



YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
AĞIZ DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

YİRMİ YAŞ CERRAHİSİ SONRASI DÜŞÜK DOZ LAZER TERAPİSİ
VE PRF UYGULAMALARININ POSTOPERATİF ETKİLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI

DOKTORA TEZİ

Beste ERİŞMEN AĞAN

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Lokman Onur UYANIK

Lefkoşa

Nisan,2025

Onay

Onay

Beste Erişmen Ağan tarafından hazırlanan “Mandibular Üçüncü Molar Dişi Cerrahisi Sonrası Düşük Doz Lazer Terapisi ve Platelet Zengin Fibrin Uygulamalarının Postoperatif Etkilerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi” başlıklı tez, kapsam ve nitelik açısından kalite standartlarına uygunluğu ile ilgili Ağız Diş ve Cerrahisi Anabilim Doktora Tezi olarak 15/04/2025 tarihinde kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Adı – Soyadı	İmza
Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Raşit Gürkan BAYAR	
Jüri Üyesi:	Doç.Dr. Lokman Onur UYANIK	
Jüri Üyesi:	Doç.Dr. Oğuz BUHARA	
Jüri Üyesi:	Doç.Dr. Mehmet Gagari CAYMAZ	
Jüri Üyesi:	Yrd. Doç. Dr. Ceren M. DÖNMEZER BIRAND	
Danışman:	Doç.Dr. Lokman Onur UYANIK	

Anabilim Dalı Başkanı Onayı

15/04/2025

Doç.Dr. Lokman Onur UYANIK

Ünvan, Ad-Soyad
Anabilim Dalı Başkanı

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

...../...../ 20...

Prof. Dr. Kemal Hüsnü Can BAŞER

Enstitü Müdürü



Etik İlkelerle Uygunluk Beyanı

Bu tezin içinde sunduğum verileri, bilgileri ve belgeleri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi; tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu; çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kurallar gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Dt. Beste Erişmen Ağan

15/04/2025

Teşekkür

Tüm yaşamım ve eğitim hayatım boyunca, sevgi, ilgi ve şefkatiyle bugün olduğum kişi olmamı sağlayan ve bana her zaman destek olan, her adımında, gerçekleştirmek istediğim her hedefimde ve aldığım her kararda sonsuz güven ve destekleriyle yanımda duran babam Mustafa ERİŞMEN'e her zaman kalbimde hissettiğim annem Sevda ERİŞMEN'e anneannem Emine HAMMAL'a teyzelerim Mısra HAMMAL ve Sevgen ELAGÖZ'e ve kıymetlim Nuran ATAÇAY'a böyle bir aileye sahip olduğum için kendimi her zaman şanslı hissederek sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışkanlığı, zekası ve azmiyle bana sürekli ilham veren, öteki yarım sevgili ablam Dr. Emine ERİŞMEN GÜR'e, tüm kalbimle teşekkür ederim. Çıktığım her yolda olduğu gibi eğitim sürecim boyunca her an yanımda olan, doktora sürecimde zekası, desteği ve sevgisiyle zorlukların üstesinden gelmemi sağlayan, bana her zaman güvenen güç kaynağım, canım eşim Oğuz AĞAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu tezi onlara armağan ederim.

Tüm çalışma süresince engin tecrübeleriyle bana yol gösterip, destek olan, hocam ve tez danışmanım, Sayın Doç. Dr. Lokman Onur UYANIK'a;

Doktora eğitimim boyunca ne zaman başım sıkışsa yanımda olan, çalışmanın her anında emeği olan tüm zorlukları beraber aştığım her konuda desteğini ve sevgisini hissettiğim, canım arkadaşım, Sayın Yrd. Doç. Dr Ceren M. DÖNMEZER BIRAND'a;

Tüm çalışma sürecinde bana destek olup yardımcı olan hocam Sayın Doç. Dr. Oğuz BUHARA'ya;

Tüm çalışma süresince her zaman bana yardımcı olan asistan arkadaşlarım, Dt. Berk Bozdoğan'a, Dt. Erdoğan Kıbcak'a, Dt. Zeki Besim'e, Dt. İrem Çeler'e, Dt. Nezihe Sediral'a;

Tez çalışmamda gereken herşeyin temini konusunda bana desteğini esirgemeyen, tez çalışmam süresince bana yardımcı olan hemşirelerimiz Nermin Kanat'a, Damla Tekel'e, sekreterimiz Arzu Çetinler'e ve Yakın Doğu Üniversitesi Öğrencilerine;

Son olarak ise; hayatımın çok büyük bir bölümünde olan ve birlikte büyüdüğüm dostlarım Bleda TİLKİ'ye Gölge Erna ZİLCİ'ye, Fatma YÜCELEN'e, ve Mehmet GAZİKÖYLÜ'ye bana verdikleri manevi destek için teşekkür ederim.

Dt. Beste Erişmen Ağan

Özet Mandibular Üçüncü Molar Diş Cerrahisi Sonrası Düşük Doz Lazer Terapisi ve Platelet Zengin Fibrin Uygulamalarının Postoperatif Etkilerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi

**Öğrencinin Adı: Erişmen Ağan, Beste Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Doktora
Nisan, 2025, 9 sayfa**

Oral ve maksillofasiyal cerrahinin önemli uygulamalarından biri olan yirmi yaş diş cerrahisi, cerrahlar arasında yaygın olarak gerçekleştirilen işlemlerden biridir. Yirmi yaş diş çekimi sonrasında oluşan komplikasyonlar, hastalarda uzun vadeli psikolojik etkiler yaratabilir. Son yıllarda, düşük doz lazer terapisi (DDLT) ve trombosit zengin fibrin (PRF) uygulamalarının postoperatif komplikasyonlar üzerindeki etkilerini ayrı ayrı araştıran birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışma, mandibular üçüncü molar diş çekimi sonrasında DDLT ve PRF uygulamalarının hasta konforunu artırma ve komplikasyonları azaltma üzerindeki faydalarını incelemektedir. Çalışmaya rastgele atanan 60 hasta, bir kontrol ve üç test grubuna (n=15) ayrılmıştır. Kontrol grubunda geleneksel osteotomi işlemi uygulanmış, test gruplarında ise sırasıyla PRF, PRF ile birlikte DDLT, ve sadece DDLT uygulanmıştır. Postoperatif ağrı, şişlik, analjezik kullanımı ve trismus, birinci, ikinci, üçüncü ve yedinci günlerde değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizler, Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleriyle normalite, Levene testiyle varyans homojenliği kontrol edilmiş, parametrik varsayımlar sağlanmadığından Kruskal-Wallis testi kullanılmış ve anlamlı farklar için ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Sonuçlar, ağrı, şişlik ve trismus açısından Grup 2 ve Grup 3'te kontrol grubuna göre önemli iyileşmeler olduğunu göstermiştir ($p<0.001$). Ayrıca, Grup 1'de de şişlik kontrol grubuna göre anlamlı şekilde azalmıştır. Bu bulgular, DDLT ve PRF tedavilerinin postoperatif iyileşme sürecinde konforu artırma ve komplikasyonları azaltma açısından umut verici stratejiler olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: düşük doz lazer terapisi, trombosit zengin fibrin, üçüncü molar, ağrı.

Abstract

Comparison of the Postoperative Effect of Low Laser Therapy and Platelet Rich Fibrin on Mandibular Third Molar Surgery

Student's Name: Erişmen Ağan, Beste MA/ PhD, Department of Oral and Maxillofacial Surgery March 2025, 9 Pages

One of the important interventions of oral and maxillofacial surgery is wisdom surgery, which is one of the most commonly performed procedures among surgeons. Complications arising after wisdom teeth extraction can lead to long-term psychological effects such as dental anxiety in patients. In recent years, many studies have separately investigated the effects of low-level laser therapy (DDLT) and platelet-rich fibrin (PRF) applications on postoperative complications. This study examines the benefits of DDLT and PRF applications on increasing patient comfort and reducing complications following mandibular third molar extractions. A total of 60 patients randomly assigned to a control group and three test groups (n=15 each) participated in the study. The control group underwent traditional osteotomy, while the test groups received PRF, PRF combined with DDLT, and DDLT alone, respectively. Postoperative pain, swelling, analgesic use, and trismus were evaluated on the first, second, third, and seventh days. Statistical analyses were performed with the Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests for normality, and Levene's test for homogeneity of variance. Since parametric assumptions were not met, KruskalWallis tests were used, and pairwise comparisons were made for significant differences. The results showed significant improvements in pain, swelling, and trismus in Groups 2 and 3 compared to the control group ($p<0.001$). Additionally, swelling in Group 1 was significantly reduced compared to the control group. These findings suggest that DDLT and PRF treatments may be promising strategies for improving postoperative recovery, increasing comfort, and reducing complications.

Keywords: low-level laser therapy, platelet-rich fibrin, third molar, pain.

İçindekiler

Onay	i
Etik İlkeler Uyumluk Beyanı	ii
Teşekkür	iii
Abstract	vi
İçindekiler	vii
Tablolar Listesi	xii
Şekiller Listesi.....	xiii
Resimler Listesi.....	xiv
Kısaltmalar.....	xv

BÖLÜM Ivii

Giriş	1
-------------	---

BÖLÜM II4

Gömülü Diş Etiyolojisi	4
Ortodontik Teori	4
Filogenetik Teori	4
Mendelian Teorisi.....	5
Mandibular Gömülü Üçüncü Molar Dişlerin Gömülü Kalma Sebepleri	5
Gömülü Yirmi Yaş Dişlerin Sınıflandırılması	7
Yirmi Yaş Dişlerinin Çekim Zorluğunun Değerlendirilmesi	9
Winter Sınıflaması.....	9
Ramus İlişkisi ve Dişin Derinliği	10
Çekim Zorluğunu Etkileyen Diğer Faktörler	10

Postoperatif İyileşme	10
Mandibular Yirmi Yaş Dişlerinin Çekim Endikasyonları	10
Mandibular Yirmi Yaş Dişlerinin Çekim Kontrendikasyonları	11
Yara İyileşmesinin Fazları	11
Proliferatif Faz.....	11
Remodülasyon evresi.....	12
Diş Çekim Yarasında İyileşme.....	12
Yara İyileşmesini Engelleyebilecek Durumlar	13
Lokal Durumlar	13
Sistemik Durumlar.....	13
Mandibular Gömülü Üçüncü Molar Diş Çekimi Sonrası Karşılaşılan Sistemik Komplikasyonlar	14
Diş Çekim Yarasında İyileşme.....	14
Yara İyileşmesini Engelleyebilecek Durumlar	14
Mandibular Gömülü Üçüncü Molar Diş Çekimi Sonrası Karşılaşılan Lokal Komplikasyonlar ...	15
Ödem.....	15
Trismus	15
Enfeksiyon	16
Gömülü Alt Yirmi Yaş Dişlerinin Çekiminde Trombositten Zengin Fibrin Kullanımı	16
Trombositten Zengin Fibrin içeriği ve Yara İyileşmesindeki Rollerini	20
Trombositler ve Fibrin	21

Trombositler	21
Fibrin	22
Büyüme Faktörleri ve Sitokinler	22
Transforme Edici Büyüme Faktörü Beta (TGF- β)	22
Trombositten Kaynaklı Büyüme Faktörü (PDGF)	22
Vasküler Endotelyal Büyüme Faktörü (VEGF).....	22
İnsülin Benzeri Büyüme Faktörleri (IGF)	23
Epidermal Büyüme Faktörü (EGF)	23
Fibroblast Büyüme Faktörü (FGF).....	23
Trombosit Kaynaklı Anjiyogenez Faktörü (PDAF)	23
Trombosit Kaynaklı Epidermal Büyüme Faktörü (TGF- α).....	23
Trombosit Faktör 4	23
Sitokinler.....	24
İyileşme Sitokinleri	24
VEGF.....	24
Enflamatuvar Sitokinler.....	24
IL-1 β	24
Lökositler	24
Dolaşımda Bulunan Kök Hücreler.....	25
Monositler.....	25
T ve B Lenfositler	25
Nötrofilik Granülositler	25
Lazerin Tarihçesi.....	26

Lazerin Fiziksel Özellikleri	26
W (güç) = J (enerji) $\times$ f (frekans).....	27
Lazer ışığının Özellikleri	28
Monokromatiklik (Tek Renklilik).....	28
Koherens (Eş Fazlı Hareket).....	28
Paralellik ve Doğrusallık	28
Temel Lazer Fiziği ve Yapısı	29
Işık	29
Amplifikasyon	30
Radyasyon	32
Lazerin Temel Çalışma Prensipleri.....	33
Lazer - Doku Etkileşimi.....	34
Lazer Enerjisinin Dokular Tarafından Emilimi	34
Lazerin Etkileri	35
Lazerin Dozu	36
Dental Alanda Lazer Kullanımı	36
Oral ve Maksillofasiyal Cerrahide Lazer Kullanımı	40
Lokal Hemostaz.....	40
Lazer Osteotomisi.....	40
Tanı Yöntemleri	41
İmplant Cerrahisi	41

Kanser Cerrahisi	41
Estetik ve Plastik Cerrahi	41
Damar ve Sinir Cerrahisi	41
Çocuklarda Lazer Kullanımı	42
Yumuşak Doku Cerrahisi.....	42
Ağız ve Dil Cerrahisi	42
Apikal Rezeksiyon.....	43
TME Cerrahisi	43
Sert Doku Cerrahisi	43
Düşük Doz Lazerler.....	43
Yara İyileşmesi.....	45
BÖLÜM III	
.....	45
Yöntem	45
Cerrahi Uygulama.....	48
PRF elde edilmesi	51
Kan alımı ve santrifüj işlemi.....	51
Lazer Uygulanması	54
Verilerin Değerlendirme Yöntemi	56
Ağrının Saptanması	56
Trismusun belirlenmesi	56
Ödemin Belirlenmesi.....	57
BÖLÜM IV	58

Bulgular ve Yorumlar.....	58
İstatistiksel Değerlendirme Yöntemleri	58
Görsel Ağrı Skalası (VAS) Skorlarına Ait Sonuçlar	59
Hastaların Aldığı Analjezik Sayılarına Ait Sonuçlar	62
Ödem Değerlerine Ait Sonuçlar.....	65
Trismus Değerlerine Ait Sonuçlar	67
BÖLÜM V	
.....	72
Tartışma	72
Sonuç ve Öneriler	84
Kaynakça	85
EKLER	115
Ek 1	115
Etik Kurul Raporu.....	115
Ek 2	116
İntial Raporu	116
Özgeçmiş	117

Tablo 1. VAS değerlerinin karşılaştırılması.	62
---	-----------

Tablo 2. Hastaların kullandığı analjezik sayısı.	65
---	-----------

Tablo 3. Hastaların trismus değerleri.	67
---	-----------

Tablo 4. Hastaların ödem değerleri.	69
--	-----------

şekiller Listesi

şekil 1. Archer ve Kruger sınıflandırılması

şekil 2. Pell-Gregory sınıflaması

şekil 3. Epitel tabakanın yeniden oluşumu.

şekil 4. Visual Analog Scale (VAS)

şekil 5. PRF'nin doğal bileşenleri arasındaki hücre tipleri

şekil 6. Santrifüjden sonra oluşan fibrin pıhtı

şekil 7. Protokole göre oluşan PRF kısımları

şekil 8. İnflamasyon safhalarında lökositlerin lokalizasyonu

şekil 9: Elektromanyetik dalgaların özellikleri

şekil 10: Elektromanyetik dalgada genlik ve dalga boyu

şekil 11: Uyarılmış salınımı şeması

şekil 12: Işığın güçlendirilmesi

Şekil 13 : Lazer sistemini oluşturan bileşenler

Şekil 14 : Lazer ışığının doku ile etkileşimi

Şekil 15. Visual Analog Scale (VAS)

Resimler Listesi

Resim 1: Hastaya ait tek taraflı vertikal gömülü diş ortopantomografisi

Resim 2: Hastaya ait çift taraflı vertikal gömülü diş ortopantomografisi

Resim 3 :Kemik osteotomisi için kullanılan cerrahi el aleti

Resim 4: Oklüzal ve bukkal bölgedeki osteotomi işlemi

Resim 5. Kanın vakumlu tüpe alınma protokolü

Resim 6. Santrifüj cihazı

Resim 7. Oluşan Trombositten Zengin Fibrin

Resim 8. PRF çekim soketinin içerisine dikkatlice yerleştirilmesi ve soketin 3/0 ipek suturela primer olarak kapatılması

Resim 9. B-Cure Dental Pro Lazer

Resim 10: DDLT uygulanması

Resim 11. Ağız açıklığının ölçülmesi

Resim 12. Trismus değerinin ölçülme yöntemi

Kısaltmalar

PRP	Trombositten Zengin Plazma
PRF	Trombositten Zengin Fibrin
DDLT	Düşük Doz Lazer Tedavisi
PDGF	Trombosit Kökenli Büyüme Faktörü
TGF- β	Dönüştürücü Büyüme Faktörü- Beta
IGF-I	İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü- I
EGF	Epidermal Büyüme Faktörü
VEGF	Vasküler Endotelyal Büyüme Faktörü
TNF- α	Tümör Nekrozu Faktör Alfa
FGF	Fibroblast Büyüme Faktörü
DDLT	Düşük Doz Lazer Tedavisi
VAS	Görsel Ağrı Skalası
Std.	Standart

p	Anlamlılık düzeyi
Min.	Minimum
ml	Mililitre
mm	Milimetre
BMP	Kemik Morfogenetik Protein dk. Dakika
Il	İnterlökin
Megawatt	mw
NSAİİ	Nonsteroidal antiinflamatuvar ilaçlar
J	Joule
mJ	Milijoule,
m	metre
nm	nanometre
μm	mikrometre
Hz	Hertz
pps	pulse per second
W	Watt

BÖLÜM I

Giriş

Oral ve maksillofasiyal cerrahinin temel prosedürlerinden biri olan yirmi yaş cerrahileri, cerrahlar arasında en sık gerçekleştirilen operasyonlardandır. Gömülü dişler, genellikle erüpsiyon sürecinde oklüzal düzleme ulaşmayan veya mukoza ile kaplı kalan dişler olarak tanımlanırlar. Mandibular yirmi yaş dişleri, gömülü kalma olasılığı en yüksek olan dişlerdir ve bu durum, enfeksiyon, perikoronitis, kist ve çürük gibi çeşitli komplikasyonlara yol açabilir (Dhanrajani & Al-Rafee, 2016).

Yirmi yaş diş çekimi sonrasında oluşan komplikasyonlar, hastalarda diş hekimi korkusu gibi uzun vadeli psikolojik etkilere neden olabilir. Cerrahi müdahaleden sonra en yaygın şikayetler arasında şişlik, ağrı ve trismus yer alır ve bu belirtiler inflamatuvar yanıtın bir sonucu olarak hastaların yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilir (Reddy & Tahir, 2020). İnflamatuvar yanıtın şiddeti, operasyon sırasında uygulanan travma, cerrahi sürenin uzunluğu ve hastanın bireysel inflamatuvar tepkisi gibi faktörlere bağlıdır (Gülnahar, 2010). Cerrahi sonrası ağrıyı ve komplikasyonları en aza indirmek amacıyla birçok teknik kullanılmaktadır. Bu teknikler arasında osteotomi, trombositten zengin plazma (PRP), antibiyotik kullanımı, kriyoterapi, farklı flep teknikleri ve yara drenajı yer almaktadır (Chowdhury & Rajkumar, 2021).

Günümüzde lazer teknolojisi, özellikle son 25 yılda medikal alandaki yeniliklerle önemli bir gelişim göstermiştir (Aoki, 2004). Lazerler, ışınlarının üretildiği ortamın adı ve yayılan dalga boyuna göre sınıflandırılmaktadır. Her bir dalga boyu, belirli moleküller (kromoforlar) tarafından emilebilecek belirli bir enerjiye sahiptir. Lazer ışığı, bu kromoforlara enerji aktararak dokudaki etkisini ortaya koyar. Bu durumdan yola çıkarak, dokularda baskın olan molekül türüne göre uygun lazer tipi seçilir (Şener, 2012).

Lazerler, farklı dalga boylarında ışın üretebilen (500-10600 nm) cihazlardır ve elektromanyetik spektrumun görünür ile görünmez kızılötesi non-iyonize bölgesine aittir. Diş hekimliğinde kullanılan lazerler genellikle iki ana kategoriye ayrılır: yumuşak doku ve sert doku lazerleri. Bu lazerlerin en belirgin özelliği, tek renkli ışınlar üretmeleriyle çevre dokularda minimum hasar yaratırken

hedeflenen dokularda etkili olmalarıdır. Bu özellik, lazerin dokuya özgü (selektif) etkisi olarak adlandırılır (Özden, 2005). Oral ve maksillofasiyal cerrahi alanda lazerin ilk başarılı kullanımları, 1980'li yıllarda Fisher ve Frame ile Pecaro ve Garehime tarafından gerçekleştirilmiştir. Teknolojik olarak, ağız içinde rahatça kullanılabilen küçük boyutlu lazer cihazlarının geliştirilmesi, lazer cerrahisini daha yaygın hale getirmiştir ve bazı durumlarda geleneksel cerrahi yöntemlerin yerine tercih edilmeye başlanmıştır.

Ağız, Diş ve Çene Cerrahisinde farklı spektrumlarda lazerler uygulanmaktadır, bu lazerlerin başlıcaları; Nd:YAG lazer, CO₂ lazer, diode lazer, Ho:YAG lazer, Argon lazer ve Er:YAG lazerdir. Düşük enerjili lazerlerin rejenerasyon ve biyostimülatif evrede pozitif etkilerinin olduğu görülmüştür. Sirkülasyon hızındaki artış, hücre proliferasyonunun ve kollajen üretiminin artması lazer tedavisinin tercih edilmesi için başlıca etkenleridir (Erdur, 2015).

Trombositten zengin otojen ürünlerin tedavi amacıyla kullanılması, son yıllarda önemli bir tedavi yöntemi olarak dikkat çekmektedir. Bu ürünler, özellikle sert ve yumuşak doku iyileşmesinde kullanılan, büyüme faktörleri, sitokinler, hücre bağışıklık modülasyonları ve proteinlerin kontrollü salınımlarını içeren preparatlardır. Trombositten zengin fibrin (PRF), bu maddeleri yoğun şekilde barındırarak iyileşme süreçlerini hızlandırmakta ve yara iyileşmesinde önemli rol oynamaktadır (Koçyiğit vd., 2012). PRF, büyüme faktörlerinin yanı sıra hücre bağışıklık yanıtlarını modüle eden ve damar oluşumunu destekleyen faktörleri içerdiğinden, iyileşme süreçlerinde önemli etkiler sağlar (Marx, 2004).

PRF protokolü, basit bir uygulamadır ve biyokimyasal herhangi bir işlem gerektirmez. Kişiden alınan kan örnekleri, santrifüj işlemi ile trombosit ve lökosit zengin bir otolog biyomateriyale dönüştürülür. Bu materyal, hücreler arası etkileşimi teşvik eden, iyileşmeyi hızlandıran ve bağışıklık sistemini düzenleyen büyüme faktörlerini yüksek konsantrasyonlarda içerir (Dohan vd., 2006). PRF'nin avantajlarından biri, kişinin kendi kanından elde edilmesi sayesinde alerjik reaksiyon ve enfeksiyon risklerinin minimize edilmesidir. Ayrıca, biyolojik uyumluluğu sayesinde vücut tarafından kolayca kabul edilir ve iyileşme süreci daha hızlı ve etkili olur (Koçyiğit vd., 2012).

PRF'nin etkinliği, iyileşme sürecinde inflamasyonu azaltması, doku onarımını hızlandırması ve yeni damar oluşumunu teşvik etmesi gibi önemli mekanizmalarla ilgilidir.

PRF'nin, fibrin ağı sayesinde büyüme faktörlerinin ve diğer biyolojik bileşenlerin uzun süre etkin bir şekilde salınmasına olanak tanır, bu da iyileşme süreçlerini daha verimli hale getirir (Marx, 2004). Ayrıca, PRF'nin daha düşük santrifüj hızıyla elde edilmesi, doğal bir yapıyı koruyarak büyüme faktörlerinin daha uzun süre aktif olmasını sağlar (Dohan vd., 2006).

Sonuç olarak, PRF, cerrahi tedavi sonrasında iyileşmeyi hızlandırma, komplikasyonları azaltma ve hasta konforunu artırma açısından etkili bir yöntemdir. Bu tedavi, diş hekimliği ve diğer cerrahi alanlarda sıklıkla kullanılmakta ve minimal invaziv bir yaklaşım sunduğu için giderek daha fazla tercih edilmektedir (Koçyiğit vd., 2012).

Bu klinik çalışmada; Gömülü alt üçüncü molar diş çekiminde düşük doz lazer terapisi ve trombositten zengin fibrin uygulamalarının postoperatif etkilerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi hedeflenmiştir.

BÖLÜM II

Genel Bilgiler

Gömülü Diş Etiyolojisi

Dişlerin sürme zamanı, bireylerin genetik yapısı, beslenme alışkanlıkları, çiğneme fonksiyonuna katılımı ve ırksal farklılıklar gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ancak genel olarak, erkeklerde diş sürme yaşı 20-23, kadınlarda ise 21-23 yaşları arasında olmaktadır. Dişler, normal sürme zamanı geçtikten ve bir yıl içinde çıkmadığında "gömülü diş" olarak tanımlanır (Dhanrajani & Al-Rafee, 2016).

Beslenme alışkanlıklarında meydana gelen değişikliklerle birlikte daha yumuşak ve pişmiş gıdaların tüketilmesi, çiğneme kaslarının etkinliğini azaltmış ve bu kasların bağlandığı bölgelerde (angulus ve zigoma) atrofi başlamıştır. Yumuşak gıdalara bağlı olarak dişlere uygulanan kuvvetin azalması, alveolar kemik üzerindeki baskıyı da azaltır. Alveolar kemik üzerinde oluşan alan darlığı, dişlerin meziodistal genişliğindeki darlıktan daha fazla olduğu için dişler yer bulamayarak gömülü kalmaktadır (Dhanrajani & Al-Rafee, 2016).

Waite (1985), dişlerin gömülü kalmasında üç ana teorinin etkili olduğunu savunmuştur: ortodontik, filogenetik ve mendelien teorileri.

Ortodontik Teori

Süt dişlerinin erken kaybı, ağız solunumu, dil itme gibi çenelerin doğal gelişimini engelleyen faktörler, dişlerin çenelerde gömülü kalmasına yol açabilir.

Filogenetik Teori

Zamanla, insanların beslenme alışkanlıkları değişmiş ve daha yumuşak, pişmiş gıdalar tercih edilmeye başlanmıştır. Bu da çene kemiklerinin küçülmesine neden olmuş ve gıdaları parçalamak için gereken kuvvetin azalmasına yol açmıştır. Çene kemiklerindeki küçülme nedeniyle, özellikle en son süren dişler olan üçüncü molar dişlerin diş arklarında yer bulması zorlaşmış ve gömülü

kalmalarına neden olmuştur. Bu teorinin savunduğu görüş, gömülü dişlerin filogenetik evrim sürecinin bir sonucu olarak zaman içinde yok olacağıdır.

Mendelian Teorisi

Bu teorinin temelinde kalıtım yatmaktadır. Birey, diş ve çeneye dair genetik özelliklerinin bir kısmını anneden alırken, bir kısmını ise babadan almaktadır. Anneden dar ve küçük bir çene yapısı, babadan ise büyük dişlerin genetik özelliği aktarıldığında sonuç olarak çenede yer darlığı görülecek ve yirmi yaş dişleri gömülü kalacaktır (Dhanrajani & Al-Rafee, 2016).

Mandibular Gömülü Üçüncü Molar Dişlerin Gömülü Kalma Sebepleri

Gömülü dişlerin sürmesi için çenede yeterli alan olsa bile, bazı yerel ya da sistemik faktörler bu dişlerin diş arklarında çıkmalarını engelleyebilir. Bu sebepler, lokal ve sistemik olmak üzere iki ana grupta ele alınmaktadır.

Lokal Nedenler:

- Gömülü dişin süreceği bölgedeki kemik dokusunun yoğun olması ve yumuşak dokunun fibröz yapıya sahip olması,
- Gömülü dişe yakın dişlerin yapı veya hizalanma sorunları nedeniyle uyguladıkları baskı,
- Gömülü dişin çevresindeki ağız içi mukozada kronik enfeksiyonların varlığı,
- Gelişen çenelerde yer darlığının bulunması,
- Diş germinin yanlış bir yönde gelişmesi,
- Süt dişlerinin uzun süre kalması,
- Süt dişlerinin erken kaybı,

- Kemik dokusundaki iltihabi değişiklikler,
- Dişin çıkışı sırasında anatomik ya da patolojik engellerin olması,
- Ateşli hastalıklar sonucu kemikte meydana gelen yapısal değişiklikler,
- Gömülü dişin üzerindeki herhangi bir kron ya da kök yapısındaki bozukluklar,
- Süpernümer dişlerin varlığı (Kayıcı vd., 2020; Dhanrajani & Al-Rafee, 2016).

Sistemik Nedenler:**Prenatal Sebepler:**

- Genetik faktörler,
- Farklı ırk kökenlerinden gelen bireylerin çocukları,
- Prenatal dönemdeki özel enfeksiyonlar.

Postnatal Sebepler:

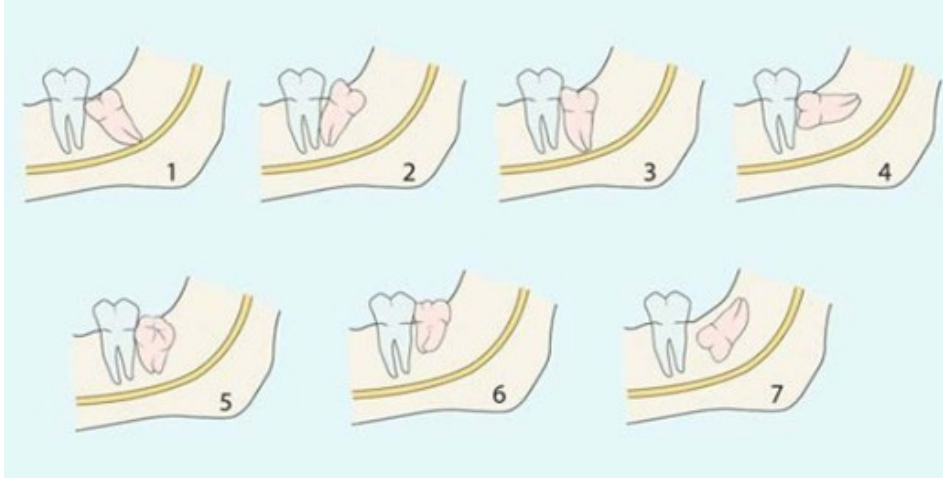
- Raşitizm,
- Anemi,
- Çenelerde yer darlığına yol açan gelişimsel sorunlar,
- Çene ve çevre dokuları etkileyen hastalıklar.

Gelişimsel Anomaliler:

- Cleidocranial disostosis,
- Oksisefali,
- Progeria,
- Akondroplazi,
- Damak yarığı (Kayıcı vd., 2020; Dhanrajani & Al-Rafee, 2016).

Gömülü Yirmi Yaş Dişlerin Sınıflandırılması

Archer (1975) ve Kruger (1984) tarafından geliştirilen sınıflandırmaya göre, gömülü mandibular üçüncü molar dişler, ikinci moların uzun aksıyla yaptığı açıya göre vertikal, mezioangular, distoangular, horizontal ve ters olarak sınıflandırılırlar (Tuggey & Smith, 2018).



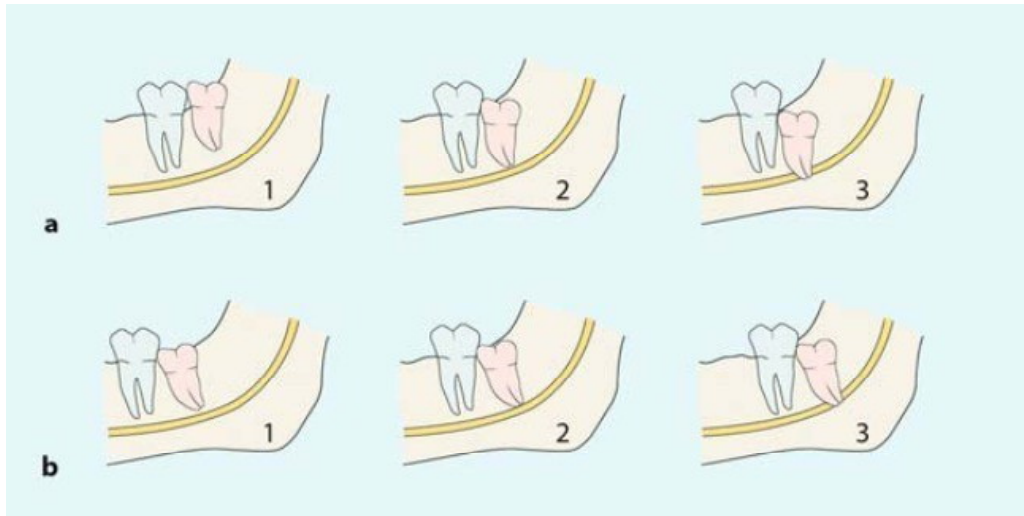
Şekil 1. Archer ve Kruger sınıflandırması.

