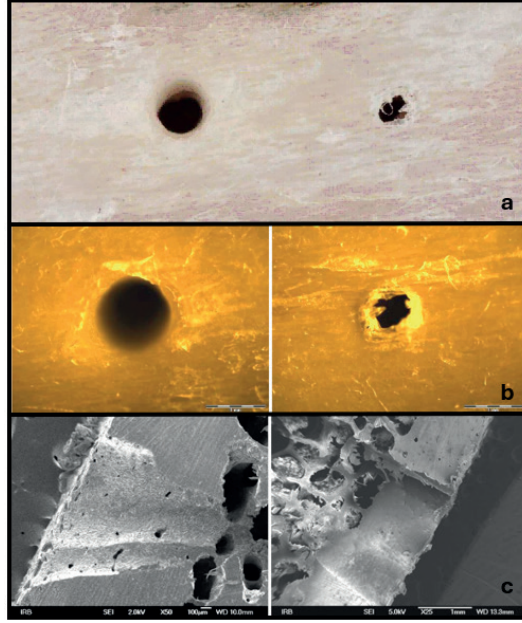


enerjisi su molekülleri ve dokuların sıvı organik bileşenleri tarafından seçici olarak absorbe edilir ve suda ani buharlaşmaya neden olur. Buharlaşma dokunun iç basıncını artırır, mikro patlamalar ile mekanik doku yıkımı tetiklenir, sert dokunun kontrollü bir şekilde parçalanması gerçekleşir. Bu durum su bazlı parçalanma (fotomekanik) olarak adlandırılır.

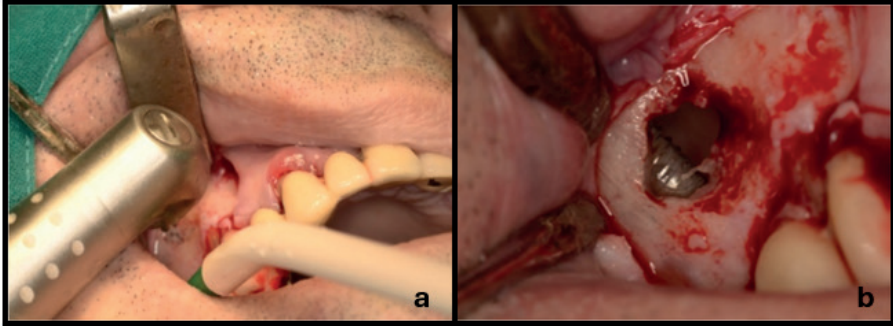


*Resim: Er-Nd: YAG lazer (Lightwalker, Fotona Inc., Slovenya)*

Kemik dokusunda,  $47^{\circ}\text{C}$  ve üzeri sıcaklıkta hücresel hasar ve rezorpsiyon,  $60^{\circ}\text{C}$  ve üzerindeki sıcaklıklarda ise doku nekrozu meydana gelmektedir. Sert dokuda kullanılacak lazerin dalga boyunun, aşırı ısı artışına yol açmaması ve buna bağlı fototermal hasar oluşturmaması büyük önem taşımaktadır. Er: YAG lazer kullanımında dokuda oluşan ısı doku içerisinde birikmeden sıvı bileşenler tarafından alınır ve böylece hedef dokuda dejenerasyon ve ısı artışı minimum düzeyde kalır. Bu özellikler, Er: YAG lazeri yumuşak ve sert dokularda hassasiyet, verimlilik ve minimal termal hasar ile kullanılabilen bir lazer yapar. (Hode ve Tunér 2014) Kreisler ve ark. (yıl), 60-120 mJ arasındaki darbe enerjisi ve 10 Hz frekansı ile 120 saniyelik Er: YAG lazer ışınlanması sonrasında sıcaklık artışının  $47^{\circ}\text{C}$ 'yi geçmediğini öne sürmüştür (Kreisler, Al Haj ve d'Hoedt 2002), Geminiani ve ark. ise Er: YAG lazerin 10 saniye boyunca sürekli modda uygulanmasının kritik eşik üzerinde yüksek bir sıcaklık ürettiğini bildirmiştir. (Geminiani, Caton ve Romanos 2011) Farklı bir çalışmada soğutma olmaksızın kullanımın güvenli olduğunu ve  $4,30^{\circ}\text{C}$ 'lik bir artış gözlemlendiğini rapor edilmiştir. (Monzavi, Shahabi, Fekrazad, Behruzi ve Chiniforush 2014) Hava ve hava su soğutmasının kullanımı olası termal hasar riskini ortadan kaldırmaktadır.



Resim: a. Lazer (sol) ve cerrahi frez (sağ) osteotomisinin makroskobik karşılaştırılması, b. Lazer (sol) ve cerrahi frez (sağ) osteotomisinin ışık mikroskobu ile karşılaştırılması, c. Lazer (sol) ve cerrahi frez (sağ) osteotomisinin SEM (taramalı elektron mikroskobu) ile karşılaştırılması (Gabrić Pandurić D. Physical and ultrastructural bone effect comparison between laser and surgical drill. PhD thesis. University of Zagreb; 2010)



Resim: Dental implantın sinüs boşluğundan çıkartılması işlemi a. Er: YAG lazerin (X-Runner, QSP modu, 750 mJ, 10 Hz, 10 ml/dak) hedef bölgede kullanımı, b. Maksiller kortikal plakanın uzaklaştırılması

Mekanik stres veya titreşim olmamasıyla birlikte lazerle yapılan prosedürler, hastalar için daha konforludur. Lazerler, cerrahi frezlere kıyasla kemiğin ablyasyonu esnasında daha az travma oluşturur, bu durumla birlikte daha az kanama eğilimi gözlemlenebilir. Ancak ulaşımın zor olduğu bölge-

lerde kullanım zaman alır ve derinlik kontrolü yeteri kadar sağlanamayabilir, derinlik ölçümü için periodontal sond kullanılabilir. (Stübinger, Nuss, Landes, von Rechenberg ve Sader 2008) CO<sub>2</sub> lazer, Er: YAG ve frez kullanımının kemik yüzeyine etkisini değerlendiren bir çalışmada, CO<sub>2</sub> lazer uygulanan yüzeylerde yoğun karbonizasyon ile minerallerde erime görüldüğü bildirilmiştir. Er: YAG lazer kullanılan yüzeylerde kemik-hidroksiapatit oranının normal aralıkta olduğu tespit edilmiş, etkilenmiş tabakada kalsiyum-fosfat oranında patolojik olmayan bir miktar artış görülmüştür. Er: YAG lazer ile frez uygulanan yüzeylerde kemiğin kimyasal içeriği benzer rapor edilmiştir. (Cobb 2006)

Mikrobiyal yığının kalınlığı, kompozisyonu, su ve pigment içeriği gibi faktörler lazer enerjisinin diş taşı üzerindeki absorpsiyon derecesini ve ne kadar etkin uzaklaştırılabileceğini belirler. Diş taşını daha iyi uzaklaştırmak amacıyla Er: YAG lazere InGaAsP (İndiyum Galyum Arsenit Fosfor) eklenmiş, lazerin kök yüzeyi üzerindeki etkinliği artırılmıştır. (Folwaczny, Heym, Mehl ve Hickel 2002, Schwarz vd 2003) Yapılan birçok in vitro deney, diş taşı ve sementin minimum termal hasarla temizlenebilmesi, ışınlama sonrasında kök yüzeyinde mikro düzensizlikleri ve bakterisidal etkinliği indükleyebilmesi Er: YAG lazerin avantajlarını göstermiştir. Bu durum biyoyumluluğu artırabilir. (Schwarz vd 2003, Pourzarandian vd 2005, Bolortuya vd 2011)

Kök yüzeyine Er: YAG lazer uygulandıktan sonra SEM ve histolojik değerlendirme sonucunda lazer uygulanan yüzeylerin, ultrasonik cihaz uygulanan yüzeylere benzer özellikler gösterdiği bildirilmiştir. (Ishikawa, Aoki ve Takasaki 2004) Farklı bir çalışmada Er: YAG ile tedavi edilen kök yüzeylerinde, SEM gözleminde, ışınlamadan sonra ultrasonik debridmana göre önemli ölçüde daha yüksek hücre yoğunluğu, yüzeye sıkı tutunmuş sağlıklı fibroblastların yoğun birleşik tek tabakayla kaplandığı tespit edilmiştir. (Crespi, Romanos, Cassinelli ve Gherlone 2006) Bu durum daha yüksek biyoyumluluk ve doku bağlanma oranlarına işaret ediyordu. Bu etkiler Er: YAG lazerin diş taşı temizleme kabiliyetine, yumuşak ve sert dokuları uzaklaştırabilme yeteneğine ve bakterisidal etkilerine biyolojik açıdan uygunluk kazandırmak için örnek olarak kullanılabilir.

Er: YAG lazerin kök yüzeyindeki kullanımının bakterisidal etkisiyle birlikte bakteriyel endotoksinleri de elimine edebileceğini öne süren çalışmalar bulunmaktadır. Periodontal patojenlere karşı bakterisidal ve detoksifikasyon etkileri (Ando, Aoki, Watanabe ve Ishikawa 1996, Folwaczny, Mehl, Aggstaller ve Hickel 2002) diş dokusuna büyük bir zarar vermeden hastalıklı kök yüzeylerinden endotoksinleri uzaklaştırması (Schwarz vd 2006, Herrero vd 2010) ve tasarımı ile karmaşık anatomik bölgelere kolay erişim sağlaması (Soo vd 2012) nedeniyle periodontal tedavilerde enfeksiyon kontrolünün desteklenmesinde ve tedavi edilen bölgelerdeki patojenik faktörlerin azaltmasında etkili olabilir.



Sistemantik bir değerlendirmede periodontitis varlığında diş yüzeyi temizliği ve kök yüzeyi düzleştirme alternatif olarak Er: YAG lazerin klinik sonuçları değerlendirilmiş, alternatif bir tedavi yöntemi olarak veya SRP'ye ilave kullanımda lazer etkinliğinin klinik sonuçlarda önemli bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür. (Zhao vd 2014) Yılmaz ve ark.'nın yaptığı çalışmada da periodontitis tedavisinde Er: YAG lazer ve konvansiyonel mekanik yaklaşım sonuçlarında benzerlik gösterilmiştir. (Yılmaz vd 2012) Sistemantik derlemelere bakıldığında, klinik ataçman kazancı, sondalanabilir cep derinliğinde azalma ve diş eti çekilmesi açısından değerlendirildiğinde konvansiyonel mekanik tedaviye üstünlüğü kanıtlanamamıştır. (Heitz-Mayfield ve Lang 2013, Li, Deng ve Ren 2021) Er: YAG lazerin klinik pratiğinde kesin önerilebilmesi için güçlü kanıta sahip, iyi tasarlanmış, çok sayıda randomize kontrollü klinik çalışma gerekmektedir. (Schwarz, Aoki, Becker ve Sculean 2008)

Günümüzde lazer sistemleri peri-implantitiste cerrahi olmayan bir tedavi yöntemi olarak kullanılmaktadır. (Hu vd 2021) Lazerler, erime, çatlama veya kavite oluşturmadan implant yüzeyindeki granülasyon dokularını temizleme yeteneğine sahiptir. (Shibli 2018)

Er: YAG lazerler, peri-implant doku hastalıklarının tedavisinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar Er: YAG lazerin peri-implantitis varlığında implant yüzeyinde kullanımının tedaviye olumlu cevap verdiği göstermektedir. (Sculean, Schwarz ve Becker 2005, Schwarz, Bieling, Bonsmann, Latz ve Becker 2006) Çalışmalar, Er:YAG lazerlerin implant yüzeylerinin ısınması için uygun olabileceğini göstermiştir çünkü karakteristik dalga boyları titanyum tarafından zayıf bir şekilde emilir. Böylece ısınma esnasında implant yüzeyinde önemli bir ısı artışı yaşanmaz. (Kreisler, Götz ve Duschner 2002) Herhangi bir zarara yol açmaksızın pürüzlü veya pürüssüz implant yüzeylerinde mikrobiyal yığılı etkin bir şekilde temizleyebilmektedir. (Yan, Liu, Wang, Yin ve Xia 2015) Er: YAG lazerin dental implant yüzey üzerindeki bakterisidal etkilerine ilişkin in vitro bir çalışmada titanyum yüzeylerde etkin bir dekontaminasyon sağladığı ve yüksek bakterisidal potansiyel sergilediği bildirilmiştir. (Ando, Aoki, Watanabe ve Ishikawa 1996)

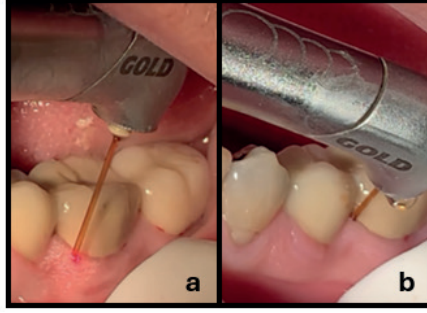
Dentin hassasiyetinde, hidrodinamik teoriye göre dentin içerisindeki sıvı hareketliliğinin azalması ile aşırı duyarlılık da azalacaktır. Er: YAG lazerin termomekanik ablasyonu ve uygulandığı dalgaboyunda su tarafından yüksek oranda absorbe edilmesi nedeniyle dentin sıvısının yüzeyel katmanlarını buharlaştırarak uzaklaştırır ve böylece hareketliliği azaltır. Er: YAG dentin aşırı hassasiyetinin giderilmesinde uygun bir araç olarak görülmektedir ve yapılan çalışmalarda iyileşme oranları oldukça yüksektir. Ancak uzun takipli ve farklı lazer tipleri ile paralel gözlem yapılan çalışmalara da ihtiyaç duyulmaktadır. (Yu ve Chang 2014) Er: YAG lazerler dentin hassasiyetinin giderilmesinde flor preparatı ile kullanımı sonucunda olumlu sonuçlar alınmıştır. (Cakar vd 2008, İpci, Cakar, Kuru ve Yılmaz 2009)

### Er-Cr: YSGG

2780 nm dalga boyuna sahip olup, cerrahi ve cerrahi olmayan periodontal tedavilerde yararlı olduğu (Schwarz, Aoki, Becker ve Sculean 2008, Clem vd 2021) önemli yan etki veya komplikasyonlara neden olmadan etkili bir şekilde kullanılabilmesi genel olarak kabul edilen lazerlerdir. (Aoki 2015) Erbiyum lazer ile oluşturulan ablyasyon alanları düşük termal etki, sığ penetrasyon, minimal doku hasarı ve düşük inflamatuvar yanıt nedeniyle hızla iyileşir. Çalışmalarda, kemik kesisi sonrasında temiz cerrahi alan sağladığı ve doku yüzeyinde hasar oluşturmadığı ifade edilmiştir. (Coluzzi 2004, Hode ve Tunér 2014) Klokkevd ve ark. orta ve şiddetli periodontitis varlığında Er,Cr: YSGG lazer ve SRP'nin birlikteki etkinliğini sadece SRP ile karşılaştırmış, benzer klinik iyileşmelerin sağlandığını bildirmişlerdir. (Klokkevd, Damian, Pham, Mallya ve Lux 2022) Farklı bir çalışmada ise konvansiyonel mekanik tedavi ile lazerin kombine kullanımının periodontitisli bireylerde tek başına SRP uygulamasına kıyasla periodontal parametrelerde iyileşme sağladığı bildirilmiştir. (Folwaczny, Mehl, Haffner, Benz ve Hickel 2000) Ando ve ark. sondalama derinliğinin azalması veya klinik ataçman kazanımı açısından Er,Cr: YSGG lazerin SRP ile kombinasyonundan ilave bir fayda bulamamışlardır. (Ando, Aoki, Watanabe ve İshikawa 1996) Yakın zamanda yapılan çalışmada periodontitisin cerrahi olmayan tedavisinde lazer ve SRP'nin birlikte kullanımının SRP ile karşılaştırıldığı 3 aylık takipte sondalama derinliği, klinik ataçman kaybı, gingival indeks ve plak indeksini azaltmada daha etkili bulunmuştur. (Soundarajan ve Rajasekar 2022) Ancak uzun vadeli olumlu sonuçları henüz bilinmemektedir.



Resim: Er-Cr: YSGG lazer (Water-lase, Biolase Corp., ABD)



Resim: Sırasıyla a. dış, b. iç yüzeyde de-epitelizasyon için Er-Cr:YSGG lazerin kullanımı (Klokkevold, P. R., Damian, A., Pham, C., Mallya, S. M., & Lux, R. (2022). *Clinical evaluation of Er,Cr:YSGG laser therapy used as an adjunct to non-surgical treatment of periodontitis: Twelve-month results from a pilot study. Journal of Periodontology*, 93(9), 1314–1324)

### Diode Lazer

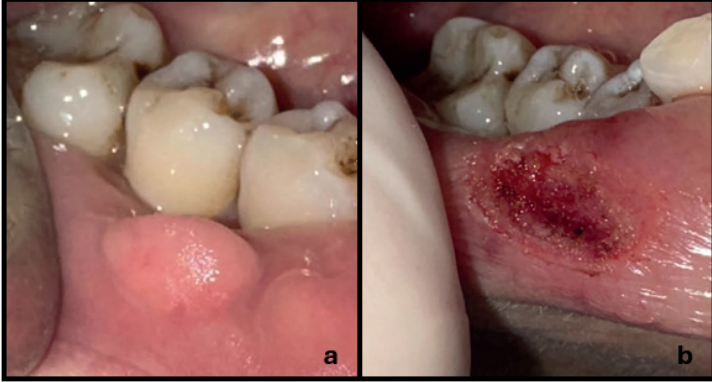
Bu lazer sistemine ait etkin ortamda, Alüminyum (Al) veya İndiyum (İn) eklenmiş Galyum-Arsenid (Gallium-Arsenide, GaAs) kombinasyonundan oluşan diode lazerlerin çalışma prensibini sağlayan yarı iletken mikroçip levhalar kullanılmaktadır. Dalga boyları genellikle 655-980 nm aralığındadır, ancak 588 nm gibi düşük seviyeli lazerler (Low-Level Laser Therapy - LLLT) de mevcuttur. (Coluzzi 2004, Wintner ve Strabl 2006, Hode ve Tunér 2014) Düşük maliyetli olması ve fiber optik ile kolayca taşınabilirliği en büyük avantajları arasında yer almaktadır. Bu özellikler hem klinik esneklik sağlamakta hem de lazerin farklı bölgelerde rahatlıkla kullanılmasına olanak tanımaktadır.



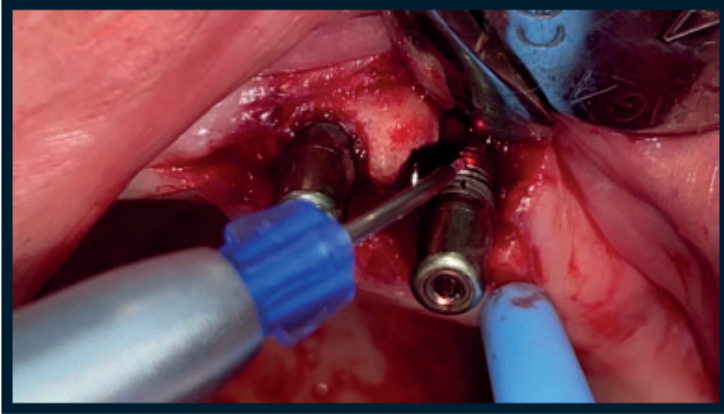
Resim 5: Diyet lazer (Fona Laser, Fona Medical, İtalya)

Diyot lazer ışınları hemoglobün ve diğer pigmentler tarafından yüksek düzeyde absorbe edilir ancak sudaki emilim katsayısı düşüktür. Bu özelliklerden yola çıkarak pigment içeren dokularda daha fazla enerji emilimi olacağından özellikle yumuşak doku işlemlerinde etkin kullanım sağlanırken, suya dü-

şük düzeyde bağlanma durumu ise sert doku işlemlerinde lazerin etkinliğini azaltmaktadır. Doku penetrasyon derinliği Nd: YAG lazere göre daha düşüktür ancak ürettiği ısı nedeniyle etkili hemostaz sağlamaktadır. (Aoki, Sasaki, Watanabe ve Ishikawa 2004, Cobb 2006) Kök yüzeyinde kullanılmasının sert dokulara zarar verebileceğini bildiren araştırmalar vardır. Periodontal tedavilerde kullanımı genellikle destekleyici özelliktedir. Hemoglobinin iyi absorbe edilmesi hemostaz amacıyla kullanımını etkili hale getirmektedir. (Aoki, Sasaki, Watanabe ve Ishikawa 2004, Schwarz, Aoki, Becker ve Sculean 2008)



*Resim: a. Dudak kenarında fibroma varlığı, b. Lazer ile eksizyonu tamamlandıktan sonraki görünüm*



*Resim: Diode lazerin implant yüzey dekontaminasyonunda kullanılması*



*Resim: a. Yüksek labial frenulum, b. Diode lazer uygulamasından sonraki görünüm, c. Postoperatif 3. haftadaki görünüm (Diş Hekimliği Pratiğinde Yumuşak Dokuda Lazer Uygulamaları, Quintessence Yayıncılık, 2008' den alınmıştır)*



*Resim: a. Üst sol 2. ve 3. molar dişlerde kron boyu uzatılması, b. Lazer uygulaması sonrası görünüm, c. Operasyon hemen sonrası görünüm (Diş Hekimliği Pratiğinde Yumuşak Dokuda Lazer Uygulamaları, Quintessence Yayıncılık, 2008' den alınmıştır)*

Periodontal tedavilerde diode lazerin destekleyici kullanımı ile elde edilecek faydalar konusunda 2008 APF raporları net bir sonuca varılmadığını bildirmiştir. (Schwarz, Aoki, Becker ve Sculean 2008) Sistematik bir derleme incelendiğinde mekanik tedaviye karşın diode lazer kullanımının klinik parametreler açısından belirgin bir üstünlüğü gösterilememiştir. (Sgolastra, Severino, Gatto ve Monaco 2013) Günümüzde diode lazer sistemleri periodontoloji alanında gingivektomi, frenektomi, yumuşak doku eksizyonu, depigmentasyon ve aftöz lezyon tedavisi gibi genellikle yumuşak doku işlemlerinde kullanılmaktadır.

### **DÜŞÜK ENERJİLİ LAZERLER**

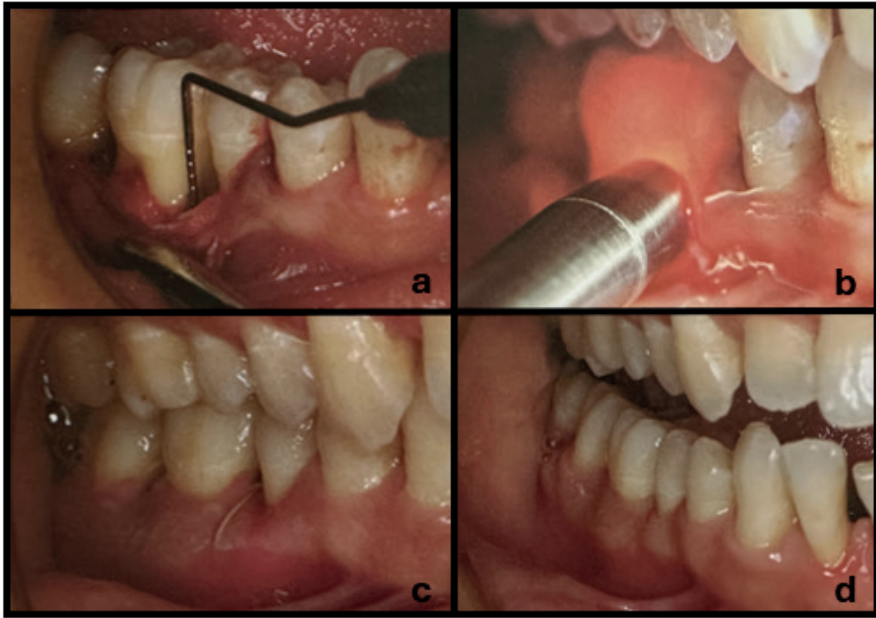
Düşük enerji seviyelerinde dokuda derin penetrasyon sağlayarak güçlü bir biyostimülatif etki oluştururlar. Bu lazerlerin temel etki prensibi biyostimülasyona dayanmaktadır. Ablatif etkileri bulunmamaktadır, doku kesisi ve buharlaştırma yapmazlar. Sudaki emilimleri ise düşük olup, yaklaşık 5-15 mm derinliğe kadar penetrasyon sağlayabilirler. Düşük enerjili lazerin ışınları, hücre membranı ve özellikle mitokondride bulunan fotoreseptörler tarafından tutulur. Bu etkileşimi takip eden süreçte ATP üretimi ve nükleik asit sentezi artar, böylece hücrelerin normal işlevleri harekete geçirilir. (Sun ve Tunér 2004) Düşük enerjili lazerler, hücre etkileşimi yoluyla yara iyileşmesinin üç safhasında (pıhtı oluşumu, granülasyon doku oluşumu ve olgunlaş-



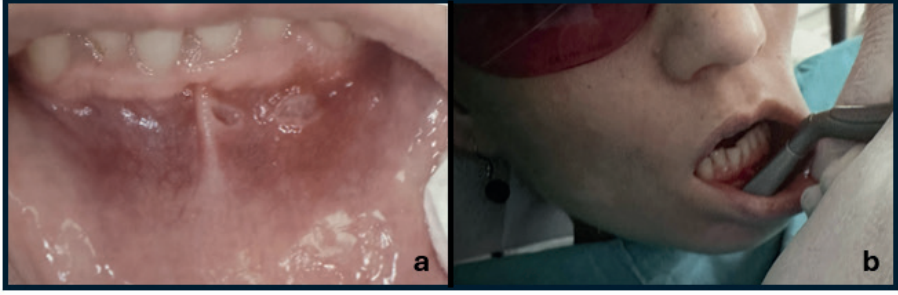
ma) uyarıcı etki göstererek iyileşme sürecini hızlandırmaktadır. Farklı tipte hücreler üzerindeki etkinliği tablo 2’de gösterilmiştir. (Sun ve Tunér 2004, Woodruff vd 2004, Qadri, Miranda, Tunér ve Gustafsson 2005).

