



T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
AĞIZ, DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

**ORTOGNATİK CERRAHİ HASTALARINDA DÜŞÜK DOZ
LAZER BİYOSTİMÜLASYONUNUN AMELİYAT SONRASI
AĞRI, ÖDEM VE AĞIZ AÇIKLIĞINA ETKİSİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Berfin Öykü ERDOĞAN

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Yavuz FINDIK

ISPARTA – 2025

KABUL ve ONAY SAYFASI

Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı'na;

Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı Başkanlığı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 09/05/2025

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yavuz FINDIK

Üye: Prof. Dr. Yavuz FINDIK
Süleyman Demirel Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı Başkanlığı

Üye: Doç. Dr. Müge ÇINA
Süleyman Demirel Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı Başkanlığı

Üye: Prof. Dr. Mehmet Fatih ŞENTÜRK
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı Başkanlığı

ONAY: Bu uzmanlık tezi, yukarıda belirtilen jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Murat MADEN

Dekan

BEYAN

“Ortognatik Cerrahi Hastalarında Düşük Doz Lazer Biyostimülasyonunun Ameliyat Sonrası Ağrı, Ödem ve Ağız Açıklığına Etkisinin Karşılaştırılması” bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Hazırlayan

Berfin Öykü ERDOĞAN

Danışman

Prof. Dr. Yavuz FINDIK

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgisini, tecrübelerini ve yardımlarını esirgemeyen, yaptığım işlerde motive edip destekleyen, her zaman örnek aldığım değerli danışman hocam Prof.Dr. Yavuz FINDIK’a,

Birlikte çalışma imkanı bulduğum, bu süreçte bilgilerinden faydalandığım ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Müge ÇINA’ya,

Bu süreçte hekimliğinden her zaman yeni şeyler öğrendiğim, hem bir hoca hem bir abi desteği gördüğüm ve birlikte çalıştığım için şanslı hissettiğim değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Tayfun YAZICI’ya,

Uzmanlık eğitimim boyunca bana yardımcı olan ve mesleki olarak paylaşımlarını esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Cihan VAROL’a,

Birlikte çalışma imkanı bulamasam da bilgilerinden faydalandığım, uzaklardan tez jürimize gelmeyi kabul ederek destek olan değerli hocam Prof. Dr. Mehmet Fatih ŞENTÜRK’e,

Aramıza yeni katılmasına rağmen desteğini esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Kadriye Ayça DERE’ye,

Bu zamanlara gelmemi sağlayan, beni güçlü yetiştiren, her kararımın arkasında duran, ne zaman tökezlesem yanımda olduklarını bildiğim, her zaman gurur duyduğum ailem canım annem Sıdika ERDOĞAN ve canım babam İbrahim ERDOĞAN’a

Kalbimdeki ışığı hiç sönmeyen ve her daim yolumu aydınlatan aramızdan erken dönemde ayrılrsa da her zaman kalbimde taşıdığım canım kardeşim Berkay ERDOĞAN’a

Her anımda beni destekleyerek yükümü paylaşan, seçtiğim ailem olarak gördüğüm hangi mesafede olursak olalım hep yanımda hissettiğim kıymetli dostlarıma,

Tüm bu zamanlarda elimi bırakmayan, her zaman yanımda olan, zor zamanları kolaylaştıran ve sevgisini hep hissettiğim Şükrü Buğra KARA’ya,

Aynı anabilim dalında çalıştığım başta bu yolu beraber yürüdüğümüz ve birbirimize hep destek olduğumuz eşkıdemlilerim Eray Murat KELEŞ ve Ali BULUT olmak üzere birlikte çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma, hemşirelerimize, klinik ve ameliyathane personelimize,

Tüm kalbimle teşekkür eder minnetlerimi sunarım.

Berfin Öykü ERDOĞAN

ISPARTA - 2025



ÖZET

Ortognatik Cerrahi Hastalarında Düşük Doz Lazer Biyostimülasyonunun Ameliyat Sonrası Ağrı, Ödem ve Ağız Açıklığına Etkisinin Karşılaştırılması

Ortognatik cerrahi, maksilla ve mandibulanın fonksiyonel ve estetik olarak uygun konuma getirilmesi ile dentofasiyal deformite ve malokluzyonların tedavisini sağlayan bir prosedürdür. Cerrahi bölgesinde doku travmasına bağlı olarak ödem, ağrı ve trismus oluşabilir. Ameliyat sonrası oluşan ödem, ağrı ve ağız açmada kısıtlılık hasta konforunu etkiler. Bu sürecin yönetimi için hastalara antibiyotik, kortikosteroid, non-steroid antiinflamatuvar ilaçlar verilir. İlaçların mevcut yan etkilerinden kaçınmak amacıyla non invaziv alternatif tedavi methodları mevcuttur. Bu tedavilere örnek olarak düşük doz lazer ile biyostimülasyon verilebilir.

Düşük doz lazer terapi hedef dokudaki hücreleri uyarak immün sistem aktivasyonu sağlar ve inflamatuvar cevabı azaltır. Böylelikle yara iyileşmesini hızlandırır ve doku gelişimini uyarır. Düşük doz lazer ile biyostimülasyon, etki mekanizmaları sayesinde cerrahi sonrası ödem, ağrı ve trismus azaltmada kullanılan etkili bir yöntem olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda ortognatik cerrahi geçiren 30 hastanın verileri incelenmiştir. Hastalar lazer uygulanan grup ve kontrol grubu olarak 15'er kişilik 2 gruba ayrılmıştır. Lazer uygulanan gruba ameliyattan hemen sonra, 24.saatte, 48.saatte, 72.saatte ve 7.günde düşük doz lazer uygulaması yapılmıştır. Lazer uygulaması ekstraoral olarak tragus labial komissura arası alana derin doku başlığıyla 4 W çıkış gücüyle her bir tarafa 120 saniye olarak, intraoral insizyon bölgelerine maksillada 8 noktaya mandibulada her bir tarafa 4'er noktaya 0,1 W çıkış gücüyle her noktaya 30 saniye olarak uygulanmıştır. Ödem değerlendirmeleri ameliyattan sonra 3.gün, 7.gün, 15.gün ve 6.ayda rehber noktalar arası ölçüm yöntemi ve stereofotogrametri yöntemiyle ölçülmüştür. Ağrı değerlendirme VAS skalası ile ameliyattan sonra 24.saat, 48.saat, 3.gün, 7.gün ve 7.günlerde bakılmıştır. Ağız açıklığı ölçümleri ise insizal dişler arası mesafenin esnek cetvel ile ölçülmesi ile ameliyattan sonra 2.gün, 7.gün, 15.gün,30.gün ve 6.ayda değerlendirilmiştir.

Çalışmamızın bulgularında ödem değerlerinde her iki ölçüm yönteminde de lazer grubundaki hastaların değerleri daha düşüktür ancak gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Sadece rehber noktalar arası ölçüm yönteminde 3.günde gonion-lateral kantus değerinde gruplar arası anlamlı fark bulunmuştur. Ödem değerlendirmede kullanılan iki farklı yöntem arasında da yüksek korelasyon bulunmuştur. Ağrı değerleri lazer grubunda tüm zamanlarda daha düşük değerler bulunmuştur ancak gruplar arası anlamlı fark bulunamamıştır. Lazer grubunda 15.günde 0 skoru görülürken kontrol grubunda 15.günde 0 skoruna ulaşamamıştır. Ağız açıklığı değerlerinde 30.gün ve 6.ayda gruplar arası anlamlı fark bulunurken diğer zamanlarda gruplar arası anlamlı fark olmasa da lazer grubundaki hastaların değerleri daha yüksektir.

Düşük doz lazer ile biyostimülasyon tedavisi ortognatik cerrahi sonrası dönemde bulguları iyileştirerek hasta konforunu arttırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Düşük doz lazer tedavisi, ödem, Ağrı, Ağız açıklığı, Stereofotogrametri

ABSTRACT

Comparison of the Effects of Low-Level Laser Biostimulation On Postoperative Pain, Edema and Mouth Opening in Orthognathic Surgery Patients

Orthognathic surgery is a procedure that provides treatment of dentofacial deformities and malocclusions by restoring the maxilla and mandible to a functionally and aesthetically appropriate position. Edema, pain and trismus may occur due to tissue trauma at the surgical site. Postoperative edema, pain and restriction of mouth opening affect patient comfort. Antibiotics, corticosteroids and non-steroidal anti-inflammatory drugs are given to patients to manage this process. Non-invasive alternative treatment methods are available to avoid the existing side effects of medications. Examples of these therapies include low-level laser biostimulation.

Low-level laser therapy stimulates cells in the target tissue, activating the immune system and reducing the inflammatory response. Thus, it accelerates wound healing and stimulates tissue growth. As a result of the mechanisms of action, low-level laser therapy has been found to be an effective method used to reduce postoperative edema, pain and trismus.

In our study, the data of 30 patients who underwent orthognathic surgery were analyzed. The patients were divided into 2 groups of 15 patients each as laser treated group and control group. Low level laser therapy was performed immediately after surgery, at 24th hour, 48th hour, 72nd hour and 7th day. The laser therapy was applied extraorally to the area between the tragus and labial commissure with a deep tissue handpiece with 4 W output power for 120 seconds on each side, and to the intraoral incision sites, 8 points on the maxilla and 4 points on each side of the mandible with 0.1 W output power for 30 seconds on each point. Edema evaluations were measured on the 3rd day, 7th day, 15th day and 6th month postoperatively with the measured between cephalometric points and stereophotogrammetry method. Pain assessment was performed with the VAS scale at 24 hours, 48 hours, 3 days, 7 days and 7 days postoperatively. Mouth opening measurements were evaluated by measuring the distance between the incisal teeth with a flexible ruler on the 2nd day, 7th day, 15th day, 30th day and 6th month after surgery.

The results of our study, the edema values of the patients in the laser group were lower in both measurement methods, but no statistically significant difference was found between the groups. A significant difference was found between the groups only in the gonion-lateral canthus value on the 3rd day in the measured between cephalometric points method. High correlation was also found between the two different methods used for edema assessment. Pain values were lower in the laser group at all times, but no significant difference was found between the groups. Score of 0 was observed on day 15 in the laser group, a score of 0 was not reached on day 15 in the control group. There was a significant difference between the groups in the mouth opening values at 30 days and 6 months, while the values of the patients in the laser group were higher, although there was no significant difference between the groups at other times.

Low-level laser therapy improves patient comfort by improving the findings in the period after orthognathic surgery.

Keywords: Low level laser therapy, edema, pain, mouth opening, stereophotogrammetry

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BEYAN.....	i
ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar DİZİNİ	x
GRAFİKLER DİZİNİ	xii
SİMGELER ve KISALTMALAR	xiii
1.GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Dentofasiyal Deformite ve Ortognatik Cerrahi	3
2.2. Ortognatik Cerrahi Tanımı	3
2.3. Mandibular Osteotomiler	3
2.4. Maksiller Osteotomiler.....	5
2.5. Ameliyat Teknikleri	5
2.5.1. Bilateral Sagital Split Ramus Osteotomisi	5
2.5.1.1. Cerrahi Teknik	6
2.5.2. Le-Fort I Osteotomi	7
2.5.2.1. Cerrahi Teknik	7
2.6. Ortognatik Cerrahi Komplikasyonları	8
2.6.1. İntraoperatif Komplikasyonlar.....	8
2.6.1.1. Kanama	8
2.6.1.2. Kötü Kırık/Segment Kırıkları	8
2.6.2. Postoperatif Komplikasyonlar	9
2.6.2.1. Enfeksiyon.....	9
2.6.2.2. Nörolojik Problemler	9
2.6.2.3. Temporomandibular Bozukluklar	9
2.7. Ağrı.....	9
2.8. Ödem	11
2.8.1. Ödem Ölçüm Yöntemleri	11

2.8.1.1. Stereofotogrametri.....	12
2.9. Trismus	12
2.10. Lazer	13
2.10.1. Işık ve Lazerin Tarihsel Gelişimi	13
2.10.2. Lazer-Doku Etkileşimleri	14
2.10.2.1. Absorbsiyon	14
2.10.2.2. Transmisyon.....	15
2.10.2.3. Yansıma.....	15
2.10.2.4. Saçılma.....	15
2.10.3. Lazer Sınıflandırması.....	16
2.10.3.1. Enerji Düzeylerine Göre Lazerler	16
2.10.3.1.1. Düşük Enerjili Lazerler (Soft-Atermik)	16
2.10.3.1.2. Yüksek Enerjili Lazerler (Hard-Termik).....	16
2.10.3.2. Aktif Maddesine Göre Lazer Sınıflaması	17
2.10.3.2.1. Aktif Maddesi Gaz Olan.....	17
2.10.3.2.2. Aktif Maddesi Sıvı Olan.....	17
2.10.3.2.3. Aktif Maddesi Katı Olan	17
2.10.3.3. Tehlike Boyutlarına Göre Lazer Sınıflaması	17
2.10.4. Oral ve Maksillofasiyal Cerrahide Sık Kullanılan Lazerler	18
2.10.4.1. Diyet Lazer.....	18
2.10.4.2. Argon Lazer	18
2.10.4.3. Karbondioksit Lazer	19
2.10.4.4. Neodmiyum: Yitrium-Alüminyum-Garnet (Nd: YAG) Lazer.....	19
2.10.4.5. Erbiyum, Yitrium-Alüminyum-Garnet (Er:YAG) Lazer	19
2.10.4.6. Erbiyum, Kromiyum: Yitrium-Skandiyum-Galliyum-Garnet (Er, Cr:YSGG) Lazer	19
2.10.5. Diş Hekimliğinde Lazer Uygulamaları.....	20
2.10.5.1. Dentin Hassasiyetinin Giderilmesi.....	20
2.10.5.2. Sert Doku Uygulamaları	20
2.10.5.2.1. Çürük Teşhisi.....	20
2.10.5.2.2. Çürük Temizleme ve Kavite Preperasyonu	20
2.10.5.2.3. Diştaşı Temizliği	21
2.10.5.2.4. Lazer Destekli Beyazlatma.....	21
2.10.5.2.5. Cerrahi İşlemler	21

2.10.5.2.6. Kemik Cerrahisi ve Kuron Boyu Uzatma	22
2.10.5.3. Yumuşak Doku Uygulamaları.....	22
2.10.5.3.1. Lazer Küretaj	22
2.10.5.3.2. Lazer Destekli İnsizyonel ve Eksizyonel Biyopsi	22
2.10.5.3.3. Fotodinamik Terapi (FDT)	22
2.11. Düşük Seviyeli Lazer Terapisi	23
2.11.1. Düşük Seviyeli Lazerlerin Hücresel Etki Mekanizması	24
2.11.1.1. Primer Reaksiyonlar	24
2.11.1.2. Sekonder Reaksiyonlar.....	25
2.11.2. Düşük Seviyeli Lazer Uygulamasının Etkileri	25
2.11.2.1. Düşük Seviyeli Lazer uygulamasının Moleküler Mekanizmalar Üzerine Etkisi.....	25
2.11.2.2. Düşük Düzeyli Lazer Uygulamasının Hücreler Üzerine Etkisi	26
2.11.2.3. Düşük Düzeyli Lazer Uygulamasının Yara İyileşmesi Üzerine Etkisi	27
2.11.2.4. Düşük Düzeyli Lazer Uygulamasının Sinir Rejenerasyonu Üzerine Etkisi.....	28
2.11.2.5. Düşük Düzeyli Lazer Uygulamasının Ağrı Üzerine Etkisi.....	28
2.11.2.6. Düşük Düzeyli Lazer Uygulamasının Vasküler Sistem ve Anjiyogenez Üzerine Etkisi	29
2.11.2.7. Düşük Düzeyli Lazer Uygulamasının Enflamasyon Üzerine Etkisi	29
2.11.3. Düşük Düzeyli Lazer Uygulamalarında Dozun Ayarlanması	29
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	32
3.1. Etik Kurul Onayı	32
3.2. Hasta Seçimi.....	32
3.2.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri	33
3.2.2. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri	33
3.3. Araç ve Gereçler.....	33
3.4. Cerrahi Teknik.....	36
3.5. Lazer Protokolü	38
3.6. Verilerin Değerlendirilmesi.....	40
3.6.1. Ödemin Değerlendirilmesi.....	40
3.6.1.1. Rehber Noktalar Arası Uzaklık İle Ölçüm.....	40
3.6.1.2. Üç Boyutlu Değerlendirme	42
3.6.2. Ağrının Değerlendirilmesi	43

3.6.3. Trismusun Değerlendirilmesi	43
3.7. İstatistiksel Analiz	44
4. BULGULAR	45
4.1. Ödem ile İlgili Bulgular.....	46
4.1.1. Lazer Uygulanan Grup ile Kontrol Grubunun Karşılaştırılması	46
4.1.1.1. Tragus-Labial Komissura Ölçümü ile İlgili Bulgular	46
4.1.1.2. Gonion-Labial Komissura Ölçümü ile İlgili Bulgular	49
4.1.1.3. Tragus-Pogonion Ölçümü ile İlgili Bulgular	53
4.1.1.4. Gonion-Lateral Kantus Ölçümü ile İlgili Bulgular	57
4.1.2. Rehber Noktalar Arası Ölçüm Yöntemi ve Stereofotogrametri Yönteminin Karşılaştırılması.....	61
4.1.2.1. Tragus-Labial Komissura Ölçümü İle İlgili Bulgular.....	61
4.1.2.2. Gonion-Labial Komissura ile İlgili Bulgular	64
4.1.2.3. Tragus-Pogonion ile İlgili Bulgular	68
4.1.2.4. Gonion-Lateral Kantus ile İlgili Bulgular	72
4.1.2.5. Rehber Noktalar Arası Ölçüm Yöntemi ile Stereofotogrametri Yöntemi Arasındaki Korelasyon Bulguları	76
4.2. Ağrı ile İlgili Bulgular	77
4.3. Ağız Açıklığı ile İlgili Bulgular	78
5. TARTIŞMA	80
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	96
KAYNAKÇA	98
EKLER.....	110
Ek 1. Etik Kurul Kararı	110
Ek 2. Ağrı Skalası Hasta Formu (VAS Skalası).....	113

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1. Demografik özelliklere göre dağılım	45
Tablo 2. Grupların 3D-Manual ölçüm yöntemi ve taraflara göre dağılımı	45
Tablo 3. T-LK ölçümlerinin zamana ve gruplara göre karşılaştırılması	47
Tablo 4. Gonion-LK ölçümlerinin zamana ve gruplara göre karşılaştırılması.....	51
Tablo 5. T-Pog ölçümlerinin zamana ve gruplara göre karşılaştırılması	55
Tablo 6. Gonion-Lateral kantus ölçümlerinin zamana ve gruplara göre karşılaştırılması	59
Tablo 7. T-LK ölçümlerinin zamana göre ve 3D-Manual ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması	62
Tablo 8. Gonion-LK ölçümlerinin zamana göre ve 3D-Manual ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması.....	66
Tablo 9. T-Pog ölçümlerinin zamana göre ve 3D-Manual ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması	70
Tablo 10. Gonion-Lateral Kantus ölçümlerinin zamana göre ve 3D-Manual ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması	74
Tablo 11. 3D ile Manuel Ölçümler Arasındaki Korelasyon Katsayısı, Intraclass Correlation Coefficient (ICC) ve Cronbach's Alpha Değerleri	76
Tablo 12. Gruplara göre VAS skorunun karşılaştırılması	77
Tablo 13. Gruplara göre Ağız açıklığı karşılaştırılması	79

RESİMLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Resim 1. Lazer cihazı	34
Resim 2. Uygulama ucu.....	34
Resim 3. 3dMD cihazı	35
Resim 4. Steril cerrahi cetvel.....	36
Resim 5. Maksillaya uygulanan Le Fort I Osteotomisi	37
Resim 6. Mandibulaya uygulanan bilateral sagittal split osteotomisi	38
Resim 7. Ekstraoral lazer uygulama alanı	39
Resim 8. İntraoral lazer uygulama alanı	39
Resim 9. Rehber noktalar arası mesafeler	41
Resim 10. Rehber noktalar arası mesafeler	41
Resim 11. 3dMD ile ölçüm yöntemi	43
Resim 12. VAS skalası	43
Resim 13. Ağız açıklığının esnek cetvel yardımı ile ölçülmesi.....	44

GRAFİKLER DİZİNİ

Sayfa

Grafik 1. Zamana göre grupların VAS skor değerlerinin değişim grafiği	78
Grafik 2. Zamana göre grupların ağız açıklığı değerlerinin değişim grafiği	79



SİMGELER ve KISALTMALAR

ATP	: Adenozin trifosfat
BSSRO	: Bilateral sagittal split ramus osteotomisi
cm	: Santimetre
cm²	: Santimetrekare
DDLT	: Düşük doz lazer tedavisi
DNA	: Deoksiribonükleik asit
Er,Cr: YSGG	: Erbiyum, Kromiyum: Yitriyum-Skandiyum-Galliyum-Garnet
Er:YAG	: Erbiyum: Yitriyum-Alüminyum-Garnet
GaAlAs	: Galyum-alüminyum-arsenit
GaAs	: Galyum-arsenit
G-Lateral Kantus	: Gonion-Lateral kantus
G-LK	: Gonion-Labial komissura
Hol:YAG	: Holmiyum: Yitriyum-Alüminyum-Garnet
Hz	: Hertz
InGaAsP	: İndiyum-galyum-arsenit-fosfat
J	: Joule
J/cm²	: Joule/santimetrekare
mm	: Milimetre
mW	: Milivat
Nd:YAG	: Neodmiyum: Yitriyum-Alüminyum-Garnet
Nm	: Nanometre
°C	: Santigrat derece
RNA	: Ribonükleik asit
SARME-SARPE	: Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletme
sn	: Saniye
T1	: Ameliyat sonrası 3.gün
T2	: Ameliyat sonrası 7.gün
T3	: Ameliyat sonrası 15.gün
T4	: Ameliyat sonrası 6.ay
T-LK	: Tragus-Labial komissura
T-Pog	: Tragus-Pogonion
VAS	: Görsel analog skala

1.GİRİŞ ve AMAÇ

Ortognatik cerrahi, maksilla ve mandibulanın fonksiyonel ve estetik olarak uygun konuma getirilmesi ile dentofasiyal deformite ve malokluzyonların tedavisini sağlayan bir prosedürdür. Ortognatik cerrahide birçok osteotomi tekniği kullanılmakla birlikte en çok kullanılan osteotomi tekniği maksillada Le Fort 1 tekniği, mandibulada ise bilateral sagittal split tekniğidir (1,2).

Le Fort 1 osteotomisi 1975 yılında Bell'in yaptığı çalışmalardan sonra popüler hale gelmiştir. Bilateral sagittal split osteotomisi ise ilk kez 1957 yılında Trauner ve Obwegeser tarafından tanımlanmış olup Dal Pont, Hunsuck ve Epker tarafından modifiye edilmiştir (3-7).

Cerrahi bölgesinde doku travmasına bağlı olarak ödem, ağrı ve trismus oluşabilir. Hastalardaki ödemi değerlendirmek için çeşitli yöntemlerden yararlanılır. Bu yöntemler arasında görsel skorlama ve klinik değerlendirme, ultrason ile değerlendirme, yüz arkı ve pin indeks sistemleri, kumpas ile değerlendirme, stereofotogrametri ve konturagrafi gibi fotoğraf temelli değerlendirme, tomografi ile değerlendirme gibi birçok seçenek vardır (8,9).

Postoperatif ağrı subjektif bir tanımdır ve kişiden kişiye değişir. İşlem sonrası ağrının değerlendirilmesi için birçok skala geliştirilmiştir. McGill Ağrı Anketi (MPQ - McGill Pain Questionnaire), Hayat Kalitesi Ölçümü (Quality of Life Assessment), LANSS Skalası (Leeds Assessment of Neuropathic Symptoms and Signs), Yüz İfadesi Skalası (Face Scale; FS) , Görsel Analog Skala (VAS - Visual Analog Scale) , Numerik Değerlendirme Ölçeği (NRS - Numerical Rating Scale) ağrının değerlendirilmesinde kullanılan ölçeklerden bazılarıdır (10).

Trismus, çiğneme kaslarındaki inflamasyon sonucu ortaya çıkan ve fonksiyonu kısıtlayarak ağız açıklığının azalmasına sebep olan koruyucu bir mekanizmadır (11). Trismusun ağrı ve ödem ile doğru orantılı bir ilişkisi vardır. Trismus, genelde cerrahi operasyondan sonra ikinci günün sonunda maksimum seviyeye ulaşır ve ortalama 7-10 gün sürebilir (12). Ağız açıklığının değerlendirilmesinde genellikle kesici dişler arası interinsizal mesafenin ölçümü

kullanılır. Literatürde goniometre ve myografi yöntemlerini kullanan çalışmalar da vardır (13).

Ameliyat sonrası oluşan ödem, ağrı ve ağız açmada kısıtlılık hasta konforunu etkiler. Bu sürecin yönetimi için hastalara antibiyotik, kortikosteroid, non-steroid antiinflatuar ilaçlar verilir. İlaçların mevcut yan etkilerinden kaçınmak amacıyla non invaziv alternatif tedavi methodları mevcuttur. Bu tedavilere örnek olarak düşük doz lazer ile biyostimülasyon verilebilir (14).

Çıkış gücü genellikle 500 mW tan düşük olan soğuk lazerler ya da düşük seviyeli lazerler, dokularda ışıkla uyarılan hücresel reaksiyonlara sebep olur, uyarılan dokuda termal etki oluşturmaz. Düşük seviyeli lazerlerin bu uyarıcı etkileri “fotobiyostimülasyon” olarak adlandırılır. Düşük seviyeli lazerlerde yüksek enerjili lazerlerden farklı olarak birim alana düşen enerji yoğunluğu daha az olduğu için fotokimyasal olaylar ısı açığa çıkmadan uyarılmış olur (15).

Lazer terapi hedef dokudaki hücreleri uyatarak immün sistem aktivasyonu sağlar ve inflamatuvar cevabı azaltır. Böylelikle yara iyileşmesini hızlandırır ve doku gelişimini uyarır. Lazerin etkinliğini enzimatik reaksiyonlar üzerinden kimyasal reaksiyonları hızlandırarak gösterdiği sonucuna varılmıştır (16).

Bu çalışmanın amacı ortognatik cerrahi geçiren hastalarda düşük doz lazer tedavisinin ameliyat sonrası ödem, ağrı ve ağız açıklığına etkilerinin karşılaştırılmasıdır. Aynı zamanda literatürde lazer protokolü için tartışmalı sonuçlar vardır ve belli bir standardizasyon yoktur. Çalışmamızda uygulanan lazer dozlamasıyla sonuçlar karşılaştırıldığı için lazer protokolüne katkı sunacaktır. Çalışmamızda ödem ölçümünde kullanılan stereofotogrametri ile rehber noktalar arası uzaklık yöntemleri birbirileri arasında karşılaştırılarak ödem ölçümünde hangisinin daha güvenilir sonuçlar verdiği değerlendirilmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dentofasiyal Deformite ve Ortognatik Cerrahi

Dentofasiyal deformiteler çoğunlukla genetik yatkınlık sonucu (mandibular prognatizm, bimaksiller prognatizm ve retrognatizm, maksiller vertikal gelişim fazlalığı gibi) yapıların normal gelişimi dışına çıkmasıyla oluşan, dişler ve çenelerde görülmekle birlikte tüm kraniofasiyal yapıları da etkileyen değişikliklerdir (17).

Dentofasiyal deformiteler 3 farklı yöntemle tedavi edilir. Bu tedavi seçeneklerinden ilki prepubertal dönemde büyümenin yönlendirilmesidir. Büyüme atağından sonra ise ortodontik kamuflej tedavisi veya dental kompensasyonların kaldırılarak hastanın ortognatik cerrahiye hazırlanması şeklinde iki seçenek vardır (18). Tedavilerin amacı, hem dental arkların stabilizasyonunu sağlayarak fonksiyonel bir okluzyon oluşturmak hem de dental ve fasiyal estetiği sağlamaktır (19).

2.2. Ortognatik Cerrahi Tanımı

Ortognatik cerrahi, maksilla ve mandibulanın fonksiyonel ve estetik olarak uygun konuma getirilmesi ile dentofasiyal deformite ve malokluzyonların tedavisini sağlayan bir prosedürdür. Ortognatik cerrahi, maksilla ve mandibulanın uzayın 3 boyutunda yer değiştirmesi işlemi olarak tanımlanır (1,2).

Ortognatik cerrahide birçok osteotomi tekniği kullanılmakla birlikte en çok kullanılan osteotomi tekniği maksillada Le Fort 1 tekniği, mandibulada ise bilateral sagittal split tekniğidir. Le Fort 1 osteotomisi 1975 yılında Bell'in yaptığı çalışmalardan sonra popüler hale gelmiştir. Bilateral sagittal split osteotomisi ise ilk kez 1957 yılında Trauner ve Obwegeser tarafından tanımlanmış olup Dal Pont, Hunsuck ve Epker tarafından modifiye edilmiştir (3–7).

2.3. Mandibular Osteotomiler

Mandibular osteotomiyi ilk tanımlayan 1849 yılında Hullihen'den, 1955 yılında vertikal ramusun sagittal osteotomisini geliştiren Obwegeser'e kadar, mandibular osteotomi tekniklerinde hızlı bir ilerleme kaydedilmiştir.

Hullihen anterior açık kapanışı ve mandibular dentoalveolar protrüzyonu olan hastasını anterior subapikal osteotomiye benzer bir osteotomiyle tedavi etmiştir. 1907 yılında Angle, Blair'in mandibular horizontal fazlalığı olan bir hasta için yaptığı gövde osteotomisini tanımlamıştır. Bu teknik ekstraoral yaklaşımla uygulanan horizontal ramus osteotomisidir (20–22).

1925 yılında Limberg, mandibulanın arka sınırına yakın sigmoid çentik üzerinden angulus mandibulaya doğru ilerleyen bir osteotomi tekniği olan 'subkondiler posterior oblik ramus osteotomisi' ni uygulamıştır. Caldwell ve Letterman tarafından modifiye edilen bu teknik 1954 yılında 'Vertikal ramus osteotomisi' olarak adlandırılmıştır. Hinds ve ark. 1970 yılında bu osteotomi tekniğini ağız içinden uygulamışlardır (23).