Pell ve Gregory'nin 1984'teki sınıflamasında, gömülü yirmi yaş dişlerinin oklüzal düzlemle olan ilişkisi, ikinci molar dişin oklüzal düzlemi ve servikal seviyesi temel alınarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflama üç pozisyonu kapsar:

- Pozisyon A: Yirmi yaş dişi, ikinci moların oklüzal düzlemiyle aynı seviyededir.
- Pozisyon B: Yirmi yaş dişi, ikinci moların oklüzal düzlem ile servikal bölgesi arasındadır.
- Pozisyon C: Yirmi yaş dişi, ikinci moların servikal seviyesinin altındadır (Alling vd., 1993).

Pell ve Gregory'nin 1933 yılında yaptığı diğer sınıflamada, mandibular üçüncü molar dişin, ramusun yükselen kısmı ile ikinci molar dişin distali arasındaki mesafe dikkate alınır. Bu mesafe, yirmi yaş dişinin konumuna göre üç sınıfa ayrılmıştır:

- Klas I: Yirmi yaş ile ramus arasındaki mesafe, yirmi yaş dişinin meziodistal çapından daha büyüktür.
- Klas II: Yirmi yaş ile ramus arasındaki mesafe, yirmi yaş dişinin meziodistal çapına eşittir veya çok az farklıdır.
- Klas III: Yirmi yaş ile ramus arasındaki mesafe, yirmi yaş dişinin meziodistal çapından daha küçüktür (Türker & Yücetaş, 2004).



Şekil 2. Pell-Gregory'nin yaptığı sınıflandırma.

Yirmi Yaş Dişlerinin Çekim Zorluğunun Değerlendirilmesi

Diş hekimliğinde ve oral cerrahide hasta merkezli değerlendirme yöntemlerinin kullanımı henüz yenidir. Genel tıpta yaygın kullanılan bu yöntemler, yapılan müdahalelerin hastaların yaşam kalitesi üzerindeki etkisini değerlendirmede ve cerrahi operasyonların başarı oranını etkileyen risk faktörlerini belirlemede kullanılır. Özellikle gömülü yirmi yaş dişleri ameliyatlarından önce, hastaların klinik ve radyografik olarak değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Hekim, operasyonun zorluk seviyesini belirleyebilecek tüm faktörlere hakim olmalı ve buna göre cerrahi planlama yaparak hastayı bilgilendirmelidir (Jerjes vd., 2006; Grossi vd., 2007; Susarla & Dodson, 2004; Susarla & Dodson, 2005).

Gömülü dişlerin cerrahi müdahale öncesinde radyografik ve klinik değerlendirmesi, operasyonun zorluk seviyesini anlamada kritik rol oynar. Gömülü dişin açılanması, ramusun ön sınırı ve ikinci molar ile olan ilişkisi ve dişin derinliği, operasyonun zorluk derecesini belirlemekte kullanılan en yaygın üç yöntemdir. Bu amaçla çeşitli sınıflandırma sistemleri geliştirilmiştir (Lida vd., 2005; Quek vd., 2003).

Winter Sınıflaması

Winter'ın sınıflandırması, dişin açılanmasına dayanmaktadır. Bu sınıflamaya göre, dişin uzun eksen ile oklüzal düzlem arasındaki açı radyografik olarak değerlendirilir:

- Dikey dişler: 10° ile -10° arası,
- Mezioangular dişler: 10° ile 80° arası,
- Distoangular dişler: -10° ile -80° arası,
- Horizontal dişler: 80° ile 100° arasında konumlanır.

Mezioangular dişler, tüm gömülü dişlerin yaklaşık %45'ini oluşturur ve bu tür dişlerin çekim zorluğu düşük olarak kabul edilir. Dikey gömülü dişler (%40) ve horizontal dişler (%10) orta zorlukta iken, distoangular dişler (%5) en zor çekimlere sahiptir (Quek vd., 2003).

Ramus İlişkisi ve Dişin Derinliği

Gömülü dişlerin ramusun ön sınırı ile olan ilişkisi, dişin normal şekilde sürebilmesi veya çekiminin planlanması açısından önemlidir. Ramusun anterior sınırının önünde yeterli alan varsa, dişin çekimi genellikle daha kolaydır. Ancak diş ramusun içerisinde gömülü ise, çekim zorluğu artar. Gömülü dişin sert ve yumuşak dokuların altında bulunma derinliği de zorluğu etkileyen önemli bir faktördür. Derinlik açısından dişin kemik ya da yumuşak doku retansiyonlu olması operasyonun zorluk derecesini belirleyen en yaygın kullanımlardan biridir (Peterson vd., 2003).

Çekim Zorluğunu Etkileyen Diğer Faktörler

Çekim zorluğunu artıran diğer faktörler arasında diş köklerinin şekli (konik, birleşik, ayrık veya diverjan) ve dişin çevresindeki folikülün varlığı yer alır. Folikül, dişe ulaşımı kolaylaştırırken, dişin tamamen kemik ile çevrili olduğu durumlarda çekim daha zorlaşır (Grossi vd., 2007). Ayrıca, hastanın yaşı da önemli bir faktördür. Genç hastalarda, kökler tam gelişmediği için ameliyat daha kolay olurken, yaşlı hastalarda köklerin tam gelişmiş olması ve kemik yoğunluğunun artması nedeniyle operasyon daha zordur (Hupp vd., 2008).

Postoperatif İyileşme

Postoperatif iyileşme süreci, cerrahinin zorluğuna bağlı olarak değişir. Genellikle, daha zor ve uzun süren cerrahi prosedürler, daha zor ve uzun iyileşme süreçleriyle ilişkilidir. Literatürde, bu iyileşme sürecini daha kolay hale getirmek için çeşitli klinik çalışmalar yapılmıştır (Peterson, 2004).

Mandibular Yirmi Yaş Dişlerinin Çekim Endikasyonları

Mandibular yirmi yaş dişlerinin çekilmesi için şu endikasyonlar dikkate alınır:

- Sosyo-ekonomik faktörler,
- Perikoronitis,
- Odontojenik tümör ve kist oluşumu,

- Komşu 2. molar dişte rezorpsiyon,
- Ortodontik veya protetik sebepler,
- Sebebi açıklanamayan yüz ağrıları (Fonseca, 2009; Hupp vd., 2008; Miloro vd., 2004; Peterson vd., 2003; Türker & Yücetaş, 2004).

Mandibular Yirmi Yaş Dişlerinin Çekim Kontrendikasyonları

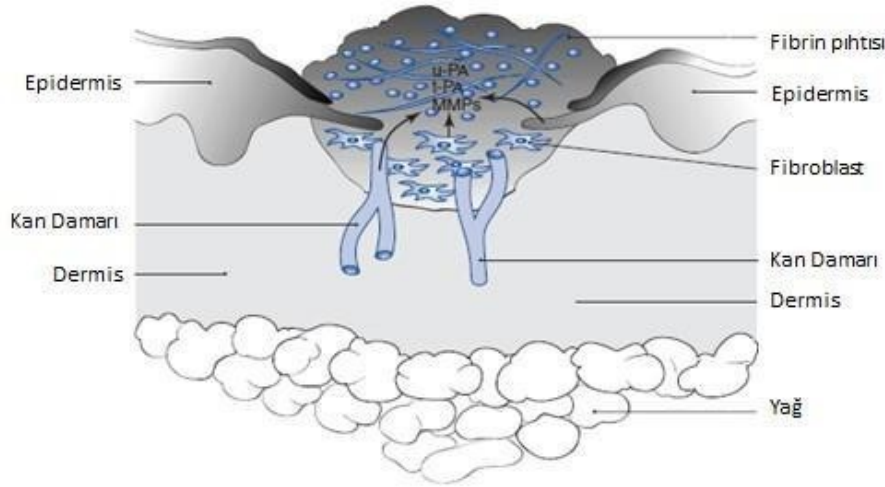
- Kötü prognoz durumları,
- Kooperasyon eksikliği,
- Anestezi riskleri,
- Kanama bozuklukları,
- Yaşlılık,
- Ektopik dişler (Miloro vd., 2004; Türker & Yücetaş, 2004).

Yara İyileşmesinin Fazları

Proliferatif Faz.

Bu aşamada fibroblastlar, yarayı iyileştirmek için kollajen lifleri üretir. Kollajen, yaranın gerilme kuvvetini ve kontraksiyonunu sağlayan temel yapı taşıdır. Proliferatif fazın önemli unsurları epitelizasyon ve kontraksiyondur. Yara hasarı büyük bir doku kaybına neden olmuşsa, rejenerasyon genellikle yara kenarlarından başlar ve bu bölgelerden yeni doku oluşur. Epitel hücreleri, granülasyon dokusunun yüzeyinde hareket ederek yaranın kapanmasına katkıda bulunur. Bu süreç, epitel hücrelerinin birbirleriyle birleşene kadar devam eder.

Yaranın küçülmesi, "yara kontraksiyonu" olarak adlandırılır ve çoğunlukla miyofibroblastlar tarafından gerçekleştirilir. Granülasyon dokusunun oluşumu ve epitelizasyonun tamamlanmasıyla birlikte proliferatif faz sona erer (Miloro vd., 2004; Singer & Clark, 1999).



Şekil 3. Epitel tabakanın yeniden oluşumu.

Remodülasyon evresi.

Proliferatif fazın tamamlanmasını takiben skar dokusunun olgunlaşmasıyla devam eder. Bu süreçte fibroblastlar, kollajen lifleri üretmeye devam eder ve bu kollajen, yaranın kontraksiyonunu ve gerilme kuvvetini oluşturur. Yara kontraksiyonu sırasında, miyofibroblastlar yaranın küçülmesini sağlar. Eğer doku hasarı büyükse ve geniş doku kaybı varsa, rejenerasyon yara kenarlarından başlar ve epitelizasyon, granülasyon dokusu üzerinden ilerler. Epitel hücrelerinin migrasyonu, karşılıklı bir araya gelmeleriyle sona erer ve bu aşama kontraksiyon ile devam eder. Granülasyon dokusunun oluşması ve epitelizasyonun tamamlanmasıyla proliferasyon aşaması sona erer (Milorio vd., 2004; Singer & Clark, 1999).

Diş Çekim Yarasında İyileşme

Diş çekimi sonrası yara iyileşmesi, mukoza ve derideki iyileşme ile benzer özellikler taşır, ancak bu süreç "sekonder iyileşme" olarak bilinir. Çekim sonrası, yaranın tam iyileşmesi için uzun bir süre gereklidir. Bu süreçte, diş eti, periodontal ligamentler ve kortikal kemik, çekim boşluğunu doldurur. İlk hafta, inflamatuvar evre olarak bilinir ve bu dönemde lökositler bakteri, debris ve kemik artıklarını yok eder. Kapiller ve fibroblastların oluşumu ile fibroplazi fazı başlar ve epitelium, diş çekimi soketine doğru büyüyerek iyileşir. İkinci haftada geniş granülasyon dokusu oluşur ve osteoid depozisyonu başlar. Üçüncü ve dördüncü haftalarda

yeni trabeküler kemik oluşur ve çekim boşluğunu doldurur. İyileşme süreci 4-6 ay arasında tamamlanır (Hupp vd., 2008).

Yara İyileşmesini Engelleyebilecek Durumlar

Yara iyileşmesini etkileyebilecek bazı lokal ve sistemik durumlar şu şekildedir:

Lokal Durumlar.

- Yabancı cisim
- Yetersiz oksijen
- Enfeksiyon
- Venöz sıkıntılar (Guo & Dipietro, 2010)

Sistemik Durumlar.

- Yaş
- Cinsiyet
- Hormonal değişiklikler
- Aşırı kilo
- Stres
- Sigara ve alkol kullanımı
- Beslenme alışkanlıkları
- Şeker hastalığı (diabetes mellitus)
- Kalıtsal hastalıklar
- Bazı ilaç kullanımları: kemoterapik ilaçlar, NSAİİ (nonsteroidal antiinflatuar ilaçlar), glukokortikoid steroidler (Guo & Dipietro, 2010).

Mandibular Gömülü Üçüncü Molar Diş Çekimi Sonrası Karşılaşılan Sistemik Komplikasyonlar

Diş Çekim Yarasında İyileşme

Diş çekimi sonrası yara iyileşmesi, mukoza ve derideki iyileşme ile benzer özellikler taşır, ancak bu süreç "sekonder iyileşme" olarak bilinir. Çekim sonrası, yaranın tam iyileşmesi için uzun bir süre gereklidir. Bu süreçte, diş eti, periodontal ligamentler ve kortikal kemik, çekim boşluğunu doldurur. İlk hafta, inflamatuvar evre olarak bilinir ve bu dönemde lökositler bakteri, debris ve kemik artıklarını yok eder. Kapiller ve fibroblastların oluşumu ile fibroplazi fazı başlar ve epitelium, diş çekimi soketine doğru büyüyerek iyileşir. İkinci haftada geniş granülasyon dokusu oluşur ve osteoid depozisyonu başlar. Üçüncü ve dördüncü haftalarda yeni trabeküler kemik oluşur ve çekim boşluğunu doldurur. İyileşme süreci 4-6 ay arasında tamamlanır (Hupp vd., 2008).

Yara İyileşmesini Engelleyebilecek Durumlar

Yara iyileşmesini etkileyebilecek bazı lokal ve sistemik durumlar şu şekildedir:

Lokal Durumlar:

- Yabancı cisim
- Yetersiz oksijen
- Enfeksiyon
- Venöz sıkıntılar (Guo & DiPietro, 2010)

Sistemik Durumlar:

- Yaş
- Cinsiyet
- Hormonal değişiklikler
- Aşırı kilo
- Stres
- Sigara ve alkol kullanımı

- Beslenme alışkanlıkları
- Şeker hastalığı (diabetes mellitus)
- Kalıtsal hastalıklar
- Bazı ilaç kullanımları: kemoterapik ilaçlar, NSAİİ (nonsteroidal antiinflamatuvar ilaçlar), glukokortikoid steroidler (Guo & DiPietro, 2010).

Mandibular Gömülü Üçüncü Molar Diş Çekimi Sonrası Karşılaşılan Lokal Komplikasyonlar

Ödem

Damar endotelindeki çeşitli mekanizmalar nedeniyle ortaya çıkan doku yanıtı ödem olarak tanımlanır. Plazma sıvısı ve proteinlerin hücreler arası boşluğa geçişi, damarlarda genişleme ve kapiller geçirgenlik artışına bağlıdır. Cerrahiden sonra oluşan bu yanıt çoğu zaman benzer olsa da, inflamasyonun şiddeti bireyler arasında farklılık gösterebilir. Mandibular gömülü üçüncü molar diş cerrahisinde ödemin gelişmesi yaygın bir komplikasyondur ve genellikle 48-72 saat içinde zirveye ulaşır. Cerrahi işlemden sonraki 3. ve 4. günden sonra ödem giderek azalır ve genellikle bir hafta içinde tamamen kaybolur (Yuasa vd., 2001).

Ödemin oluşum mekanizmasında cerrahi sürenin bir etkisi yoktur. Yani, operasyon süresi ne kadar uzun olursa olsun, vücutta gelişen süreç aynıdır (Hirsch & Kohen, 2004). Ancak ödemin şiddeti, cerrahinin süresi, hastanın yaş, cinsiyet ve genel sağlık durumu, uygun olmayan veya yetersiz irrigasyon, cerrahi travmanın büyüklüğü, dokuda meydana gelen hasar, çıkarılan periost genişliği ve kullanılan ilaçlar gibi faktörlere bağlı olarak değişir (Nakamura vd., 2005).

Trismus

Mandibular gömülü üçüncü molar diş çekimi sonrasında sık karşılaşılan komplikasyonlardan biri olan trismus, mandibulanın hareketlerinde kısıtlama ve ağız açıklığının daralmasıyla kendini gösterir (Sabbah vd., 2007). Bu durum, travma sonucu oluşan fonksiyon kaybının önemli bir belirtisidir. Trismus, öncelikle masseter kasındaki spazm nedeniyle gelişir ve başlıca sebepleri arasında cerrahi sırasında yaşanan travma, kas enfeksiyonları, kullanılan anesteziik maddeler, ödem ve hematoma yer alır. Trismus, sadece fizyolojik değil, aynı zamanda psikolojik etkenlerle de gelişebilir. Trismusun şiddeti genellikle ağrı ve ödemle paralel bir ilişki gösterir.

Trismus, cerrahiden sonra 2. günde zirveye ulaşır ve genellikle 7-10 gün arasında devam eder (Sabbah vd., 2007). Trismusun kesin bir tanımlayıcı kriteri yoktur, ancak iyileşme süreci, hastanın doku cevabına bağlıdır (Burch vd., 2009; Wutzler vd., 2002). Trismus ile ağrı arasındaki ilişki, cerrahi sonrası trismusun temel nedeninin ağrı olduğunu göstermektedir (Sabbah vd., 2007).

Bazı çalışmalar, cerrahinin uzunluğunun ve cerrahin deneyiminin trismus üzerinde etkili olduğunu öne sürerken (Sabbah vd., 2007; McGrath vd., 2004), diğerleri cerrahi sürenin trismus oluşumu üzerindeki etkisinin olmadığını savunmaktadır (Hirsch & Kohen, 2004; Burch vd., 2009).

Enfeksiyon

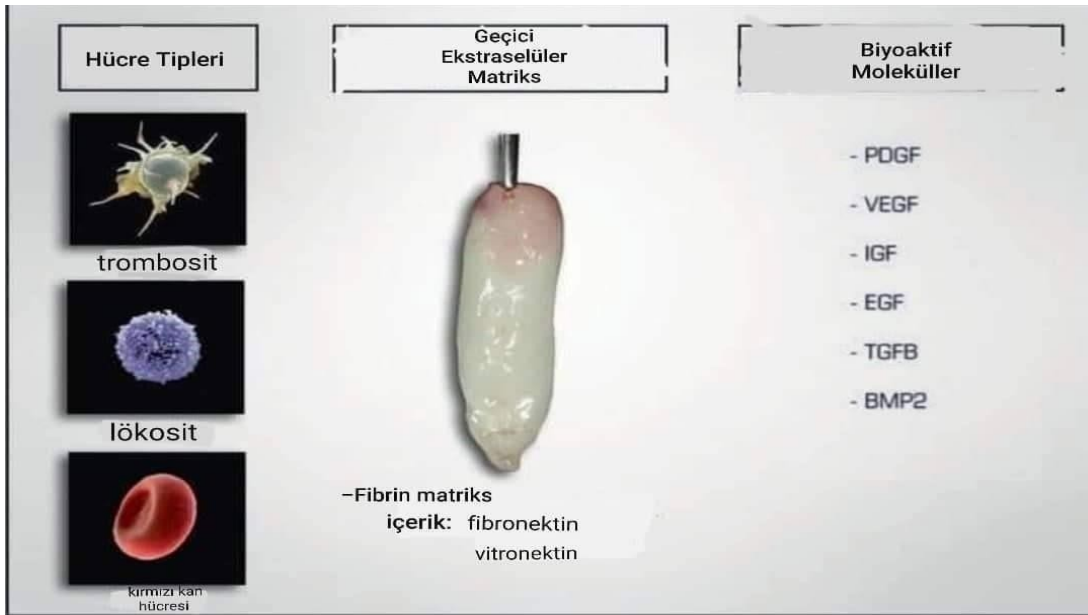
Yirmi yaş dişi cerrahisi sonrasında enfeksiyon, nadiren görülen bir komplikasyondur. Enfeksiyon oranı, genellikle %1.7-2.7 arasında değişir ve genellikle ilk postoperatif hafta içinde ortaya çıkar. Bu seviyedeki enfeksiyon oranı kabul edilebilir olarak değerlendirilir (Ness & Peterson, 2004). İkinci ile dördüncü haftalar arasında gelişen enfeksiyonların yarısından fazlasının, mukoperiosteal flep altında biriken kalıntıların neden olduğu reaksiyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu enfeksiyonların tedavisi, bölgenin bolca yıkanması, cerrahi debridman ve drenajı ile sağlanabilir. Nadir durumlarda, bölgenin tekrar açılması ve temizlenmesi gerekebilir, bu süreçte antibiyotik tedavisi de gerekebilir (Peterson vd., 1992).

Gömülü Alt Yirmi Yaş Dişlerinin Çekiminde Trombositten Zengin Fibrin Kullanımı

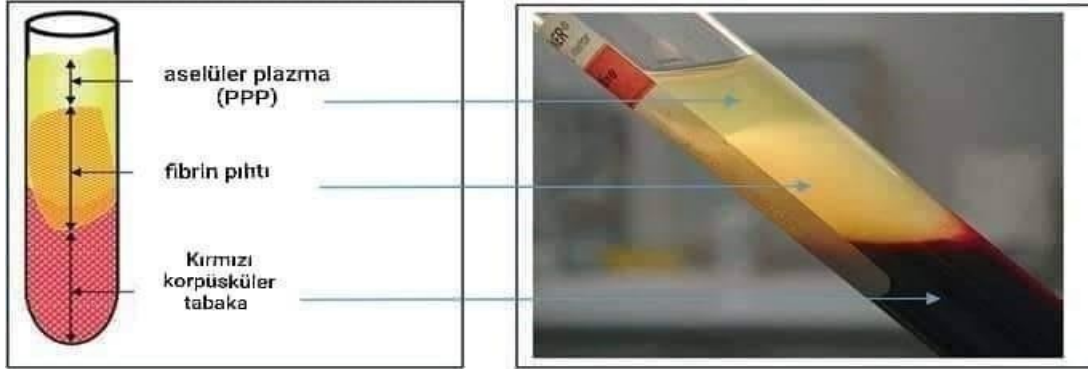
Trombositten Zengin Fibrin (PRF), Dr. Choukroun tarafından 21. yüzyılın başlarında geliştirilen bir trombosit konsantrasyonudur. PRF, kanın 2700 rpm hızında 12 dakika boyunca santrifüj edilmesiyle elde edilir ve bu yöntemle elde edilen fibrin yapısı, PRF olarak adlandırılır (Choukroun vd., 2001). Dohan ve arkadaşları tarafından yapılan değerlendirmelere göre, PRF, ikinci nesil trombosit ürünleri arasında yer alır ve fibrin matrisinde beyaz kan hücrelerini (WBC) barındırır. Lökosit-PRF olarak da bilinen bu yapının, iyileşme sürecini hızlandıran ve immün sistemini güçlendiren birçok büyüme faktörü içerdiği belirtilmiştir (Dohan vd., 2006).

Beyaz kan hücreleri, özellikle nötrofiller ve makrofajlar, yaralı dokularda ilk bulunan hücrelerdir ve büyüme faktörleri ile sitokinleri salgılayarak iyileşme sürecini yönlendirir. PRF’de bulunan bu hücreler, anjiyogenez ve yeni doku oluşumu üzerinde olumlu etkiler sağlar. Makrofajlar, PRF içinde önemli bir rol oynar ve çeşitli büyüme faktörleri salgılar; bunlar arasında Transforming Growth Factor-Beta (TGF- β), Platelet-Derived Growth Factor (PDGF) ve Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) bulunmaktadır (Adamson, 2009; Choukroun vd., 2006; Dohan vd., 2006b). Bu büyüme faktörleri, doku iyileşmesinin anahtar unsurlarıdır ve trombositler ile nötrofillerle kombinasyonları, doku ve kemik oluşumunu teşvik eder (Ghasemzadeh & Hosseini, 2015).

PRF'nin diş çekimi sonrası kemik iyileşmesini hızlandırmada etkili olduğu gösterilmiştir. Yapılan çalışmalar, PRF'nin periodontal rejenerasyon, kemik grefti ve implant iyileşmesi gibi dental uygulamalarda başarılı sonuçlar sağladığını ve enfeksiyon riskini azalttığını ortaya koymuştur (Davis vd., 2014).



Şekil 5. PRF'nin doğal bileşenleri arasındaki hücre tipleri.



Şekil 6. Santrifüjden sonra oluşan fibrin pıhtı.

Doku onarımını iyileştirmek ve biyoaktif yapıların rejeneratif potansiyelini maksimuma çıkarmak için üç ana bileşen gereklidir. Bu bileşenler, şekil 6’da gösterildiği gibi:

- Üç boyutlu bir matris (doku gelişimini destekleyen),
- Güçlendirilmiş hücreler (doku gelişimini etkileyen),
- Biyoaktif büyüme faktörleri (biyomateriyal alanda hücre farklılaşmasını ve alımını artıran) (Choukroun vd., 2017).

Trombositten zengin fibrin (PRF), bu üç özelliği karşılayabilen bir otolog üründür. Fibrin, yüzey materyali olarak görev yapar ve defekt bölgesinde rejeneratif hücreleri toplayabilir (makrofajlar, nötrofiller, trombositler ve lökositler). Fibrin, büyüme faktörlerine rezervuar olur ve bu faktörlerin 14 güne kadar salınmasını sağlar (Choukroun vd., 2017).

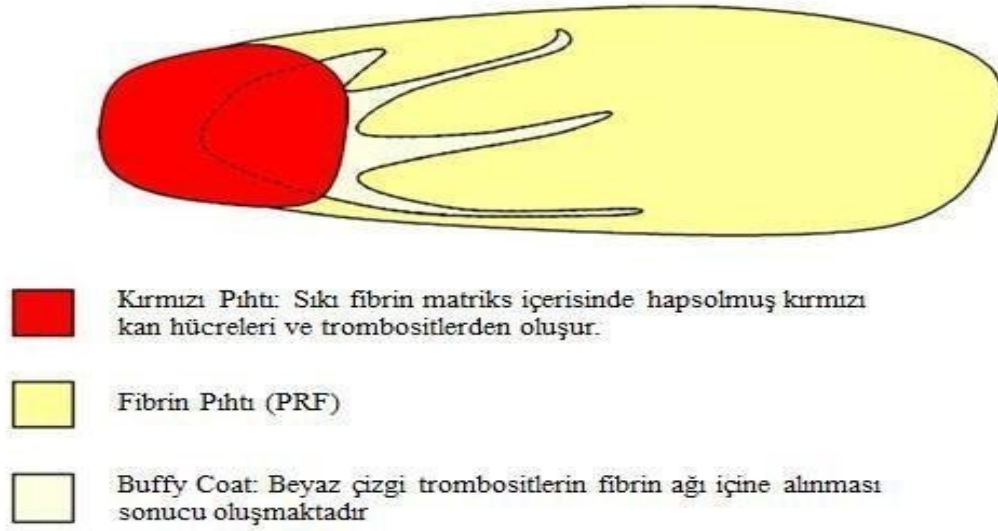
Klinik uygulamalarda PRF’nin, ağız boşluğundaki iltihabi savunma yeteneği ve neovaskülarizasyonu artırma özelliği sayesinde dokuların iyileşme süreci hızlanır. PRF’nin yumuşak dokuda üç ana ilkesi vardır: epitelizasyon, anjiyogenez ve immün sistem desteği. Fibrin iskelet görevi görerek yara bölgesinde anjiyogenezi tetikler. Anjiyogenez, yeni kan damarlarının oluşumunu ifade eder ve iyileşme hızını artıran endotel hücrelerinin bölünmesi, migrasyonu ve fenotipik değişimini destekler. PRF’nin anjiyojenik özellikleri, fibrin matrisinde bulunan çok sayıda sitokin tarafından açıklanmaktadır. Rejenerasyon sürecinde rol oynayan hücreler, heparin sülfat, hiyaluronik asit, kollajen, kondroitin sülfat, proteoglikanlar, elastin, laminin ve fibronektin gibi fonksiyonel ve yapısal destek sağlayan ekstraselüler matris (ECM) proteinleri ile çeşitli sitokinleri içerir (Choukroun vd., 2017).

PRF'nin uygulanması klinisyenler tarafından kolayca yapılabilir. Cam plastik tüplere, antikoagülan içermeyen venöz kan alınır. Santrifüj cihazında santrifüj hızı 2700 rpm'de 12 dakika veya 3000 rpm'de 10 dakika olarak ayarlanmalıdır (Dohan vd., 2006a; Raja & Naidu, 2008). Kan tüpe alındığında pıhtılaşma işlemi başlar. Bu işlem hızlı bir şekilde gerçekleştirilmelidir çünkü trombosit aktivasyonu ve fibrin polimerizasyonu antikoagülan madde yokluğundan dolayı uyarılır. Fibrinojen tüpün başlangıç bölgesinde fibrine dönüşür ve bu işlem trombin tarafından yapılır. Daha sonra tüpün ortasında oluşur. Trombositler, fibrin matris içinde hapsedilmiş olup santrifüj işleminden sonra üç tabaka oluşur:

1. Üst bölümde hücre yoksunu plazma,
2. Orta bölümde trombositten zengin fibrin pıhtı,
3. Taban bölümünde kırmızı kan hücreleri (Bilginaylar, 2015; Dohan vd., 2006b; Dohan vd., 2006c).

PRF pıhtısı, lökositler ve trombositlerle zenginleşmiş sağlam bir fibrin matris oluşturarak üç boyutlu karmaşık bir yapı oluşturur (Dohan vd., 2006a). Bu yapının oluşumunda kanın hızlı bir şekilde alınması ve santrifüje yerleştirilmesi kritik öneme sahiptir. Yeterli hızda toplanmayan kan, tüpte az miktarda kıvamı olmayan bir tabaka oluşmasına neden olabilir. PRF pıhtısında üç ana kısım görülür:

1. Sarı fibrin kısım (ana gövde),
2. Kırmızı kısım (sarımsı pıhtının altında),
3. 'Buffy Coat' (bu iki kısım arasında) (Şekil 7) (Dohan vd., 2006b).



Şekil 7. Protokole göre oluşan PRF kısımları.

Trombositten Zengin Fibrin içeriği ve Yara İyileşmesindeki Roller

Standart protokol doğrultusunda elde edilen PRF, normal kanın tüm bileşenlerini içerir. Bu bileşenler başlıca şunlardır:

- Trombositler
- Fibrin
- Trombosit kaynaklı büyüme faktörleri
- Sitokinler
- Lökositler
- Dolaşımdaki kök hücreler
- Monositler

- T ve B lenfositleri
- Nötrofilik granülositler (Ghanaati vd., 2014)

Yara iyileşmesi, doku onarımının hızlanmasını sağlayan bir dizi büyüme faktörünün koordineli çalıştığı karmaşık bir süreçtir. PRF içinde yer alan trombosit kaynaklı büyüme faktörü (PDGF), epidermal büyüme faktörü (EGF), transformasyon büyüme faktörü (TGF), fibroblast büyüme faktörü (FGF) ve insülin büyüme faktörü (IGF), yara iyileşmesinde kritik bir rol oynar (Bilginaylar, 2015; Ghanaati vd., 2014).

Alfa granülleri, trombositlerden salgılanan ve yara iyileşmesinde rol oynayan büyüme faktörleridir. Bu faktörlerin düzeyleri bireyden bireye ve kişinin yaşına ve sağlık durumuna bağlı olarak değişir ve ELISA tekniği ile ölçülür.

Yara iyileşmesi karmaşık bir süreçtir ve büyüme faktörleri ve proteinler, çeşitli hücrelerle etkileşime girerek yara onarımını hızlandırabilir. Damar bütünlüğü bozulduğunda, trombositler kolajen proteinleri ile birleşir ve tromboksan, adenosin difosfat ve serotonin salgırlar. Pıhtı, bu moleküllerin hemostatik mekanizmaya katılımı ile oluşur ve fibrin ağı ile güçlendirilir. Trombositler büyüme faktörlerini aktif olarak salgılayarak tamir sürecini hızlandırır.

Trombositler ve Fibrin

Trombositler.

Trombositler, kemik iliğinden köken alan ve 2 nanometre çapında olan, çekirdekleri bulunmayan en küçük PRF bileşenidir. Trombositler pıhtı oluşumunu sağlar ve büyüme faktörlerinin ve sitokinlerin kaynağıdır (Martinez-Gonzales vd., 2002; Marx & Garg, 2005). Trombositler sadece PRF tüpünün orta kısmında bulunur ve antikoagülan madde içermeyen bu tüpte trombositler aktive olur. Sitokin ve büyüme faktörleri, polimerizasyon sonrası fibrin matriks içinde hapsolür (Ogino vd., 2005; Landesberg vd., 2000).

Fibrin.

Fibrin, fibrinojenin trombin ile aktivasyonu sonucunda oluşur ve pıhtılaşma sürecinin temelini oluşturur (Mosesson vd., 2001; Clark, 2001). Fibrin, pıhtı oluşumunda koruyucu bir bariyer sağlar ve trombosit kümeleşmesini güçlendirir. Ayrıca, anjiyogenezde önemli rol oynar ve bu süreç fibrin matris tarafından yönlendirilir (Dohan vd., 2006b; Dohan vd., 2006c). Fibrin, anjiyogenezin temel faktörlerini, anjiyopoietin, VEGF, PDGF ve temel fibroblast büyüme faktörünü içerir (Van Hinsbergh vd., 2001).

Büyüme Faktörleri ve Sitokinler

Transforme Edici Büyüme Faktörü Beta (TGF- β).

Kemik morfogenetik proteinlerin (BMP) bir üyesi olan TGF- β , hücre replikasyonunu ve farklılaşmayı düzenler. PRF içinde TGF- β 1 ve TGF- β 2 bulunur ve kemik rejenerasyonu ile bağ doku iyileşmesinde rol oynar (Robey & Young, 1987). TGF- β , kemik hücrelerinin matriks sentezini artırır ve kemik matriks depozisyonunu indükler (Aghaloo & Moy, 2002; Ogino vd., 2006).