HÜCRE TİPİ	DEL ETKİSİ
Epitel hücresi	Motilite artışı
Endotel hücresi	Anjiyogenezis hızında artış
Fibroblast	Proliferasyon ve maturasyon artışı, bFGF sentezinde artış, kollajen sentezi artışı
Makrofaj	Fagositoz artışı, bFGF sentez uyarımı
Sinir hücresi	Nosiseptif sinyallerin selektif inhibisyonu, hücre onarımı ve rejenerasyonunu, akson gelişiminde artış
Osteoblast	Proliferasyon, kemik rejenerasyonu
Kondroblast	Proliferasyon, kıkırdak doku rejenerasyonu

*Tablo 2 : Düşük enerjili lazerlerin farklı tip hücreler üzerindeki etkinliği*



*Resim: a. Operasyon sırasında kemik içi defektin görünümü, b. Operasyon sırasında düşük doz lazerin uygulanması, c. Operasyonun 1 hafta sonrası, d. Operasyondan 12 ay sonrası ('Periodontoloji' Hacettepe Ü. Yayınları 2010'dan alınmıştır)*



Resim: a. Alt çene vestibül sulkusta minör aftöz lezyonlar, b. Biyostimülasyon uygulaması (Diş Hekimliği Pratiğinde Yumuşak Dokuda Lazer Uygulamaları, Quintessence Yayıncılık, 2008' den alınmıştır.)



Resim: a. Konvansiyonel yöntem ile gingivektomi sonrası, b. Düşük doz lazerin uygulanması, c. Operasyonun 1 hafta sonrası, d. Operasyondan 15 gün sonrası epitelizasyon ('Periodontoloji' Hacettepe Ü. Yayınları 2010'dan alınmıştır.)

Düşük enerjili lazerlerin (diode) gingivektomi ve gingivoplasti sonrası kullanımında yara iyileşmesi üzerinde hızlandırıcı etki sağlandığını gösteren çalışmalar mevcuttur. (Amorim vd 2006, Ozcelik, Cenk Haytac, Kunin ve Seydaoglu 2008) Düşük enerjili lazerin, modifiye Widman flep prosedürü sonrasında kullanımında post-operatif ağrı ve doku tepkisinde olumlu etkiler gösterdiği bildirilmiştir. (Sanz-Moliner, Nart, Cohen ve Ciancio 2013) Ayrıca

kemik içi defektlerin rejeneratif tedavisinde yara iyileşmesinin erken döneminde olumlu sonuçlar elde edilmiştir. (Ozcelik, Cenk Haytac ve Seydaoglu 2008) Bifosfonat kullanan hastalarda, osteonekrozu önlemek için diş çekim sonrasında düşük enerjili lazer (Nd: YAG) kullanılmış, 15 aylık takipte minimal kemik ekspoza gözlemlenmiştir. (Vescovi vd 2013)

Düşük enerjili lazerler ile birçok çalışma (in vivo – in vitro) yapılmış olmasına rağmen etkinliğinin kesin olarak kanıtlandığı standart parametreleri hâlâ bulunmamaktadır.

Lazer kullanımında alınması gereken önlemler tablo 3'te gösterilmiştir.

Önem	Açıklama
Koruyucu Gözlük Kullanımı	Hem hasta hem de uygulayıcı için uygun dalga boyuna göre koruyucu gözlük takılmalıdır.
Uygulama Alanının İzolasyonu	Lazer ışınının yalnızca hedef bölgeye ulaşmasını sağlamak için çevre dokular izole edilmelidir
Güvenli Enerji Seviyelerinin Seçilmesi	Kullanılan lazerin gücüne göre uygun enerji seviyeleri ve parametreler belirlenmelidir.
Duman ve Buhar Emme Cihazları	Lazer uygulaması sırasında ortaya çıkan duman ve buharların zararlı etkilerini önlemek için duman emme cihazları kullanılmalıdır.
Cilt Koruması	Lazer ışınlarının cilt üzerinde istenmeyen etkilerinden korunmak için cilt yüzeyinin korunması önemlidir.
Yangın Riski Önlemleri	Lazerle çalışılan ortamda yangın riskini azaltmak için yanıcı maddelerden kaçınılmalıdır.
Lazer Uyarı İşaretleri	Lazer kullanılan alanlarda güvenlik işaretleri yerleştirilmeli ve izinsiz girişler engellenmelidir.
Eğitilmiş Personel	Lazer kullanımı konusunda eğitilmiş ve deneyimli personelin işlemi gerçekleştirmesi gereklidir.
Hastanın Bilgilendirilmesi	Lazer uygulaması öncesinde hastaya işlem hakkında bilgi verilmeli ve gerekli koruma sağlanmalıdır.

Tablo 3 : Lazer kullanımında alınması gereken önlemler

## SONUÇ

Lazerin doku üzerindeki etkinliği, kullanılan lazerin parametreleri ile ilgilidir. Enerji yoğunluğu, uygulama süresi, atım süresi, güç ve frekans gibi kullanım özellikleri değiştirildiğinde hedef dokuda farklı etkilere yol açabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Başarılı bir klinik sonuca ulaşmak için uygun lazer seçimi ve parametre değerleri kadar doğru doku seçimi de oldukça önemlidir, aksi takdirde ciddi yumuşak ve sert doku hasarı oluşturma riski bulunmaktadır. Yapılan ve yapılmakta olan çalışmalar doku-lazer-parametre konularına yönelik kanıta dayalı belirlemeler üzerinedir. Periodontal tedaviler içerisinde konvansiyonel mekanik tedaviler altın standarttır ve herhangi bir lazer sisteminin mekanik tedaviye göre üstünlüğü henüz belirtilmemiştir.



## KAYNAKÇA

- Abduljabbar, T., Vohra, F., Kellesarian, S. V., & Javed, F. (2017). Efficacy of scaling and root planning with and without adjunct Nd:YAG laser therapy on clinical periodontal parameters and gingival crevicular fluid interleukin 1-beta and tumor necrosis factor-alpha levels among patients with periodontal disease: A prospective randomized split-mouth clinical study. *Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology*, 169, 70–74.
- Almeida-Lopes, L., Rigau, J., Zângaro, R. A., Guidugli-Neto, J., & Jaeger, M. M. (2001). Comparison of the low level laser therapy effects on cultured human gingival fibroblasts proliferation using different irradiance and same fluence. *Lasers in surgery and medicine*, 29(2), 179–184.
- Amorim, J. C., de Sousa, G. R., de Barros Silveira, L., Prates, R. A., Pinotti, M., & Ribeiro, M. S. (2006). Clinical study of the gingiva healing after gingivectomy and low-level laser therapy. *Photomedicine and laser surgery*, 24(5), 588–594.
- Ando, Y., Aoki, A., Watanabe, H., & Ishikawa, I. (1996). Bactericidal effect of erbium YAG laser on periodontopathic bacteria. *Lasers in surgery and medicine*, 19(2), 190–200.
- Ansi, Z136.3-2024.: American National Standarts Institute, American National Standard fort he Safe Use of Lasers, 2018
- Aoki, A., Ando, Y., Watanabe, H., & Ishikawa, I. (1994). In vitro studies on laser scaling of subgingival calculus with an erbium:YAG laser. *Journal of periodontology*, 65(12), 1097–1106.
- Aoki, A., Mizutani, K., Schwarz, F., Sculean, A., Yukna, R. A., Takasaki, A. A., Romanos, G. E., Taniguchi, Y., Sasaki, K. M., Zeredo, J. L., Koshy, G., Coluzzi, D. J., White, J. M., Abiko, Y., Ishikawa, I., & Izumi, Y. (2015). Periodontal and peri-implant wound healing following laser therapy. *Periodontology 2000*, 68(1), 217–269.
- Aoki, A., Sasaki, K. M., Watanabe, H., & Ishikawa, I. (2004). Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontology 2000*, 36, 59–97.
- Assaf, M., Yilmaz, S., Kuru, B., İpci, S. D., Noyun, U., & Kadir, T. (2007). Effect of the diode laser on bacteremia associated with dental ultrasonic scaling: a clinical and microbiological study. *Photomedicine and laser surgery*, 25(4), 250–256.
- Bader H. I. (2000). Use of lasers in periodontics. *Dental clinics of North America*, 44(4), 779–791.
- Barone, A., Covani, U., Crespi, R., & Romanos, G. E. (2002). Root surface morphological changes after focused versus defocused CO2 laser irradiation: a scanning electron microscopy analysis. *Journal of periodontology*, 73(4), 370–373.
- Bolortuya G, Ebihara A, Ichinose S, ve diğerleri. İlk fibroblastErbiyum:YAG lazer ışınlanmış dentine bağlanma. *Uluslararası Endod.J.* 2011;44(12):314-344
- Cakar, G., Kuru, B., İpci, S. D., Aksoy, Z. M., Okar, I., & Yilmaz, S. (2008). Effect of

- Er:YAG and CO2 lasers with and without sodium fluoride gel on dentinal tubules: a scanning electron microscope examination. *Photomedicine and laser surgery*, 26(6), 565–571.
- Centy, I. G., Blank, L. W., Levy, B. A., Romberg, E., & Barnes, D. M. (1997). Carbon dioxide laser for de-epithelialization of periodontal flaps. *Journal of periodontology*, 68(8), 763–769.
- Chambrone, L., Ramos, U. D., & Reynolds, M. A. (2018). Infrared lasers for the treatment of moderate to severe periodontitis: An American Academy of Periodontology best evidence review. *Journal of periodontology*, 89(7), 743–765.
- Chawla, K., Lamba, A. K., Tandon, S., Faraz, F., & Gaba, V. (2016). Effect of low-level laser therapy on wound healing after depigmentation procedure: A clinical study. *Journal of Indian Society of Periodontology*, 20(2), 184–188.
- Clayman L, Kuo P. Lasers in maxillofacial surgery and dentistry. Thieme Medical Publishers. 1997.
- Clem, D., Heard, R., McGuire, M., Scheyer, E. T., Richardson, C., Toback, G., Gwaltney, C., & Gunsolley, J. C. (2021). Comparison of Er,Cr:YSGG laser to minimally invasive surgical technique in the treatment of intrabony defects: Six-month results of a multicenter, randomized, controlled study. *Journal of periodontology*, 92(4), 496–506.
- Cobb C. M. (2006). Lasers in periodontics: a review of the literature. *Journal of periodontology*, 77(4), 545–564.
- Cobb C. M. (2017). Lasers and the treatment of periodontitis: the essence and the noise. *Periodontology 2000*, 75(1), 205–295.
- Coluzzi D. J. (2004). Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dental clinics of North America*, 48(4), 751–v.
- Coluzzi, D. J. (2004). Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dental Clinics*, 48(4), 751–770.
- Conlan, M. J., Rapley, J. W., & Cobb, C. M. (1996). Biostimulation of wound healing by low-energy laser irradiation. A review. *Journal of clinical periodontology*, 23(5), 492–496.
- Crespi, R., Romanos, G. E., Cassinelli, C., & Gherlone, E. (2006). Effects of Er:YAG laser and ultrasonic treatment on fibroblast attachment to root surfaces: an in vitro study. *Journal of periodontology*, 77(7), 1217–1222.
- Crockett, D. J., Meier, J. D., Wilson, K. F., & Grimmer, J. F. (2013). Treatment of oral cavity venous malformations with the Nd:YAG laser using the underwater technique. *Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 149(6), 954–956.
- Davis, C. C. (1996). *Lasers and electro-optics: fundamentals and engineering*. Cambridge university press.
- Eltas, A., & Orbak, R. (2012). Clinical effects of Nd:YAG laser applications during nonsurgical periodontal treatment in smoking and nonsmoking patients with

- chronic periodontitis. *Photomedicine and laser surgery*, 30(7), 360–366.
- Enwemeka, C. S., Parker, J. C., Dowdy, D. S., Harkness, E. E., Sanford, L. E., & Woodruff, L. D. (2004). The efficacy of low-power lasers in tissue repair and pain control: a meta-analysis study. *Photomedicine and laser surgery*, 22(4), 323–329.
- Esen, E., Haytac, M. C., Oz, I. A., Erdoğan, O., & Karsli, E. D. (2004). Gingival melanin pigmentation and its treatment with the CO2 laser. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 98(5), 522–527.
- Folwaczny, M., Heym, R., Mehl, A., & Hickel, R. (2002). Subgingival calculus detection with fluorescence induced by 655 nm InGaAsP diode laser radiation. *Journal of periodontology*, 73(6), 597–601.
- Folwaczny, M., Mehl, A., Aggstaller, H., & Hickel, R. (2002). Antimicrobial effects of 2.94 microm Er:YAG laser radiation on root surfaces: an in vitro study. *Journal of clinical periodontology*, 29(1), 73–78.
- Folwaczny, M., Mehl, A., Haffner, C., Benz, C., & Hickel, R. (2000). Root substance removal with Er:YAG laser radiation at different parameters using a new delivery system. *Journal of periodontology*, 71(2), 147–155.
- Geminiani, A., Caton, J. G., & Romanos, G. E. (2011). Temperature increase during CO(2) and Er:YAG irradiation on implant surfaces. *Implant dentistry*, 20(5), 379–382.
- Gómez, C., Domínguez, A., García-Kass, A. I., & García-Nuñez, J. A. (2011). Adjunctive Nd:YAG laser application in chronic periodontitis: clinical, immunological, and microbiological aspects. *Lasers in medical science*, 26(4), 453–463.
- Haytac, C. M., Ustun, Y., Essen, E., & Ozcelik, O. (2007). Combined treatment approach of gingivectomy and CO2 laser for cyclosporine-induced gingival overgrowth. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 38(1), e54–e59.
- Haytac, M. C., & Ozcelik, O. (2006). Evaluation of patient perceptions after frenectomy operations: a comparison of carbon dioxide laser and scalpel techniques. *Journal of periodontology*, 77(11), 1815–1819.
- Heitz-Mayfield, L. J., & Lang, N. P. (2013). Surgical and nonsurgical periodontal therapy. Learned and unlearned concepts. *Periodontology 2000*, 62(1), 218–231.
- Herrero, A., García-Kass, A. I., Gómez, C., Sanz, M., & García-Nuñez, J. A. (2010). Effect of two kinds of Er:YAG laser systems on root surface in comparison to ultrasonic scaling: an in vitro study. *Photomedicine and laser surgery*, 28(4), 497–504.
- Hode, L., & Tunér, J. (2014). Laser phototherapy. *Grangesberg, Sweden: Prima Books*.
- Hu ML, Zheng G, Lin H, Li N, Zhao PF, Han JM (2021) Affiliations expand network meta-analysis of the treatment efficacy of different lasers for peri-implantitis. *Lasers Med Sci* 36(3):619–629
- Ipci, S. D., Cakar, G., Kuru, B., & Yilmaz, S. (2009). Clinical evaluation of lasers and sodium fluoride gel in the treatment of dentine hypersensitivity. *Photomedicine*

*and laser surgery*, 27(1), 85–91.

- Ishikawa, I., Aoki, A., & Takasaki, A. A. (2004). Potential applications of Erbium:YAG laser in periodontics. *Journal of periodontal research*, 39(4), 275–285.
- Javed, F., Kellesarian, S. V., Al-Kheraif, A. A., Ranna, V., Qadri, T., Yunker, M., Malmstrom, H., & Romanos, G. E. (2016). Effect of Nd:YAG laser-assisted non-surgical periodontal therapy on clinical periodontal and serum biomarkers in patients with and without coronary artery disease: A short-term pilot study. *Lasers in surgery and medicine*, 48(10), 929–935.
- Klokkevold, P. R., Damian, A., Pham, C., Mallya, S. M., & Lux, R. (2022). Clinical evaluation of Er,Cr:YSGG laser therapy used as an adjunct to non-surgical treatment of periodontitis: Twelve-month results from a pilot study. *Journal of periodontology*, 93(9), 1314–1324.
- Kranendonk, A., van der Reijden, W., van Winkelhoff, A., & van der Weijden, G. (2010). The bactericidal effect of a Genius Nd:YAG laser. *International journal of dental hygiene*, 8(1), 63–67.
- Kreisler, M., Al Haj, H., & d'Hoedt, B. (2002). Temperature changes at the implant-bone interface during simulated surface decontamination with an Er:YAG laser. *The International journal of prosthodontics*, 15(6), 582–587.
- Kreisler, M., Christoffers, A. B., Al-Haj, H., Willershausen, B., & d'Hoedt, B. (2002). Low level 809-nm diode laser-induced in vitro stimulation of the proliferation of human gingival fibroblasts. *Lasers in surgery and medicine*, 30(5), 365–369.
- Kreisler, M., Christoffers, A. B., Willershausen, B., & d'Hoedt, B. (2003). Effect of low-level GaAlAs laser irradiation on the proliferation rate of human periodontal ligament fibroblasts: an in vitro study. *Journal of clinical periodontology*, 30(4), 353–358.
- Kreisler, M., Götz, H., & Duschner, H. (2002). Effect of Nd:YAG, Ho:YAG, Er:YAG, CO<sub>2</sub>, and GaAlAs laser irradiation on surface properties of endosseous dental implants. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 17(2), 202–211.
- Li, L., Deng, J., & Ren, S. (2021). The clinical efficacy of Er:YAG lasers in the treatment of peri-implantitis: a systematic review and meta-analysis. *Annals of palliative medicine*, 10(8), 9002–9014.
- Liu, C. M., Hou, L. T., Wong, M. Y., & Lan, W. H. (1999). Comparison of Nd:YAG laser versus scaling and root planing in periodontal therapy. *Journal of periodontology*, 70(11), 1276–1282.
- Mavrogiannis, M., Thomason, J. M., & Seymour, R. A. (2004). Lasers in periodontology. *Dental update*, 31(9), 535–547.
- Medeiros Júnior, R., Gueiros, L. A., Silva, I. H., de Albuquerque Carvalho, A., & Leão, J. C. (2015). Labial frenectomy with Nd:YAG laser and conventional surgery: a comparative study. *Lasers in medical science*, 30(2), 851–856.
- Mizutani, K., Aoki, A., Coluzzi, D., Yukna, R., Wang, C. Y., Pavlic, V., & Izumi, Y.

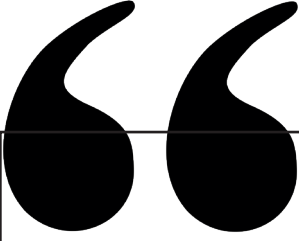
- (2016). Lasers in minimally invasive periodontal and peri-implant therapy. *Periodontology 2000*, 71(1), 185–212.
- Monzavi, A., Shahabi, S., Fekrazad, R., Behruzi, R., & Chiniforush, N. (2014). Implant Surface Temperature Changes during Er:YAG Laser Irradiation with Different Cooling Systems. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 11(2), 210–215.
- Moritz, A., Schoop, U., Goharkhay, K., Schauer, P., Doertbudak, O., Wernisch, J., & Sperr, W. (1998). Treatment of periodontal pockets with a diode laser. *Lasers in surgery and medicine*, 22(5), 302–311.
- Ozcelik, O., Cenk Haytac, M., & Seydaoglu, G. (2008). Enamel matrix derivative and low-level laser therapy in the treatment of intra-bony defects: a randomized placebo-controlled clinical trial. *Journal of clinical periodontology*, 35(2), 147–156.
- Ozcelik, O., Cenk Haytac, M., Kunin, A., & Seydaoglu, G. (2008). Improved wound healing by low-level laser irradiation after gingivectomy operations: a controlled clinical pilot study. *Journal of clinical periodontology*, 35(3), 250–254.
- Pourzarandian, A., Watanabe, H., Ruwanpura, S. M., Aoki, A., & Ishikawa, I. (2005). Effect of low-level Er:YAG laser irradiation on cultured human gingival fibroblasts. *Journal of periodontology*, 76(2), 187–193.
- Qadri, T., Miranda, L., Tunér, J., & Gustafsson, A. (2005). The short-term effects of low-level lasers as adjunct therapy in the treatment of periodontal inflammation. *Journal of clinical periodontology*, 32(7), 714–719.
- Sanz-Moliner, J. D., Nart, J., Cohen, R. E., & Ciancio, S. G. (2013). The effect of an 810-nm diode laser on postoperative pain and tissue response after modified Widman flap surgery: a pilot study in humans. *Journal of periodontology*, 84(2), 152–158.
- Schoop, U.: *Laser-assisted periodontal therapy: Oral Laser Application*, Chicago, Quintessenz Verlags-GmbH, s. 343-373, 2006
- Schwarz, F., Aoki, A., Becker, J., & Sculean, A. (2008). Laser application in non-surgical periodontal therapy: a systematic review. *Journal of clinical periodontology*, 35(8 Suppl), 29–44.
- Schwarz, F., Bieling, K., Bonsmann, M., Latz, T., & Becker, J. (2006). Nonsurgical treatment of moderate and advanced periimplantitis lesions: a controlled clinical study. *Clinical oral investigations*, 10(4), 279–288.
- Schwarz, F., Bieling, K., Venghaus, S., Sculean, A., Jepsen, S., & Becker, J. (2006). Influence of fluorescence-controlled Er:YAG laser radiation, the Vector system and hand instruments on periodontally diseased root surfaces in vivo. *Journal of clinical periodontology*, 33(3), 200–208.
- Schwarz, F., Sculean, A., Berakdar, M., Georg, T., Reich, E., & Becker, J. (2003). Periodontal treatment with an Er:YAG laser or scaling and root planing. A 2-year follow-up split-mouth study. *Journal of periodontology*, 74(5), 590–596.
- Schwarz, F., Sculean, A., Berakdar, M., Szathmari, L., Georg, T., & Becker, J. (2003). In

- vivo and in vitro effects of an Er:YAG laser, a GaAlAs diode laser, and scaling and root planing on periodontally diseased root surfaces: a comparative histologic study. *Lasers in surgery and medicine*, 32(5), 359–366.
- Sculean, A., Schwarz, F., & Becker, J. (2005). Anti-infective therapy with an Er:YAG laser: influence on peri-implant healing. *Expert review of medical devices*, 2(3), 267–276.
- Sgolastra, F., Severino, M., Gatto, R., & Monaco, A. (2013). Effectiveness of diode laser as adjunctive therapy to scaling root planning in the treatment of chronic periodontitis: a meta-analysis. *Lasers in medical science*, 28(5), 1393–1402.
- Shibli JA (2018) Is laser the best choice for the treatment of peri-implantitis? *Photo-med Laser Surg* 36:569–570.
- Slot, D. E., Kranendonk, A. A., Paraskevas, S., & Van der Weijden, F. (2009). The effect of a pulsed Nd:YAG laser in non-surgical periodontal therapy. *Journal of periodontology*, 80(7), 1041–1056.
- Slot, D. E., Kranendonk, A. A., Van der Reijden, W. A., Van Winkelhoff, A. J., Rosema, N. A., Schulein, W. H., Van der Velden, U., & Van der Weijden, F. A. (2011). Adjunctive effect of a water-cooled Nd:YAG laser in the treatment of chronic periodontitis. *Journal of clinical periodontology*, 38(5), 470–478.
- Slot, D. E., Timmerman, M. F., Versteeg, P. A., van der Velden, U., & van der Weijden, F. A. (2012). Adjunctive clinical effect of a water-cooled Nd:YAG laser in a periodontal maintenance care programme: a randomized controlled trial. *Journal of clinical periodontology*, 39(12), 1159–1165.
- Soo, L., Leichter, J. W., Windle, J., Monteith, B., Williams, S. M., Seymour, G. J., & Cullinan, M. P. (2012). A comparison of Er:YAG laser and mechanical debridement for the non-surgical treatment of chronic periodontitis: a randomized, prospective clinical study. *Journal of clinical periodontology*, 39(6), 537–545.
- Soundarajan, S., & Rajasekar, A. (2022). Comparative evaluation of combined efficacy of methylene blue mediated antimicrobial photodynamic therapy (a-PDT) using 660 nm diode laser versus Erbium-chromium-yttrium-scandium-gallium-garnet (Er, Cr: YSGG) laser as an adjunct to scaling and root planing on clinical parameters in supportive periodontal therapy: A randomized split-mouth trial. *Photodiagnosis and photodynamic therapy*, 39, 102971.
- Stübinger, S., Nuss, K., Landes, C., von Rechenberg, B., & Sader, R. (2008). Harvesting of intraoral autogenous block grafts from the chin and ramus region: preliminary results with a variable square pulse Er:YAG laser. *Lasers in surgery and medicine*, 40(5), 312–318.
- Sun, G., & Tunér, J. (2004). Low-level laser therapy in dentistry. *Dental clinics of North America*, 48(4), 1061–viii.
- Tanyeri H. Diş Hekimliği Pratiğinde Yumuşak Dokuda Lazer Uygulamaları. 2017.
- Tewfik, H. M., Garnick, J. J., Schuster, G. S., & Sharawy, M. M. (1994). Structural and functional changes of cementum surface following exposure to a modified Nd:-

- YAG laser. *Journal of periodontology*, 65(4), 297–302.
- Ting, C. C., Fukuda, M., Watanabe, T., Sanaoka, A., Mitani, A., & Noguchi, T. (2014). Morphological alterations of periodontal pocket epithelium following Nd:YAG laser irradiation. *Photomedicine and laser surgery*, 32(12), 649–657.
- Vescovi, P., Meleti, M., Merigo, E., Manfredi, M., Fornaini, C., Guidotti, R., & Nammour, S. (2013). Case series of 589 tooth extractions in patients under bisphosphonates therapy. Proposal of a clinical protocol supported by Nd:YAG low-level laser therapy. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*, 18(4), e680–e685.
- Wintner, E. ve Strabl, M. Basic informations on lasers: Oral Laser Application, Chicago, Quintessenz Verlags-GmbH, s. 1-53, 2006.
- Woodruff, L. D., Bounkeo, J. M., Brannon, W. M., Dawes, K. S., Barham, C. D., Waddell, D. L., & Enwemeka, C. S. (2004). The efficacy of laser therapy in wound repair: a meta-analysis of the literature. *Photomedicine and laser surgery*, 22(3), 241–247.
- Yan, M., Liu, M., Wang, M., Yin, F., & Xia, H. (2015). The effects of Er:YAG on the treatment of peri-implantitis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Lasers in medical science*, 30(7), 1843–1853.
- Yıldız S, Tümer M. K., *Hard Laser Systems Used In Oral and Maxillofacial Surgical Practice*, 2019
- Yilmaz, S., Kuru, B., Kuru, L., Noyan, U., Argun, D., & Kadir, T. (2002). Effect of gallium arsenide diode laser on human periodontal disease: a microbiological and clinical study. *Lasers in surgery and medicine*, 30(1), 60–66.
- Yilmaz, S., Kut, B., Gursoy, H., Eren-Kuru, B., Noyan, U., & Kadir, T. (2012). Er:YAG laser versus systemic metronidazole as an adjunct to nonsurgical periodontal therapy: a clinical and microbiological study. *Photomedicine and laser surgery*, 30(6), 325–330.
- Yu, C. H., & Chang, Y. C. (2014). Clinical efficacy of the Er:YAG laser treatment on hypersensitive dentin. *Journal of the Formosan Medical Association = Taiwan yi zhi*, 113(6), 388–391.
- Yukna, R. A., Carr, R. L., & Evans, G. H. (2007). Histologic evaluation of an Nd:YAG laser-assisted new attachment procedure in humans. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 27(6), 577–587.
- Yukna, R. A., Carr, R. L., & Evans, G. H. (2007). Histologic evaluation of an Nd:YAG laser-assisted new attachment procedure in humans. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 27(6), 577–587.
- Zhao, Y., Yin, Y., Tao, L., Nie, P., Tang, Y., & Zhu, M. (2014). Er:YAG laser versus scaling and root planing as alternative or adjuvant for chronic periodontitis treatment: a systematic review. *Journal of clinical periodontology*, 41(11), 1069–1079.