Wassmund 1927'de vertikal ramus osteotomisinin modifikasyonu olan 'ters L osteotomisi' tekniğini tanımlamıştır. Mandibula alt kenarına horizontal bir kesi ekleyerek greftleme ihtiyacını azaltmayı amaçlayan Caldwell ve ark. bu tekniği 'C osteotomisi' olarak tanımlamışlardır (23).

1957 yılında Hugo Lorenz Obwegeser ve Richard Trauner tarafından tanımlanan bilateral sagittal split ramus osteotomisi, ekstraoral yaklaşım yerine intraoral yaklaşımla yapılması ve tüm mandibular deformite tipleri için tüm mandibular hareketlere olanak sağlaması sebebiyle diğer yöntemlere göre daha avantajlı olarak öne çıkmıştır (1,23).

İyileşmeyi hızlandırmak ve relaps oranını azaltmak amacıyla 1961 yılında Dal Pont bu tekniğin modifikasyonunu tanımlamıştır. Bu modifikasyonda bukkal kortikal kesi hattı daha vertikale taşınmış ve osteotomi hattı 2.molar dişe kadar uzatılarak kemik temas yüzeyi arttırılmıştır. Bu değişiklikler sayesinde segmentlerin hareket miktarı arttırılmıştır.

1968'de Hunsuck, vasküler yapıları zarar görme olasılığını azaltmak amacıyla medialdeki osteotomi hattını lingulanın arkasına taşımıştır. Bu teknikle bilateral sagittal split ramus osteotomisi daha güvenli uygulanabilir hale gelmiştir. Bu teknikte medial pterygoid kasın proksimal segmentte kalması sağlanarak mandibular ilerletme ve rotasyon hareketlerinde distal segmentin hareketi

kolaylaştırılmıştır. Günümüzde sıklıkla kullanılan teknik, Dal Pont ve Hunsuck tarafından modifiye edilmiş olan BSSO tekniğidir.

Bilateral sagittal split ramus osteotomisinin günümüzde en çok kullanılan teknik olmasının sebebi mandibulanın istenilen konumda mükemmel ve hızlı kemik teması sağlamasıdır (1)(23,24).

2.4. Maksiller Osteotomiler

Le Fort I osteotomisi ilk olarak 1859 yılında Von Langenback tarafından nazal polipleri çıkarılması amacıyla kullanılmıştır. 1901 yılında kadavralar üzerinde farklı yönlerde kuvvetlerle travmalar oluşturarak deneyler yapan Rene Le Fort günümüzde Le Fort olarak bilinen yüz kırıklarını tanımlamıştır. Bu çalışmalarda tanımlanan kırık hatları günümüzdeki Le Fort osteotomilerinin isimlerini oluşturmaktadır (1).

Maksiller osteotomi 1921 yılında Chon-Stock tarafından ilk defa oklüzyon problemleri sebebiyle maksillanın anterior segmentine yapılmıştır. 1927 yılında Wassmund tarafından Le Fort I osteotomisi ile yapılan ilk ortognatik cerrahi işlemde maksillanın beslenmesi ile ilgili endişeler sebebiyle, pterigoid çıkıntılar tam olarak ayrılmamış ve ameliyat sonrası ortopedik kuvvetler uygulanmıştır (23).

1934 yılında Auxhausen maksillanın tam hareketini ve yeniden pozisyonlandırmasını sağlamıştır (25).

Hugo Obwegeser, 1965 yılında maksillanın tam mobilizasyonu ve istenilen konumda yeniden pozisyonlandırılmasını yapmıştır. Güvenli hipotansif anestezinin ortaya çıkması ve teknikteki yeni gelişmeler sayesinde Le Fort I osteotomisi son yıllarda da güvenli şekilde sıklıkla uygulanmaktadır (11).

2.5. Ameliyat Teknikleri

2.5.1. Bilateral Sagittal Split Ramus Osteotomisi

Mandibular deformitelerin düzeltilmesi için ideal ve en sık kullanılan yöntem bilateral sagittal split ramus osteotomisidir ve hem üst çene cerrahi teknikleriyle birlikte hem de tek başına kullanılan bir yöntemdir. Mandibular retgonati,

mandibular prognati ve mandibular asimetride güvenle ve sıklıkla uygulanmaktadır (26).

2.5.1.1. Cerrahi Teknik

Genel anestezi altında hastaya nazal entübasyon yapıldıktan sonra hastanın hipofarenks bölgesine boğaz tamponu yerleştirilir. Kanamasız cerrahi alanı sağlamak amacıyla cerrahi bölgelerine lokal anestezi (1:100.000 konsantrasyonda epinefrin içeren) enjeksiyonu uygulanır (27,28). 15 numaralı bistüri ile yükselen ramustan mandibular ikinci molar diş mezialine kadar eksternal oblik sırt boyunca mukoperisoteal flep kaldırılır. Mandibular dişlerin bukkalinde en az 5 mm keratinize olmayan mukoza bırakılmalıdır (18,28). Cerrahi görüşü sağlamak amacıyla masseter ve temporal kas liflerinin diseksiyonu yapılmalıdır (28).

Mandibular ramus medialinde subperiosteal diseksiyon üstten başlayarak aşağıya doğru yapılır. Lingulayı açığa çıkarırken kemik temasının korunması önemlidir (28). Lingulanın konumu belirlendikten sonra, piezo cerrahi yardımıyla lingulanın 2-3 mm üzerinden olacak şekilde medial ramus osteotomisi yapılır. Osteotomi derinliği süngerimsi kemiğe ulaşmalıdır (23). Medial ramus osteotomisinin devamı mandibular ikinci molar dişin mezialine kadar ilerler. Mandibulaya ekartör yerleştirilip bukkal vertikal osteotomiye başlanır ve üstteki osteotomi hattıyla birleştirilir. Bukkal vertikal osteotomi hattının mandibular alt sınır korteksine ulaştığından emin olunmalıdır. Segmentlerin ayrılması ve osteotomların kolay yerleşimi amacıyla posteromedial sınır hafif açılı olmalıdır (18,28).

Osteotomi hatlarının oluşturulmasının ardından keskin uçlu osteotomlar aracılığıyla proksimal ve distal segmentler birbirinden ayrılır. Damar-sinir paketinin distal segmentte kalması önemlidir. Mevcut hareketlere engel olan temas noktaları fiksasyon aşamasından önce belirlenip ortadan kaldırılır (18).

Ortodontistler tarafından hazırlanan hareketlere rehber olan okluzal splint aracılığıyla intermaksiller fiksasyon yapılır. Mandibula yeni konumuna getirilerek miniplak ve vidalar yardımıyla sabitlenir (18).

2.5.2. Le-Fort I Osteotomi

Ortognatik cerrahide maksillanın konumlandırılmasında en çok kullanılan yöntemlerden biri Le-Fort I osteotomisidir (29).

Le-Fort I osteotomisi maksillanın öne arkaya, vertikal olarak yukarı aşağı ve rotasyonel hareketlerine olanak sağlayan ortognatik cerrahi tekniklerinden birisidir (30).

2.5.2.1. Cerrahi Teknik

Genel anestezi altında nazal entübasyon yapılan hastanın nazofarenks bölgesine boğaz tamponu yerleştirilir. Operasyon esnasında kanama kontrolünü sağlamak için 1:100.000 konsantrasyonda epinefrin içeren lokal anestezik üst çene insizyon hattı boyunca infiltratif olarak uygulanır(29)

Mukogingival birleşimin yaklaşık 5 mm üstünden olacak şekilde maksiller sağ ve sol birinci molar dişler arasına, 15 numaralı bistüri ile kemik teması alacak şekilde horizontal insizyon atılır. Apertura priformis, nazomaksiller butress, zigomatikomaksiller butress ve pterygomaksiller butressler görünecek şekilde diseke edilerek tam kalınlıkta flep kaldırılır. Bu esnada infraorbital sinire dikkat edilmelidir. Nazal mukoza, nazal tabandan ve lateral duvarlardan serbestleştirilerek eleve edilir. Maksiller dişlerin apikalinin en az 3 mm yukarisından geçecek şekilde, lateral nazal duvardan başlayarak pterygomaksiller birleşime kadar uzanan kemik kesisi yapılır. Kemik kesi hatları oluşturulurken piezocerrahi kullanılır (18,29–32).

Lateral nazal duvarlar, maksiller sinüsün lateral duvarı, pterygomaksiller birleşim ve nazal septum sırasıyla uygun osteotomlar aracılığıyla ayrılır (18,29,30,32).

Osteotomiler tamamlandıktan sonra maksillanın anteriorundan parmak basıncı yardımıyla 'down fracture' yapılır ve maksilla tüm yönlerde serbestleştirilir. Parmak basıncıyla indirilememesi durumunda seperatör ve rowe forsepsleri kullanılabilir (33).

Uygun harekete rehber olan okluzal splint aracılığıyla intermaksiller fiksasyon yapılır. Harekete engel olan kemik temasları varsa kaldırılarak maksilla yeni konumuna miniplak ve vidalar aracılığıyla sabitlenir (31).

2.6. Ortognatik Cerrahi Komplikasyonları

2.6.1. İntraoperatif Komplikasyonlar

2.6.1.1. Kanama

Maksillofasiyal bölgenin bol damarsal yapı içermesi iyileşme periyodunu pozitif etkilerken aynı zamanda operasyon esnasında istenmeyen kanama riskini de doğurmaktadır. Bu bölgede istenmeyen kanamalara sebep olabilecek bazı damarsal yapılar inferior alveolar, superior alveolar, maksiller, retromandibular, fasiyal, sublingual damarlardır (34,35).

Maksillanın damarsal yapısı ve kanlanması mandibulaya göre daha fazla olduğu için kanama görülme riski de daha yüksektir. Le-Fort I osteotomisi esnasında yaralanırsa kanamaya sebep olabilecek damarlar şunlardır: sfenopalatin arter, desendan palatin arter, pterigoid pleksus ve maksiller arterin dalları (36).

İstenmeyen bir kanama durumunda, bölgeye basınç uygulamak, kemik mumu kullanmak, hemostatik ajanlar kullanmak, koterizasyon yapmak kanamanın kontrol altına alınmasına yardımcı olur (35).

2.6.1.2. Kötü Kırık/Segment Kırıkları

Sagittal split ramus osteotomisinde, yetersiz osteotomi yapılmasıyla segmentlerin zorla ayrılmaya çalışılması sebebiyle kötü kırık meydana gelebilmektedir. Bu kırıklar genelde proksimal segmentin bukkal korteksinde, distal segmentin de lingual korteksinde meydana gelmektedir. Operasyon esnasında kötü kırık meydana gelme oranının yaklaşık %2,3 olduğu bildirilmektedir (37,38).

Gömülü yirmi yaş dişlerinin varlığı sagittal split ramus osteotomisi esnasında oluşabilecek kötü kırık riskini arttırmaktadır. Bu sebeple genelde operasyondan 6-9 ay önce çekilmeleri önerilir (39,40).

2.6.2. Postoperatif Komplikasyonlar

2.6.2.1. Enfeksiyon

Ortognatik cerrahi sonrasında apse, selülit, maksiller sinüzit, osteomyelit gibi enfeksiyon tabloları görülebilir. Operasyon esnasında aseptik tekniklere uyulması ve postoperatif dönemde uygulanan antibiyotikler ile bu risk düşüktür (35).

2.6.2.2. Nörolojik Problemler

Ortognatik cerrahi sonrasında inferior alveolar sinir, mental sinir, insiziv sinir veya infraorbital sinir hasarına bağlı nörolojik problemler oluşabilmektedir. Buna ek olarak nadiren fasiyal sinir hasarı da görülebilir (35).

Le-Fort I uygulaması sonrasında üst dişlerde, bukkal ve palatinal mukozada, yüz bölgesinde his değişikliği oluşabilir. Bu bölgedeki duyuusal sinirlerin hasarına bağlı oluşan bu değişiklikler genelde iyileşme eğilimi gösterir ancak tamamen ameliyat öncesi haline dönmeyebilir (41). Bu iyileşme hasarlanmanın derecesine ve hastaya ait faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir.

Operasyondan sonra steroid kullanımıyla ödemin oluşturduğu baskı azalacaktır ve bu da sinir hasarının önüne geçebilir (42).

2.6.2.3. Temporomandibular Bozukluklar

Ortognatik cerrahi operasyonları, temporomandibular eklem bozukluklarını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyebilir. Operasyon öncesi temporomandibular bozuklukların tespiti ve tedavisi önemlidir (43). Ortognatik cerrahi prosedürleri mevcut temporomandibular eklem bozukluklarının iyileşmesine, kötüleşmesine veya stabil kalmasına sebep olabilir(44).

2.7. Ağrı

Uluslararası Ağrı Çalışmaları Derneği tarafından “gerçek veya potansiyel bir doku hasarıyla ilişkili olan veya bu tür bir hasarla tanımlanan, hastalar tarafından hoş olmayan bir duyuusal ve duygusal deneyim” olarak tanımlanan ağrı, nörofizyolojik mekanizmaya, anatomiye, süreye ve etyolojiye göre sınıflandırılabilir (45,46).

Cerrahi müdahalelerden sonra fizyolojik bir yanıt olarak ortaya çıkan postoperatif ağrı, iyileşme sürecini ve taburcu olma süresini, solunum ve kardiyovasküler sistemleri olumsuz etkileyebilir (14).

Cerrahi bölgesinde doku travmasına bağlı olarak lokal inflamasyon mediatörleri açığa çıkar ve bu mediyatörler bölgedeki ağrı reseptörlerini etkileyerek postoperatif ağrı oluşur. Postoperatif ağrı ameliyattan hemen sonra başlayarak iyileşme süreci boyunca görülen akut bir ağrı türüdür (47).

Postoperatif Ağrının Süre ve Şiddetini Etkileyen Faktörler

- Hastanın operasyona fizyolojik ve psikolojik olarak yeteri kadar hazırlanmamış olması;
- Operasyonun bölgesi, süresi, türü;
- Dokuda oluşan travmanın şiddeti;
- Operasyondan kaynaklı komplikasyonlar;
- Anestezi protokolleri;
- Postoperatif bakım gibi faktörler ağrının süresini ve şiddetini etkilemektedir (48).

Postoperatif Ağrı Değerlendirilmesi

Postoperatif ağrı subjektif bir tanımdır ve kişiden kişiye şiddeti değişir. Bu sebeple postoperatif ağrı şiddetini değerlendirmek amacıyla birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemleri genel olarak iki başlık altında inceleyebiliriz (10).

Tek Boyutlu Skalalar

- LANSS Skalası (Leeds Assesment of Neuropathic Symptoms and Signs)
- Yüz İfadesi Skalası (Face Scale; FS)
- Görsel Analog Skala (VAS - Visual Analog Scale)
- Numerik Değerlendirme Ölçeği (NRS - Numerical Rating Scale)
- Sözel Değerlendirme Ölçeği (VRS - Verbal Rating Scale)

Çok Boyutlu Skalalar

- McGill Ağrı Anketi (MPQ - McGill Pain Questionnaire)
- Hayat Kalitesi Ölçümü (Quality of Life Assesment)
- Hasta Günlükleri (Patient diaries)

Görsel Analog Skala (VAS)

Güvenilirliği ve geçerliliği açıkça gösterilmiş olan VAS skalası yaygın olarak kullanılan bir skaladır. Hastanın 0 (ağrı yok) ile 10(dayanılmaz ağrı) arasındaki numaralardan birisini seçip işaretleyerek ağrısını değerlendirmesi istenir (49,50).

VAS skalasının diğer tek boyutlu skalalara göre daha iyi güvenilirliğe sahip olduğu görülmüştür (50).

2.8. Ödem

Ödem; mast hücreleri, endotel hücreleri ve lökositlerden salınan histamin, sitokin ve prostoglandinler sonucu açığa çıkan doku cevabıdır. Damarlardaki permeabilite artışı ve vazodilatasyon ile plazma sıvısı ve proteinler hücrelerarası boşluğa geçer ve ozmotik basınç artışı ile birlikte dokuda ekspansiyon oluşur (51).

Cerrahi operasyonlar sonrası ödem oluşması çok sık görülen bir doku cevabıdır. Postoperatif ödem işlemiden 48-72 saat sonra maksimum düzeye ulaşır ve üçüncü dördüncü günden itibaren aşamalı olarak azalarak devam eder ve ortalama 5-7 gün içerisinde geçer. Ancak postoperatif ödemin süresi ve şiddeti; cerrahi işlem süresi, doku travmasının şiddeti, cinsiyet, operasyon süresi, hastanın yaşı ve sistemik durumu, postoperatif dönemde kullanılan ilaçlar ve bakım gibi etkenlere göre değişiklik gösterir (52,53).

2.8.1. Ödem Ölçüm Yöntemleri

- Görsel skarlama ve klinik değerlendirme
- Değişik tiplerdeki kumpas ve doğrusal ölçüm apareyleri ile değerlendirme
- Yüz arkı ve pin indeks sistemleri
- Stereofotogrametri ve konturagrafi gibi fotoğraf temelli değerlendirme

- Ultrason ile değerlendirme
- Konvansiyonel aksiyel bilgisayarlı tomografi ile değerlendirme
- Yüz plakları ile değerlendirme
- Pletismografi ile değerlendirme
- Yüzey radyografları ile değerlendirme
- Yüzeyel lazer tarayıcıları ve led tarayıcıları ile değerlendirme

Ödem ölçümünde yukarıdaki yöntemler kullanılabilir. Gelişen teknolojiyle birlikte yeni yöntemler kullanılarak ödemin daha objektif olarak ölçülmesi de mümkündür (8,9).

2.8.1.1. Stereofotogrametri

Stereofotogrametri yöntemi ile iki veya daha fazla kameranın kullanılarak 3 boyutlu görüntülerin elde edilmesi ve küçük hata paylarıyla yüz morfolojisinin oluşturulması mümkündür. Bu 3 boyutlu görüntüler dijital ortamda çakıştırılarak simetri, yüzey alanı ve hacimsel farklar belirlenerek veriler elde edilebilir (54).

2.9. Trismus

Trismus, çiğneme kaslarındaki inflamasyon sonucu ortaya çıkan ve fonksiyonu kısıtlayarak ağız açıklığının azalmasına sebep olan koruyucu bir mekanizmadır(31).

Maksillofasiyal bölgedeki cerrahi travmaya bağlı oluşan dokuda fonksiyon kaybının en önemli belirtilerinden biri trismustur. Cerrahi travma, enfeksiyon, anestezi, ödem ve hematoma gibi sebeplerle çiğneme kaslarının spazmı sonucu bölgede trismus oluşur. Trismusun şiddeti bölgedeki inflamasyonun şiddetine bağlı olarak değişir. Trismusun ağrı ve ödem ile doğru orantılı bir ilişkisi vardır. Trismus, genelde cerrahi operasyondan sonra ikinci günün sonunda maksimum seviyeye ulaşır ve ortalama 7-10 gün sürebilir (12,55,56).

2.10. Lazer

İngilizce “light amplification by stimulated emission of radiation” tanımlamasının baş harflerinin birleşmesinden oluşan lazer kelimesi, Türkçe’ye “radyasyonun uyarılmış emisyonu ile ışığın güçlendirilmesi” olarak çevrilir. İlk defa 1917 yılında Albert Einstein’ın “emisyon teorisi” ile bilinir hale gelen lazer prensibi dış hekimliğinde ise konvansiyonel uygulamaların zorluklarına ve dezavantajlarına karşılık yeni bir teknoloji olarak düşünülmektedir. Dış hekimliğinde ilk defa 1960’larda kullanılan lazer tedavilerinin son yıllarda kullanımı artmaktadır(57,58).

2.10.1. Işık ve Lazerin Tarihsel Gelişimi

Işığın teşhise ve iyileşmeye yönelik olumlu etkilerinden uzun zamandır faydalanılmaktadır. Raşitizm, sedef hastalığı, psikoz gibi hastalıkların tedavisinde Antik Mısır, Çin ve Hint medeniyetleri tarafından kullanılmıştır (59). 18. ve 19. Yüzyıllarda ise Avrupalı doktorlar tarafından çeşitli deri hastalıklarının tedavisinde faydalanılmaya çalışılmıştır. Işığın doğası uzun zamandır filozof ve bilim adamları tarafından araştırılmaktadır (60,61).

1021 yılında Optiğin Kitabı isimli eserini yazan İbn al Haytham, ışığı belli bir doğrultu boyunca ilerleyen ve maddelere çarpınca yansıyan küçük partiküller olarak tanımlamıştır. Isaac Newton’un tanımı ise “parçacık” veya “belli bir kaynaktan tüm yönlere yayılan partiküller” şeklindedir (62). Işığın dalga teorisi 1665 yılında Robert Hooke tarafından yapılmıştır. Bu teori ışığın dalgalar halinde yayıldığını ve gittikçe daha büyük alana yayıldığını söyler (63).

1900 yılından önce ortaya atılan teoriler ışığın özelliklerini açıklamada yeterli değildir. 1900 yılında Max Planck ışığı “quanta” adını verdiği bölünemez enerji paketleri şeklinde tanımlamıştır. Planck 1901 yılında ise kuantum teorisini açıklamış ve bir cismin ufak bir oyuğundan yaydığı ısı enerjisinin frekans dağılımını yani radyasyonunu, ışığın elektromanyetik teorisine benzetmiştir (64).

1905 yılında ışığı ciddi şekilde inceleyen Albert Einstein 1916 yılında ise kuantum mekaniği fikrini geliştirerek ışığın yayılım teorisine dalga teorisini eklemiştir. Bu teoriyle Albert Einstein lazer kavramının temellerini atmış oldu (65). Townes 1951 yılında Einstein’ın teorisini geliştirerek lazerlerin ana prensibi olan

MASER (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) prensibini bulmuştur (66). İlk helyum-neon gaz lazeri 1960 yılında Javan, Bennett ve Herriott tarafından tanıtılmıştır (67). 632 nm dalga boyuna sahip helyum-neon gaz lazeri ilk defa 1962’de White ve Ridgen tarafından geliştirilmiştir. İlk karbondioksit lazer ise 1964’te Patel tarafından kullanılmıştır(68).

Diş hekimliğinde lazer kullanımı 1960 yılında Bernard Goldman’ın ruby lazeri diş çürüklerinde kullanmasıyla başlamıştır ancak ısı artışı nedeniyle pulpada nekrotik değişiklikler olmuştur (69). Bu durum geliştirilen erbiyum lazerler sayesinde çözülmüştür (70). 1964’te Patel ve arkadaşları karbondioksit lazeri yumuşak dokularda minimal hemoraji sağlamak amacıyla kullanmıştır. Devamında ise Geusic ve arkadaşları Neodymium: Yttrium – Aluminium – Garnet lazeri bulmuşlardır (71). 1969, 1975 yıllarında ise sırasıyla Dye Lazer, Excimer Lazer ve Erbium: Yttrium – Aluminium – Garnet Lazer bulunmuştur (72).

Yumuşak dokulara yönelik uygulamaları yaygınlaşan lazer, oral ve maksillofasiyal cerrahi alanına yönelik sert dokularda ilk defa Horch tarafından kullanılmıştır. 1979’da Horch geleneksel cerrahi yöntemlere alternatif olarak lazerle kemik kesisi yapmıştır (73).

Diş hekimliği için özelleşen lazer ilk defa 1990’da Myer tarafından tasarlanmış ve 1997 yılında kullanılmaya başlanmıştır (72).

Tüm doku lazerlerinin; kuron preparasyonu, sinüs augmentasyonları ve implant cerrahisi, ortodontik tedaviler, kemik greftlemeleri, diş eti düzenlemeleri, düşük düzeyli lazer terapileri üzerine araştırmalar devam etmiştir. Günümüzde de klinik uygulamalar artmakta ve hızla gelişmektedir (58).

2.10.2. Lazer-Doku Etkileşimleri

Lazer hedef dokunun optik özelliklerine göre 4 farklı etkileşime girer. Bu etkileşim türleri; absorbsiyon, transmisyon, yansıtma ve ışığın saçılımıdır (74).

2.10.2.1. Absorbsiyon

Hedef dokular lazer enerjisini farklı miktarlarda absorbe eder. Lazerlerin farklı dalga boyları, dental dokulardaki su, pigment, kan ve minerallere göre farklı

absorbsiyon katsayılarına sahiptir. Lazer enerjisinin absorbe edilmesi veya iletilmesi hedef dokunun içeriğine bağlıdır. “Kromofor” olarak adlandırılan temel bileşenler belli bir dalga boyundaki lazeri absorbe eden bileşenlerdir. Dalga boyu uzun olan lazerlerin su ve hidroksiapatit bileşenine yüksek afinitesi vardır. Bu lazerlere erbiyum lazer örnek verilebilir. 10.600 nm dalga boylu CO2 lazerler hedef dokuya yaklaşık birkaç mikron derinliğinde penetre olabilir. Bunun sebebi ise su tarafından iyi absorbe edilmeleridir. 500-1000 nm aralığında daha kısa dalga boyuna sahip olan lazerler ise kan ve pigment dokuları tarafından absorbe edilir. Buna örnek verecek olursak, argon lazerler hemoglobin, diyot ve Nd: YAG lazer melanin tarafından iyi absorbe edilir (75,76).

Lazerin dalga boyu, hedef dokudaki penetrasyon derinliğini ve absorpsiyonunu belirleyen temel şeydir. Örnek olarak kemik-sert doku uygulamalarında daha fazla doku penetrasyonu gerekir ve bunun için. uygun dalga boyuna sahip olan ve 2-5 mm penetrasyon derinliği bulunan lazer Nd: YAG lazerlerdir. 0.03-0.1 mm şeklinde sınırlı penetrasyon derinliği bulunan CO2 lazerler ise bu sebeple yumuşak doku uygulamalarında daha çok kullanılırlar (74).

2.10.2.2. Transmisyon

Lazerin hedef dokudan direkt olarak etki yaratmadan geçmesi transmisyon olarak adlandırılırken, bu da dalga boyuna bağlıdır, komşu dokulara az miktarda enerji iletimi olur. Örneğin Nd: YAG, argon ve diyor lazerler su içerisinde direkt geçerler (77).

2.10.2.3. Yansıma

Lazer ışığının hedef dokuya etkisi olmaksızın, bir yüzey üzerinden yönlendirilme yansıma olarak tanımlanır. Yansıyan lazer ışığının göz gibi istenmeyen yerlere yönelmesi zararlı etkilere neden olurken, çürük tespiti sırasında sağlıklı diş dokusunun derecesinin ölçülmesinde faydalı bir etkiye neden olur (78).

2.10.2.4. Saçılma

Lazer ışığında saçılma, ışığın enerjisini düşürür ve biyolojik etkilerde azalmaya sebep olurken, komşu doku ve bölgelerde ısı geçişine bağlı zararlı yan

etkiler oluşabilir. Bunun yanı sıra aftöz ülserlerin tedavisinde ve kompozit polimerizasyonunda farklı yöne saçılan ışık demetlerinden faydalanılır (77).

Lazer uygulamalarından faydalanırken, lazerin dalga boyu, ışın çapı, odaklı veya odaksız mod, atım enerjisi ve frekansı, çıkış gücü, spot çapı ve soğutma özelliğine dikkat edilmelidir. Küçük spot kullanılması, küçük alanda ısı absorpsiyonunun artmasına neden olurken, lazer hedef dokuda uzaklaştırıldığında ışın çapı büyüyecektir ve böylelikle enerji yoğunluğu azalacaktır (74).

2.10.3. Lazer Sınıflandırması

Lazerler birçok farklı sınıflamaya sahiptir.

2.10.3.1. Enerji Düzeylerine Göre Lazerler

2.10.3.1.1. Düşük Enerjili Lazerler (Soft-Atermik)

Bu lazerler, hedef dokularda 1°C gibi minimal ısı değişimi oluşturan ve hücrelerde biyostimülasyonu uyaran lazer grubudur (79).

- Galyum-Alüminyum-Arsenit lazer
- Helyum-Neon lazer
- Diyot lazer
- Erbiyum: Yitrium-Alüminyum-Garnet (Er:YAG) lazer

2.10.3.1.2. Yüksek Enerjili Lazerler (Hard-Termik)

Hedef dokuda daha derin bir penetrasyon sağlamalarından dolayı yumuşak ve sert doku kesilerinde ve işlemlerinde kullanılan lazer grubudur (79).

- Argon lazer (Ar)
- Karbondioksit lazer
- Neodmiyum: Yitrium-Alüminyum-Garnet (Nd:YAG) lazer
- Erbiyum: Yitrium-Alüminyum-Garnet (Er:YAG) lazer
- Erbiyum, Kromiyum: Yitrium – Skandiyum – Galliyum - Garnet (Er,Cr:YSGG) lazer

- Holmiyum: Yitriyum-Alüminyum-Garnet (Hol:YAG) lazer
- Diyot lazer (80).

2.10.3.2. Aktif Maddesine Göre Lazer Sınıflaması

2.10.3.2.1. Aktif Maddesi Gaz Olan

- Argon lazer
- Karbondioksit lazer
- Helyum-neon lazer

2.10.3.2.2. Aktif Maddesi Sıvı Olan

- Dye lazer
- Rhodamine lazer

Bu lazer tipleri günümüzde kullanılmamaktadır.

2.10.3.2.3. Aktif Maddesi Katı Olan

- Ruby lazer
- Neodmiyum: Yitriyum-Alüminyum-Garnet (Nd:YAG) lazer
- Holmiyum: Yitriyum-Alüminyum-Garnet (Hol:YAG) lazer
- Erbiyum: Yitriyum-Alüminyum-Garnet (Er:YAG) lazer
- Erbiyum, Kromiyum: Yitriyum – Skandiyum – Galliyum - Garnet (Er, Cr: YSGG) lazer
- Diyot lazer (79).

2.10.3.3. Tehlike Boyutlarına Göre Lazer Sınıflaması

Sınıf 1: Maksimum çıkış gücü 40 mW olup dokuda kalıcı hasar bırakmayan lazer türüdür.

Sınıf 1 M: Olası göz hasarı riski az fakat mevcuttur. Çıkış gücü maksimum 400 mW olup, M harfi lazerin mikroskop veya bütüycüyle kullanıldığını ifade eder.

Sınıf 2: Dalga boyu 400-700 nm arasında olan bu lazerlerin maksimum çıkış gücü 10 mW olup, çıplak gözle bakıldığında hasar riski azdır. Göz kırpma refleksi bu riskten korunmak için yeterlidir.

Sınıf 2 M: Sınıf 2 lazerlerin büyütücü ile kullanılan türüdür.