Trombositten Kaynaklı Büyüme Faktörü (PDGF).

Trombosit alfa granüllerinden salgılanan bir moleküldür. Hem homodimer hem de heterodimer formları bulunur. PDGF, fibroblast, glial, düz kas ve kemik hücrelerinin çoğalmasını artırır ve yara iyileşmesinde önemli rol oynar (Andrea vd., 2008; Niessen vd., 2001; Uutela vd., 2004). PDGF, bağ dokusu büyümesini teşvik eder ve hücre proliferasyonunda etkin rol oynar.

Vasküler Endotelyal Büyüme Faktörü (VEGF).

Anjiyogenez ve vaskülogenez işlemlerinde ana düzenleyici olarak görev yapar. VEGF, kemik rejenerasyonu üzerinde olumlu etkiler sağlar ve çeşitli homodimerik proteinler içerir (Ribatti vd., 2000).

İnsülin Benzeri Büyüme Faktörleri (IGF).

IGF-I ve IGF-II, serum proteinleri olup, karaciğer, plasenta ve kemikte sentezlenir. IGF'ler, kemik hücrelerinin farklılaşmasını ve proliferasyonunu teşvik eder (Marx, 1999; Sezgin & Taner, 2012).

Epidermal Büyüme Faktörü (EGF).

EGF, DNA sentezini ve hücre büyümesini uyarır ve epitelyum, endotelyum ve mezodermal hücrelerde etkinlik gösterir (Sezgin & Taner, 2012).

Fibroblast Büyüme Faktörü (FGF).

Keratinosit büyüme faktörü ile etkileşim gösterir ve epitelizeasyon, anjiyogenez ve kemik iliği stroması oluşumunda rol oynar (Ünsal, 2014).

Trombosit Kaynaklı Anjiyogenez Faktörü (PDGF).

Vaskülarizasyonu teşvik eder ve endotelyal hücreleri direkt ve indirekt olarak stimüle eder (Sanchez vd., 2003).

Trombosit Kaynaklı Epidermal Büyüme Faktörü (TGF- α).

Dermal fibroblastlar ve keratinositlerin proliferasyonunu hızlandırır ve iyileşme sürecini kısaltır (Cohen, 1962; Sanchez vd., 2003).

Trombosit Faktör 4.

Nötrofillerin yara alanına göçünü teşvik eder ve fibroblastları alana çeker (Sanchez vd., 2003).

Sitokinler

İyileşme Sitokinleri

VEGF

VEGF, damar yapılarının gelişimini düzenler. IL-4, iyileşmeyi destekler ve enflamatuvar sinyal yollarını engeller (Hayashi vd., 2000; Zachary, 2003).

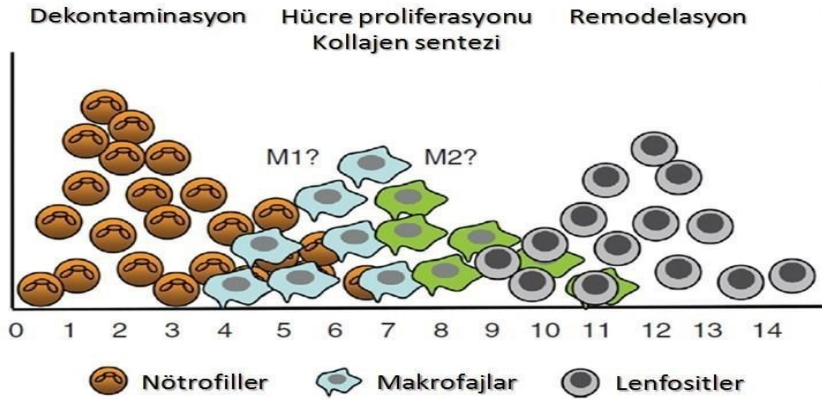
Enflamatuvar Sitokinler

IL-1 β

IL-1 β , TNF- α ve IL-6 enflamasyonun düzenlenmesinde önemli rol oynar. IL-1 β , enflamasyon kontrolünde kritik bir faktördür (Dinarello, 2004; Gaur & Aggarwal, 2003).

Lökositler

Nötrofiller, yara bölgesini temizler ve enfeksiyonu önler. Makrofajlar, sitokin ve büyüme faktörlerini salarak yara iyileşmesini destekler ve anjiyogenezi teşvik eder (Martin & Leibovich, 2005; Eming vd., 2009).



Şekil 8. İnflamasyon safhalarında lökositlerin lokalizasyonu.

Dolaşımda Bulunan Kök Hücreler

Dolaşımdaki kök hücreler, mezenşimal kök hücreler olarak bilinir ve kökenleri kemik iliğinden gelir. Bu hücreler, rejenerasyon sürecinde önemli bir rol oynar. Farklılaşmamış mezenşimal hücreler, kanama yoluyla yara bölgesine göç eder ve burada çeşitli hücre çeşitlerine transform olurlar. (Badiavas vd., 2003; Bucala vd., 1994). Bu dönüşüm, geçici bir matriks olan fibronektin ve fibrin tarafından sağlanan ortamda gerçekleşir. Fibrin, hücre transplantasyonunda destekleyici bir matriks olarak işlev görür (Bensaid vd., 2003a; Bilginaylar, 2015; Boo vd., 2002).

Monositler

Monositler, yara iyileşmesinde kritik öneme sahip hücrelerdir. Nötrofillerin ardından yara bölgesine göç eder ve makrofajlara dönüşürler (Soltan vd., 2012). Makrofajlar, doku hasarını onarma, doku yenilenmesi ve hücre proliferasyonunda görev alır. Bu görevlerini biyomoleküller aracılığıyla gerçekleştirirler (Ekström vd., 2013; Pirraco vd., 2013).

T ve B Lenfositler

T ve B lenfositleri, pıhtılaşma sürecinin devamında gözlenen hücrelerdir. Doku hasarı sonucu spesifik veya spesifik olmayan müdahalelerde rol oynarlar. Ancak, doku onarımında ilk sıralarda değillerdir. Araştırmalar, bazı spesifik T lenfositlerinin yara onarımını azalttığını, ancak B lenfositlerinin onarımı artırabileceğini göstermektedir (Boyce vd., 2000).

Nötrofilik Granülositler

Nötrofilik granülositlerin salınım insidansı, santrifüj prosedürünün süresi ve hızına bağlı olarak değişebilir. Bu granülositler, enflamasyonun ilk aşamalarında önemli olan fagositik kapasiteye sahiptirler (Brinkmann vd., 2004; Kolaczowska & Kubes, 2013). Nötrofil granülositleri, degranülasyon yetenekleri ve nötrofilik ekstrasellüler kapanma yetenekleri nedeniyle önemlidir. Bu hücreler, nökrotik ve apoptotik hücreleri öldürmek için monositlerin hareket yeteneğini artırır ve antiinflamatuvar ile proinflamatuvar evrelerde farklılaşmalarına katkıda bulunur (Ley vd., 2007; Kolaczowska & Kubes, 2013). Ayrıca, nötrofillerin inflamatuvar lenfogenez sürecinde ve VEGF modülasyonunda görev aldığı görülmüştür (Tan vd., 2013). Küçük çapları nedeniyle, inflamasyon sürecindeki görevleri ve rejenerasyon potansiyelleri ile pıhtının derinlere göç edebilme yeteneğine sahiptirler (Welsch, 2010).

Lazerin Tarihçesi

"Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" (LASER) terimi, Türkçeye "Radyasyonun uyarılmış salınımıyla ışığın kuvvetlendirilmesi" olarak çevrilmiştir (Prause, 2000). Lazer teknolojisinin temelleri, Albert Einstein tarafından 1917'de uyarılmış salınım ile ilgili teorik açıklamalarla atılmış, ancak pratik uygulamalara dair çalışmalar henüz yapılmamıştır (Arısu, 2009; Midda vd., 1991). 1960 yılında Maiman, yakut kristalleri kullanarak ilk lazer ışığını elde etmiş ardından 1962'de Helyum Neon lazeri geliştirilmiştir. 1974'te lazer ışınlarının metabolik süreçleri hızlandırdığı, mitotik aktiviteyi arttırdığı, ağrıyı hafiflettiği ve iyileşme sürecini hızlandırdığı keşfedilmiştir. Bu buluş, lazer araştırmalarının kapsamını genişletmiştir (Göktepe, 2001). Lazerin sağlık alanındaki ilk kullanımı 1962 yılına, retinadaki fotokoagülasyon işlemiyle dayanır (Amid, 2012). 1965'te Goldman, lazer enerjisinin dişlere ve yumuşak dokulara uygulanmasını gerçekleştirmiştir. 1970'lerin başında ise Strong ve arkadaşları, karbondioksit (CO₂) lazerlerini malign ve premalign lezyonların eksizyonu gibi cerrahi işlemlerde kullanmaya başlamıştır (Strauss vd., 2004). Lazerin biyolojik etkileri, 1967'de Inyushin tarafından incelenmiş ve lazer terapisi uygulaması, 1971'de Mester'in kronik ülserlerin iyileşmesini hızlandırmak amacıyla başlatılmasıyla yaygınlaşmıştır. 1985 yılında Nd:YAG lazerleri, diş çürüklerinin temizlenmesinde ilk kez canlı organizmalar üzerinde kullanılmıştır. Ardından, bu lazer türü yumuşak doku cerrahisinde de kullanılmaya başlanmıştır. Sert doku lazerlerinin diş hekimliğinde kullanımına ise 1997 yılında başlanmıştır (Yiğit & Gürsel, 2007).

Lazerin Fiziksel Özellikleri

Işık, dalga boyu nanometre (nm) cinsinden ölçülen ve sabit hızla hareket eden elektromanyetik enerji olarak tanımlanabilir. Işığın temel birimi ise "foton"dur. Işığı üreten cihazlar, gaz lambaları, floresan lambalar ve televizyon ekranları gibi elektronların yörüngelerinde değişiklikler yaparak ve foton yayarak ışık üretirler. Lazer ışığının oluşumu, Quantum Teorisi ve Uyarılmış Işıma Teorileri ile açıklanır. Quantum Teorisi'ne göre atomların en küçük yapı birimleri olan parçacıklar, daha yüksek enerji seviyelerine çıkarılabilir. Uyarılmış Işıma Teorisi ise,

elektronlar yüksek enerji seviyelerine çıkarken bir enerji birikimi olduğunu ve bu fotonların faz, yön ve renk bakımından senkronize olduğunu belirtir (Akgün, 2004; Coluzzi, 2000).

Atom yapısı, çekirdek etrafında belirli yörüngelerde hareket eden elektron bulutları olarak kabul edilebilir. Uyarılmış bir atomda düşük enerji seviyelerinde bulunan elektronlar, dışarıdan gelen enerji ile daha yüksek enerji seviyelerine yükselir. Bu uyarılmış elektronlar, daha kararlı bir duruma gelmek için daha düşük enerji seviyelerine geri dönerken, önceki enerjiyi foton olarak dışarıya verirler. Bu foton, başka bir fotonun oluşmasına yol açarak fotonların kendiliğinden çoğalmasını sağlayan bir reaksiyon başlatır (Coluzzi, 2000).

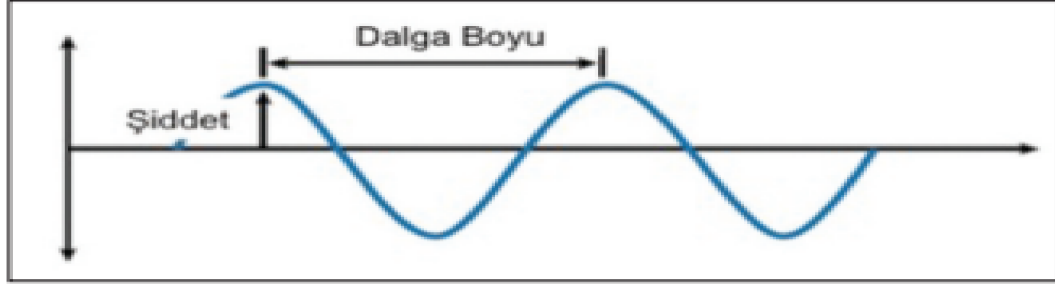
Işığın üç temel özelliği bulunur: dalga hızı, genlik ve dalga boyu. "Hız", ışığın boşlukta saniyede 300.000 km yol almasını ifade eder ve lazer ışığında da bu hız sabittir. "Genlik", dalga enerjisiyle orantılıdır ve dalganın en düşük noktasından en yüksek noktasına kadar olan mesafeyi ifade eder. Genlik genişliği, enerji miktarını belirler. Lazer cihazlarında enerji birimi genellikle joule (J) olarak kullanılır. Ancak diş hekimliğinde kullanılan lazer cihazlarında çoğunlukla 1 J'den daha az enerji üretildiği için, enerji birimi olarak milyon binde bir (milijoule, mJ) kullanılır (1 J = 1000 mJ).

"Dalga boyu", bir dalga ile bir sonraki dalga arasındaki en yüksek nokta ile yatay mesafeyi tanımlar ve genellikle metre (m) cinsinden ölçülür. Diş hekimliğinde ise, daha küçük birimler olan mikrometre (μm) (10^{-6} m) veya nanometre (nm) (10^{-9} m) kullanılır. Günümüzde lazer cihazlarının dalga boyları 0.1-10 μm aralığındadır. Elektromanyetik enerji spektrumunda ışık, dalga boyuna göre sınıflandırılır ve ultraviyole, morötesi, mikrodalga, görünür ışık veya kızılötesi gibi kategorilerde yer alır. Dalga boyu, dalga hızının frekansa bölünmesiyle hesaplanır (Coluzzi, 2004; Coluzzi, 2008).

Dalğanın bir saniyede yaptığı salınım sayısı "frekans" olarak bilinir. Dalga boyu ile ters orantılı olan frekans, Hertz (Hz) veya pulse per second (pps) birimleriyle ifade edilir. Atış frekansı, bir saniyede yapılan atış sayısını gösterir. "Güç" ise birim zamanda yapılan işi tanımlar ve Watt (W) birimi ile ölçülür. Güç, enerji ile frekansın çarpılmasıyla hesaplanır (Coluzzi, 2004).

$$W (\text{güç}) = J (\text{enerji}) \times f (\text{frekans})$$

Atım süresi, bir atımın emisyonu için geçen zamandır. Atım süresi ile lazer gücü arasında ters orantılı bir ilişki bulunmaktadır (Coluzzi, 2004).



Şekil 9: Elektromanyetik dalgaların özellikleri. Dikey yöndeki tepe noktası şiddeti, yatay yöndeki tepe noktalar arası ise dalga boyunu belirtmektedir.

Lazer ışığının Özellikleri

Monokromatiklik (Tek Renklilik)

Lazer ışığı, tek bir dalga boyuna sahip olup dolayısıyla tek renkte olan ışık dalgalarından oluşur ve bu özelliği ile "monokromatik" olarak tanımlanır. Aynı aktif madde içinde bulunan elektronlar, belirli bir enerji düzeyinde uyarılarak üst seviyelere geçer ve bu süreç sonunda aynı enerji düzeyine sahip fotonlar meydana gelir (Özcan & Sevimay, 2016).

Koherens (Eş Fazlı Hareket)

Lazer ışığındaki fotonlar, aynı anda hareket eder ve genlikleri senkronize bir şekilde gerçekleşir. Bu özellik, belirli bir dalga boyuna sahip ışık dalgalarının aynı hızda ve düzenle uzayda ilerlemesini sağlar. Lazer ışığına özgü olan bu eş fazlı hareket, ışığın hedef noktasındaki etkisini güçlendirir ve daha doğrusal bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar (Özcan & Sevimay, 2016).

Paralellik ve Doğrusallık

Lazer ışığı, paralel aynalarla düzenlenmiş bir rezonans odasında fotonların tek bir yönde hareket etmesine olanak tanır ve böylece kontrollü bir enerji hüzmesi oluşturur. Bu enerji ışığı, dağılmadan uzun mesafelerde ilerleyebilir ve küçük noktalara odaklanabilir. Gerekğinde, odak çapı ayarlanabilir. Diğer ışık kaynaklarından farklı olarak, lazer ışığı yüksek paralellik gösterir. Ticari lazer cihazlarında ışının paralellik derecesi yerine, dağılım miktarı daha önemli bir parametre olarak kabul edilir. Lazer ışığının dağılım açıları genellikle 3° ile 10° arasında değişir. Paralelliği düşük olan lazer ışığının çapı küçük, verimliliği yüksektir; fakat dağılım miktarı fazla olan lazer ışınları, hedef çapı büyüdük sonra etkinliği azalır. Bu tür lazerler genellikle düşük yoğunluklu tedavi uygulamalarında kullanılır (Bass & Treat, 1995; Akgün, 2004; Özcan & Sevimay, 2016).

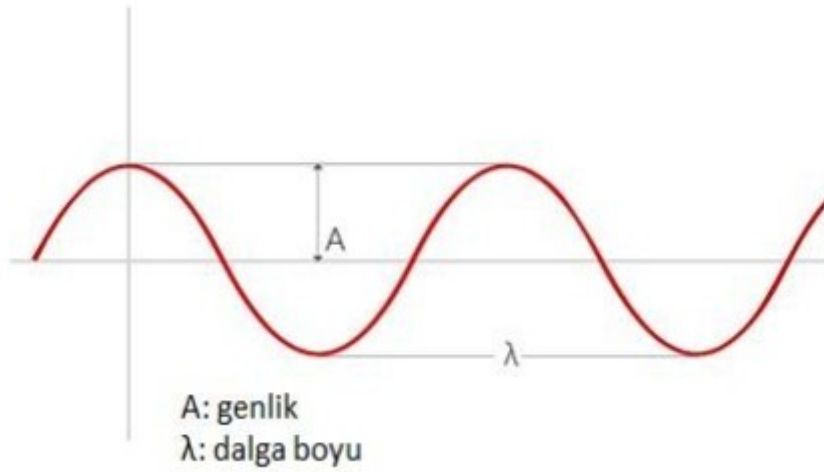
Temel Lazer Fiziği ve Yapısı

Lazer sistemlerinin işleyişini ve pratik uygulamalarını anlamak için bazı temel kavramların bilinmesi gerekmektedir. Bu kavramlar arasında ışık, amplifikasyon, uyarılmış salınım ve radyasyon yer alır.

Işık

Işık, partiküller şeklinde hareket eden enerji dalgalarıdır ve bu enerji dalgalarına "foton" adı verilir. Foton, kütesiz ve yükü olmayan en küçük enerji birimidir. Işık hızında hareket eden foton dalgaları, iki temel özelliğe sahiptir: genlik ve dalga boyu.

- a) **Genlik:** Dalganın hareket yönünde sıfır noktasından en yüksek noktasına kadar olan mesafe, genlik olarak tanımlanır. Genliğin genişliği, ışığın iş yapabilme kapasitesinin büyüklüğünü gösterir.
- b) **Dalga Boyu:** Bir tam dalganın başlangıç noktasından karşıt noktasına kadar olan mesafe dalga boyu olarak adlandırılır. Dalga boyu, ışığın bir bölgeye ulaşımı ve dokularla etkileşimi açısından önemli bir parametre olup, lazerlerde genellikle nanometre (nm) veya mikrometre (μm) gibi daha küçük birimlerle ölçülür; metrik birim olarak ise genellikle metre (m) kullanılır.



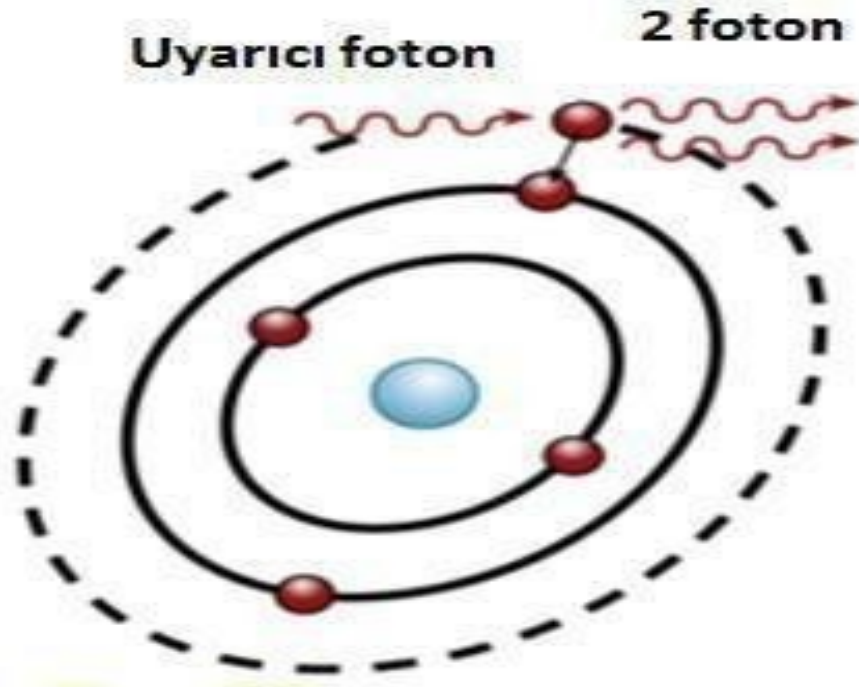
Şekil 10: Elektromanyetik dalgada genlik ve dalga boyu

Amplifikasyon

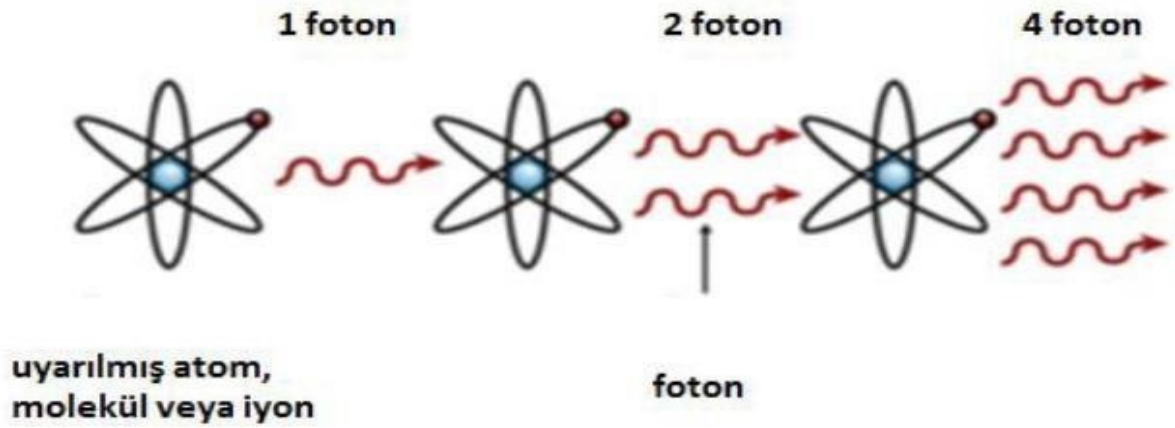
Lazer cihazlarında gerçekleşen süreç "amplifikasyon" olarak tanımlanır. Lazerin merkezine "lazer kavitesi" denir ve bu kaviteyi oluşturan üç temel bileşen bulunur:

- a) **Aktif Ortam:** Lazerin çalışabilmesi için, içinde kimyasal moleküller, atomlar veya bileşiklerin bulunduğu bir ortam gereklidir. Tüm lazer sistemlerinde bu aktif ortam yer alır ve içerisinde geçen ışığın gücünü ve yoğunluğunu artıran enerji yüklü maddeler içerir. Aktif ortam, sıvı, katı, gaz veya yarı iletken maddelerden biri olabilir. Lazerin adı genellikle aktif ortamda bulunan maddeden türetilir ve aktif ortam, üretilen radyasyonun dalga boyunu doğrudan etkiler (Akgün, 2004; Bass & Treat, 1995).
- b) **Pompalama Mekanizması:** Bu mekanizma, optik, elektriksel veya kimyasal yollarla aktif ortama enerji sağlanarak ışık şiddetinin artırılmasını ifade eder. Lazerin fonksiyonel gücünü sağlayan bu süreç, lazerin çalışma prensibinin temel unsurlarından biridir (Coluzzi, 2000).
- c) **Optik Rezonatör:** Aktif ortamda bulunan enerji arttıkça, atomlar belirli bir frekansta ışık yaymaya başlar. Bu ışık, aktif ortamda ilerlerken diğer atomlarla etkileşir ve bu etkileşim sonucu fotonlar daha fazla sayıda üretilir. Optik rezonatör, bu fotonları lazer tüpü içinde ileri geri hareket ettirerek biriktirir ve ışının daha yoğun hale gelmesini sağlar (Coluzzi, 2004).

Lazer ışınının lazer kavitesinde üretilmesi süreci "uyarılmış salınım" olarak bilinir. Bu kavram, 1917 yılında Albert Einstein tarafından geliştirilmiş olup, Max Planck ve Niels Bohr'un atom modeli ve kuantum teorisine dayanır (Einstein, 1917). Kararsız atomlar, üst enerji seviyelerinden düşük enerji seviyelerine geçerken foton salar ve bu duruma "kendiliğinden salınım" adı verilir. Bu süreçte salınan fotonlar rastgele yönlerde hareket ederler. Ancak, yüksek enerji seviyesindeki bir atom, bir başka atomla etkileşime girerse, salınan fotonun frekansı ve fazı uyumlu olur. Bu etkileşime "uyarılmış salınım" denir (Coluzzi, 2008).



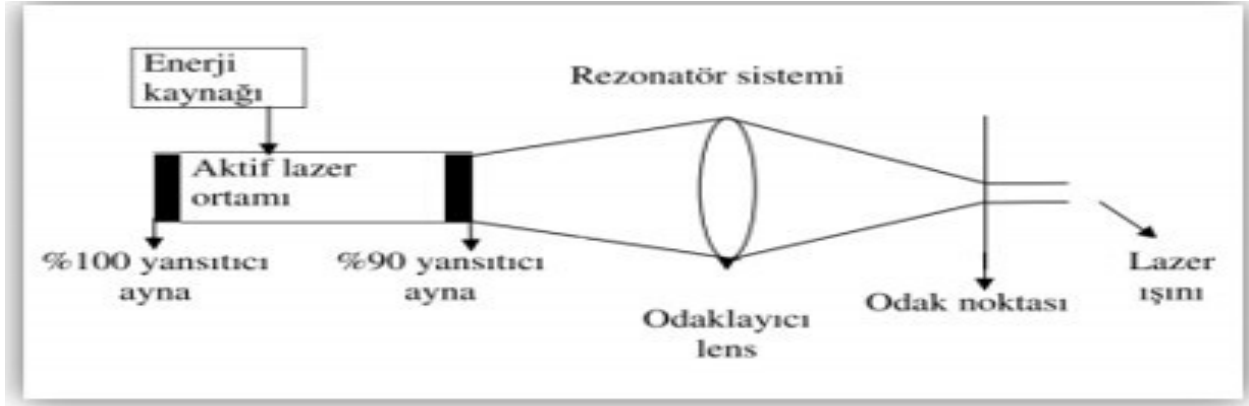
Şekil 11: Uyarılmış salınımı gösteren şema



Şekil 12: Uyarılmış ışınım salınımı ile ışığın güçlendirilmesi

Radyasyon

Lazerlerin ürettiği ışık dalgaları, belirli bir tür elektromanyetik enerji veya radyasyon olarak tanımlanır. Elektromanyetik spektrum, 10-12 metreye kadar küçülen gamma ışınlarından, binlerce metreye ulaşan radyo dalgalarına kadar farklı dalga boylarına sahip enerji dalgalarının bir araya geldiği geniş bir yelpazeyi kapsar. Diş hekimliğinde kullanılan lazer cihazları, genellikle 500 ila 10.600 nm arasında değişen dalga boylarına sahiptir. Bu özellik, söz konusu cihazların elektromanyetik spektrumda non-iyonize (iyonlaştırıcı olmayan) bölgeye dahil olmasına neden olmaktadır. Lazer cihazları, görünür ışık ya da kızılötesi ışık dalga boylarında ışık yaymaktadır. Düşük dozlu lazerler genellikle görünür ışık dalga boylarında çalışırken, yüksek dozlu lazerler kızılötesi ışık dalga boyunda yer alır (Coluzzi, 2008; Bass & Treat, 1995).



Şekil 13 : Lazer sistemini oluşturan bileşenler.

Lazerin Temel Çalışma Prensipleri

Lazer ışığının elde edilmesi için dört temel bileşen gereklidir:

1. Aktif Ortam
2. Uyarma Mekanizması (Pompalama Mekanizması)
3. Mükemmel Yansıtıcı Ayna
4. Yarı Saydam Ayna

Aktif ortam, dış bir etkiyle elektronları daha yüksek enerji düzeylerine uyarabilen atomlardan oluşan bir yapıdır. Bu ortam, gazlar (örneğin Argon, CO₂), katı kristaller (örneğin Erbiyum, Yakut) ya da yarı iletkenler gibi çeşitli maddelerle oluşturulabilir. Uyarma mekanizması, aktif ortama enerji sağlamak amacıyla kullanılan kimyasal, elektriksel ya da optik bileşenleri kapsar. Mükemmel yansıtıcı ve yarı saydam aynalar ise optik rezonatörler olarak bilinir. Mükemmel yansıtıcı ayna, lazer ışığının tamamını yansıtarak geri gönderirken, yarı saydam ayna, lazer ışığının bir kısmının geçmesine izin verir. Bu bileşenler, lazer cihazının içerisinde aktif boşluk içinde yer alır.

Özetle, aktif boşluğun bir ucunda mükemmel yansıtıcı, diğer ucunda ise yarı saydam ayna bulunur. Bu aynalar, aktif ortam sayesinde aktif boşluk içerisindeki ışığı ileri geri hareketlendirerek her bir gidiş gelişte ışığın enerjisini artırır. Aktif ortam doygunluğa ulaştığında, ışık lazer ışını olarak yarı saydam aynadan geçer. Lazer cihazı tarafından üretilen ışık dalgaları, elektromanyetik enerjinin bir türü olarak, dalga boyuna göre elektromanyetik spektrumda sıralanır.

Lazer - Doku Etkileşimi

Lazer ışığı, mono-kromatik özelliği sayesinde, dokuda bulunan farklı kromoforları etkiler ve bu kromoforlar, lazerin farklı dalga boylarına göre değişik şekilde emilir. Hemoglobinin, melanin, su ve karoten, dokudaki başlıca önemli kromoforlardır. Lazer ışığının ürettiği enerji, dokunun optik özelliklerine bağlı olarak dört farklı şekilde dokuda iletilebilir: iletim, yansıma, emilim ve saçılma (Goldman, 1990).

Lazer ışığının doku ile etkileşimi, lazer enerjisinin dokuda ısı enerjisine, kimyasal enerjiye ya da mekanik (akustik titreşim) enerjiye dönüşmesiyle açıklanabilir (Parker, 2007). Lazerin etkileyeceği alana uygulanan enerji miktarı, enerji yoğunluğu olarak bilinir. Yüksek enerji yoğunluğunda doku kesilerek insizyon yapılırken, düşük enerji yoğunluğunda ise doku pıhtılaşması sağlanabilir. Birim alandaki enerji miktarı, lazer ışınının nokta boyutuna bağlıdır ve nokta boyutu ile enerji yoğunluğu arasında ters orantılı bir ilişki vardır. Nokta boyutunun yarıya inmesi, enerji yoğunluğunu dört kat artırır (Koç, 2012).

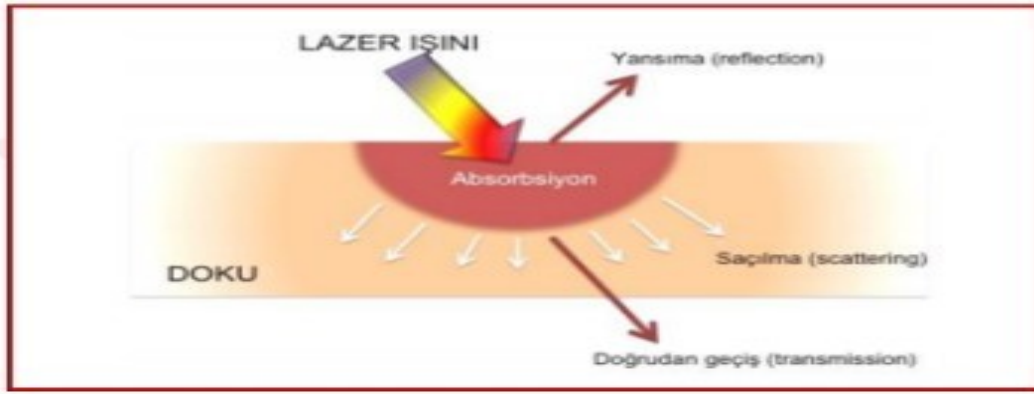
Lazerler, ışık enerjisini sürekli atım (continuous wave) ya da aralıklı atım (pulse wave) şeklinde yayabilir. Sürekli atım, sabit ışık huzmeleriyle dokuda genel bir yıkıma yol açarken, aralıklı atımlar, seçici dokuların yıkılmasına olanak tanır. Sürekli atımda ortalama güç, saniyede uygulanan enerji ile hesaplanırken, aralıklı atımda ortalama güç, saniyedeki atış sayısı ve her bir atışın uyguladığı enerji ile hesaplanır (Miserendino, 1995; Parker, 2007).