## *Bölüm 2*

### **PERİ- İMPLANTİTİS VE TEDAVİ YAKLAŞIMLARI**

*Tuğçe DÖNMEZER<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Perio-  
dantoloji Bölümü, Tekirdağ, Türkiye, e-mail: tdonmezer@nkü.edu.tr, ORCID ID:0000-  
0003-3732-1193

## GİRİŞ

Peri-implant hastalıklar, implantı çevreleyen dokuları etkileyen bakteri plağının neden olduğu inflamatuvar durumlar olarak tanımlanır. Peri-implant mukoziti, yumuşak doku bölümünde yer alan inflamatuvar bir lezyon ile karakterize edilirken, peri-implantitis lezyonlar aynı zamanda implantı destekleyen kemiğin ilerleyici kaybıyla da karakterize edilir. 2017’ de yapılan Periodontal Hastalıklar ve Durumların Sınıflandırılması ile ilişkili Dünya Çalıştayı sırasında da peri-implant hastalıklar, dental implantları çevreleyen dokuları etkileyen inflamatuvar lezyonlar olarak tanımlanmış, ayrıca peri-implant mukozit ve peri-implantitis olarak sınıflandırılmıştır. (Berglundh et al., 2018).

## PERİ-İMLANTİTİS OLUŞUMU

Diş implantı ile doğal dişler arasında anatomik ve fizyolojik açıdan farklılıklar vardır. İmplantların damar desteği daha azdır ve bağ dokusu liflerinin konfigürasyonu onları daha savunmasız hale getirir. Kollajen lifler yalnızca yumuşak doku yakasında bulunur ve paralel şekilde düzenlenir. İmplantlarda sement ve Sharpey liflerinin bulunmaması nedeniyle patojen istilası doğal dişlere kıyasla implantlarda çok daha hızlıdır. Bu lifler periosteum ile kemik arasında güçlü bir bağlantı sağlar ve dolayısıyla enfeksiyonun doğrudan ilerlemesini engeller. (Ivanovski & Lee, 2018).

Peri-implantitis oluşumunda gram pozitif aeroblar, gram negatif anaeroblar ve fusiform türleri etkin rol oynar. Ancak, Sahamann ve ark., peri-implantitis oluşumunda karşılaştırılan tüm çalışmalarda belirli mikroorganizmaların tanımlanmasının tutarlı bir şekilde izole edilmediği veya tekrarlanabilir olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. (Sahrman et al., 2020).

Peri-implantitis, bakteriyel bir tehdit sonucunda meydana gelir, periodontitis öyküsü, zayıf oral hijyen becerileri, implant yerleştirildikten sonra düzenli bakım yapılmaması ve ağız hijyeni prosedürlerine erişimi engelleyen protezin aşırı şekillendirilmesi gibi çok sayıda faktörle implant çevresi hastalıklara yakalanma riskinin arttığı rapor edilmiştir. (Roccuzzo et al., 2022; Schwarz, Derks, Monje, & Wang, 2018)

## Peri-implantitis Oluşumunda Etkili Faktörler

Peri-implantitis oluşumundaki riskler arasında, şiddetli periodontitis öyküsü olan hastalar, zayıf plak kontrolü ve ameliyat sonrası uyumsuzluk sayılabilir. Peri-implantitis için sigara kullanma ve diyabetin risk faktörleri olduğuna dair kesin olmayan kanıtlar vardır. Ayrıca çalışmalar, peri-implantitisin artık siman oluşumunun ve implant konumunun temizliğe müdahale etmesiyle bağlantılı olduğunu gösteren sınırlı sayıda çalışmalar vardır. Son olarak, konsensüs grubu, keratinize mukoza ve oklüzal aşırı yükün bir risk faktörü olarak gerekliliği konusunda kesin olmayan kanıtların bulunduğunu belirtmektedir. (Berglundh et al., 2018)

## **Diyabet**

Genel olarak, hiperglisemili hastalarda, bozulmuş hücre alımı, kemik metabolizması ile birlikte buna bağlı sekonder olarak yara iyileşmesinin bozulmasından kaynaklı diş implantlarını çevreleyen kemik yıkımının arttığı gözlenmektedir. Hipergliseminin etkileri şu komplikasyonların gelişmesinde bir risk faktörü olabilir: (1) gecikmiş osseointegrasyon, (2) uzun süreli peri-implantitis gelişimi ve (3) implantlarda uzun süreli kötü sağkalım. Ancak implant sağ kalımında kontrol altındaki hipoglisemik diyabet hastaları, sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığında iyi ve başarılı sonuçlara sahiptir.(Wagner, Spille, Wiltfang, & Naujokat, 2022)

## **Sigara**

Chranovic ve ark. t 2015 yılında yaptıkları bir incelemede, sigara içenlerin, sigara içmeyenlerle karşılaştırıldığında diş implantları üzerindeki 3 ana zararlı etkisini vurguladılar: (1) başarısızlık oranında artış, (2) ameliyat sonrası enfeksiyonda artış, (3) implantın etrafındaki kemik kaybında artış olarak tanımlamışlardır. Sigara dumanının implant çevresi ortam üzerindeki nedeni ve etkisinin, vasküler beslenmeyi ve osseointegrasyon için kemik döngüsünün sürdürülmesini olumsuz yönde etkileyeceği teorize edilmiştir. Bu başarısızlık oranları sigara içenlerde %6,35, içmeyenlerde ise %3,18 olarak bildirilmiştir. (Chranovic, Albrektsson, & Wennerberg, 2015)

## **Genetik faktörler**

Osteoprotegerin (OPG)/RANKL/RANK sistemi kemik metabolizmasının düzenlenmesine yardımcı olur. Özellikle, bir OPG/RANKL bağlanması, kemik erimesinin önlenmesini desteklerken, bir RANKL/RANK bağlantısı, kemik erimesi için preosteoklastın aktivasyonunu ve osteoklast halinde farklılaşmasını destekleyecektir. Yapılan bir meta-analizde, mutasyona uğramış bir OPG geninin (rs2073618) periimplantitis gelişimini önemli ölçüde artırabileceği keşfedildi. Bu nedenle, periimplantitisli bu hastaların dişeti sulkuslarında düşük OPG düzeylerine sahip olduğu bulundu. Araştırmacılar bu genetik varyantın periimplantitis riski taşıyan bireylerin belirlenmesinde yararlı bir biyobelirteç olabileceği sonucuna vardılar. (Xu et al., 2022)

## **Geçirilen Periodontal Hastalık**

Yapılan bir incelemede, yetişkin periodontitis öyküsü olan hastalarda peri-implantitis gelişme riskinin, periodontitis öyküsü bulunmayanlara göre 2 kat daha riskli olduğunu göstermiştir. İmplant tedavisinden önce periodontal hastalık ortadan kaldırılırsa riskin azalacağı tespit edilmiştir. (Chan & Kang, 2024)

## **Oklüzal Aşırı Yük**

Diş sıkma ve brüksizme benzer şekilde, aşırı veya zayıf dengeli oklüzyon, oklüzal aşırı yüklenmeye neden olarak implant çevresindeki marjinal

kemik kaybının artmasına neden olabilir. Di Fiore ve ark. yapmış oldukları sistematik bir inceleme, 7 çalışmadan 4'üne dayanarak böyle bir ilişkinin olduğu sonucuna vardı. Ancak bu sonuçlar hayvan ve insan modelinde tutarlı bir şekilde tekrarlanmadığından dolayı araştırmacılar; ölçülebilir bir sayıdaki aşırı yük eşiği, yük dağılımını daha iyi anlamak için bu bulgulara erişmek için dijital teknolojinin kullanılması gibi soruları araştırmak, çalışmalarını standartlaştırmak ve önyargıyı ortadan kaldırmak için gelecekteki çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu öne sürdü. (Di Fiore et al., 2022)

### **Restorasyonda Kalan Siman**

Linkevicius ve ark. yapmış oldukları retrospektif çalışmada incelenen 74 implanttan, restorasyonda siman kalıntısı bulunan periodontal hastalık öyküsü olan her hastada (n = 39) peri-implantitis gelişirken, periodontitis öyküsü olmayan yalnızca 3 hastada (n = 34) peri-implantitis geliştiği gözlenmiştir. Bu veriler, siman kalıntısı olan periodontal hastalık geçmişi olan kişilerin peri-implantitis gelişimi açısından güçlü bir korelasyona sahip olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, siman artığından kaynaklı peri-implantitis vakalarını azaltmak için bu popülasyona vida tutuculu restorasyon önerilmektedir. (Linkevicius, Puisys, Vindasiute, Linkeviciene, & Apse, 2013)

### **Bruksizm**

Bruksizm, bu protezler ve ilgili destek yapıları üzerinde oluşan ağır kuvvetlerin protez ve biyolojik komplikasyonlara neden olması nedeniyle implant yerleştirilmesi için kontrendikasyon olarak listelenmiştir. Protez komplikasyonları arasında ilgili protez bileşenlerinin kırılması/gevşemesi yer alır. Peri-implantitise neden olan krestal kemik kaybının implantın koronal kısmındaki aşırı stres ile ilişkili olduğu öne sürülmüştür. Bu başarısızlıkların çoğu sabit restorasyonlarda görülmüştür. (Zhou, Gao, Luo, & Wang, 2016)

### **Yanlış Konumlandırılmış İmplant**

Kötü konumlandırılmış implant, başarısız implant tedavisine neden olan faktörlerden biridir. Bunlar alveolar kretin dışına yerleştirildiğinde (örn.; bukkal), estetik bozulma ve diş eti çekilmesine neden olarak peri-implantitise yol açabilir. Hammerle ve Tarnow' un yapmış olduğu bir çalışmada, implant bukkale 1 mm yerleştirildiğinde, 4. ayda aynı yüzeyde 0,22 mm krestal kemik kaybı görüleceği rapor edilmiştir. (Hammerle & Tarnow, 2018)

### **Keratinize Doku**

İmplantların çevresindeki keratinize diş eti dokusunun, peri-implant sağlığı ve bakımında yararlı ve koruyucu bir rolü olabileceği tespit edilmiştir. İmplant çevresindeki yeterli keratinize dokusu 2 mm'dir, ancak keratinize dokunun optimal genişliği, mukozal doku kalınlığı, suprakrestal dokunun yüksekliği, peri-implant kemik hacmi, cep derinliği, protez tasarımı gibi faktörlere bağlı olabilir. (Ravida et al., 2022)

## PERİ-İMLANT HASTALIKLARIN SINIFLAMASI

2017 yılı Dünya Çalıştayı sırasında, peri-implant hastalıklarının tanımlanması konusunda fikir birliğine varılarak bu hastalıklar sınıflandırıldı: (1) peri-implant sağlığı, (2) peri-implant mukozit ve (3) peri-implantitis olarak kategorize edildi (Tablo 1). Peri-implant sağlığı, restore edilen alanı çevreleyen hastalığın yokluğu anlamına gelse de peri-implant mukozit ve peri-implantitis, diş implantlarıyla ilişkili 2 yaygın komplikasyondur. İmplant çevresinde iltihaplanma (örn. hiperemi, şişlik veya ağrı) ve enfeksiyon ile karakterizedirler. (Berglundh et al., 2018)

KLİNİK VE RADYOGRAFİK BELİRTİLER	Klinik Enflamasyon Belirtileri	Sondalama Sırasında Kanama	Cep Derinliği	Radyografik Kemik Kaybı
Peri-implant sağlığı	-	-	Değişir ancak genellikle $\leq 5$ mm	<2 mm (ilk kemik yeniden şekillenmesinden sonra)
Peri-implant mukozit	+	+	Başlangıç noktasına göre artış	<2 mm (ilk kemik yeniden şekillenmesinden sonra)
Peri-implantitis (temel ölçümlerle)	+	+	Başlangıç noktasına kıyasla artan	Başlangıç noktasına göre artış
Peri-implantitis (temel ölçümler olmadan)	+	+	$\geq 6$ mm	$\geq 3$ mm

**Tablo1:** Peri-implant hastalıkların sınıflandırılması ve belirtileri.

## PERİ-İMLANTİTİS TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Peri-implant hastalıklar için genel tedavi hedefleri birbirine benzerdir:

1. İnflamasyonu ortadan kaldırmak
2. Kemik kaybını önlemek
3. Peri-implant doku sağlığını yeniden sağlamak

Peri-implant mukozitin tedavi başarısı, sondalamada kanamanın ve süpürasyonun durdurulması ve cep derinliğinin kötüleşmesinin önlenmesiyle değerlendirilir, peri-implantitis için başarı kemik seviyesi stabilizasyonunun sağlanmasını da içerir.

Temel klinik muayeneler ve radyografiler yapıldıktan sonra cerrahi olmayan ve cerrahi seçenekler mevcuttur. Her ikisi de biyofilmin peri-implant kompleks yüzeylerinden mekanik, kimyasal, fiziksel yollarla veya yukarıda belirtilenlerin bir kombinasyonu yoluyla uzaklaştırılmasını gerektirecektir.

Başlangıç tedavisinin temelini cerrahi olmayan tedavi oluşturmaktadır. Günümüzde küret, döner fırça, ultrasonik cihazlar veya hava aşındırıcı cihazlar gibi mekanik malzemeler kullanılmaktadır. Antiseptikler, antibiyotikler ve diğer detoksifiye edici maddeler kimyasal araçlar olarak isimlendirilir. Lazer ve fotodinamik terapi (PDT) fiziksel müdahale olarak kategorize edilir. Genellikle 6 ayda cerrahi tedavi, başarısız bir cerrahi olmayan girişimden sonra aranır ve bu vakaların %50'sinden fazlasında meydana geldiği belirtilmiştir. Prognozun kötüleşmesi durumunda cerrahi tedaviye 4 hafta sonrası için başlanabilir. Ancak hastanın cerrahi işleme tabi tutulamaması durumunda cerrahi olmayan tedavilerle yeniden tedavinin desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. (Chan & Kang, 2024)

### CERRAHİ OLMAYAN TEDAVİ

Bu tedaviler mekanik, kimyasal ve fiziksel yöntemler olarak sınıflandırılmaktadır.

### MEKANİK DEBRİTASYON

Mekanik debridman, peri-implantitisin cerrahi olmayan ve cerrahi tedavisinin temel taşıdır. İmplant yüzeyi debridmanı, plak, diş taşı ve kalıntıların uzaklaştırılması, inflamasyona ve peri-implant hastalığı neden olan bakteriyel biyofilmin azaltılması açısından önemli bir yere sahiptir. Mevcut enstrümantasyon küretleri, ultrasonik cihazları, döner fırçaları ve hava aşındırıcı sistemi içerir (Tablo 2). (Chan & Kang, 2024)

Küret	1. Titanyum 2. Karbon fiber 3. Politetrafloroetilen (PTFE) 4. Plastik
Ultrasonik	1. Titanyum 2. Karbon fiber 3. Polietereterketon (PEEK) kaplı uç
Döner fırça	1. Titanyum 2. Kitosan
Hava aşındırıcı sistem	1. Amino asit glisin tozu 2. Eritritol bazlı toz

**Tablo 2:** Mekanik debridman için kullanılan materyaller.

### KEMOTERAPÖTİK TEDAVİ

Kemoterapötikler, peri-implant hastalığı neden olan biyofilmi oluşturan ve sürdüren mikroorganizmaları hedef alarak implant yüzeylerini dekontamine etmek için kullanılan antibiyotik ve antiseptik tedavilerdir. Literatürde peri-implantitis tedavisine yönelik lokal ve sistemik ajanlar olarak incelenen çok çeşitli kemoterapötik ajanlar bulunmaktadır (Tablo 3). (Chan & Kang, 2024)

<b>Lokal</b>	Antibiyotik Minosiklin mikroküreleri (Arestin) Minosiklin merhem (Periyoklin) Doksisisiklin hiklat jeli (Atridox) Metronidazol jeli (Elyzol) Linkomisin jeli Eritromisin jeli Tetrasiklin lifleri (Aktisit)  Antiseptik Sitrik asit Hidrojen peroksit Klorheksidin Sodyum hipoklorit  Diğerleri Salin
<b>Sistemik</b>	Antibiyotik Amoksisilin Metronidazol Azitromisin tetrasiklin Doksisisiklin Klindamisin  Diğerleri Probiyotik

**Tablo 3:** Lokal ve sistemik kullanılan kemoterapötik ajanlar.

Sitrik asit asidiktir (pH 5,1), bu nedenle diş köklerinin ve diş implantlarının biyofilmleri üzerinde antibakteriyel etkinliğe sahiptir. İmplantları tedavi etmek için genellikle 1 dakika boyunca %40 sitrik asit kullanılır, ancak bir in vitro çalışmada, biyofilmin önemli ölçüde ortadan kaldırılmasını sağlamak için en uygun sürenin 4 dakika boyunca %10 sitrik asitle temas edilmesi gerektiği bulunmuştur. (Cordeiro et al., 2021)

Hidrojen peroksit implant yüzeylerinde mekanik debridmana yardımcı olarak kullanılabilir ve implant yüzeylerindeki biyofilmi etkili bir şekilde giderir. Mukavemeti %3- 10 arasındadır ve implant yüzeylerine 1 dakika boyunca fiziksel olarak sürülür. %10 hidrojen peroksinin diş etine zarar verebileceği ve dikkatle kullanılmasının gerekliliği unutulmamalıdır. (Chan & Kang, 2024)

Probiyotikler (*Lactobacillus* bakterileri gibi), in vitro bir çalışmada peri-implant hastalıkta görülen subgingival periodontal bakteri türlerine karşı antibakteriyel etkiler gösterdiği gözlenmiştir. Probiyotikler, genel sağlığa ya-

rarları, ağız bakterileri ve zararlı maddeler üzerindeki antimikrobiyal etkileri nedeniyle peri-implant hastalık bakımına yardımcı olarak değerlendirilmiştir. (Chan & Kang, 2024)

## FİZİKSEL DEKONTAMİNASYON

### Lazerler

Lazer tedavisi bakteriyel hücre ölümüne neden olarak antimikrobiyal özellik gösterebilir. İmplant yüzeyine uyumlu olması ve dokuya zarar vermemesi ile birlikte yeni kemik oluşumunu tetikleme potansiyeline sahiptir. (Mizutani et al., 2016)

Fotodinamik terapi (PDT), serbest oksijen salınımı yoluyla antibakteriyel etkiler gösterir. Peri-implant sulkus içine yerleştirilen ışığa duyarlı boyaların aktivasyonu için düşük dozda bir diyot lazer kullanıldığında, toksik oksijen türleri (örn. singlet oksijen, serbest radikal) salınır ve mikrobiyal yıkıma neden olur. (U. Romeo et al., 2016)

Lazerler	1. Er:YAG 2. Er,Cr:YSGG 3. Karbondioksit (CO2) 4. Diyot lazeri 5. Nd:YAG
Fotodinamik Terapi	Diyot Lazer

**Tablo 4:** Peri-implantitis tedavisinde kullanılan lazerler

## CERRAHİ TEDAVİ

Çeşitli cerrahi yaklaşımlar peri-implantitisi tedavi edebilir;

1. Açık flep operasyonu
2. Rezektif cerrahi
3. İmplantoplasti
4. İmplantoplasti ile birlikte veya olmaksızın rezektif cerrahi
5. Rejeneratif cerrahi

Açık flep operasyonu, engelsiz debridman için implant yüzeyine doğrudan erişim sağlar. Pek çok farklı türde alet ve kimyasal yardımcı madde kullanılabilir. Diş eti dokusu, doku yüksekliğini korumak için orijinal pozisyonuna yeniden uyarlanır. Kemik üstü defektler ve cep derinliğini azaltmak için rezektif cerrahi endikedir; apikal konumlandırılmış flep hastanın ağız hijyenini kolaylaştırır. İmplantoplasti, gelecekteki bakteriyel agregasyonu engellemek için pürüzlü yüzeyin ve implant dişlerinin çıkarılarak cilalı bir yüzey oluşumu ile sağlanır. Rejeneratif cerrahide, kemik altı defekt bölgesinin



çevresinde bariyer membranlı veya bariyersiz çeşitli greft malzemeleri kullanılır. (Roos-Jansaker, Renvert, Lindahl, & Renvert, 2007)

Cerrahi başarının tedavi sonucu genellikle 6 ay sonra parametrelere göre şu şekilde değerlendirilir:

1. Cep derinliği  $\leq 5$  mm
2. Sondalamada kanama ve süpürasyon yok
3. Ek kemik kaybı yok. (Jepsen et al., 2019)

### **Açık Flep Operasyonu**

Açık flep operasyonu, implant yüzeyini açığa çıkarmak için yumuşak dokunun kaldırılmasını ve ardından bakteriyel biyofilm ve kalıntıların mekanik, fiziksel veya kimyasal yollarla uzaklaştırılmasını içeren cerrahi prosedürdür. Operasyon diş etinin tam kalınlıkta kaldırılmasını gerektirir ve dekontaminasyon için implant yüzeyine doğrudan erişime izin verir. Bu teknikle cep derinliğinin azaltılması, sondalamada kanamanın azaltılması ve kemik kaybının stabilizasyonunun sağlanması kaydedilmiştir. Kullanılan malzemeler mekanik olarak; ultrasonik cihazlar, küretler, titanyum fırçalar, hava aşındırıcı sistem, fiziksel olarak; lazer, PDT, antibiyotikler; tetrasiklin lifleri, minosiklin mikroküreleri antiseptik olarak da sitrik asit, klorheksidin-dir. (Heitz-Mayfield, Salvi, Mombelli, Faddy, & Lang, 2012)

### **Rezektif Cerrahi**

Olası osteoplasti ve apikal yeniden konumlandırılmış flep ile birlikte cebin küçültülmesini içeren cerrahi prosedürdür. Bu tekniğin amacı, apikal yeniden konumlandırılmış flep ile kemiğin yeniden şekillendirilmesiyle implantı çevreleyen fazla hiperplastik dokuyu azaltmaktır. Ayrıca bu teknik, kemik greftine uygun olmayan horizontal kemik defekti için de endikedir. Schwarz ve ark. göre, rezektif cerrahinin başarı oranı 2 ila 5 yıllık bir süre içinde %33 ile %75 arasında değişmektedir. (Schwarz, Jepsen, Obreja, Galaraga-Vinueza, & Ramanauskaite, 2022)

### **İmplantoplasti**

Pürüzlü veya kontamine implant yüzeyinin çıkarılmasını, pürüzsüz bir alan sağlamak için titanyum fırçalar, elmas frezler, arkansas taşları, cilalama frezleri gibi malzemelerin kullanıldığı cerrahi prosedürdür. Çeşitli çalışmalar peri-implantitis tedavisinde implantoplastinin etkinliğini araştırmıştır. Yakın zamanda, Esteves ve ark., bir sistematik incelemede, implantoplastinin sonucunu değerlendirdi. Toplam 8 makale sistematik incelendi ve bunlardan 7'si niceliksel analize dahil edildi. Meta-analiz yoluyla, implantoplasti ile sondalama derinliğinde önemli azalma kaydedildi (ortalama fark  $5 \pm 3,37$  mm). İmplant başarısının olasılığını 2 yılda %94,7 olarak hesaplamak için Kaplan-Meier analizi kullanıldı. Bu analiz, implantoplastinin, %10,7 ila %33

oranında rezidüel kanama kaydedilmesine rağmen, başlangıca kıyasla cep derinliği, sondalamada kanama ve süpürasyon gibi parametrelerde istatistiksel olarak önemli iyileşme sağlandığını gösterdi. (Esteves Lima et al., 2021)

Araştırmacılar, implantoplastinin dar çaplı implantları (örn. 3,5 mm) olan hastalarda dikkatli kullanılması gerektiğini, çünkü implantın duvar kalınlığını ve kırılma direncini azaltabileceğini belirtmişlerdir. Buna ek olarak, implantoplasti için yüzey dekontaminasyonu için en iyi kullanılan malzeme türüyle ilgili tartışmalar hala devam etmektedir. Hidrojen peroksit, tetrasiklin, etilendiamintetraasetik asit (EDTA) ve kloroheksidin gibi malzemeler denenmiştir. Genel olarak araştırmacılar, incelenen örneklem büyüklüğünün küçük olmasına rağmen peri-implantitislerin tedavisi için implantoplastiyi önermişlerdir. (Esteves Lima et al., 2021)

### **İmplantoplasti ile Birlikte veya Olmadan Rezektif Cerrahi**

Romeo ve ark., bir çalışmada, rezektif cerrahi ve yardımcı implantoplasti ile tedavi edilen implantlar, implantoplasti uygulanmayan bölgelere kıyasla anlamlı cep derinliği azalmasına sahip olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında yardımcı implantoplasti kullanıldığında diğer tüm parametrelerde (örn. sondalamada kanama, cep derinliği, sondalamada süpürasyon gibi) iyileşme olmasına rağmen dişeti çekilmesinin arttığı gösterildi. (E. Romeo, Lops, Chiapasco, Ghisolfi, & Vogel, 2007)

Rekonstrüktif peri-implantitis tedavisinin sonuçlarını etkileyen ilgili faktörlerden biri de peri-implant defektlerinin morfolojisidir. Spesifik olarak, çevresel tipte defektlerin (yani dört duvar defekti) bulunduğu peri-implantitis vakalarında, bariyer membran ile birlikte partiküllü kemik grefti kullanılarak yapılan rekonstrüktif peri-implantitis tedavisini takiben daha fazla cep derinliği azalması ve radyografik kemik kazanımı elde edilmiştir. (Aghazadeh A, Persson RG & Renvert S., 2020)

### **Rejeneratif Cerrahi**

Rejeneratif cerrahinin amacı, biyolojik kemik grefti malzemesinin uygun şekilde yerleştirilmesi yoluyla implantların çevresindeki kemik altı defektlerin kemik rejenerasyonunu teşvik etmektir. Malzemenin üstünlüğü ve rejenerasyon için kollajen membran kullanımının gerekliliği konusunda tartışmalar mevcuttur.