Sınıf 3: Bu lazer türü 1-500 mW güce sahiptir. Hasta ve hekimde göz ve cilt hasarı oluşturma riskleri mevcuttur bu sebeple koruyucu ekipman kullanılmalıdır. Düşük seviyeli lazerler de bu sınıfa aittir.

Sınıf 3 R: R sembolü devamlı modda çalışan lazerleri kapsamaktadır.

Sınıf 4: 500 mW'tan daha yüksek çıkış gücüne sahip ve en tehlikeli lazer grubudur.

2.10.4. Oral ve Maksillofasiyal Cerrahide Sık Kullanılan Lazerler

2.10.4.1. Diyet Lazer

Aktif maddelerine göre indiyum-galyum-arsenit-fosfat (InGaAsP), galyum-alüminyum-arsenit (GaAlAs), galyum-arsenit (GaAs) şeklinde gruplandırılan bu lazerler diş hekimliğinde oldukça sık kullanılır. Diyet lazerler 635-1064 nm arasındaki dalga boylarına sahiptir. 810-830 nm dalga boylarına sahip diyet lazerlerin yumuşak dokudaki pigment(melanin) ve hemoglobine afinitesi yüksektir ve bu sebeple bu hücreler tarafından iyi absorbe edilerek yumuşak dokuda hemostaz sağlarlar. 980 nm dalga boyuna sahip lazerlerin ise suya afinitesi yüksektir. Lazerler ile yapılacak olan uygulamaya göre çıkış gücü 0.1-12 W arasında değişebilir (81–83). Diyet lazerler aynı zamanda biyostimülasyon amacıyla düşük düzeyli lazer terapisi için kullanılan lazer türüdür (84).

2.10.4.2. Argon Lazer

480-510 nm arası değişen dalga boyuna sahip lazerlerdir. Hemoglobine ve koyu pigmentli dokulara yüksek afinitesi olduğundan iyi bir hemostaz sağlar. Aynı zamanda daha düşük dalga boylarında kompozit polimerizasyonu için de kullanılırlar. Bu lazerin avantajı diş sert dokularıyla minimal etkileşime girdiği için diş yüzeyinde herhangi bir hasar oluşturmamasıdır (77,84).

Bazı bakteri türlerine karşı bakterisidal etki göstererek periodontal tedavilerde de kullanılabilir (74).

2.10.4.3. Karbondioksit Lazer

10600 nm dalga boyuna sahip ve aktif maddesi karbondioksit olan veya suya afinitesi yüksek bir lazer çeşididir. Yumuşak dokularda insizyon ve hemostaz sağlar. Non-kontakt modda kullanılır (85).

2.10.4.4. Neodmiyum: Yitriyum-Alüminyum-Garnet (Nd: YAG) Lazer

200-600 mikron arasında fiberoptik kablolar aracılığıyla taşınan lazer ışığı sayesinde kök kanalları gibi dar alanlarda çalışma imkanı sağlar. Karbondioksit lazere benzer türde kızılötesi spektrumda yer almaktadır. İnsizyon, hemostaz, gingival dezenfeksiyon gibi bir çok yumuşak doku prosedürü için uygundur. Sert doku lazerleri olan erbiyum ailesi kadar olmasa da başlangıç çürüklerini temizleyebilir (77).

2.10.4.5. Erbiyum, Yitrium-Alüminyum-Garnet (Er:YAG) Lazer

Su ve hidroksiapatit kristallerine yüksek afinite gösteren Er:YAG lazerler 2940 nm dalga boyuna sahiptir ve hem yumuşak doku hem sert doku uygulamalarına sahiptir. Çürük uzaklaştırmada kullanılırken penetrasyon derinliği az olmasından kaynaklı pulpal hasar oluşturma riski de azdır (86).

2.10.4.6. Erbiyum, Kromiyum: Yitrium-Skandiyum-Galliyum-Garnet (Er, Cr:YSGG) Lazer

Er:YAG lazerler ile benzer şekilde yumuşak ve sert doku uygulamaları yapılabilir.

2.10.5. Diş Hekimliğinde Lazer Uygulamaları

2.10.5.1. Dentin Hassasiyetinin Giderilmesi

Diş ağrısının yaygın sebeplerinden biri olan dentin hassasiyetinin tedavisinde düşük doz lazer terapisiinden faydalanılmaktadır. Bu tedavi yöntemi, diğer işlemlerin aksine pulpadaki sinirsel ağrı değiştirilmesi prensibine dayanmaktadır.

Düşük doz lazer terapisi santral sinir sisteminde desendan inhibisyonu yapmaktadır ve bununla birlikte kanıtlanamamış olsa da sinirsel iletiler üzerinde lokal etkilerinin de olduğu öne sürülmektedir. Düşük doz lazer terapisi hasarlı dokudan salınan histamin asetilkolin, serotonin gibi ağrı mediyatörlerinin salınımını inhibe eder (87).

2.10.5.2. Sert Doku Uygulamaları

2.10.5.2.1. Çürük Teşhisi

Başlangıç çürüklerinin teşhisinde lazerle indüklenen floresans olarak adlandırılan (Diagnodent) yöntemden faydalanılır. Diş dokusundaki organik ve inorganik bileşenleri tarafından absorbe edilen lazer ışını aynı zamanda bakteriyel porfirinler tarafından da absorbe edilir. Diş çürüklerinde bulunan bakterilerden kaynaklı çürük dokular sağlam dokulara göre daha fazla floresans gösterir ve sağlam dokularla ayrılmasında fayda sağlar. Yararlı bir teknoloji olsa da daha ileri çalışmalara da ihtiyaç vardır (88–90).

2.10.5.2.2. Çürük Temizleme ve Kavite Preperasyonu

Lazerin çürük dokuya yönlendirildiğinde bakteriler tarafından floresan sinyal vererek çalışması prensibine dayanır ve bu yöntemle hekimi çürük kaldırılması sırasında yönlendirir. Er:YAG lazerler sağlam diş dokusunda hassasiyete sebep olmadan çürük temizlenmesi ve kavite hazırlanması esnasında güvenle kullanılır. Aynı zamanda bu yöntemle eski hasarlı kompozit restorasyonların sökülmesi ve arayüz çürüklerinin temizlenmesi aşamasında da kullanılır(91,92).

2.10.5.2.3. Diştaşı Temizliği

Diş taşı içerisinde bulunan bakteriyel porfirinlerin floresan sinyal vermesi protokolü ile cihazın kontrolü sağlanır. Diş taşı temizliğinde genellikle Er:YAG lazerler kullanılır (93). Bu lazerler aynı zamanda *P.gingivalis*, *Actinobacillus actinomycetemcomitans* gibi periodontal hastalık etkeni olan bakterilere karşı da bakterisidal etki sağlar (74).

2.10.5.2.4. Lazer Destekli Beyazlatma

Lazer destekli beyazlatma işleminde amaç en etkili ışığı kullanırken istenmeyen yan etkileri önleyerek beyazlatma işlemini yapmaktır. 488 nm dalga boyuna sahip Argon lazerler hidrojen peroksit moleküllerini harekete geçirirken, diğer ısı üreten lazerlere göre daha az yan etki ve daha çok avantaja sahiptir (74). Lazerler diş dokusundaki renkli moleküllerle etkileşime girip foto-oksidasyon yaparak veya beyazlatma jeli içerisindeki maddelerle etkileşime girip fotokimyasal reaksiyonlar gerçekleştirerek beyazlatma protokolünü gerçekleştirir (94).

2.10.5.2.5. Cerrahi İşlemler

Farklı dalga boylarına sahip lazerler oral cerrahide farklı amaçlarla sıklıkla kullanılmaktadır. Dokulardaki su tarafından iyi absorbe edilen 10.600 nm dalga boyuna sahip CO2 lazerler birçok cerrahi işlemde kullanılır. CO2 lazerler ile net bir insizyon ve iyi hemostaz sağlanabilir. Erbiyum lazerler ise daha az travmatik kemik kesileri yaptığı için postoperatif dönemde ağrı daha az olur. Lazer tedavilerinin gelişimi uyku apnesi, TME rahatsızlıkları, premalign lezyonlar, skar tedavileri ve dental implant tedavilerinde de ilerleme sağlamıştır (95).

Klinik bir çalışmada, kanama bozukluğu olan 250 hastada gingival hiperplazi, premalign lezyonlar gibi tedaviler CO2 lazerle yapılarak sonuçları incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, konvansiyonel cerrahiye göre daha kanamasız bir cerrahi alan, daha az travmatik olduğu için daha az postoperatif ağrı ve oral bölgenin bazı alanlarına daha kolay ulaşılabilirlik sağlandığı görülmüştür (96).

2.10.5.2.6. Kemik Cerrahisi ve Kuron Boyu Uzatma

Osteoplasti, osteotomi, defekt düzeltilmesi, kuron boyu uzatılması gibi sert doku işlemlerinde Er,Cr:YSGG lazerler kullanılabilir (74).

2.10.5.3. Yumuşak Doku Uygulamaları

2.10.5.3.1. Lazer Küretaj

Hafif ve orta dereceli periodontitislerin tedavi sonuçlarında lazer destekli küretaj önemli ölçüde iyileşme sağlamaktadır. Lazer küretaj Nd:YAG ve diyet lazerler ile yapılabilir. Lazerlerin P.gingivalis ve A.actinomycetemcomitans gibi periodontal patojenlere karşı güçlü bakterisidal etkisi olduğu için tedavi sonuçlarını anlamlı derecede etkilemektedir(57).

2.10.5.3.2. Lazer Destekli İnsizyonel ve Eksizyonel Biyopsi

Eksizyonel ve insizyonel biyopsi prosedürleri 100 C⁰ de gerçekleşir. Yumuşak dokuda lazerler dokuya dik tutulur ve cerrahi sınırları takip ederek kullanılır. Lazerlerin yumuşak dokuyla etkileşiminde intraselüler ve ekstraselüler sıvı buharlaşarak ablasyona sebep olur. Sıcaklık 200 C⁰ nin üstüne çıktığında ise dokudaki ısı artışı nedeniyle karbonizasyon ve nekroz oluşur (77)(78).

Yumuşak doku lazerleri gingival depigmentasyon, gingivoplasti, gingivektomi, operkülektomi, frenektomi, vestibüloplastisi, dokudaki benign büyümelerin uzaklaştırılması gibi birçok alanda kullanılabilir (97).

2.10.5.3.3. Fotodinamik Terapi (FDT)

Fotodinamik terapi, lazer ışığının tetiklediği foto-kimyasal reaksiyonlarla işleyen bir tedavi yöntemidir ve oral mukozada görülen malign lezyonların, örneğin multifokal yassı hücreli karsinom gibi hastalıkların tedavisinde kullanılır. Bu yöntemde lazerle aktive edilen duyarlaştırıcı boyalar, reaktif oksijen türevleri üretir. Bu türevler, doğrudan hücrelere ve çevresindeki damar yapılarına zarar vererek hücre ölümüne(nekroz) ve programlı hücre ölümüne(apoptoz) yol açar(98).

Fotodinamik terapi, tümör hücre kümelerinin yok edilmesinde etkilidir. Anti-tümöral bağışıklık yanıtını makrofaj ve T lenfositleri aktive ederek güçlendirir ve immün cevabı da uyarır. Karsinoma in situ ve yassı hücreli karsinomanın tedavisinde %90 başarılı sonuçlar alındığına dair çalışmalar vardır. Tedavi uygulanan bölgelerde öncelikle eritem ve ödem görülür ve ardından nekroz ve ülserasyon görülür. Ülser alanların tam iyileşmesi 8 haftayı bulabilir (93).

2.11. Düşük Seviyeli Lazer Terapisi

Çıkış gücü genellikle 500 mW tan düşük olan soğuk lazerler ya da düşük seviyeli lazerler, dokularda ışıkla uyarılan hücresel reaksiyonlara sebep olur, uyarılan dokuda termal etki oluşturmaz. Düşük seviyeli lazerlerin bu uyarıcı etkileri “fotobiyostimülasyon” olarak adlandırılır. Düşük seviyeli lazerlerde yüksek enerjili lazerlerden farklı olarak birim alana düşen enerji yoğunluğu daha az olduğu için fotokimyasal olaylar ısı açığa çıkmadan uyarılmış olur. Lazerlerin biyostimülasyon etkinliklerinin ortaya çıkması için 670 mW/cm^2 den daha düşük enerji yoğunluğu olması gerekir(15).

Düşük seviyeli lazerlerin tıpta kullanımı, biyolojik stimülasyonun öncüsü kabul edilen Prof.Dr. Andrew Mester ile 1960 yıllarında başlamıştır. 1968 yıllarında Ruby, Argon, He-Ne lazerler düşük enerjilerde kullanılarak lazerin yaralar üzerindeki etkileri ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalara göre lazer uygulanan dokularda kollajen ve enzim sentezinin arttığı ve bölgenin damarlanmasında artış olduğu görülmüştür (16,99).

Son yıllarda lazer ile biyostimülasyon tedavisine olan ilgi ve tıp alanındaki hekimlerin kullanım alanı artmaktadır. Biyostimülasyon amacıyla kullanılan lazerler 623 nm- 1064 nm arasında dalga boylarına sahiptir, derin penetrasyon etkinliği ve düşük çıkış gücüne sahiptir. Bu sayede doku yüzeyinden 1-2 cm ilerleyerek hücre kromoforlarına etki ederler (100).

Birim alana düşen enerji yoğunluğunun az olması sebebiyle doku tarafından absorbe edilen enerji dokuda ısı oluşturmaz ve bundan dolayı vital dokulara zarar vermez. Hücreler tarafından absorbe edilen enerji biyostimülasyona neden olur (16).

Lazer terapi hedef dokudaki hücreleri uyarak immün sistem aktivasyonu sağlar ve inflamatuvar cevabı azaltır. Böylelikle yara iyileşmesini hızlandırır ve doku gelişimini uyarır(101). Lazerin etkinliğini enzimatik reaksiyonlar üzerinden kimyasal reaksiyonları hızlandırarak gösterdiği sonucuna varılmıştır(16).

Fotonlar insan vücudunda göz, deri ve mukoza tarafından absorbe edilir. Absorbe edici moleküller foto akseptör ve foto reseptör olarak ikiye ayrılır. Foto akseptörler ışıqla doğrudan etkileşime girmez ancak ışıqla aktive olarak kimyasal reaksiyonları başlatma ve durdurma yeteneğine sahiptir. Bu maddeler genellikle hücresel solunum zinciri ve mitokondrilerde konumlanır. Foto akseptör maddelere örnek olarak sitokrom C oksidaz, flavoproteinler, riboflavinler verilebilir(102). Red ve infrared dalga boyları mitokondrilerdeki solunum zincirinde oksidasyon ve redüksiyondan sorumlu sitokromlar üzerinde etkilidir. Bu dalga boylarının diğer etki bölgeleri de hücre membranı ve matriksidir. Uv spektrumunun foto akseptörleri flavoproteinler ve riboproteinlerdir(16,103).

Elektronlar sitokromlar tarafından oksijene aktarılırken mitokondri membranındaki elektron yükü değişikliği ve aktarımı ATP sentez yollarını aktive eder. ATP sentezindeki bu artış RNA, DNA ve protein sentezine neden olur(104).

Lazerin hücresel etkileri dalga boyu haricinde kromoforların oksidasyon durumuyla da ilişkilidir. Redüksiyon durumunda normale göre cevap daha kuvvetlidir(105).

2.11.1. Düşük Seviyeli Lazerlerin Hücresel Etki Mekanizması

Lazer hücreler üzerine etkisini 2 kademedede gerçekleştirir (104):

- a) Primer reaksiyonlar
- b) Sekonder reaksiyonlar

2.11.1.1. Primer Reaksiyonlar

Lazer ışını, hücrelerle etkileşimi sonucu hücrenin redoks durumunda değişikliğe neden olarak oksidasyon ve redüksiyon meydana gelir. Redoks tepkimeleri hücrelerdeki metabolik reaksiyonların düzenlenmesinden sorumludur. Hücrelerin lazer ışınına cevabı hücrenin redoks durumuyla ilişkilidir. Redüksiyon

eğilimi fazla olan durumlarda daha yüksek cevap alınırken, normal ve normale yakın durumda daha düşük cevap alınır (16).

2.11.1.2. Sekonder Reaksiyonlar

Lazerin irradiasyonu devamında gerçekleşen reaksiyonlar sekonder reaksiyon olarak adlandırılır. Mitokondriyal faaliyetlerin uyarılmasının ardından biyokimyasal reaksiyonlar zinciri başlatılmış olur. Bu reaksiyonlarda artan ATP miktarı, mRNA'nın aktive edilmesine, DNA replikasyonuna ve bunun sonucunda da protein sentezine sebep olur (104).

Farklı dalga boylarındaki lazerlerin etkisini karşılaştırmak amacıyla hücrede üretilen DNA ve protein miktarlarına bakılır. Hücresel faaliyetler sonucu sentezlenen proteinler genellikle bir nörotransmitter, enzim, ko-enzim veya düzenleyici göreve sahip olan maddelerdir. Bu sürecin devamında lazerin hücresel etkisi doku, organ veya makro vasküler seviyeye geçer (16).

2.11.2. Düşük Seviyeli Lazer Uygulamasının Etkileri

2.11.2.1. Düşük Seviyeli Lazer uygulamasının Moleküler Mekanizmalar Üzerine Etkisi

Düşük seviyeli non-iyonize radyasyonun hücrelerle moleküler düzeyde etkileşimine “fotobiyostimülasyon” veya “fotobiyostimülasyon” denir. Lazer ışınının bu düzeyde etkileşimi DNA ve RNA sentezindeki artış üzerinden olur (106).

Retrograd sinyal sisteminde gerçekleşen değişiklikler şu şekildedir: mitokondrilerdeki taşıma sisteminin en önemli parçası olan sitokrom c oksidaz enzimi, bu enzim büyük bir transmembran proteindir. Mitokondrideki enzimlerin, düşük düzeyli lazer terapisinde foton uyarımıyla birlikte reaktif oksijen ürünleri üretimi hızlanır (99). Mitokondriyal membran potansiyeli artarak adenozin trifosfat (ATP) üretiminde hızlanma olur (107). Hücresel aktivitenin artması hemostaz ve tirozin kinaz reseptörleri ile ilişkili hücresel sinyal yollarının uyarılmasıyla sonuçlanır. Hücrelerde proliferasyon ve gen ekspresyonundan sorumlu molekül olan nükleer faktör kapa B'nin düşük düzeyli lazer terapisiyle aktive olduğunu gösteren çalışmalar vardır (108). Mitokondri ve hücre çekirdeği arasındaki retrograd sinyal

iletişiminde ve hücresel aktivite artışında önemli görevlere sahip olan moleküller: reaktif oksijen ürünleri, ATP, mitokondriyal membran potansiyelidir. Düşük düzeyli lazer uygulaması kinaz aktivitesi ayarlar ve hücresel iletim sinyallerini arttırarak DNA, RNA sentezini hızlandırır ve böylece enzim ve protein sentezi de artar (107).

Düşük düzeyli lazer tedavisi ile etkilenen kinaz aktivitesinin düzenlenmesi, hücre büyümesinden sorumlu olan mitojenle aktive olan protein kinaz ve ekstrasellüler sinyal düzenleyici kinaz enzimlerini aktive eder. Bunun yanı sıra, hücre proliferasyonu, diferansiyasyonu, büyümesi ve hayatta kalması için gerekli olan fosfatidilinozitol-3 kinaz, protein kinaz B ve fosfolipaz C gama genleri de uyarılır (108).

Yüksek dozlu düşük seviyeli lazer uygulamaları yüksek enerji yoğunluğunda hücrelerde apoptozisi, düşük enerji yoğunluğuna hücresel proliferasyonu uyarır. Bunların mekanizmasının protein kinaz enzimleriyle ilişkili olduğu düşünülse de tam açığa kavuşmamıştır (109).

Düşük düzeyli lazer ışınlarının hücre içindeki katyon seviyelerini değiştirerek, hücre içine potasyum girişi ve dışarıya sodyum çıkışı sağlayan $Na^+/K^+-ATPaz$ enzimini aktive ettiği görülmüştür. Bu enzim aktivitesindeki artış, aynı zamanda hücre yaşlanmasını engellemeye yardımcı olur. Ayrıca, bu lazer tedavisinin analjezik etkiler yaratabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, lazer uygulamaları sonucunda artan serbest oksijen radikalleri hücre içi kalsiyum seviyelerinin yükselmesine yol açabilir (110).

2.11.2.2. Düşük Düzeyli Lazer Uygulamasının Hücreler Üzerine Etkisi

Çalışmalarda gösterildiği üzere düşük doz lazer tedavisi fibroblastların proliferasyonu üzerinde uyarıcı etkiye sahiptir. Çalışmalarda genellikle dermal fibroblastlar kullanılmış olsa da düşük doz lazer tedavisi mukozal ve gingival fibroblastlar üzerinde de benzer tepkiler gösterir (93). $2 J/cm^2$ gibi düşük dozlarda hücresel proliferasyon üzerinde uyarıcı etkiye sahip olan düşük doz lazer uygulaması, $16 J/cm^2$ gibi yüksek dozlarda ise baskılayıcı etkiye sahiptir (111,112). Düşük doz lazer uygulamasının fibroblast maturasyonu ve hareket yeteneğini arttırma etkisi sayesinde yaraların direnci de artmaktadır (113,114). Düşük seviyeli

lazer tedavisi fibroblast proliferasyonu üzerine etkisini fibroblast proliferasyonu ve farklılaşmasından sorumlu bir polipeptid olan fibroblast büyüme faktörü üzerinden gerçekleştirir (110). Lazer tedavisi fibroblastların kontraksiyonundan sorumlu myofibroblastlar üzerinde de hızlandırıcı etkiye sahiptir (115). İmmün hücrelerden sitokin ve fibroblast düzenleyici faktörlerin salınımı üzerinde de etkiye sahip olan düşük seviyeli lazer tedavisi bu etkisiyle iyileşme sürecinde anahtar rol oynar. Lazer uygulamasının makrofajlardan fibroblast proliferasyonu sağlayan faktörlerin salınımını uyardığı yapılan in vitro çalışmalarda gösterilmiştir (116).

Yapılan in vitro çalışmalarda düşük düzeyli lazer uygulamasının lökositlerin kemotaktik ve patositik yeteneğini arttırdığı görülmüştür (116). Aynı zamanda immün sistem üzerinde de, lenfositlerin proliferasyonunu arttırıcı etkisi vardır. Yapılan çalışmalarda görüldüğü üzere düşük düzeyli lazer uygulaması iyileşmenin erken safhalarında makrofajların patositik aktivitesini arttırmaktadır ve iyileşen yaralarda lenfositleri aktive etmektedir (117,118).

Düşük düzeyli lazer tedavisi epidermal keratinositlerin diferansiasyonunu etkilemeden sadece keratinositlerin hareket yeteneğini artırır, proliferasyonunu hızlandırır. Bu mekanizmalar sayesinde de iyileşme hızlanır (119). Keratinositlerin farklılaşmasını etkilemediği için sağlıklı dokuda doku bütünlüğünde veya renginde değişiklik meydana gelmez (119).

Ratlar ile yapılan bir çalışmada, diş çekimini takiben ilgili yara bölgesine 1 hafta diyet lazer ile düşük düzeyli lazer tedavisi uygulamasının ardından fibroblast proliferasyonunda ve kemik matriks formasyonunda hızlanma görülmüştür (120).

Düşük düzeyli lazer uygulaması osteoblast hücrelerinden fibroblast büyüme faktörü, insülin benzeri büyüme faktörü salınımını artırır ve insülin benzeri büyüme faktörü reseptörlerinin de sayısında artışa neden olur (121).

2.11.2.3. Düşük Düzeyli Lazer Uygulamasının Yara İyileşmesi Üzerine Etkisi

Düşük doz lazerin iyileşme basamakları üzerine etkisi uygulanan dozla ilişkilidir. Düşük dozlarda lazer uygulaması iyileşmeyi hızlandırıcı etkiye sahipken yüksek dozlarda baskılayıcı etkisi vardır (122).

Yapılan bir çalışmada, ratlarda cilt üzerindeki yara yüzeylerine her gün düşük düzeyli lazer uygulandığında iyileşme döneminde kollajen formasyonunun ve skar dokusunun dayanıklılığının daha fazla olduğu görülmüştür (123,124). Lazerin yara iyileşmesi üzerine etkileri granülasyon dokusunun artışı, erken epitelizasyon, fibroblast proliferasyonu ve matriks formasyonunun artışına bağlı nörovaskülarizasyonun hızlanması olarak sayılabilir (125). Günlük uygulanan dozlar en etkili sonuçları verirken uygulama aralığının artması faydayı azaltmaktadır (126).

Lazer uygulamasının sadece kemik üzerinde değil yumuşak doku üzerinde de iyileşmeyi hızlandırıcı etkisi birçok çalışma ile gösterilmiştir (127).

2.11.2.4. Düşük Düzeyli Lazer Uygulamasının Sinir Rejenerasyonu Üzerine Etkisi

Hasarlanmış nöronlarda düşük seviyeli lazer uygulaması maturasyon ve rejenerasyonu hızlandırır ve araşidonik asit ailesi mediatörlerinin üretimini azaltır (128,129). Yapılan hayvan deneylerinde ideal olarak 10 gün boyunca yapılan 4.5 J/cm² lazer uygulamasının aksonal büyümeyi hızlandığı görülmüştür (128). Oral ve maksillofasiyal cerrahide diş çekimi ve sagittal split osteotomisi sonrasında oluşan alveolar inferior sinirdeki hasarlanmada düşük düzeyli lazer uygulaması kullanılabilir. Düşük düzeyli lazerin sinir hasarını takiben hemen yapılması ideal sonuçları verirken günümüzdeki çalışmalar uzun süredir var olan kalıcı hale gelmiş sinir hasarlanmalarına yönelmiştir. Birçok çalışmada görüldüğü üzere lazer tedavisi mekanik hassasiyeti arttırmaktadır (130).

2.11.2.5. Düşük Düzeyli Lazer Uygulamasının Ağrı Üzerine Etkisi

Düşük düzeyli lazer uygulamasının analjezik etkisi en sık kullanılan özelliklerinden birisidir. Lazer tedavisinde analjezik etki çeşitli biyolojik mekanizmalar üzerinden gerçekleşir. Akut ağrıda dokudan salınan prostoglandin E2, tümör nekroz faktör, interlökin 1, siklooksijenaz 2 ve plazminojen aktivatörleri gibi mediyatörlerin salınımı düşük seviyeli lazer uygulamasıyla azaltılır (131). Lazer uygulaması mikrosirkülasyonu hızlandığı için hemorajik formasyon, hücre apoptozisi ve yara bölgesine nötrofil akışı azalır. Periferdeki sinir serbest uçlarından salınan nosiseptif ağrı sinyalleri (sıcak, soğuk, dokunma, kimyasal) engellenir

(132,133). Düşük doz lazer enerjisi kronik ağrı durumunda gerekirken, akut ağrı durumunda gereken 50-100 J arası enerjiler dokudaki iyileşme sürecini olumsuz etkilemektedir (134). Dokuya uygulanan düşük doz lazerin analjezik etkisinin yanı sıra akupunktur noktalarına da lazer uygulaması yapılarak analjezik etkiden yararlanılabilir (133).

2.11.2.6. Düşük Düzeyli Lazer Uygulamasının Vasküler Sistem ve Anjiyogenez Üzerine Etkisi

Düşük düzeyli lazer tedavisiyle; hipoksi ile indüklenen faktör-1, vasküler endotelial büyüme faktörü gibi hem oksijen hemostazında önemli rol oynayan hem de anjiyogenezis, demir metabolizması, glukoz metabolizmasını hızlandırma görevi olan faktörlerin salınımı artar. Lazer uygulamasıyla matriksmetalloproteinaz aktivitesi azalır ve anjiyogenezis hızlanır (135). Deri altındaki yüzeysel damarlar düşük doz lazerin etkisiyle vazodilatasyona uğrar ve böylece vasküler spazm oluşur. Düşük doz lazer tedavisi bu özelliğiyle spazm sonrası iskeminin tedavisinde de iyi sonuçlar göstermektedir (136).

2.11.2.7. Düşük Düzeyli Lazer Uygulamasının Enflamasyon Üzerine Etkisi

Düşük doz lazer uygulaması iyileşme sürecinin bir parçası olan enflamasyon aşamasını kısaltıcı etkiye sahiptir. Siklooksijenaz ve prostoglandin E2 salınımının azalması ve tümör nekroz faktör-alfa değerinin düşmesiyle enflamasyon azalmış olur (137,138).

Antienflamatuar özellikleri düşük doz lazer uygulamasıyla benzer olan katabolik steroidler, lazerle beraber kullanıldıklarında lazerin etkisini azaltır (139). Düşük doz lazer aynı zamanda non steroid antiinflamatuvar ağrı kesicilerle de benzer etkilere sahiptir ancak düşük doz lazer ilaçlarda görülen yan etkiye sahip olmadığından iyi bir alternatif olarak kullanılabilir (140).

2.11.3. Düşük Düzeyli Lazer Uygulamalarında Dozun Ayarlanması

Literatürde düşük düzeyli lazer uygulaması için standart bir dozlama bulunmamakla birlikte bu konu hala tartışmalıdır. Dokuya verilecek doz lazerin çıkış

gücü, spot genişliği ve uygulama süresi değişkenleriyle hesaplanır ve birimi J/cm² dir. Verilen dozun hesaplama formülü aşağıdaki gibidir:

$$\frac{\text{lazerin çıkış gücü (mW)} \times \text{lazerin uygulama süresi(sn)}}{\text{spot genişliği (cm}^2\text{)}} = \text{JOUL/CM}^2$$

Lazerin çıkış gücü ve uygulama süresi çarpılınca ortaya çıkan değer lazerin ürettiği enerji değerini verir. Bu değer spot genişliğine bölünmesi ile birim alana düşen doz hesaplanmış olur. Bunun yanında dozu etkileyen başka faktörler de vardır. Lazer ile hedef doku arasındaki mesafe arttıkça yansıma ve dağılma artacağı için lazerin dokudaki absorpsiyonu ve penetrasyon derinliği azalır. Bu sebeple açık yaralar haricinde düşük doz lazer uygulaması hedef dokuyla kontakt halinde yapılmalıdır (141). Dikkat edilmesi gereken diğer değişkenler de hedef dokunun optik özellikleri ve kalınlığı, lazerin dalga boyudur. Melanin pigmenti ve hemoglobin lazer ışığını iyi absorbe eder. Bu sebeple hemoglobinin bol olduğu vasküler dokularda lazer ışığının emilimi iyi olur ancak vaskülarizasyonun az olduğu dokularda daha fazla lazer enerjisi gereklidir. Aynı şekilde melanin pigmenti de lazer enerjisinin derin dokulara ulaşmasını önler ve derin dokulara etki etmesi için daha çok lazer enerjisi gerekir. Ancak daha fazla lazer enerjisinin de dokularda ısınma ve ağrı gibi olumsuz etkilere neden olabileceği unutulmamalıdır (142).