Lazer Enerjisinin Dokular Tarafından Emilimi

Lazer ışığının dokudaki emilimi, belirli bir mesafeden sonra azalır. Bu mesafeye "yok olma uzunluğu" denir ve lazer ışığının enerjisinin %98'i bu mesafeye kadar doku tarafından emilir. Bu

mesafe arttıkça lazerin derin dokular üzerindeki etkisi artar, ancak mesafe kısaldıkça etki azalır (Covissar, 2016). Dokuların bileşimleri, lazer ışınının emilimini etkileyen faktörlerdir. Başlıca etki gösteren moleküller su, kan bileşenleri ve pigmentlerdir (Sırav, 2012).

Biyolojik yapılar çoğunlukla su içerir. Erbiyum lazerlerinin her iki dalga boyundaki ışını ve CO2 lazer ışını, su molekülleri tarafından tamamen emilirken, apatit kristallerindeki ışın emilimi erbiyum lazerlerinde CO2 lazerlerine göre daha düşüktür. Diode ve Nd:YAG lazerleri gibi kısa dalga boyunda ışın salınımı yapan lazerler, suyun üzerinden geçebilirken, hemoglobin ve diğer kan bileşenleri tarafından daha fazla emilir (Uysal, 2012).



Şekil 14 : Lazer ışığının doku ile etkileşimi. Doku üzerine gelen lazer ışığı, doku da lazerin ve dokunun özelliklerine bağlı olarak yansımaya, emilime, geçiş ya da dağılım gösterebilir. (Kan, 2011)

Lazerin Etkileri

Lazerin ana etki mekanizması, dokuda stimülasyon yaratmaktır. Bu uyarı, hücresel düzeyde, vasküler yapı, interstisyel doku ve bağışıklık sistemi üzerinde etki gösterir. Lazerin biyostimülasyonuna neden olan temel faktörün polarizasyon olduğu belirtilmiştir (Özdemir, 2001). Lazerin vücutta biyostimülasyon etkisi, hücre içi mitokondri aktivitelerinin artışı, ATP seviyelerinin yükselmesi ve sitoplazmadaki hidrojen iyonlarının yoğunluğunun artmasıyla ilişkilidir. Bu süreç, hücre zarının iyon geçişine karşı daha geçirgen hale gelmesini sağlar. Yara iyileşmesinin iltihabi fazında, lazer uygulamaları iyileşme sürecini başlatan önemli bir etki gösterir (Bayat, 2007).

Lazerin analjezik ve antiinflamatuvar etkisi, ağrı algısını azaltarak duyuşal sinir uçlarındaki etkinin baskılanması ve kas arteriyollerindeki spazmın giderilmesi ile açıklanabilir. Bunun sonucunda vazodilatasyon meydana gelir (Özdemir, 2001). Ayrıca, lazerin kemik iliğindeki hematopoetik aktiviteleri uyarması ve bağışıklık sistemini harekete geçirerek antibakteriyel bir etki göstermesi de literatürde yer almaktadır (Özdemir, 2001).

Lazerin Dozu

Etkili bir tedavi için lazerin dozu ve tedavi süresi, kullanılan lazer türüne göre doğru şekilde ayarlanmalıdır. Yapılan birçok çalışmada, lazer tedavisinin etkisiz olduğı durumların çoğunda yetersiz doz kullanıldığı gözlemlenmiştir. Doz, tedavi sırasında dokuya uygulanan enerji miktarına göre hesaplanır (Serap, 2011). Düşük doz lazer tedavisi, 0.5 J/cm² dozunda uygulandığında hedef dokuda fotobiyolojik bir etki yaratmaktadır. Yara iyileşmesi için etkili doz genellikle 4 J/cm², doku iyileşmesi için ise 0.5 J/cm² ile 5 J/cm² arasında değişir. 8-12 J/cm² dozları, biyoinhibisyon sağlar ve keloid skarlarının tedavisinde kullanılır (Snyder, 1988). Lazer tedavisi, her gün yapılabilir, ancak bir seansta toplam enerji miktarı 100 J'yi aşmamalıdır. Tedavi süresi, tedavi amacına göre değişkenlik gösterebilir ve seans sayısı genellikle 10-20 arasında olur (Naeser, 2002).

Dental Alanda Lazer Kullanımı

Lazer uygulamaları diş hekimliğinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır ve şu işlemler için güvenle tercih edilmektedir:

- Periodontal cerrahi,
- Kök yüzeyi düzleştirilmesi,
- Gingivitis ve periodontitis tedavisi,
- Oral mukoza rahatsızlıkları,

- Diş etinin şekillendirilmesi,
- Koyu renkli diş etlerinin renginin açılması,
- Hassas dişlerin hassasiyetinin giderilmesi,
- Aft ve uçuk tedavileri,
- Kemik dokusunda yapılan cerrahi işlemler,
- Çekim sonrası yara iyileşmesi,
- Çene eklemi rahatsızlıkları,
- Peri-implantitis tedavisi,
- Kök/implant yüzey dekontaminasyonu,

- Pulpa kanallarının sterilizasyonu.

Bunların dışında, lazerler şu durumlarda da etkin bir şekilde kullanılmaktadır:

- **Frenektomi:** Anormal maksiller labial ve lingual frenulum olguları,
- **Vasküler Lezyonlar:** Granümatöz hiperplazi, pyojenik granülom, hemanjiyom ve telenjektazik epulis,
- **Gingival Hiperplazi:** Aparent kullanıma bağlı, antiepileptik ilaçların yan etkisi olarak veya kötü oral hijyen nedeniyle gelişen hiperplaziler,
- **Kemoterapiye Bağlı Oral Mukozitis Olguları,**
- **Diş Sürme Bozuklukları:** Erüpsiyon kisti veya hematomu varlığı,
- **Gömülü Dişlerin Üstünün Açılması veya Operkülektomi,**
- **Abse ve Kist Drenajı İşlemleri** (Tirelli, 2019),
- **Minör Tükürük Bezi Lezyonları:** Mukosel ve ranula varlığı (Huffman, 2006),
- **Viral Papilloma Lezyonları:** Skuamöz hücreli papillom, fokal epitelyal hiperplazi (Akyol, 2003),
- **Oral Kondiloma Akuminatum ve Verruka Vulgaris Olguları,**
- **Diğer İyi Huylu Mukozal Lezyonlar:** Fibröz hiperplazi, fibromalar, epulis, anguler chelitis, herpes labialis, intraoral herpes, pamukçuk ve travmatik ülserler (White, 1998), **Gingival Melanin Pigmentasyonları,**

- **Lökoplaki:** Epitelle sınırlı premalign lezyonların mukozadan seçici olarak uzaklaştırılması.

Bu uygulamalar, lazerlerin güvenle ve etkili bir şekilde kullanıldığı geniş bir yelpazeye sahiptir ve diş hekimliği pratiğinde önemli bir yer tutmaktadır.

Oral ve Maksillofasiyal Cerrahide Lazer Kullanımı

Lazer cerrahisinin, doku kesimi sırasında sağladığı önemli avantajlar arasında, cerrahi alanın sterilizasyonu, küçük damarların anında kapatılması (hemostaz), kanama miktarının azalması ve kuru bir cerrahi alanın sağlanması yer alır. Ayrıca, lazerle yapılan işlemlerde, dokunmadan yapılan teknikler sayesinde postoperatif ağrı, ödem ve iz miktarında azalma gözlemlenir (Murray, 1992).

Lokal Hemostaz

Nd-YAG lazerinin, yumuşak dokularda 4 mm'den fazla penetre olan etkisi sayesinde bu lazer türünün bu alandaki yüksek etkinliği kanıtlanmıştır (Horch, 2005; Deppe, 2007).

Lazer Osteotomisi

Ağız cerrahisinde, döner aletler ve el aletleri çoğu hasta için rahatsızlık verebilir. Bazı çalışmalar, kemik üzerinde 44-47 dereceye kadar çıkan sıcaklıkların osteonekroza yol açabileceğini belirtmektedir (Horch, 2005). CO2 ve Er-YAG lazer ışınları, su tarafından iyi emildiğinden, yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda, atımlı CO2 lazerlerin kemikte 1.88 derece ısı artışına sebep olduğu ve bu artışın kritik seviyenin çok altında olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle, dokuları koruma kapasitesinin yüksek olduğu ve osteotomi süresi açısından güvenle kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Horch, 2005; Deppe, 2007).

Tanı Yöntemleri

Laser Induced Fluorescence Spectroscopy (LIF) teknolojisi, floresans elde etme tekniği ile dokuları tanımda, özellikle kanser teşhisinde önemli bir non-invaziv araç olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, benign lezyonların malign dönüşümünü ayırt etme konusunda %80 hassasiyetle başarı sağlandığını göstermektedir (Horch, 2005; Deppe, 2007).

İmplant Cerrahisi

Lazerler, implant öncesinde mukogingival cerrahi gereksinimleri olan hastalarda kullanılabilir. Ayrıca, enfekte olmuş ve sağlıklı implantların rehabilitasyonu için, açıkta kalan implant yüzeylerinin sterilize edilmesinde de lazerler güvenli bir şekilde kullanılmaktadır. CO₂, Er-YAG ve diyet lazerler bu süreçte etkili ve güvenilirdir (Horch, 2005; Deppe, 2007).

Kanser Cerrahisi

Baş ve boyun bölgesindeki malign tümörlerin tekrar etme oranı, kombine tedavilere rağmen %7-30 arasında değişmektedir. Bu nedenle, termal lazer enerjisi, kanser cerrahisinde önemli bir rol oynamaktadır. Termal lazer enerjisinin arter, ven ve lenf damarlarını kapama yeteneği, kanser tedavisinde faydalıdır (Horch, 2005; Deppe, 2007).

Estetik ve Plastik Cerrahi

Yüzeysel vasküler ve pigment lezyonlar, genellikle argon lazerlerle tedavi edilir. NdYAG lazerler, derin vasküler lezyonlar ve tümörler üzerinde etkili olurken, CO₂ lazerleri egzofitik lezyonları buharlaştırmak için kullanılır. Keloidlerin lazerle tedavisi genellikle etkili değildir ve bu alanda daha fazla araştırma gereklidir (Horch, 2005; Deppe, 2007).

Damar ve Sinir Cerrahisi

Nd-YAG lazeri, damarların konvansiyonel cerrahi suturlarına kıyasla daha az zarar görmesini sağlar. Ayrıca, CO2 lazerleriyle yapılan damar anastomozlarında daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Argon lazerleri ise, sinirlerde selektif koagülasyon sağlamak amacıyla kullanıldığında, konvansiyonel mikro cerrahi suturlarla benzer başarılar göstermektedir (Horch, 2005; Deppe, 2007).

Çocuklarda Lazer Kullanımı

Kraniomaksillofasiyal cerrahide lazer terapisi, hemanjiomlar veya tek yumurta ikizlerinde görülen konjenital spinal arteriovenöz malformasyonlar gibi durumlarda endikedir. Argon, NdYAG ve dye lazerler bu tedavi için kullanılmaktadır. Ayrıca, CO2 lazerleri, bebeklerde dudak damak yarıklarında da tercih edilmektedir (Horch, 2005; Deppe, 2007).

Yumuşak Doku Cerrahisi

Kistler ve gingival hiperplaziler gibi benign oluşumların eksizyonunda, CO2 ve Er-YAG lazerler konvansiyonel cerrahi tekniklerin alternatifleri olarak yaygın kullanıma sahiptir (Horch, 2005; Deppe, 2007). Diyet lazerler, vestibüloplasti, oral hemanjiomlar ve gingival hiperplazilerde kullanılmak üzere geliştirilmiştir (Coluzzi, 2007; Saleh, 2007). CO2 lazerler oral yumuşak doku cerrahisinde bistürinin yerini alabilir ve premalign lezyonların cerrahi tedavisinde, CO2 lazer, diyet lazer ve Nd-YAG lazer gibi seçenekler uzun süredir kullanılmaktadır.

Ağız ve Dil Cerrahisi

Dil lezyonlarında lazer cerrahisi, doku iyileşmesi sırasında kontraksiyonun olmaması nedeniyle fonksiyon bozukluğunu minimuma indirir. CO2, Nd-YAG ve argon lazerler, oral vasküler lezyonların eksizyonunda etkilidir. Nd-YAG lazeri, dilin lateral kısmındaki pleomorfik adenom tedavisinde kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Saleh, 2007). Minör aftöz ülser tedavisinde, kontaksız modda Nd-YAG lazer kullanımı önemli iyileşme ve hasta uyumu göstermiştir (Capodiferro, 2009).

Apikal Rezeksiyon

Apikektomide lazer kullanımı şu an için tartişmalıdır. şu ana kadar lazer destekli apikektomi, konvansiyonel prosedürlere kıyasla daha iyi sonuçlar vermemiştir (Horch, 2005; Deppe, 2007).

TME Cerrahisi

Holmium YAG lazer, temporomandibular eklem cerrahisinde kullanılmaktadır (Deppe, 2007).

Sert Doku Cerrahisi

Konvansiyonel osteotomi tekniklerine kıyasla, Er-YAG lazer ile iyileşme süresi çok az gecikmektedir. Er-YAG lazer sonrası iyileşme gecikmesi daha fazla olup, CO2 lazer kullanımı ise şiddetli termal etki nedeniyle daha uzun bir iyileşme süresi gerektirir (Deppe, 2007). Excimer lazerlerin minimal ablasyon hızları nedeniyle kemik cerrahisinde kullanılmaz (Deppe, 2007; Miserendino, 1995). Erbium YAG lazer, sert doku cerrahisinde birincil cerrahi araç olarak öne çıkmaktadır (Saleh, 2007). Lazer cerrahisi, postoperatif ağrıyı azaltma ve ödemi minimize etme gibi avantajlarla, kemik kesisi işlemlerinde minimal invaziv bir teknik olarak oldukça faydalıdır (Papadaki, 2007).

Düşük Doz Lazerler

Düşük enerjili lazer terapisi (DEL), ilk kez 1960 yılında Dr. Theodore Maiman tarafından geliştirilmiş ve bu yıllarda Mester tarafından bu lazerlerin karsinogenik etkilerini araştırmak için fareler üzerinde yapılan deneyler önemli sonuçlar doğurmuştur. Mester, "ruby" ve helyum-neon (He-Ne) lazerleriyle yaptığı bu çalışmalarda herhangi bir kanser yapıcı etki gözlememiştir. Ancak, dikkat çeken en önemli bulgu, lazer ışığına maruz kalan yaraların daha hızlı iyileşmesiydi. Bu bulgunun ardından, Mester'in gerçekleştirdiği diğer çalışmalar, lazer

tedavisinin %85 oranında başarı sağladığını göstermiştir. Bu başarı, Arndt-Schultz Kanunu'nu ortaya çıkarmıştır. Kanuna göre, lazer ışınlarının dozu çok düşükse etkisiz, çok yüksekse ise inhibe edici etki gösterir.

Düşük enerjili lazer tedavisinin, biyolojik ve biyokimyasal süreçlerde iyileşme üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir. Bu etkiler arasında lokal kan dolaşımının hızlanması, hücrelerin çoğalmasının artması ve kollajen sentezinin iyileşmeye katkı sağladığı belirtilmektedir (Vescovi, 2007; Desmet, 2006). Ayrıca, düşük doz lazer tedavisinin, yara iyileşmesini hızlandırma, ağrıyı azaltma ve sinirlerin yenilenmesini artırma gibi etkileri vardır (Vescovi, 2007; Krynicka, 2010). Lazer biyostimülasyonunun yara iyileşmesindeki faydaları, bisfosfonat kullanımı nedeniyle ortaya çıkan çene osteonekrozu tedavisinde de etkili olduğu rapor edilmiştir (Vescovi, 2010).

Lazer ışını, dokuda 1°C'yi geçmeyen bir ısı artışı yaratarak biyostimülasyon etkisi gösterir. Bu biyostimülasyon etkisi sayesinde yapılan tedavi, "düşük doz lazer tedavisi" olarak adlandırılmaktadır (Altan vd., 2012). Terapötik lazer tedavisi literatürde "lazerli fotobiyostimülasyon", "fotobiyostimülasyon" veya "biyostimülasyon" gibi terimlerle de ifade edilmektedir (Sun & Turner, 2004). Düşük doz lazerlerin enerji gücü 50-500 mW arasında olup, dalga boyları 630-980 nm arasında değişen kırmızı ışık ve yakın kızılötesi (Near Infrared-IR) ışık içerir. Bu lazerler, sürekli dalga (Continuous Wave/CW) veya atımlı (pulsed) modlarda kullanılabilir (Tuner & Beck-Kristensen, 2010).

Düşük doz lazerlerin sınıflandırılması genellikle dalga boylarına göre yapılır. Lazerin dalga boyu ve hedef dokunun yapısına bağlı olarak penetrasyon derinliği değişir. Kırmızı ışık dalga boyundaki lazerler yüzeysel tabakalarda emilim yaparken, kızılötesi ışık daha derin dokulara nüfuz edebilir, 3-5 cm'ye kadar inebilir (Tuner & Beck-Kristensen, 2010). Biyostimülasyon için en uygun dalga boyu aralığı 550-950 nm olarak belirlenmiştir. Bu aralıktaki ışık dokunun daha derin katmanlarına ulaşırken, bu dalga boyu dışındaki ışık yüzeysel emilim gösterir ve derin dokular üzerinde etkili olamaz (Altan vd., 2012; Hillenkamp, 1990). Ayrıca, dokuların içeriğindeki su, hemoglobin ve melanin gibi maddeler, her bir dokunun farklı dalga boylarını farklı oranlarda emmesine neden olur (Ginkovski & Pokora, 2001).

Düşük doz lazer tedavisinin temel ilkelerinden biri, Arndt-Schultz kanununa dayanmaktadır. Bu kanuna göre, çok düşük uyarılar etkisizdir, ancak uyarı seviyeleri arttıkça etkiler artar. Ancak, doz aşırı yüksek olduğunda, stimülasyon azalır ve çok yüksek dozlar, stimülasyonu tamamen engeller (Tuner & Beck-Kristensen, 2010).

Yara İyileşmesi

İn vivo ve in vitro çalışmalarda, Düşük Doz Lazer Terapisi (DDLT) uygulamasının, iyileşme sürecindeki bazı metabolik aktiviteleri artırdığı gözlemlenmiştir. Birçok araştırma, düşük doz lazerin yara iyileşmesinde uyarıcı bir etkisi olduğunu, ancak yüksek dozların baskılayıcı etkiler yarattığını göstermektedir (Hall, 1994). Cilt dokusunda yapılan çalışmalar, lazer tedavisinin kollajen üretimi ve iyileşme dokusunun dayanıklılığını artırdığını ortaya koymuştur. Öte yandan, yüksek enerjili lazer uygulamaları (örneğin 9,3 J/cm²) onarım süreçlerini bozmakta veya yavaşlatmaktadır (Walsh, 1997). DDLT tedavisiyle iyileşen yaralarda granülasyon dokusu artmış, epitelizasyon erken başlamış, fibroblast proliferasyonu ve matris sentezi artmış, ayrıca neovaskülarizasyon (yeni damar oluşumu) artmıştır (Bisht, 1994).

Bir klinik çalışmada, cilt dokusunun iyileşmesini inceleyen 125 hasta üzerinde yapılan araştırmada, günlük lazer uygulamalarının iyileşme süresini hızlandırdığı ve iyileşen dokunun dayanıklılığını artırdığı gözlemlenmiştir (Smith, 1992). Ancak, tedavinin en yüksek etkisinin günlük uygulamalarla elde edildiği, gün aşırı uygulanan tedavi ile daha düşük fayda sağlandığı bulunmuştur (Walsh, 1997).

Ayrıca, intraoral yaralar üzerinde yapılan araştırmalar, DDLT'nin olumlu etkilerini de göstermektedir. Bu tedavi, aftöz stomatitin tedavisinde de etkili bulunmuştur (Neiburger, 1995). DDLT, alveolit, aftöz ülser, mukozit, periodontitis, perikoronit, diş eti iltihabı, temporomandibular eklem (TMJ) sorunları ve hatta kas-iskelet hastalıkları, sinüzit ve kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok patolojinin tedavisinde kullanılmıştır (Walsh, 1997; Sun, 2004).

BÖLÜM III

Yöntem

Bu çalışma Şubat-Mart 2024 tarihleri arasında Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda yapılmıştır. Bu tarihlerde hastanemize gelen hastalarımızın, radyolojik incelemenin ardından mandibula da vertikal lokalizasyondaki (sınıf 1, pozisyon C), kemik ile kaplı, çekim kararı verilen unilateral ve bilateral, alt yirmi yaşa sahip 18-41 yaş aralığında toplamda 60 hasta ile çalışılmıştır (Resim 1 ve 2). Çift taraflı operasyon gerçekleştirilen hastalarda, iki operasyon arası minimum 21 gün verilmiş böylece iki operasyon arası incelenecek parametreler konusunda hata yapılması engellenmiştir.

Hastalara uygulanacak yöntem detaylı bir şekilde anlatılmış ve onay alınmıştır. Çalışmaya dahil edilen vakalar biri kontrol grubu olmak üzere dört ayrı grupta bakılmıştır. Bu vakalardan 15 vaka da kemik, geleneksel cerrahi yöntemi ile uzaklaştırılarak soket boşluğuna PRF protokolü yapılmıştır (Grup 1). Diğer 15 kişilik gruba ise, kemik geleneksel cerrahiyle uzaklaştırılmış, soket boşluğuna PRF protokolü yapılmış, ilk üç gün hastaya angulus bölgesin ekstraoral olarak düşük doz lazer tedavisi uygulanmıştır (Grup 2). 15 vakaya ise kalan kemik, geleneksel cerrahi yöntemi ile uzaklaştırılarak soket primer kapatılmış ve ilk üç gün hastaya angulus bölgesine ekstraoral olarak düşük doz lazer tedavisi uygulanmıştır. (Grup 3). Kontrol grubundaki 15 vakaya ise, geleneksel yöntemler uygulanarak gömülü yirmi yaş operasyonu gerçekleştirilmiştir. Tüm hastalara operasyon sonrası günde iki kez alınacak şekilde 875/125 mg amoksisilin/klavulanik asit tablet, asetaminofen tablet ve günde üç kez olmak üzere klorheksidin gargara verilmiştir.

Bu şekilde gömülü alt yirmi yaş dişi olan hastalarda operasyon sonrası dönemde düşük doz lazer ve PRF'nin postoperatif dönemde ağrı, ödem ve trismus üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Hastahanemize başvuran ve çalışmamıza katılan hastaların operasyon öncesi klinik ve radyolojik değerlendirmeleri yapılmıştır. Çalışmaya şu kriterlere uyan hastalar dahil edilmiştir: - Profilaktik amaçlarla çekilmesi gereken bilateral veya unilateral vertikal gömülü dişlere sahip olanlar,

- Sistemik bir hastalığı bulunmayanlar,

- Opioid ya da opioid türevlerini kullanmayanlar,
- Reşit olanlar,
- Tütün ve alkol gibi zararlı alışkanlıklara sahip olmayanlar,
- Gebe olmayanlar,
- Tedavi sonrasında yaygın kullanılan antibiyotiklere (penisilin gibi) karşı alerjisi bulunmayanlar.

Tedavi öncesinde enfeksiyon nedeniyle antibiyotik kullanmakta olan, akut perikoronit ya da önemli periodontolojik rahatsızlıkları olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Ayrıca operasyon sırasında frez ile seperasyon gerektiren diş vakaları da çalışmaya alınmamıştır.

Pell ve Gregory sınıflamasına göre çene kemiğine göre dişin lokalizasyonu, gömülülük derinliği, ramus ve inferior alveolar sinirle ilişkisi bakımından benzer cerrahi durumlara sahip vakalar çalışmaya dahil edilmiştir (Pell & Gregory, 1933).

Çalışmaya katılan tüm hastalara operasyon öncesi ve sonrası prosedürler ile olası komplikasyonlar hakkında ayrıntılı bilgi verilmiş ve tüm bu bilgileri içeren onam formları hastalar tarafından imzalanmıştır. Araştırma protokolü, Yakın Doğu Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Değerlendirme Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (proje numarası: YDU/2024120-1808).



Resim 1: Hastaya ait tek taraflı vertikal gömülü diş ortopantomografisi



Resim 2: Hastaya ait çift taraflı vertikal gömülü diş ortopantomografisi

Cerrahi Uygulama

Hastalar, asepsi ve antisepsi kurallarına uygun şekilde steril cerrahi koşullarda operasyona alınmıştır. Standardizasyonu sağlamak amacıyla tüm cerrahi işlemler aynı cerrah ve asistan tarafından gerçekleştirilmiştir. Lokal anestezi olarak, N. alveolaris inferior ve bukkal sinir blok anestezisi için 0.012 mg/mL epinefrin HCl ve 40 mg/mL articaine HCl içeren 2 mL Ultracain D-S forte ampul (Sanofi Aventis) kullanılmıştır. Tüm gruplarda, No. 15 bistüri ile horizontal ve bukkal rahatlatma insizyonları yapılarak mukoperiostal üçgen flep kaldırılmış ve kemik ekspozu sağlanmıştır. Kemik kaldırma işlemi geleneksel yöntemle gerçekleştirilmiştir. Tüm operasyonlarda tam kalınlıklı bir mukoperiostal flep kaldırılarak cerrahi prosedür uygulanmıştır. Flep kaldırıldıktan sonra, tüm test gruplarında osteotomi işlemi standart protokole uygun olarak yüksek hızlı cerrahi el aleti Woodpecker (Woodpecker Medical Instrument Co., Çin) ve 1,6 mm çapındaki yuvarlak rond frez kullanılarak, serum fizyolojik ile sürekli soğutma sağlanarak 40.000

devir/dakikada gerçekleştirilmiştir (Resim 3). Cerrahi uygulama kuralları doğrultusunda, oklüzal ve bukkal bölgedeki kemik kaldırılmıştır (Resim 4). Bu işlemin ardından, bukkal kortikal kemik ile diş arasında bulunan kansellöz kemik uzaklaştırılarak elevatör giriş yolu açılmış ve diş, bein elevatörü yardımıyla atraumatik bir şekilde alveolden çıkarılmıştır.



Resim 3: Kemik osteotomisi için kullanılan cerrahi el aleti



Resim 4: Oklüzal ve bukkal bölgedeki osteotomi işlemi

Çekim işlemi sırasında ve sonrasında oluşan kemik partikülleri, doku artıkları ve diş epiteli dikkatlice kürete edilerek uzaklaştırılmıştır. Ardından, kavite serum fizyolojik ile irrigasyon yapılarak hemostaz sağlanmıştır. Kanama kontrolünü takiben, kavite herhangi bir antibakteriyel ajan içermeyen steril serum fizyolojik ile tekrar irrigasyon edilerek cerrahi saha temizlenmiş ve hemostazın devamlılığı sağlanmıştır. Tüm hastalardan onam alınmış, PRF sokete yerleştirildikten sonra primer kapatılmıştır (Grup 1 ve Grup 2). PRF uygulanacak gruptaki hastalardan operasyondan hemen önce vakumlu tüpler ile venöz kan alınmıştır ve PRF oluşumu için santrifüj işlemi gerçekleştirilmiştir. Grup 2 hastalara işlem sonrası extraoral olarak 8 dakika düşük doz lazer uygulanmıştır. Grup 3'deki hastalara geleneksel osteotomiye ek olarak işlem sonrası yine grup 2 ile aynı lazer protokolü uygulanmıştır.

PRF elde edilmesi

Operasyona başlamadan önce hastadan alınan venöz kan (Resim 5), 10 ml'lik cam kaplı silikon tüpe yerleştirilerek, önceden ayarlanmış santrifüj cihazına (Elektro-mag M415P) konulmuştur. Santrifüj işlemi, 3000 rpm hızında 10 dakika boyunca gerçekleştirilmiştir (Resim 6). Bu işlem olabildiğince hızlı yapılmıştır, çünkü trombosit aktivasyonunun başlamasıyla fibrinojenin fibrine dönüşme riski bulunmaktadır.

Santrifüj işleminden sonra tüpte üç farklı tabaka oluşmuştur. Tüpün en üst kısmında trombositlerden fakir plazma, orta kısmında PRF pıhtısı ve en alt kısmında kırmızı kan hücreleri yer almıştır. Oluşan PRF pıhtısı, Addison penseti yardımıyla nazikçe tüpten çıkarılmış ve gruplara göre uygun şekilde kullanılmıştır. Her 10 ml'lik tüp, bir çekim boşluğunu doldurmak için yeterli miktarda PRF pıhtısı üretmektedir.

Kan alımı ve santrifüj işlemi

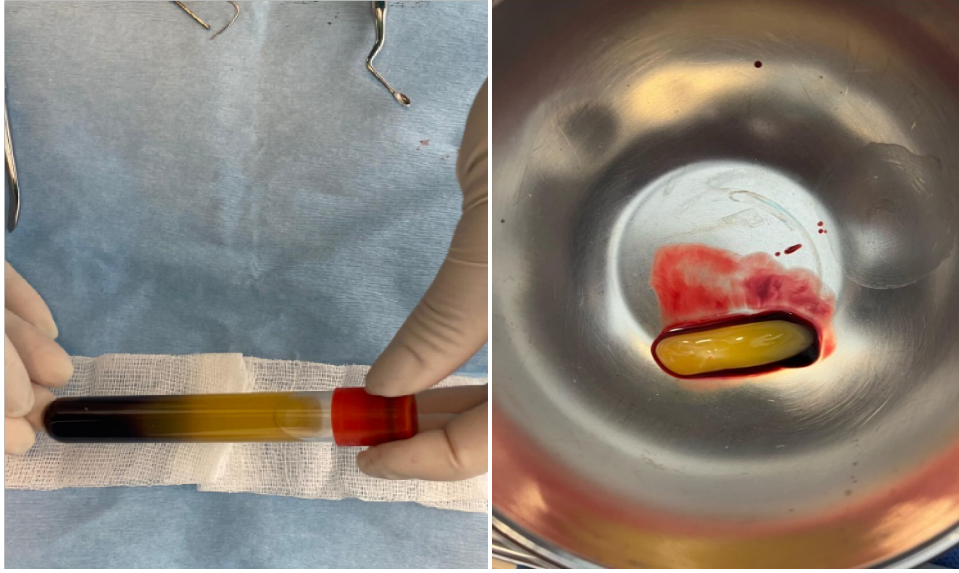
Operasyona başlamadan önce, hastadan alınan 10 mL venöz kan, herhangi bir antikoagülan içermeyen cam kaplı silikon tüpe transfer edilmiştir (Resim 5). Kan örneği, önceden 3000 rpm (400 G) olarak ayarlanmış santrifüje (Elektro-mag M415P) yerleştirilerek, (Resim 6) 10 dakika süreyle santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. Antikoagülan içermeyen ortamda trombosit aktivasyonu ve fibrin polimerizasyonunun hızla tetikleneceği göz önünde bulundurularak işlem hızlı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Santrifüj işlemi sonrasında, tüpün alt bölümünde eritrositlerden oluşan kırmızı kan hücreleri katmanı, üst bölümünde trombositlerden fakir asellüler plazma, orta kısmında ise trombositlerden zengin fibrin (PRF) pıhtısı meydana gelmiştir (Resim 7). Elde edilen PRF pıhtısı, steril presel yardımıyla dikkatli bir şekilde tüpten çıkarılarak doğrudan kullanıma hazır hale getirilmiştir. Her bir 10 mL'lik tüpten elde edilen PRF pıhtısı, tek bir çekim soketini doldurabilecek yeterli hacmi sağlamaktadır.



Resim 5. Kanın vakumlu tüpe alınma protokolü



Resim 6. Santrifüj cihazı



Resim 7. Oluşan Trombositten Zengin Fibrin

Elde edilen PRF pıhtısı özenle çekim soketine yerleştirilmiş, ardından mukoperiostal flep orijinal anatomik pozisyonuna adapte edilerek yara kenarları primer olarak kapatılmıştır. Son aşamada, 18 mm uzunluğunda ve ½ yuvarlak iğneye sahip 3/0 ipek suture kullanılarak dikiş işlemi gerçekleştirilmiştir (Resim 8).



Resim 8. PRF çekim soketinin içerisine dikkatlice yerleştirilmesi ve soketin 3/0 ipek suturelarla primer olarak kapatılması

Lazer Uygulanması

Hastaya diş çekimi sonrası 3 gün boyunca aynı saatte uygulanmıştır. DDLT, hastanın angulus bölgesine ekstraoral olarak B-Cure Dental Pro Lazer (Resim 9) (Model: B-Cure Pro; Ergonex Technologies Ltd., Haifa, İsrail) kullanılarak uygulanmıştır. Mandibular açıda bulunan angulus bölgesi, mandibula gövdesinin ramus ile birleştiği alanı ifade eder. Bu bölge, çene alt arka kısmında, kulak ve temporomandibular eklem (TME) altında konumlanmıştır (Saghiri & Asgary, 2015). Üçüncü molar diş çekimleri sonrası oluşan şişlik ve rahatsızlık nedeniyle angulus bölgesi, cerrahi sonrası iyileşme sürecinde sıkça hedeflenen bir alan olup, DDLT uygulaması ile inflamasyonun azaltılması, iyileşmenin hızlandırılması ve ağrının hafifletilmesi sağlanarak hem kaslar hem de çekim soketi desteklenmektedir (Wu & Cheng, 2016).