Jepsen ve ark.tarafından önerilen rejeneratif cerrahi endikasyonları:

1. En az 3 mm kemik altı defekti
2. 3 ila 4 duvar defekti

3. İmplant ve çevresinde yeterli keratinize doku mevcutken rejeneratif tedavi önerilmektedir. (Jepsen et al., 2019)

Kemik Grefti Malzemeleri	1. Otojen 2. Allogreft 3. Ksenograft 4. Alloplastik 5. Titanyum granülleri
Biyolojik Aktif Malzemeler	1. Enamel matris türevleri (EMD) 2. Kemik morfojenik proteini (BMP) 3. Trombosit açısından zengin fibrin (PRF)
Membran	1. Emilebilir 2. Emilemez 3. Trombosit açısından zengin fibrin (PRF)

**Tablo 5:** *Rejeneratif cerrahi tedavide kullanılan materyaller.*

Peri-implant defektlerinin restorasyonu, tek başına kemik grefti kullanılarak veya yönlendirilmiş doku/kemik rejenerasyon (YDR/YKR) prensibi kullanılarak bir membran ile kombinasyon şeklinde gerçekleştirilebilir. Ramanauskaite ve ark., meta-analizlerinde, peri-implantitis ile ilişkili kemik defektlerinin tedavisinde farklı rekonstrüktif protokollerin etkinliğini belirlemek üzere araştırma yapmışlardır. Meta-analize göre ksenojenik kemik greftlerini kullanan YKR yaklaşımı sondalamada kanamada daha yüksek azalmaya yol açmış ve otojen kemik grefti uygulanan YKR protokolüyle karşılaştırıldığında cep derinliği değerlerinde azalma, gelişmiş radyografik kemik seviyeleri ve daha az yumuşak doku çekilmesi gözlenmiştir. (Ramanauskaite A, Becker K, Caferatta EA, &Schwarz F. 2023)

## PERİ-İMLANTİTİS TEDAVİSİNDE KLİNİK ÖNERİLER

Klinik çalışmalarla belirtildiği gibi, peri-implantitis, implant bölgelerinde plak bulunması ve ağız bakımının zayıf olması veya uygulanmaması, tedavi edilen implantta inflamasyonun tekrarlaması ile ilişkili ana faktörlerdir. Bu nedenle peri-implantitisin cerrahi tedavisinden sonraki destek tedavisi ameliyattan sonraki 3. aydan itibaren ilk 12 ay boyunca her 3 ile 4 ayda bir sağlanır. Daha sonra destekleyici tedavi randevularının sıklığı hasta, implant ve restorasyon bazlı risk faktörlerine göre kişiye özel olarak ayarlanmalıdır. (Herrera D, Berglundh T, Schwarz F, et al. 2023).

Hastaya uygulanan ağız hijyeninin güçlendirilmesiyle birlikte mekanik biyofilmin uzaklaştırılması, peri-implant mukozit için standart vaka tedavisi olarak kabul edilir. Peri-implant mukozit tedavisinin sonuçları tedaviden 2 ile 3 ay sonra değerlendirilmeli ve tedavi başarısı sağlanamadığı takdirde tekrarlanan bir müdahale düşünülmelidir. Peri-implantitis tedavisi, cerrahi olmayan tedaviyle başlayıp, tedavinin yeterli olmadığı durumlarda cerrahi müdahaleyle devam eden aşamalı bir tedavi yaklaşımını takip etmelidir. Cerrahi olmayan peri-implantitis tedavisinin sonuçlarının 6 ile 12 hafta sonra değerlendirilmesi önerilir. Cerrahi olmayan tedavinin hedeflerine (yani,

sondalamada kanama  $\leq 1$ , cep derinliği  $\leq 5$  mm ve sondalamada süpürasyon yok) ulaşılamamışsa, cerrahi müdahale düşünülmelidir. (Ramanauskaite A. & Schwarz F, 2024)

Cerrahi peri-implantitis tedavileri rekonstrüktif olmayan, rekonstrüktif ve kombine tedaviyi içerir. Suprakrestal peri-implant defektlerinin tedavisinde implantoplasti uygulanabilirken, derinliği  $\geq 3$  mm olan kemikiçi defektlerin bulunduğu peri-implantitis bölgelerinde rekonstrüktif tedavi endikedir. Ek rekonstrüktif önlemler, radyografik defektte kemik arttırılmasında ve ameliyat sonrası yumuşak doku seviyelerinin korunmasında faydalı olabilir; bu, estetik açıdan zorlu alanlarda büyük bir etkiye sahip olabilir. Cerrahi olan peri-implantitis tedavisinin sonuçları tedaviden 6 ay sonra değerlendirilmelidir. Tedavi sonrasında istenen sonuç elde edilemiyorsa yeniden tedavi veya bazı durumlarda implantın çıkarılması düşünülmelidir. (Ramanauskaite A. & Schwarz F, 2024)

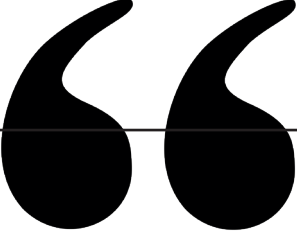
Çiğneme fonksiyonunda stratejik bir rol oynamayan ileri düzeyde kemik kaybı olan diş implantlarında, implantın hemen çıkarılması düşünülebilir. Eksplantasyon endikasyonları; osseointegrasyon kaybına işaret eden klinik belirtilerin varlığı, karmaşık implant tasarımları (örn. içi boş silindir implantlar), teknik komplikasyonları olan implantlar (örn. implant kırığı) veya anatomik yapıların zarar görmesi (örn. maksiller sinüs, alt alveolar sinir) olarak tespit edilebilir. (Schwarz F, & Ramanauskaite A. 2022)

Destekleyici tedavi protokolü, peri-implant doku sağlığının değerlendirilmesini, bireysel olarak gerçekleştirilen ağız hijyeninin güçlendirilmesini ve profesyonel plak uzaklaştırılmasını içermelidir. Şu ana kadar peri-implantitis tedavisi gören hastalarda profesyonel mekanik plak temizliği için özel bir protokol önerilememiştir. (Herrera D, Berglundh T, Schwarz F, et al. 2023)

## KAYNAKÇA

- Aghazadeh A, Persson RG, Renvert S.(2020) Impact of bone defect morphology on the outcome of reconstructive treatment of peri-implantitis. *Int J Implant Dent* ;6:33.doi: 10.1186/s40729-020-00219-5
- Berglundh, T., Armitage, G., Araujo, M. G., Avila-Ortiz, G., Blanco, J., Camargo, P. M., . . . Zitzmann, N. (2018). Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol*, 45 Suppl 20, S286-S291. doi:10.1111/jcpe.12957
- Chan, M. H., & Kang, J. (2024). Diagnosis and Treatment of Periimplant Mucositis and Periimplantitis: An Overview and Related Controversial Issues. *Dent Clin North Am*, 68(1), 167-202. doi:10.1016/j.cden.2023.08.001
- Chrcanovic, B. R., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2015). Smoking and dental implants: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*, 43(5), 487-498. doi:10.1016/j.jdent.2015.03.003
- Cordeiro, J. M., Pires, J. M., Souza, J. G. S., Lima, C. V., Bertolini, M. M., Rangel, E. C., & Barao, V. A. R. (2021). Optimizing citric acid protocol to control implant-related infections: An in vitro and in situ study. *J Periodontal Res*, 56(3), 558-568. doi:10.1111/jre.12855
- Di Fiore, A., Montagner, M., Sivoilella, S., Stellini, E., Yilmaz, B., & Brunello, G. (2022). Peri-Implant Bone Loss and Overload: A Systematic Review Focusing on Occlusal Analysis through Digital and Analogic Methods. *J Clin Med*, 11(16). doi:10.3390/jcm11164812
- Esteves Lima, R. P., Abreu, L. G., Belem, F. V., Pereira, G. H. M., Brant, R. A., & Costa, F. O. (2021). Is Implantoplasty Efficacious at Treating Peri-Implantitis? A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Oral Maxillofac Surg*, 79(11), 2270-2279. doi:10.1016/j.joms.2021.06.015
- Hammerle, C. H. F., & Tarnow, D. (2018). The etiology of hard- and soft-tissue deficiencies at dental implants: A narrative review. *J Periodontol*, 89 Suppl 1, S291-S303. doi:10.1002/JPER.16-0810
- Heitz-Mayfield, L. J. A., Salvi, G. E., Mombelli, A., Faddy, M., & Lang, N. P. (2012). Anti-infective surgical therapy of peri-implantitis. A 12-month prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res*, 23(2), 205-210. doi:10.1111/j.1600-0501.2011.02276.x
- Ivanovski, S., & Lee, R. (2018). Comparison of peri-implant and periodontal marginal soft tissues in health and disease. *Periodontol 2000*, 76(1), 116-130. doi:10.1111/prd.12150
- Jepsen, S., Schwarz, F., Cordaro, L., Derks, J., Hammerle, C. H. F., Heitz-Mayfield, L. J., . . . Urban, I. (2019). Regeneration of alveolar ridge defects. Consensus report of group 4 of the 15th European Workshop on Periodontology on Bone Regeneration. *J Clin Periodontol*, 46 Suppl 21, 277-286. doi:10.1111/jcpe.13121

- Linkevicius, T., Puisys, A., Vindasiute, E., Linkeviciene, L., & Apse, P. (2013). Does residual cement around implant-supported restorations cause peri-implant disease? A retrospective case analysis. *Clin Oral Implants Res*, 24(11), 1179-1184. doi:10.1111/j.1600-0501.2012.02570.x
- Mizutani, K., Aoki, A., Coluzzi, D., Yukna, R., Wang, C. Y., Pavlic, V., & Izumi, Y. (2016). Lasers in minimally invasive periodontal and peri-implant therapy. *Periodontol 2000*, 71(1), 185-212. doi:10.1111/prd.12123
- Ravida, A., Arena, C., Tattan, M., Caponio, V. C. A., Saleh, M. H. A., Wang, H. L., & Troiano, G. (2022). The role of keratinized mucosa width as a risk factor for peri-implant disease: A systematic review, meta-analysis, and trial sequential analysis. *Clin Implant Dent Relat Res*, 24(3), 287-300. doi:10.1111/cid.13080
- Rocuzzo, A., Imber, J. C., Marruganti, C., Salvi, G. E., Ramieri, G., & Rocuzzo, M. (2022). Clinical outcomes of dental implants in patients with and without history of periodontitis: A 20-year prospective study. *J Clin Periodontol*, 49(12), 1346-1356. doi:10.1111/jcpe.13716
- Romeo, E., Lops, D., Chiapasco, M., Ghisolfi, M., & Vogel, G. (2007). Therapy of peri-implantitis with resective surgery. A 3-year clinical trial on rough screw-shaped oral implants. Part II: radiographic outcome. *Clin Oral Implants Res*, 18(2), 179-187. doi:10.1111/j.1600-0501.2006.01318.x
- Romeo, U., Nardi, G. M., Libotte, F., Sabatini, S., Palaia, G., & Grassi, F. R. (2016). The Antimicrobial Photodynamic Therapy in the Treatment of Peri-Implantitis. *Int J Dent*, 2016, 7692387. doi:10.1155/2016/7692387
- Sahrmann, P., Gilli, F., Wiedemeier, D. B., Attin, T., Schmidlin, P. R., & Karygianni, L. (2020). The Microbiome of Peri-Implantitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Microorganisms*, 8(5). doi:10.3390/microorganisms8050661
- Schwarz, F., Derks, J., Monje, A., & Wang, H. L. (2018). Peri-implantitis. *J Clin Periodontol*, 45 Suppl 20, S246-S266. doi:10.1111/jcpe.12954
- Schwarz, F., Jepsen, S., Obreja, K., Galarraga-Vinueza, M. E., & Ramanauskaite, A. (2022). Surgical therapy of peri-implantitis. *Periodontol 2000*, 88(1), 145-181. doi:10.1111/prd.12417
- Wagner, J., Spille, J. H., Wiltfang, J., & Naujokat, H. (2022). Systematic review on diabetes mellitus and dental implants: an update. *Int J Implant Dent*, 8(1), 1. doi:10.1186/s40729-021-00399-8
- Xu, M., Zhang, C., Han, Y., Yue, Z., Shu, C., & Hou, J. (2022). Association between Osteoprotegerin rs2073618 polymorphism and peri-implantitis susceptibility: a meta-analysis. *BMC Oral Health*, 22(1), 598. doi:10.1186/s12903-022-02657-6
- Zhou, Y., Gao, J., Luo, L., & Wang, Y. (2016). Does Bruxism Contribute to Dental Implant Failure? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clin Implant Dent Relat Res*, 18(2), 410-420. doi:10.1111/cid.12300



## *Bölüm 3*

### **ANTİMİKROBİYAL FOTODİNAMİK TERAPİ**

*Akgül Gizem Telli<sup>1</sup>*

*Halil İbrahim Şık<sup>2</sup>*

*Osman Fatih Arpağ<sup>3</sup>*

1 Akgül Gizem Telli / Araştırma Görevlisi/ Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 0009-0001-2934-4558

2 Halil İbrahim Şık / Dr. Öğr. Üyesi /Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 0000-0002-1966-577X

3 Osman Fatih Arpağ/Doç.dr. /Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 0000-0002-1510-8917

Antik çağlardan beri birçok zihinsel ve fiziksel hastalığın tedavisinde ışık kullanılmıştır, bu tür tedaviler “Helioterapi” olarak adlandırılmıştır.

Eski uygarlıklarda raşitizm, sedef hastalığı, kanser gibi hastalıkların tedavisinde güneş ışığının kullanıldığı bilinmektedir.(Abdel-kader, 2016)

Yeni doğan sarılığının tedavisinde , yaklaşık 50 yıl önce geliştirilen bir yöntem olan fototerapi günümüzde de bu hastalığın tedavisinde ana endikasyonlardan biridir.(Stájer, Kajári, Gajdács, Musah-Eroje, & Baráth, 2020)

Diş hekimliğindeki teknolojik ve bilimsel ilerlemeler, dental hastalıkların yönetiminde çok sayıda yeni tedavi yöntemi ile sonuçlanmıştır. Işığın iyileştirici gücünden yola çıkan antimikrobiyal fotodinamik terapi de (aPDT) bu önemli gelişmelerden biridir. aPDT , ışık enerjisiyle etkinleştirilen bir dizi kimyasal reaksiyondan oluşur.(Issa & Manela-Azulay, 2010)

Mikroorganizmaları yok etmek veya azaltmak aPDT’ nin temel amacıdır. Bu, uygun dalga boyunda görünür bir ışık ile uyarılan ve toksik olmayan bir “ışığa duyarlılaştırıcının” bakteriler için toksik ajan olarak görev yapacak serbest oksijen radikallerinin oluşumunu uyarmasıyla elde edilir.(Haas et al., 2021)

Yani aPDT işlemi esas olarak üç temel bileşenden oluşur; bir ışığa duyarlılaştırıcı, bir ışık kaynağı ve doku oksijeni.(Abdel-kader, 2016)

Yapılan klinik çalışmalarda, PDT’nin gram negatif ve gram pozitif bakteriler , mantarlar , mayalar , mikoplazmalar ve parazitik protozoalar da dahil olmak üzere birçok mikroorganizma üzerinde inaktive edici etkisi gösterilmiştir.(Abdel-kader, 2016)

Bu gibi özellikleri sayesinde tıpta onkoloji ve dermatoloji başta olmak üzere birçok alanda kullanılan PDT diş hekimliğinde de birçok alanda kullanılabilir olma potansiyeline sahiptir. PDT; patojenlere karşı geniş etki spektrumuna sahip olması, direnç oluşturmaması ve minimal invaziv olmasından dolayı, günümüzde baş boyun kanserleri başta olmak üzere endodonti ,koruyucu diş hekimliği, periodontitis ve peri- implantitis tedavisinde de yerini almıştır.(Stájer et al., 2020)

Periodontitis, ağırlıklı olarak bakteriler tarafından indüklenen ve periodontal dokularda ciddi yıkımlara sebep olabilen enfeksiyöz-inflamatuar bir hastalıktır.

Dişetinde cep oluşumu, ataşman kaybı ve devam eden inflamasyonla birlikte alveoler kemikte kayıplar görülür.(Etemadi, Hamidain, Parker, & Chini-forush, 2021; T. P. M. Franco, Dos Santos, & Canabarro, 2019)

Periodontal hastalıkta, enfeksiyonu kontrol altına almak için kök yüzeyindeki etyolojik faktörleri ortadan kaldırmak tedavinin temel prensibi olarak kabul edilmektedir.(Salvi et al., 2020; Souza et al., 2021)



Mekanik enstrümantasyonda ultrasonikler ve el aletlerinin, derin cephelerde veya furkasyon tutulumları gibi ulaşılması zor alanlarda yeterli etkinlikte olamaması tedavi aşamasındaki bazı zorluklardandır. Ayrıca bakterilerin yumuşak ve sert dokuya invaze olması mekanik enstrümantasyonun bir handikabıdır.(P. Zhao et al., 2020)

Bu nedenle biyofilm gelişimini kontrol altına almak ve periodontal hastalığın önlenmesine yardımcı olmak için alternatif tedavi yöntemleri araştırılmıştır.(Sales et al., 2022)

Antibiyotikler ve antiseptikler bu prosedüre yardımcı yöntemlerden biridir.(Ai, Nie, Yang, & Deng, 2021; T. P. M. Franco et al., 2019; Souza et al., 2020)

Ancak antimikrobiyal direnç gelişimi, olası sistemik yan etkiler gibi nedenlerle periodontal tedavide düzenli olarak sistemik antibiyotik kullanımı tavsiye edilmemektedir.(T. P. M. Franco et al., 2019)

aPDT bu koşullarda antibakteriyel yaklaşımlara yönelik yeni ve umut verici bir tedavi yöntemi olarak değerlendirilmiştir.(T. P. M. Franco et al., 2019; Souza et al., 2020)

aPDT'nin amaçlarından biri de yumuşak dokulara nüfus ederek periodontal dokulara invaze olmuş perio-patojenlere ulaşmaktır.(Haas et al., 2021)

Üstelik düşük yoğunluklu lazer kollojen sentezini iyileştirerek ve hücre yanıtını uyarak doku onarımını kolaylaştırma kapasitesine sahiptir.(T. P. M. Franco et al., 2019; Haas et al., 2021; Theodoro, Marcantonio, Wainwright, & Garcia, 2021)

### **aPDT UYGULAMASI**

Dalga boyu uygun olan ışık enerjisi, ışığa duyarlılaştırıcı bir kimyasal madde ile birleştirilerek fotokimyasal süreç başlatılır. Bunun sonucunda ortaya çıkan tekli oksijen molekülleri ve serbest radikaller patojenik mikroorganizmaları ortadan kaldırır.(Chen et al., 2022)

Bu kimyasal madde mantar, bakteri ve virüsler gibi farklı mikroorganizma gruplarına karşı etkili olduğu için "fotoantimikrobiyal" olarak adlandırılır.(Salvi et al., 2020)

Bu ışığa duyarlılaştırıcı madde, bölgeye yani cep tabanına lokal olarak uygulanır.(Ai et al., 2021; Stájer et al., 2020)

aPDT için farklı tipte ve yoğunlukta ışığa duyarlılaştırıcı maddeler kullanılabilir.(Villafuerte, Martinez, Palucci Vieira, & Nobre, 2023)

Toluidin mavisi sık kullanılan bir ışığa duyarlılaştırıcıdır. Annaji ve ark. yaptıkları çalışmada 1 mg/mL toluidin mavisi kullanırken(Annaji et al., 2016), Moslemi ve ark. Yaptığı çalışmalarda 0.1 mg/mL toluidin mavisi kul-

lanmıştır.(Moslemi et al., 2015)

Bu değer Mattiello ve ark. çalışmasında(Mattiello, Coelho, Martins, Mattiello, & Ferrão Júnior, 2011) ve Decker'in çalışmalarında(Decker, Bartha, Kopic, & von Ohle, 2017) %0,01 olarak görülmüştür.

Sık kullanılan bir diğer ışığa duyarlılaştırıcı ise metilen mavisi olmuştur. Betsy ve ark. yapmış oldukları çalışmada 10 mg/mL metilen mavisi kullanmıştır.(Betsy, Prasanth, Baiju, Prasanthila, & Subhash, 2014) Braham ve ark. ise %0.01 oranında metilen mavisi kullanmıştır.(Braham, Herron, Street, & Darveau, 2009)

Umut verici yeni bir ışığa duyarlılaştırıcı ise indosiyenin yeşilidir.(Moro et al., 2021; Souza et al., 2021)

Sasaki ve ark. 2017 yılında yaptıkları bir çalışmada 5 mg/g indosiyenin yeşili kullanmışlardır.(Sasaki et al., 2017)

Başka bir umut vadeden ajan ise "Toluidin butil mavi" dir. Özellikle 0.5 mg konsantrasyonda kullanıldığında osteokalsin ve TGF-β1 migrasyonunu ve üretimini arttırarak deneysel periodontitisli alanlarda kemik dokusunun yeniden şekillenmesini teşvik ettiği ve iltihaplanma sürecinin azalmasını hızlandırdığı görülmüştür.(Theodoro et al., 2021)

Bir başka ışığa duyarlılaştırıcı olan kurkumin ise antibakteriyel ve anti-inflamatuar özelliği sayesinde subgingival irrigant olarak ta kullanılır.(Souza et al., 2021)

Nafaji ve ark. 5 mg/mL(Najafi et al., 2016), Böcher ve ark. ise 100 mg/mL(Böcher, Wenzler, Falk, & Braun, 2019) kurkumin kullanmışlardır.

Işığa duyarlılaştırıcılarda aranan temel özellikleri şöyle sıralamak mümkündür.

- 1-Toksik olmamalı
- 2-Hızlı elimine olmalı
- 3-Ticari olarak bulunabilmeli
- 4-Uygulaması kolay olmalı
- 5-Ucuz olmalı
- 6-Uzun dalga boyunda ışığı absorbe etmeli.(Stájer et al., 2020)

Işığa duyarlılaştırıcının ışınlanmadan önce mikroorganizma ile temas ettiği süreye ışınlama öncesi süre denilmektedir.(Sales et al., 2022)

Işınlama öncesi süre çalışmalarda değişiklik göstermektedir.(1-3-5 dakika) (P. Zhao et al., 2020)

Bazı çalışmalar ışınlama öncesi sürenin uzun olmasının, kısa olana kıyasla daha olumlu klinik sonuçlar sergilediğini göstermiştir.(T. P. M. Franco et al., 2019)

Bazı araştırmacılar ise ışınlamadan önce fazla ışığa duyarlılaştırıcıyı uzaklaştırmak için cepleri salin veya distile su ile yıkanmasını önermişlerdir. (Bashir, Singh, & Virdee, 2021)

aPDT için ikinci gereklilik ise uygun dalga boyunda bir ışıktır. Etkili bir ışıkla ışığa duyarlılaştırıcı aktifleştirilir.(Rahman, Acharya, Siddiqui, Verron, & Badran, 2022)

Kök yüzeyine ulaşmak için lazer ucuna bağlanan ve periodontal cebin tabanına yerleştirilen değişen çaplarda optik fiberler kullanılır.(Souza et al., 2020)

Daha sonra lazer aktive edilir ve cepler ışınlanır(T. P. M. Franco et al., 2019; Souza et al., 2020)

Işınlama için Skursa(Skurska et al., 2015) ,Bechara(Bechara Andere et al., 2018) ,Theodora (Theodoro et al., 2017) çalışmalarında 660 nm dalga boyunda diode lazer kullanmışlardır.

Dodani ve ark. ise yaptıkları çalışmalarda 810 nm dalga boyunda diode lazeri tercih etmişlerdir.(Sales et al., 2022)

Genel anlamda aPDT’de kullanımı ideal ışık aralığı 600-900 nm olarak söylenebilir.(Sales et al., 2022; Souza et al., 2020; Stájer et al., 2020)

Bazı çalışmalarda ise kırmızı ve mavi ledler de kullanılmıştır.(Sales et al., 2022)

Işınlama süresi yine çalışmalar arasında farklılıklar göstermiştir.