Düşük düzeyli lazer uygulamalarında Arndt-Schulz yasası prensibi esas alınır. Bu yasaya göre küçük bir uyaran ile bir etki oluşmazken dozun artırılması ile birlikte optimum etkiye ulaşılır. Optimum etkiye ulaştıktan sonra artan dozlar ise etkiyi azaltır ve stimülasyonu tersine çevirir. Literatürde optimum doz değeri hala tartışmalı bir konudur ancak terapötik aralık içerisinde uygulanan dozların yeterli olduğu düşünülmektedir. Bu teröpotik aralık düşük doz lazer uygulamaları için 0.01 – 10 J/cm² değerleri arasındadır (134).

Kullanılacak lazer enerjisi akut ve kronik duruma göre değişir. Ödem ve enflamasyon gibi akut durumlarda yüksek enerji kullanılırken, lazer uygulaması optimum etki sağlanana kadar her gün yapılmalıdır. Yara yeri, ağrı ve parestezi gibi kronik durumların tedavisinde ise haftada 1 veya 2 seans daha az enerji kullanılmalıdır. Uygulanan doz az olsa bile lazer enerjisi dokuda kümülatif olarak

biriktiği için lazerin olumsuz etkileri açısından göz önünde bulundurulmalıdır. Uzun süreli kronik rahatsızlığı bulunan hastalarda lazer sonrası ağrı meydana gelmesi durumun akut hale geçtiğinin ve iyileşmenin bir göstergesidir (134).

Terapötik lazerler birçok durumda kullanabilse de belli dalga boyu ve güçteki lazerler daha etkili olabilir. Ağız içindeki doku yenilenmesinde kırmızı ve kızılötesi lazerler 100 mW'ta etkilidir. 300-500 mW arasında gücü olan 810 nm dalga boylu diyot lazerler ise kas rahatsızlıkları ve temporomandibular eklem rahatsızlıklarının tedavisinde etkili olarak kullanılmaktadır (142).

Geçmişte hakim olan lazer ne kadar güçlü olursa etkisi çok olur düşüncesi yerini günümüzde yapılan çalışmalarla daha az güçlerde de etkili olabileceği görüşüne bırakmıştır (142). İskelet kas sistemiyle ilgili durumlarda çıkış gücünün yüksek olması gerekirken kemik yenilenmesi ve yara iyileşmesi gibi durumlarda daha düşük çıkış gücü ancak daha uzun süreli uygulamalar etkili olmaktadır. Lazerin toplam gücü eşit olsa da verilen süre ve çıkış gücündeki farklılıklar lazerin değişik etkilerinin ortaya çıkmasına sebep olur. Örneğin 10 J'lük enerjiyi 500 mW çıkış gücünde 20 saniye uygulamak ve 50 mW çıkış gücünde 200 saniye uygulamak toplam enerji aynı olsa da eşit etki yaratmaz. Yüksek çıkış gücü analjezik olarak etkiliyken, düşük çıkış gücünde hedef dokunun iyileşmesi stimüle edilmiş olur (143).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Ortognatik cerrahi geçiren hastalarda cerrahi travmaya bağlı olarak yüz bölgesinde ağrı, ödem ve ağız açıklığında kısıtlılık görülür. Bu durumlar hastanın ameliyat sonrası konforunu bozar ve psikolojik ve fiziksel zorluk oluşturur. Bu sebeple genelde hastalarda ameliyat sonrası kortikosteroid ve non steroid antiinflamatuvar ilaç kullanımına ihtiyaç duyulur. Ancak ilaçların mevcut yan etkilerinden kaçınmak amacıyla alternatif başka tedavilerin kullanımı da yaygınlaşmaya başlamıştır. Düşük seviyeli lazer tedavisi, bölgenin vaskülarizasyonunu artırır, akut ve kronik ağrıyı azaltır, immün sistemi stimüle ederek iyileşmeyi hızlandırır, inflamatuvar mediyatörlerin salınımını inhibe eder, böylelikle ödem ağrı ve trismusun tedavisinde etkili sonuçlar sağlar. Düşük seviyeli lazerin antiinflamatuvar etkinliği ve iyileşmeyi hızlandırıcı özellikleri sayesinde ameliyat sonrası dönemde ilaç kullanma ihtiyacı azalır ve hasta konforu artar.

Bu çalışmanın amacı ortognatik cerrahi geçiren hastalarda ameliyat sonrası dönemde uygulanan düşük doz lazer tedavisinin ödem, ağrı ve ağız açıklığına etkisinin lazer uygulaması yapılmayan hastalar ile karşılaştırılmasıdır. Ödem farkı için stereofotogrametri yöntemi ve rehber noktalar arası uzunluklar ölçülerek yapılan yöntemlerle belirlenip bu yöntemlerin kendi içinde karşılaştırılması ve hasta grupları arası karşılaştırılması amaçlanmıştır.

3.1. Etik Kurul Onayı

Bu çalışma için Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 12.01.2023 tarih ve 7 sayılı etik kurul kararı ile gerekli izin alınmıştır.

3.2. Hasta Seçimi

Çalışmamıza Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi'ne başvuran 18-45 yaş arası bimaxiller cerrahi gereksinimi olan ve Le Fort 1 ve bisagittal split ramus osteotomisi geçirmiş 30 hasta dahil edilmiştir. Hastalar düşük düzeyli lazer uygulaması yapılmayan kontrol grubu ve

düşük düzeyli lazer uygulaması yapılan çalışma grubu olarak 15erli 2 gruba ayrılmıştır.

Çalışmada 2021- 2023 yılları arası Le Fort 1 ve bilateral sagittal split ramus osteotomisi geçirmiş olan hastalardan elde edilmiş olan anket formları, dosyalarda mevcut olan ödem ve ağız açıklığı ölçümleri, 3dMD ile yapılmış olan yüz taramaları kullanılmıştır.

Tüm operasyonlardan önce hastalara kendilerine yapılacak işlemler ve kayıtlar hakkında bilgi verilerek yazılı aydınlatılmış onam alınmıştır.

3.2.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- Sistemik bir hastalığın bulunmaması
- Ortognatik cerrahi gerektirecek seviyede dentofasiyal deformiteye sahip olunması
- 18-45 yaş aralığında olunması
- Genioplasti işlemi yapılmaması
- Dişler ve dişleri çevreleyen dokuların sağlıklı olması
- Hamilelik veya hamilelik şüphesi bulunmaması
- Uyuşturucu, alkol ve sigara bağımlılığı olmaması

3.2.2. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- 18 yaşın altında olması
- Sistemik veya mental rahatsızlığı bulunması
- Genioplasti işlemi yapılması

3.3. Araç ve Gereçler

Diyot lazer cihazı (BiOLASE Epic 10, Amerika) ve hekim-hasta koruyucu gözlükleri;

Laser Sınıf: IV

Laser ortamı: InGaAsP

Dalgaboyu: 940 +/- 10 nanometre

Maksimum çıkış gücü: 10 Watt

Pulse tekrarlama hızı: 50 kHz'e kadar çıkabilir

Güç modları: Sürekli, pulslu mod

Comfort Puls 0: 10 mikrosaniye ON/ 40 mikrosaniye OFF

Comfort Puls 1: 100 mikrosaniye ON/ 200 mikrosaniye OFF

Comfort Puls 2: 1 milisaniye ON/ 1 milisaniye OFF

Pulslu: 20 milisaniye ON/ 20 milisaniye OFF

Rehber Işık; Diyot Lazer, Maksimum 1 mW, 635 nm+/- 10 nm



Resim 1. Lazer cihazı

15 mm uzaklıktan uygulanan 30 mm çapında (7.1 cm² alan) derin doku (biyostimülasyon) başlığı



Resim 2. Uygulama ucu

3DMD 3 boyutlu yüz tarama sistemi (Atlanta, Georgia 30339 USA);

Çekim hızı: 1.5 milisaniye

Çekim özellikleri: Senkronize çalışan 6 adet kamera ve flaş sistemi ile 180 derece açıyı kapsayan yüz çekimi (kulaktan kulağa)

Konfigürasyon: Her biri yüksek çözünürlüklü ve tıbbi kullanıma uygun kameralardan oluşan 2 modüler ünite

Otomatik yüzey alanı yaratma: Senkronize edilmiş görüntüleri x, y, z koordinat düzlemine oturtarak otomatik olarak 3 boyutlu poligonal yüzey alanı yaratma

Geometrik hassasiyet: <0.2mm

3 boyutlu görüntülerin değerlendirilmesi için 3dMDvultus yazılım programı (3dMD Vultus® software version 2.2.0.18, 3dMD, Atlanta, GA 30339, USA)



Resim 3. 3dMD cihazı

Genel anestezi ve ameliyat sırasında kullanılan ilaçlar;

Remifentanil(Ultiva 1 Mg 5 Flakon, GlaxoSmithKline)

Pentotal sodyum %2,5 (Abbott)

Roküronyum bromür (ESMERON 50 mg/ 5 m Merck Sharp Dohme)

Metilprednisolon sodyum süksinat (Prednol-l 20, Mustafa Nevzat İlaç Sanayi)

Ranitidin(Ulcran 50 mg, Abfor İlaç Sanayi)

Petidin Hcl (ALDOLAN 100 mg/2 ml, Liba Labaratuvrları)

Diklofenak sodyum(DİKLORON IM Ampul 75 mg/3 ml Deva ilaç sanayi,)

Ampisilin sodyum, Sulbaktam sodyum (SULBAKSIT IM/IV 1000 mg, TUM EKİP)

Neostigmin metil sülfat (Neostigmine Ampul, Adeka)

Atropin sülfat (Atropin 0.25 mg/1, BİOFARMA)

Lokal anestetik soluyon (1/100 000 epinefrin içeren % 2.5' luk Articain

(Ultracain D-S forte ampul, Sanofi Aventis)

Ağız açıklığını ve rehber noktalar arasındaki uzaklıkları ölçmek için esnek cerrahi cetvel



Resim 4. Steril cerrahi cetvel

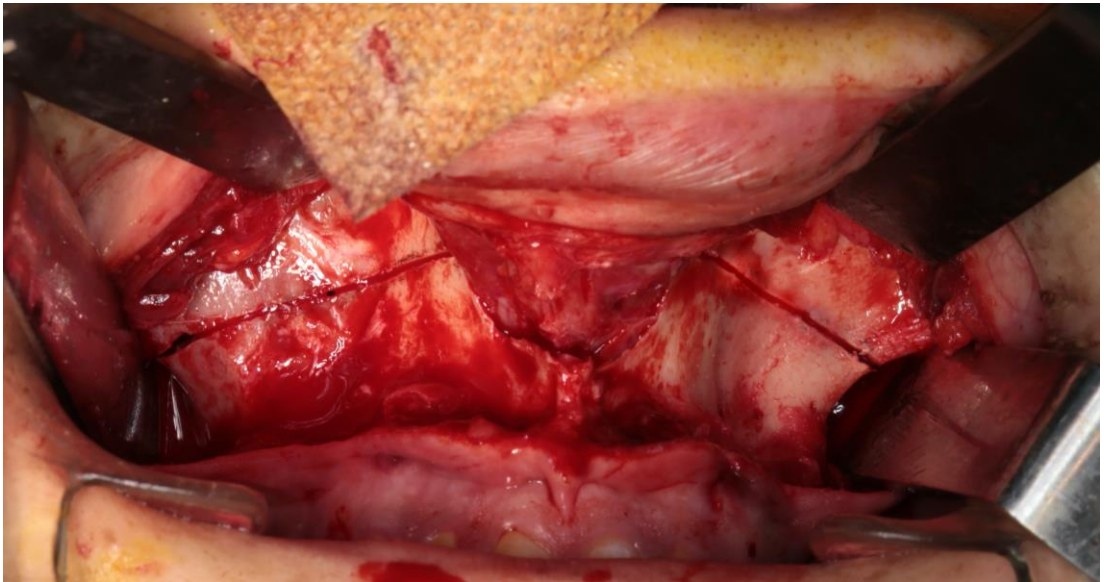
3.4. Cerrahi Teknik

Çalışmaya dahil edilen hastalar Süleyman Demirel Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı genel anestezi ünitesinde aynı cerrahi ekip tarafından opere edilmiştir. Genel anestezi altında asepsi ve antisepsi kurallarına uygun prosedürler izlenmiştir.

Operasyona başlamadan önce genel anestezinin indüksiyon aşamasında hastalara remifentanil (Ultiva 1 Mg 5 Flakon, GSK), tiyopental sodyum (Pentothal %2,5, Abbott Labs) ve roküronyum bromür (Esmeron, 50 mg/ 5 ml, Merck Sharp Dohme) verilmiştir. Nazal entübasyon uygulamasının ardından 3.0 ipek sütur ile entübasyon tüpü sabitlenmiştir. Ardından boğaz tamponu yerleştirilmiş ve operasyon

öncesi %10'luk povidon iyot çözeltisi (Batticon, Adeka İlaç) ile cerrahi bölge boyaması ve gerekli cerrahi steril örtüler ile hasta steril hale getirilmiştir. Ağız içi yıkama için ise aynı solüsyon, 1/30 oranında seyreltilerek kullanılmıştır.

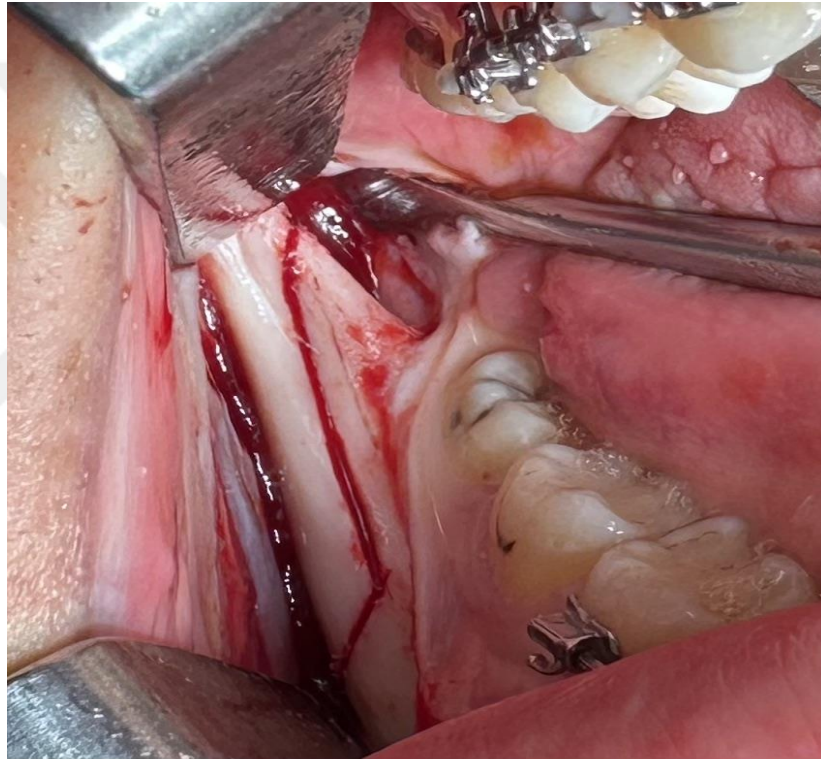
Maksillanın vestibülüne 6 cc artikain (1/100.000 adrenalin içeren Ultracain D-S forte, Sanofi Aventis) ile infiltratif lokal anestezi uygulaması yapıldıktan sonra 15 numaralı bistüri ile sağ ve sol 1.molar dişler arası mukogingival birleşimin yaklaşık 5mm üzerinden tam kalınlık insizyon yapılmıştır. Anterior nasal spinadan arka tuberosite alanına kadar mukoperisoteal flep kaldırılarak maksillada osteotomi yapılacak alan net görülecek şekilde diseksiyon tamamlanmıştır. Osteotomi sırasında nasal mukozanın zarar görmemesi için nazal mukoza periost elevatörü yardımıyla kaldırılmıştır. Piezo cerrahi yardımıyla osteotomi hatları belirlendikten sonra inceden kalına uygun osteotomlar kullanılarak devam edilmiştir. Lateral nazal osteotomlar, Obwegeser pterygoid osteotomlar, hump osteotomların sırayla uygulanmasının ardından maksilla anteriordan hafif parmak basıncı ve separatör yardımı ile “down fracture” tamamlanmıştır. Ortodonti uzmanları tarafından hazırlanan rehber splint yerleştirilerek maksilla uygun konumuna getirilip minivida ve miniplaklar yardımıyla sabitlenmiştir.



Resim 5. Maksillaya uygulanan Le Fort I Osteotomisi

Bilateral sagittal split ramus osteotomisi için sağ ve sol taraf ramus bukkali ve medialine 6 cc anestezi solüsyon (1/100.000 adrenalin içeren Ultracain D-S forte, Sanofi Aventis) ile infiltratif anestezi yapılmıştır. Yükselen ramus ortasından

eksternal sırtı takip eden ve 1.moların distaline kadar uzanan bir insizyon hattı belirmiştir. Mandibula alt sınırına kadar diseksiyon yapılarak görüş alanı sağlanmıştır. Lingulanın konumu belirlenerek 0.5 mm üstünden kesi hattına başlanır eksternal oblik sırtı takip ederek 2.molar mezialine kadar ilerler ve bu hizadan vertikal kesiye başlanarak mandibula alt kenarına kadar ilerletilmiştir. Uygun osteotomlar yardımıyla ayırma işlemi tamamlandıktan sonra aynı işlemler mandibulanın diğer tarafı için de tekrarlanmıştır. 2.rehber plak yerleştirilerek mandibula uygun konuma getirilmiş ve minivida ve miniplaklar yardımıyla yeni konumuna sabitlenmiştir. Yara yerleri sütüre edilerek primer olarak kapatılmıştır.



Resim 6. Mandibulaya uygulanan bilateral sagittal split osteotomisi

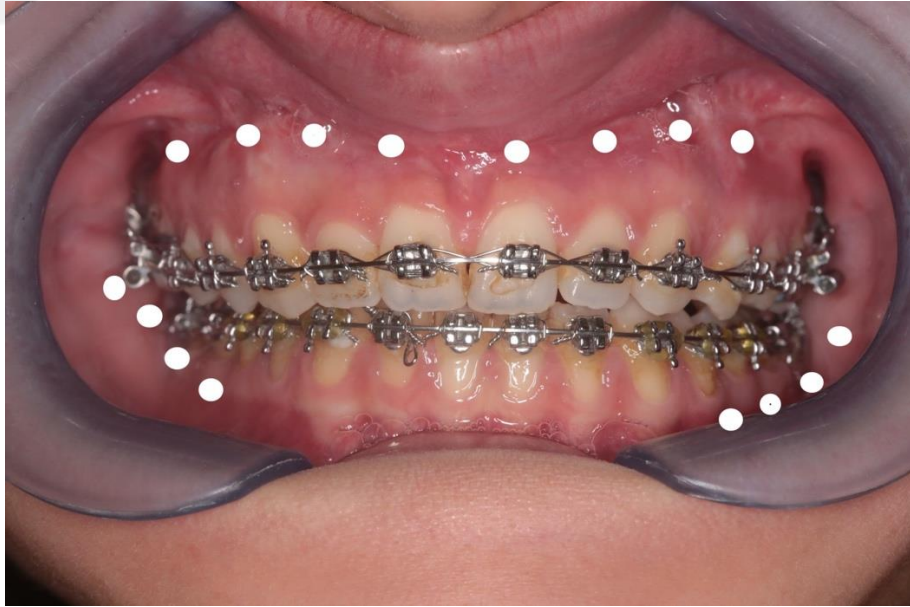
3.5. Lazer Protokolü

Ortognatik cerrahi geçirmiş hastalara ameliyat sonrası hemen, 24.saatte, 48.saatte, 3.günde ve 7.günde diyet lazerle düşük doz lazer uygulaması yapılmıştır. İntraoral olarak maksiller insizyon hattı boyunca simetrik olarak toplam 8 noktaya, mandibula insizyon hattı boyunca tek tarafta 4 nokta toplamda 8 noktaya 0.1 W güçle her noktaya 30 saniye biyostimülasyon ucuyla (derin doku başlığı) mukozadan 15 mm uzaklıkta olacak şekilde lazer uygulanmıştır (her nokta için 0,42 J/cm²) .

Ekstraoral olarak tragus-labial komissura arası mandibula alt kenarı sınır olacak şekilde etkilenen bölgeye her tarafa 4 watt güçle 120 saniye boyunca derin doku başlığıyla dokuya 15 mm uzaklıkta olacak şekilde lazer uygulanmıştır ($67,60 \text{ J/cm}^2$). Uygulanan lazerin dalga boyu 940 nm dir.



Resim 7. Ekstraoral lazer uygulama alanı



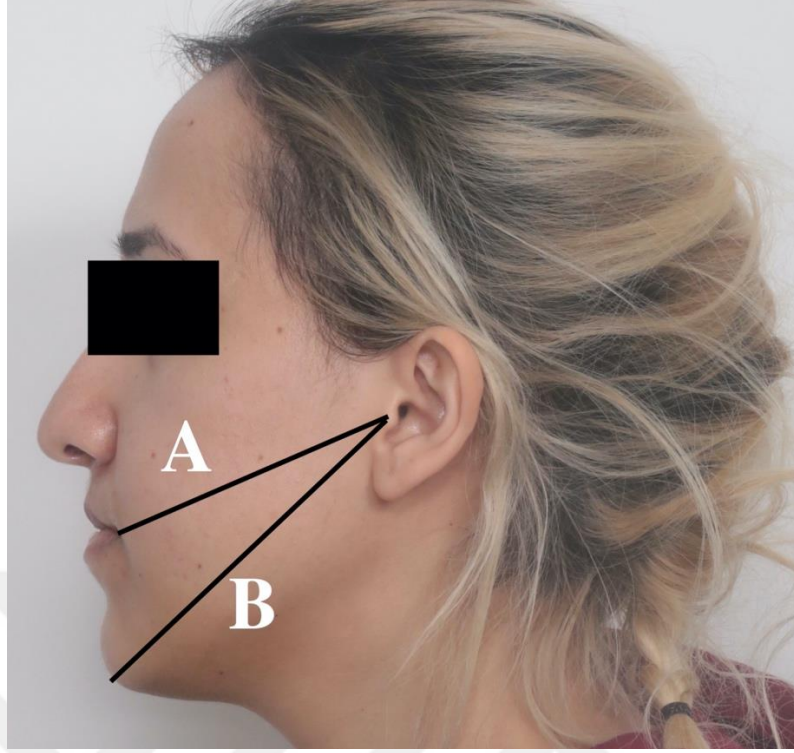
Resim 8. İntraoral lazer uygulama alanı

3.6. Verilerin Değerlendirilmesi

3.6.1. Ödemin Değerlendirilmesi

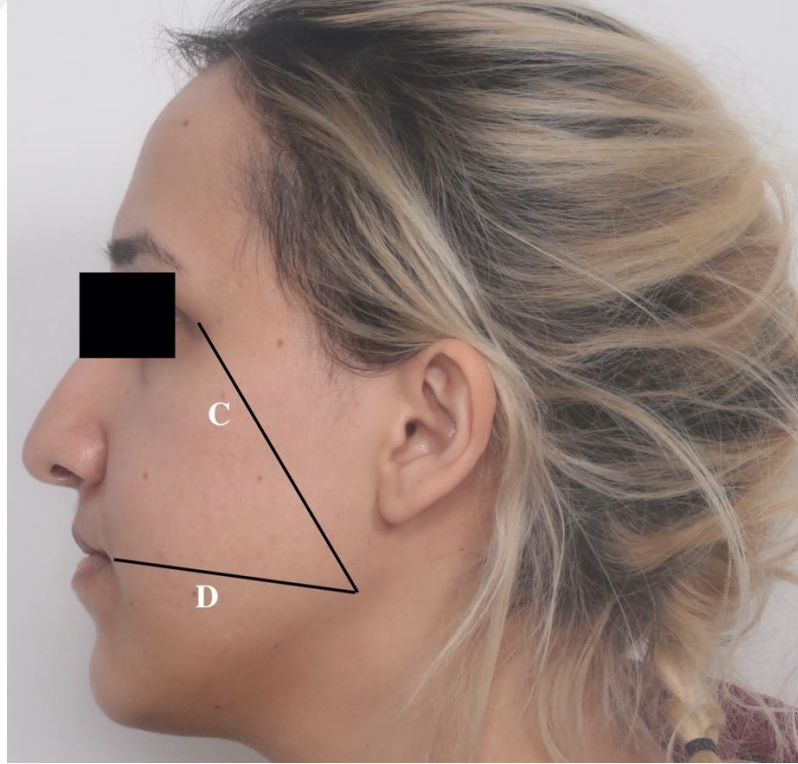
3.6.1.1. Rehber Noktalar Arası Uzaklık İle Ölçüm

Tüm hastalarda belirlenen rehber noktalar arası mesafeler esnek cetvel yardımıyla aynı hekim tarafından ölçülerek kaydedilmiştir. Ölçüm için Laskin'in tanımladığı tragus-ağız köşesi arası mesafe ve göz dış kantus ile mandibula köşesi arasındaki mesafenin ölçüldüğü yöntem modifiye edilmiştir. Tragus, labial komissura (ağız köşesi), lateral kantus (göz dış kantus), gonion (mandibula köşesi), pogonion (çene ucu) rehber noktalar olarak belirlenmiştir. Tragus ile labial komissura arası mesafe (T-LK), tragus-pogonion arası mesafe (T-Pog), Gonion ile labial komissura arası mesafe (G-LK), lateral kantus ile gonion arası mesafe (G-LK) ölçülerek değerler kaydedilmiştir. Ödem ölçümleri ameliyattan sonra 3.günde (T1), 7.günde (T2), 15.günde (T3) ve 6.ayda(T4) yapılmıştır. Ortognatik cerrahi sonrası hastalarda sert ve yumuşak doku profilinde değişiklik meydana geldiği için referans olarak 6.ay ölçümleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda 6.ayda genellikle ödemin tamamen geçtiği görüldüğü için referans değer olarak kullanılması uygun bulunmuştur.



Resim 9. Rehber noktalar arası mesafeler

A) Tragus-Labial komissura. B) Tragus-Pogonion



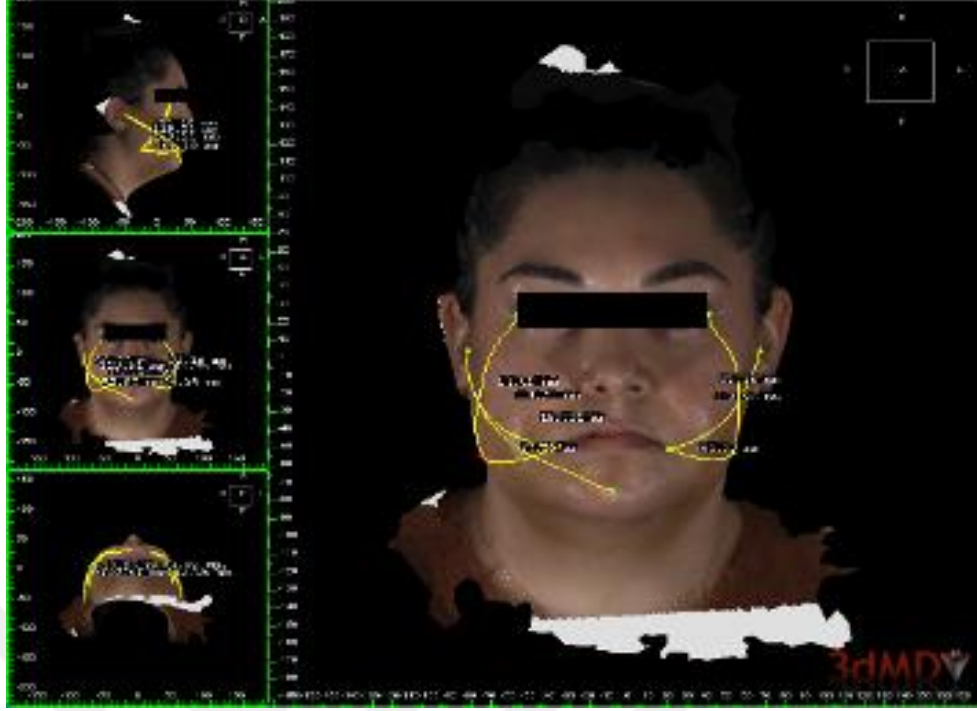
Resim 10. Rehber noktalar arası mesafeler

C) Gonion-Lateral kantus. D) Gonion-Labial komissura

3.6.1.2. Üç Boyutlu Değerlendirme

Tüm hastalara ameliyat sonrası 3.gün, 7.gün, 15.gün ve referans ölçüm olması amacıyla 6.ayda 3 boyutlu yüz taraması yapılmıştır. Yüz taraması stereofotogrametri yöntemi ile eş zamanlı çekim yapan 6 farklı kamera ve bu kameralara bilgi gönderen özel konum belirleyici sensörlerin kullanımı ile gerçekleştirilmiştir. Kameralar fotoğraf çekerken aynı zamanda konum sensöründen gelen koordinatlar ile elde edilen topografik 3D geometrik harita üzerine, çekilen fotoğrafları yapıştırarak objenin 3 boyutlu görüntüsünü oluşturup, elde edilen veriler akıllı yazılım algortiması ile bir araya getirilerek 3 boyutlu yüzey verileri elde edilmiştir. Yüz tarama işlemleri esnasında ödem ölçümünü etkilememek amacıyla erkeklerin sakalsız ve bıyiksız olmasına kadınların ise makyajsız, küpe hızmı piercing gibi aksesuarlarının olmamasına dikkat edilmiştir. Tüm hastalar 3 boyutlu tarayıcıya 1.5 metre uzaklıktaki sabit noktaya dik şekilde oturtulmuş ve çene altı ve boyun bölgesinin tam taranabilmesi için yan profilden bakıldığında baş 45 derece açı ile yukarı bakar konuma getirilmiştir. Tarama hastalar dudakları kapalı olacak şekilde istirahat konumunda yapılmıştır. Poligon kayıpları veya hasarlı yüzey alanı barındıran görüntüler çekimden sonra değerlendirilmiştir ve gerekiyorsa tekrar çekim işlemi yapılmıştır. Elde edilen veriler stl. ve obj. formatında kaydedilmiştir.