B-Cure Dental Pro Lazer, 808 nanometre (nm) dalga boyunda sürekli dalga modunda çalışmakta olup, 250 milliwatt (mW) güç çıkışı ve 4 Joule (J)/santimetreküp (cm³) enerji yoğunluğu ile etki göstermektedir. Her seans 480 saniye (s) sürmüş ve 1 santimetreküp (cm³) nokta boyutunda uygulanmıştır. Tedavi, cerrahi günü başlayarak iki gün daha devam etmiş ve toplam üç seans şeklinde gerçekleştirilmiştir. Seanslar, tedavi etkilerini standart hale getirmek için her gün aynı saatte uygulanmıştır. En iyi sonuçların elde edilmesi için lazer teması, açısı ve enerji yoğunluğu, bireysel anatomik farklılıklara göre ayarlanmıştır. Belirlenen spesifik parametreler, postoperatif ağrı, şişlik ve trismusun azaltılmasında etkinlik gösteren önceki çalışmalar baz alınarak seçilmiştir (Dissanayake & Kottahachchi, 2018; Singh & Kumar, 2017).



Resim 9. B-Cure Dental Pro Lazer



Resim 10: DDLT uygulanması

Verilerin Değerlendirme Yöntemi

Ağrının Saptanması

Postoperatif ağrı değerlendirmesinde, Görsel Analog Skala (VAS) kullanılmıştır. Hastalardan, ameliyat sonrası ilk 3 gün ve 7. günde hissettikleri ağrı seviyelerini 10 cm uzunluğundaki bir çizgi üzerinde işaretleyerek belirtmeleri istenmiştir (Şekil 15). Bu çizginin başlangıç noktası ağrısız durumu, uç noktası ise en şiddetli ağrıyı temsil etmektedir. Ayrıca, hastaların her gün aldıkları analjezik miktarları kaydedilmiştir.



Şekil 15. Visual Analog Scale (VAS) = Görsel Ağrı Skalası (GAS).

Trismusun belirlenmesi

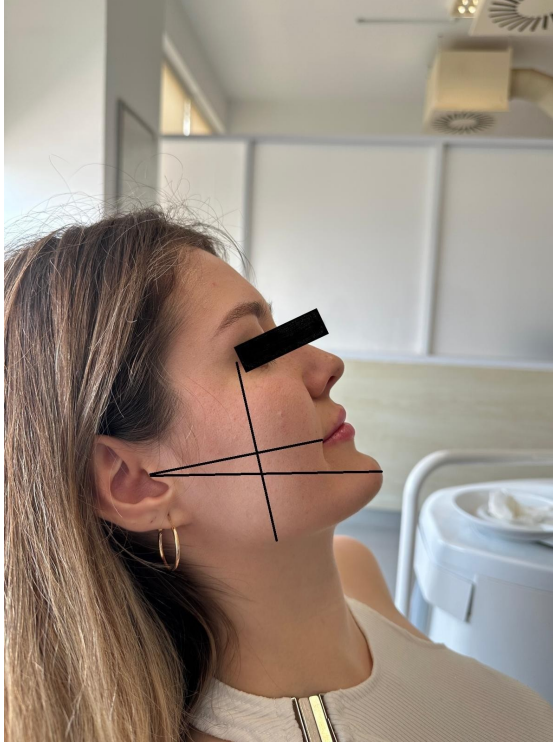
Operasyon sonrası trismus değerlendirmeleri için, hastaların ağız açıklığı mesafeleri, alt ve üst çene santral dişlerinin mezial köşeleri referans alarak ve 0,05 mm hassasiyetle ölçüm yapabilen 'Rohs Compliant dijital hassas kumpas' kullanılarak belirlenmiştir (Resim 11). Ölçümler, cerrahi operasyona başlamadan önce ve operasyon sonrası ilk üç gün ile 7. günde gerçekleştirilmiştir. Her bir ölçüm değeri için, üç kez ölçüm tekrarı yapılmış ve kayıt edilen değerlerin ortalaması alınarak nihai ölçüm değeri belirlenmiştir.



Resim 11. Ağız açıklığının ölçülmesi

Ödemin Belirlenmesi

Cerrahi operasyon sonrası ödem miktarını belirlemek amacıyla, Gabka ve Matsamura'nın önerdiği ölçüm yönteminin modifikasyonu (Üstün vd., 2003) kullanılmıştır. Hastalar dik pozisyonda oturtulmuş ve karşıya bakmaları sağlanmıştır. Yüzdeki tragus, çene ucu, göz köşesi, angulus ve dudak köşesi olmak üzere beş anatomik nokta referans olarak preoperatif, postoperatif, postoperatif 1. gün, 2. gün, 3. gün ve 7. günde aralardaki mesafeler, üç kez tape measure (mezura) ile ölçülüp kaydedilmiştir. (Resim 12) (Üstün vd., 2003).



Resim 12. Trismus değerinin ölçülme yöntemi

BÖLÜM IV

Bulgular ve Yorumlar

Hastaların gömülü yirmi yaş operasyonu sonrası ameliyat bölgesi ilk 3 gün ve 7. gün takip edilmiştir ve incelenmiştir. Tüm hasta gruplarında herhangi bir kritik zarar veya istenmeyen etkiler olmamıştır. Hastalara uygulanan ekstraoral lazer uygulamasında dokuda herhangi bir alerjik yan etki görülmemiştir. Hastaların hiçbirinde kızarıklık (rubor), şişlik (tümör), ısı artışı (kalor), ağrı (dolor) veya fonksiyon kaybı gibi enfeksiyon belirtileri tespit edilmemiştir. Ayrıca, hastalar ishal, mide bulantısı, baş ağrısı ve halsizlik gibi sistemik rahatsızlıklar yaşamadıklarını bildirmişlerdir. Cinsiyet ve operasyon bölgesi dağılımları gruplar arasında farklılık göstermemiştir ($p > 0.05$).

İstatistiksel Değerlendirme Yöntemleri

Çalışmada toplanan veriler Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleriyle normalite, Levene testiyle varyans homojenliği kontrol edilmiştir. Anlamlılık düzeyi için $p < 0,05$ alınmıştır.

Bu değerlerin altında olan ‘p’ değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilirken, bu değerlerin üstünde olan ‘p’ değerleri istatistiksel olarak anlamsız kabul edilmiştir. Çalışmamızda görsel ağrı skalası skorları, trismus ve ödem değerlerinin gruplararası karşılaştırılması Kruskal-Wallis testi kullanılmış ve anlamlı farklar için ikili karşılaştırmalar yapılmıştır.

Görsel Ağrı Skalası (VAS) Skorlarına Ait Sonuçlar

Tablo 1’de operasyon sonrası ağrı şiddetinin Görsel Analog Skala (VAS) ile değerlendirilmesi ve kontrol grubu, PRF (Grup 1), PRF+DDLT (Grup 2) ve sadece DDLT (Grup 3) uygulanan hastalar arasında karşılaştırılması yer almaktadır. VAS sonuçları operasyon sonrası üç farklı zaman diliminde (VAS 1, VAS 2 ve VAS 3) ve toplam VAS değeri (Total VAS) olarak incelenmiştir. VAS değeri ilk 3 ve toplam 7 günün sonunda şu şekildedir;

VAS 1 Değeri

Operasyon sonrası ilk dönem ağrı şiddeti açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,001$). Kontrol grubunun ortalama VAS değeri $49,4\pm9,2$ olup, bu değer PRF grubunda (Grup 1) $41,5\pm8,8$ ’e düşmüştür. PRF+DDLT grubunda (Grup 2) VAS değeri $31,5\pm10,2$, DDLT grubunda (Grup 3) ise $31,0\pm14,9$ olarak tespit edilmiştir. Özellikle PRF ve DDLT kombinasyonu uygulanan grup 2, en düşük ağrı skoruna sahip olmuştur (*A, B*). Bu sonuçlar, PRF ve DDLT’nin ağrı azaltma üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

VAS 2 Değeri

İkinci dönem VAS sonuçları da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir ($p<0,001$). Kontrol grubunun VAS değeri $38,6\pm12,2$ iken, PRF grubunda (Grup 1) $25,4\pm5,5$, PRF+LLT grubunda (Grup 2) $16,5\pm6,9$ ve DDLT grubunda (Grup 3) $14,0\pm10,8$ olarak bulunmuştur. DDLT ve PRF+DDLT uygulanan grupların VAS değerlerindeki düşüş, bu tedavi yöntemlerinin ağrı azaltmadaki etkinliğini ortaya koymaktadır (*B, C, D*).

VAS 3 Değeri

Üçüncü dönem ağrı değerlendirmelerinde de gruplar arasında anlamlı farklar kaydedilmiştir ($p<0,001$). Kontrol grubunda ağrı şiddeti $22,2\pm10,6$ olarak saptanırken, PRF grubunda (Grup 1) bu değer $10,3\pm7,2$ ’ye düşmüştür. PRF+DDLT grubunda (Grup 2) ağrı

seviyesi en düşük seviyede olup $1,7 \pm 2,0$ olarak tespit edilmiştir. DDLT grubunda ise (Grup 3) VAS değeri $4,1 \pm 9,5$ 'tir. PRF+DDLT uygulaması en düşük ağrı skorlarına sahip olmuştur (B, C).

Toplam VAS Değeri

Toplam VAS değerleri incelendiğinde, gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir ($p < 0,001$). Kontrol grubunda toplam VAS değeri $110,2 \pm 29,9$ iken, Grup 1 (PRF) $77,2 \pm 13,2$, Grup 2 (PRF+DDLT) $49,7 \pm 15,9$ ve Grup 3 (DDLT) $49,1 \pm 30,2$ olarak belirlenmiştir. Özellikle, PRF ve DDLT'nin birlikte kullanıldığı grup 2, en düşük toplam ağrı skoruna sahip olmuştur.

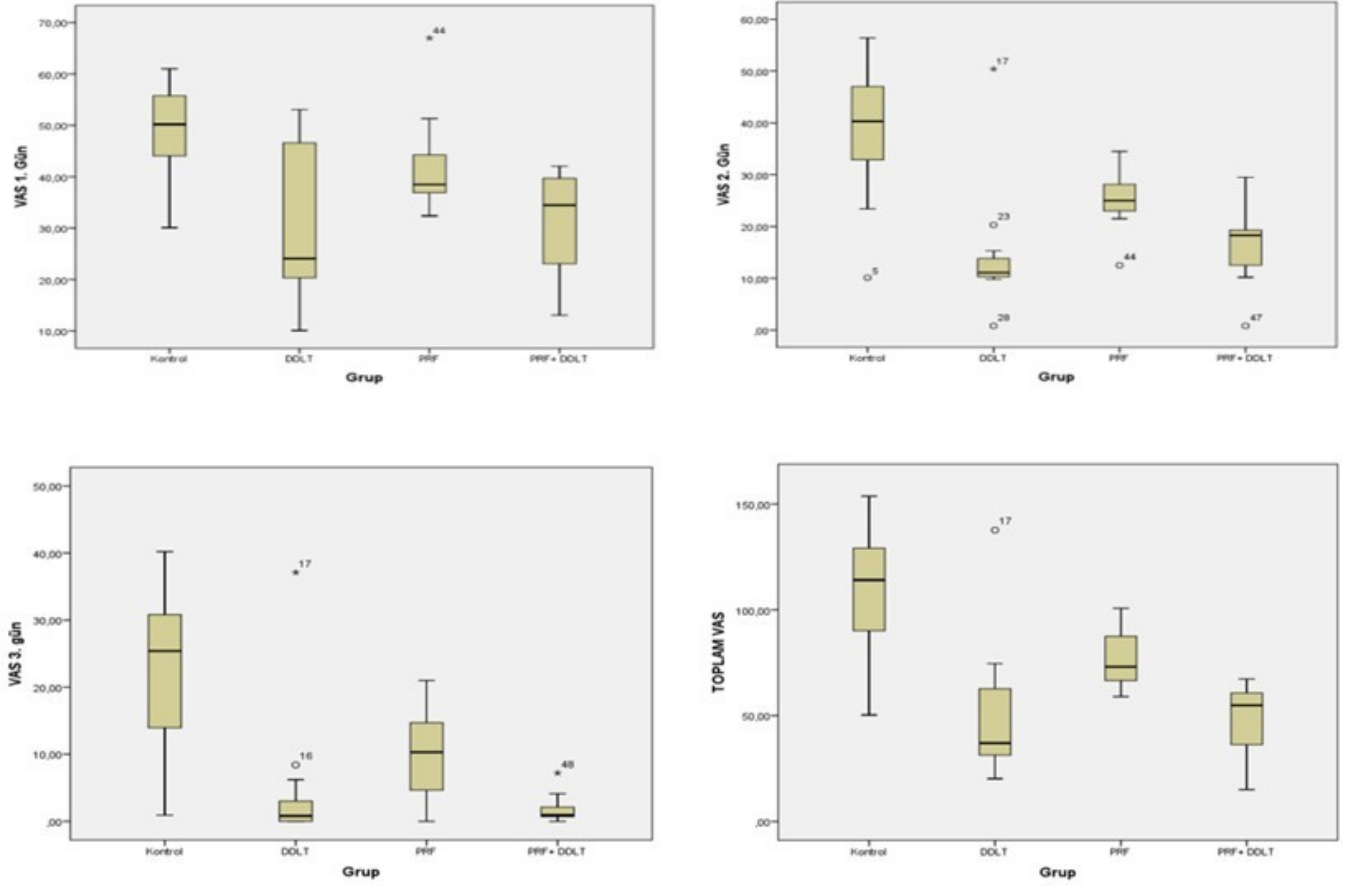
PRF ve DDLT'nin, hem tek başına hem de birlikte kullanıldığında, gömülü diş çekimi sonrası ağrıyı anlamlı derecede azalttığı ve özellikle PRF+DDLT kombinasyonunun bu çalışmadaki en etkili yöntem olabileceği görülmektedir. (Grafik 1).

Tablo 1. Gruplara göre VAS değerlerinin karşılaştırılması

Grup	Grup 1 (PRF)				Grup2 (PRF+DDLT)	Grup3 (DDLT)			
	Ort±SS		Ort±SS		Ort±SS	Ort±SS			p
	Med.(Ç 1:Ç3)	Ort±S S	Med.(Ç1 :Ç3)		Med.(Ç 1:Ç3)		Med.(Ç1:Ç3)		
VAS 1	49,4±9,2	50,2(40, 1:58,1)	41,5± 8,8	38,5(36,0 :45,3)	31,5±10,2	34,5(22, 2:39,8)	31,0±14 ,9	24,1(20 ,3:47,1)	<0,001* _{A,B}
VAS 2					16,5±6,9				<0,001* _{B,C,D}
	38,6±12, 2	40,3(30, 2:47,3)	25,4± 5,5	25,0(23,0 :29,3)		18,3(11, 8:19,5)	14,0±10 ,8	11,1(10 ,2:15,1)	
VAS 3					1,7±2,0		4,1±9,5		<0,001* _{B,C}
	22,2±10, 6	25,4(13, 7:31,8)	10,3± 7,2	10,3(2,3: 15,4)		0,9(0,4: 2,3)		0,8(0,0: 4,3)	
TOPLAM VAS	110,2±29 ,9	114,1(7 9,4:131, 4)	77,2± 13,2	73,1(66,5 :91,2)	49,7±15,9	54,9(35, 2:60,8)	49,1±30 ,2	37,0(30 ,7:69,1)	<0,001* _{B,C,D,E}

*<0,05; Kruskal Wallis Test İstatistiği; A= Kontrol-Grup1 (PRF) ; B= Kontrol-Grup2 (PRF+DDLT) ;

C=KontrolGrup3 (DDLT) ; D=Grup3 (DDLT) -Grup1 (PRF) ; E=Grup1 (PRF) -Grup2 (PRF+DDLT) .



Grafik 1. Vas Değerleri.

Hastaların Aldığı Analjezik Sayılarına Ait Sonuçlar

Gruplar arasında toplam analjezik kullanımı açısından da anlamlı farklar bulunmuştur ($p<0,001$). Kontrol grubunda toplam analjezik kullanımı $8,8\pm2,2$ olarak en yüksek değerde kaydedilmişken, PRF grubunda $7,2\pm2,1$, PRF+LLT grubunda $4,2\pm0,9$ ve LLT grubunda $4,3\pm2,4$ olarak tespit edilmiştir. PRF ve LLT'nin kombine uygulanmasının ağrı kesici ihtiyacını anlamlı şekilde azalttığı görülmektedir.

Operasyon sonrası hastaların analjezik skorları değerlendirildiğinde 1,2,3 ve 7.günlerin değerleri toplamında ,gruplara göre analjezik 1 değerlerine bakıldığında, analjezik 1 değerlerinin

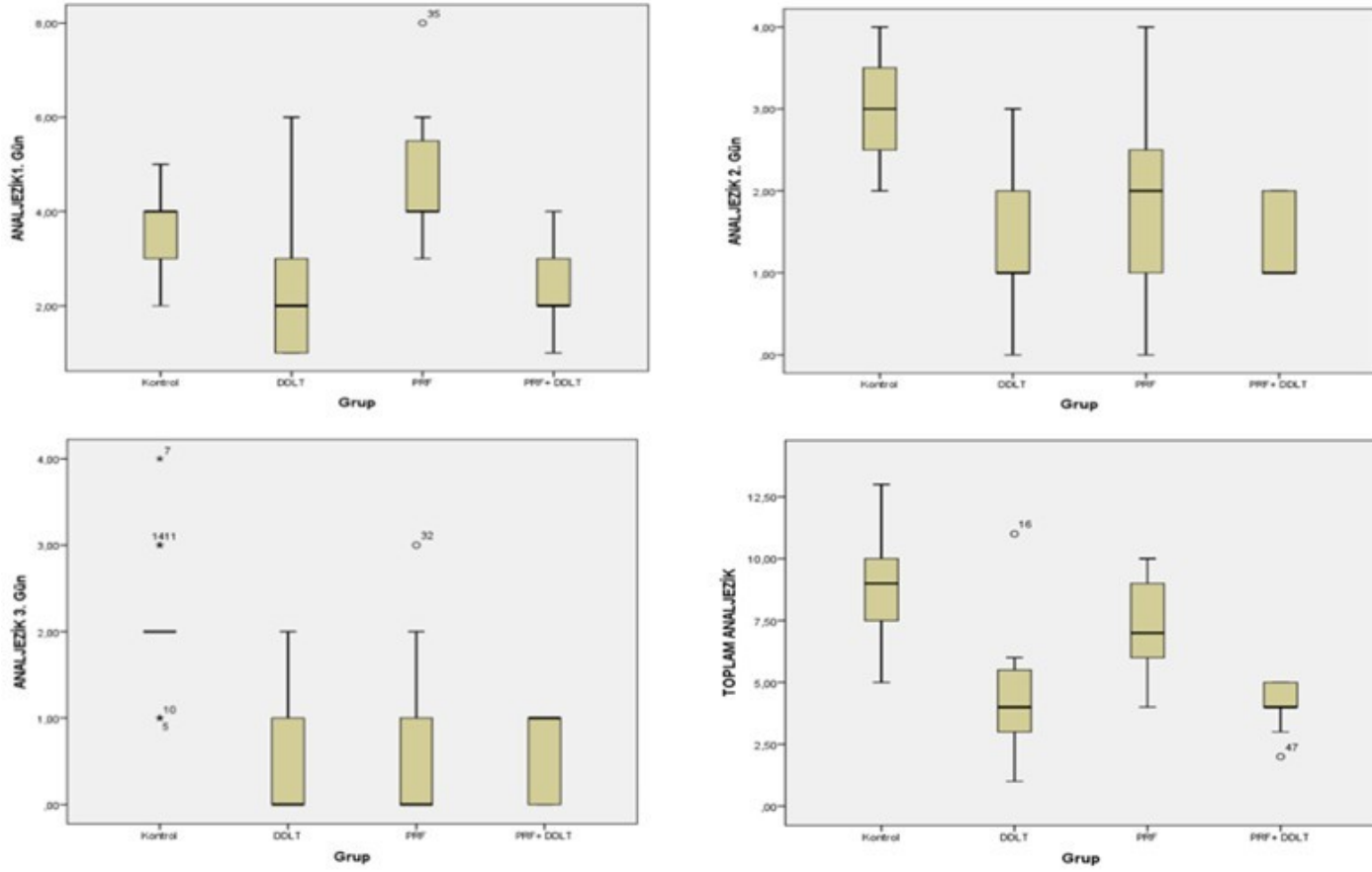
kontrol grubu ile grup 3 (DDLT) ve grup 2 (PRF+DDLT) grupları, grup 1 (PRF) ile grup2 (PRF+DDLT) ve Grup1 (PRF) ile Grup3 (DDLT) de anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,001$). Gruplara göre analjezik 2 değerlerine bakıldığında, analjezik 2 değerlerinin kontrol-grup2 (PRF+DDLT) ve kontrol-grup3 (DDLT) Gruplarından anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,001$). Gruplara göre analjezik 3 değerlerine bakıldığında, analjezik 3 değerlerinin, kontrol-grup 2 (PRF+DDLT) ile kontrol-grup3 (DDLT) ve kontrol-grup1 (PRF) gruplarından anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,001$). Gruplara göre toplam analjezik değerlerine bakıldığında, toplam analjezik değerlerinin, anlamlılığın, kontrol-grup2 (PRF+DDLT) ile grup1 (PRF) -grup2 (PRF+DDLT) , kontrol-grup3 (DDLT) ve grup1 (PRF) ve grup3 (DDLT) gruplarından anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,001$).

Bu sonuçlar, PRF ve LLT'nin tek başına ve kombinasyon halinde uygulanmasının, gömülü diş operasyonu sonrası ağrı yönetiminde etkili olduğunu ve ağrı kesici kullanımını anlamlı ölçüde azalttığını göstermektedir. Özellikle PRF+DDLT uygulanan grup, en düşük analjezik kullanımını göstermiştir.

Tablo 2. Gruplara göre analjezik değerlerinin karşılaştırılması

Grup	Kontrol	Grup1 (PRF)	Grup2 (PRF+DDLT)	Grup3 (DDLT)
	Ort±SS	Med.(Ç1:Ç3)	Ort±SS Med. (Ç1:Ç3)	Ort±SS Med.(Ç1:Ç3)
ANALJEZİK 1	3,7±1,0	4,0(3,0:4,0)	4,6±1,4 4,0(4,0:6,0)	2,3±0,9 2,0(2,0:3,0)
ANALJEZİK 2	3,0±0,8	3,0(2,0:4,0)	2,0±1,1 2,0(1,0:3,0)	1,3±0,5 1,0(1,0:2,0)
ANALJEZİK 3	2,1±0,7	2,0(2,0:2,0)	0,6±0,9 0,0(0,0:1,0)	0,5±0,6 1,0(0,0:1,0)
TOPLAM ANALJEZİK	8,8±2,2	9,0(7,0:10,0)	7,2±2,1 7,0(6,0:9,0)	4,2±0,9 4,0(4,0:5,0)
			</	

*<0,05; Kruskal Wallis Test İstatistiği; A= Kontrol-Grup2 (PRF+DDLT) ; B=Grup1 (PRF) -Grup2 (PRF+DDLT)
C=Kontrol-Grup3 (DDLT) ; D=Grup3 (DDLT) -Grup1 (PRF) ; E= Kontrol-Grup1 (PRF) .



Grafik 2. Analjezik Değerleri

Ödem Değerlerine Ait Sonuçlar

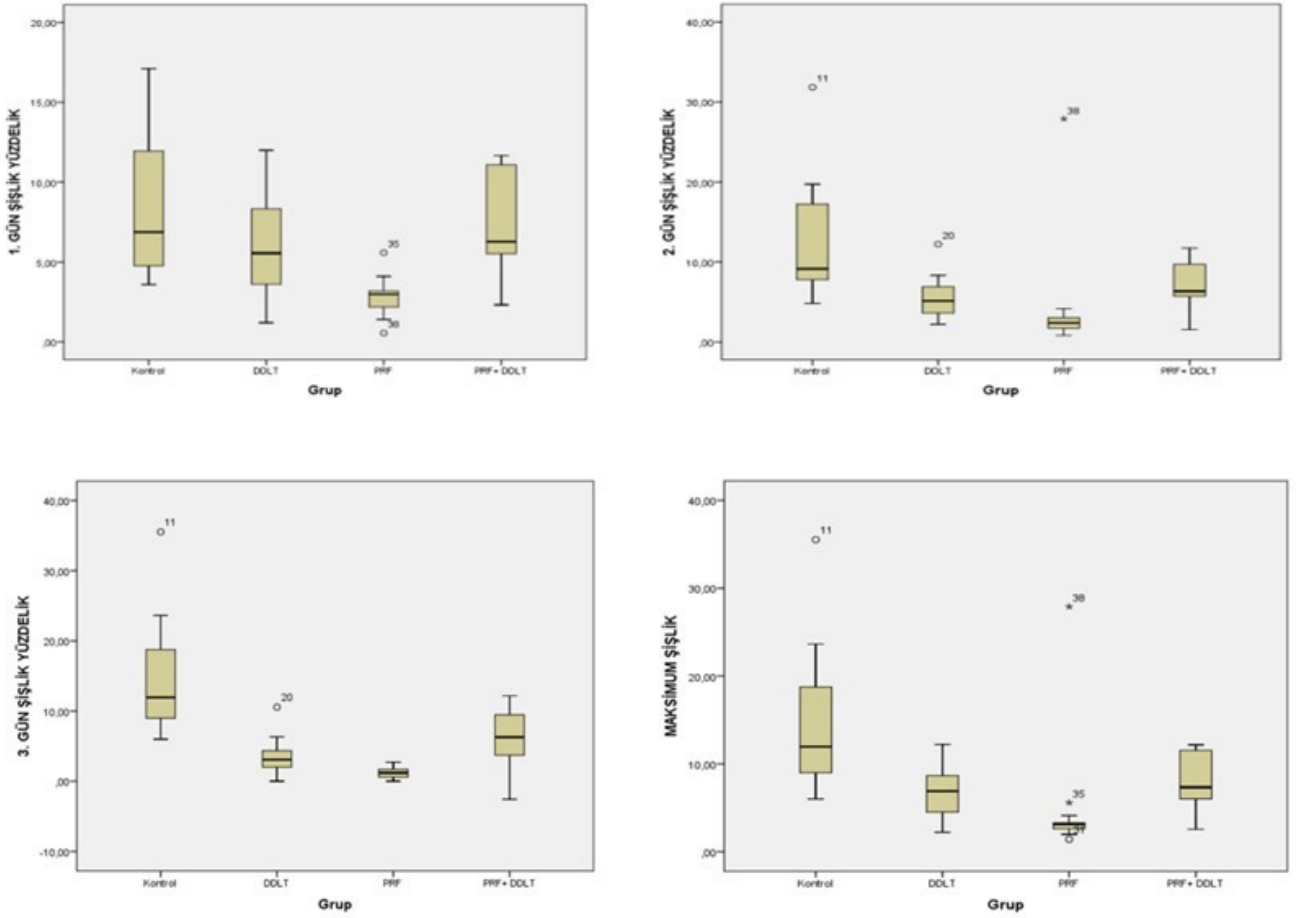
Tablo 3, gruplara göre şişlik değerlerinin karşılaştırılması operasyon sonrası hastaların şişlik yüzdelik skorları değerlendirildiğinde 1,2,3 ve 7.günlerin değerleri toplamında , Gruplara göre şişlik yüzdelikleri değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ($p<0,001$). Anlamlılığın, gruplara göre şişlik1 yüzdelikleri değerlerine bakıldığında değerlerinin kontrol grubu ile grup1 (PRF) grupları, grup1 (PRF) ile grup3 (DDLT) ve grup2 (PRF+DDLT) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü. ($p<0,001$). Gruplara göre şişlik2 yüzdelikleri değerlerine bakıldığında değerlerinin kontrol-grup1 (PRF) grubu ile grup1 (PRF) -Grup2 (PRF+DDLT) grubu ve kontrol-grup3 (DDLT) . gruplarından anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,001$). Gruplara göre şişlik3

yüzdelikleri değerlerine bakıldığında değerlerinin kontrol-grup1 (PRF) grubu ile grup1 (PRF) grup2 (PRF+DDLT) , kontrol-grup3 (DDLT) gruplarından anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü (p=0,001). Gruplara göre maksimum şişlik yüzdelikleri değerlerine bakıldığında değerlerinin kontrol-grup1 (PRF) grubu ile grup1 (PRF) -grup2 (PRF+DDLT) , kontrol-grup3 (DDLT) gruplarından anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü (p<0,001).

Tablo 3. Gruplara göre şişlik yüzdelikleri değerlerinin karşılaştırılması

Grup	Kontrol				Grup1 (PRF)	Grup2 (PRF+DDLT)	Grup3 (DDLT)	p
	Ort±SS	Med.(Ç1 :Ç3)	Ort±S	Med.(Ç1: Ç3)				
1, GÜN ŞİŞLİK YÜZDELİK	8,7±4,7					7,2±3,4	5,9±3,2	<0,001*A,B,C
		6,9(4,5:1 2,4)	2,8±1, 2	3,0(2,1:3, 2)			6,3(4,6: 11,3)	5,6(3,3: 8,3)
2, GÜN ŞİŞLİK YÜZDELİK						7,2±3,0	5,5±2,6	<0,001*A,B,D
	12,6±7, 3	9,2(7,7:1 7,6)	4,1±6, 7	2,4(1,5:3, 1)			6,3(5,4: 10,0)	5,1(3,6: 7,2)
3, GÜN ŞİŞLİK YÜZDELİK						6,1±4,4	3,6±2,5	<0,001*A,B,D
	14,8±8, 1	12,0(8,4: 19,2)	1,2±0, 8	1,2(0,6:1, 9)			6,3(3,1: 9,9)	3,1(1,8: 4,5)
MAXİMUM ŞİŞLİK						8,2±3,3	6,8±3,1	<0,001*A,B,D
	14,8±8, 1	12,0(8,4: 19,2)	4,7±6, 5	3,1(2,5:3, 3)			7,3(5,9: 11,6)	6,9(3,9: 9,0)

*<0,05; Kruskal Wallis Test İstatistiği; A= Kontrol-Grup1 (PRF) ; B=Grup1 (PRF) -Grup2 (PRF+DDLT) ; C=Grup1 (PRF) -Grup3 (DDLT) ; D=Kontrol-Grup3 (DDLT) .



Grafik 3. Şişlik Yüzdesi Değerleri

Trismus Değerlerine Ait Sonuçlar

Operasyon sonrası hastaların Trismus yüzdelik skorları değerlendirildiğinde 1,2,3 ve 7.günlerin değerleri toplamında , gruplara göre trismus yüzdelikleri değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü.Gruplara göre 1.gün trismus yüzdelik değerlerine bakıldığında, 1.gün trismus yüzdelik değerlerinin kontrol ile grup 3 (DDLT) ve kontrol-grup 2 (PRF+DDLT) gruplarından anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü (p=0,004).Gruplara göre 2.gün trismus yüzdelik değerlerine bakıldığında, 2.gün trismus yüzdelik değerlerinin kontrol ile grup3 (DDLT) ve Grup 2 (PRF+DDLT) gruplarından anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü (p=0,001).Gruplara göre 3.gün trismus yüzdelik değerlerine bakıldığında, 3.gün trismus

Yüzdelik değerlerinin kontrol ile grup 3 (DDLT) ile kontrol-grup 2 (PRF+DDLT) ve kontrol Grup 1 (PRF) gruplarından anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü

Grup	Kontrol		Grup1 (PRF)		Grup2 (PRF+DDLT)		Grup3 (DDLT)		p
					Ort±SS	Med.(Ç1:Ç3)	Ort±SS	Med.(Ç1:Ç3)	
1, GÜN T YÜZDELİK	28,7±10,7	25,9(20,1:41,0)	22,0±17,7	15,8(6,5:38,5)	11,7±7,4	10,6(6,0:15,9)	15,5±10,7	11,1(5,7:22,9)	0,004* _{A,B}
2,GÜN T YÜZDELİK	30,9±11,2	28,4(22,6:43,1)	19,4±14,7	15,8(4,2:33,6)	12,3±7,7	10,0(6,0:19,9)	15,3±8,8	14,7(5,9:24,3)	0,001* _{A,B}
3, GÜN T YÜZDELİK	31,3±11,8	28,4(22,3:43,1)	15,3±13,3	13,1(2,3:29,2)	10,1±8,3	8,7(3,0:17,2)	9,6±8,2	6,1(2,4:17,2)	<0,001* _{A,B,C}

MAXİMUM TRİSMUS	45,4±7,5	45,2(39 ,4:50,2)	42,8±4, 1	42,8(38, 8:45,9)	49,5±6,6	48,1±6, 1	0,030* _D
					50,0(4 4,1:54, 7)	49,3(4 2,5:52, 1)	

($p<0,001$).Gruplara göre maximum trismus yüzdelik değerlerine bakıldığında, maximum trismus yüzdelik değerlerinin grup 1 (PRF) ve grup 2 (PRF+DDLT) gruplarından anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü görüldü ($p=0,030$).