Tabenski ve ark.(Tabenski et al., 2017) ile Almohareb ve ark.(Almohareb et al., 2020) 10 saniyelik ışınlama süresi bildirirken, Tavares ve ark. 28 dakikalık ışınlama süresi bildirmişlerdir.(Tavares et al., 2018)

Yapılan farklı çalışmalarda Işınlama süresi 10 sn-30 dk. arasında değişiklik gösterirken, kullanılan güç ise 60-280 mW arasındadır.(Sales et al., 2022; Theodoro et al., 2021; P. Zhao et al., 2020)

Dokuya penetrasyon ışığın dalga boyu ile doğru orantılıdır. Lazer ucu ile 0.5-1.5 cm’lik bir mesafe ışığa duyarlılaştırıcıyı etkinleştirir.(Stájer et al., 2020)

Işığın dağılımı lezyonun boyutu , şekli, anatomik konumu ile de ilişkilidir.(Stájer et al., 2020)

LED’lerin daha düşük ısıdan kaynaklı daha az doku hasarına sebep olmaları ve daha düşük maliyete sahip olmaları gibi avantajları vardır.(Sales et al., 2022)

Lazerler ise ;monokromatik , tutarlı ve paralelleştirilmiş olması, dar bant genişliğinde kontrol edilebilir dalga boyuna ve ışığa duyarlılaştırıcıyı aktive etmek için yüksek optik güce sahip olması gibi özelliklerinden dolayı iyi ışık kaynaklarıdır.(Rahman et al., 2022)

aPDT için, yüksek güçlü lazer kullanımında periodontal ligament , diş, dişeti veya kemik gibi dokularda ısı artışına bağlı zarar oluşabileceği düşünüldüğünden düşük güçlü lazerlerin kullanımı önerilmiştir.(Chen et al., 2022)

CO2 lazer, Nd:YAG lazer , Diode lazer , ER:YAG lazer aPDT de kullanılabilen lazerlerdir.(Salvi et al., 2020; Theodoro et al., 2021)

aPDT'nin bakterisidal etkilerinin yanı sıra Diode lazer uygulaması biyostimülatif etkileri sayesinde periodontal iyileşmede fayda sağlamaktadır.(T. P. M. Franco et al., 2019; Theodoro et al., 2021)

Seans sayısı ve seanslar arası süre de değişkenlik göstermektedir.(P. Zhao et al., 2020)

Garcia SRP'ye ek tek seans(Dalvi, Benedicenti, & Hanna, 2021) ve Novaes(Novaes et al., 2012) sadece, tek seans aPDT uygularken Moreira ve ark. 0-2-7 ve 14. Günlerde SRP'ye ek olarak toplam dört seans aPDT uygulamıştır. (Moreira et al., 2015)

Dört seans uygulayan bir başka araştırmacı olan Al-Khureif ise uygulamaları SRP 'den sonra 0-3-7 ve 14. günlerde yapmıştır. (Souza et al., 2020)

Yapılan çalışmalarda birden fazla seans kullanımı sonucu ek klinik ve antimikrobiyal faydalar sağlanabileceği görülmüş daha fazla uygulamaya sahip gruplarda daha iyi sonuçlar alınmıştır.(Ramanauskaite, Moraschini, Machiulskiene, & Sculean, 2021; Souza et al., 2021)

Fotodinamik reaksiyonlar için gerekli son bileşen ise oksijendir .PDT'nin etkisinin oksijene bağlı bir süreç olduğu gösterilmiştir.(Stájer et al., 2020)

Fotoaktivasyon işlemi sırasında enerji dönüşümü sayesinde, reaktif oksijen ürünleri oluşur.(Ramanauskaite et al., 2021)

Reaktif oksijen ürünlerinden kaynaklı oksidatif stres, lipid, protein DNA veya karbonhidrat gibi farklı hücre bileşenlerine etki edebilir ve hücre ölümüne yol açabilir.(Moro et al., 2021)

Reaktif oksijen ürünleri, ışık aktivasyonunun zamanlaması ile doğru orantılı bir şekilde lokal bir bakterisidal etkiye sahiptir.(Badran et al., 2023)

Hedef hücredeki hasar fotoantimikrobiyalin lokalizasyonuna bağlıdır. Bunun sebebi reaktif oksijen ürünlerinin yakın çevredeki biyomoleküllerle reaksiyona girmesidir. Sonuç olarak, hücrenin dış kısmındaki fotoantimikrobiyaller gram pozitif hücre duvarı veya gram negatif dış membranda hasara yol açar. Tersine içsel fotoantimikrobiyaller stoplazmik enzimlere ve DNA'ya zarar verebilir.(Salvi et al., 2020)

Özetle , mikroorganizmalara bağlanan bir ışığa duyarlılaştırıcı oksijen varlığında uygun bir dalga boyundaki ışıkla aktive edilir ve bu, belirli mikroorganizmalar için sitotoksik olan reaktif oksijen ürünü oluşumuna yol açarak sitoplazmik membran ve DNA 'ya zarar verir.(Rahman et al., 2022)

aPDT bakterileri ve virulans faktörlerini etkisiz hale getirerek periodontal tedaviyi güçlendirir.

aPDT'nin *F.nucleatum* , *P.gingivalis*, *P.nigrescens* ve *A.a* gibi önemli periodontal patojenlere karşı etkili olduğu da görülmüştür.(Ai et al., 2021; Theodoro et al., 2021)

### PERİODONTİTİS HASTALARINDA aPDT

Periodontitis diş kaybının önemli bir nedenidir ve yaşam kalitesini olumsuz etkiler. Yapılan çalışmalarda, birçok başka tür de bulunmasına rağmen periodontitiste ağırlıklı olarak *Actinomyces*, *P.gingivalis* ve *F.nucleatum*'a odaklanılmıştır.(Sales et al., 2022)

Bu türlerin baskın olduğu patojenik biofilmi uzaklaştırmada mekanik tedaviler bazen yetersiz kalabilir. aPDT özellikle dirençli bakterilere karşı önemli bir antimikrobiyal tedavi yöntemi olmuştur.(Sales et al., 2022)

Nagasri ve ark.(Nagasri et al., 2015) ile Sreedhar ve ark.(Sreedhar et al., 2015) ışığa duyarlılaştırıcı olarak kurkumin kullanarak yaptıkları çalışmada; SRP 'ye ek aPDT uyguladıklarında *Actinomyces*, *P.Gingivalis* ve *P.İntermedia* gibi periodontopatojen bakteriler de dahil olmak üzere mikroorganizma sayılarında azalma görmüşlerdir. Özellikle çoklu uygulamalarda antimikrobiyal etki artmıştır. (Souza et al., 2021)

Muller Campanile ve ark. aPDT kullanarak yapmış olduğu çalışmalarda ise 6 aylık tedavi sonrası CRP, amiloid A, fibrinojen, a2 makroglobulin gibi biobelirteçlerde azalmalar görmüşlerdir.(T. P. M. Franco et al., 2019)

aPDT'nin periodontitisin tedavisinde immünolojik ve mikrobiyolojik parametrelerin yanında klinik parametrelerde de olumlu etkileri olduğu görülmüştür.(Baghani, Basir Shabestari, & Karrabi, 2022)

De Oliverira ve ark. yaptığı split-mouth bir çalışmada mekanik debridmana ek aPDT uygulanan bölgelerde sondalamada kanama, cep derinliği ,klinik ataçman düzeyi gibi parametrelerde daha iyi sonuçlar elde etmişlerdir. (Stájer et al., 2020)

Franco ve ark.(E. J. Franco et al., 2014) periodontitisli bireylerde yaptıkları bir çalışmada sadece mekanik enstrümantasyona kıyasla SRP+aPDT uyguladıkları bölgelerde sondalamada kanamada önemli azalmalar görürken RANK ve OPG ekspresyonunda artış gözlemlemişlerdir.(Dalvi, Benedicenti, Sălăgean, Bordea, & Hanna, 2021)

Pourobbas ve ark.(Pourabbas et al., 2014) tüm klinik parametrelerde önemli iyileşmeler görürken Moreina ve ark.(Moreira et al., 2015) ise 90.günde derin periodontal ceplerde azalma ve kontrol grubuna kıyasla (sadece SRP) daha fazla klinik ataçman kazancı gözlemlemiştirler.(Dalvi, Benedicenti, et al., 2021)

Braun ve ark.(Braun, Dehn, Krause, & Jepsen, 2008) orta ve ileri periodontitis hastası olan 33 kişide yaptıkları çalışmada hastaları 3 ayrı gruba ayırdı. Işığa duyarlılaştırıcı olarak metilen mavisi ve Diode lazer kullandıkları çalışmada tek başına SRP'ye kıyasla SRP+aPDT uygulanan grupta 3,6 ve 12. haftalarda sondalamada kanama, cep derinliği ve klinik ataçman seviyesinde daha iyi klinik sonuçlar elde etmişlerdir.(Stájer et al., 2020)

Periodontitis tedavisinde SRP'ye ek olarak yardımcı tedavi olarak aPDT'nin klinik, mikrobiyolojik ve immünolojik olarak yararlı olduğu görülmüştür. Yararlı etkisinin, güçlü bakterisidal aktivitesinden kaynaklandığı bilinmektedir.

aPDT hastalığa sebep olan bakteri ve konakçı faktörlerini etkisiz hale getirme potansiyeline sahiptir.(Braham et al., 2009)

### **PERİ-İMLANT HASTALIKLARDA aPDT**

Dental implantı olan hastalarda implant çevresi hastalıkları görülebilir. Bunlar implant çevresi yumuşak ve sert dokuları etkileyen peri-implant mukozitis ve peri-implantitistir.

Peri-implant mukozitis ve peri-implantitis temel olarak oral biofilmden kaynaklanır.(Rahman et al., 2022)

Rutin tedavi yöntemi birikimin mekanik olarak tamamen uzaklaştırılmasıdır.(Novaes Junior, Ramos, Rabelo, & Figueredo, 2019; Rahman et al., 2022)

aPDT peri-implantitis tedavisine yardımcı bir prosedür olarak araştırılmaktadır. Diğer invaziv ilaç/televi prosedürlerine olası bir alternatif tedavi olarak görülmektedir.(Sculean et al., 2021)

Derin peri-implant cepleri de dahil olmak üzere zor erişim sağlanan bölgelerde kritik bir yardımcıdır.(Al-Hamoudi, 2023)

Yapılan çalışmalarda implant çevresindeki plak indeksi, sondalama derinliği ve kanama üzerinde aPDT'nin etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.(Al-Hamoudi, 2023; Shahmohammadi, Younespour, Paknejad, Chiniforush, & Heidari, 2022)

aPDT' nin peri-implant hastalıkları üzerindeki klinik etkinliğini içeren birçok çalışmada cep derinliği, sondalamada kanama , klinik ataçman kaybı ve plak indeksi ile radyografik parametrelerde değerlendirilmiştir.(Pal, Paul, Perry, & Puryer, 2019; Y. Zhao, Pu, Qian, Shi, & Si, 2021)

Çalışmalarda olumlu parametreler bulunmuş ve peri-implant hastalıklarının tedavisinde mekanik debridmana ek olarak aPDT'nin yardımcı tedavi olarak kullanılmasının faydalı olduğu vurgulanmıştır.(Rahman et al., 2022)

### **DİABET VE SİGARA GİBİ RİSK FAKTÖRLERİNDE aPDT**

Periodontitis için risk faktörü olan diyabet, bireyin periodontal hastalığa yatkınlığına ve artan periodontal hastalık şiddetine neden olabilir.(da Silva-Junior, Abreu, Costa, Cota, & Esteves-Lima, 2023)

Nötrofillerin yetersiz etkisi ve hiperinflamasyon profili dahil olmak üzere immüno-inflamatuar değişiklikler diyabetli bireylerde periodontitisin yüksek prevalans ve şiddetine neden olur. İyileşmenin bozulduğu bu durumlarda yardımcı tedavilerin faydalı olduğu görülmüştür.(Haas et al., 2021)

Yapılan klinik çalışmalarda SRP'ye ek olarak aPDT uygulanan diyabetli hastalarda tedaviden sonra 3. ve 6. aylarda, sondalamada kanama ve cep derinliğinde daha fazla azalma olurken daha fazla klinik ataçman kazancı olduğu görülmüştür.(da Silva-Junior et al., 2023)

Bir diğer çalışmada ise SRP'ye ek olarak uygulanan aPDT ile 3 ay sonra Hba1c değerinde daha fazla azalma olduğu görülmüştür.(Haas et al., 2021)

SRP'ye ek uygulanan aPDT kısa vadede inflamasyonu olumlu yönde azaltarak diyabetli bireylerde periodontitis tedavisinde sistemik antibiotiklere bir alternatif olabilir.(Ramos et al., 2016)

Sigara bağımsızlığı sistemi aktivasyonunu azaltır ve proinflamatuvar sitokin üretimini artırır. Sigara içen bireylerde periodontal tedaviye ek olarak aPDT uygulanması inflamatuvar belirteçleri azaltmaya yardımcı olur. Fibroblast hücre proliferasyonunu iyileştirir. Artan fibroblast seviyeleri daha fazla kollojen oluşumunu sağlayarak dişeti doku bütünlüğünü iyileştirir.(Villafuerte et al., 2023)

Sigara içen bireylerde periodontitis tedavisine yardımcı olarak uygulanan aPDT'nin tek başına mekanik enstrümantasyona kıyasla klinik parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha iyi iyileşme sağladığı görülmüştür.(Akram, Raffat, Saad Shafqat, Mirza, & Ikram, 2019)

### **AVANTAJLARI**

aPDT'nin en önemli avantajlarından biri , lokal enfeksiyonların klinik tedavisinde bakteriyel direnç oluşturmadan geniş etki spektrumuna sahip olmasıdır.(Haas et al., 2021; Stájer et al., 2020)

aPDT bakteriyel direnç oluşturmayan lokal antimikrobial bir ajandır.(Badran et al., 2023)

Diş hekimliğinde vankomisine dirençli enterekoklar gibi patojenlerin tedavisinde önemli bir potansiyel sunmaktadır.(Theodoro et al., 2021)



DeneySEL çalışma sonuçları aPDT'nin tek başına veya bir adjuvan olarak alveolar kemik kaybının kontrolünü ve azaltılmasını desteklediğini , immün-inflamatuar yanıtı modüle ettiğini , pro-inflamatuar sitokinleri azaltıp , periodontopatojen mikroorganizmaları azaltma yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir.(Theodoro et al., 2021)

aPDT minimal invaziv , kolay ulaşılabilen ve ekonomik bir uygulamadır.(Stájer et al., 2020)

Derin ceplerde dar bir lazer optik fiber ucunun kullanılması kolay ve travmatik olarak periodontal ceplerin incelenmesini kolaylaştırmıştır.(Dalvi, Benedicenti, et al., 2021)

aPDT kullanımı , furkasyon bölgesi gibi zorlu anatomik bölgelerde tedaviye destek sağlar. Konakçı dokularda toksisite olmadan anında antimikrobiyal etkinlik sağlar.(Sales et al., 2022)

Ayrıca aPDT'nin SRP'nin klinik sonuçları üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiş ve hastalara uzun vadeli klinik faydalar sağladığı görülmüştür.(Moro et al., 2021)

#### DEZAVANTAJLARI

ışığa duyarlılaştırıcı moleküllerin derin dokulara veya karmaşık anatomik bölgelerde oluşan bakteriyel biofilmlere erişme zorluğu tespit edilmiştir.(Badran et al., 2023)

Topikal olarak uygulanan ışığa duyarlılaştırıcı maddelerin emilimi azdır ve daha sonrasında ağrı ve şişlik gibi komplikasyonlarda gözlenmiştir.(Romano et al., 2021)

Bazı çalışmalarda uzun ışınlama öncesi sürelerle ilgili hastaların rahatsızlığı vurgulanmış ve gelecekteki çalışmalarda daha kısa ışınlama öncesi süre kullanılması önerilmiştir.(Dalvi, Benedicenti, et al., 2021)

#### SONUÇ

Diş hekimliğindeki önemli bilimsel ve teknolojik gelişmeler yeni yardımcı tedavi yöntemleriyle sonuçlanmaktadır.(Stájer et al., 2020)

Bu yardımcı tedavi yöntemlerinden biri olan aPDT non-invaziv bir tedavidir ve periodontoloji başta olmak üzere endodonti, ağız diş ve çene cerrahisi gibi diş hekimliğinin birçok alanında kullanılmaktadır.(Stájer et al., 2020)

Periodontoloji alanında periodontitis ve peri-implantitis hastalıklarının tedavisinde kullanım alanı bulmuş ve yapılan klinik çalışmalarda mekanik enstrümantasyona yardımcı olarak kullanılan aPDT sonrası klinik ve immünolojik parametrelerde iyileşmeler görülmüştür.(Haas et al., 2021; Rahman et al., 2022; Salvi et al., 2020)

Ancak çalışmaların sınırlı olması, verilerin doğru şekilde karşılaştırılmaması , hastalık için aPDT'nin gerçek etkisini yorumlamayı zorlaştırmaktadır.(Moro et al., 2021)

Ayrıca çalışmalar arasında özellikle lazer tipi, uç çapı , dalga boyu , ışığa duyarlılaştırıcı tipi ve yoğunluğu , seans sayısı , tedavi edilen alan sayısı, popülasyon ve çeşitli olası kombinasyonlar açısından bir standardizasyon yoktur .(Salvi et al., 2020)

Bu anlamda fotokimyasal bilgiye dayalı standart ışınlama ve ışığa duyarlılaştırıcı protokolleri ile daha fazla çalışmalar yapılması bu alandaki verileri iyileştirecektir.(Moro et al., 2021)

Bu teknolojilerin kullanımı için yeni çalışmalar bilime ışık tutacaktır. (Haas et al., 2021)

## KAYNAKÇA

- Abdel-kader, M. H. (2016). The Journey of PDT Throughout History: PDT from Pharos to Present. In H. Kostron & T. Hasan (Eds.), *Photodynamic Medicine: From Bench to Clinic* (pp. 0): The Royal Society of Chemistry.
- Ai, R., Nie, M., Yang, J., & Deng, D. (2021). Effects of Antibiotics Versus Repeated Applications of Photodynamic Therapy as an Adjunctive Treatment for Periodontitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*, 39(3), 211-220. doi:10.1089/photob.2020.4917
- Akram, Z., Raffat, M. A., Saad Shafqat, S., Mirza, S., & Ikram, S. (2019). Clinical efficacy of photodynamic therapy as an adjunct to scaling and root planing in the treatment of chronic periodontitis among cigarette smokers: A systematic review and meta-analysis. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 26, 334-341. doi:10.1016/j.pdpdt.2019.04.027
- Al-Hamoudi, N. (2023). Clinical and Radiographic Outcomes of Adjunctive Photodynamic Therapy for Treating Peri-Implant Mucositis Among Cigarette Smokers and Diabetics: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*, 41(8), 378-388. doi:10.1089/photob.2023.0046
- Almohareb, T., Alhamoudi, N., Al Deeb, M., Bin-Shuwaish, M. S., Mokeem, S. A., Saad Shafqat, S., . . . Abduljabbar, T. (2020). Clinical efficacy of photodynamic therapy as an adjunct to mechanical debridement in the treatment of per-implantitis with abscess. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 30, 101750. doi:10.1016/j.pdpdt.2020.101750
- Annaji, S., Sarkar, I., Rajan, P., Pai, J., Malagi, S., Bharmappa, R., & Kamath, V. (2016). Efficacy of Photodynamic Therapy and Lasers as an Adjunct to Scaling and Root Planing in the Treatment of Aggressive Periodontitis - A Clinical and Microbiologic Short Term Study. *J Clin Diagn Res*, 10(2), Zc08-12. doi:10.7860/jcdr/2016/13844.7165
- Badran, Z., Rahman, B., De Bonfils, P., Nun, P., Coeffard, V., & Verron, E. (2023). Antibacterial nanophotosensitizers in photodynamic therapy: An update. *Drug Discov Today*, 28(4), 103493. doi:10.1016/j.drudis.2023.103493
- Baghani, Z., Basir Shabestari, S., & Karrabi, M. (2022). Clinical attachment loss in the use of adjunctive antimicrobial photodynamic therapy in Stages II-IV Grade C molar-incisor periodontitis: A systematic review and meta-analysis. *Bosn J Basic Med Sci*, 22(6), 843-861. doi:10.17305/bjbm.2022.7157
- Bashir, N. Z., Singh, H. A., & Virdee, S. S. (2021). Indocyanine green-mediated antimicrobial photodynamic therapy as an adjunct to periodontal therapy: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*, 25(10), 5699-5710. doi:10.1007/s00784-021-03871-2
- Bechara Andere, N. M. R., Dos Santos, N. C. C., Araujo, C. F., Mathias, I. F., Rossato, A., de Marco, A. C., . . . Santamaria, M. P. (2018). Evaluation of the local effect of nonsurgical periodontal treatment with and without systemic antibiotic and

- photodynamic therapy in generalized aggressive periodontitis. A randomized clinical trial. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 24, 115-120. doi:10.1016/j.pdpdt.2018.09.002
- Betsy, J., Prasanth, C. S., Baiju, K. V., Prasanthila, J., & Subhash, N. (2014). Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy in the management of chronic periodontitis: a randomized controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*, 41(6), 573-581. doi:10.1111/jcpe.12249
- Böcher, S., Wenzler, J. S., Falk, W., & Braun, A. (2019). Comparison of different laser-based photochemical systems for periodontal treatment. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 27, 433-439. doi:10.1016/j.pdpdt.2019.06.009
- Braham, P., Herron, C., Street, C., & Darveau, R. (2009). Antimicrobial photodynamic therapy may promote periodontal healing through multiple mechanisms. *J Periodontol*, 80(11), 1790-1798. doi:10.1902/jop.2009.090214
- Braun, A., Dehn, C., Krause, F., & Jepsen, S. (2008). Short-term clinical effects of adjunctive antimicrobial photodynamic therapy in periodontal treatment: a randomized clinical trial. *J Clin Periodontol*, 35(10), 877-884. doi:10.1111/j.1600-051X.2008.01303.x
- Chen, S., Tang, L., Xu, M., Chen, T., Zhao, S., Liu, M., & Liu, S. (2022). Light-emitting-diode-based antimicrobial photodynamic therapies in the treatment of periodontitis. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*, 38(4), 311-321. doi:10.1111/phpp.12759
- da Silva-Junior, P. G. B., Abreu, L. G., Costa, F. O., Cota, L. O. M., & Esteves-Lima, R. P. (2023). The effect of antimicrobial photodynamic therapy adjunct to non-surgical periodontal therapy on the treatment of periodontitis in individuals with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 42, 103573. doi:10.1016/j.pdpdt.2023.103573
- Dalvi, S., Benedicenti, S., & Hanna, R. (2021). Is antimicrobial photodynamic therapy an effective treatment modality for aggressive periodontitis? A systematic review of in vivo human randomized controlled clinical trials. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 34, 102314. doi:10.1016/j.pdpdt.2021.102314
- Dalvi, S., Benedicenti, S., Sălăgean, T., Bordea, I. R., & Hanna, R. (2021). Effectiveness of Antimicrobial Photodynamic Therapy in the Treatment of Periodontitis: A Systematic Review and Meta-Analysis of In Vivo Human Randomized Controlled Clinical Trials. *Pharmaceutics*, 13(6). doi:10.3390/pharmaceutics13060836
- Decker, E. M., Bartha, V., Kopunic, A., & von Ohle, C. (2017). Antimicrobial efficiency of mouthrinses versus and in combination with different photodynamic therapies on periodontal pathogens in an experimental study. *J Periodontal Res*, 52(2), 162-175. doi:10.1111/jre.12379
- Etemadi, A., Hamidain, M., Parker, S., & Chiniforush, N. (2021). Blue Light Photodynamic Therapy With Curcumin and Riboflavin in the Management of Periodontitis: A Systematic Review. *J Lasers Med Sci*, 12, e15. doi:10.34172/jlms.2021.15

- Franco, E. J., Pogue, R. E., Sakamoto, L. H., Cavalcante, L. L., Carvalho, D. R., & de Andrade, R. V. (2014). Increased expression of genes after periodontal treatment with photodynamic therapy. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 11(1), 41-47. doi:10.1016/j.pdpdt.2013.10.002
- Franco, T. P. M., Dos Santos, A. P. P., & Canabarro, A. (2019). The effects of repeated applications of antimicrobial photodynamic therapy in the treatment of residual periodontal pockets: a systematic review. *Lasers Med Sci*, 34(5), 855-863. doi:10.1007/s10103-018-02703-2
- Haas, A. N., Furlaneto, F., Gaio, E. J., Gomes, S. C., Palioto, D. B., Castilho, R. M., . . . Messori, M. R. (2021). New tendencies in non-surgical periodontal therapy. *Braz Oral Res*, 35(Supp 2), e095. doi:10.1590/1807-3107bor-2021.vol35.0095
- Issa, M. C., & Manela-Azulay, M. (2010). Photodynamic therapy: a review of the literature and image documentation. *An Bras Dermatol*, 85(4), 501-511. doi:10.1590/s0365-05962010000400011
- Mattiello, F. D., Coelho, A. A., Martins, O. P., Mattiello, R. D., & Ferrão Júnior, J. P. (2011). In vitro effect of photodynamic therapy on aggregatibacter actinomycetemcomitans and Streptococcus sanguinis. *Braz Dent J*, 22(5), 398-403. doi:10.1590/s0103-64402011000500009
- Moreira, A. L., Novaes, A. B., Jr., Grisi, M. F., Taba, M., Jr., Souza, S. L., Palioto, D. B., . . . Messori, M. R. (2015). Antimicrobial photodynamic therapy as an adjunct to non-surgical treatment of aggressive periodontitis: a split-mouth randomized controlled trial. *J Periodontol*, 86(3), 376-386. doi:10.1902/jop.2014.140392
- Moro, M. G., de Carvalho, V. F., Godoy-Miranda, B. A., Kassa, C. T., Horliana, A., & Prates, R. A. (2021). Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) for nonsurgical treatment of periodontal disease: a systematic review. *Lasers Med Sci*, 36(8), 1573-1590. doi:10.1007/s10103-020-03238-1
- Moslemi, N., Soleiman-Zadeh Azar, P., Bahador, A., Rouzmeh, N., Chiniforush, N., Paknejad, M., & Fekrazad, R. (2015). Inactivation of Aggregatibacter actinomycetemcomitans by two different modalities of photodynamic therapy using Toluidine blue O or Radachlorin as photosensitizers: an in vitro study. *Lasers Med Sci*, 30(1), 89-94. doi:10.1007/s10103-014-1621-5
- Nagasri, M., Madhulatha, M., Musalaiah, S. V., Kumar, P. A., Krishna, C. H., & Kumar, P. M. (2015). Efficacy of curcumin as an adjunct to scaling and root planning in chronic periodontitis patients: A clinical and microbiological study. *J Pharm Bioallied Sci*, 7(Supp 2), S554-558. doi:10.4103/0975-7406.163537
- Najafi, S., Khayamzadeh, M., Paknejad, M., Poursepanj, G., Kharazi Fard, M. J., & Bahador, A. (2016). An In Vitro Comparison of Antimicrobial Effects of Curcumin-Based Photodynamic Therapy and Chlorhexidine, on Aggregatibacter actinomycetemcomitans. *J Lasers Med Sci*, 7(1), 21-25. doi:10.15171/jlms.2016.05
- Novaes, A. B., Jr., Schwartz-Filho, H. O., de Oliveira, R. R., Feres, M., Sato, S., & Figueiredo, L. C. (2012). Antimicrobial photodynamic therapy in the non-surgical treatment of aggressive periodontitis: microbiological profile. *Lasers Med Sci*,