3 Boyutlu görüntülerin değerlendirmesi 3dMD Vultus yazılım programı (3dMD Vultus® software version 2.2.0.18, 3dMD, Atlanta, GA 30339, USA) ile yapılmıştır.

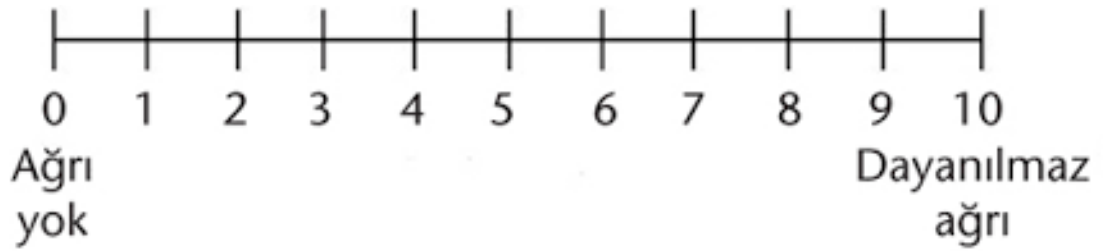


Resim 11. 3dMD ile ölçüm yöntemi

3.6.2. Ağrının Değerlendirilmesi

Ameliyat sonrasında ağrının değerlendirilmesi amacıyla VAS (visual analogue scale) kullanılmıştır. Hastalar ameliyat sonrası 24.saatte (1), 48.saatte (2), 3.günde (3), 7.günde (4), 15.günde(5) ağrıyı değerlendirmek amacıyla 0 (hiç ağrı yok) ve 10 (dayanılmaz ağrı) arasında bir değer seçerek işaretlemiştir.

Hasta dosyalarında uygun VAS işaretlemelerini yapmış olan hastaların verileri değerlendirmeye alınmıştır.



Resim 12. VAS skalası

3.6.3. Trismusun Değerlendirilmesi

Ağız açıklığının değerlendirilmesi amacıyla alt ve üst kesici dişler arası mesafe esnek cetvel aracılığıyla ölçülerek dosyalarına kaydedilmiştir. Ölçümler

ameliyat sonrası 2.gün, 7.gün, 15.gün, 30.günlerde ve 6.ayda ölçülmüştür. Verileri uygun olarak kaydedilmiş hastaların dosyalarındaki ölçümler değerlendirilmiştir.



Resim 13. Ağız açıklığının esnek cetvel yardımı ile ölçülmesi

3.7. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen veriler SPSS 28.0 (Statistical Package for Social Sciences) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotları (sayı, yüzde, minimum, medyan, maksimum, ortalama, standart sapma) kullanılmıştır. Demografik özelliklerin gruplara göre homojen dağılıp dağılmadığı Ki-kare testi ile test edilmiştir. Çalışmada kullanılan verilerin normal dağılımı Shapiro Wilk testi ile test edilmiştir. Normal dağılıma sahip ölçümler için parametrik testler, normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Niceliksel veriler için normal dağılıma sahip olan birbirinden bağımsız iki grup ortalamasının karşılaştırılması için bağımsız örneklem t testi (independent t test), normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için ise Mann Whitney U analizi kullanılmıştır. Normal dağılıma sahip olmayan bağımlı en az üç ölçüm arasındaki istatistiksel karşılaştırma ise Friedman testi ile test edilmiştir. Araştırmada ödem ölçüm tekniklerinin zamana göre değişiminin etkileşim etkisi iki yönlü tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile test edilmiştir. Analizler sonucunda farklılık olması durumunda ikili karşılaştırmalar Bonferroni analizi ile test edilmiştir. Araştırmada kullanılan geçerli güvenilir ölçeğin bu çalışmadaki güvenilirliğini ölçmek için Cronbach Alpha katsayısı hesaplanmıştır. Tüm analizler için I. Tip Hata olasılığı $\alpha=0.05$ olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Gruplara göre cinsiyet dağılımı ve yaşlarının tanımlayıcı istatistikleri tabloda verilmiştir. Cinsiyetlerin gruplara göre homojen dağılıp dağılmadığı Ki-kare (Chi-square test) testi ile test edilmiştir. Buna göre gruplara göre cinsiyetlerin homojen dağıldığı görülmektedir ($p>0.05$). Gruplara göre yaş ortalamaları arasında farklılık olup olmadığı bağımsız örneklem t testi ile test edilmiştir. Buna göre Lazer (26.8 ± 3.99) ve kontrol (25.67 ± 4.78) grubundaki katılımcıların yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı ve gruplara göre yaşlarının benzer olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Tablo 1. Demografik özelliklere göre dağılım

		Grup		Toplam	Test istatistiği	p
		Lazer N (%)	Kontrol N (%)			
Cinsiyet	Kadın	12 (54.5)	10 (45.5)	22 (100.0)	$X^2=0.682$	0.682
	Erkek	3 (37.5)	5 (62.5)	8 (100.0)		
	Toplam	15 (50.0)	15 (50.0)	30 (100.0)		
Yaş	Medyan	27	15	26.5	$t=0.706$	0.486
	(Min-Maks.)	(20-33)	(18-33)	(18-33)		
	Ort. $\pm$ S.s.	26.8 ± 3.99	25.67 ± 4.78	26.23 ± 4.36		

X^2 : Ki kare test istatistiği, t: bağımsız örneklem t test istatistiği

Grupların 3D-Manual ölçüm yöntemi ve taraflara göre dağılımı tabloda verilmiştir.

Tablo 2. Grupların 3D-Manual ölçüm yöntemi ve taraflara göre dağılımı

Ölçüm yöntemi	Taraf	Grup		Toplam
		Lazer N (%)	Kontrol N (%)	
3D	Sağ	15 (25.0)	15 (25.0)	30 (25.0)
	Sol	15 (25.0)	15 (25.0)	30 (25.0)
Manual	Sağ	15 (25.0)	15 (25.0)	30 (25.0)
	Sol	15 (25.0)	15 (25.0)	30 (25.0)
Toplam		60 (100.0)	60 (100.0)	120 (100.0)

4.1. Ödem ile İlgili Bulgular

4.1.1. Lazer Uygulanan Grup ile Kontrol Grubunun Karşılaştırılması

4.1.1.1. Tragus-Labial Komissura Ölçümü ile İlgili Bulgular

Hem sağ hem sol taraf için üç boyutlu ölçüm(3D) ve rehber noktalar arası ölçüm yöntemi (Manual) ile Lazer (düşük doz lazer tedavisi uygulanan grup) ve Kontrol (düşük doz lazer tedavisi uygulanmayan grup) gruplarının T-LK ölçümlerinin zamana göre değişiminin etkileşim etkisi iki yönlü tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile test edilmiştir. İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA analizinin varsayımları kontrol edilmiştir. Buna göre değişken seviyeleri arasındaki küresellik varsayımı Mauchly testi ile test edilmiştir. Test sonucuna göre küresellik varsayımının Sağ-3D (Mauchly's $W=0.238$, $p<0,001$), Sağ-Manual (Mauchly's $W=0.272$, $p<0,001$), Sol-3D (Mauchly's $W=0.499$, $p<0,001$), Sol-Manual (Mauchly's $W=0.313$, $p<0,001$) grupları için sağlanmadığı görülmüştür. Bu durumda Greenhouse-Geisser istatistiği kullanılmıştır. Sağ-3D ($F=1.307$, $p=0.263$), sağ-manual ($F=0.425$, $p=0.520$), Sol-3D ($F=0.843$, $p=0.366$), sol-manual ($F=0.404$, $p=0.530$) gruplarında lazer ile kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Sağ-3D ($F=0.283$, $p=0.704$), sağ-manual ($F=0.623$, $p=0.528$), Sol-3D ($F=1.142$, $p=0.327$), sol-manual ($F=0.579$, $p=0.556$) gruplarında Zaman*grup etkileşimlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Sağ-3D ($F=98.605$, $p=0.000$), sağ-manual ($F=158.427$, $p=0.000$), Sol-3D ($F=114.606$, $p=0.000$), sol-manual ($F=163.929$, $p=0.000$) gruplarının zamana göre T-LK ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Farklılığın hangi iki zaman dilimi arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre farklılığın tüm zaman dilimleri arasında olduğu tespit edilmiştir. T-LK ölçümlerinin en yüksek değeri T1 zamanında, ikinci en yüksek değerin T2 zamanında, en küçük değerin T4 zamanında ve ikinci en küçük değerin T3 zamanında olduğu tespit edilmiş ve T-LK değerlerinin zamanla azaldığı tespit edilmiştir.

Tablo 3. T-LK ölçümlerinin zamana ve gruplara göre karşılaştırılması

SAĞ		F		p		η^2		
Zaman		98.605		0.000*		0.779		
Grup		1.307		0.263		0.045		
Zaman*grup		0.283		0.704		0.010		
3D	Lazer		Kontrol			Toplam		
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	10.84(9.9-12.15)	11.02±0.67	11.19(10.16-13.62)	11.35±0.89	11.03(9.9-13.62)	11.18±0.79	2<1 (0.000*) 3<1(0.000*)
	T2	10.48(9.8-11.95)	10.69±0.64	10.74(9.85-13.14)	10.95±0.83	10.59(9.8-13.14)	10.82±0.74	4<1(0.000*)
	T3	10.29(9.33-11.61)	10.31±0.66	10.62(9.01-12.05)	10.66±0.76	10.465(9.01-12.05)	10.49±0.72	3<2(0.000*) 4<2(0.000*)
	T4	10.16(9.02-10.98)	10.07±0.61	10.41(8.24-11.94)	10.33±0.83	10.325(8.24-11.94)	10.2±0.73	4<3(0.000*)
			F		p		η^2	
	Zaman		158.427		0.000*		0.850	
Grup		0.425		0.520		0.015		
Zaman*grup		0.623		0.528		0.022		
Manual	Lazer		Kontrol			Toplam		
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	11(10.4-12.5)	11.11±0.62	11.4(10-13.5)	11.33±0.86	11.15(10-13.5)	11.22±0.75	2<1 (0.000*) 3<1(0.000*)
	T2	10.6(10-12)	10.77±0.56	10.6(9.7-13)	10.87±0.82	10.6(9.7-13)	10.82±0.69	4<1(0.000*)
	T3	10.4(9.5-11.5)	10.4±0.58	10.5(9.5-12.5)	10.59±0.77	10.5(9.5-12.5)	10.49±0.68	3<2(0.000*) 4<2(0.000*)
	T4	10(9-11)	10.09±0.61	10.3(9-11.5)	10.21±0.66	10(9-11.5)	10.15±0.63	4<3(0.000*)

SOL		F		p		η^2		
Zaman		114.606		0.000*		0.804		
Grup		0.843		0.366		0.029		
Zaman*grup		1.142		0.327		0.039		
3D	Lazer		Kontrol		Toplam			
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	11.07(10.05-12.48)	11.11±0.73	11.32(9.66-13.37)	11.27±0.9	11.17(9.66-13.37)	11.19±0.81	2<1 (0.000*) 3<1(0.000*)
	T2	10.53(9.75-12.17)	10.68±0.65	10.79(9.38-12.95)	10.86±0.91	10.705(9.38-12.95)	10.77±0.78	4<1(0.000*) 3<2(0.000*)
	T3	10.04(9.39-11.15)	10.28±0.58	10.7(9.14-12.17)	10.63±0.77	10.615(9.14-12.17)	10.45±0.7	4<2(0.000*)
	T4	10(9-11.03)	9.99±0.61	10.51(8.11-11.86)	10.3±0.93	10.21(8.11-11.86)	10.15±0.79	4<3(0.000*)
	F		p		η^2			
Zaman		163.929		0.000*		0.854		
Grup		0.404		0.530		0.014		
Zaman*grup		0.579		0.556		0.020		
Manual	Lazer		Kontrol		Toplam			
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	11(10.2-12.5)	11.17±0.69	11.5(9.4-13.5)	11.41±0.93	11.3(9.4-13.5)	11.29±0.81	2<1 (0.000*) 3<1(0.000*)
	T2	10.5(10-11.7)	10.73±0.53	11(9.3-13)	10.87±0.9	10.8(9.3-13)	10.8±0.73	4<1(0.000*) 3<2(0.000*)
	T3	10.3(9.5-11.5)	10.4±0.59	10.5(9-12.5)	10.51±0.81	10.45(9-12.5)	10.46±0.7	4<2(0.000*)
	T4	10(9-11)	10.08±0.62	10.2(8.7-11.7)	10.24±0.7	10(8.7-11.7)	10.16±0.66	4<3(0.000*)

η^2 : Partial Eta kare, F: İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA test istatistiği, *p<0.05

4.1.1.2. Gonion-Labial Komissura Ölçümü ile İlgili Bulgular

Sağ taraf 3D ölçüm yönteminde hem lazer hem kontrol grubu için yapılan Gonion-LK ölçümlerinin zamana göre değişiminin etkileşim etkisi iki yönlü tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile test edilmiştir. İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA analizinin varsayımları kontrol edilmiştir. Buna göre değişken seviyeleri arasındaki küresellik varsayımı Mauchly testi ile test edilmiştir. Test sonucuna göre küresellik varsayımının Sağ-3D ölçüm (Mauchly's $W=0.211$, $p<0,001$) grubu için sağlanmadığı görülmüştür. Bu durumda Greenhouse-Geisser istatistiği kullanılmıştır. Sağ-3D ($F=0.993$, $p=0.328$) grubunda lazer ile kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Sağ-3D grubunun Zaman*grup etkileşimlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($F=2.604$, $p=0.095>0.05$). Sağ-3D ($F=81.630$, $p=0.000$) grubunun zamana göre Gonion-LK ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Farklılığın hangi iki zaman dilimi arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre farklılığın tüm zaman dilimleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Gonion-LK ölçümlerinin en yüksek değeri T1 zamanında, ikinci en yüksek değer T2 zamanında, en küçük değer T4 zamanında ve ikinci en küçük değer T3 zamanında olduğu tespit edilmiş ve Gonion-LK değerlerinin zamanla azaldığı tespit edilmiştir.

Sağ manual, Sol-3D, sol-manual gruplarında lazer ile kontrol gruplarına göre Gonion-LK ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip ölçümler için bağımlı örneklem t testi, normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Mann Whitney U testi ile test edilmiştir. Analiz sonucunda lazer ile kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Sağ ve sol taraflarda 3D ve Manual yöntemlerinde lazer ile kontrol gruplarının Gonion-LK değerlerinin zamana göre değişimi normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Friedman analizi test edilmiştir. Analiz sonucuna göre Sağ manual lazer ($Fr=43.829$, $p=0.000*$), Sağ manual kontrol ($Fr=39.450$, $p=0.000*$), Sol-3D lazer ($Fr=43.591$, $p=0.000*$), sol-3d Kontrol ($Fr=45.000$, $p=0.000*$), Sol manual lazer ($F=45.593$, $p=0.000*$), sol-manual kontrol ($F=41.441$, $p=0.000*$)

gruplarında zamana göre Gonion-LK ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Farklılığın hangi iki zaman arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre farklılığın T4 ile T2, T4 ile T1, T3 ile T1 arasında olduğu en yüksek değerin T1 zamanında, en düşük değerin ise T4 zamanında olduğu tespit edilmiştir.



Tablo 4. Gonion-LK ölçümlerinin zamana ve gruplara göre karşılaştırılması

SAĞ		F	p	η^2				
	Zaman	81.630	0.000*	0.745				
	Grup	0.993	0.328	0.034				
	Zaman*grup	2.604	0.095	0.085				
3D	Lazer		Kontrol		Toplam			
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	8.16(7.1-9.1)	8.03±0.65	7.36(6.69-9.15)	7.67±0.73	7.76(6.69-9.15)	7.85±0.7	2<1 (0.000*) 3<1(0.000*)
	T2	7.37(6.64-8.36)	7.45±0.48	7.08(6.01-8.21)	7.2±0.56	7.285(6.01-8.36)	7.33±0.53	4<1(0.000*)
	T3	6.99(6.14-7.87)	7.03±0.39	6.96(5.9-7.76)	6.94±0.46	6.985(5.9-7.87)	6.99±0.42	3<2(0.000*) 4<2(0.000*)
	T4	6.75(6.01-7.25)	6.7±0.32	6.75(5.84-7.5)	6.74±0.45	6.75(5.84-7.5)	6.72±0.38	4<3(0.000*)
	Lazer		Kontrol					
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Test istatistiği (p)		
Manual	T1	8(7-9)	8.08±0.6	7.5(6.8-9)	7.82±0.61	t=1.179 (0.248)		
	T2	7.5(6.5-8.6)	7.53±0.57	7(6.3-8)	7.17±0.51	t=1.864 (0.073)		
	T3	7(6-7.8)	7.03±0.44	7(6-7.5)	6.78±0.49	U=204.000 (0.210)		
	T4	6.8(6-7.2)	6.77±0.35	6.8(5.5-7.2)	6.69±0.45	U=228.500 (0.866)		
	Fr (p)	43.829 (0.000*)		39.450 (0.000*)				
	Bonferroni (p)	4<2 (0.000*)		4<2 (0.007*)				
		4<1 (0.000*)		4<1 (0.000*)				
3<1 (0.000*)		3<1 (0.000*)						

SOL		Lazer		Kontrol		
3D	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Test istatistiği (p)
	T1	7.75(6.6-9.11)	7.88±0.76	7.85(6.8-9)	7.87±0.59	t=0.040 (0.968)
	T2	7.51(6.16-8.62)	7.48±0.61	7.35(6.15-8.4)	7.31±0.58	t=0.812 (0.424)
	T3	6.98(6-7.95)	6.95±0.41	7.01(6.02-7.7)	7.03±0.45	U=98.500 (0.561)
	T4	6.76(6-7.49)	6.61±0.41	6.76(5.55-7.49)	6.7±0.53	t=-0.522 (0.606)
	Fr (p)	43.591 (0.000*)		45.000 (0.000*)		
	Bonferroni (p)	4<2 (0.000*)		4<2 (0.001*)		
		4<1 (0.000*)		4<1 (0.000*)		
3<1 (0.000*)		3<1 (0.000*)				
		Lazer		Kontrol		
Manual	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Test istatistiği (p)
	T1	8(6.5-9.3)	7.95±0.72	7.8(7.5-9)	7.99±0.55	U=112.000 (0.983)
	T2	7.2(6.2-8.8)	7.43±0.66	7.3(6.5-8.5)	7.35±0.54	t=0.363 (0.719)
	T3	7(6-7.5)	6.93±0.39	7(6-7.5)	7.02±0.47	U=92.500 (0.387)
	T4	6.8(6-7)	6.71±0.33	6.8(6-7)	6.67±0.39	U=107.500 (0.832)
	Fr (p)	45.593 (0.000*)		41.441 (0.000*)		
	Bonferroni (p)	4<2 (0.000*)		4<2 (0.001*)		
		4<1 (0.000*)		4<1 (0.000*)		
3<1 (0.000*)		3<1 (0.000*)				

η^2 : Partial Eta kare, F: İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA test istatistiği, t: bağımsız örneklem t testi, U: Mann Whitney U test istatistiği, *p<0.05

4.1.1.3. Tragus-Pogonion Ölçümü ile İlgili Bulgular

Sağ taraf için 3D ile Manual ve Sol taraf 3D gruplarında lazer ile kontrol grubu için yapılan T-Pog ölçümlerinin zamana göre değişiminin etkileşim etkisi iki yönlü tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile test edilmiştir. İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA analizinin varsayımları kontrol edilmiştir. Buna göre değişken seviyeleri arasındaki küresellik varsayımı Mauchly testi ile test edilmiştir. Test sonucuna göre küresellik varsayımının Sağ-3D (Mauchly's $W=0.288$, $p<0,001$), Sağ-Manual (Mauchly's $W=0.615$, $p<0,001$), Sol-3D (Mauchly's $W=0.408$, $p<0,001$) grupları için sağlanmadığı görülmüştür. Bu durumda Greenhouse-Geisser istatistiği kullanılmıştır. Sağ-3D ($F=0.308$, $p=0.584$), sağ-manual ($F=0.001$, $p=0.974$), sol-3D ($F=0.572$, $p=0.456$) gruplarında lazer ile kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Sağ-3D ($F=0.262$, $p=0.059$), sağ-manual ($F=0.414$, $p=0.689$), Sol-3D ($F=0.776$, $p=0.458$) gruplarında Zaman*grup etkileşimlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Sağ-3D ($F=107.212$, $p=0.000$), sağ-manual ($F=180.069$, $p=0.000$), sol-3D ($F=100.856$, $p=0.000$) gruplarının zamana göre T-Pog ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Farklılığın hangi iki zaman dilimi arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre farklılığın tüm zaman dilimleri arasında olduğu tespit edilmiştir. T-Pog ölçümlerinin en yüksek değeri T1 zamanında, ikinci en yüksek değerin T2 zamanında, en küçük değerin T4 zamanında ve ikinci en küçük değerin T3 zamanında olduğu tespit edilmiş ve T-Pog değerlerinin zamanla azaldığı tespit edilmiştir.

Sol-manual ölçüm grubunda lazer ile kontrol gruplarına göre T-Pog ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip ölçümler için bağımlı örneklem t testi, normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Mann Whitney U testi ile test edilmiştir. Analiz sonucunda lazer ile kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Sol manual ölçüm gruplarının lazer ile kontrol gruplarına göre T-Pog değerlerinin zamana göre değişimi normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için

Friedman analizi test edilmiştir. Analiz sonucuna göre Sol-manual lazer ($Fr=43.542$, $p=0.000^*$), sol-manual kontrol ($Fr=43.3122$, $p=0.000^*$) gruplarında zamana göre T-Pog ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Farklılığın hangi iki zaman arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre farklılığın T4 ile T2, T4 ile T1, T3 ile T1 arasında olduğu en yüksek değerin T1 zamanında, en düşük değerin ise T4 zamanında olduğu tespit edilmiştir.



Tablo 5. T-Pog ölçümlerinin zamana ve gruplara göre karşılaştırılması

SAĞ		F	p	η^2				
Zaman		107.212	0.000*	0.793				
Grup		0.308	0.584	0.011				
Zaman*grup		0.262	0.740	0.009				
3D	Lazer		Kontrol		Toplam			
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	14.61(13.57-15.84)	14.78±0.72	14.75(13.54-16.96)	14.97±0.86	14.69(13.54-16.96)	14.88±0.78	2<1 (0.000*) 3<1(0.000*)
	T2	14.26(13.44-15.51)	14.38±0.74	14.34(13.04-16.44)	14.49±0.91	14.315(13.04-16.44)	14.44±0.82	4<1(0.000*)
	T3	14.08(13-15.15)	14.08±0.69	14.1(12.84-15.49)	14.26±0.78	14.095(12.84-15.49)	14.17±0.73	3<2(0.000*) 4<2(0.000*)
	T4	13.93(12.91-15.05)	13.88±0.65	14(12.34-15.22)	14.01±0.75	13.99(12.34-15.22)	13.94±0.69	4<3(0.000*)
	F		p	η^2				
	Zaman	180.069	0.000*	0.865				
Grup		0.001	0.974	0.000				
Zaman*grup		0.414	0.689	0.015				
Manual	Lazer		Kontrol		Toplam			
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	14.9(13.9-16)	14.9±0.64	14.8(13.5-17)	14.91±0.85	14.8(13.5-17)	14.91±0.74	2<1 (0.000*) 3<1(0.000*)
	T2	14.5(13.5-15.5)	14.59±0.57	14.5(13.5-16.5)	14.57±0.79	14.5(13.5-16.5)	14.58±0.67	4<1(0.000*)
	T3	14.3(13-15.2)	14.25±0.59	14.2(13-16)	14.23±0.77	14.2(13-16)	14.24±0.67	3<2(0.000*) 4<2(0.000*)
	T4	14(12.5-15)	13.84±0.69	14(12.5-15.5)	13.91±0.73	14(12.5-15.5)	13.87±0.7	4<3(0.000*)
	F		p	η^2				
	Zaman	180.069	0.000*	0.865				
Grup		0.001	0.974	0.000				
Zaman*grup		0.414	0.689	0.015				

SOL								
			F	p		η^2		
Zaman			100.856	0.000*		0.783		
Grup			0.572	0.456		0.020		
Zaman*grup			0.776	0.458		0.027		
3D	Lazer			Kontrol		Toplam		
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	14.76(13.47-16.2)	14.86±0.68	14.91(13.28-17.55)	15±1.03	14.835(13.28-17.55)	14.93±0.86	2<1 (0.000*)
	T2	14.11(13.38-15.88)	14.43±0.71	14.45(13-16.98)	14.61±1.01	14.37(13-16.98)	14.52±0.86	3<1(0.000*)
	T3	14.12(13.02-15.23)	14.04±0.68	14.23(12.78-15.45)	14.28±0.8	14.18(12.78-15.45)	14.16±0.74	4<1(0.000*)
	T4	13.84(12.58-15.1)	13.75±0.64	14.06(12.26-15.2)	14.07±0.83	14.01(12.26-15.2)	13.91±0.75	3<2(0.000*)
	T4	13.84(12.58-15.1)	13.75±0.64	14.06(12.26-15.2)	14.07±0.83	14.01(12.26-15.2)	13.91±0.75	4<2(0.000*)
Lazer			Kontrol					
Manual	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Test istatistiği (p)		
	T1	15(14.3-16.5)	15.01±0.66	14.6(13.4-17.5)	14.89±0.95	U=101.000 (0.626)		
	T2	14.5(14-16)	14.69±0.57	14.5(13.4-17)	14.58±0.9	t=0.411 (0.684)		
	T3	14(13.3-15)	14.21±0.54	14(13-16)	14.21±0.78	t=0.027 (0.979)		
	T4	14(13-14.6)	13.84±0.53	14(12.5-15.3)	13.89±0.73	t=-0.228 (0.821)		
	Fr (p)	43.542 (0.000*)		43.312 (0.000*)				
	Bonferroni (p)	4<2 (0.000*)		4<2 (0.000*)				
		4<1 (0.000*)		4<1 (0.000*)				
		3<1 (0.000*)		3<1 (0.000*)				

η^2 : Partial Eta kare, F: İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA test istatistiği, t: bağımsız örneklem t testi, U: Mann Whitney U test istatistiği, *p<0.05

4.1.1.4. Gonion-Lateral Kantus Ölçümü ile İlgili Bulgular

Sağ ve sol taraf için 3D yönteminde lazer ile kontrol grubu için Gonion-Lateral kantus ölçümlerinin zamana göre değişiminin etkileşim etkisi iki yönlü tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile test edilmiştir. İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA analizinin varsayımları kontrol edilmiştir. Buna göre değişken seviyeleri arasındaki küresellik varsayımı Mauchly testi ile test edilmiştir. Test sonucuna göre küresellik varsayımının Sağ-3D (Mauchly's $W=0.0379$, $p<0,001$), Sol-3D (Mauchly's $W=0.442$, $p<0,001$) grupları için sağlanmadığı görülmüştür. Bu durumda Greenhouse-Geisser istatistiği kullanılmıştır. Sağ-3D ($F=1.445$, $p=0.239$), sol-3D ($F=0.846$, $p=0.437$) gruplarında lazer ile kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Sağ-3D ($F=1.423$, $p=0.250$), Sol-3D ($F=0.846$, $p=0.437$) gruplarında Zaman*grup etkileşimlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Sağ-3D ($F=128.148$, $p=0.000$), sol-3D ($F=142.718$, $p=0.000$) gruplarının zamana göre Gonion-kantus ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Farklılığın hangi iki zaman dilimi arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre farklılığın tüm zaman dilimleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Gonion-Lateral kantus ölçümlerinin en yüksek değeri T1 zamanında, ikinci en yüksek değerin T2 zamanında, en küçük değerin T4 zamanında ve ikinci en küçük değerin T3 zamanında olduğu tespit edilmiş ve Gonion-kantus değerlerinin zamanla azaldığı tespit edilmiştir.

Sağ manual ve Sol-manual grubunda lazer ile kontrol gruplarına göre Gonion-Lateral kantus ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip ölçümler için bağımlı örneklem t testi, normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Mann Whitney U testi ile test edilmiştir. Analiz sonucunda lazer ile kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Sadece sağ manual T1 zamanında lazer ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t=-2.358$, $p<0.05$). Buna göre kontrol grubunun Gonion -Lateral kantus değeri lazer grubuna göre daha fazladır.

Sağ-manual ve Sol manual gruplarının lazer ile kontrol grupları için ölçülmüş Gonion-Lateral kantus değerlerinin zamana göre değişimi normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Friedman analizi test edilmiştir. Analiz sonucuna göre Sağ-manual lazer (Fr=44.718, p=0.000*), sağ-manual kontrol (Fr=43.932, p=0.000*), Sol-manual lazer (Fr=42.062, p=0.000*), so lmanual kontrol (Fr=43932, p=0.000*) gruplarında zamana göre Gonion-Lateral kantus ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Farklılığın hangi iki zaman arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre farklılığın T4 ile T2, T4 ile T1, T3 ile T1 arasında olduğu en yüksek değer T1 zamanında, en düşük değer ise T4 zamanında olduğu tespit edilmiştir.