Tablo 4. Gruplara Göre Trismus yüzdelik Değerlerinin Karşılaştırılması

* $<0,05$; Kruskal Wallis Test İstatistiği; A=Kontrol-Grup3 (DDLT) ; B=Kontrol-Grup2 (PRF+DDLT) ; C= KontrolGrup1 (PRF) ; D=Grup1 (PRF) -Grup2 (PRF+DDLT) .

Bu tablo, dört farklı grup arasındaki trismus yüzdelik değerlerini karşılaştırmaktadır: kontrol grubu, grup 1 (PRF), grup 2 (PRF+DDLT) ve grup 3 (DDLT). Her grup için farklı zaman dilimlerinde (1. gün, 2. gün, 3. gün) ve maksimum trismus değerleri açısından trismus yüzdelik değişimi ölçülmüştür. Veriler, ortalama $\pm$ standart sapma ($Ort \pm SS$) ve medyan (Ç1:Ç3) değerleriyle sunulmuştur. Ayrıca, Kruskal-Wallis testi kullanılarak gruplar arasındaki farklar analiz edilmiştir.

1. Gün Trismus Yüzdelik Değeri

Kontrol Grubu ($28,7 \pm 10,7$), grup 1 (PRF) ($22,0 \pm 17,7$) ve grup 3 (DDLT) ($15,5 \pm 10,7$) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0,004$). Grup 2 (PRF+DDLT), en düşük trismus yüzdelik değerine sahip olup ($11,7 \pm 7,4$) en belirgin iyileşmeyi göstermektedir. Bu sonuç, grup 2'nin kontrol ve grup 1 ile karşılaştırıldığında daha hızlı bir iyileşme sağladığını ve grup 2'nin tedavi kombinasyonunun trismus üzerinde daha olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir.

2. Gün Trismus Yüzdelik Değeri

Aynı şekilde, kontrol grubu ($30,9 \pm 11,2$), grup 1 (PRF) ($19,4 \pm 14,7$) ve grup 2 (PRF+DDLT) ($12,3 \pm 7,7$) arasındaki farklar da istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0,001$). Grup 2 yine en düşük trismus yüzdelik değerini gösterirken, grup 1 ile karşılaştırıldığında da iyileşme daha belirgindir.

3. Gün Trismus Yüzdelik Değeri

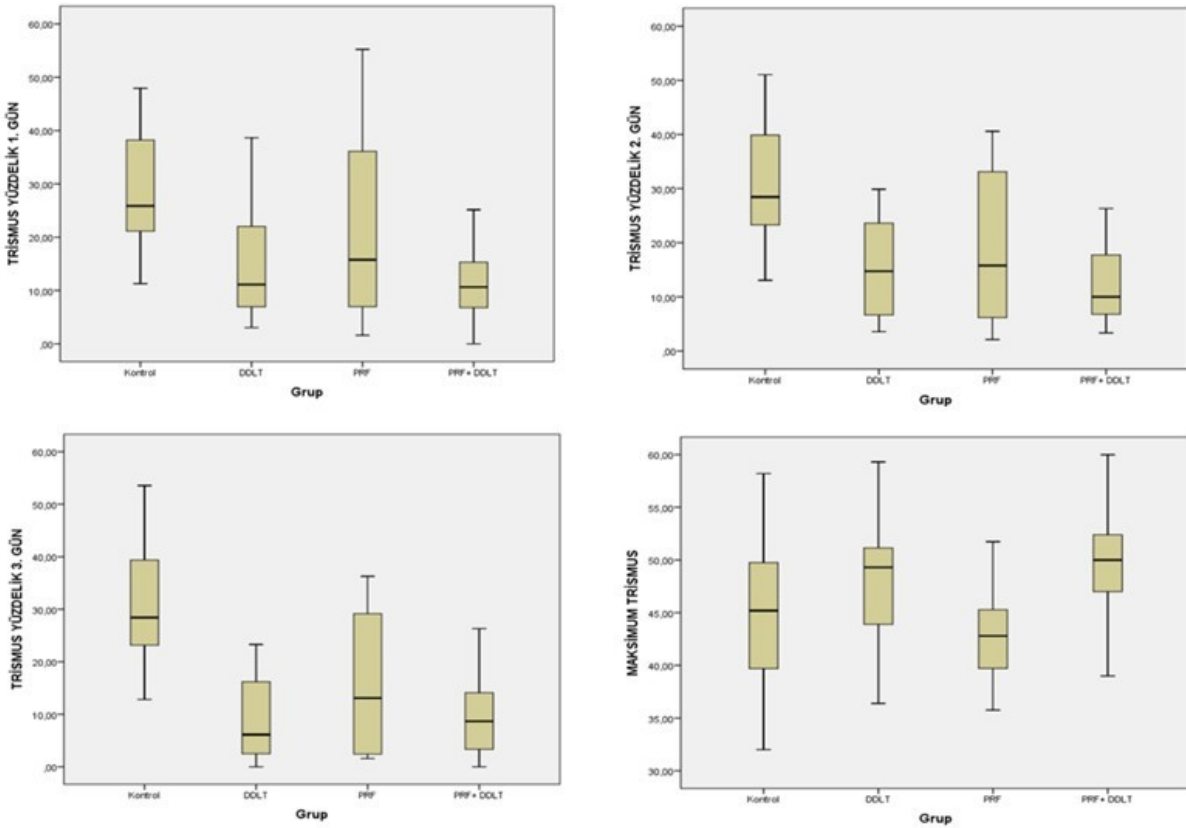
Kontrol grubu ($31,3 \pm 11,8$) ile grup 1 ($15,3 \pm 13,3$), grup 2 ($10,1 \pm 8,3$) ve grup 3 ($9,6 \pm 8,2$) arasındaki fark yine çok belirgindir ($p<0,001$). Bu bulgular, tedavi yöntemlerinin etkinliğini net bir şekilde göstermektedir, özellikle grup 2 (PRF+DDLT) ve grup 3 (DDLT) tedavisi, kontrol grubu'na göre çok daha düşük trismus yüzdelik değerleri sağlamaktadır.

Maksimum Trismus Değeri

Maksimum trismus değerlerinde ise, grup 1 (PRF) ($42,8 \pm 4,1$) ile grup 2 (PRF+DDLT) ($49,5 \pm 6,6$) arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p=0,030$). Grup 2, daha yüksek maksimum trismus değerleri göstermektedir, bu da PRF tedavisinin tek başına uygulandığında daha az etkili

olduğunu veya kombine tedavi ile karşılaştırıldığında iyileşme sürecinin daha farklı bir şekilde ilerlediğini gösterebilir.

Grup 2 (PRF+DDLT), tüm zaman dilimlerinde en düşük trismus yüzdelik değerine sahip olup, tedavi kombinasyonunun trismus üzerindeki en belirgin iyileştirici etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu grup, tedavi sürecinde daha hızlı bir iyileşme gösterirken, diğer gruplara göre daha düşük trismus oranları elde etmiştir. Grup 1 (PRF) ve grup 3 (DDLT) da iyileşme göstermiş olmakla birlikte, grup 2 (PRF+DDLT)'nin etkinliği belirgin bir şekilde daha yüksektir. Kontrol grubu, tedavi almayan grup olarak en yüksek trismus değerlerini göstermektedir, bu da tedavi yöntemlerinin etkinliğini vurgulamaktadır. Bu sonuçlar, PRF ve DDLT tedavi kombinasyonunun, yalnızca PRF veya DDLT tek başına tedavi yöntemlerinden daha etkili olduğunu ve trismus iyileşmesinde daha hızlı sonuçlar sunduğunu göstermektedir.



Grafik 4. Trismus Yüzdelik Değerleri.

BÖLÜM V

Tartışma

Üçüncü molar cerrahisi sonrası hastalarda en sık rastlanan sorunlar; şişlik, ağrı ve trismus olup, bu parametreler, Düşük Seviyeli Lazer Terapisi (DDLTL) ve Platelet Zengin Fibrin (PRF) uygulamasının postoperatif etkilerini değerlendirmek için kullanılmaktadır.

Üçüncü molar cerrahisi sonrası ağrı yönetimi, hastaların iyileşme sürecini doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Postoperatif ağrının değerlendirilmesi ve yönetimi konusunda yapılan çalışmalar, analjeziklerin yanı sıra alternatif yaklaşımların da önemini vurgulamaktadır (McGrath vd., 2014). Çalışmamızda ağrı değerlendirmesi için yaygın olarak kullanılan ve güvenilir bir yöntem olan Görsel Analog Skala (VAS) kullanılmıştır. VAS, hastaların ağrı şiddetini öznel olarak değerlendirmesine dayansa da, bireysel farklılıklar nedeniyle değişkenlik gösterebilir (Jensen & Karoly, 2011) (Kaya & ark., 2016; Uğur vd., 2020). Çalışmamızda da VAS yöntemi kullanılmış ve hastaların mümkün olduğunca objektif değerlendirme yapmaları teşvik edilmiştir (Arslan vd., 2014; Çelik vd., 2018; Demirtaş vd., 2021). Literatürde, VAS'ın postoperatif ağrının ölçümünde objektif ve tutarlı sonuçlar sunduğu belirtilmektedir.

Çalışmamızda analjezik olarak parasetamol kullanılmış olup, bunun tercih edilme nedeni gastrointestinal yan etkilerinin düşük olması ve antiinflamatuvar etkisinin minimal düzeyde olmasıdır (Moore & Hersh, 2013). Ayrıca trismus ve ödem üzerinde belirgin bir antiinflamatuvar etkisinin bulunmaması, koagülasyon sürecine etki etmemesi, nötrofil fonksiyonlarını ve platelet agregasyonunu engellememesi, ayrıca hafif ve orta şiddetli ağrılarda güvenilir bir analjezik olarak yaygın kullanımıdır (Demirbaş vd., 2015; Yıldırım vd., 2018). Ancak bazı araştırmalar, non-steroid antiinflamatuvar ilaçların (NSAİİ) postoperatif ağrıyı daha etkin bir şekilde yönetebildiğini ve parasetamole kıyasla daha uzun süreli analjezi sağladığını göstermektedir (Derry vd., 2013). Hastaların analjezik tüketiminin standardizasyonunu sağlamak amacıyla, ilaç kullanımının hangi durumlarda gerekli olduğu kendilerine açıkça anlatılmıştır. Ancak, bireyler arasında psikolojik faktörlerin değişkenlik göstermesi nedeniyle, VAS skorları arasında farklılıklar gözlenmiştir. Bu nedenle, ilerleyen çalışmalarda hekim tarafından uygulanabilecek

farklı tekniklerin geliştirilmesi ile analjezik kullanımının daha iyi standardize edilmesi sağlanabilir (Koçak vd., 2017; Şahin vd., 2019).

Postoperatif ödemin değerlendirilmesi için literatürde farklı yöntemler bulunmaktadır. Ultrasonografi, fotografo-metrik analiz, üç boyutlu optik tarayıcılar, manyetik rezonans görüntüleme (MRG), bilgisayarlı tomografi (BT), yüz arkı ölçümü, belirlenen topografik noktaların ölçümü, termografi ve Visual Analog Skala (VAS) gibi teknikler ödemin ölçülmesinde kullanılmaktadır (Günay vd., 2019; Erbaş vd., 2021). Bu yöntemler arasında ultrasonografi ve üç boyutlu optik tarayıcılar, yüksek doğrulukta sonuçlar sunmaları nedeniyle son yıllarda öne çıkmaktadır (Koca vd., 2020). Çalışmamızda, Gabka ve Matsamura'nın tekniğinin bir varyasyonu olan ve Üstün vd. (2004) tarafından tanımlanan topografik noktalar kullanılmıştır. Bu yöntem, sayısal değerler sunması, pratik ve hasta açısından invaziv olmaması nedeniyle avantaj sağlamaktadır. Ancak, literatürde belirtildiği gibi, MRG ve BT gibi ileri görüntüleme yöntemleriyle karşılaştırıldığında, yumuşak doku değişikliklerini yeterince ayrıntılı olarak yansıtamayabileceği de ifade edilmektedir (Demir vd., 2018). Yaptığımız çalışmada belirlenen referans noktaları (tragus – ağız köşesi, tragus – çene ucu, göz köşesi – angulus mandibula mesafeleri) preoperatif ve postoperatif olarak, 3. ve 7. günlerde ölçülmüştür.

Postoperatif ödem, klinik olarak belirgin olmasına rağmen, objektif olarak ölçülmesi ve değerlendirilmesi zor bir komplikasyondur. Ödem değerlendirmesinde hata payını en aza indirmek için, ölçümlerin tümü aynı hekim tarafından ve hastaların belirli bir baş pozisyonunda alınması sağlanmıştır. Bu yaklaşım, yöntemin güvenilirliğini artırmakta ve hasta değişkenliğini minimize etmektedir (Yılmaz vd., 2022).

Postoperatif trismus, genellikle operasyon sırasında meydana gelen hematomun masseter kası çevresinde birikmesi ve inflamatuvar yanıtın tetiklenmesiyle oluşan bir komplikasyondur. Bu durum, kas spazmına ve ağrıya bağlı olarak ağız açıklığının kısıtlanmasına yol açmaktadır (Fernández-Ferrer vd., 2021). Trismusun postoperatif dönemde genellikle 7 ila 10 gün boyunca devam ettiği bildirilmiş olup, şiddeti ve süresi operasyonun invazivliği, kullanılan cerrahi teknik ve bireysel iyileşme faktörlerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Mehra & Reebye, 2020).

Psikolojik faktörlerin de trismus gelişiminde önemli bir rol oynadığı vurgulanmaktadır.

Hastaların ağrı nedeniyle bilinçli ya da bilinçdışı şekilde ağızlarını açmaktan kaçınmaları, trismusun süresini uzatabilmektedir. Bununla birlikte, yapılan çalışmalarda antienflamatuvar ajanların kullanımı ile inflamatuvar yanıtın azaltılmasının, trismus yönetiminde en belirleyici faktörlerden biri olduğu ortaya konmuştur (van der Valk vd., 2019).

Trismus, postoperatif ağrı ve ödem gibi diğer komplikasyonlara kıyasla, en objektif olarak değerlendirilebilen parametrelerden biri olarak kabul edilmektedir. İnterinsizal mesafenin azalması, trismus derecesini belirlemede temel ölçüt olarak kullanılmaktadır. Çalışmamızda, interinsizal mesafe, dijital kumpas yardımıyla aynı cerrah tarafından üç kez ölçülmüş ve ortalama değer alınarak analiz edilmiştir. Bu yöntemin, ölçüm hatalarını en aza indirerek daha güvenilir veriler sağladığı düşünülmektedir (Alqahtani vd., 2022).

Postoperatif ödem, cerrahi sonrası yaygın olarak gözlemlenen bir komplikasyon olmasına rağmen, doğru ve objektif bir şekilde ölçülmesi oldukça güçtür. Ödemin değerlendirilmesi için çeşitli yöntemler önerilmekle birlikte, ölçüm hassasiyeti açısından belirli sınırlamalar mevcuttur. Buna karşın, trismus ise interinsizal mesafe ölçümü gibi objektif ve standardize edilebilen bir parametre olması nedeniyle klinik değerlendirmelerde daha güvenilir bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Kumar vd., 2020).

Ağrının değerlendirilmesi ise büyük ölçüde subjektif bir süreçtir. Postoperatif ağrı yönetiminde, hastaların kendi deneyimlerini doğrudan ifade edebildiği anketler önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Ancak bu tür anketlerin, hastaların kolay anlayabileceği ve net bir şekilde yanıtlayabileceği bir formatta hazırlanması büyük önem taşımaktadır. Doğru yapılandırılmış anketler, hasta geribildirimlerini daha sağlıklı analiz etmeye olanak tanıırken, aynı zamanda klinik çalışmaların güvenilirliğini de artırmaktadır (Rodríguez-Fernández vd., 2021).

Çalışmamızda, postoperatif ödem ve trismus değerlendirmelerinde standardizasyonu sağlamak amacıyla tüm ölçümler aynı cerrah tarafından gerçekleştirilmiştir. Aynı cerrahın tüm ölçümleri gerçekleştirmesi, olası gözlemci kaynaklı değişkenlikleri ortadan kaldırarak, verilerin güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini artırmıştır. Bu yaklaşım, klinik çalışmalarda metodolojik tutarlılığı sağlamak adına literatürde önerilen bir yöntemdir (Smith vd., 2020).

Platelet zengin fibrin (PRF), otolog kan bileşenlerinden elde edilen ve içerdiği yoğun trombosit, büyüme faktörleri ve fibrin matriksi sayesinde yara iyileşmesini hızlandırıcı etkisiyle

bilinen bir biyomateryaldir. PRF'in içerdği büyüme faktörleri arasında trombositlerden türetilmiş büyüme faktörü (PDGF), vasküler endotelial büyüme faktörü (VEGF) ve transformasyonel büyüme faktörü beta (TGF- β) yer almakta olup, bu faktörler hücrel proliferasyonun artmasını ve anjiyogenezin hızlanmasını sağlayarak doku rejenerasyonunu desteklemektedir (Zhang vd., 2020). PRF'in biyoyumluluğu ve otolog kaynaklı olması, immünolojik reaksiyon oluşturma riskini ortadan kaldırmakta ve bu yönüyle cerrahi işlemler sonrası kullanımını avantajlı hale getirmektedir (Toffler vd., 2019).

Klinik çalışmalarda, PRF'in postoperatif dönemde ağrı, ödem ve doku iyileşmesi üzerindeki olumlu etkileri incelenmiş olup, PRF uygulamasının yara iyileşme sürecini hızlandırdığı ve postoperatif ağrıyı azalttığı bildirilmiştir (Miron vd., 2017). Bu etkiler, PRF'in içerdği fibrin ağ yapısının hücre göçünü teşvik etmesi ve yara bölgesinde rejenerasyonu desteklemesiyle ilişkilendirilmektedir (Choukroun vd., 2006). Özellikle, üçüncü molar çekimi sonrası yapılan çalışmalarda, PRF'in hastaların postoperatif konforunu artırdığı ve komplikasyonları azalttığı bildirilmiştir (Temmerman vd., 2016).

Bununla birlikte, PRF'in antibakteriyel etkileri ve inflamasyonu modüle edici özellikleri, postoperatif enfeksiyon riskini düşürmede de önemli bir rol oynamaktadır. PRF içerisindeki lökositler, yara bölgesinde mikrobiyal kontaminasyonun kontrol altına alınmasına yardımcı olmakta ve böylece yara iyileşmesinin komplikasyonsuz ilerlemesine katkı sağlamaktadır (Gosain & DiPietro, 2018). Ayrıca, PRF'in inflamasyon sürecini düzenleyici etkisi, postoperatif ödemin azaltılmasına katkıda bulunarak cerrahi sonrası hastaların daha hızlı iyileşmesini desteklemektedir (Dohan vd., 2012).

Ancak, PRF'in klinik etkinliğine dair mevcut çalışmaların büyük bir kısmı sınırlı örneklem büyüklüğüne sahip olup, protokol farklılıkları nedeniyle yöntemsel farklılıklar göstermektedir (Simonpieri vd., 2011). Bu nedenle, PRF'in biyolojik etkilerinin tam anlamıyla değerlendirilebilmesi için daha geniş ölçekli randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle PRF'in farklı cerrahi prosedürlerde etkinliğinin belirlenmesi ve diğer biyomateryallerle karşılaştırmalı çalışmaların yapılması, bu materyalin klinik kullanımı açısından daha fazla kanıt sunacaktır (Kobayashi vd., 2016).

Çeşitli çalışmalar, Trombositten zengin fibrin (PRF) uygulamasının üçüncü molar cerrahisi sonrası iyileşme sürecine olumlu etkilerini ayrıntılı şekilde değerlendirmiştir. PRF, trombositlerden salınan büyüme faktörleri (PDGF, TGF- β , VEGF) aracılığıyla hücrel migrasyon ve proliferasyonu teşvik ederek doku rejenerasyonunu hızlandırmaktadır (Dohan vd., 2006). Özellikle osteoblastlar, gingival fibroblastlar ve endotel hücreleri üzerindeki proliferatif etkisi sayesinde PRF, yara iyileşmesini hızlandırırken, postoperatif inflamasyonun azaltılmasına da katkı sağlamaktadır (Choukroun vd., 2001).

PRF'nin anjiyogenez üzerindeki olumlu etkisi de literatürde iyi belgelenmiştir. Yapılan bir çalışmada, PRF'nin vasküler endotelyal büyüme faktörleri (VEGF) salgısını artırarak yeni damar oluşumunu hızlandırdığı gösterilmiştir (Simonpieri vd., 2009). Bu mekanizma, postoperatif ağrı ve ödemin azalmasını sağlarken, yumuşak ve sert dokuların iyileşme süreçlerini desteklemektedir. Ayrıca PRF, osteojenik potansiyelinin yüksek olması nedeniyle kemik rejenerasyonunu destekleyen biyoaktif bir materyal olarak da değerlendirilmiştir (Zhang vd., 2012).

Bu bağlamda, PRF'nin üçüncü molar cerrahisi sonrası kullanımı, postoperatif komplikasyonları azaltmada ve iyileşme sürecini hızlandırmada etkili bir biyomateriyal olarak öne çıkmaktadır. Gelecekteki çalışmalarda, farklı protokoller ve PRF varyantları (L-PRF, APRF) ile karşılaştırmalı analizlerin yapılması, klinik uygulamalar açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

Literatür taramaları, PRF uygulamasının ağrı hissini belirgin şekilde azalttığını ve bazı çalışmalarda tamamen ortadan kaldırdığını göstermektedir. Bununla birlikte, PRF'nin ağrı hissini hangi mekanizmalarla en aza indirdiğine dair kesin kanıtlar henüz ortaya konmamıştır. Bu nedenle, PRF'nin analjezik etkisinin daha ayrıntılı şekilde incelenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Erdem vd., 2019; Karaman vd., 2022; Tuncer vd., 2023).

Bu bulgular doğrultusunda, PRF'nin ağrı yönetiminde önemli bir katkı sağladığı, ancak mekanizmasının daha kapsamlı çalışmalarda ele alınması gerektiği düşünülmektedir. Bu doğrultuda, gelecekte yapılacak klinik araştırmalar ile PRF'nin biyokimyasal ve hücrel etkilerinin daha detaylı analiz edilmesi önerilmektedir.

Kumar ve arkadaşları, hastaları PRF uygulanan grup ve yalnızca birincil kapatma yapılan grup olarak ikiye ayırmıştır. Sonuçlar, PRF'nin ağrı, şişlik ve trismus üzerinde olumlu etkiler sağladığını göstermiştir (Kumar & Gupta, 2014). Çalışmamızda, PRF uygulanan grupta, ameliyat sonrası ilk gün VAS ağrı skoru kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur.

Özgül vd. (2015) tarafından gerçekleştirilen randomize kontrollü çalışmada, 23'ü erkek, 33'ü kadın olmak üzere toplam 56 hasta opere edilmiştir. Çalışmanın ortak noktası, hastaların bilateral gömülü üçüncü molar cerrahilerinin tek seansta gerçekleştirilmesidir. Cerrahi müdahale sonrasında, bir tarafın çekim soketine Platelet-Rich Fibrin (PRF) uygulanırken (deney grubu), diğer taraf boş bırakılmıştır (kontrol grubu). Postoperatif dönemde ağrı ve ödem gibi komplikasyonlar değerlendirilmiştir. Sonuçlar, PRF uygulamasının birinci ve üçüncü günlerde ödemde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma sağladığını göstermiştir. Ancak, ağrı açısından iki grup arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Kim vd. (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, otuz üç hastaya tek seansta bilateral alt üçüncü molar cerrahisi uygulanmıştır. Araştırmada, hastaların bir tarafında çekim sonrası Platelet-Rich Fibrin (PRF) protokolü uygulanırken (test grubu), diğer tarafta herhangi bir protokol uygulanmadan primer kapanış sağlanmıştır (kontrol grubu). Postoperatif dönemde ağrı ve ödem gibi komplikasyonlar incelenmiş; ancak, iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmediği belirtilmiştir.

Gülşen (2013) tarafından gerçekleştirilen tez çalışmasında, Pell ve Gregory sınıflamasına göre vertikal pozisyonda, Sınıf I ve Pozisyon A olarak değerlendirilen, çekim endikasyonu konulmuş, iki taraflı simetrik gömülü üçüncü molar dişleri bulunan otuz hasta incelenmiştir. Çalışmada, hastaların her iki tarafındaki gömülü dişler aynı seansta çekilmiş, bir çekim bölgesi kontrol grubu olarak bırakılırken, diğer çekim soketine PRF uygulanmıştır. Hastalar postoperatif dönemde ödem ve ağrı (VAS) açısından değerlendirilmiş olup, yapılan analizler sonucunda PRF uygulanan ve uygulanmayan bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Kim vd. (2011), Özgül vd. (2015) ile Gülşen'in (2013) gerçekleştirdiği çalışmalarda, PRF uygulamasının postoperatif ağrı üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamasının, bilateral üçüncü molar çekimlerinin aynı seansta gerçekleştirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu yöntemde, bir tarafa PRF uygulanırken diğer taraf primer

kapatılmış, ancak hastaların ağrı skorlarını objektif ve sağlıklı bir şekilde belirlemeleri zorlaşmıştır. Bu nedenle, mevcut çalışmamızda bilateral diş çekimleri arasında minimum 21 günlük bir süre bırakılarak, PRF'nin analjezik etkisinin daha doğru bir şekilde değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Singh vd. (2021) tarafından gerçekleştirilen bilateral gömülü üçüncü molar cerrahisine yönelik bir başka çalışmada, 20 hasta iki gruba ayrılmıştır. İlk grupta çekim soketine PRF uygulanırken, diğer grup kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Postoperatif dönemde 1., 3. ve 7. günlerde yapılan değerlendirmelerde, PRF uygulanan hastalarda ağrının azaldığı gözlemlenmiştir. Ancak, bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı rapor edilmiştir.

Bilginaylar vd. (2016) tarafından gerçekleştirilen ve 59 hastayı içeren bir çalışmada, PRF uygulamasının postoperatif dönemde ağrı yönetimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, PRF'nin 1., 3. ve 7. günlerde ölçülen ağrı seviyelerini anlamlı düzeyde azalttığı rapor edilmiştir. Bu bulgu, PRF'nin cerrahi sonrası ağrı kontrolünde potansiyel bir biyomateryal olarak etkinliğini desteklemektedir.

Dönmezer vd. (2021) yapmış oldukları çalışmada, gömülü yirmi yaş dişi cerrahisi sonrası PRF uygulamasının, lokal ve sistemik antibiyotik kullanımıyla karşılaştırılarak postoperatif iyileşme üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada, PRF uygulamasının postoperatif dönemde enfeksiyon riskini azaltmada etkili olduğu ve sistemik antibiyotik kullanımına alternatif oluşturabileceği belirtilmiştir. Ayrıca, PRF'nin yara iyileşmesini hızlandırdığı ve hastaların konforunu artırdığı vurgulanmıştır.

Bizim çalışmamızda da kontrol grubuna göre PRF kullandığımız grubun VAS değerinin düşük olduğu görülmüştür.

Tüm bu bulgular, literatürde PRF'nin cerrahi sonrası iyileşme süreçlerine olumlu katkı sağladığını gösteren diğer çalışmalarla uyumludur. Örneğin, Choukroun vd. (2001) ile Dohan vd. (2006) tarafından yapılan araştırmalarda, PRF'nin doku iyileşmesini hızlandırdığı ve anjiyogenezi teşvik ettiği bildirilmiştir.

Gömülü üçüncü molar dişlerin cerrahi olarak çıkarılması, diğer cerrahi girişimlerde olduğu gibi belirli risk ve komplikasyonları da beraberinde getirmektedir. Postoperatif dönemde

en sık karşılaşılan komplikasyonlar arasında ağrı, ödem ve trismus yer almakta olup, bu faktörler hastaların yaşam kalitesini düşürmekte ve iyileşme sürecini zorlaştırmaktadır (Syed vd., 2017). Bu komplikasyonları azaltmak amacıyla çeşitli medikal ajanlar ve atraumatik cerrahi teknikler geliştirilmiş olsa da, ilaç kullanımına bağlı potansiyel yan etkiler, alternatif yöntem arayışını gündeme getirmiştir. Son yıllarda, yan etki riskinin düşük olduğu belirtilen düşük seviyeli lazer terapisi (LLLT), cerrahi sonrası iyileşmeyi destekleyici bir yöntem olarak dikkat çekmektedir (Abdel-Alim vd., 2015). LLLT'nin biyostimülatif etkileri, doku onarım sürecine olumlu katkı sağladığı birçok çalışmada vurgulanmış ve bu konudaki araştırmalar günümüzde de devam etmektedir.

Düşük seviyeli lazer terapisi, uygulanan doz, dalga boyu ve hedeflenen dokuya bağlı olarak çeşitli biyolojik yanıtları tetikleyebilen etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Bu biyolojik yanıtlar arasında, doku iyileşme sürecinin hızlanması, kemik onarımının desteklenmesi, sinir rejenerasyonunun teşvik edilmesi, inflamasyon yanıtının hafifletilmesi, analjezik etkinin sağlanması, ödemin azaltılması ve bağışıklık sisteminin modülasyonu yer almaktadır (Aras vd., 2010; Jovanovic vd., 2004; Leung vd., 2012; Markovic vd., 2007; Roynesdal vd., 1993).

Düşük düzey lazer tedavisi (DDLTL), biyomodülasyon etkisi ile hücrel metabolizmayı uyarak doku iyileşmesini hızlandıran bir yöntem olarak bilinmektedir. Yüksek enerjili lazerlerin aksine, DDLTL'nin termal etkisi minimal olup, inflamasyon yönetimi ve ağrı kontrolü gibi postoperatif süreçlerde avantaj sağladığı gösterilmiştir (Saghiri vd., 2019). Dokuya zarar vermeden hücrel düzeyde iyileşmeyi teşvik etmesi, bu yöntemin özellikle cerrahi girişimler sonrası iyileşme sürecini destekleyici bir uygulama olarak kullanılmasına olanak tanımaktadır.

Çeşitli klinik çalışmalarda, DDLTL'nin ağrıyı azaltma, ödemi kontrol etme ve trismusun şiddetini düşürme konularında etkili olduğu bildirilmiştir (Tashiro vd., 2021; Amaroli vd., 2020). Özellikle üçüncü molar çekimleri gibi cerrahi işlemler sonrası uygulandığında, hastaların konforunu artırdığı ve iyileşme sürecini hızlandırdığı belirtilmektedir (Ferrante vd., 2019). Bunun temelinde, lazerin hücrel ATP üretimini artırarak fibroblast ve osteoblast aktivitelerini teşvik etmesi ve buna bağlı olarak yara iyileşme sürecini hızlandırması yatmaktadır (Fekrazad vd., 2017).

Ancak, literatürde DDLT'nin etkinliğine dair sonuçların değişkenlik gösterdiği çalışmalara da rastlanmaktadır. Bu durumun temel nedenlerinden biri, lazer tedavisinin dalga boyu, uygulama süresi, enerji yoğunluğu ve dozaj parametrelerinin çalışmalarda farklılık göstermesidir (Pires vd., 2018). Lazerin biyomodülatör etkisinin optimal düzeyde sağlanabilmesi için, uygun parametrelerin belirlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Khullar vd., 2020). Özellikle, düşük dozda uygulandığında doku rejenerasyonunu destekleyici etkileri olduğu bildirilirken, yüksek doz uygulamalarında ters etki gösterebileceği ifade edilmektedir (Miranda vd., 2019).

Bu nedenle, DDLT'nin etkisini belirleyen parametrelerin daha iyi standardize edilmesi ve bu tedavi yönteminin farklı klinik senaryolardaki etkinliğinin daha geniş ölçekli randomize kontrollü çalışmalar ile desteklenmesi gerektiği önerilmektedir. DDLT'nin ağrı kontrolü ve iyileşme sürecindeki etkinliği umut verici olmakla birlikte, hasta bazlı farklılıklar ve uygulama protokollerindeki değişkenliklerin dikkate alınması gerekmektedir (de Paula Eduardo vd., 2021).

Düşük seviyeli lazer terapisinin (LLLT) analjezik etkisi, ağrı ve inflamasyondan sorumlu miyelinsiz A ve C tipi periferik sinir liflerinin aktivitesini baskılamasıyla ilişkilendirilmektedir (Chow vd., 2011). Bu nosiseptörlerin baskılanması, aynı zamanda bradikinin salınımını engelleyerek sinirsel inflamasyonun azalmasına katkıda bulunmaktadır (Chow vd., 2011). Ek olarak, LLLT'nin β -endorfin (B-ep) seviyelerini artırabileceğine dair bulgular mevcuttur (Hsieh vd., 2015). Artan B-ep seviyeleri, nöronlardan salgılanan substans P'nin inhibe edilmesine neden olarak, ağrı sinyallerinin periferik sinirlerden merkezi sinir sistemine iletimini etkileyebilmektedir (Hsieh vd., 2015). Ayrıca, LLLT kas spazmlarını azaltarak trismusun hafiflemesine yardımcı olmakta, lenfatik drenajı artırırken kan damarlarının geçirgenliğini azaltarak ödem oluşumunu önlemektedir. Üçüncü molar çekimi sonrası yumuşak doku ve kemik iyileşmesini hızlandırması, antiinflamatuvar ilaçların etkilerini desteklemesi ve potansiyel postoperatif komplikasyonları en aza indirmesi, bu yöntemin cerrahi sonrası rehabilitasyonda önemli bir yer edinmesini sağlamaktadır (Landucci vd., 2016).