27(2), 389-395. doi:10.1007/s10103-011-0901-6

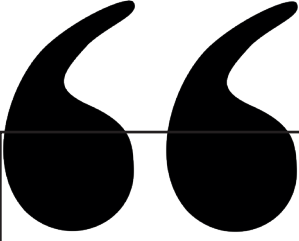
- Novaes Junior, A. B., Ramos, U. D., Rabelo, M. S., & Figueredo, G. B. (2019). New strategies and developments for peri-implant disease. *Braz Oral Res*, 33(suppl 1), e071. doi:10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0071
- Pal, A., Paul, S., Perry, R., & Puryer, J. (2019). Is the Use of Antimicrobial Photodynamic Therapy or Systemic Antibiotics More Effective in Improving Periodontal Health When Used in Conjunction with Localised Non-Surgical Periodontal Therapy? A Systematic Review. *Dent J (Basel)*, 7(4). doi:10.3390/dj7040108
- Pourabbas, R., Kashefimehr, A., Rahmanpour, N., Babaloo, Z., Kishen, A., Tenenbaum, H. C., & Azarpazhooh, A. (2014). Effects of photodynamic therapy on clinical and gingival crevicular fluid inflammatory biomarkers in chronic periodontitis: a split-mouth randomized clinical trial. *J Periodontol*, 85(9), 1222-1229. doi:10.1902/jop.2014.130464
- Rahman, B., Acharya, A. B., Siddiqui, R., Verron, E., & Badran, Z. (2022). Photodynamic Therapy for Peri-Implant Diseases. *Antibiotics (Basel)*, 11(7). doi:10.3390/antibiotics11070918
- Ramanauskaitė, E., Moraschini, V., Machiulskiene, V., & Sculean, A. (2021). Clinical efficacy of single and multiple applications of antimicrobial photodynamic therapy in periodontal maintenance: A systematic review and network meta-analysis. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 36, 102435. doi:10.1016/j.pdpdt.2021.102435
- Ramos, U. D., Ayub, L. G., Reino, D. M., Grisi, M. F., Taba, M., Jr., Souza, S. L., . . . Novaes, A. B., Jr. (2016). Antimicrobial photodynamic therapy as an alternative to systemic antibiotics: results from a double-blind, randomized, placebo-controlled, clinical study on type 2 diabetics. *J Clin Periodontol*, 43(2), 147-155. doi:10.1111/jcpe.12498
- Romano, A., Di Stasio, D., Lauritano, D., Lajolo, C., Fiori, F., Gentile, E., & Lucchese, A. (2021). Topical photodynamic therapy in the treatment of benign oral mucosal lesions: A systematic review. *J Oral Pathol Med*, 50(7), 639-648. doi:10.1111/jop.13152
- Sales, L. S., Miranda, M. L., de Oliveira, A. B., Ferrisse, T. M., Fontana, C. R., Milward, M., & Brighenti, F. L. (2022). Effect of the technique of photodynamic therapy against the main microorganisms responsible for periodontitis: A systematic review of in-vitro studies. *Archives of Oral Biology*, 138, 105425.
- Salvi, G. E., Stähli, A., Schmidt, J. C., Ramseier, C. A., Sculean, A., & Walter, C. (2020). Adjunctive laser or antimicrobial photodynamic therapy to non-surgical mechanical instrumentation in patients with untreated periodontitis: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol*, 47 Suppl 22, 176-198. doi:10.1111/jcpe.13236
- Sasaki, Y., Hayashi, J. I., Fujimura, T., Iwamura, Y., Yamamoto, G., Nishida, E., . . . Fukuda, M. (2017). New Irradiation Method with Indocyanine Green-Loaded Nanospheres for Inactivating Periodontal Pathogens. *Int J Mol Sci*, 18(1). doi:10.3390/ijms18010154

- Sculean, A., Deppe, H., Miron, R., Schwarz, F., Romanos, G., & Cosgarea, R. (2021). Effectiveness of Photodynamic Therapy in the Treatment of Periodontal and Peri-Implant Diseases. *Monogr Oral Sci*, 29, 133-143. doi:10.1159/000510189
- Shahmohammadi, R., Younespour, S., Paknejad, M., Chiniforush, N., & Heidari, M. (2022). Efficacy of Adjunctive Antimicrobial Photodynamic Therapy to Mechanical Debridement in the Treatment of Peri-implantitis or Peri-implant Mucositis in Smokers: A Systematic Review and Meta-analysis. *Photochem Photobiol*, 98(1), 232-241. doi:10.1111/php.13481
- Skurska, A., Dolinska, E., Pietruska, M., Pietruski, J. K., Dymicka, V., Kemon, H., . . . Sculean, A. (2015). Effect of nonsurgical periodontal treatment in conjunction with either systemic administration of amoxicillin and metronidazole or additional photodynamic therapy on the concentration of matrix metalloproteinases 8 and 9 in gingival crevicular fluid in patients with aggressive periodontitis. *BMC Oral Health*, 15, 63. doi:10.1186/s12903-015-0048-0
- Souza, E. Q. M., da Rocha, T. E., Toro, L. F., Guiati, I. Z., Ervolino, E., Garcia, V. G., . . . Theodoro, L. H. (2020). Antimicrobial photodynamic therapy compared to systemic antibiotic therapy in non-surgical treatment of periodontitis: Systematic review and meta-analysis. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 31, 101808. doi:10.1016/j.pdpdt.2020.101808
- Souza, E. Q. M., da Rocha, T. E., Toro, L. F., Guiati, I. Z., Freire, J. O. A., Ervolino, E., . . . Theodoro, L. H. (2021). Adjuvant effects of curcumin as a photoantimicrobial or irrigant in the non-surgical treatment of periodontitis: Systematic review and meta-analysis. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 34, 102265. doi:10.1016/j.pdpdt.2021.102265
- Sreedhar, A., Sarkar, I., Rajan, P., Pai, J., Malagi, S., Kamath, V., & Barmappa, R. (2015). Comparative evaluation of the efficacy of curcumin gel with and without photo activation as an adjunct to scaling and root planing in the treatment of chronic periodontitis: A split mouth clinical and microbiological study. *J Nat Sci Biol Med*, 6(Suppl 1), S102-109. doi:10.4103/0976-9668.166100
- Stájer, A., Kajári, S., Gajdács, M., Musah-Eroje, A., & Baráth, Z. (2020). Utility of Photodynamic Therapy in Dentistry: Current Concepts. *Dent J (Basel)*, 8(2). doi:10.3390/dj8020043
- Tabenski, L., Moder, D., Cieplik, F., Schenke, F., Hiller, K. A., Buchalla, W., . . . Christgau, M. (2017). Antimicrobial photodynamic therapy vs. local minocycline in addition to non-surgical therapy of deep periodontal pockets: a controlled randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*, 21(7), 2253-2264. doi:10.1007/s00784-016-2018-6
- Tavares, L. J., de Avila, E. D., Klein, M. I., Panariello, B. H. D., Spolidório, D. M. P., & Pavarina, A. C. (2018). Antimicrobial photodynamic therapy alone or in combination with antibiotic local administration against biofilms of *Fusobacterium nucleatum* and *Porphyromonas gingivalis*. *J Photochem Photobiol B*, 188, 135-145. doi:10.1016/j.jphotobiol.2018.09.010
- Theodoro, L. H., Lopes, A. B., Nuernberg, M. A. A., Cláudio, M. M., Miessi, D. M.



- J., Alves, M. L. F., . . . Garcia, V. G. (2017). Comparison of repeated applications of aPDT with amoxicillin and metronidazole in the treatment of chronic periodontitis: A short-term study. *J Photochem Photobiol B*, 174, 364-369. doi:10.1016/j.jphotobiol.2017.08.012
- Theodoro, L. H., Marcantonio, R. A. C., Wainwright, M., & Garcia, V. G. (2021). LASER in periodontal treatment: is it an effective treatment or science fiction? *Braz Oral Res*, 35(Supp 2), e099. doi:10.1590/1807-3107bor-2021.vol35.0099
- Villafuente, K. R. V., Martinez, C. J. H., Palucci Vieira, L. H., & Nobre, A. V. (2023). Benefits of Antimicrobial Photodynamic Therapy as an Adjunct to Non-Surgical Periodontal Treatment in Smokers with Periodontitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina (Kaunas)*, 59(4). doi:10.3390/medicina59040684
- Zhao, P., Song, X., Nie, L., Wang, Q., Zhang, P., Ding, Y., & Wang, Q. (2020). Efficacy of adjunctive photodynamic therapy and lasers in the non-surgical periodontal treatment: A Bayesian network meta-analysis. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 32, 101969. doi:10.1016/j.pdpdt.2020.101969
- Zhao, Y., Pu, R., Qian, Y., Shi, J., & Si, M. (2021). Antimicrobial photodynamic therapy versus antibiotics as an adjunct in the treatment of periodontitis and peri-implantitis: A systematic review and meta-analysis. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 34, 102231. doi:10.1016/j.pdpdt.2021.102231





## Bölüm 4

### **PERİ-İMLANT PLASTİK CERRAHİ**

*Muhammed Furkan ÖZCAN<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Araş. Gör. Muhammed Furkan ÖZCAN  
Kırıkkale Üni. Diş Hek. Fakültesi Periodontoloji A.D.  
0000-0002-7048-0543

## Dental İmplantlar ve Tarihçesi

Dental implant, protetik diş tedavisi, ağız, diş ve çene cerrahisi, periodontoloji ve estetik diş hekimliği bilimlerinin konusuna giren, insan dişi kökünü taklit etmeye çalışan ve çoğunlukla kaybedilen dişlerin fonksiyonunu ve görünümünü yeniden kazandırmak amacıyla, vücutla uyumlu malzemeler kullanılarak çene kemiğine yerleştirilen yapay diş kökü olarak tanımlanan bir tedavi yöntemidir. Kron, köprü, hareketli bölümlü protez ve yüz protezi gibi yapıları desteklemek veya ortodontik tedavilerde sabit bir destek sağlamak amacıyla çene ya da kafatası kemiğine yerleştirilen tıbbi bir ürünlerdir. İmplant yerleştirilmesine yönelik tıbbi uzmanlık alanı, implantoloji olarak tanımlanmaktadır.

Kaybedilen dişlerin yerine konulması amacıyla implantın tanımına uygun olarak yapılan tarihteki ilk uygulamalar arkeolojik bulgulara göre M.Ö. 6. yüzyıla ait Maya uygarlığına dayanmaktadır. 20. yüzyılın başında 1908 yılında Greenfield'in ABD'de tasarladığı 'hallow'(ortası boş) irridio-platin alaşımından yapılan implantlar ilk patent alan dental implantlardır. (Greenfield 1991) Strock 1939'da krom-kobalt yapımı dental implantı tanıtmıştır. 1949 yılında Lupit ve Rappaport vitallium(Co-Cr-Mo) alaşımından yapılan vida şeklindeki implantlarını geliştirmişlerdir. Strock Co-Cr-Mo alaşımından yapılan implantları çene kemiği içerisine yerleştirmiş, üzerine yapılan restorasyonların on beş yıllık takiple başarılı bir şekilde kullanıldığını raporlamıştır. (Slavkin 1998) Aynı araştırmacı, vücut sıvılarına bağlı oluşan galvanik akıma bağlı olarak bazı metallerde korozyon görüldüğünü ve implantların biyoyumlu olması gerektiğini bildirmiş, etkileşime girmeyen Co-Cr-Mo alaşımından yivli implantların uygulamasını yapmış ve sadece aksiyal yüklerin implant üzerine gelmesini, diğer kuvvetlerin azaltılması gerektiğini belirtmiştir. 1940'lı yıllarda Dahl tarafından geliştirilen subperiosteal implantlarda, birçok komplikasyonla karşılaşmış ama aynı zamanda bazı restorasyonların uzun süre ağızda kaldığı da bildirilmiştir. (Schou, Pallesen, Hjørtting-Hansen, Pedersen ve Fibæk 2000) 1950 yıllarında Branemark ve ark. ile Schroeder ve ark.nın saf titanyum ile yaptıkları çalışmalar oral implantolojideki bilimsel gelişmelerin başlangıcını oluşturmuştur. 1955 yılında Branemark, tavşan tibialarındaki revaskülarizasyonu vital mikroskopiyile inceleyen in-vivo çalışmada, kemik ve titanyum arasındaki sıkı adaptasyonu fark etmiş, bu durumu detaylı incelemiş ve osseointegrasyonu keşfetmiştir. (Adell 1985)

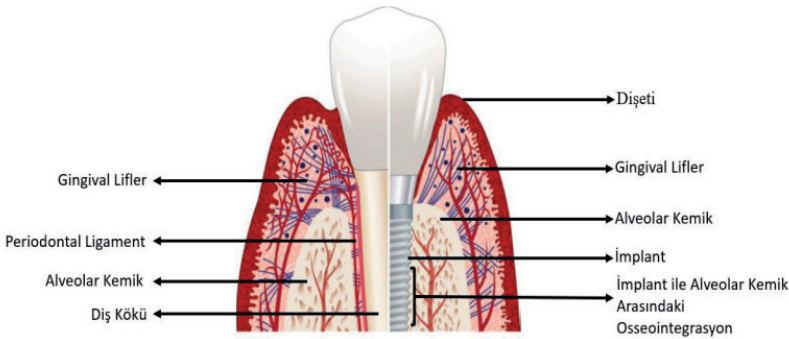
## Periodontal ve Peri-implant Doku Karşılaştırması

Günümüzde eksik dişlerin tedavisinde dental implant kullanımı her geçen gün daha fazla tercih edilmektedir. Ağız içerisine yerleştirilip diş kökünün işlevini üstlenen dental implantlar, kullanılan biyomateryallerin yanı sıra makro ve mikro yüzey özellikleri bakımından da çeşitlilik göstermektedir. (Listgarten vd 1992) Günümüzde kemik içi implant uygulamalarında en sık titanyum tercih edilmektedir. Doğru cerrahi teknik ve tedavi prosedürü ile yapılan uygulamada, dental implantların klinik başarısı öngörülebilir bir

seviyede olmaktadır. (Lekholm 1983) Dental implantların kemik içine yerleştirilmesinden sonra kemik-implant teması (osseointegrasyon) kadar peri-implant sağlık da önemlidir. Bir implantın prognozu, implantı çevreleyen yumuşak dokunun sağlığına ve devamlılığına bağlıdır.

Peri-implant mukoza implantı çevreleyen yumuşak doku olarak tanımlanmaktadır. Dental implantın kemik içerisine yerleştirilmesinden sonra yumuşak dokuda yara iyileşmesi başlamaktadır. Yapılan hayvan çalışmalarından elde edilen histolojik bulgulara göre peri-implant yumuşak doku bağlantısını 1,5-2 mm epitelyal ataşman, 1-1,5 mm sini bağ doku ataşmanı oluşturmaktadır. (Etter, Håkanson, Lang, Trejo ve Caffesse 2002)

Histolojik çalışmalar, peri-implant mukozanın ve periodontal dokuların benzer ve farklı yönlerini ortaya koymaktadır. (Şekil 1) (Abrahamsson, Berglundh, Wennström ve Lindhe 1996) Her iki dokuda da diş eti oluşu, uzun birleşim epiteli ve bağ dokusu ataşmanı, alveol kemiğinin üzerinde konumlanmıştır. İmplant çevresinde bulunan serbest diş eti, doğal dişlerde olduğu gibi implant etrafındaki sulkusun yumuşak doku duvarını oluşturur. Bu yapıda bulunan sulkus epiteli ile apikalinde yer alan bağlantı epiteli ise epitelyal ataşmanı oluşturur. Epitel, implant yüzeyine diş yüzeyine bağlandığı gibi bazal lamina ve hemidesmozomlar ile bağlanır. (Hansson, Albrektsson ve Brånemark 1983) Periodontal dokular, periodontal ligament ve suprapariosteal kaynaklı damarlanmadan beslenirken, periimplant dokular periodontal ligament içermediği için yalnızca suprapariosteal kaynaktan beslenir. (Berglundh, Lindhe, Jonsson ve Ericsson 1994) Periimplant mukozada bulunan bağ dokunun morfolojisi periodontal dokuda bulunan bağ dokuya genel olarak benzese de; periodontal ligament, sement ve iki doku arasındaki fibrilin olmaması ayrıca daha az fibroblast ve daha fazla kollajen içeriği ile ayrılmaktadır. Periimplant bağ doku içeriği skar dokusuna benzer bir yapı sergilemektedir. (Moon, Berglundh, Abrahamsson, Linder ve Lindhe 1999) Ayrıca, periodontal dokularda bulunan bağ dokusu fibrilleri diş yüzeyine dik yönde uzanırken, peri-implant dokularda bu fibriller yüzeye paralel seyretmektedir.



Şekil 1: Periodontal doku ve peri-implant doku karşılaştırması (Giovannoli 2012, Peri-implantitis, Quintessence International)

## Dental İmplantlar

Maksiller veya mandibular kemikte; travma, neoplazi veya konjenital defekt sonucu kaybedilen diş veya dişlerin yerine yerleştirilen inert materyallerdir. (Pye, Lockhart, Dawson, Murray ve Smith 2009) Cerrahi işlemle yerleştirilen, yapay bir kronu destekleyen ve biyouyumlu metal ankrajlardır. Kemiğe yerleştirildikten sonra yaklaşık 3-6 ay süren bir iyileşme süreci başlar; bu süreçte osseointegrasyon gerçekleşir ve implant ile kemik arasında stabil bir bağlantı oluşur. (Oshida, Tuna, Aktören ve Gençay 2010) Branemark'ın 1960'lı yıllarda osseointegrasyonu keşfetmesinden bu yana, dental implantlar, tam ya da kısmi dişsizlik vakalarının tedavisinde bilimsel olarak kabul görmüş ve yaygın şekilde tercih edilen bir tedavi yöntemi olmuştur. Son yıllarda ülkemizdeki kullanımı da önemli ölçüde artış göstermiştir. Genç bireylerde genellikle ön diş kayıplarında estetik, arka diş kayıplarında ise fonksiyonel amaçlarla uygulanırken, ileri yaşlarda daha çok fonksiyonel ihtiyaçları karşılamak için kullanılmaktadır. (Eltaş, Dunder, Uzun ve Malkoç 2013)

### Dental İmplant Endikasyonları

- Tek diş eksikliği
- Konservatif tedavi isteği
- Aşırı bulantı refleksinin olması
- Hareketli protez kullanımında fonksiyonel rahatsızlık
- Hareketli protez kullanımının hasta tarafından istenilmemesi
- Hareketli protez tutuculuğunun ve stabilizasyonunun yetersiz olması
- Uzun sabit protezlerle tedavi edilebilecek durumlar
- Sabit protetik tedavi uygulaması için dayanağın olmaması veya mevcut dayanakların sayı ve dağılımca yetersiz oluşu
- Oligodonti, anadonti veya diş agenezisi varlığında tedavi edilebilecek hastalarda kullanımı uygundur.

### Dental İmplant Kontraendikasyonları

Kontraendikasyon, mutlak ve göreceli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. (Hwang ve Wang 2006)

#### 1-Mutlak Kontraendikasyonlar

- Yakın zamanda meydana gelen miyokard enfarktüsü veya serebrovasküler hasar
- Kontrol altında olmayan diyabet hastalarında
- Radyoterapi alanlarda
- IV bifosfonat kullanımında (Hwang ve Wang 2006)

- Psikiyatrik bozukluğu olan bireylerde
- Kronik veya ileri düzey alkolizm varlığında
- İleri düzey böbrek hastalıklarında
- Ağır hormonal bozukluğu olan bireylerde

## **2-Göreceli Kontraendikasyonlar**

- Adölesanlarda
- Sigara kullanımında
- Osteoporozis varlığında
- HIV varlığında
- Sağlıksız yaşam şartlarında
- Endokrin rahatsızlıklarında (Hwang ve Wang 2007)

## **Peri-implant Doku Hastalıkları**

Ağız içerisine yerleştirilen implantlar, oral floradaki mikroorganizmaların birikmesine elverişli yeni ve yapısal olarak farklı bir yüzey oluşturur. Yapılan bir çalışmada, implantların ağız ortamına açılmasından itibaren 4. günde periodontal patojenlerin yüzeyde birikmeye başladığı ve 28. gün itibarıyla subgingival flora oluşturacak yoğunluğa ulaştığı rapor edilmiştir. (Koka, Razzoog, Bloem ve Syed 1993) Özellikle oral hijyen yetersizliğinde, erken dönemde implant yüzeyinde bakteri sayısı artış göstermekte ve bu durum, peri-implant dokularında iltihaba yol açarak peri-implant hastalıkların başlamasına ve ilerlemesine neden olmaktadır.

Doğal dişlerin çevresinde bulunan suprakrestal bağ dokusu, periodontitis varlığında enflamasyonun alveol kemiğe yayılmasını zorlaştırır. (Seymour, Powell ve Davies 1979)

## **Peri-implant Doku Hastalık ve Durumları**

Dental implantların sağ kalım oranları genellikle yüksektir, ancak hastalık riski öngörüsü her zaman güvenilir değildir. Bu nedenle, günümüzde peri-implant hastalıkların prevalansı artmakta ve bu hastalıklar zamanla daha ciddi bir sorun haline gelmektedir. (Vandeweghe, Ferreira, Vermeersch, Mariën ve De Bruyn 2016) Bu sorunların tespit edilebilmesi için öncelikle peri-implant sağlık durumunun doğru bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

## **Peri-implant Sağlık**

Peri-implant dokularında ödem, eritem, sondalamada kanama ve süpürasyon gibi inflamasyon belirtilerinin bulunmaması ve implant çevresi mukozanın implant etrafında sıkı bir sızdırmazlık oluşturması durumu peri-implant

sağlık kriterlerini oluşturmaktadır. (Renvert vd 2018) Sağlıklı bir implantta rutin klinik değerlendirmelerde sondalama derinliği artış göstermemelidir. Yapılan çalışmalarda peri-implant sağlık kriteri için sondalama derinliği 5mm veya daha az olması gerektiği rapor edilmiştir. (Araujo ve Lindhe 2018) Periodontal ligamentin bulunmaması, protetik üst yapının tasarımı gibi birçok faktör ve tedavi edilen peri-implantitis vakalarında farklı kemik seviyelerinin bulunması peri-implant sondalama derinliğini değiştirebilir ancak bu durumlarda da peri-implant dokuların sağlıklı olabileceği bilinmelidir. (Serino, Turri ve Lang 2013, Renvert vd 2018) Sondalama esnasında ölçüm yaparken aletin oluşturduğu travma ile oluşan kanamanın peri-implant enfeksiyon nedeni ile oluşan kanamadan ayırt edilmesi zordur. (Abrahamsson ve Soldini 2006) Bu durumu ayırt edebilmek için implant çevresinde sondalama sırasında 0,25 Newtonluk kuvvet uygulamak ve dikkatli yorumlamak gerekir. (Renvert vd 2018) Sağlıklı dental implantların radyografik değerlendirmesi yapıldığında erken dönemde kemiğin şekillenmesi kemik seviyesinde değişime neden olabilir ancak bu değişimden daha fazla kayıp olmaması gerekir. Kemik seviyesindeki değişim fonksiyon sonrası ilk yıl devam eder ve 2 mm'yi geçmemesi geçmemelidir. (Gholami vd 2014) Bu değeri aşan kayıplar patolojik kabul edilir.

Histolojik değerlendirmelerde implant çevresi mukoza, keratinize veya non-keratinize epitel doku ve altında bağ doku ile çevrilidir ve kalınlığı 3-4 mm yüksekliğindedir. Epitel ve inflamatuvar hücreler implant çevresi mukozal manşeti oluşturarak koruyucu bir yapı meydana getirir. (Zitzmann, Abrahamsson, Berglundh ve Lindhe 2002) İlk Avrupa Periodontoloji Çalıştay'ında (1993), dental implantların bakteriyel biyofilm ile ilişkili biyolojik komplikasyonları sonucunda görülen inflamatuvar hastalıkları tanımlanmış ve belirlenmiştir. (Jepsen vd 2015) Bakteriyel biyofilmin peri-implant dokuda neden olduğu bu durum peri-implant hastalık olarak tanımlanır. 2017 yılına gelindiğinde Avrupa Periodontoloji Akademisi ve Amerikan Periodontoloji Akademisi Dünya Çalıştayından önce, peri-implant hastalıklar, peri-implant mukozitis ve peri-implantitis olarak adlandırılırken; çalıştay sonrasında ise 'peri-implant hastalıklar ve durumlar' olarak sınıflandırılmış ve 'sert ve yumuşak doku eksiklikleri' de eklenmiştir. Günümüzde, bu hastalıkların etiolojisinde mikrobiyal dental plağın önemli bir rol oynadığı bilinmekte olup, bakteriyel dental plak ile bu hastalıklar arasındaki neden-sonuç ilişkisi de kesinlik kazanmıştır.