Tablo 6. Gonion-Lateral kantus ölçümlerinin zamana ve gruplara göre karşılaştırılması

SAĞ							
		F	p	η^2			
Zaman		128.148	0.000*	0.821			
Grup		1.445	0.239	0.049			
Zaman*grup		1.423	0.250	0.048			
		Lazer		Kontrol		Toplam	
3D	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Bonferroni (p)
	T1	9.82(8.48-11.18)	9.79±0.61	10.15(9.05-11.5)	10.17±0.68	9.865(8.48-11.5)	2<1 (0.000*) 3<1(0.000*)
	T2	9.34(8.48-10.76)	9.43±0.59	9.67(8.96-10.95)	9.62±0.52	9.595(8.48-10.95)	4<1(0.000*)
	T3	8.96(8.36-10.54)	9.01±0.54	9.11(8.49-9.99)	9.17±0.39	9.11(8.36-10.54)	3<2(0.000*) 4<2(0.000*)
	T4	8.73(8.15-10.49)	8.79±0.59	9.03(8.33-9.88)	8.97±0.42	8.97(8.15-10.49)	4<3(0.000*)
		Lazer		Kontrol			
Manual	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Test istatistiği (p)	
	T1	10(9-11.2)	9.83±0.54	10.4(9.2-11.5)	10.31±0.59	t=-2.358 (0.026*)	
	T2	9.5(8.7-10.7)	9.43±0.52	9.5(8.5-11)	9.67±0.53	U=77.000 (0.129)	
	T3	9(8.5-10.5)	8.99±0.51	9.2(8.5-10)	9.18±0.39	U=72.500 (0.089)	
	T4	8.8(8-10)	8.69±0.52	9(8-10)	8.87±0.48	t=-1.025 (0.314)	
	Fr (p)	44.718 (0.000*)		43.932 (0.000*)			
		4<2 (0.000*)		4<2 (0.001*)			
	Bonferroni (p)	4<1 (0.000*)		4<1 (0.000*)			
		3<1 (0.000*)		3<1 (0.000*)			

SOL								
			F	p	η^2			
Zaman			142.230	0.000*	0.836			
Grup			3.0088	0.090	0.099			
Zaman*grup			0.846	0.437	0.029			
3D	Lazer			Kontrol		Toplam		
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	9.77(8.88-11.09)	9.86±0.58	10.26(9.33-11.99)	10.34±0.8	9.95(8.88-11.99)	10.1±0.73	2<1 (0.000*)
	T2	9.22(8.41-10.94)	9.34±0.64	9.65(8.57-10.85)	9.64±0.57	9.515(8.41-10.94)	9.49±0.62	3<1(0.000*)
	T3	8.71(8.14-10.46)	8.9±0.56	9.25(8.42-10.03)	9.24±0.45	9.045(8.14-10.46)	9.07±0.53	4<1(0.000*)
	T4	8.54(7.91-10.38)	8.67±0.61	9(8.17-9.98)	8.97±0.46	8.935(7.91-10.38)	8.82±0.55	3<2(0.000*)
								4<2(0.000*)
Manual	Lazer			Kontrol				
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Test istatistiği (p)		
	T1	9.8(9-11.5)	9.89±0.58	10.5(9.1-12)	10.39±0.74	U=72.000 (0.091)		
	T2	9.5(8.8-11)	9.46±0.58	9.7(9-11)	9.78±0.57	t=-1.532 (0.137)		
	T3	9(8-10)	8.99±0.48	9.3(8.2-10.5)	9.29±0.56	t=-1.578 (0.126)		
	T4	8.8(8-10)	8.69±0.51	9(8-10)	8.91±0.54	t=-1.116 (0.274)		
	Fr (p)	42.062 (0.000*)		43.932 (0.000*)				
		4<2 (0.000*)		4<2 (0.000*)				
	Bonferroni (p)	4<1 (0.000*)		4<1 (0.000*)				
		3<1 (0.000*)		3<1 (0.000*)				

η^2 : Partial Eta kare, F: İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA test istatistiği, t: bağımsız örneklem t testi, U: Mann Whitney U test istatistiği, *p<0.05

4.1.2. Rehber Noktalar Arası Ölçüm Yöntemi ve Stereofotogrametri Yönteminin Karşılaştırılması

4.1.2.1. Tragus-Labial Komissura Ölçümü İle İlgili Bulgular

Hem sağ hem sol taraf için Lazer ve Kontrol gruplarında 3D ile Manual ölçüm yapılan T-LK ölçümlerinin zamana göre değişiminin etkileşim etkisi iki yönlü tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile test edilmiştir. İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA analizinin varsayımları kontrol edilmiştir. Buna göre değişken seviyeleri arasındaki küresellik varsayımı Mauchly testi ile test edilmiştir. Test sonucuna göre küresellik varsayımının Sağ-Lazer (Mauchly's $W=0.238$, $p<0,001$), Sağ-Kontrol (Mauchly's $W=0.296$, $p<0,001$), Sol-Lazer (Mauchly's $W=0.327$, $p<0,001$), Sol-Kontrol (Mauchly's $W=0.513$, $p<0,001$) grupları için sağlanmadığı görülmüştür. Bu durumda Greenhouse-Geisser istatistiği kullanılmıştır. Sağ-Lazer ($F=0.099$, $p=0.756$), sağ-kontrol ($F=0.060$, $p=0.808$), Sol-Lazer ($F=0.136$, $p=0.715$), sol-kontrol ($F=0.000$, $p=0.989$) gruplarında 3D ile Manual teknikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Sağ-Lazer ($F=0.256$, $p=0.721$), sağ-kontrol ($F=0.249$, $p=0.761$), Sol-Lazer ($F=0.173$, $p=0.809$), sol-kontrol ($F=1.646$, $p=0.198$) gruplarında Zaman*Teknik etkileşimlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Sağ-Lazer ($F=158.250$, $p=0.000$), sağ-kontrol ($F=103.606$, $p=0.000$), Sol-Lazer ($F=160.997$, $p=0.000$), sol-kontrol ($F=117.794$, $p=0.000$) gruplarının zamana göre T-LK ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Farklılığın hangi iki zaman dilimi arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre farklılığın tüm zaman dilimleri arasında olduğu tespit edilmiştir. T-LK ölçümlerinin en yüksek değeri T1 zamanında, ikinci en yüksek değerin T2 zamanında, en küçük değerin T4 zamanında ve ikinci en küçük değerin T3 zamanında olduğu tespit edilmiş ve T-LK değerlerinin zamanla azaldığı tespit edilmiştir.

Tablo 7. T-LK ölçümlerinin zamana göre ve 3D-Manual ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması

SAĞ		F	p	η^2				
Zaman		158.250	0.000*	0.850				
Teknik		0.099	0.756	0.004				
Zaman*teknik		0.256	0.721	0.009				
3D		Manual		Toplam				
Lazer	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	10.84(9.9-12.15)	11.02±0.67	11(10.4-12.5)	11.11±0.62	10.93(9.9-12.5)	11.06±0.64	2<1 (0.000*)
	T2	10.48(9.8-11.95)	10.69±0.64	10.6(10-12)	10.77±0.56	10.55(9.8-12)	10.73±0.59	3<1(0.000*)
	T3	10.29(9.33-11.61)	10.31±0.66	10.4(9.5-11.5)	10.40±0.58	10.29(9.33-11.61)	10.36±0.61	4<1(0.000*)
	T4	10.16(9.02-10.98)	10.07±0.61	10(9-11)	10.09±0.61	10(9-11)	10.08±0.6	3<2(0.000*)
								4<2(0.000*)
		F	p	η^2				
Zaman		103.606	0.000*	0.787				
Teknik		0.060	0.808	0.002				
Zaman*Teknik		0.249	0.761	0.009				
3D		Manual		Toplam				
Kontrol	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	11.19(10.16-13.62)	11.35±0.89	11.4(10-13.5)	1.96±0.94	11.27(10-13.62)	11.34±0.86	2<1 (0.000*)
	T2	10.74(9.85-13.14)	10.95±0.83	10.6(9.7-13)	0.95±0.88	10.68(9.7-13.14)	10.91±0.81	3<1(0.000*)
	T3	10.62(9.01-12.05)	10.66±0.76	10.5(9.5-12.5)	1.56±0.94	10.60(9.01-12.5)	10.62±0.75	4<1(0.000*)
	T4	10.41(8.24-11.94)	10.33±0.83	10.3(9-11.5)	1.83±0.94	10.4(8.24-11.94)	10.27±0.74	3<2(0.000*)
								4<2(0.000*)

SOL		F	p	η^2				
Zaman		160.997	0.000*	0.852				
Teknik		0.136	0.715	0.005				
Zaman*teknik		0.173	0.809	0.006				
Lazer	3D		Manual		Toplam			
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	11.07(10.05-12.48)	11.11±0.73	11.15(10-13.5)	11.22±0.75	11(10.05-12.5)	11.14±0.7	2<1 (0.000*) 3<1(0.000*)
	T2	10.53(9.75-12.17)	10.68±0.65	10.6(9.7-13)	10.82±0.69	10.51(9.75-12.17)	10.71±0.58	4<1(0.000*) 3<2(0.000*)
	T3	10.04(9.39-11.15)	10.28±0.58	10.5(9.5-12.5)	10.49±0.68	10.3(9.39-11.5)	10.34±0.58	4<2(0.000*)
	T4	10(9-11.03)	9.99±0.61	10(9-11.5)	10.15±0.63	10(9-11.03)	10.04±0.6	4<3(0.000*)
	F		p	η^2				
Zaman		117.794	0.000*	0.808				
Teknik		0.000	0.989	0.000				
Zaman*Teknik		1.646	0.198	0.056				
Kontrol	3D		Manual		Toplam			
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	11.32(9.66-13.37)	11.27±0.9	11.5(9.4-13.5)	11.41±0.93	11.37(9.4-13.5)	11.34±0.9	2<1 (0.000*) 3<1(0.000*)
	T2	10.79(9.38-12.95)	10.86±0.91	11(9.3-13)	10.87±0.9	11(9.3-13)	10.87±0.89	4<1(0.000*)
	T3	10.7(9.14-12.17)	10.63±0.77	10.5(9-12.5)	10.51±0.81	10.67(9-12.5)	10.57±0.78	3<2(0.000*) 4<2(0.000*)
	T4	10.51(8.11-11.86)	10.3±0.93	10.2(8.7-11.7)	10.24±0.7	10.46(8.11-11.86)	10.27±0.81	4<3(0.000*)

η^2 : Partial Eta kare, F: İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA test istatistiği, *p<0.05

4.1.2.2. Gonion-Labial Komissura ile İlgili Bulgular

Sağ taraf Lazer grubunda 3D ile Manual ölçüm yapılan Gonion-LK ölçümlerinin zamana göre değişiminin etkileşim etkisi iki yönlü tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile test edilmiştir. İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA analizinin varsayımları kontrol edilmiştir. Buna göre değişken seviyeleri arasındaki küresellik varsayımı Mauchly testi ile test edilmiştir. Test sonucuna göre küresellik varsayımının Sağ-Lazer (Mauchly's $W=0.311$, $p<0,001$) grubu için sağlanmadığı görülmüştür. Bu durumda Greenhouse-Geisser istatistiği kullanılmıştır. Sağ-Lazer ($F=0.104$, $p=0.750$) grubunda 3D ile Manual teknikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Sağ-Lazer grubunun Zaman*Teknik etkileşimlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($F=0.128$, $p=0.862>0.05$). Sağ-Lazer ($F=115.012$, $p=0.000$) grubunun zamana göre Gonion-LK ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Farklılığın hangi iki zaman dilimi arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre farklılığın tüm zaman dilimleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Gonion-LK ölçümlerinin en yüksek değeri T0 zamanında, ikinci en yüksek değer T2 zamanında, en küçük değerin T4 zamanında ve ikinci en küçük değerin T3 zamanında olduğu tespit edilmiş ve Gonion-LK değerlerinin zamanla azaldığı tespit edilmiştir.

Sağ kontrol, Sol-lazer, sol-kontrol gruplarında 3D ile manual tekniklerine göre Gonion-LK ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip ölçümler için bağımlı örneklem t testi, normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Mann Whitney U testi ile test edilmiştir. Analiz sonucunda 3D ile kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Sağ ve sol taraflarda lazer ve kontrol gruplarının 3D ve Manual yöntem ile ölçülmüş Gonion-LK değerlerinin zamana göre değişimi normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Friedman analizi test edilmiştir. Analiz sonucuna göre Sağ kontrol 3D ($Fr=44.718$, $p=0.000*$), Sağ kontrol Manual ($Fr=39.450$, $p=0.000*$), Sol-lazer 3D ($Fr=43.591$, $p=0.000*$), sol-lazer Manual ($Fr=43.593$, $p=0.000*$), Sol-kontrol 3D ($F=45.000$, $p=0.000*$), sol-kontrol Manual ($F=41.441$, $p=0.000*$)

gruplarında zamana göre Gonion-LK ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Farklılığın hangi iki zaman arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre farklılığın T4 ile T2, T4 ile T1, T3 ile T1 arasında olduğu en yüksek değerin T1 zamanında, en düşük değerin ise T4 zamanında olduğu tespit edilmiştir.



Tablo 8. Gonion-LK ölçümlerinin zamana göre ve 3D-Manual ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması

SAĞ		F		p		η^2		
	Zaman	115.012		0.000*		0.804		
	Teknik	0.104		0.750		0.004		
	Zaman*teknik	0.128		0.862		0.005		
Lazer	3D		Manual		Toplam			
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	8.16(7.1-9.1)	8.03±0.65	8(7-9)	8.08±0.6	8.05(7-9.1)	8.05±0.61	2<1 (0.000*)
	T2	7.37(6.64-8.36)	7.45±0.48	7.5(6.5-8.6)	7.53±0.57	7.5(6.5-8.6)	7.49±0.52	3<1(0.000*)
	T3	6.99(6.14-7.87)	7.03±0.39	7(6-7.8)	7.03±0.44	7(6-7.87)	7.03±0.41	4<1(0.000*)
	T4	6.75(6.01-7.25)	6.7±0.32	6.8(6-7.2)	6.77±0.35	6.8(6-7.25)	6.73±0.33	3<2(0.000*)
								4<2(0.000*)
Kontrol	3D		Manual					
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Test istatistiği (p)		
	T1	7.36(6.69-9.15)	7.67±0.73	7.5(6.8-9)	7.82±0.61	t=-0.607 (0.549)		
	T2	7.08(6.01-8.21)	7.2±0.56	7(6.3-8)	7.17±0.51	t=0.182 (0.857)		
	T3	6.96(5.9-7.76)	6.94±0.46	7(6-7.5)	6.78±0.49	U=214.500 (0.451)		
	T4	6.75(5.84-7.5)	6.74±0.45	6.8(5.5-7.2)	6.69±0.45	U=231.000 (0.950)		
	Fr (p)	44.718 (0.000*)		39.450 (0.000*)				
	Bonferroni (p)	4<2 (0.000*)		4<2 (0.000*)				
		4<1 (0.000*)		4<1 (0.000*)				
		3<1 (0.000*)		3<1 (0.000*)				

SOL	3D			Manual		
Lazer	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Test istatistiği (p)
	T1	7.75(6.6-9.11)	7.88±0.76	7.9(6.8-9)	7.95±0.61	t=-0.255 (0.800)
	T2	7.51(6.16-8.62)	7.48±0.61	7.45(6.3-8.6)	7.35±0.56	t=0.247 (0.807)
	T3	6.98(6-7.95)	6.95±0.41	7(6-7.8)	6.9±0.47	U=109.500 (0.900)
	T4	6.76(6-7.49)	6.61±0.41	6.8(5.5-7.2)	6.73±0.4	U=84.500 (0.243)
	Fr (p)	43.591 (0.000*)		43.593 (0.000*)		
	Bonferroni (p)	4<2 (0.000*)		4<2 (0.001*)		
		4<1 (0.000*)		4<1 (0.000*)		
3<1 (0.000*)		3<1 (0.000*)				
3D			Manual			
Kontrol	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Test istatistiği (p)
	T1	7.85(6.8-9)	7.87±0.59	7.8(7.5-9)	7.99±0.55	t=-0.577 (0.569)
	T2	7.35(6.15-8.4)	7.31±0.58	7.3(6.5-8.5)	7.35±0.54	t=-0.192 (0.849)
	T3	7.01(6.02-7.7)	7.03±0.45	7(6-7.5)	7.02±0.47	t=0.076 (0.940)
	T4	6.76(5.55-7.49)	6.7±0.53	6.8(6-7)	6.67±0.39	U=227.000 (0.818)
	Fr (p)	45.000 (0.000*)		41.441 (0.000*)		
	Bonferroni (p)	4<2 (0.000*)		4<2 (0.001*)		
		4<1 (0.000*)		4<1 (0.000*)		
3<1 (0.000*)		3<1 (0.000*)				

η^2 : Partial Eta kare, F: İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA test istatistiği, t: bağımsız örneklem t testi, U: Mann Whitney U test istatistiği, *p<0.05

4.1.2.3. Tragus-Pogonion ile İlgili Bulgular

Sağ taraf için Lazer ve Kontrol gruplarında 3D ile Manual ve Sol taraf kontrol gruplarında 3D ile Manual ölçüm yapılan T-Pog ölçümlerinin zamana göre değişiminin etkileşim etkisi iki yönlü tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile test edilmiştir. İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA analizinin varsayımları kontrol edilmiştir. Buna göre değişken seviyeleri arasındaki küresellik varsayımı Mauchly testi ile test edilmiştir. Test sonucuna göre küresellik varsayımının Sağ-Lazer (Mauchly's $W=0.265$, $p<0,001$), Sağ-Kontrol (Mauchly's $W=0.474$, $p<0,001$), Sol-Kontrol (Mauchly's $W=0.201$, $p<0,001$) grupları için sağlanmadığı görülmüştür. Bu durumda Greenhouse-Geisser istatistiği kullanılmıştır. Sağ-Lazer ($F=0.244$, $p=0.625$), sağ-kontrol ($F=0.008$, $p=0.929$), sol-kontrol ($F=0.091$, $p=0.765$) gruplarında 3D ile Manual teknikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Sağ-Lazer ($F=3.039$, $p=0.059$), sağ-kontrol ($F=0.935$, $p=0.397$), Sol-kontrol ($F=0.928$, $p=0.411$) gruplarında Zaman*Teknik etkileşimlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Sağ-Lazer ($F=178.341$, $p=0.000$), sağ-kontrol ($F=110.495$, $p=0.000$), sol-kontrol ($F=117.599$, $p=0.000$) gruplarının zamana göre T-Pog ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Farklılığın hangi iki zaman dilimi arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre farklılığın tüm zaman dilimleri arasında olduğu tespit edilmiştir. T-Pog ölçümlerinin en yüksek değeri T1 zamanında, ikinci en yüksek değerin T2 zamanında, en küçük değerin T4 zamanında ve ikinci en küçük değerin T3 zamanında olduğu tespit edilmiş ve T-Pog değerlerinin zamanla azaldığı tespit edilmiştir.

Sol-lazer grubunda 3D ile manual tekniklerine göre T-Pog ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip ölçümler için bağımlı örneklem t testi, normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Mann Whitney U testi ile test edilmiştir. Analiz sonucunda 3D ile kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Sol lazer gruplarının 3D ve Manual yöntem ile ölçülmüş T-Pog değerlerinin zamana göre değişimi normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Friedman analizi

test edilmiştir. Analiz sonucuna göre Sol-lazer 3D (Fr=42.680, p=0.000*), sol-lazer Manual (Fr=43.542, p=0.000*) gruplarında zamana göre T-Pog ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Farklılığın hangi iki zaman arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre farklılığın T4 ile T2, T4 ile T1, T3 ile T1 arasında olduğu en yüksek değerin T1 zamanında, en düşük değerin ise T4 zamanında olduğu tespit edilmiştir.



Tablo 9. T-Pog ölçümlerinin zamana göre ve 3D-Manual ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması

SAĞ		F		p		η^2		
Zaman		178.341		0.000*		0.864		
Teknik		0.244		0.625		0.009		
Zaman*teknik		3.039		0.059		0.098		
Lazer	3D		Manual			Toplam		
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	14.61(13.57-15.84)	14.78±0.72	14.9(13.9-16)	14.9±0.64	14.63(13.57-16)	14.84±0.67	2<1 (0.000*) 3<1(0.000*)
	T2	14.26(13.44-15.51)	14.38±0.74	14.5(13.5-15.5)	14.59±0.57	14.435(13.44-15.51)	14.49±0.66	4<1(0.000*)
	T3	14.08(13-15.15)	14.08±0.69	14.3(13-15.2)	14.25±0.59	14.115(13-15.2)	14.17±0.63	3<2(0.000*) 4<2(0.000*)
	T4	13.93(12.91-15.05)	13.88±0.65	14(12.5-15)	13.84±0.69	13.965(12.5-15.05)	13.86±0.66	4<3(0.000*)
			F		p		η^2	
Zaman		110.495		0.000*		0.798		
Teknik		0.008		0.929		0.000		
Zaman*Teknik		0.935		0.397		0.032		
Kontrol	3D		Manual			Toplam		
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	14.75(13.54-16.96)	14.97±0.86	14.8(13.5-17)	14.91±0.85	14.76(13.5-17)	14.94±0.84	2<1 (0.000*) 3<1(0.000*)
	T2	14.34(13.04-16.44)	14.49±0.91	14.5(13.5-16.5)	14.57±0.79	14.445(13.04-16.5)	14.53±0.84	4<1(0.000*)
	T3	14.1(12.84-15.49)	14.26±0.78	14.2(13-16)	14.23±0.77	14.145(12.84-16)	14.24±0.76	3<2(0.000*) 4<2(0.000*)
	T4	14(12.34-15.22)	14.01±0.75	14(12.5-15.5)	13.91±0.73	14(12.34-15.5)	13.96±0.73	4<3(0.000*)

SOL		3D		Manual				
Lazer	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Test istatistiği (p)		
	T1	14.76(13.47-16.2)	14.86±0.68	14.8(13.5-17)	14.91±0.74	U=104.000 (0.723)		
	T2	14.11(13.38-15.88)	14.43±0.71	14.5(13.5-16.5)	14.58±0.67	t=-1.108 (0.277)		
	T3	14.12(13.02-15.23)	14.04±0.68	14.2(13-16)	14.24±0.67	t=-0.76 (0.454)		
	T4	13.84(12.58-15.1)	13.75±0.64	14(12.5-15.5)	13.87±0.7	t=-0.406 (0.688)		
	Fr (p)	42.680 (0.000*)		43.542 (0.000*)				
	Bonferroni (p)	4<2 (0.000*)		4<2 (0.000*)				
		4<1 (0.000*)		4<1 (0.000*)				
3<1 (0.000*)		3<1 (0.000*)						
			F	p	η^2			
Zaman			177.599	0.000*	0.864			
Teknik			0.091	0.765	0.003			
Zaman*teknik			0.928	0.411	0.032			
Kontrol	3D		Manual		Toplam			
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	14.91(13.28-17.55)	15±1.03	14.6(13.4-17.5)	14.89±0.95	14.83(13.28-17.55)	14.95±0.98	2<1 (0.000*) 3<1(0.000*)
	T2	14.45(13-16.98)	14.61±1.01	14.5(13.4-17)	14.58±0.9	14.475(13-17)	14.6±0.94	4<1(0.000*)
	T3	14.23(12.78-15.45)	14.28±0.8	14(13-16)	14.21±0.78	14.145(12.78-16)	14.24±0.78	3<2(0.000*) 4<2(0.000*)
	T4	14.06(12.26-15.2)	14.07±0.83	14(12.5-15.3)	13.89±0.73	14(12.26-15.3)	13.98±0.77	4<3(0.000*)

η^2 : Partial Eta kare, F: İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA test istatistiği, t: bağımsız örneklem t testi, U: Mann Whitney U test istatistiği, *p<0.05

4.1.2.4. Gonion-Lateral Kantus ile İlgili Bulgular

Sağ ve sol taraf için Kontrol gruplarında 3D ile Manual ölçüm yapılan Gonion-Lateral kantus ölçümlerinin zamana göre değişiminin etkileşim etkisi iki yönlü tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile test edilmiştir. İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA analizinin varsayımları kontrol edilmiştir. Buna göre değişken seviyeleri arasındaki küresellik varsayımı Mauchly testi ile test edilmiştir. Test sonucuna göre küresellik varsayımının Sağ-Kontrol (Mauchly's $W=0.480$, $p<0,001$), Sol-Kontrol (Mauchly's $W=0.379$, $p<0,001$) grupları için sağlanmadığı görülmüştür. Bu durumda Greenhouse-Geisser istatistiği kullanılmıştır. Sağ-kontrol ($F=0.033$, $p=0.858$), sol-kontrol ($F=0.052$, $p=0.821$) gruplarında 3D ile Manual teknikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Sağ-kontrol ($F=1.043$, $p=0.360$), Sol-kontrol ($F=0.661$, $p=0.517$) gruplarında Zaman*Teknik etkileşimlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Sağ-kontrol ($F=138.724$, $p=0.000$), sol-kontrol ($F=148.090$, $p=0.000$) gruplarının zamana göre Gonion-Lateral kantus ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Farklılığın hangi iki zaman dilimi arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre farklılığın tüm zaman dilimleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Gonion-Lateral kantus ölçümlerinin en yüksek değeri T0 zamanında, ikinci en yüksek değerin T2 zamanında, en küçük değerin T4 zamanında ve ikinci en küçük değerin T3 zamanında olduğu tespit edilmiş ve Gonion-Lateral kantus değerlerinin zamanla azaldığı tespit edilmiştir.

Sağ lazer ve Sol-lazer grubunda 3D ile manual tekniklerine göre Gonion-Lateral kantus ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip ölçümler için bağımlı örneklem t testi, normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Mann Whitney U testi ile test edilmiştir. Analiz sonucunda 3D ile kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Sağ-lazer ve Sol lazer gruplarının 3D ve Manual yöntem ile ölçülmüş Gonion-Lateral kantus değerlerinin zamana göre değişimi normal dağılıma sahip

olmayan ölçümler için Friedman analizi test edilmiştir. Analiz sonucuna göre Sağ-lazer 3D (Fr=44.718, p=0.000*), sağ-lazer Manual (Fr=43.932, p=0.000*), Sol-lazer 3D (Fr=44.412, p=0.000*), sol-lazer Manual (Fr=43.880, p=0.000*) gruplarında zamana göre Gonion-Lateral kantus ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Farklılığın hangi iki zaman arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre farklılığın T4 ile T2, T4 ile T1, T3 ile T1 arasında olduğu en yüksek değerin T1 zamanında, en düşük değerin ise T4 zamanında olduğu tespit edilmiştir.



Tablo 10. Gonion-Lateral Kantus ölçümlerinin zamana göre ve 3D-Manual ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması

SAĞ	3D			Manual				
Lazer	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Test istatistiği (p)		
	T1	9.82(8.48-11.18)	9.79±0.61	10(9-11.2)	9.83±0.54	t=-0.186 (0.854)		
	T2	9.34(8.48-10.76)	9.43±0.59	9.5(8.7-10.7)	9.43±0.52	U=109.000 (0.884)		
	T3	8.96(8.36-10.54)	9.01±0.54	9(8.5-10.5)	8.99±0.51	U=106.000 (0.787)		
	T4	8.73(8.15-10.49)	8.79±0.59	8.8(8-10)	8.69±0.52	t=0.488 (0.629)		
	Fr (p)	44.718 (0.000*)		43.932 (0.000*)				
	Bonferroni (p)	4<2 (0.000*)		4<2 (0.000*)				
		4<1 (0.000*)		4<1 (0.000*)				
3<1 (0.000*)		3<1 (0.000*)						
Kontrol			F	p	η ²			
	Zaman		138.724	0.000*	0.832			
	Teknik		0.033	0.858	0.001			
	Zaman*teknik		1.043	0.360	0.036			
			3D		Manual		Toplam	
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	10.15(9.05-11.5)	10.17±0.68	10.4(9.2-11.5)	10.31±0.59	10.19(9.05-11.5)	10.24±0.63	2<1 (0.000*) 3<1(0.000*)
	T2	9.67(8.96-10.95)	9.62±0.52	9.5(8.5-11)	9.67±0.53	9.59(8.5-11)	9.64±0.52	4<1(0.000*)
T3	9.11(8.49-9.99)	9.17±0.39	9.2(8.5-10)	9.18±0.39	9.15(8.49-10)	9.18±0.39	3<2(0.000*) 4<2(0.000*)	
T4	9.03(8.33-9.88)	8.97±0.42	9(8-10)	8.87±0.48	9(8-10)	8.92±0.44	4<3(0.000*)	

SOL		3D		Manual				
Lazer	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Test istatistiği (p)		
	T1	9.77(8.88-11.09)	9.86±0.58	10(9-11.5)	10.07±0.61	U=112.500 (1.000)		
	T2	9.22(8.41-10.94)	9.34±0.64	9.5(8.5-11)	9.55±0.53	t=-0.543 (0.591)		
	T3	8.71(8.14-10.46)	8.9±0.56	9(8.5-10.5)	9.08±0.46	t=-0.431 (0.670)		
	T4	8.54(7.91-10.38)	8.67±0.61	8.95(8-10)	8.78±0.5	t=-0.101 (0.920)		
	Fr (p)	44.412 (0.000*)		43.880 (0.000*)				
	Bonferroni (p)	4<2 (0.000*)		4<2 (0.001*)				
		4<1 (0.000*)		4<1 (0.000*)				
3<1 (0.000*)		3<1 (0.000*)						
			F	p	η ²			
Zaman			148.090	0.000*	0.841			
Teknik			0.052	0.821	0.002			
Zaman*teknik			0.661	0.517	0.023			
Kontrol	3D		Manual		Toplam			
	Zaman	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Medyan (Min-Maks)	Ort±Ss	Bonferroni (p)
	T1	10.26(9.33-11.99)	10.34±0.8	10.5(9.1-12)	10.39±0.74	10.38(9.1-12)	10.37±0.76	2<1 (0.000*)
	T2	9.65(8.57-10.85)	9.64±0.57	9.7(9-11)	9.78±0.57	9.67(8.57-11)	9.71±0.56	3<1(0.000*)
	T3	9.25(8.42-10.03)	9.24±0.45	9.3(8.2-10.5)	9.29±0.56	9.29(8.2-10.5)	9.26±0.5	4<1(0.000*)
	T4	9(8.17-9.98)	8.97±0.46	9(8-10)	8.91±0.54	9(8-10)	8.94±0.49	3<2(0.000*)
								4<2(0.000*)
							4<3(0.000*)	

η^2 : Partial Eta kare, F: İki yönlü tekrarlı ölçümlerde ANOVA test istatistiği, t: bağımsız örneklem t testi, U: Mann Whitney U test istatistiği, *p<0.05

4.1.2.5. Rehber Noktalar Arası Ölçüm Yöntemi ile Stereofotogrametri Yöntemi Arasındaki Korelasyon Bulguları

Stereofotogrametri (3D görüntüleme) ile manuel yöntemle elde edilen ölçümler arasındaki tutarlılığı değerlendirmek amacıyla Spearman korelasyon katsayısı, Intraclass Correlation Coefficient (ICC) ve Cronbach's Alpha değerleri incelenmiştir. Korelasyon katsayılarına bakıldığında, tüm ölçümlerin 0.576 ile 0.930 arasında değiştiği ve tamamının istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0.001$) görülmektedir; bu da 3D ve manuel ölçümler arasında orta ile çok yüksek düzeyde pozitif ilişki olduğunu göstermektedir. ICC değerleri incelendiğinde, özellikle T-LK ve T-P bölgelerinde yapılan ölçümlerde ICC'nin 0.883 ile 0.960 arasında olduğu ve bu değerlerin yüksek düzeyde tutarlılığa işaret ettiği görülmektedir. Cronbach's Alpha değerleri de benzer şekilde genel olarak yüksek bulunmuş olup, çoğu ölçümde 0.90'ın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular genel olarak, 3D ile manuel yöntemlerin ölçüm açısından oldukça tutarlı olduğunu ve özellikle Tragus ve Lateral Kantus bölgelerinde güvenilirlik düzeyinin çok yüksek olduğunu ortaya koymaktadır; ancak Gonion-Labial komissura bölgesinde tutarlılığın ve iç tutarlılığın görece daha düşük olduğu değerlendirilmektedir.