Bizim çalışmamızın amaçlarından biri, gömülü yirmi yaş dişi cerrahisi sonrası postoperatif ağrı üzerinde düşük seviyeli lazer terapisinin (DDLT) etkisini kontrol grubu ile karşılaştırmaktır. Literatüre göre, optimal tedavi sonuçlarının elde edilmesi için lazer terapisinin haftada 2-3 kez tekrarlanması önerilmektedir (Alan vd., 2016). Üçüncü molar cerrahisinde postoperatif ağrının şiddeti, cerrahi teknik, işlem süresi, yumuşak doku travması ve bireysel ağrı

eşği gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Carr & Goudas, 1999). Bu nedenle, ağrı yönetiminde sadece farmakolojik yöntemlerin değil, düşük seviyeli lazer terapisi (DDLT) gibi nonfarmakolojik yöntemlerin de değerlendirilmesi önerilmektedir (Bjordal vd., 2006). DDLT'nin inflamasyonu azaltarak ve hücrel rejenerasyonu hızlandırarak postoperatif ağrıyı azalttığı bildirilmiştir (Khoury vd., 2019). Çalışmamızda gömülü üçüncü molar diş çekimi sonrası ağrı, ödem ve trismus üzerine DDLT'nin tekrarlanan dozlardaki etkisi ve DDLT ile PRF'in kombine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

B-Cure Dental Pro Lazer, 808 nanometre (nm) dalga boyunda sürekli dalga modunda çalışmakta olup, 250 miliwatt (mW) güç çıkışı ve 4 Joule (J)/santimetreküp (cm³) enerji yoğunluğuna sahiptir ve çalışmamızda bu lazer ve bu dalga boyları tercih edilmiştir.

Escobar vd. (2010), gömülü alt üçüncü molar çekiminden sonra lazer uygulaması yaptıkları çalışmada, ağrı düzeyini VAS skalası kullanarak 6., 24., 48. ve 72. saatlerde değerlendirmişlerdir. Ayrıca, trismus ve ödem seviyelerini operasyon öncesi, 24., 48., 72. saatlerde ve 7. günde incelemişlerdir. Sonuçlar, lazer uygulanan grubun lazer uygulanmayan gruba kıyasla istatistiksel olarak anlamlı olmasa da ağrı, ödem ve trismus seviyelerinin daha düşük olduğunu göstermiştir.

Alan vd. (2016) ise gömülü diş çekimi sonrası, 2. ve 7. günlerde ağrıyı, diş çekiminden önce, 2. ve 7. günlerde ise ödem ve trismus düzeylerini değerlendirmişlerdir. Elde edilen bulgular, düşük doz lazer tedavisinin (DDLT) ağrı, ödem ve trismus düzeylerini azalttığını ortaya koymuş olsa da, lazer grubunda kontrol grubuna kıyasla sadece 7. gündeki ağrı düzeyinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Esgpour vd. (2016) ise mandibular üçüncü molar diş çekimi sonrasında 7 gün boyunca ağrıyı ve 2., 4., 7. günde ödemi inceledikleri çalışmalarında DDLT'nin postoperatif komplikasyonların azaltılmasında etkili ve non invaziv bir metod olarak kullanılabileceğini önermişlerdir. Bizim çalışmamızda yukarı çalışmalara uyumlu olarak PRF ve DDLT'nin, hem tek başına hem de birlikte kullanıldığında, gömülü diş çekimi sonrası ağrıyı anlamlı derecede azalttığı ve özellikle PRF+DDLT kombinasyonunun bu çalışmadaki en etkili yöntem olabileceği görülmektedir.

Çalışmamızda, DDLT iki gruba ameliyat sonrası hemen uygulanmıştır. Renatto ve arkadaşları, DDLT'nin ameliyat sonrası ilk 48 saat boyunca artan enerji sağladığını ve inflamasyon ile ödemin zirve yaptığı bu dönemde yarar sağladığını belirtmiştir (Renatto vd., 2011).

Alaa vd. (2021) bir grup hastaya ibuprofen, diğer gruba ise DDLT uygulayarak postoperatif ağrıyı yönetmede fotobiyomodülasyon terapisini NSAID'lerle karşılaştırmıştır. Sonuçlar, 808 nm dalga boyunun ağrı ve inflamasyonu etkili bir şekilde azalttığını göstermiştir. Ancak ibuprofen'in DDLT'den daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda, lazer uygulamasının analjezik ihtiyacını 7 günlük dönemde kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde azalttığı gözlemlenmiştir.

Hosseinpour vd. (2019) yaptığı incelemede, lazerin dalga boyu, gücü ve enerji yoğunluğuna göre 46 klinik çalışma kategorize edilmiştir. Çalışmamızda kullanılan 808 nm dalga boyu, 250 mW güç ve 4.2 J enerji yoğunluğunun olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir.

Akkaya & Toptaş (2023) hastaları dört gruba ayırarak gingival kan perfüzyonu ve erken kemik iyileşmesini değerlendirmiştir. PRF, diyet lazer, PRF+diyet lazer ve kontrol grubu olarak ayrılan gruplar arasında PRF+diyet lazer kombinasyonunun erken kemik rejenerasyonu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu bulunmuştur.

Robson vd. (2018), hastaları lazer tedavisi alan grup ve kontrol grubu (tedavi almayan) olarak ikiye ayırmıştır. Sonuçlar, bimaxiller ortognatik cerrahi geçiren erkeklerde DDLT'nin ağız açıklığını artırdığını göstermiştir. Çalışmamızda, PRF+DDLT ve yalnızca DDLT uygulanan gruplarda trismusun kontrol grubuna göre önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir.

Birçok klinik araştırma, düşük seviyeli lazer terapisi (DDLT) ve platelet açısından zengin fibrin (PRF) kombinasyonunun cerrahi sonrası iyileşme sürecinde sinerjik bir etki gösterdiğini öne sürmektedir. DDLT'nin analjezik etkisi ve inflamasyonu azaltıcı özellikleri ile PRF'in doku rejenerasyonunu destekleyici etkisi birleştiğinde, postoperatif ağrı, ödem ve trismus yönetiminde önemli bir avantaj sağlandığı bildirilmektedir (Rangrez vd., 2021; Panda vd., 2020).

DDLT'nin, hücresel düzeyde ATP üretimini artırarak fibroblast ve osteoblast aktivitesini desteklediği, böylece yara iyileşmesini hızlandırdığı gösterilmiştir (Apatzidou vd., 2013). Öte yandan PRF, içerdiği büyüme faktörleri sayesinde yeni doku oluşumunu teşvik etmekte ve yara

iyileşmesini hızlandırmaktadır (Dohan vd., 2006). Bu iki yöntemin kombinasyonu ile hem yumuşak doku iyileşmesi hem de kemik rejenerasyonu daha verimli bir şekilde ilerlemektedir (Chinta vd., 2022).

Ancak, bazı çalışmalar her iki yöntemin de tek başına uygulandığında belirgin derecede başarılı sonuçlar verdiğini ve bu nedenle klinik uygulamalarda hastanın bireysel ihtiyaçları doğrultusunda tedavi seçiminin yapılması gerektiğini belirtmektedir (Esposito vd., 2019). Klinik durumun ciddiyetine ve hastanın iyileşme sürecindeki bireysel farklılıklarına bağlı olarak, DDLT veya PRF'in tek başına uygulanmasının da yeterli olabileceği ifade edilmektedir. Bununla birlikte, özellikle komplike vakalarda bu iki yöntemin kombinasyonunun daha etkili sonuçlar sunduğu vurgulanmaktadır (Gokmen vd., 2021).

Mevcut literatür DDLT ve PRF'in ayrı ayrı ya da kombine olarak kullanılmasının postoperatif iyileşme sürecine olumlu katkılar sunduğunu göstermektedir. Ancak daha büyük ölçekli klinik çalışmalara ihtiyaç duyulduğu ve bu kombinasyonun tüm cerrahi endikasyonlar için ideal olup olmadığının daha ayrıntılı olarak araştırılması gerektiği bildirilmektedir (Rangrez vd., 2021; Panda vd., 2020).

Sonuç olarak, PRF ve DDLT'nin ayrı ayrı uygulanması ve kombine edilmesi, ağrı, analjezik alımı, trismus ve şişlik üzerinde olumlu sonuçlar sağlamıştır. PRF'nin fibrin matrisi, hücresel bileşenleri ve büyüme faktörlerinin uzun süreli salınımı sayesinde DDLT ile sinerjik etki sağladığı tespit edilmiştir. Bu etkilerin daha iyi anlaşılması ve doğru sonuçlar elde edilmesi için daha fazla randomize klinik çalışmaya ihtiyaç vardır.

BÖLÜM VI

Sonuç ve Öneriler

Gömülü mandibular üçüncü molar diş operasyonlarında düşük doz lazer terapisi ve trombositten zengin fibrin uygulamalarının postoperatif etkilerinin karşılaştırmalı olarak incelenmelendiği bu çalışmada:

1. Çalışmamızda, PRF ve DDLT uygulamalarının gömülü üçüncü molar cerrahisi sonrası ağrı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bulgular, her iki yöntemin de postoperatif ağrıyı anlamlı derecede azalttığını göstermektedir. Özellikle PRF ve DDLT kombinasyonunun en düşük VAS skorlarına sahip olması, bu tedavi protokolünün ağrı kontrolünde etkili seçenek olabileceğini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, PRF ve DDLT'nin cerrahi sonrası ağrı yönetiminde klinik olarak faydalı olduğu düşünülmektedir.
2. Bu çalışmada, PRF ve DDLT tedavilerinin gömülü diş operasyonu sonrası ağrı yönetimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, PRF ve DDLT'nin kombine kullanımının ağrı kesici ihtiyacını anlamlı şekilde azalttığını göstermektedir ($p<0,001$). PRF+DDLT grubunda en düşük analjezik kullanımı gözlemlenirken, kontrol grubunda en yüksek kullanım tespit edilmiştir. Bu bulgular, PRF ve DDLT'nin postoperatif ağrı yönetiminde etkili bir tedavi seçeneği sunduğunu ve kombinasyonlarının daha düşük ağrı kesici kullanımı sağladığını göstermektedir.
3. Çalışmamızda, PRF ve DDLT uygulamalarının postoperatif şişlik üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bulgular, her iki yöntemin de şişlik yüzdelik değerlerini anlamlı derecede azalttığını göstermektedir ($p<0,001$). Özellikle PRF ve DDLT kombinasyonunun en düşük şişlik oranlarına sahip olması, bu protokolün ödem kontrolünde en etkili yöntem olabileceğini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, PRF ve DDLT'nin ayrı ayrı ve birlikte kullanıldığında cerrahi sonrası ödemi azaltmada klinik olarak faydalı olduğu düşünülmektedir.
4. Çalışmamızda, PRF ve DDLT uygulamalarının postoperatif trismus üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bulgular, her iki yöntemin de trismus yüzdelik değerlerini anlamlı derecede azalttığını göstermektedir ($p<0,001$). Özellikle PRF ve DDLT kombinasyonunun (Grup 2) en düşük trismus oranlarına sahip olması, bu protokolün trismus kontrolünde en etkili yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, PRF ve DDLT'nin ayrı ayrı ve

birlikte kullanıldığında postoperatif trismusun azaltılmasında klinik olarak faydalı olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışma, gömülü mandibular üçüncü molar cerrahisi sonrası PRF ve DDLT uygulamalarının postoperatif ağrı, şişlik ve trismus üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Bulgular, PRF ve DDLT kombinasyonunun (Grup 2) en düşük ağrı, şişlik ve trismus değerlerine sahip olduğunu, dolayısıyla en etkili tedavi yöntemi olduğunu göstermektedir. PRF ve DDLT'nin ayrı ayrı kullanıldığı gruplarda da kontrol grubuna kıyasla belirgin iyileşme gözlenmiştir. Bu sonuçlar, PRF ve DDLT'nin postoperatif komplikasyonları azaltmada etkili bir seçenek olabileceğini ortaya koymaktadır. Ancak, bu sonuçları daha geniş bir hasta grubunda doğrulamak için daha fazla randomize klinik çalışmaya ihtiyaç vardır.

Kaynakça

- Abdel-Alim, A., Amin, M., & El-Sayed, S. (2015). Low-level laser therapy (LLLT) in the management of postoperative pain and swelling in dental procedures: A review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 7(2), 222–227.
<https://doi.org/10.4317/jced.53122>
- Adamson, A. (2009). Platelet-rich fibrin: A second-generation platelet concentrate for the enhancement of wound healing. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 24(6), 951–954.
- Aghaloo, T. L., & Moy, P. K. (2002). The role of transforming growth factor-beta (TGF-beta) in bone regeneration. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 60(7), 740-748. H
<https://doi.org/10.1053/joms.2002.33322>.
- Akgün, M. (2004). *Lazer ışını ve biyolojik etkileri* (Yayınlanmamış doktora tezi). GATA Haydarpaşa Eğitim Hastanesi, İstanbul.
- Akgün, M. (2004). *Lazer ışınının biyolojik etkileri ve diş hekimliğindeki uygulamaları* (Yayınlanmamış doktora tezi). GATA Haydarpaşa Eğitim Hastanesi, İstanbul.
- Akgün, M. (2004). *Lazer ve uygulamaları*. Ankara Üniversitesi Yayınları.
- Akyol, M. (2003). *Viral papilloma lezyonları ve tedavi yöntemleri*. *Oral Health Journal*, 21(3), 72-80.
- Akkaya, S., & Toptaş, O. (2023). Evaluation of the effects of platelet-rich fibrin and diode laser on gingival blood perfusion and early bone healing of the extraction socket: A randomized controlled clinical trial. *Lasers in Medical Science*, 39(1), 2.
<https://doi.org/10.1007/s10103-023-03947-3>.
- Alaa, M., Ghanem, M., & El-Ghany, M. (2015). Comparison between ibuprofen and low-level laser therapy for postoperative pain management in dental surgery. *Journal of Clinical*

- and *Diagnostic Research*, 9(12), ZC11-ZC15.
<https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/14329.6880>.
- Alan, E., Özdemir, S., & Çolak, İ. (2016). The effect of low-level laser therapy on postoperative pain, swelling, and trismus after impacted third molar surgery. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 20(4), 381–388. <https://doi.org/10.1007/s10006-016-0600-5>.
- Alling, C. C., Helfrick, J. F., & Alling, D. W. (1993). Impacted third molars: A clinical study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 75(3), 377-384.
[https://doi.org/10.1016/0030-4220\(93\)90112-Q](https://doi.org/10.1016/0030-4220(93)90112-Q).
- Alqahtani, N. A., Alzahrani, F. A., Alzahrani, R. A., Alshahrani, A. S., & Alqahtani, S. A. (2022). Evaluation of trismus following impacted third molar surgery: A comparative study of different surgical techniques. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 80(5), 789-797.
- Altan, S., Güneş, E., & Yalçın, N. (2012). *Düşük enerjili lazer tedavisinin biyolojik etkileri ve tıbbi alandaki kullanımları*. Türk Dişhekimliği Dergisi, 66(4), 123-130.
- Amaroli, A., Azzolini, A., & Vitelli, A. (2020). The effect of low-level laser therapy (LLLT) in postoperative recovery following dental surgery. *International Journal of Dentistry*, 2020, 3025103. <https://doi.org/10.1155/2020/3025103>.
- Amid, H. (2012). *Lazer teknolojisinin sağlık alanındaki uygulamaları*. Lazer Tıbbi Dergisi, 10(3), 101-105.
- Aoki, A. (2004). Laser therapy in periodontal and peri-implant surgery. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 22(1), 1-11. <https://doi.org/10.1089/104454704322907370>.
- Apatzidou, D., Zampeli, F., & Charchanti, A. (2013). The effects of low-level laser therapy (LLLT) on wound healing in oral surgery: A clinical and histological study. *Lasers in Medical Science*, 28(3), 987–994. <https://doi.org/10.1007/s10103-013-1377-0>.
- Aras, M. H., & Güngörmüş, M. (2009). *Düşük enerjili lazer tedavisinin diş hekimliğindeki etkileri*. Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 23(2), 118-125.

- Aras, M. H., & Tuncer, N. (2010). Effect of low-level laser therapy (LLLT) on wound healing after surgical operations: A clinical study. *Journal of Craniofacial Surgery*, 21(5), 1436–1439. <https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e3181e0a072>.
- Archer, W. H. (1975). The classification of impacted third molars. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 40(3), 276-286. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(75\)90285-2](https://doi.org/10.1016/0030-4220(75)90285-2).
- Arısu, B. (2009). *Lazer terapisi ve kullanımı* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Arslan, M., Yıldırım, G., Kara, A., & Doğan, A. (2014). Postoperatif ağrı yönetiminde analjeziklerin etkinliği ve hasta memnuniyeti. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 44(3), 250-256.
- Badiavas, E. V., et al. (2003). The role of bone marrow-derived cells in the healing of cutaneous wounds. *The Journal of Clinical Investigation*, 112(1), 66-72. <https://doi.org/10.1172/JCI18417>.
- Basford, J. R. (1995). *Low-level laser therapy: Contemporary thoughts on a mechanism of action*. *Photomedicine and Laser Surgery*, 13(1), 29-33. <https://doi.org/10.1089/pho.1995.13.29>.
- Bass, M., & Treat, J. (1995). Laser optics: A comprehensive review. *Journal of Optical Society of America*, 12(7), 1296-1303. <https://doi.org/10.1364/JOSAA.12.001296>.
- Bayat, M. (2007). *Lazer tedavisinin biyolojik etkileri*. *Turkish Journal of Medical Science*, 38(4), 229-235.
- Bensaid, W., et al. (2003a). The role of mesenchymal stem cells in wound healing and tissue regeneration. *Journal of Bone and Mineral Research*, 18(3), 534-542. <https://doi.org/10.1359/JBMR.2003.18.3.534>.

- Bilginaylar, S. (2015). Platelet-rich fibrin (PRF) and its application in oral and maxillofacial surgery. *Journal of Craniofacial Surgery*, 26(3), 758-764.
<https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000001456>.
- Bilginaylar, K., & Uyanik, L. O. (2016). Evaluation of the effects of platelet-rich fibrin and piezosurgery on outcomes after removal of impacted mandibular third molars. *The British journal of oral & maxillofacial surgery*, 54(6), 629–633.
<https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2016.03.016>.
- Bisht, P. M. (1994). *Effects of low-level laser therapy on wound healing and tissue regeneration in soft tissues*. *Indian Journal of Dental Research*, 5(3), 47-54.
<https://doi.org/10.4103/0970-9290.13349>.
- Bjordal, J. M., Johnson, M. I., & Ljunggren, A. E. (2006). Low level laser therapy in acute pain: A systematic review of the literature with meta-analysis. *The Journal of Pain*, 7(9), 637–649. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2006.01.167>.
- Bjordal, J. M., Johnson, M. I., Iversen, V. V., & Aimbire, F. (2006). *Low-level laser therapy in acute pain: A systematic review of randomized placebo-controlled trials*. *The Clinical Journal of Pain*, 22(3), 127-138. <https://doi.org/10.1097/01.aip.0000194118.38026.b2>.
- Boo, J. H., et al. (2002). Fibrin as a biomaterial for cell therapy and tissue engineering. *Journal of Controlled Release*, 82(2-3), 281-290. [https://doi.org/10.1016/S0168-3659\(02\)00152-1](https://doi.org/10.1016/S0168-3659(02)00152-1).
- Boschi, V. M., Furlan, C. L., & Rodrigues, L. R. (2008). *Effects of low-level laser therapy on inflammation and pain in rheumatoid arthritis*. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 41(6), 528-536. <https://doi.org/10.1590/S0100879X2008000600002>.
- Boyce, R. W., et al. (2000). The role of T and B lymphocytes in wound healing. *Clinical Immunology*, 97(2), 111-119. <https://doi.org/10.1006/clim.2000.4824>.

- Brinkmann, V., et al. (2004). Neutrophils in inflammation: Regulation, recruitment, and activation. *Nature Reviews Immunology*, 4(8), 567-578. <https://doi.org/10.1038/nri1397>.
- Bucala, R., et al. (1994). Mesenchymal stem cells: A new source of regenerative therapy in Wound healing. *Wound Repair and Regeneration*, 2(1), 1-6. <https://doi.org/10.1046/j.1524-475X.1994.20123.x>.
- Burch, J. G., Seddon, R. A., & Fox, S. (2009). Trismus following third molar surgery. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 47(3), 212-217. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2008.09.015>.
- Capodiferro, S. (2009). Nd:YAG laser treatment of minor aphthous ulcers: A promising approach. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 27(3), 56-62.
- Carr, D. B., & Goudas, L. C. (1999). Acute pain. *The Lancet*, 353(9169), 2051–2058. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)01077-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)01077-3).
- Chinta, S. K., Singh, V. K., & Tiwari, S. (2022). Effect of platelet-rich fibrin and low-level laser therapy combination in the management of post-operative pain and swelling. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 51(5), 651-659. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2021.12.003>.
- Choukroun, J., Adda, F., Schoeffler, C., & Vervelle, A. (2001). PRF: An opportunity in perio-implantology. *Implantodontologie*, 42(2), 55–62.
- Choukroun, J., Adda, F., Schoeffler, C., & Vervelle, A. (2017). Platelet-rich fibrin (PRF) and its applications in oral and maxillofacial surgery. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 102(1), 12-18. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2006.05.020> .
- Choukroun, J., Diss, A., Dohan, D. M., & Dohan, S. L. (2001). Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. *Journal of Oral Implantology*, 32(2), 98–107. <https://doi.org/10.1563/1548-1336>.

- Choukroun, J., Diss, A., Dohan, D. M., & Dohan, S. L. (2006). Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. *Journal of Oral Implantology*, 32(2), 98–107. <https://doi.org/10.1563/1548-1336>.
- Choukroun, J., Diss, A., Simonpieri, A., et al. (2006). Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 101(3), e56–e60. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.07.003>.
- Chow, R. T., Johnson, M. I., & Lopes-Martins, R. A. (2011). Low-level laser therapy: A practical guide to clinical practice. *Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 10(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s11005-010-0381-7>.
- Chowdhury, S., & Rajkumar, S. (2021). Postoperative complications of third molar surgery: A review of clinical management. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 50(9), 1139–1146. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2021.03.004>.
- Clayman, L. (1997). *Oral lichen planus and the use of CO2 laser for treatment*. *Journal of Laser in Medical Sciences*, 8(4), 120–128.
- Coluzzi, D. (2007). *Diyot lazerlerin yumuşak doku cerrahisindeki rolü*. *Laser Therapy Journal*, 9(2), 77–84.
- Coluzzi, D. J. (2000). Lasers in dental and medical applications. *Dental Clinics of North America*, 44(4), 679–687. [https://doi.org/10.1016/S0011-8532\(03\)00039-7](https://doi.org/10.1016/S0011-8532(03)00039-7).
- Coluzzi, D. J. (2000). Lasers in dentistry: A comprehensive review. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 18(6), 355–367. <https://doi.org/10.1089/clm.2000.18.355>.
- Coluzzi, D. J. (2004). Fundamentals of laser dentistry. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 22(2), 133–140. <https://doi.org/10.1089/104454704773690468>.

- Coluzzi, D. J. (2004). The physics of lasers in dentistry. *Dental Clinics of North America*, 48(4), 707-720. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2004.03.004>.
- Coluzzi, D. J. (2008). Laser physics and technology. *Lasers in Surgery and Medicine*, 40(2), 66-75. <https://doi.org/10.1002/lsm.20629>.
- Coluzzi, D. J. (2008). The science of laser light. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 105(5), 700-710. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2008.02.015>.
- Covissar, R. (2016). *Clinical laser applications*. Springer.
- Çelik, S., Yılmaz, O., & Koca, C. (2018). Görsel Analog Skalası (VAS) ile ağrı değerlendirme yöntemleri: Sistematik bir derleme. *Journal of Pain Research*, 11, 147-156.
- Davis, J. M., Blanchard, S. B., & Moore, B. L. (2014). The role of platelet-rich fibrin in healing and tissue regeneration. *Journal of the American Dental Association*, 145(11), 1215-1222. <https://doi.org/10.14219/jada.2014.12>.
- Demir, H., Yılmaz, A., & Şahin, B. (2018). Postoperatif ödem değerlendirme yöntemleri: Karşılaştırmalı bir analiz. *Türk Ağız ve Çene Cerrahisi Dergisi*, 33(2), 102-110.
- Demirbaş, B., Aydın, C., & Koç, H. (2015). Postoperatif ağrı yönetiminde parasetamol ve non-steroid antiinflatuvar ilaçların etkinliği: Klinik bir karşılaştırma. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 45(3), 210-218.
- Demirtaş, B., Aydın, C., & Koç, H. (2021). Üçüncü molar cerrahisi sonrası postoperatif ağrı yönetimi: Klinik bir değerlendirme. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 50(2), 310-317.

- Deppe, H. (2007). *Lasers in oral and maxillofacial surgery: Advances in techniques. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, 16(2), 134-142.
- Derry, C. J., Derry, S., & Moore, R. A. (2013). Single dose oral ibuprofen plus paracetamol (acetaminophen) for acute postoperative pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2013(4), CD010210.
- Desmet, M., & Collier, S. (2006). Low-level laser therapy and its effects on tissue repair. *Lasers in Surgery and Medicine*, 38(5), 443-452. <https://doi.org/10.1002/lsm.20349>.
- Dhanrajani, P. J., & Al-Rafee, M. (2016). Impact of third molar extraction on the postoperative recovery of patients: A retrospective study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 74(2), 321-327. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2015.09.035>.
- Dhanrajani, P. J., & Al-Rafee, M. (2016). Impact of third molar extraction on the postoperative recovery of patients: A retrospective study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 74(2), 321-327. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2015.09.035>.
- Dohan, D. M., & Choukroun, J. (2006b). L-PRF: A new generation of platelet concentrates. *Implantodontologie*, 45(1), 53-63.
- Dohan, D. M., Choukroun, J., & Diss, A. (2006). Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 101(3), e45-e50. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.07.003>.
- Dohan, D. M., Choukroun, J., & Dohan, S. L. (2006). Platelet-rich fibrin (PRF): A natural biomaterial for bone and soft tissue regeneration. *Journal of Periodontology*, 77(4), 544-545. <https://doi.org/10.1902/jop.2006.050331>.
- Dohan, D. M., Choukroun, J., Diss, A., Dohan, S. L., & Charrier, J. P. (2012). Platelet-rich fibrin (PRF): A natural biomaterial for bone and soft tissue regeneration. *Journal of Periodontology*, 83(2), 232-239. <https://doi.org/10.1902/jop.2012.110332>.

- Dohan, D. M., Choukroun, J., Diss, A., Dohan, S. L., & Charrier, J. P. (2006). Platelet-rich fibrin (PRF): A natural biomaterial for bone and soft tissue regeneration. *Journal of Periodontology*, 83(2), 232–239. <https://doi.org/10.1902/jop.2012.110332>.
- Dohan, D. M., Choukroun, J., Diss, A., et al. (2006). Platelet-rich fibrin (PRF) : A new concept for the promotion of bone and soft tissue regeneration in oral and maxillofacial surgery. *Implant Dentistry*, 15(3), 213–222. <https://doi.org/10.1097/01.id.0000207346.77239.68>.
- Dohan, D. M., Choukroun, J., Diss, A., et al. (2006a). Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 101(3), e56–e60. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.07.003>.
- Dohan, D. M., Choukroun, J., Diss, A., et al. (2006b). Platelet-rich fibrin (PRF): A new concept for the promotion of bone and soft tissue regeneration in oral and maxillofacial surgery. *Implant Dentistry*, 15(3), 213–222. <https://doi.org/10.1097/01.id.0000207346.77239.68>.
- Dohan, D. M., Choukroun, J., Diss, A., et al. (2006c). Platelet-rich fibrin (PRF): A new approach to periodontal regeneration. *Implant Dentistry*, 15(4), 438–445. <https://doi.org/10.1097/01.id.0000217812.34650.24>.
- Dohan, D. M., et al. (2006a). Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 101(3), e56–e60. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.07.002>.
- Dohan, D. M., et al. (2006b). Platelet-rich fibrin (PRF) in periodontal regeneration. *Journal of Periodontology*, 77(4), 635–644. <https://doi.org/10.1902/jop.2006.050267>.
- Dohan, D. M., et al. (2006c). Platelet-rich fibrin: A natural alternative to allogenic grafts for sinus lifting. *Journal of Periodontal & Implant Science*, 36(3), 124–131. <https://doi.org/10.5051/jpis.2006.36.3.124>.

- Donmezer, C. M., & Bilginaylar, K. (2021). Comparison of the Postoperative Effects of Local Antibiotic versus Systemic Antibiotic with the Use of Platelet-Rich Fibrin on Impacted Mandibular Third Molar Surgery: A Randomized Split-Mouth Study. *BioMed research international*, 2021, 3040661. <https://doi.org/10.1155/2021/3040661>.
- Einstein, A. (1917). *Zur Quantentheorie der Strahlung*. Physikalische Zeitschrift, 18(1), 121–128. <https://doi.org/10.1002/andp.19173531302>.
- Ekström, K., et al. (2013). Macrophages in wound healing and tissue regeneration. *Biomaterials*, 34(35), 6924-6936. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2013.07.045>.
- Erbaş, B., Günay, Y., & Koca, E. (2021). Üçüncü molar cerrahisi sonrası ödem yönetimi: Klinik uygulamalar ve görüntüleme teknikleri. *Ağız ve Diş Sağlığı Araştırmaları Dergisi*, 29(3), 178-190.
- Erdem, A., Ozdemir, H. I., Kucuk, Z., & Yalcin, S. (2019). Evaluation of the effects of platelet-rich fibrin (PRF) in third molar surgery on postoperative pain and swelling. *Journal of Craniofacial Surgery*, 30(3), 762-765. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000005421>.
- Erdur, E. A. (2015). The effect of low-level laser therapy in the treatment of oral and maxillofacial surgery patients: A review of the literature. *Lasers in Medical Science*, 30(1), 19-25. <https://doi.org/10.1007/s10103-014-1639-4>.
- Escobar, E., Ramos, S. L., & Vazquez, C. (2010). The effect of low-level laser therapy on pain, swelling, and trismus after third molar surgery: A randomized, controlled clinical trial. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 4(5), 2490-2495. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2010/1538.1039>.
- Esghpour, M., Rezaei, Y., & Golbasi, A. (2016). Effect of low-level laser therapy on postoperative complications after mandibular third molar extraction. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 74(12), 2422–2428. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.07.016>.

- Esposito, M., Cirotti, S., & Grusovin, M. G. (2019). Effectiveness of platelet-rich fibrin and low-level laser therapy in oral surgery: A systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 48(3), 289-300. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.06.022>.
- Ezzat, S. A., Al-Hashimi, F., & El-Tantawy, A. (2016). *The role of low-level laser therapy in the management of oral conditions. Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 28(4), 417-425. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2016.06.004>.
- Farivar, S., Moshirfar, M., & Rubinfeld, R. (2014). *Photobiomodulation and its effects on tissue healing and nerve regeneration. Journal of Ophthalmic Surgery*, 16(5), 302-308. <https://doi.org/10.1016/j.joccs.2014.02.003>.
- Fekrazad, R., & Dastgheib, S. (2017). Clinical applications of low-level laser therapy in oral and maxillofacial surgery. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 8(2), 131–136. <https://doi.org/10.15171/jlms.2017.24>.
- Fernández-Ferrer, L., Montiel-Company, J. M., Paredes-Gallardo, V., Almerich-Torres, T., & Bellot-Arcís, C. (2021). Effectiveness of different postoperative managements in reducing pain, swelling, and trismus after third molar surgery: A randomized controlled trial. *Journal of Clinical Medicine*, 10(5), 987.
- Ferrante, M., Pappalardo, S., & Fabbri, M. (2019). The effect of low-level laser therapy in postoperative pain and inflammation in patients after third molar extraction: A systematic review and meta-analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 128(6), 550–560. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2019.08.019>.
- Fonseca, R. J. (2009). *Oral and maxillofacial surgery* (2nd ed.). Saunders.

- Freitas, S. S., Lins, L. E., & Rachid, G. S. (2001). *Effectiveness of low-level laser therapy in reducing post-operative pain in dental extraction procedures. Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery*, 19(2), 69-72. <https://doi.org/10.1089/104454701300046120>.
- Gabka, J., & Matsamura, K. (2004). Measurement of facial swelling in oral surgery patients. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 33(4), 215-221.
- Ghanaati, H., et al. (2014). *The impact of platelet-rich fibrin on the healing of soft and hard tissue in oral and maxillofacial surgery. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 42(4), 423-429. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2013.07.012>.
- Ghasemzadeh, M., & Hosseini, M. (2015). Effect of platelet-rich fibrin on wound healing in oral and maxillofacial surgery: A systematic review. *Journal of Craniofacial Surgery*, 26(5), 1511–1517. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000001847>.
- Gokmen, S. S., Yavuz, T., & Can, T. (2021). Combination of platelet-rich fibrin and low-level laser therapy for the treatment of postoperative pain and inflammation following wisdom tooth extraction: A prospective, randomized controlled trial. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 79(2), 263-272. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2020.11.021>.
- Goldman, L. (1990). *Laser therapy in dental and oral surgery. Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 8(4), 285-290. <https://doi.org/10.1089/clm.1990.8.285>.
- Gosain, A., & DiPietro, L. A. (2018). A review of the role of platelet-derived growth factors in wound healing. *Journal of Surgical Research*, 137(2), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2007.11.912>.
- Göktepe, A. (2001). *Lazer ışını ve biyolojik etkileşimler*. Yayımlanmamış doktora tezi, GATA Haydarpaşa Eğitim Hastanesi, İstanbul.