### **Peri-implant Mukozitis**

Peri-implant mukozitis 2017 Dünya Çalıştay'ında dental implantlarda doğal dişetindeki inflamasyona benzer şekilde, biyofilm akümülyasyonundan kaynaklı implant arayüzünde konak mikroorganizma dengesini bozan, başlangıçtaki kemik şekillenmesinden sonra ilave kemik kaybına ya da devam eden marjinal kemik kaybına neden olmayan, biyofilm kontrolü sağlandığı-



da geri dönebilen, yumuşak doku inflamatuvar lezyonu olarak tanımlanmıştır. (Heitz-Mayfield ve Salvi 2018) Peri-implant mukozitis prevalansı üzerine yapılan çalışmaların sonuçları farklılık göstermiştir. 2006 yılında yapılan bir çalışmada hasta bazında %64.6, implant bazında %62.6 prevalans rapor edilmiştir. (Ferreira vd 2006) Diğer bir çalışmada ise hasta bazında %80 ve implant bazında %50 olarak rapor edilmiştir. (Lindhe vd 2008)

Bu hastalığın klinik değerlendirmesinde; sondalamada kanama, eritem, ödem ve süpürasyon gibi enflamasyon bulguları görülürken marjinal kemik kaybının olmaması gerekir. (Heitz-Mayfield ve Salvi 2018) Deneysel olarak yapılan peri-implant mukozitis çalışmalarında implant çevresinde bakteriyel biyofilm akümüasyonu ile inflamatuvar yanıt oluşumu arasında neden-sonuç ilişkisi olduğu ortaya çıkarılmıştır. (Salvi vd 2012, Meyer vd 2017) Pontoriero ve arkadaşları, 1994 yılında 21 gün boyunca oral hijyenin uygulanmadığı bir çalışma gerçekleştirmiş ve bu süreçte mukozal enflamasyon belirtileri olan ödem, kızarıklık ve kanama oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Bu bulgular, ağız hijyeninin eksikliğinin mukozal dokularda enflamasyona yol açabileceğini ortaya koymaktadır. (Pontoriero vd 1994)

Klinik değerlendirmede peri-implant mukozitisin tanımlama kriterleri, daha önce yapılan ölçümlere göre sondalama derinliğinde artış durumuna bakmaksızın sondalama sırasında kanama ya da supürasyon gözlenmesi ve implantın yerleştirildiği zamandaki kemik şekillenmesinden kaynaklanan doğal kemik seviyesi değişikliğinin ötesinde kemik kaybı olmaması şeklinde ifade edilmektedir. Sondalama yapıldığı kuvvete ve yonteme bağlı meydana gelen kanama varlığı dikkatli değerlendirilmelidir çünkü enflamasyon bulguları olmaksızın sondalamaya bağlı oluşan bir travmadan kaynaklanabilir. Peri-implant varlığında hastalar tarafından sıklıkla bildirilen bir diğer semptom ise ağrıdır. (Renvert vd 2018)

Dental implantların sağlık durumlarına, klinik ve radyografik değerlendirmelerden sonra karar verilir. İmplant yerleşiminden sonra alınan radyografilerde referans noktası oluşturulur ve sonrası için implant çevresi kemik varlığındaki değişimi değerlendirmede yararlanır. İmplant uygulamasını takip eden ilk yılda alveol kemiğin şekillenmesine bağlı olarak peri-implant kemik seviyesindeki değişimin 2mm'yi geçmemesi gerekir. (Gholami vd 2014) Kemik kaybının, kemik seviyesindeki değişiklikten fazla olması durumunda; üst yapı deformasyonu ve siman taşkınlığı gibi lokal faktörlerin veya peri-implantitisin değerlendirilmesi gerekir. (Renvert vd 2018)

Peri-implant mukozitisin histolojik değerlendirmesinin yapıldığı çalışmada, bakteriyel biyofilm akümüasyonu sonrası dental implanta komşu bariyer epitelde lökosit migrasyonu, bağ dokusunda T ve B lenfositlerin oransal olarak arttığı bir inflamatuvar infiltratın olduğu bildirilmiştir. (Zitzmann, Berglundh, Marinello ve Lindhe 2001) Farklı bir çalışmada ise peri-implant mukozitis lezyonlarındaki inflamatuvar infiltrat miktarının gingivitis lezyon-

larına göre daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. (Ericsson, Berglundh, Marinello, Liljenberg ve Lindhe 1992)

### **Peri-implantitis**

Peri-implantitis; AAP – EFP Dünya Çalıştay'ında, (2017) peri-implant mukozada enflamasyonla beraber peri-implant kemikteki ilerleyen kayıp ile görülen patolojik bir durum olarak bildirilmiştir. (Schwarz, Derks, Monje ve Wang 2018) Dental implantın çene kemiği içerisinde oluşturulan boşluğa yerleştirilmesi sonrası erken dönemde kemiğin şekillenmesiyle birlikte görülen kemik seviyesindeki değişimden daha fazla kemik kaybı olması durumu peri-implant hastalığının oluştuğunu gösterebilir.

Peri-implantitisin prevalansı üzerine yapılan araştırmalar ile çok çeşitli bulgulara ulaşılmıştır. Yapılan bir çalışmada peri-implantitis prevalansı %14.9 olarak belirtilmiştir. (Renvert vd 2007) Lindhe ve ark.'ın 2008 yılında yaptıkları çalışmada ise peri-implantitis prevalansı; hasta bazında %28-56 arasında, implant bazında ise %12-40 arasında bulunduğu bildirilmiştir. 2012 yılında Albrektsson ve ark.'ın yaptıkları çalışmada 10 yıllık takipli dental implantlar klinik olarak değerlendirilmiş, pürülan enfeksiyon veya peri-implantitis teşhisi alan implantların %5'ten az olduğu rapor edilmiştir. (Albrektsson, Buser ve Sennerby 2012) Peri-implantitis durumunun tek bir tanımının olmaması, tanımlamada kullanılan eşik değerlerdeki farklılık, standart parametrelerin olmaması ve buna bağlı belirlenen tanı kriterlerinde varyasyonların olması; peri-implantitis prevalansı konusunda farklılıklara yol açmıştır. (Ramanauskaitė, Daugela ve Juodzbalytė 2016, Renvert vd 2018)

Schwarz ve ark.'ın 2018 yılında varyasyonları ortadan kaldırarak standardizasyon sağlamak için iki maddelik şu şekilde bir sonuç yayınlamışlardır:

- 1- Peri-implant mukozitis ile aynı sondalamada kanama, ödem gibi klinik enflamasyon bulgularının bulunması,
- 2- Peri-implant mukozitise ilave olarak radyografik kemik kaybı varlığının olması (Schwarz vd 2018) Fonksiyonun ilk yılını takip eden süreçte kemik kaybının 2mm veya üzerinde olması durumu genel fikir birliği ile belirtilmiştir. (Gholami vd 2014)

Peri-implantitisin tanısını netleştirmek için AAP-EFP Dünya Çalıştay'ında şu 4 maddelik kriter belirlenmiştir:

- 1- Peri-implant yumuşak dokuda sondalamada kanama ve/veya supürasyon ile birlikte inflamatuvar değişikliğin görülmesi,
- 2- Sondalama derinliğinde, fonksiyona girdiğinde alınan ilk kayıtlara göre artış yaşanması,
- 3- Fonksiyona girdikten sonraki ilk 1 yıl içerisinde radyografik değerlendirmeler ile belirlenmiş hızlı alveolar kemik yıkımı

4- Hastaya ait ilk verilerin olmadığı durumda, 3mm veya daha fazla kemik kaybı veya sondalamada kanamayla beraber 6mm veya daha fazla sondalamanın olması olarak belirlenmiştir.

Dental implantın fonksiyona geçtiği zaman biliniyorsa, kemik kaybı oranı yıllık bazda değerlendirilmesi gerekir. (Renvert vd 2018)

AAP-EFP Dünya Çalıştayı'nda peri-implant mukozitisten peri-implantitise geçerken gerçekleşen klinik ve histopatolojik değişimlerin netlik kazanmadığı belirtilmiştir. Peri-implant mukozitisin peri-implantitisten önceki adımı oluşturduğu düşünülmektedir. (AAP 2013) Dental implantlar etrafında bakteriyel biyofilm birikimine bağlı implant çevresi yumuşak dokuda meydana gelen değişimler insan ve hayvan çalışmalarında gösterilmiştir. (Zitzmann vd 2001, Salvi vd 2012, Schou vd 2002, Zitzmann vd 2002) Çalışmaların sonuçlarında plak oluşumunun peri-implant yumuşak doku enflamasyonuna neden olduğu gösterilmiştir. Peri-implantitisi teşhis etmek için yararlanılan bir diğer bulgu supurasyondur. (Lang vd 2011) Fransson ve ark.'ın 2008 yılında supurasyonu değerlendikleri bir çalışmada, kemik kaybı olan implantların %18.8'inde, kayıp olmayan implantların ise yaklaşık %5'inde süpurasyon olduğu tespit edilmiştir.

Zitzmann ve ark.'nın 2002 yılında yaptığı çalışmada, 3 haftalık plak oluşumu sürecinin takibinde biyopsi alınmış, histolojik olarak incelenmiş ve bariyer epiteline komşu yumuşak dokuda, çoğunlukla B ve T lenfositlerin bulunduğu inflamatuvar hücre infiltratının varlığı tespit edilmiştir. (Zitzmann, Abrahamsson, Berglundh ve Lindhe 2002) Peri-implantitis lezyonlarında peri-implant mukozitis lezyonlarına göre daha fazla sayıda nötrofil bulunduğu tespit edilmiştir. (Gualini ve Berglundh 2003) Başka bir çalışmada ise, CD68+ inflamatuvar hücrelerin subepitelyal bağ dokusunda bulunduğu ve bu hücre infiltratının alveolar kemiğe kadar ilerlediği tespit edilmiştir ancak bu inflamatuvar hücre infiltratının nasıl ilerlediği ve kemik kaybına yol açan histopatolojik sürecin mekanizmaları henüz tam olarak aydınlatılamamıştır. (Schwarz vd 2014, Schwarz vd 2018) Histolojik değerlendirme altında, peri-implantitis görülen alanlarda periodontitise göre daha geniş inflamatuvar lezyonlar bulunur. Bu lezyonlarda periodontitise benzer şekilde lenfosit ve plazma hücresi içerirken daha fazla makrofaj ve PMNL bulunur. (Bullon vd 2004, Berglundh, Zitzmann ve Donati 2011) Peri-implant lezyon sahasında; makrofaj, nötrofil, plazma hücresi ve damarsal yapılar periodontitisli alanlara kıyasla daha yoğundur. (Carcuac ve Berglundh 2014)

Doğal dişlenmede bütün gingivitisler periodontitise dönmediği gibi, her peri-implant mukozitis peri-implantitise dönmez. (AAP 2013) Ancak peri-implant mukozitis tanısı konulmuş implantlar bakımlarının düzensiz yapılması sonucunda peri-implantitise dönebilir. (Berglundh vd 2018) 5 yıl takip edilen bir çalışmada, peri-implant mukozitisi olup ve düzenli takip programına katılan kişilerde peri-implantitis insidansı programa katılma-

yanlara göre daha düşük bulunduğu rapor edilmiştir. (Costa vd 2012)

Peri-implantitis hastalığının başlangıcı, implantın yerleştirilmesini takip eden süreçte erken dönemde ortaya çıkabilir ve hızlı bir ilerleme gösterebilir. Genel kabul gören görüş, peri-implantitis varlığında kemik yıkımının doğrusal bir şekilde değil, zamanla hızlanarak ilerlediği ve kemikteki yıkımın başlangıç belirtilerinin genellikle ilk 3 yıl içinde ortaya çıktığı yönündedir. (Derks vd 2016, Fransson vd 2005) Fransson ve ark. 2010 yılında, 10 yıllık takipli peri-implantitis ile ilişkili kemik kaybının başlangıcı ve yıkım paternini değerlendirdikleri çalışmaya göre; progresif kemik kaybı görülen bireylerde ortalama kayıp miktarının 1,7 mm olduğunu, yıkım paterninin doğrusal olmadığını ve zamanla hızlanarak değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. (Fransson vd 2010)

Peri-implantitis lezyonlarına bağlı oluşan kemik kaybının defekt konfigürasyonları incelendiğinde, yıkımın genellikle çevresel olduğu bilinmektedir. (Schwarz vd 2018) Peri-implantitiste kemik yıkımına bağlı defektleri inceleyen bir çalışmada, en sık bukkal ve lingual kemik sınırlarının korunduğu çevresel kemik içi defektlerin görüldüğü, en nadir ise izole bukkal dehissens olduğu belirtilmiştir. (Schwarz vd 2007) Serino ve ark.'nın 2013 yılında yaptıkları bir klinik çalışmada implantların %66'sında her yönden düzgün tek formlu bir kemik yıkımı olduğu, diğer defektlerde ise bukkal alanda daha fazla yıkımın görüldüğü bildirilmiştir. (Serino vd 2013)

### **Dental İmplantlarda Sert ve Yumuşak Doku Eksiklikleri**

Dental implantlarda sert ve yumuşak doku yetersizlikleri sıklıkla görülür. (Nunes, Bornstein, Sendi ve Buser 2013, Acharya vd 2014) Dental implantlarda sert ve yumuşak doku yetersizliklerine yol açan birçok etken bulunmaktadır ve bu doku eksiklikleri, implant çevresinde komplikasyonlara neden olarak implantın uzun dönem başarısını ve ağızda kalma süresini riske atabilir. (Hämmerle ve Tarnow 2018) Sert ve yumuşak dokudaki yetersizlik, dental implant uygulamasından önce ve sonra olmak üzere iki zamanda değerlendirilir.

Periodontitis, peri-implantitis, endodontik enfeksiyon, çene kemiklerindeki büyüme gelişim, diş çekimi, dişlerin migrasyonu, implant pozisyonunun ideal olmaması, implant çevresi dokuların ince olması gibi durumlar yumuşak dokuda yetersizliğe neden olabilir. Etkileyen faktörlerin sayısı arttıkça yetersizlik durumu şiddetlenebilir.

### **Yumuşak Doku Ogmentasyonu**

Yumuşak doku grefti işlemleri, dental implant tedavisiyle birlikte giderek daha geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. (Thoma, Buranawat, Hämmerle, Held ve Jung 2014) Çekilme kapatılması, keratinize doku kazanımı ve yumuşak doku hacminin artırılması, başlıca klinik endikasyonlar arasında yer

almaktadır. (Basegmez, Ersanli, Demirel, Bölükbaşı ve Yalcin 2012, Lorenzo, García, Orsini, Martin ve Sanz 2012) Kısa ve uzun dönemli olumlu biyolojik, işlevsel ve estetik etkiler sağlamak adına bu periodontal plastik cerrahi işlemleri tercih edilmektedir. Bilimsel veriler, biyolojik açıdan KT genişliği hakkında çelişkili sonuçlar bildirmektedir. (Lin, Chan ve Wang 2013, Wennström ve Derks 2012) KT eksikliğinin peri-implant yumuşak dokuların sağlığını etkilemediği düşünülmüş olsa da daha fazla kemik kaybı ve peri-implant hastalıklarına yatkınlık ile ilişkili olabileceği öne sürülmektedir. (Chung, Oh, Shotwell, Misch ve Wang 2006, Roos-Jansåker, Renvert, Lindahl ve Renvert 2006) Sonraki araştırmalar, daha geniş bir KT bölgesinin yumuşak ve sert doku stabilitesini koruyarak dental implantların uzun vadeli bakımında daha etkili olabileceğini ve bunun zamanla daha iyi ağız hijyeni ile daha az çekilme sağlayabileceğini belirtmiştir. (Bouri, Bissada, Al-Zahrani, Faddoul, Nouneh 2008, Kim vd 2009, Schrott, Jimenez, Hwang, Fiorellini ve Weber 2009) Çeşitli in vitro ve klinik çalışmalar, estetik açıdan 2 mm mukozal kalınlığın implant destekli rekonstrüksiyon ve rekonstrüktif materyallerde kritik bir eşik olduğunu; bu kalınlığın yumuşak dokularda daha az renk değişikliğine yol açtığını ve greft yapılmayan bölgelere kıyasla daha iyi estetik sonuçlar sunduğunu bildirmiştir. (Cornelini, Barone ve Covani 2008, Kan, Rungcharasraeng, Morimoto ve Lozada 2009) Ek olarak, yumuşak doku kalınlığındaki artış (kalın biyotip), hemen yerleştirilen implantlardaki çekilme riskini düşürebilir. (Evans ve Chen 2008) Dolayısıyla, yumuşak doku hacmini artırmaya yönelik cerrahi prosedürler, estetik kaygılarla ve diş çekimi ya da implant tedavisi sonrasında oluşan hacim kaybını gidermek amacıyla, estetik bölgelerde hem hemen hem de gecikmeli yerleştirme protokollerine göre önerilmektedir. (Cosyn, De Bruyn ve Cleymaet 2013, Schneider, Grunder, Ender, Hämmerle ve Jung 2011, Thoma vd 2016) Son dönemde yapılan bir sistematik inceleme, biyolojik bakış açısıyla değerlendirildiğinde, spesifik bir yumuşak doku kalınlığı için geçerli bir eşik değerinin belirlenemediğini vurgulamaktadır. (Akcılı 2017) İmplant tedavisinin temel hedefi, stabil peri-implant yumuşak doku boyutları, düşük kanama indeksleri ve stabil marjinal kemik seviyeleri sayesinde uzun vadeli peri-implant sağlığı elde etmektir.

Yumuşak doku müdahalelerin uygulanma nedenleri şunlar olarak bildirilmiştir: çekilmeyi engellemek ve hacim kaybını dengelemek (Cosyn, De Bruyn ve Cleymaet 2013), implant yerleştirme esnasında doku uyumunu kolaylaştırmak (Bianchi ve Sanfilippo 2004), estetik amaçlar doğrultusunda hacim kaybını telafi etmek. (Bienz vd 2017, Fenner, Hämmerle, Sailer ve Jung 2016)

Thoma ve çalışma arkadaşlarının 2018 tarihli araştırmasında, yumuşak doku greftleme işlemlerinin peri-implant sağlığı üzerindeki etkisi ele alınmıştır. Çalışmanın sonuçları, keratinize doku kazanımı için otojen doku ile yapılan yumuşak doku greftlemesinin: (1) bakım gruplarıyla karşılaştırıldığında sondalamada kanama ve gingival indeks değerlerini önemli ölçüde

azaltarak daha düşük gingival indeks seviyelerine neden olduğunu; (2) sadece apikale pozisyone flep ile karşılaştırıldığında daha düşük sondalama derinliği değerleri sağladığını; (3) kontrol gruplarına göre daha yüksek marjinal kemik seviyelerine ulaşıldığını ve (4) kontrol gruplarına kıyasla plak indeksi değerlerinde belirgin bir azalma sağladığını ortaya koymuştur.

Mukoza kalınlığını artırmaya yönelik yumuşak doku greftleme işlemleri, çoğunlukla estetik sonuçları optimize etmek ve var olan hacim kayıplarını düzeltmek amacıyla yapılmaktadır. (Bienz vd 2017, Cosyn, De Bruyn ve Cleymaet 2013, Fenner, Hämmerle, Sailer ve Jung 2016) Aynı zamanda, yumuşak doku greftleri, mukogingival deformiteleri düzeltmek ve diş ile dental implant bölgelerinin estetik görünümünü iyileştirmek için artan bir sıklıkla uygulanmaktadır. (Zucchelli vd 2020, Zühr, Bäumer ve Hürzeler 2014, Cortellini ve Pini Prato 2012)

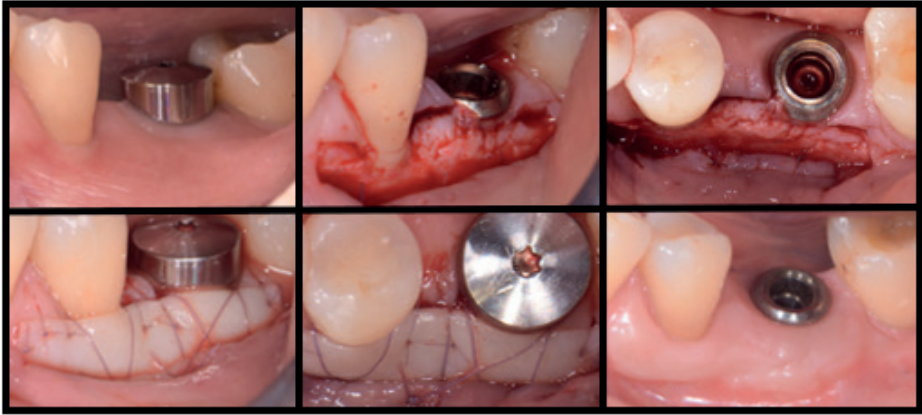
### **Serbest Dişeti Grefti (SDG)**

Damaktan alınan ve üzerinde epitel bulunan bu yumuşak doku grefti, serbest dişeti grefti (SDG) olarak tanımlanır ve ilk olarak eksik veya kaybedilmiş keratinize dokuyu yeniden kazandırmak için uygulanır. (Nabers 1966) SDG'nin başarısını etkileyen ve kapsamlı olarak araştırılan iyileşme süreçleri ve ilkeler, bu prosedürün yüksek öngörülebilirlik göstermesine katkıda bulunmuş olabilir. (Mörmann, Schaer ve Firestone 1981, Miller 1987) SDG'nin başarısını etkileyebilecek risk faktörleri arasında birkaç özellik öne çıkar; bunlar arasında alıcı bölgenin uygun şekilde hazırlanmaması, yetersiz greft boyutu ve kalınlığı, alıcı yatağa zayıf adaptasyon ve greftin sabitlenememesi yer almakla birlikte, bu faktörlerle sınırlı değildir. (Miller 1987) SDG'nin iyileşme sürecinde yaklaşık %30 oranında büzülme gösterdiği için, yumuşak doku artırılması gereken alandan daha geniş bir greft alınması gerekmektedir; bu durum ise donör bölgedeki postoperatif rahatsızlık ve komplikasyonlara yol açabilir. (Yildiz ve Gunpınar 2019, de Resende vd 2019) Her ne kadar SDG, keratinize doku genişliğini artırma kapasitesine sahip olsa da, yüksek hasta morbiditesi, uzun operasyon süresi ve çevre dokularla zayıf renk uyumu gibi dezavantajları bulunmaktadır. (Resende vd 2019, Lim, An ve Lee 2018) Mukogingival defektlerin mevcut olduğu vakalarda yeterli keratinize doku genişliği ve gingival kalınlığın yeniden sağlanması, SDG'nin temel endikasyonlarından biridir. (Zucchelli ve Mounssif 2015) Agudio ve ark.'nın 2016 yılında yaptıkları çalışmada, SDG'nin uzun dönem etkinliğini tedavi edilmiş bölgeyle karşılaştırılmış ve SDG uygulanan bölgelerde dişeti marjin stabilitesinin (veya koronal göçünü) ve dişeti çekilmelerinin önlenmesini (veya kötüleşmemesini) gözlemlemiştir; ancak tedavi edilmemiş bölgelerde, çekilme derinliğinin artması veya dişeti geçişi oluşumu ile ilişki saptanmıştır. (Agudio, Cortellini, Buti ve Pini Prato 2016)

Doğal dişler ve dental implantlar için yeterli keratinize doku genişliği ve kalınlığının sağlanması büyük önem taşımaktadır. (Giannobile vd 2018,



Chambrone ve Tatakis 2016) Keratinize doku bulunmayan dişlerde daha fazla ataşman kaybı riskine rastlanması gibi, implantlar çevresinde de keratinize mukoza eksikliği veya minimal keratinize doku varlığı, ağız hijyenini zorlaştırarak yumuşak doku iltihabı, mukozal çekilme ve ataşman kaybına neden olabilmektedir. (Lin, Chan ve Wang 2013) Keratinize dokunun peri-implant sağlığı üzerindeki etkisi tam anlamıyla kabul görmemiş olsa da, birçok çalışma SDG ile yapılan yumuşak doku artırımının, mukozal iltihabı ve hasta rahatsızlığını azaltmada ve keratinize doku genişliği bulunmayan implant bölgelerinde etkin plak kontrolünü desteklemede başarılı olduğunu ortaya koymuştur. (Rocuzzo, Grasso ve Dalmaso 2016, Oh, Masri, Williams, Ji ve Romberg 2017) Ayrıca, peri-implant yumuşak doku kalınlığının marjinal kemik kaybı üzerinde etkili olabileceği belirtilmiştir. (Giannobile vd 2018) Thoma ve ark. yakın zamanda gerçekleştirdiği bir meta-analiz, otojen greftlerle yapılan yumuşak doku artırımının, keratinize doku genişliği ve kalınlığı artırma yoluyla peri-implant sağlığını korumak için en güvenilir teknik olduğunu ortaya koymuştur. (Thoma vd 2018) (Şekil 1)



Şekil 1: Otojen greft kullanılarak dental implant çevresinde yapılan yumuşak doku kalınlığı artırma işlemi (Zucchelli, G., Tavelli, L., McGuire, M. K., Rasperini, G., Feinberg, S. E., Wang, H. L., & Giannobile, W. V. (2020). Autogenous soft tissue grafting for periodontal and peri-implant plastic surgical reconstruction. *Journal of periodontology*, 91(1), 9–16.)

En az 2 mm keratinize doku genişliğine sahip olmanın peri-implant sağlığını korumada önemli bir etki gösterdiği, buna karşın 2 mm'den daha az keratinize doku genişliğine sahip implantların uyumsuzluk durumlarında peri-implant biyolojik komplikasyon geliştirme riskinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. (Monje ve Blasi 2019) SDG ayrıca implant rekonstrüksiyonundan önce vestibüler derinliği ve keratinize doku genişliğini artırmak için de uygulanan bir tekniktir.