Tablo 11. 3D ile Manuel Ölçümler Arasındaki Korelasyon Katsayısı, Intraclass Correlation Coefficient (ICC) ve Cronbach's Alpha Değerleri

	Korelasyon katsayısı	ICC	Cronbach's Alpha
Ö1 T LK	0.924**	0.937**	0.969**
Ö2 T LK	0.930**	0.960**	0.979**
Ö3 T LK	0.902**	0.914**	0.954**
Ö4 T LK	0.900**	0.893**	0.943**
Ö1 Gonion LK	0.880**	0.894**	0.949**
Ö2 Gonion LK	0.815**	0.892**	0.942**
Ö3 Gonion LK	0.618**	0.741**	0.852**
Ö4 Gonion LK	0.576**	0.681**	0.808**
Ö1 T Pog	0.905**	0.935**	0.966**
Ö2 T Pog	0.887**	0.897**	0.952**
Ö3 T Pog	0.885**	0.883**	0.939**
Ö4 T Pog	0.880**	0.883**	0.939**
Ö1 Gonion Lateral kantus	0.846**	0.879**	0.937**
Ö2 Gonion Lateral kantus	0.809**	0.828**	0.909**
Ö3 Gonion Lateral kantus	0.813**	0.838**	0.911**
Ö4 Gonion Lateral kantus	0.874**	0.910**	0.955**

4.2. Ağrı ile İlgili Bulgular

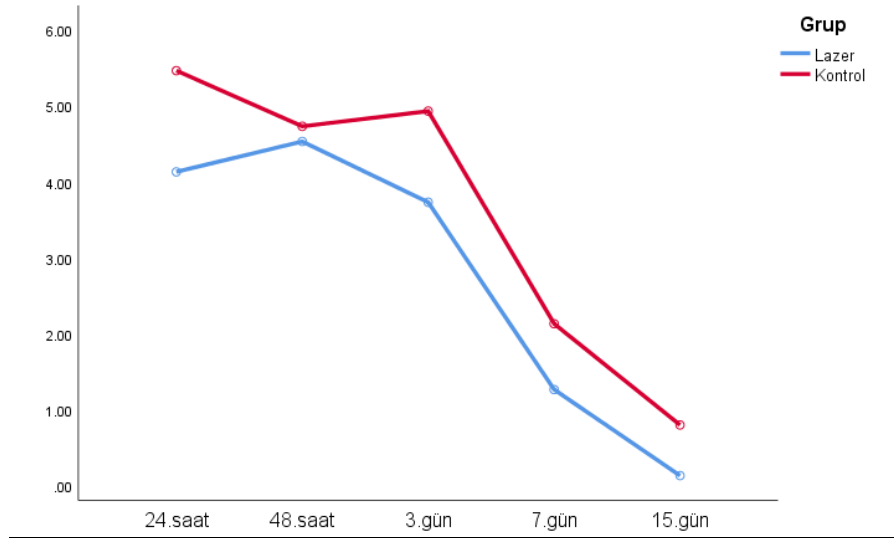
Hastaların 24.saat, 48.saat, 3.gün, 7.gün, 15.gündeki VAS skorlarının gruplara göre farklılık gösterip göstermediği normal dağılıma sahip ölçümler için bağımsız örneklem t testi ile, normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için ise Mann Whitney U testi ile test edilmiştir ($p>0.05$). Buna göre Lazer grubunda bulunan hastaların 24.saat, 48.saat, 3.gün, 7.gün, 15.gündeki VAS skorlarının kontrol grubunda bulunan hastalara göre aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Lazer grubunda bulunan hastaların VAS skorlarının kontrol grubunda bulunan hastaların VAS skorlarından daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Her grubun zamana göre VAS skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı Friedman analizi ile test edilmiştir. Buna göre hem Lazer hem Kontrol grubunda bulunan hastaların zamana göre VAS skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Farklılığın hangi zamanlar arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre iki grup için farklılığın 15.gün ile 3.gün, 15.gün ile 24.saat, 15.gün ile 48.saat, 7.gün ile 3.gün, 7.gün ile 24.saat, 7.gün ile 48.saat arasında olduğu tespit edilmiştir. 7.gün ile 15.günlerde VAS skorları 24.saat, 48.saat ve 3.güne göre daha azdır.

Tablo 12. Gruplara göre VAS skorunun karşılaştırılması

	Grup					
	Lazer		Kontrol		Test İstatistiği	p
	Medyan (Min.-Maks.)	Ort±S.S.	Medyan (Min.-Maks.)	Ort±S.S.		
24.saat (1)	4(2-8)	4.13±2.07	6(0-10)	5.47±2.42	t=-1.625	0.115
48.saat (2)	5(1-10)	4.53±2.33	4(0-10)	4.73±2.76	t=-0.214	0.832
3.gün (3)	4(0-8)	3.73±2.25	6(1-9)	4.93±2.31	t=-1.440	0.161
7.gün (4)	1(0-4)	1.27±1.28	2(0-6)	2.13±1.81	U=81.500	0.185
15.gün (5)	(0-1)	0.13±0.35	0(0-5)	0.8±1.42	U=86.000	0.138
Fr (p)	47.406 (0.000*)		39.033 (0.000*)			
Bonferroni (p)	5<3 (0.000*); 5<1 (0.000*)		5<2 (0.001*); 5<3 (0.001*)			
	5<2 (0.000*); 4<3 (0.032*)		5<1 (0.000*); 4<2 (0.027*)			
	4<1 (0.002*); 4<2 (0.001*)		4<3 (0.027*); 4<1 (0.002*)			

* $p<0.05$, Fr: Friedman test, t: bağımsız örneklem t test, U: Mann Whitney U test istatistiği



Grafik 1. Zamana göre grupların VAS skor değerlerinin değişim grafiği

4.3. Ağız Açıklığı ile İlgili Bulgular

Hastaların 2.gün, 7.gün, 15.gün, 30.günlerde ve 6.aydaki ağız açıklığı ölçümlerinin gruplara göre farklılık gösterip göstermediği normal dağılıma sahip ölçümler için bağımsız örneklem t testi ile, normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için ise Mann Whitney U testi ile test edilmiştir. Buna göre Lazer ile kontrol grubunun 2.gün, 7.gün, ve 15.gündeki ağız açıklığı ölçümlerinin arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı ($p>0.05$), 30.gün ve 6.ayda ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Buna göre lazer grubunda bulunanların kontrol grubunda olanlara göre ağız açıklığı ölçümlerinin daha fazla olduğu görülmektedir.

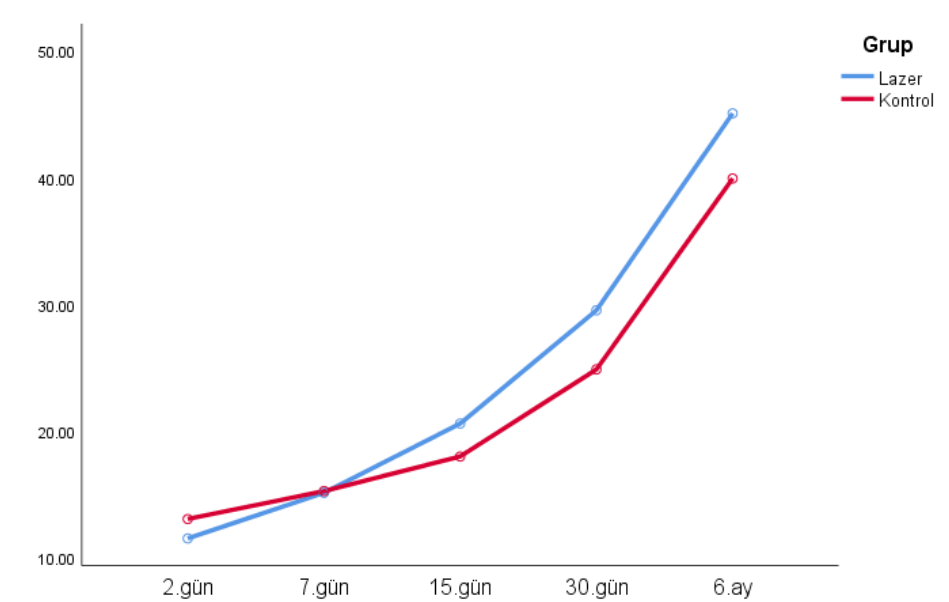
Her grubun zamana göre ağız açıklığı ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı Friedman analizi ile test edilmiştir. Buna göre hem Lazer hem Kontrol grubunda bulunan hastaların zamana göre ağız açıklığı ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Farklılığın hangi zamanlar arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Buna göre lazer grubunda farklılığın 2 gün ile 15.gün, 2 gün ile 30.gün, 2 gün ile 6.ay, 7.gün ile 30.gün, 7.gün ile 6.ay, 15.gün ile 6.ay arasında olduğu, 2.gün ve 7.gündeki ağız açıklığı değerlerin diğer zamanlara göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ise farklılığın 2 gün ile 30.gün, 2 gün ile 6.ay, 7.gün ile 30.gün, 7.gün ile 6.ay, 15.gün ile 6.ay arasında olduğu, 2.gün ve

7.gündeki ağız açıklığı değerlerin diğer zamanlara göre daha az olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 13. Gruplara göre Ağız açıklığı karşılaştırılması

	Grup					
	Lazer (n=15)		Kontrol (n=15)		Test İstatistiği	p
	Medyan (Min.-Maks.)	Ort±S.S.	Medyan (Min.-Maks.)	Ort±S.S.		
2.gün (1)	10(7-19)	11.53±3.76	12(6-23)	13.07±5.24	t=-0.921	0.365
7.gün (2)	15(10-22)	15.13±3.80	15(7-25)	15.27±5.36	t=-0.079	0.938
15.gün (3)	20(13-26)	20.60±3.38	19(9-26)	18.00±5.41	t=1.579	0.128
30.gün (4)	30(22-33)	29.53±3.09	25(18-32)	24.87±4.50	U=42.500	0.003*
6.ay (5)	45(33-50)	45.07±4.27	40(32-48)	39.93±5.20	U=45.500	0.005*
Fr (p)	60.000 (0.000*)		53.919 (0.000*)			
Bonferroni (p)	1<3 (0.005*)		1<4 (0.000*)			
	1<4 (0.000*)		1<5 (0.000*)			
	1<5 (0.000*)		2<4 (0.022*)			
	2<4 (0.005*)		2<5 (0.000*)			
	2<5 (0.000*)		3<5 (0.000*)			
	3<5 (0.005*)					

*p<0.05, Fr: Friedman test, t: bağımsız örneklem t test, U: Mann Whitney U test istatistiği



Grafik 2. Zamana göre grupların ağız açıklığı değerlerinin değişim grafiği

5. TARTIŞMA

Son 60 yılda maksillofasiyal bölgenin estetik ve fonksiyonel dengesini sağlamak amacıyla çene kemiklerinin ve dentoalveolar segmentlerin yeniden konumlandırılmasına olanak sağlayan cerrahi teknikler geliştirilmiştir. Ortognatik cerrahide maksiller ve mandibular osteotomiler doku hasarına sebep olur ve ağrı, ödem, trismus, nörosensoriyal bozukluklar gibi postoperatif etkilere yol açar (144,145). Postoperatif dönemde ortaya çıkan bu sonuçların yönetiminde birçok yöntem kullanılabilir. Bu yöntemler arasında farmakoterapi, kriyoterapi, kinesio bandajlama yöntemi, düşük seviyeli lazer terapisi sayılabilir (146). Bu seçenekler arasından en sık kullanılanı farmakoterapidir. Farmakoterapide sıklıkla kullanılan kortikosteroidler, non-steroid anti-inflamatuar analjezikler deri döküntüleri, gastrointestinal komplikasyonlar, nötropeni, hepatotoksisite gibi istenmeyen yan etkilere yol açabilir. Bu sebeple düşük doz lazer terapisi gibi alternatif tedaviler, inflamasyonu azaltma ve nörosensoriyel bozuklukları modüle etme gibi yeteneklerinden dolayı giderek önem kazanmaktadır. Düşük doz lazer tedavisi, invaziv ve farmakolojik olmaması gibi avantajlara sahiptir ve bu sebeple düşük yan etki görülmektedir. Mikro dolaşımını arttırma, vasküler geçirgenlikte artış, hücre zarındaki değişiklik ile analjezik etki, prostoglandin gibi inflamatuvar mediyatörlerin salınımını inhibe ederek anti-inflamatuar etki, kapillerlerde vazodilatör etki sağlayıp lenfatik drenajı hızlandırarak ödemin daha hızlı rezolüsyonu gibi etkilere sahip olması nedeniyle düşük doz lazer tedavisi, postoperatif komplikasyon yönetiminde oldukça başarılı sonuçlara sahiptir (146–148). Bu sebeplerden ötürü çalışmamızda ortognatik cerrahi sonrası postoperatif dönemde hasta konforunu arttırmak ve sonuçları iyileştirmek için düşük doz lazer tedavisinin etkilerine bakılmıştır.

Düşük düzeyli lazer uygulamaları uzun yıllardır bilinmesine rağmen etki mekanizmasının hala tam anlaşılmamış olması, lazer çeşidinin ve doz parametrelerinin belirlenememiş olması sebebiyle etkileri hala tartışmalıdır. Uygun dalga boyu, lazerin çıkış gücü, uygulama sıklığı, uygulama bölgeleri gibi çeşitli değişkenlere sahip olması sebebiyle hala standart bir protokol geliştirilememiştir. Bu konudaki çalışmalar hızla devam etmektedir (149). Düşük doz lazer tedavisi amacıyla çeşitli dalga boylarına sahip lazerler kullanılabilmektedir. Farklı dalga

boyları lazerin dokudaki penetrasyon derinliğini değiştirmektedir. Penetrasyon derinliği 810 ve 940 nm dalga boyuna sahip lazerlerde maksimum seviyeye çıkar. Bu dalga boyundaki lazerlerde fotonların dokuda ulaşabildiği derinlik 1 cm kadar olmasına rağmen 10 cm derinliğe kadar dokulardaki fiziksel ve kimyasal cevaplar devam etmektedir (150). Barbosa ve arkadaşlarının 15 makaleyi inceledikleri bir sistematik derlemede 9 çalışmada GaAlAs lazer, 3 çalışmada diyot lazer, 1 çalışmada ise GaAs lazerin kullanıldığı grlmştş. Çalışmaların çoğunluğunda ise GaAlAs lazerin etkilerine bakılmıştır ve InGaAsP semikondktr diyot lazerin etkilerinin incelendiği çalışmaların sayısı azdır. Çalışmalarda genellikle düşük doz lazer tedavisinin nörosensoriyel bozukluklar üzerine etkileri incelenmiş olup ortognatik cerrahi sonucu ağrı, ödem ve trismusun bir arada incelendiği çalışmaların sayısı azdır. Bu sebeple çalışmamızda 940 nm dalga boyuna sahip InGaAsP diyot lazerin ortognatik cerrahi sonrası ağrı, ödem ve trismus üzerine etkilerini inceledik (151).

Düşük düzeyli lazer uygulamalarında doza bağlı dokudaki cevap değişkenlik göstermektedir. Arndt-Schulz eğrisi veya bifazik doku cevabı prensipleri uygun dozun ayarlanmasında etkilidir. Az stimülasyonun etki göstermediğini optimum etkiye ulaştıktan sonraki stimülasyonun ise inhibisyon yönünde etki gösterdiğini savunan Arndt-Schulz yasasına göre, uygun dozun hesaplanmasında uygulama süresi, lazerin gücü ve uygulama alanı en önemli faktörlerdir. Uygulanacak dozun belirlenmesinde etkili bir diğer önemli faktör ise lazer uygulamasının amacıdır. Amaç yara iyileştirmesini hızlandırmak mı yoksa ödem, ağrı gibi postoperatif süreçleri iyileştirmek mi karar verilmesi gerekir. Göreceli olarak daha yüksek dozlar ağrı ve ödemin azaltılmasında etkili iken, daha düşük dozlar ise iyileşme sürecini etkiler (142).

Mirzaei ve arkadaşlarının yaptığı incelemede 3 makalede düşük doz lazerin ödem üzerine olumlu etkileri görülmüş ve bu etkiler hem intraoral hem ekstraoral olarak uygulanan lazer terapisi ile farklı dalga boylarının kombinasyonu olarak ilişkilendirilmiştir (152). Bu olumlu sonuçlar Barbosa ve arkadaşlarının yaptığı derlemede ise lazerin hem intraoral hem ekstraoral olarak uygulanmış olmasına bağlı fazla sayıda ışınlama noktası ile ilişkilendirilmiştir. Bu incelemede olumlu etkilerin görüldüğü 2 çalışmada lazer uygulamasının ortognatik cerrahiden hemen sonra yapıldığı grlmştş. Bu sebeple ortognatik cerrahiden hemen sonra yapılan

ışınlamanın ödem kontrolünde lazerin etkinliğini arttırabileceği düşünülmüştür. Bu sebeplerle çalışmamızda lazer protokolü hem intraoral hem ekstraoral olarak farklı dozlarda uygulanmış olup, lazer ışınlamaları ameliyattan hemen sonra yapılmaya başlanmıştır (151).

Camacho ve arkadaşlarının 940 nm dalga boyuna sahip lazerle yapılan fotobiyostimülasyonun ortognatik cerrahi sonrası ödeme etkilerine baktıkları çalışmalarında 2 farklı lazer protokolü karşılaştırılmıştır. Her iki gruba da ekstraoral olarak lazer uygulanmış, bir grupta beyazlatma başlığı ile cilt yüzeyinden 1 mm uzaklıkta her bir tarafa 2.5 W 120 saniye, 85,71 J/cm² uygulama yapılmış olup, diğer grupta ise derin doku başlığı ile cilt yüzeyinden 15 mm uzaklıkta her bir tarafa 4.1 W ile 120 saniye, 68,33 J/cm² lazer uygulanmıştır. Ödem ölçümünün 3.günü ve 5.gününde derin doku başlığı ile uygulanan lazer grubunda diğer gruba göre anlamlı fark bulunmuştur (153). Bu sebeple çalışmamızda ekstraoral olarak tragus-labial komissura arası bölgeye derin doku başlığı ile cilt yüzeyinden 15 mm uzaklıkta, devamlı modda, 4 W her bir tarafa 120 saniye, 67,60 J/cm² düşük doz lazer uygulaması yapılmıştır.

Son dönemlerde yapılan çalışmalarda, akupunktur noktaları ve lenf nodlarının olduğu bölgelere düşük düzeyli lazer uygulamasının ödem kontrolünde başarılı sonuçlar verdiği görülmüş olsa da lenf nodlarında herhangi bir malignite olması ihtimaline karşı ve çalışmamızda yalnızca ödeme değil ağrı ve trismus değerlerine de baktığımız için ekstraoral lazer uygulama noktalarımızda lenf nodlarına yer vermedik.

Gasperini ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ortognatik cerrahi sonrası intraoral ve ekstraoral lazer uygulamaları farklı dozlarda yapılmıştır. İntraoral olarak 660 nm dalga boylu lazer, insizyon hattı boyunca 4 nokta şeklinde her noktaya 20 mW 10 saniye boyunca uygulanmış olup ameliyatın 4.gününden itibaren inferior alveolar sinir seyri boyunca 3 noktaya ayrıca intraoral lazer uygulaması yapılmıştır. Ameliyattan hemen sonra ödem ve ağrı açısından gruplar arasında anlamlı bir fark görülmezken, postoperatif dönemde lazer yapılan tarafta ödem anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur (154). D'avila ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ise 808 nm dalga boyuna sahip diod lazer ortognatik cerrahi sonrası intraoral ve

ekstraoral olarak uygulanmıştır. İntraoral olarak lazer tedavisi, maksiller insizyon hattı boyunca 8 noktaya, mandibular insizyon hatları boyunca 12 noktaya 100 mW ile her bir noktaya 30 saniye olacak şekilde yapılmıştır. Ödem ve ağrı değerleri lazer grubunda kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur ancak gruplar arası anlamlı fark yoktur. Ağız açıklığı değerlerinde 14.günde,30.günde ve 60.günde gruplar arası anlamlı fark bulunmuştur (155). Literatürde görüldüğü gibi çalışmalarda farklı dalga boylarında lazerler için farklı intraoral uygulama dozları kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda ağız içi dokular için en uygun güç çıkışının 100 mW ve altı olduğu belirtilmektedir. Bizim çalışmamızda intraoral olarak maksiller insizyon hattı boyunca 8 noktaya, mandibular insizyon hattı boyunca her bir tarafa 4 nokta toplamda 8 noktaya derin doku başlığı ile mukozadan 15 mm uzaklıkta 100 mW her noktaya 30 saniye boyunca uygulanmıştır.

Düşük düzeyli lazer uygulamasının hangi sıklıkta yapılacağıyla ilgili de kesin bir görüş bulunmamakla beraber, uygulama sıklığı belirlenirken lazer enerjisinin kümülatif olarak biriktiği unutulmamalıdır. Düşük düzeyli lazer uygulamasının yüzeysel doku iyileşmesi için günde 1 kez, derin yumuşak dokular için ise günde 1 veya 2 günde 1 kez, sinir yenilenmesi için 3 günde 1 kez, kemik doku iyileşmesi için ise haftada 1 kez yapılması önerilmektedir (156). Yapılan çalışmalarda ameliyattan hemen sonra başlayan lazer seanslarında olumlu sonuçların alındığı görülmüştür. Bu sebeplerle çalışmamızda ameliyattan hemen sonra, 24.saatte, 48.saatte, 72.saatte ve 7.günde olacak şekilde 5 seans düşük düzeyli lazer uygulaması yapılmıştır.

D'avila ve arkadaşları yaptıkları çalışmada 940 nm dalga boyuna sahip lazer ile ortognatik cerrahi sonrası yapılan fotobiyostimülasyonun postoperatif ağrı, ödem ve trismus üzerine etkilerine bakmışlardır. Ödem değerlerinde lazer grubunun daha düşük değerlere sahip olduğu ancak gruplar arası anlamlı fark olmadığı bildirilmiştir. Bu sonuçların çalışmanın limitasyonlarından biri olan sefalometrik noktalar kullanılarak ödem ölçmek için kullanılan methodla ilişkili olabileceğini düşünmüşlerdir. Bu ödem ölçüm methodu düşük maliyetli ve tekrarlanabilir olsa da, yumuşak dokuların konturundaki değişiklikleri belirlemek için kantitatif veriler sağlar, kesin değildir ve olası farklılıkları maskeleyebilir (157). Fay ve arkadaşları yaptıkları çalışmada ortognatik cerrahi geçiren hastalarda ödemin değerlendirilmesi için 3D yüz fotoğraflarının kullanımını araştırmışlardır. Çalışmada

anatomik landmarklar belirlenerek 3DMD sistemi kullanılarak ödem ölçümleri yapılarak karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda bulunan yüksek güvenilirlik puanları bu yöntemin hasta sonuçlarını değerlendirmede önemli bir araç olabileceğini göstermiştir (158). Literatür incelediğinde ödem ölçümünde farklı methodların tanımlandığı görülmektedir. İlk yapılan çalışmalar, hastaların yüzlerini ardışık aralıklarla doğrudan ölçerek değişiklikleri değerlendirmiştir. Agren kumpas kullanmış, Holland ödem ölçmek için facebow tekniği geliştirmiştir (159,160). Milles ve arkadaşları ödemi daha objektif bir şekilde değerlendirebilmek için yüz pletismografi geliştirmiştir (161). Ustun ve arkadaşları ödem ölçümünde yüzeydeki belirli anatomik noktalar arasında bir ip kullanarak basit ve düşük maliyetli bir yöntem geliştirmiştir (162). Tüm bu çalışmalarda tekniklerin yüksek derecede tekrarlanabilir olduğu kanıtlanmıştır ancak hastayla zaman harcamayı gerektirir. Doğrudan hasta ölçümünün yapılmasını engellemek amacıyla bazı çalışmalarda bilgisayarlı tomografi (BT), ultrasonografi ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanılmıştır. Bu tekniklerin çoğu doğru sonuçlar verse de ödemin doğrusal ölçümünü sağlar ayrıca erişilebilirlik, yüksek maliyetler ve radyasyon maruziyeti gibi dezavantajları vardır. Üç boyutlu stereofotogrametri bu dezavantajların çoğunluğunu ortadan kaldıran, tekrarlanabilir, güvenilir bir yöntemdir (158). Bu sebeplerden ötürü çalışmamızda ödem ölçümlerini değerlendirirken anatomik noktalar arası yumuşak cetvelle ölçüm methodu ve 3 boyutlu stereofotogrametri kullanılarak bu yöntemler birbiriyle de karşılaştırılmıştır.

Ortognatik cerrahi sonrası ağrı erken postoperatif dönemde yüksek değere ulaşır ödem ve trismus ise 24.-72.saatler arasında maksimum seviyeye ulaşır ve sonrasında geriler. Bu sebeple ağrı ölçümü erken postoperatif süreç sıklıkta olacak şekilde, ameliyat sonrası 24.saatte, 48.saatte, 3.günde, 7.günde ve 15.günde yapılmıştır. Ödem ölçümü ise ameliyat sonrası 3.günde, 7.günde, 15.günde ve 6.ayda yapılmıştır. Trismus değerleri ise ameliyat sonrası 2.gün, 7.gün, 15.gün, 30.gün ve 6.aylarda yapılmıştır. Çalışmamızda yapılan tüm ölçümler, ölçümü yapan kişiden kaynaklanabilecek hata payını en aza indirmek amacıyla 3 kere tekrarlanarak yapılmıştır. Tekrarlanan ölçümlerin ortalaması alınarak ortalama bir ölçüm değerine ulaşılmıştır. Tüm ölçümler aynı araştırmacı tarafından yapılmıştır.

Reategui ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ortognatik cerrahi sonrası ödem rezolüsyonu 3 boyutlu volümetrik analizlerle değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre ortognatik cerrahi sonrası ödemin çoğunluğunun ilk 1 ayda azaldığı, 6.ay ve 12.aylar arasında da önemli bir azalmayla neredeyse geçtiği görülmüştür (163). Benzer şekilde Yamamoto ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada da ortognatik cerrahi sonrası ödem değişiklikleri 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi ve lazer tarama cihazlarıyla değerlendirilmiş olup, ortognatik cerrahi sonrası başlangıç ödeminin %66 ilk ayda azaldığı, 3 ay sonrasında sadece %5 oranında ödem kaldığı belirlenmiştir (164). Kau ve arkadaşlarının ortognatik cerrahi sonrası ödemi 3 boyutlu lazer tarama cihazıyla değerlendirdikleri bir çalışmalarında, ödemin cerrahiye takiben ilk ayda önemli bir kısmının geçtiğini ve yüz morfolojisinin 3 ay sonra %90 oranında başlangıç taramasına yaklaştığını göstermektedir (165). Literatüre bakıldığında çalışmaların çoğunda ortak sonuç olarak ortognatik cerrahiye takiben 6-12 ayda ödemin çoğunluğunun gittiği sonucuna varılmıştır. Tüm bu veriler doğrultusunda çalışmamızda referans ölçüm değeri olarak 6.ayda tüm hastalardan ödem ölçümleri alınmıştır. Ortognatik cerrahi sonrasında iskeletsel ve yumuşak doku profilinde değişiklik olacağı için ameliyat öncesi alınan referans değerlerin bulguları yanıtlanabileceğini düşündüğümüz için çalışmamızda hastalardan 6.ay referans değeri ölçümünü aldık.

Çalışmamızda lazer ve kontrol grubunda yer alan hastaların cinsiyetlerinin homojen dağıldığı ve yaş ortalamalarının da benzer olduğu görülmektedir. Bu sebeple gruplar arası bir standardizasyon sağlanmış olup, demografik veriler sebebiyle ortaya çıkabilecek farklılıkların önüne geçilmiştir.