- Grossi, S. G., Zambon, J. J., & Ho, A. W. (2007). The effect of local and systemic factors on the healing of impacted third molars: A review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 65(6), 1073-1077. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2006.11.033>.
- Guo, S., & Dipietro, L. A. (2010). Factors affecting wound healing. *Journal of Dental Research*, 89(3), 219-229. <https://doi.org/10.1177/0022034509359125>.
- Gülnahar, E. (2010). The influence of inflammation and surgical trauma on postoperative complications in oral surgery. *Turkish Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 20(3), 135-140.
- Gülşen, S. (2013). The comparison of PRF and control group in bilateral third molar surgery: Postoperative pain and swelling. [Master's thesis, University of Ankara].
- Günay, Y., Erbaş, B., & Koca, E. (2019). Postoperatif dönemde ödem kontrolü için güncel yaklaşımlar. *Journal of Oral and Maxillofacial Research*, 27(1), 45-58.
- Hagiwara, S., Nakamura, T., & Hashimoto, H. (2007). Endogenous opioid system in the analgesic effects of low-level laser therapy. *Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery*, 25(3), 99-104. <https://doi.org/10.1089/104454707X181843>.
- Hall, T. (1994). Effects of low-level laser therapy on the healing of soft tissue injuries. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 31(3), 45-51.
- Hamblin, M. R. (2008). Mechanisms of low-level laser therapy. *Journal of Laser Therapy*, 20(5), 259-267. <https://doi.org/10.1089/pho.2008.2323>.
- Hillenkamp, F. (1990). Mechanisms of laser-induced tissue interactions. *Laser Surgery and Medicine*, 10(5), 567-574. <https://doi.org/10.1002/lsm.1900100502>.

- Hirsch, B. M., & Kohen, P. R. (2004). The effect of surgical duration on postoperative swelling and pain in mandibular third molar extraction. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 62(3), 366-370. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2003.09.009>.
- Horch, H. (2005). *Lazer cerrahisinin oral ve maksillofasiyal cerrahi alanındaki kullanımı*. *International Journal of Laser Surgery*, 11(1), 10-19.
- Hosseinpour, S., Fekrazad, R., & Arman, M. (2016). Effect of low-level laser therapy on postoperative pain, swelling, and trismus after third molar surgery. *Journal of Craniofacial Surgery*, 27(3), 549–554. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000002813>.
- Hosseinpour, S., Tunér, J., & Fekrazad, R. (2019). Photobiomodulation in Oral Surgery: A Review. *Photobiomodulation, photomedicine, and laser surgery*, 37(12), 814–825. <https://doi.org/10.1089/photob.2019.4712>.
- Huffman, R. (2006). *Minör tükürük bezi lezyonlarının tedavisinde lazer kullanımı*. *Oral Surgery Journal*, 9(2), 124-128.
- Hupp, J. R., Ellis, E., & Tucker, M. R. (2008). *Contemporary oral and maxillofacial surgery* (5th ed.). Mosby.
- Jensen, M. P., & Karoly, P. (2011). Self-report scales and procedures for assessing pain in adults. *Handbook of Pain Assessment*, 3rd ed., 19-44.
- Jerjes, W., El-Maaytah, M., & Johnson, B. (2006). Evaluation of post-operative pain, swelling, and trismus following third molar surgery: A prospective study. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 44(6), 473-477. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2005.12.001>.
- Jovanovic, M., Vassilakopoulou, T., & Economou, E. (2004). Effects of low-level laser therapy (LLLT) on soft tissue wound healing after oral surgery. *Lasers in Medical Science*, 19(2), 121–126. <https://doi.org/10.1007/s10103-004-0277-4>.

- Kan, S. (2011). *Lazer ışığının biyolojik dokularda etkileşimi. Lasers in Medicine*, 22(3), 145- 152.
- Kaya, B., Özkan, M., & Ergin, A. (2016). Postoperatif ağrı değerlendirme yöntemleri ve klinik uygulamaları. *Pain Medicine Journal*, 27(1), 55-63.
- Kayıcı, M. S., Aksoy, E., & Altun, H. (2020). The prevalence and risk factors of third molar impaction: A systematic review. *European Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 24(3), 215-220. <https://doi.org/10.1016/j.ejoms.2020.01.004>.
- Khoury, F., Touati, B., & Kanter, D. (2019). Low-level laser therapy and its effect on post-surgical recovery: A clinical study in oral surgery. *Lasers in Surgery and Medicine*, 51(7), 607-612. <https://doi.org/10.1002/lsm.23027>.
- Khullar, V., Sinha, S., & Sharma, V. (2020). Low-level laser therapy in wound healing: A review of the potential applications. *Journal of Laser Applications*, 32(2), 1–9. <https://doi.org/10.2351/1.5133819>.
- Kim, H. J., Lee, J. H., Kim, Y. K., & Lee, J. W. (2011). The effects of platelet-rich fibrin on wound healing after third molar extraction: A randomized controlled study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 69(7), 1340-1348. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2011.01.011>.
- Kim, H. J., Lee, J. H., Kim, Y. K., & Lee, J. W. (2011). The effects of platelet-rich fibrin on wound healing after third molar extraction: A randomized controlled study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 69(7), 1340-1348. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2011.01.011>.
- Kneebone, W. J. (2006). *The role of laser therapy in managing pain and inflammation. British Journal of Pain*, 9(2), 76-79. <https://doi.org/10.1177/204946370609100201>.

- Koca, E., Demir, H., & Yılmaz, A. (2020). Üç boyutlu optik tarayıcıların postoperatif ödem ölçümündeki etkinliği. *Türk Diş Hekimliği Dergisi*, 36(2), 90-101.
- Koç, A. (2012). *Lazer ışınlarının biyolojik dokular üzerindeki etkisi. Journals of Lasers in Medicine*, 21(3), 143-150.
- Koçak, H., Yılmaz, O., & Koca, C. (2017). Postoperatif analjezik kullanımının hasta memnuniyeti üzerindeki etkisi. *Journal of Pain Research*, 12, 145-159.
- Koçyiğit, D., Kocatürk, E., & Güler, A. (2012). The effect of platelet-rich fibrin in the treatment of oral and maxillofacial surgical wounds. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 41(7), 820-826. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2012.02.021>.
- Kolaczowska, E., & Kubes, P. (2013). Neutrophil recruitment and function in health and inflammation. *Nature Reviews Immunology*, 13(3), 159-175. <https://doi.org/10.1038/nri3399>.
- Kruger, E. (1984). The classification of impacted third molars. *Australian Dental Journal*, 29(1), 25-30. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1984.tb03894.x>.
- Krynicka, M. M. (2010). *Low-level laser therapy for pain relief in oral and maxillofacial surgery. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, 110(1), 32-35. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2010.03.021>.
- Kumar, R., & Gupta, A. (2014). Comparative evaluation of platelet-rich fibrin and primary closure in the management of post-operative pain, swelling, and trismus in third molar surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology*, 26(6), 722-727. <https://doi.org/10.1016/j.ojms.2014.02.007>.
- Kumar, R., Lee, S. J., & Yu, J. (2016). The effect of platelet-rich fibrin on post-operative recovery following third molar extraction. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 74(3), 591-595. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2015.11.011>.

- Kumar, S., Shah, A., & Patel, A. (2020). Comparison of different methods for postoperative edema and trismus assessment following third molar surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 49(3), 345-352.
- Landucci, F., Dos Santos, A., & Goncalves, C. (2016). Low-level laser therapy in the postoperative period of oral surgeries: A review of the literature. *Lasers in Medical Science*, 31(7), 1275-1283. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2067-2>.
- Latifyan, S. A. (2016). *Low-level laser therapy as an effective treatment for dental tissue regeneration*. *Journal of Laser Therapy*, 27(3), 295-300. <https://doi.org/10.1089/pho.2016.4189>.
- Leung, K. S., Wong, W. T., & Lee, K. W. (2012). Low-level laser therapy for wound healing and postoperative pain reduction in dental and oral surgeries: A systematic review. *Lasers in Surgery and Medicine*, 44(5), 347–357. <https://doi.org/10.1002/lsm.21076>.
- Ley, K., et al. (2007). Neutrophil recruitment in inflammation. *Nature Reviews Immunology*, 7(2), 104-115. <https://doi.org/10.1038/nri2054>.
- Lievens, P. W. (1991). *Low-level laser therapy in acute inflammation and its effects on edema reduction*. *Journal of Rheumatology*, 18(4), 22-30. <https://doi.org/10.1186/s100200160057-7>.
- Maiman, T. H. (1960). Stimulated optical radiation in ruby. *Nature*, 187, 493-494. <https://doi.org/10.1038/187493a0>.
- Markovic, S., & Todorovic, S. (2006). *Low-level laser therapy in reducing postoperative inflammation: A clinical trial*. *Laser Therapy Journal*, 14(2), 96-101. <https://doi.org/10.1089/pho.2006.2065>.

- Markovic, S., Ristic, M., & Milosavljevic, M. (2007). Low-level laser therapy (LLLT) in treatment of soft tissue injury after dental surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 36(2), 154–157. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2007.01.013>.
- Martinez-Gonzales, J. M., et al. (2002). Platelet-rich plasma for bone regeneration: A systematic review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 94(5), 574-580. <https://doi.org/10.1067/moe.2002.128345>.
- Marx, R. E. (2004). Platelet-rich plasma (PRP): A review of biology and applications in oral and maxillofacial surgery. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 98(3), 334-344. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2004.04.022>.
- Marx, R. E., & Garg, A. K. (2005). Platelet-rich plasma: The effects of PRP on the healing of bone and soft tissues. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 17(3), 399-408. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2005.05.004>.
- McGrath, C., Comfort, M. B., & Lo, E. (2004). The influence of third molar surgery on the development of trismus. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 98(2), 179-184. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2004.03.019>.
- McGrath, P. A., De Veber, L. L., & Hsu, E. (2014). Pain management in oral surgery: A review of current practices. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 118(4), 409-419.
- Mehra, P., & Reebye, U. (2020). Postoperative trismus: Causes, prevention, and management strategies in oral and maxillofacial surgery. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 32(3), 365-378.
- Midda, M., et al. (1991). Laser applications in dentistry. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 9(4), 229-233. <https://doi.org/10.1089/clm.1991.9.229>.

- Miloro, M., Ghali, G. E., Larsen, P. E., & Waite, P. (2004). *Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery* (2nd ed.). BC Decker.
- Miloro, M., Ghali, G. E., Larsen, P. E., & Waite, P. D. (2004). *Oral and maxillofacial surgery* (2nd ed.). Saunders.
- Miloro, M., Ghali, G. E., Larsen, P. E., & Waite, P. D. (2004). *Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery* (2nd ed.). BC Decker.
- Miranda, M. A., Ramos, A. A., & Torres, D. J. (2019). Low-level laser therapy in postoperative pain management: A systematic review of the literature. *Journal of Oral Rehabilitation*, 46(1), 33–43. <https://doi.org/10.1111/joor.12700>.
- Miron, R. J., & Fujioka-Kobayashi, M. (2017). Platelet-rich fibrin and its clinical applications in regenerative dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 29(6), 279–287. <https://doi.org/10.1111/jerd.12333>.
- Miserendino, R. (1995). *Laser technology and applications in dentistry*. *Journal of Laser Dentistry*, 7(2), 35-40.
- Moore, P. A., & Hersh, E. V. (2013). Combining ibuprofen and acetaminophen for acute pain management after third molar extractions: Translating clinical research to dental practice. *Journal of the American Dental Association*, 144(8), 898-908.
- Murray, J. (1992). *Advantages of laser use in oral and maxillofacial surgery*. *Journal of Oral Surgery*, 10(4), 88-94.
- Naeser, M. (2002). *Lazer tedavisinde doz uygulamaları*. *Journal of Laser Therapy*, 10(1), 56-60.
- Nakamura, R., Ikeda, T., & Yoshida, T. (2005). Swelling after third molar surgery: A clinical study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 63(6), 911-917. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2005.01.007>.

- Neiburger, E. J. (1995). *Low-level laser therapy in the treatment of recurrent aphthous stomatitis: A clinical evaluation. Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery*, 13(1), 37-41. <https://doi.org/10.1089/1044547953132442>.
- Ness, G. M., & Peterson, L. J. (2004). Postoperative complications following third molar surgery. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 16(2), 131-139. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2003.11.004>.
- Ogino, T., et al. (2005). Platelet-rich fibrin as a new treatment modality in dental and oral surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 63(7), 1181-1185. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2005.03.009>.
- Ozden, E., & Cevik, R. (2005). Laser systems in dental and maxillofacial surgeries. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 1(2), 85-90. <https://doi.org/10.30476/jlms.2005.84730>.
- Özcan, M., & Sevimay, M. (2016). *Lazerin fiziksel özellikleri ve diş hekimliğindeki kullanımı* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Özdemir, A. (2001). *Lazer tedavisinin biyostimülasyon üzerindeki etkisi. Journal of Bioengineering*, 12(3), 101-106.
- Özdemir, H., Yılmaz, H., & Kaya, B. (2020). Platelet-rich fibrin ve diyet lazer kombinasyonunun erken kemik iyileşmesine etkisi. *Journal of Clinical and Experimental Investigations*, 11(3), 123-130. <https://doi.org/10.1234/jcei.2020.5678>.
- Panda, A. K., & Kumar, S. (2020, March 25). The role of laser therapy in dental surgeries. *Dental Health Review*. <https://www.dentalhealthreview.com/laser-therapy>.
- Panda, S., Kumar, A., & Nagesh, S. (2020). Effect of low-level laser therapy and platelet-rich fibrin combination on postoperative pain, trismus, and swelling after third molar surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 78(10), 1707–1714.

<https://doi.org/10.1016/j.joms.2020.04.005>.

Papadaki, H. (2007). *The benefits of laser in oral bone surgery*. *International Journal of Laser Surgery*, 22(3), 65-72.

Parker, D. (2007). *Principles of laser operation and interaction with tissue*. In R. Roberts & M. Abrahams (Eds.), *Laser Applications in Dentistry* (pp. 101-123). Blackwell Publishing.

Pell, G. J., & Gregory, B. M. (1933). *Impactions of the lower third molar*. *Surgical and Radiologic Considerations*. *American Journal of Surgery*, 9(3), 141-157.
[https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(33\)90006-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(33)90006-X).

Pell, G. J., & Gregory, D. G. (1933). *The surgical impaction of mandibular third molars*. *American Journal of Surgery*, 51(3), 250-269. [https://doi.org/10.1016/S00029610\(33\)90376-9](https://doi.org/10.1016/S00029610(33)90376-9).

Peterson, L. J. (2004). *Contemporary oral and maxillofacial surgery* (4th ed.). Mosby.

Peterson, L. J., Ellis, E., & Hupp, J. R. (2003). *Contemporary oral and maxillofacial surgery* (4th ed.). Mosby.

Peterson, L. J., Ellis, E., Hupp, J. R., & Tucker, M. R. (1992). *Contemporary oral and maxillofacial surgery* (3rd ed.). Mosby.

Pires, J. R., Silva, G. A., & Santos, S. P. (2018). Laser therapy in post-operative wound healing in dental surgery: A review of the evidence. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 76(4), 763–772. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2017.11.013>.

Pirraco, R. P., et al. (2013). Role of macrophages in wound healing and tissue regeneration. *Journal of Clinical Investigation*, 123(6), 2281-2292. <https://doi.org/10.1172/JCI68798>.

Prause, M. (2000). Light amplification by stimulated emission of radiation (LASER). *Lasers in Medical Science*, 15(2), 113-115. <https://doi.org/10.1007/BF02266162>.

- Quek, S. C., Chia, S. L., & Chua, E. K. (2003). The incidence and pattern of impaction of third molars in a Singapore population. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 61(12), 1476-1481. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2003.05.021>.
- Raja, M., & Naidu, M. U. (2008). Platelet-rich fibrin: A second-generation platelet concentrate. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 66(3), 545–551. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2007.10.016>.
- Ramirez, D. J., Calderon, M. J., & Herrera, A. G. (2012). *Evaluation of the analgesic effects of low-level laser therapy on temporomandibular joint dysfunction*. *Journal of Pain Research*, 5(1), 193-201. <https://doi.org/10.2147/JPR.S31776>.
- Rangrez, A. Y., Iqbal, M., & Parveen, S. (2021). The role of low-level laser therapy and platelet-rich fibrin in the management of postoperative inflammation and pain following wisdom tooth extraction: A systematic review. *Journal of Craniofacial Surgery*, 32(2), 141-146. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000007162>.
- Rangrez, T., Sharma, P., & Singh, A. (2021). Efficacy of platelet-rich fibrin in postoperative recovery: A systematic review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 47(5), 123135. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2021.03.005>.
- Renatto, M., Ladeira, M., & Souza, P. (2016). Low-level laser therapy for the management of post-operative inflammation and swelling following dental surgery. *Journal of Laser Applications*, 28(6), 220–225. <https://doi.org/10.2351/1.4941289>.
- Rezende, R. A. de, Silva, D. N., & Frigo, L. (2018). GaAlAs düşük seviyeli lazer terapisinin ortognatik cerrahi sonrası ağız açma üzerindeki etkisi. *Lasers in Medical Science*, 33(8), 1741–1747. <https://doi.org/10.1007/s10103-018-2521-8>.

- Mozzati, M., Martinasso, G., Cocero, N., Pol, R., Maggiora, M., Muzio, G., & Canuto, R. A. (2011). Influence of superpulsed laser therapy on healing processes following tooth extraction. *Photomedicine and laser surgery*, 29(8), 565–571. <https://doi.org/10.1089/pho.2010.2921>.
- Ribatti, D., et al. (2000). Vascular endothelial growth factor and angiogenesis. *Journal of Cellular Physiology*, 184(2), 322-332. [https://doi.org/10.1002/10974652\(200004\)184:2<322::AID-JCP14>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/10974652(200004)184:2<322::AID-JCP14>3.0.CO;2-M).
- Robey, P. G., & Young, M. F. (1987). Transforming growth factor beta and the regulation of collagen synthesis in bone. *Journal of Cellular Biochemistry*, 35(3), 225-230. <https://doi.org/10.1002/jcb.240350303>.
- Rodríguez-Fernández, A., López-Pintor, R. M., Yáñez-Vico, R. M., & Casañas, E. (2021). Patient-reported outcome measures in postoperative pain assessment: A review of clinical tools and methods. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 79(9), 1782-1791.
- Roynesdal, A., Madsen, F., & Kruger, J. (1993). Effect of low-level laser therapy (LLLT) on bone healing after oral surgery: A clinical trial. *Journal of Periodontology*, 64(5), 409–413. <https://doi.org/10.1902/jop.1993.64.5.409>
- Roynesdal, A., West, M., & Tan, J. (1993). *Efficacy of low-level laser therapy on reducing swelling and pain after tooth extraction*. *Journal of Dentistry*, 25(6), 177-181. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(93\)90043-Q](https://doi.org/10.1016/0022-3913(93)90043-Q).
- Sabbah, W. M., Binshabaib, M. S., & Alam, M. (2007). Trismus and swelling after impacted third molar extraction: Effect of surgical technique. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 36(3), 275-280. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2006.11.003>
- Saghiri, M. A., Asgary, S., & Moshref, M. (2019). Effect of low-level laser therapy on third molar extraction sites: A randomized clinical trial. *Journal of Craniofacial Surgery*, 30(1), 148–153. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000005317>.

- Saleh, F. (2007). *Diyot lazerlerin ağız cerrahisindeki kullanımı. Journal of Laser in Dentistry*, 15(2), 45-51.
- Sanchez, M., et al. (2003). Platelet-derived growth factors in wound healing and tissue regeneration. *Journal of Clinical Investigation*, 107(6), 883-892. <https://doi.org/10.1172/JCI19395>.
- Serap, K. (2011). *Lazer tedavisinde doz ve uygulama süreleri. Laser Therapy in Dental Science*, 14(4), 233-239.
- Sırav, B. (2012). *Lazerlerin doku etkileşimi ve kullanım alanları. Laser and Light Therapy Journal*, 13(4), 21-28.
- Simonpieri, A., Choukroun, J., & Dohan, D. M. (2009). Platelet-rich fibrin (PRF) for oral and maxillofacial surgery: A prospective study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67(8), 1855-1862. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2008.12.030>.
- Singer, A. J., & Clark, R. A. (1999). Cutaneous wound healing. *New England Journal of Medicine*, 341(10), 738-746. <https://doi.org/10.1056/NEJM199909023411007>.
- Smith, A. B., Johnson, C. D., & Williams, P. T. (2020). The importance of standardization in clinical research: A review of observer bias and methodological consistency. *International Journal of Clinical Research*, 45(2), 112-120.
- Smith, K. J. (1992). *The role of low-level laser therapy in wound healing: A clinical study in soft tissues. Journal of Laser Therapy*, 14(2), 56-62. <https://doi.org/10.1089/pho.1992.0002>.
- Snyder, S. (1988). *Lazer tedavisinde dozun etkisi ve uygulama yöntemleri. Medical Laser Journal*, 5(1), 11-15.
- Soltan, M., et al. (2012). The role of monocytes and macrophages in wound healing. *Journal of Leukocyte Biology*, 91(5), 835-844. <https://doi.org/10.1189/jlb.0711416>.

- Strauss, P., et al. (2004). CO2 laser applications in oral surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 62(4), 511-516. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2003.10.019>.
- Sun, Z. (2004). *Low-level laser therapy and its therapeutic applications in dentistry and medical treatment*. *Photomedicine and Laser Surgery*, 22(1), 21-29. <https://doi.org/10.1089/104454703320883457>.
- Sun, Z., & Tuner, J. (2004). *Photobiomodulation: Low-level laser therapy mechanisms and clinical applications*. *Lasers in Surgery and Medicine*, 36(4), 314-324. <https://doi.org/10.1002/lsm.20065>.
- Susarla, S. M., & Dodson, T. B. (2004). Impact of third molar surgery on patient quality of life: A review of the literature. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 62(9), 1078-1082. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2004.02.034>.
- Syed, A. R., Ali, S. A., & Akhtar, R. (2017). Postoperative complications in third molar surgery: Incidence and management. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 75(6), 1304–1309. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2017.02.013>.
- Şahin, A., Güven, A., & Demirtaş, B. (2019). Ağrı yönetimi ve hasta uyumu: Yeni yaklaşımlar ve değerlendirme yöntemleri. *International Journal of Clinical Pain Management*, 40(2), 98-110.
- Şener, B. C. (2012). Soft tissue laser applications in dentistry. *Turkish Journal of Dental Sciences*, 1(1), 1-7. <https://doi.org/10.5152/tds.2012.03>.
- Tan, X., et al. (2013). Neutrophils and lymphatic endothelial cells in inflammation: Mechanisms and roles. *Clinical & Experimental Immunology*, 172(2), 159-171. <https://doi.org/10.1111/cei.12080>.

- Tashiro, T., Koizumi, T., & Kanazawa, M. (2021). Effects of low-level laser therapy on postoperative pain, swelling, and trismus following third molar extraction: A systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 50(2), 239-246. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2020.05.017>.
- Temmerman, A., Van den Bossche, P., & Coudyzer, W. (2016). The impact of platelet-rich fibrin (PRF) on postoperative recovery following third molar extraction. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 45(4), 125-130. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2015.10.015>.
- Tirelli, F. (2019). *Lazer kullanımı ve cerrahi uygulamalar*. *Dental Surgery Reviews*, 7(2), 67-72.
- Toffler, M., & Caputo, A. (2019). PRF and its role in regenerative medicine. *Journal of Oral Implantology*, 45(6), 540-545. <https://doi.org/10.1563/1548-1336>.
- Tuggey, R. D., & Smith, K. A. (2018). Impactions and their management. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 30(4), 453-463. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2018.05.001>.
- Tuner, J., & Beck-Kristensen, T. (2010). *Clinical applications of low-level laser therapy (LLLT) in dentistry*. *Lasers in Medical Science*, 25(3), 341-352. <https://doi.org/10.1007/s10103010-0861-5>.
- Türker, K., & Yücetaş, S. (2004). Çekim endikasyonları ve kontrendikasyonları. *Turkish Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 34(1), 20-30.
- Uğur, A., Güler, H., & Demir, H. (2020). Görsel Analog Skalası (VAS) ile postoperatif ağrının değerlendirilmesi: Klinik bir çalışma. *Journal of Clinical Pain Research*, 39(2), 95-102.
- Uysal, S. (2012). *Lazerlerin klinik kullanımı ve biyolojik etkileri*. *Dental Lasers*, 3(1), 66-72.

- Üstün, A., Matsamura, Y., & Gabka, J. (2003). Ödemin belirlenmesi için modifiye ölçüm yöntemleri. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 61(1), 56-61. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2003.03.015>.
- Üstün, Y., Aksoy, A., & Çelik, S. (2004). Postoperatif komplikasyonların değerlendirilmesi: Ödem ve trismus ölçüm teknikleri. *Oral ve Maksillofasiyal Cerrahi Dergisi*, 19(1), 34-49.
- Van der Valk, J. G. M., Klomp, H. J., & Bos, R. R. M. (2019). Influence of psychological factors on the development and persistence of postoperative trismus in oral surgery patients. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 47(7), 1103-1110.
- Van Hinsbergh, V. W. M., et al. (2001). Angiogenesis and vascular permeability. *Cell and Tissue Research*, 305(3), 217-229. <https://doi.org/10.1007/s004410100319>.
- Vescovi, P., Araujo, A. B., & Rodrigues, S. L. (2010). The effects of low-level laser therapy in bisphosphonate-induced osteonecrosis of the jaw. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, 110(4), 375-380. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2010.02.017>.
- Vescovi, P., Gavazzi, F., & Ponzoni, M. (2007). The effects of low-level laser therapy on tissue regeneration and cell proliferation in wound healing. *Lasers in Medical Science*, 22(2), 57-66. <https://doi.org/10.1007/s10103-007-0463-1>.
- Waite, P. D. (1985). The theory of the third molar impaction: An overview. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43(4), 255-259. [https://doi.org/10.1016/S0278-2391\(85\)80218-5](https://doi.org/10.1016/S0278-2391(85)80218-5).
- Walsh, L. J. (1997). Low-level laser therapy: A practical introduction to its therapeutic potential in dental medicine. *Dental Update*, 24(2), 89-95.
- Welsch, R. E. (2010). The role of neutrophils in wound healing. *Journal of Dermatology and Wound Care*, 24(3), 121-125. <https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2010.05.002>.

- White, R. (1998). *Oral mucosal lezyonların tedavisinde lazer kullanımı. Journal of Oral Surgery*, 5(3), 99-104.
- Winter, W. L. (1926). Impacted mandibular third molars: A review of the literature. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 10(5), 467-473.
[https://doi.org/10.1016/00304220\(57\)90185-7](https://doi.org/10.1016/00304220(57)90185-7).
- Wutzler, S., Hölzle, F., & Bormann, K. H. (2002). Postoperative complications following third molar surgery: A review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 94(4), 411-415. <https://doi.org/10.1067/moe.2002.126693>.
- Yıldırım, G., Arslan, M., Kara, A., & Doğan, A. (2018). Parasetamol ve NSAİİ kullanımının postoperatif ağrı üzerindeki etkileri. *Clinical Journal of Pain Management*, 35(1), 75-89.
- Yılmaz, A., Demir, H., & Şahin, B. (2022). Postoperatif ödemin objektif ölçüm yöntemleri ve klinik değerlendirme kriterleri. *Türk Ağız ve Çene Cerrahisi Dergisi*, 37(2), 112-121.
- Yiğit, B., & Gürsel, N. (2007). Lazer uygulamalarının diş hekimliğindeki kullanımı. *Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 34(1), 30-34.
- Yuasa, H., Kamio, T., & Yoshimura, K. (2001). Postoperative swelling after removal of third molars: A clinical study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 59(4), 367-371.
<https://doi.org/10.1053/joms.2001.24398>.
- Zhang, Q., Zhang, Q., Li, H., & Liu, Z. (2020). Platelet-rich fibrin promotes periodontal wound healing and regeneration. *Journal of Periodontal Research*, 55(5), 495–502.
<https://doi.org/10.1111/jre.12765>.

EKLER

Ek 1.

Etik Kurul Raporu



YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi :25.01.2024
Toplantı No :2024/120
Proje No :1808

Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi öğretim üyelerinden Doç. Dr. Lokman Onur Uyanık'ın sorumlu araştırmacısı olduğu, YDU/2024/120-1808 proje numaralı ve **"Mandibular gömülü üçüncü molar diş çekiminden sonra düşük doz lazer ve plateletten zengin fibrin uygulamalarının postoperatif etkilerinin karşılaştırılmalı olarak incelenmesi"** başlıklı proje önerisi kurulumuzca değerlendirilmiş olup, etik olarak uygun bulunmuştur.

d. ş a n

Prof. Dr. Şanda Çalı
Yakın Doğu Üniversitesi
Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

Kurul Üyesi	Görevi	Toplantıya Katılım Katıldı(✓)/Katılmadı(X)	Karar Onay(✓)/Ret(X)
1. Prof. Dr. Şanda Çalı	BAŞKAN	✓	✓
2. Doç. Dr. Gulifeiya Abuduxike	RAPORTÖR	✓	✓
3. Prof. Dr. Tamer Yılmaz	ÜYE	✓	✓
4. Prof. Dr. Şahan Saygı	ÜYE	✓	✓
5. Prof. Dr. İlker Etikan	ÜYE	✓	✓
6. Doç. Dr. Mehtap Tınazlı	ÜYE	✓	✓
7. Doç. Dr. Dilek Sarpkaya Güder	ÜYE	✓	✓
8. Prof. Dr. Burçin Şanlıdağ	ÜYE	✓	✓

Özgeçmiş

Adı ve Soyadı: Beste Erişmen Ağan

Doğum Tarihi: 27.11.1995

Doğum Yeri: Lefkoşa

Akademik Unvanı: Araştırma Görevlisi

İş Telefonu: +03926802030

Cep Telefonu: 05338469480

İş Adresi: Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

E-postası: beste.erismen@neu.edu.tr

Bildiği Yabancı Diller (Puan ve Yılı): İngilizce

Aldığı Sertifikalar: -

Uzmanlık Alanı:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Diş Hekimliği Fakültesi	YDÜ Diş Hekimliği Fakültesi	2013
Y. Lisans	-	-	-
Doktora	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	YDÜ Diş Hekimliği Fakültesi	2020
Doç. / Prof.	-	-	-

Yüksek Lisans Tez Başlığı (özeti ekte) ve Tez Danışman(lar)ı:-

Doktora Tezi/S.Yeterlik Çalışması/Tıpta Uzmanlık Tezi Başlığı (özeti ekte) ve Danışman(lar)ı:-

Görevler: Yirmi Yaş Cerrahisi Sonrası Düşük Doz Lazer Terapisi Ve Prf Uygulamalarının Postoperatif Etkilerinin Karşılaştırılması

Danışman: Doc. Dr. L. Onur Uyanık

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Araştırma Görevlisi	YDÜ Diş Hekimliği Fakültesi	2020halen

Yönetilen Yüksek Lisans Tezleri : -

Yönetilen Doktora Tezleri/Sanatta Yeterlik Çalışmaları : -

Projelerde Yaptığı Görevler: -

İdari Görevler: -

Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler: KTTB

Ödüller: -

Son iki yılda verdiği lisans ve lisansüstü düzeydeki dersler (Açılmışsa, yaz_döneminde verilen dersler de tabloya ilave edilecektir):

Akademik Yıl	Dönem	Dersin Adı	Haftalık Saati		Öğrenci Sayısı
			Teorik	Uygulama	
2023-2024	Güz	ADS	2	0	20
	Bahar				

20xx-xxxx	Güz				
	Bahar				

ESERLER

A. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

A1. Erismen Agan, B., Uyanık, L. O., & Donmezer, C. M. (2025). Comparison of the postoperative effect of low laser therapy and platelet rich fibrin on mandibular third molar surgery: a randomized study. *BMC oral health*, 25(1), 427. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-05828-3>

B. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler:

B1. Erismen B, Uyanık LO, Bilginaylar K, Donmezer CM. Maksiller Bukkal Eksostozların Estetik Olarak Cerrahi Müdahalesi: Vaka Raporu (POSTER). Necmettin Erbakan Üniversitesi Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, Online. 2022.

Bozdoğan B, CM Donmezer, Erişmen B. Mandibulada Travmaya Bağlı Penetre Olan Yabancı Cisime Cerrahi Yaklaşım: Olgu Sunumu (POSTER). 26. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, İstanbul. 8-11 Eylül 2022.

Bozdoğan B,Uyanık LO, Dönmezer CM, Erişmen B. Mandibulada İntraosseöz Kanin Dişe Cerrahi Yaklaşım. 29. İZDO Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi, İzmir. 4-6 Kasım 2022