### Bağ Doku Grefti (BDG)

Zuhr ve diğer araştırmacılara göre, bağ dokusu greftlerinin (CTG) tanıtılması ve SDG'den BDG'ye olan geçişin hızlanması, geleneksel mukogingival cerrahiden periodontal plastik cerrahiye geçişi işaret etmektedir. (Zuhr, Bäumer ve Hürzeler 2014) Geleneksel mukogingival yöntemler öncelikle keratinize doku genişliğini genişletmeyi amaçlarken, modern periodontolojide esas hedef, estetik açıdan başarılı sonuçlar elde etmektir. (Cairo 2017) BDG'nin diş ve implant bölgelerinde gingival/mukozal çekilmelerin tedavisi, yumuşak doku kalınlığının artırılması, renk değişikliği olan köklerin veya görünen implant bileşenlerinin gizlenmesi ve papilla rekonstrüksiyonu için tercih edilen bir yöntem olduğuna dair güçlü bilimsel kanıtlar vardır. (Cairo, Nieri ve Pagliaro 2014, Zucchelli vd 2018, Tavelli vd 2018, Thoma vd 2014) (Şekil 2)



Şekil 2: Bağ dokusu grefti kullanılarak doku dehissensinin kapatılması işlemi (Zucchelli, G., Tavelli, L., McGuire, M. K., Rasperini, G., Feinberg, S. E., Wang, H. L., & Giannobile, W. V. (2020). Autogenous soft tissue grafting for periodontal and peri-implant plastic surgical reconstruction. *Journal of periodontology*, 91(1), 9–16.)

Peri-implant yumuşak doku dehissansını tedavi ederken, keratinize mukoza genişliği veya kalınlığı dikkate alınmaksızın bağ dokusu grefti kullanımı önerilmektedir; öte yandan, otojen greft materyalleri genellikle doku kalınlığını artırmak ve immediate implant yerleştirme veya implantın açığa çıkarılması sırasında oluşabilecek postoperatif mukozal çekilmeyi en aza indirmek için tercih edilmektedir. (Zuiderveld vd 2018, Cairo 2017)

Mevcut kanıtlar, yumuşak doku sağlığı ve estetiğinin korunmasında otoplastik yumuşak doku greftlemesinin periodontal ve peri-implant plastik cerrahi



rekonstrüksiyonlarında kullanılmasını desteklemektedir. Serbest dişeti grefti tekniği, dental implant bölgelerinde yumuşak doku kalınlığını ve keratinize doku/mukozayı artırmada hâlen tercih edilen bir yöntem olarak kabul edilmektedir; buna karşın bağ dokusu greft yöntemleri, estetik sonuçlar açısından üstün başarıyla tam kök kaplaması veya yumuşak doku dehissens kapaması sağlamak için en yüksek öngörülebilirliği sunmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Abrahamsson, I., & Soldini, C. (2006). Probe penetration in periodontal and peri-implant tissues. An experimental study in the beagle dog. *Clinical oral implants research*, 17(6), 601–605.
- Abrahamsson, I., Berglundh, T., Wennström, J., & Lindhe, J. (1996). The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clinical oral implants research*, 7(3), 212–219.
- Acharya, A., Hao, J., Mattheos, N., Chau, A., Shirke, P., & Lang, N. P. (2014). Residual ridge dimensions at edentulous maxillary first molar sites and periodontal bone loss among two ethnic cohorts seeking tooth replacement. *Clinical oral implants research*, 25(12), 1386–1394
- Adell R. (1985). Tissue integrated prostheses in clinical dentistry. *International dental journal*, 35(4), 259–265.
- Agudio, G., Cortellini, P., Buti, J., & Pini Prato, G. (2016). Periodontal Conditions of Sites Treated With Gingival Augmentation Surgery Compared With Untreated Contralateral Homologous Sites: An 18- to 35-Year Long-Term Study. *Journal of periodontology*, 87(12), 1371–1378.
- Akcalı, A., Trullenque-Eriksson, A., Sun, C., Petrie, A., Nibali, L., & Donos, N. (2017). What is the effect of soft tissue thickness on crestal bone loss around dental implants? A systematic review. *Clinical oral implants research*, 28(9), 1046–1053.
- Albrektsson, T., Buser, D., & Sennerby, L. (2012). Crestal bone loss and oral implants. *Clinical implant dentistry and related research*, 14(6), 783–791.
- Araujo, M. G., & Lindhe, J. (2018). Peri-implant health. *Journal of clinical periodontology*, 45 Suppl 20, S230–S236.
- Basegmez, C., Ersanlı, S., Demirel, K., Bölükbaşı, N., & Yalcin, S. (2012). The comparison of two techniques to increase the amount of peri-implant attached mucosa: free gingival grafts versus vestibuloplasty. One-year results from a randomised controlled trial. *European journal of oral implantology*, 5(2), 139–145.
- Berglundh, T., Armitage, G., Araujo, M. G., Avila-Ortiz, G., Blanco, J., Camargo, P. M., Chen, S., Cochran, D., Derks, J., Figuero, E., Hämmerle, C. H. F., Heitz-Mayfield, L. J. A., Huynh-Ba, G., Iacono, V., Koo, K. T., Lambert, F., McCauley, L., Quirynen, M., Renvert, S., Salvi, G. E., ... Zitzmann, N. (2018). Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of clinical periodontology*, 45 Suppl 20, S286–S291.
- Berglundh, T., Lindhe, J., Jonsson, K., & Ericsson, I. (1994). The topography of the vascular systems in the periodontal and peri-implant tissues in the dog. *Journal of clinical periodontology*, 21(3), 189–193.
- Berglundh, T., Zitzmann, N. U., & Donati, M. (2011). Are peri-implantitis lesions dif-

- ferent from periodontitis lesions?. *Journal of clinical periodontology*, 38 Suppl 11, 188–202.
- Bianchi, A. E., & Sanfilippo, F. (2004). Single-tooth replacement by immediate implant and connective tissue graft: a 1-9-year clinical evaluation. *Clinical oral implants research*, 15(3), 269–277.
- Bienz, S. P., Jung, R. E., Sapata, V. M., Hämmerle, C. H. F., Hüsler, J., & Thoma, D. S. (2017). Volumetric changes and peri-implant health at implant sites with or without soft tissue grafting in the esthetic zone, a retrospective case-control study with a 5-year follow-up. *Clinical oral implants research*, 28(11), 1459–1465.
- Bouri, A., Jr, Bissada, N., Al-Zahrani, M. S., Faddoul, F., & Nouneh, I. (2008). Width of keratinized gingiva and the health status of the supporting tissues around dental implants. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 23(2), 323–326.
- Bullon, P., Fioroni, M., Goteri, G., Rubini, C., & Battino, M. (2004). Immunohistochemical analysis of soft tissues in implants with healthy and peri-implantitis condition, and aggressive periodontitis. *Clinical oral implants research*, 15(5), 553–559.
- Cairo F. (2017). Periodontal plastic surgery of gingival recessions at single and multiple teeth. *Periodontology 2000*, 75(1), 296–316.
- Cairo, F., Barbato, L., Tonelli, P., Batalocco, G., Pagavino, G., & Nieri, M. (2017). Xenogenic collagen matrix versus connective tissue graft for buccal soft tissue augmentation at implant site. A randomized, controlled clinical trial. *Journal of clinical periodontology*, 44(7), 769–776.
- Cairo, F., Nieri, M., & Pagliaro, U. (2014). Efficacy of periodontal plastic surgery procedures in the treatment of localized facial gingival recessions. A systematic review. *Journal of clinical periodontology*, 41 Suppl 15, S44–S62.
- Carcuac, O., & Berglundh, T. (2014). Composition of human peri-implantitis and periodontitis lesions. *Journal of dental research*, 93(11), 1083–1088.
- Chambrone, L., & Tatakis, D. N. (2016). Long-Term Outcomes of Untreated Buccal Gingival Recessions: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of periodontology*, 87(7), 796–808.
- Chung, D. M., Oh, T. J., Shotwell, J. L., Misch, C. E., & Wang, H. L. (2006). Significance of keratinized mucosa in maintenance of dental implants with different surfaces. *Journal of periodontology*, 77(8), 1410–1420.
- Cornelini, R., Barone, A., & Covani, U. (2008). Connective tissue grafts in postextraction implants with immediate restoration: a prospective controlled clinical study. *Practical procedures & aesthetic dentistry: PPAD*, 20(6), 337–343.
- Cortellini, P., & Pini Prato, G. (2012). Coronally advanced flap and combination therapy for root coverage. Clinical strategies based on scientific evidence and clinical experience. *Periodontology 2000*, 59(1), 158–184.

- Costa, F. O., Takenaka-Martinez, S., Cota, L. O., Ferreira, S. D., Silva, G. L., & Costa, J. E. (2012). Peri-implant disease in subjects with and without preventive maintenance: a 5-year follow-up. *Journal of clinical periodontology*, 39(2), 173–181.
- Cosyn, J., De Bruyn, H., & Cleymaet, R. (2013). Soft tissue preservation and pink aesthetics around single immediate implant restorations: a 1-year prospective study. *Clinical implant dentistry and related research*, 15(6), 847–857.
- de Resende, D. R. B., Greggi, S. L. A., Siqueira, A. F., Benfatti, C. A. M., Damante, C. A., & Raghianti Zangrando, M. S. (2019). Acellular dermal matrix allograft versus free gingival graft: a histological evaluation and split-mouth randomized clinical trial. *Clinical oral investigations*, 23(2), 539–550.
- Derks, J., Schaller, D., Håkansson, J., Wennström, J. L., Tomasi, C., & Berglundh, T. (2016). Peri-implantitis - onset and pattern of progression. *Journal of clinical periodontology*, 43(4), 383–388.
- ELTAS ,E.,DUNDAR, S.,UZUN, I.,MALKOC, M. (2013), Dental İmplant Başarısının ve Hasta Profilinin Değerlendirilmesi: Retrospektif Bir Çalışma, Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg., Cilt:21, Sayı: 1, Sayfa: 1-8
- Ericsson, I., Berglundh, T., Marinello, C., Liljenberg, B., & Lindhe, J. (1992). Long-standing plaque and gingivitis at implants and teeth in the dog. *Clinical oral implants research*, 3(3), 99–103.
- Etter, T. H., Håkanson, I., Lang, N. P., Trejo, P. M., & Caffesse, R. G. (2002). Healing after standardized clinical probing of the periimplant soft tissue seal: a histomorphometric study in dogs. *Clinical oral implants research*, 13(6), 571–580.
- Evans, C. D., & Chen, S. T. (2008). Esthetic outcomes of immediate implant placements. *Clinical oral implants research*, 19(1), 73–80.
- Fenner, N., Hämmerle, C. H., Sailer, I., & Jung, R. E. (2016). Long-term clinical, technical, and esthetic outcomes of all-ceramic vs. titanium abutments on implant supporting single-tooth reconstructions after at least 5 years. *Clinical oral implants research*, 27(6), 716–723.
- Ferreira, S. D., Silva, G. L., Cortelli, J. R., Costa, J. E., & Costa, F. O. (2006). Prevalence and risk variables for peri-implant disease in Brazilian subjects. *Journal of clinical periodontology*, 33(12), 929–935.
- Fransson, C., Lekholm, U., Jemt, T., & Berglundh, T. (2005). Prevalence of subjects with progressive bone loss at implants. *Clinical oral implants research*, 16(4), 440–446.
- Fransson, C., Tomasi, C., Pikner, S. S., Gröndahl, K., Wennström, J. L., Leyland, A. H., & Berglundh, T. (2010). Severity and pattern of peri-implantitis-associated bone loss. *Journal of clinical periodontology*, 37(5), 442–448.
- Gholami, H., Mericske-Stern, R., Kessler-Liechti, G., & Katsoulis, J. (2014). Radiographic bone level changes of implant-supported restorations in edentulous and partially dentate patients: 5-year results. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 29(4), 898–904.

- Giannobile, W. V., Jung, R. E., Schwarz, F., & Groups of the 2nd Osteology Foundation Consensus Meeting (2018). Evidence-based knowledge on the aesthetics and maintenance of peri-implant soft tissues: Osteology Foundation Consensus Report Part 1-Effects of soft tissue augmentation procedures on the maintenance of peri-implant soft tissue health. *Clinical oral implants research*, 29 Suppl 15, 7–10.
- Greenfield E. J. (1991). Implantation of artificial crown and bridge abutments. 1913. *The International journal of oral implantology : implantologist*, 7(2), 63–68.
- Gualini, F., & Berglundh, T. (2003). Immunohistochemical characteristics of inflammatory lesions at implants. *Journal of clinical periodontology*, 30(1), 14–18.
- Hämmerle, C. H. F., & Tarnow, D. (2018). The etiology of hard- and soft-tissue deficiencies at dental implants: A narrative review. *Journal of clinical periodontology*, 45 Suppl 20, S267–S277.
- Hansson, H. A., Albrektsson, T., & Brånemark, P. I. (1983). Structural aspects of the interface between tissue and titanium implants. *The Journal of prosthetic dentistry*, 50(1), 108–113.
- Heitz-Mayfield, L. J. A., & Salvi, G. E. (2018). Peri-implant mucositis. *Journal of periodontology*, 89 Suppl 1, S257–S266.
- Hwang, D., & Wang, H. L. (2006). Medical contraindications to implant therapy: part I: absolute contraindications. *Implant dentistry*, 15(4), 353–360.
- Hwang, D., & Wang, H. L. (2007). Medical contraindications to implant therapy: Part II: Relative contraindications. *Implant dentistry*, 16(1), 13–23.
- Jepsen, S., Berglundh, T., Genco, R., Aass, A. M., Demirel, K., Derks, J., Figuero, E., Giovannoli, J. L., Goldstein, M., Lambert, F., Ortiz-Vigon, A., Polyzois, I., Salvi, G. E., Schwarz, F., Serino, G., Tomasi, C., & Zitzmann, N. U. (2015). Primary prevention of peri-implantitis: managing peri-implant mucositis. *Journal of clinical periodontology*, 42 Suppl 16, S152–S157.
- Kan, J. Y., Rungcharassaeng, K., Morimoto, T., & Lozada, J. (2009). Facial gingival tissue stability after connective tissue graft with single immediate tooth replacement in the esthetic zone: consecutive case report. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 67(11 Suppl), 40–48.
- Kim, B. S., Kim, Y. K., Yun, P. Y., Yi, Y. J., Lee, H. J., Kim, S. G., & Son, J. S. (2009). Evaluation of peri-implant tissue response according to the presence of keratinized mucosa. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 107(3), e24–e28.
- Koka, S., Razzoog, M. E., Bloem, T. J., & Syed, S. (1993). Microbial colonization of dental implants in partially edentulous subjects. *The Journal of prosthetic dentistry*, 70(2), 141–144.
- Lang, N. P., Berglundh, T., & Working Group 4 of Seventh European Workshop on Periodontology (2011). Periimplant diseases: where are we now?--Consensus

- of the Seventh European Workshop on Periodontology. *Journal of clinical periodontology*, 38 Suppl 11, 178–181.
- Lekholm U. (1983). Clinical procedures for treatment with osseointegrated dental implants. *The Journal of prosthetic dentistry*, 50(1), 116–120.
- Lim, H. C., An, S. C., & Lee, D. W. (2018). A retrospective comparison of three modalities for vestibuloplasty in the posterior mandible: apically positioned flap only vs. free gingival graft vs. collagen matrix. *Clinical oral investigations*, 22(5), 2121–2128.
- Lin, G. H., Chan, H. L., & Wang, H. L. (2013). The significance of keratinized mucosa on implant health: a systematic review. *Journal of periodontology*, 84(12), 1755–1767.
- Lindhe, J., Meyle, J., & Group D of European Workshop on Periodontology (2008). Peri-implant diseases: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology. *Journal of clinical periodontology*, 35(8 Suppl), 282–285.
- Listgarten, M. A., Buser, D., Steinemann, S. G., Donath, K., Lang, N. P., & Weber, H. P. (1992). Light and transmission electron microscopy of the intact interfaces between non-submerged titanium-coated epoxy resin implants and bone or gingiva. *Journal of dental research*, 71(2), 364–371.
- Lorenzo, R., García, V., Orsini, M., Martin, C., & Sanz, M. (2012). Clinical efficacy of a xenogeneic collagen matrix in augmenting keratinized mucosa around implants: a randomized controlled prospective clinical trial. *Clinical oral implants research*, 23(3), 316–324.
- Meyer, S., Giannopoulou, C., Courvoisier, D., Schimmel, M., Müller, F., & Mombelli, A. (2017). Experimental mucositis and experimental gingivitis in persons aged 70 or over. Clinical and biological responses. *Clinical oral implants research*, 28(8), 1005–1012.
- Miller P. D., Jr (1987). Root coverage with the free gingival graft. Factors associated with incomplete coverage. *Journal of periodontology*, 58(10), 674–681.
- Monje, A., & Blasi, G. (2019). Significance of keratinized mucosa/gingiva on peri-implant and adjacent periodontal conditions in erratic maintenance compliers. *Journal of periodontology*, 90(5), 445–453.
- Moon, I. S., Berglundh, T., Abrahamsson, I., Linder, E., & Lindhe, J. (1999). The barrier between the keratinized mucosa and the dental implant. An experimental study in the dog. *Journal of clinical periodontology*, 26(10), 658–663.
- Mörmann, W., Schaer, F., & Firestone, A. R. (1981). The relationship between success of free gingival grafts and transplant thickness. Revascularization and shrinkage--a one year clinical study. *Journal of periodontology*, 52(2), 74–80.
- Nabers J. M. (1966). Free gingival grafts. *Periodontics*, 4(5), 243–245.
- Nunes, L. S., Bornstein, M. M., Sendi, P., & Buser, D. (2013). Anatomical characteristics and dimensions of edentulous sites in the posterior maxillae of patients referred for implant therapy. *The International journal of periodontics & resto-*

rative dentistry, 33(3), 337–345.

- Oh, S. L., Masri, R. M., Williams, D. A., Ji, C., & Romberg, E. (2017). Free gingival grafts for implants exhibiting lack of keratinized mucosa: a prospective controlled randomized clinical study. *Journal of clinical periodontology*, 44(2), 195–203.
- Oshida, Y., Tuna, E. B., Aktören, O., & Gençay, K. (2010). Dental implant systems. *International journal of molecular sciences*, 11(4), 1580–1678.
- Pontoriero, R., Tonelli, M. P., Carnevale, G., Mombelli, A., Nyman, S. R., & Lang, N. P. (1994). Experimentally induced peri-implant mucositis. A clinical study in humans. *Clinical oral implants research*, 5(4), 254–259.
- Pye, A. D., Lockhart, D. E., Dawson, M. P., Murray, C. A., & Smith, A. J. (2009). A review of dental implants and infection. *The Journal of hospital infection*, 72(2), 104–110.
- Ramanauskaitė, A., Daugela, P., & Juodzbaly, G. (2016). Treatment of peri-implantitis: Meta-analysis of findings in a systematic literature review and novel protocol proposal. *Quintessence international* (Berlin, Germany : 1985), 47(5), 379–393.
- Renvert, S., Persson, G. R., Pirih, F. Q., & Camargo, P. M. (2018). Peri-implant health, peri-implant mucositis, and peri-implantitis: Case definitions and diagnostic considerations. *Journal of clinical periodontology*, 45 Suppl 20, S278–S285.
- Renvert, S., Roos-Jansåker, A. M., Lindahl, C., Renvert, H., & Rutger Persson, G. (2007). Infection at titanium implants with or without a clinical diagnosis of inflammation. *Clinical oral implants research*, 18(4), 509–516.
- Rocuzzo, M., Grasso, G., & Dalmaso, P. (2016). Keratinized mucosa around implants in partially edentulous posterior mandible: 10-year results of a prospective comparative study. *Clinical oral implants research*, 27(4), 491–496.
- Roos-Jansåker, A. M., Renvert, H., Lindahl, C., & Renvert, S. (2006). Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part III: factors associated with peri-implant lesions. *Journal of clinical periodontology*, 33(4), 296–301.
- Salvi, G. E., Aglietta, M., Eick, S., Sculean, A., Lang, N. P., & Ramseier, C. A. (2012). Reversibility of experimental peri-implant mucositis compared with experimental gingivitis in humans. *Clinical oral implants research*, 23(2), 182–190.
- Schneider, D., Grunder, U., Ender, A., Hämmerle, C. H., & Jung, R. E. (2011). Volume gain and stability of peri-implant tissue following bone and soft tissue augmentation: 1-year results from a prospective cohort study. *Clinical oral implants research*, 22(1), 28–37.
- Schou, S., Holmstrup, P., Stoltze, K., Hjørting-Hansen, E., Fiehn, N. E., & Skovgaard, L. T. (2002). Probing around implants and teeth with healthy or inflamed peri-implant mucosa/gingiva. A histologic comparison in cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Clinical oral implants research*, 13(2), 113–126.
- Schou, S., Pallesen, L., Hjørting-Hansen, E., Pedersen, C. S., & Fibaek, B. (2000). A 41-year history of a mandibular subperiosteal implant. *Clinical oral implants*

*research*, 11(2), 171–178.

- Schrott, A. R., Jimenez, M., Hwang, J. W., Fiorellini, J., & Weber, H. P. (2009). Five-year evaluation of the influence of keratinized mucosa on peri-implant soft-tissue health and stability around implants supporting full-arch mandibular fixed prostheses. *Clinical oral implants research*, 20(10), 1170–1177.
- Schwarz, F., Derks, J., Monje, A., & Wang, H. L. (2018). Peri-implantitis. *Journal of periodontology*, 89 Suppl 1, S267–S290.
- Schwarz, F., Herten, M., Sager, M., Bieling, K., Sculean, A., & Becker, J. (2007). Comparison of naturally occurring and ligature-induced peri-implantitis bone defects in humans and dogs. *Clinical oral implants research*, 18(2), 161–170.
- Schwarz, F., Mihatovic, I., Golubovic, V., Eick, S., Iglhaut, T., & Becker, J. (2014). Experimental peri-implant mucositis at different implant surfaces. *Journal of clinical periodontology*, 41(5), 513–520.
- Serino, G., Turri, A., & Lang, N. P. (2013). Probing at implants with peri-implantitis and its relation to clinical peri-implant bone loss. *Clinical oral implants research*, 24(1), 91–95.
- Seymour, G. J., Powell, R. N., & Davies, W. I. (1979). The immunopathogenesis of progressive chronic inflammatory periodontal disease. *Journal of oral pathology*, 8(5), 249–265.
- Slavkin H. C. (1998). Biomimicry, dental implants and clinical trials. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 129(2), 226–230.
- Soft tissue preservation and pink aesthetics around single immediate implant restorations: a 1-year prospective study. *Clinical implant dentistry and related research*, 15(6), 847–857.
- Tavelli, L., Barootchi, S., Nguyen, T. V. N., Tattan, M., Ravidà, A., & Wang, H. L. (2018). Efficacy of tunnel technique in the treatment of localized and multiple gingival recessions: A systematic review and meta-analysis. *Journal of periodontology*, 89(9), 1075–1090.
- Thoma, D. S., Buranawat, B., Hämmerle, C. H., Held, U., & Jung, R. E. (2014). Efficacy of soft tissue augmentation around dental implants and in partially edentulous areas: a systematic review. *Journal of clinical periodontology*, 41 Suppl 15, S77–S91.
- Thoma, D. S., Buranawat, B., Hämmerle, C. H., Held, U., & Jung, R. E. (2014). Efficacy of soft tissue augmentation around dental implants and in partially edentulous areas: a systematic review. *Journal of clinical periodontology*, 41 Suppl 15, S77–S91.
- Thoma, D. S., Naenni, N., Figuero, E., Hämmerle, C. H. F., Schwarz, F., Jung, R. E., & Sanz-Sánchez, I. (2018). Effects of soft tissue augmentation procedures on peri-implant health or disease: A systematic review and meta-analysis. *Clinical oral implants research*, 29 Suppl 15, 32–49.
- Thoma, D. S., Zeltner, M., Hilbe, M., Hämmerle, C. H., Hüsler, J., & Jung, R. E. (2016).



- Randomized controlled clinical study evaluating effectiveness and safety of a volume-stable collagen matrix compared to autogenous connective tissue grafts for soft tissue augmentation at implant sites. *Journal of clinical periodontology*, 43(10), 874–885.
- Vandeweghe, S., Ferreira, D., Vermeersch, L., Mariën, M., & De Bruyn, H. (2016). Long-term retrospective follow-up of turned and moderately rough implants in the edentulous jaw. *Clinical oral implants research*, 27(4), 421–426.
- Wennström, J. L., & Derks, J. (2012). Is there a need for keratinized mucosa around implants to maintain health and tissue stability? *Clinical oral implants research*, 23 Suppl 6, 136–146.
- Yildiz, M. S., & Gunpinar, S. (2019). Free gingival graft adjunct with low-level laser therapy: a randomized placebo-controlled parallel group study. *Clinical oral investigations*, 23(4), 1845–1854.
- Zitzmann, N. U., Abrahamsson, I., Berglundh, T., & Lindhe, J. (2002). Soft tissue reactions to plaque formation at implant abutments with different surface topography. An experimental study in dogs. *Journal of clinical periodontology*, 29(5), 456–461.
- Zitzmann, N. U., Berglundh, T., Marinello, C. P., & Lindhe, J. (2001). Experimental peri-implant mucositis in man. *Journal of clinical periodontology*, 28(6), 517–523.
- Zucchelli, G., & Mounssif, I. (2015). Periodontal plastic surgery. *Periodontology 2000*, 68(1), 333–368.
- Zucchelli, G., Felice, P., Mazzotti, C., Marzadori, M., Mounssif, I., Monaco, C., & Stefanini, M. (2018). 5-year outcomes after coverage of soft tissue dehiscence around single implants: A prospective cohort study. *European journal of oral implantology*, 11(2), 215–224.
- Zucchelli, G., Tavelli, L., McGuire, M. K., Rasperini, G., Feinberg, S. E., Wang, H. L., & Giannobile, W. V. (2020). Autogenous soft tissue grafting for periodontal and peri-implant plastic surgical reconstruction. *Journal of periodontology*, 91(1), 9–16.
- Zuhr, O., Bäumer, D., & Hürzeler, M. (2014). The addition of soft tissue replacement grafts in plastic periodontal and implant surgery: critical elements in design and execution. *Journal of clinical periodontology*, 41 Suppl 15, S123–S142.
- Zuiderveld, E. G., Meijer, H. J. A., den Hartog, L., Vissink, A., & Raghoobar, G. M. (2018). Effect of connective tissue grafting on peri-implant tissue in single immediate implant sites: A RCT. *Journal of clinical periodontology*, 45(2), 253–264.