D'avila ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada bimaxiller ortognatik cerrahi (Le Fort I, sagittal split ramus osteotomisi ve genioplasti) geçiren hastalara 808 nm dalga boyuna sahip GaAlAs diyot lazer ile fotobiyostimülasyon yapmışlardır. Çalışmada 15 hasta lazer grubu ve 15 hasta kontrol grubu olarak gruplandırılmıştır. Çalışmada ekstraoral lazer uygulama noktaları her bir tarafta mandibular ramus ve gövde bölgesinden 8 nokta, preariküler bölgede digastrik ve submandibular lenf nodlarının olduğu bölgede 2 nokta, çene bölgesinde 9 nokta, alt ve üst dudak bölgesinde 4 nokta ve paranazal bölgede 3 nokta olarak belirlendi. İntraoral lazer uygulama noktaları ise bilateral olarak maksiller insizyon üzerinde 8 nokta,

mandibular insizyon bölgelerinde 12 nokta şeklinde belirlenmiştir. Bu noktalara 100 mW çıkış gücü ile 30 saniye lazer uygulaması yapılmış olup, ameliyattan hemen sonra, 24.saatte ve 48.saatte ağız açmada güçlük sebebiyle lazer protokolü yalnızca ekstraoral olarak uygulanmış sonrasında 60 gün boyunca haftada iki kez hem intraoral hem ekstraoral uygulama yapılmıştır. Bu çalışmada ağız açıklığı, ödem ölçümü ve ağrı skorlaması çalışmamızla aynı ölçüm methodları ile değerlendirilmiş olup ölçüm günlerinde farklılıklar vardır. Bu çalışmada ağrı skorlarında her iki grupta da anlamlı bir düşüş olduğu görülmüş olup, lazer grubunda 4.haftada skor 0'a düşmüş ancak kontrol grubunda 6.haftaya kadar 0 skoru görülmemiştir. Ödem ölçümlerinde benzer şekilde her iki grupta da zamana bağlı anlamlı bir düşüş olduğu ancak gruplar arası anlamlı fark olmadığı bulunmuştur. Bu çalışmada ağız açıklığı değerlerinde 14.gün, 30. Gün ve 60.günlerde lazer ve kontrol grupları arasında anlamlı fark bulunmuştur (155). Çalışmamızda bu bulgularla benzer şekilde her iki grupta da ağrıda anlamlı bir azalma olduğu görülmüş olup lazer grubundaki hastaların ağrı skorları kontrol grubundan düşüktür. Lazer grubunda 15.günde ağrı skorları 0'a düşmüştür. Çalışmamızda 0 skoru D'avila ve arkadaşlarının çalışmasından daha erken sürede görülmüştür. Çalışmamızda ödem ölçümlerinin çoğunluğunda gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ancak bu çalışmayla benzer şekilde ödem ölçümlerinin her iki grupta da anlamlı bir düşüş gösterdiği sonucuna varılmıştır. Sadece Gonion-Lateral kantus ölçümünde 3.gün değerlerinde lazer grubu kontrol grubu arasında anlamlı fark bulunmuştur. Gonion-Lateral Kantus noktaları arası yapılan ölçüm bize vertikal yönde bir ölçüm değeri vereceği için bu anlamlı fark ödem açısından önemlidir. Yaptığımız çalışmada ağız açıklığı değerlerinde 30.gün ve 6.ayda lazer grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür. 30.gündeki bu anlamlı farklılık D'avila ve arkadaşlarının bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Bizim çalışmamızda görülen 6.aydaki anlamlı fark lazer grubundaki hastaların daha iyi bir iyileşme süreci sonrasında daha iyi ağız açıklığına kavuşmuş olduklarını düşündürmektedir. Çalışmamızın bu çalışma ile farklılıklarının, farklı dalga boylarına sahip lazerlerin kullanılmış olmasından, farklı lazer protokolleri ve uygulama noktalarından ve ölçüm günlerindeki farklılıklardan ve cerrahi uygulamalardaki değişikliklerden kaynaklı olabileceğini düşünmekteyiz.

Camacho ve arkadaşları mandibular ortognatik cerrahi sonrası fotobiyostimülasyon yaptıkları çalışmalarda ödemi karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında bizim çalışmamızda kullandığımız lazer olan 940 nm dalga boyuna sahip InGaAsP diyot lazer (Epic 10 Biolase) kullanmışlardır. Bu çalışmada 60 hasta 3 gruba ayrılmıştır. İlk grupta (G1) 2 hafta boyunca haftada 3 defa ekstraoral olarak her iki tarafa da, 2.5 W, 120 saniye, 85.71 J/cm² , 0.89 W/cm² değerlerde beyazlatma başlığı ile cilt yüzeyinden 1 mm uzakta olacak şekilde ışınlama yapılmıştır. Diğer grupta (G2) ise 2 hafta boyunca haftada 3 defa ekstraoral olarak her iki tarafa da, 4.1W, 120 saniye, 68.33 J/cm², 0.58 W/cm² değerlerde derin doku başlığı ile cilt yüzeyinden 15 mm uzaklıkta olacak şekilde ışınlama yapılmıştır. Sonuncu grup ise lazer protokolü uygulanmayan kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Sonuçlara bakıldığında gruplar arasındaki farklar istisnalar hariç genel olarak anlamsız olarak bulunmuştur. Ancak gruplar arası başlangıç farkları ilk günlerde(T1-T2) anlamlı olarak bulunmuştur. Gonion-Labial komissura ölçümünde G2 grubu kontrol grubu ve G1 ile karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmuştur. Bu da yazarlara 2.gruba uygulanan lazer protokolünün etkinliğinin daha yüksek olduğunu düşündürmüştür (153). Çalışmamız ile bu çalışmada kullanılan ödem ölçüm noktaları benzerlik gösterse de bizim çalışmamızda ek olarak farklı ödem ölçüm methoduna ve noktalarına yer verilmiştir. Ayrıca bu çalışmada lazer protokolü yalnızca mandibular ortognatik cerrahi geçiren hastalar üzerinde uygulanmış olup bizim çalışmamızda bimaxiler ortognatik cerrahi geçiren hastalar üzerinde uygulanmıştır. Bu cerrahi farklılık ödem üzerinde etkili olduğu için ödem bulgularımızın farklılıklar gösterebileceğini düşünüyoruz. Çalışmamızda anlamlı fark bulunan 3.gündeki Gonion-Lateral Kantus ölçümü bu çalışmada ölçülen noktalar arasında olmadığı için karşılaştırılamamıştır. Çalışmamızda ekstraoral lazer protokolü bu çalışma ile benzer şekilde uygulanmış olup ek olarak intraoral lazer uygulamalarına yer verdik. Çalışmaların arasındaki bulguların farklı çıkma sebeplerinden biri de farklı lazer protokolleri ve uygulama günlerindeki farklılıklar olabilir.

Gasperini ve arkadaşları düşük doz lazer uygulamasının ortognatik cerrahi sonrası ağrı ve ödeme etkilerini inceledikleri çalışmalarında 10 hastanın bir tarafına lazer uygulamış diğer tarafa ise herhangi bir lazer protokolü uygulamaksızın kontrol tarafı olarak seçmişlerdir. Çalışmada GaAlAs diyot lazer ile ekstraoral ve intraoral

uygulamalarda farklı dalga boyları kullanmışlardır. Ameliyattan hemen sonra, 24.saat ve 48.saatlerde; intraoral olarak 660 nm dalga boyuyla insizyon hattı boyunca 4 noktaya 20 mW ile her noktaya 10 saniye ve dokudan 1 cm uzaklıktan ışınlama yapılmıştır. Ekstraoral olarak ise 789 nm dalga boyuyla, mandibular ramus ve gövde üzerinden seçilen 8 noktaya, preariküler, jugular-digastrik, submandibular lenf nodlarının bulunduğu her bir bölgeye 2şer nokta şeklinde 60 mW her noktaya 20 saniye ışınlama yapılmıştır. 4.günden sonra ise, 48 saat aralıklarla alveolaris inferior sinir seyri boyunca 3 noktaya 10 seans intraoral uygulama, alt dudak ve çene bölgesine ise ekstraoral uygulama yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarında ameliyattan hemen sonra erken dönemde ödem ve ağrı açısından düşük doz lazer uygulaması yapılan ve yapılmayan taraflar arasında fark bulunamamıştır. Ancak devam eden postoperatif dönem sonuçlarında ağrı ve ödem açısından gruplar arasında anlamlı fark vardır. Ameliyattan hemen sonra iki taraf arasında fark olmaması lazerin biyomodülasyon etkisi için henüz yeterli zaman olmadığından beklenen bir sonuç olarak değerlendirilmiştir. Postoperatif 7.günden itibaren her iki tarafta da ağrı bildirilmemiştir, bu süreçte ödem devam etse de iki taraf arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu bulgular üzerinden varılan sonuç lazerin biyomodülasyon etkisinin öncelikle inflamasyonun erken evrelerinde gerçekleşmiş olduğu ve inflamasyon bulgularının azalmasıyla birlikte azaldığı yönünde olmuştur (154). Bu çalışmada bizim çalışmamızla benzer şekilde hem intraoral hem ekstraoral lazer uygulaması yapılmış olsa da uygulanan lazerin dalga boyu, enerjisi, uygulama bölgeleri ve zamanları açısından farklılıklar vardır. Çalışmamızda ödem ölçümlerinde yalnızca 3.günde gonion-lateral kantus ölçümünde gruplar arası anlamlı farklılık bulunurken diğer ölçümlerde anlamlı fark bulunamamıştır. Benzer şekilde ağrı skorlarında da lazer grubu kontrol grubundan daha düşük değerlere sahip olmasına rağmen anlamlı bir fark yoktur. Bu bulgularında farklı olmasında farklı dalga boylarına sahip lazer kullanımı ve farklı uygulama protokolleri, ölçüm zamanlarındaki değişiklikler ile ilgili olabileceğini düşünmekteyiz. Bu çalışmada lenf nodları üzerine de lazer uygulaması yapılmış olması ödemi etkileyen faktörlerden biri olabilir. Bu sonuçlar, daha uzun uygulama süresinin daha iyi sonuçlar göstereceğini düşündürmüştür.

Sadighi ve arkadaşlarının, düşük doz lazer terapisinin ortognatik cerrahi sonrası sekellere ve yara iyileşmesine etkilerini inceledikleri çalışmalarında bimaxiller cerrahi geçiren 12 hasta grubu üzerinde çalışmışlardır. Hastaların yüzünün bir tarafına düşük doz lazer uygulaması yapılırken diğer tarafa yapılmamıştır. Bu çalışmada lazer tedavisi 660 nm dalga boyuna sahip lazer cihazı ile intraoral insizyon hattı boyunca dokudan 1 cm uzaklıktan 50 mW 100 saniye boyunca uygulanmıştır. Lazer seansları ameliyattan hemen sonra, 1.gün, 2.gün, 4.gün, 7.günlerde uygulanmış ve 2, 3, 4, 8 ve 12. haftalarda tekrarlanmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre ameliyattan sonra ikinci ve dördüncü günlerde ödem ölçüm değerleri lazer uygulanan tarafta anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Diğer ödem ölçümlerinde anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu çalışmada yara yeri iyileşmesine de bakılmış olup, gruplar arası ilk ve ikinci haftada anlamlı fark bulunurken diğer zamanlarda anlamlı fark bulunamamıştır. Ağrı skorlarında ise 4.gün değeri hariç diğer günlerde anlamlı fark bulunamamıştır. Literatürdeki diğer çalışmalarda ortognatik cerrahi sonrası ödemin %50'sinin ilk 3 hafta içinde çözüldüğü bildirilmiş olup bu sebeple yazarlar düşük doz lazerin erken postoperatif günlerdeki olumlu etkilerinin uzun dönemden daha fazla beklendiğini düşünmektedir (146). Çalışmamızda 3.günde ödem ölçümünde gonion-lateral kantus değerinde gruplar arası anlamlı fark bulunması bu çalışma ile ödem bulgularında benzerlik göstermektedir ancak diğer değerlerde çalışmamızda anlamlı fark bulunamamıştır. Çalışmamızdaki ağrı bulgularında anlamlı fark olmaması bu çalışma ile çelişki göstermektedir. Lazer seanslarımız bu çalışmayla benzerlik gösterse de bu çalışmada farklı olarak 12.haftaya kadar lazer seansları devam etmektedir. Uygulanan lazerin farklı dalga boyları, farklı uygulama methodları ve ölçüm methodlarındaki farklılıklar sebebiyle çalışmamızla çelişkili bulgular ortaya çıkmış olabileceğini düşünüyoruz.

D'avila ve arkadaşları ortognatik cerrahi (Le Fort I, bilateral sagittal saplit ramus osteotomisi ve genioplasti) geçiren hastalar üzerinde, çalışmamızda kullandığımız 940 nm dalga boyuna sahip InGaAsP diyot lazer (Epic X Biolase) ile fotobiyostimülasyon uyguladıkları çalışmalarında 40 hasta üzerinde çalışmışlardır. Hastalar randomize bir şekilde lazer ve kontrol grubu olarak iki gruba ayrılmıştır. Hastaların lateral görünümde preariküler bölgeden mandibulanın gövdesine kadar

bilateral ve ekstraoral olarak 5 nokta işaretlenmiş, frontal görünümde ise alt, üst dudak ve çene bölgesinde bilateral 6 nokta işaretlenmiştir. Lazer terapisi amacıyla, derin doku başlığı ile dokudan 30 mm uzaklıkta olacak şekilde 4 W çıkış gücü ile her noktaya 5 saniye uygulama yapılmış olup yarım yüzde 300 saniye süreye tamamlanıncaya kadar noktalara tekrar ışınlama yapılmıştır. Lazer seansları ameliyattan hemen sonra, 24.saatte, 48.saatte ve ardından 30 gün tamamlanıncaya kadar haftada 2 kez olacak şekilde toplam 11 seans şeklinde uygulanmıştır. Ödem ölçüm noktaları çalışmamızla benzer şekilde lateral kantus-gonion, tragus-labial komissura ve tragus-pogonion olarak belirlenmiş olup bizim çalışmamızda farklı olarak gonion-labial komissura ölçümüne de yer verilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında, lazer grubunda 24.saatten 3.haftaya kadar olan ağrı skorları anlamlı olarak daha düşük bulunmuş ve lazer grubu 3.haftadan sonra ağrı bildirmemiştir, ödem değerleri her iki grupta da zamanla progresif bir düşüş gösterirken gruplar arası anlamlı fark bulunamamıştır. Ağız açıklığında ise 2. ve 4.haftalarda lazer grubunun değerleri anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Alveolaris inferior sinirin duyarlılık iyileşmesi açısından ise gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamış olmasına rağmen kontrol grubuna kıyasla lazer grubu başlangıçtan 4.haftaya kadar daha yüksek pozitif yanıtlar göstermiştir (157). Bizim çalışmamızda ağrı değerlerinde gruplar arası anlamlı fark bulunamamış olsa da bu çalışmadan daha kısa süre içinde, 15.günden sonra lazer grubundaki hastalar ağrı bildirmemiştir. Ödem bulguları çalışmamızla paralellik göstermiştir, her iki çalışmada da gruplar arası anlamlı fark olmasa da zamana bağlı progresif bir düşüş vardır ve lazer grubunun değerleri kontrol gurubundan daha düşüktür ayrıca çalışmamızda 3.gün gonion-lateral kantus değerinde gruplar arası anlamlı fark bulunmuştur. Çalışmamızda ağız açıklığı ölçümlerinde 30.günde ve 6.ayda gruplar arası farklılık bulunmuştur. 30.günde bulunan anlamlı fark bu çalışmayla uyumludur. Çalışmamızda bu çalışma ile aynı lazer cihazını ve benzer ışınlama prosedürlerini kullanmış olsak da bizim çalışmamızda ek olarak intraoral insizyon bölgelerine de düşük doz lazer terapisi uygulanmıştır. Ödem ölçüm günlerindeki farklılıklar, cerrahi teknikteki değişikliklerin ödemi ve buna bağlı iyileşme prosedürlerini etkiliyor olması, lazer prosedüründeki küçük farklılıkların çalışmalar arası bulgularda farklılıklar yarattığını düşünmekteyiz.

GaAlAs lazerin ortognatik cerrahi sonrası ağız açıklığına etkilerini inceleyen Rezende ve arkadaşları, 82 hastayı lazer grubu ve kontrol grubu olmak üzere 2 ana başlık altında incelemiştir. Bu grupları da cerrahi destekli hızlı üst çene genişletme ameliyatı (SARME) geçirenler, maksiller ortognatik cerrahi geçirenler, mandibular ortognatik cerrahi geçirenler ve bimaxiller ortognatik cerrahi geçirenler şeklinde 4 alt gruba ayırmışlardır. Bu çalışmada 780 nm dalga boyuna sahip GaAlAs diod lazer, düşük doz lazer tedavisi amacıyla tüm gruplara ekstraoral olarak seçilen bilateral 14 noktadan 100 mW çıkış gücü ile her bir noktaya 20 saniye uygulanmıştır. Lazer uygulama noktaları masseter kası üzerinde 8 nokta, jugulodigastrik len nodları üzerinde 2 nokta, preariküler lenf nodlarından 2 nokta, submandibular lenf nodlarından 2 nokta şeklinde belirlenmiştir. Hastalara ameliyattan hemen sonra, 24.saatte, 48.saatte ve 72.saatte düşük doz lazer uygulaması yapılmıştır. Uygulama zamanları çalışmamızla benzerlik göstermekte olup bizim çalışmamızda bu seanslara ek olarak 7.günde de lazer uygulaması yapılmıştır. Biyolojik cinsiyetin ağız açıklığını belirleyici faktörlerden biri olduğu ve erkeklerin daha büyük ağız açıklığına sahip oldukları bilindiği için yazarlar bu çalışmada verileri her cinsiyet için ayrı incelemişlerdir. SARME ameliyatı geçiren gruba bakıldığında ağız açıklığı ölçümlerinde gruplar arası her iki cinsiyette de anlamlı fark bulunamamıştır. İzole maksiller ortognatik cerrahi geçiren ve izole mandibular ortognatik cerrahi gruplarda da benzer şekilde ağız açıklığında gruplar arası anlamlı fark çıkmamıştır. Bimaxiller ortognatik cerrahi geçiren grupta ise erkeklerde 21.günde lazer grubunun ağız açıklığı değerleri kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (166). Bizim çalışmamızda yalnızca bimaxiller cerrahi geçiren hastalara düşük doz lazer uygulaması yapılmış olup, ağız açıklığı değerlerinde 30.gün ve 6.ayda gruplar arası anlamlı fark bulunmuştur. Cerrahi süre postoperatif dönemde doku yanıtıyla doğrudan ilişkili olduğu için bimaxiller cerrahide daha uzun cerrahi süresi, monomaksiller cerrahiden (SARME, izole mandibular cerrahi, izole maksiller cerrahi) daha fazla morbiditeye yol açar. Çalışmalar arasındaki çalışma dizaynı farklılıkları, ölçüm günlerindeki farklılıklar bulgular arasında çelişki oluşturmuş olabileceğini düşünmekteyiz.

Sönmez ve arkadaşlarının cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme (SARME) ameliyatı geçiren 16 hasta üzerinde yaptıkları çalışmalarında hastalar

randomize şekilde ikiye ayrılmıştır. Çalışmalarında bizim çalışmamızda kullanılan lazerle benzer şekilde 940 nm dalga boyuna sahip InGaAsP diyot lazer (Epic X Biolase) kullanılmıştır. Lazer uygulanan gruba, üst çenedeki insizyon hattına paralel olacak şekilde ekstraoral olarak her bir taraf için burun hattından posteriora doğru 3 cm boyunca derin doku başlığı ile 0.1 W ile 120 saniye lazer uygulaması yapılmıştır. Kontrol grubundaki hastalara ise lazer tutulmuş fakat ışınlanmamıştır. Böylelikle düşük doz lazer tedavisinin plasebo etkilerini de incelemeyi amaçlamışlardır. Bu çalışmada lazer uygulaması ameliyattan hemen sonra, 24.saat, 48.saat ve 72.saatlerde yapılmıştır. Ödem değerlendirilmesi amacıyla rehber noktalar arası ölçüm methodu ve stereofotogrametri yöntemleri kullanılmış ve bu iki yöntem arasındaki korelasyon da değerlendirilmiştir. Ödem ölçümleri için tragus ön kenarı, ağız köşesi, göz dış kantus, mandibula köşesi rehber noktalar olarak alınmıştır. Ölçülen mesafelerin ortalamasından bir değer elde edilip bu değerlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Ödem değerleri hem rehber noktalar arası ölçüm yönteminde hem de stereofotogrametri yönteminde lazer grubunda daha az bulunsa da gruplar arası istatistiksel bir fark bulunamamıştır. Ağız açıklığı değerleri de benzer şekilde lazer grubunda daha yüksek olsa da gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. VAS skoru ile ölçülen ağrı skorlarında ise ameliyat sonrası ilk 4 saatte lazer grubunun skorları anlamlı derecede daha düşüktür. Diğer zamanlarda ise lazer grubunun ağrı skorları daha düşük olsa da istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur. Çalışmada rehber noktalar arası ölçüm yöntemi ile stereofotogrametri yöntemi arasında tüm zamanlarda yüksek korelasyon bulunmuştur (167). Bizim çalışmamızda bu çalışma ile aynı lazer cihazı kullanılmış olup, ödem, ağrı ve ağız açıklığı değerlendire yöntemleri aynıdır. Ancak ödem, ağrı ve ağız açıklığı için yapılan ölçüm günleri farklılık göstermektedir. Çalışmamızda bu çalışmanın bulgularıyla paralellik gösterecek şekilde ödem değerlerinde gruplar arası anlamlı fark bulunamamıştır. Çalışmamızın ağız açıklığı değerlerinde 30.gün ve 6.aylarda anlamlı fark bulunurken bu çalışmada ağız açıklığı değerlerinde gruplar arası anlamlı fark yoktur. Ağız açıklığı ölçüm günleri iki çalışmada farklılık göstermektedir. Sönmez ve arkadaşları ağız açıklığını ameliyat öncesi, 1.gün, 2.gün ve 5.gün değerlendirirken bizim çalışmamızda ameliyat sonrası 2.gün, 7.gün, 15.gün, 30.gün ve 6.ayda değerlendirme yapılmıştır. Bu çalışmada bizim çalışmamızla farklılık gösterecek şekilde VAS

skorlarında anlamlı fark bulunmuştur. Ancak ağrı değerlendirmesi ameliyat sonrasındaki ilk gün her saat yapılmış ayrıca 2.gün, 3.gün, 4.gün ve 5.gün değerlendirmeler yapılmıştır. Bulgular arasındaki farklar cerrahi işlem farklılıklarından ve ölçüm sıklıklarından kaynaklı olabilir. SARME ameliyatı bimaxiller ortognatik cerrahiye oranla daha düşük doku travması yaratır ve bun bağlı postoperatif dönem sonuçları daha olumlu olur. Bu ameliyat farkı bulgulara yansımış olabileceğini düşünmekteyiz. Lazer uygulama zamanları benzer olsa da bizim çalışmamızda ek olarak 7.gün de uygulama yapılmıştır. Ayrıca bu çalışmada sadece ekstraoral olarak uygulama yapılmış olup bizim çalışmamızda hem intraoral hem ekstraoral lazer uygulaması yapılmıştır. Lazer uygulama dozları da çalışmamızla farklılık göstermektedir. Bu çalışmada ağrı değerlerinin ameliyat sonrası ilk gün çalışmamıza oranla daha sık aralıklarla ölçülmesi anlamlı fark yaratmış olabilir. Tüm bu farklılıklar doğrultusunda bulgular arası ilişkiler olabilir. Çalışmamızda rehber noktalar arası ölçüm yöntemi ve stereofotogrametri yöntemi arasında bulunan yüksek korelasyon bu çalışmayla paralellik göstermektedir.

Çalışmamızdaki bulgulara bakacak olursak, ağrı ile ilgili bulgularda gruplar arası anlamlı fark bulunamamış olsa da tüm zamanlarda lazer grubundaki hastalarda daha düşük VAS skorları görülmüştür. 24.saatteki VAS skoru gruplar arasındaki farkın en fazla olduğu zaman dilimidir. Ortognatik cerrahi sonrası ağrının erken postoperatif dönemde en yüksek değerine ulaştığı düşünülecek olursa bu gruplar arası bu zaman dilimindeki değer farkı daha büyük öneme sahiptir. 24.saatteki VAS skorlarının lazer grubunda ortalama değeri 4.13 ± 2.07 iken kontrol grubunda 5.47 ± 2.42 'dir. Ağrı değerlerinin zaman içinde gösterdiği düşüş her iki grupta da anlamlıdır. Lazer grubunda 15.günde 0 değerine ulaşılmışken, kontrol grubunda 15.günde hala 0 değerine ulaşılammıştır. Bu sonuçlar bize düşük düzeyli lazer terapisinin iyileşme sürecini hızlandırdığını ve ağrı değerlerini iyileştirdiğini göstermiştir.

Lazer ve kontrol gruplarının ağız açıklığı değerlerine bakıldığında zamanla progresif bir artış göstermiştir ve bu yükseliş her iki grup içinde anlamlıdır. Gruplar arası farklara bakıldığında lazer grubunda 30.günde ve 6.ayda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Diğer zaman dilimlerinde de lazer grubunun ağız açıklığı değerleri kontrol grubundan daha iyi bulunmuştur. Ortognatik cerrahi sonrası ödem

ve trismus 24.-72.saatler arası maksimum düzeye ulaşip sonrasında azalmaktadır. 30.günde ve 6.ayda bulunan anlamlı farklar düşük doz lazer tedavisinin uzun dönemde daha iyi postoperatif sonuçlarla daha hızlı iyi sonuçlara ulaşılabilceğini düşündürmektedir.

Çalışmamızın ödem bulgularında ise her iki ödem ölçüm yönteminde de lazer grubunda kontrol grubuna kıyasla daha düşük değerler gözlenmiştir ancak gruplar arası istatistiksel fark yoktur. Yalnızca rehber noktalar arası ölçüm methodunda 3.gündeki gonion-lateral kantus ölçümünde gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür. Ortognatik cerrahi sonrası ödemin 24.-72.saatlerde maksimum değere ulaştığı ve bimaxiller ortognatik cerrahi sonucu orta ve alt yüz bölgesinde önemli derecede ödem görüldüğü düşünüldüğünde, gonion-lateral kantus ölçümü bu bölgeye ait dikey bir ölçüm olduğu için anlamlı fark çıkması önemlidir. Ödem değerinin maksimuma ulaştığı günde dikey ölçüm değerinde gruplar arasında anlamlı fark çıkması düşük düzeyli lazer tedavisinin ödem üzerindeki pozitif etkisini gösterir. Düşük düzeyli lazer uygulamasının katabolik steroidlerle beraber uygulandığında lazerin etkinliğinde düşüş olabileceğine dair bazı çalışmalar mevcuttur. Çalışmamızdaki tüm hastalara intraoperatif dönemde yüksek doz katabolik steroid verildiği düşünüldüğünde, ödem bulgularında istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmamasının sebeplerinden birinin olabileceği de düşünülmektedir. Ancak düşük düzeyli lazer tedavisi doz bağımlı doku cevabı içerdiğinden daha fazla seans sayısı ve uygulama noktaları ile yapılan, daha geniş çalışma gruplarında yapılmış daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Postoperatif ödem bakımından hem rehber noktalar arası ölçüm yönteminde hem de 3dMD yöntemiyle lineer ölçüm methoduyla ölçülen yöntemde lazer grubu ölçümleri kontrol grubu ölçümlerinden düşük bulunmuştur. Yüzdeki rehber noktaların işaretlenerek aralarındaki mesafenin ölçülmesi hem kolay ve tekrarlanabilir olması hem de düşük maliyetli olması bakımından avantajlı bir yöntemdir. Stereofotogrametri ile üç boyutlu değerlendirme ise tıp ve diş hekimliğinde son dönemde oldukça sık kullanılmaya başlanmıştır. Stereofotogrametri tekniği ile yüz ödeminin ölçümünde nümerik değerler ve daha az hata payı ile gerçeğe çok yakın ölçümler yapıldığı düşünülmektedir. Çalışmamızın bir diğer amacı da ödem ölçmek için kullanılan rehber noktalar arasındaki mesafe

ölçümü tekniği ile stereofotogrametri arasındaki korelasyonun değerlendirilmesidir. Çalışmamızın sonuçlarına baktığımızda tüm ölçüm zamanlarında iki ölçüm tekniği arasında orta dereceden yüksek dereceye korelasyon bulunmuştur. Her iki ölçüm tekniğinde de gruplar arası farklar istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. İki ölçüm tekniği arasında yüksek derece korelasyon bulunması iki ödem ölçüm tekniği arasında yüksek tutarlılık olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda bu rehber noktalar arası mesafenin ölçümü ile yapılan tekniğin ödemi değerlendirmek için etkili, kolay tekrarlanabilir, uygulaması kolay ve güvenilir bir yöntem olduğunu göstermiştir. Ancak bu konuda daha geniş çalışma grupları ile yapılmış ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.



6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ortognatik cerrahi (Le Fort I ve bilateral sagittal split ramus osteotomisi) geçiren hastalardan lazer uygulanan gruba, 940 nm dalga boyuna sahip InGaAsP semikondüktör diod lazer ile intraoral olarak insizyon hatları üzerinde seçilen toplamda 16 noktaya 100 mW çıkış gücünde her noktaya 30 saniye, ekstraoral olarak 4 W çıkış gücünde tragus-labial komissura arası alana her bir tarafa 120 saniye düşük doz lazer uygulaması yapılmıştır. Düşük doz lazer ile biyostimülasyon uygulaması derin doku başlığıyla dokudan 15 mm uzaklıkta olacak şekilde yapılmıştır.

- 1- Her iki ödem ölçüm methodunda da lazer uygulanan grubun ödem değerleri kontrol grubunun ödem değerlerinden tüm zamanlarda daha düşüktür.
- 2- Rehber noktalar arası mesafenin ölçüm yöntemiyle bakılan ödem değerinde Gonion-lateral kantus ölçümünde 3.günde gruplar arası anlamlı fark vardır. Bu değer hariç diğer ödem değerlerinde gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.
- 3- Tüm ödem ölçümlerinde en yüksek değer 3.gün(T1) zamanında görülürken her iki grupta da zamanla progresif bir düşüş vardır. Ödem ölçümleri 15.gün(T3) ile 6.ay(T4) zamanlarında birbirine çok yakındır.
- 4- Ağrı skorları lazer uygulanan grupta kontrol grubuna göre tüm zamanlarda daha düşüktür ancak gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.
- 5- Lazer uygulanan grup ağrı skorlarında 15.günde 0 değerine ulaşırken kontrol grubunda 15.günde henüz 0 değerine ulaşamamıştır.
- 6- Ağız açıklığı bakımından 30.gün ve 6.ayda gruplar arası istatistiksel olarak fark vardır.
- 7- Düşük doz lazer biyostimülasyonun ortognatik cerrahi sonrası sonuçları iyileştirdiği ve postoperatif dönemde hasta konforunu arttırdığı görülmüştür.

- 8- Stereofotogrametri ve rehber noktalar arası mesafenin ölçümü ile elde edilen veriler arasında tüm zamanlarda ve tüm mesafelerde istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur. İki ölçüm yöntemi arasında yüksek korelasyon bulunmuştur. Bu bulgu yüz ödeminin belirlenmesinde rehber noktalar arası ölçüm yönteminin daha ucuz, tekrarlanabilir ve kolay olmasının yanı sıra güvenli bir yöntem olduğunu göstermektedir.
- 9- Lazer uygulama parametrelerinin belirlenebilmesi için daha hassas ölçüm methodları ve daha sık ölçüm aralıkları ile, farklı dozlarda, dalga boyunda, çıkış gücünde lazerler ve daha geniş çalışma grupları ile yapılmış ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

1. Naini FB, Gill DS. Orthognathic Surgery: Principles, Planning and Practice. John Wiley & Sons; 2017. 930 s.
2. Zaroni FM, Cavalcante RC, João da Costa D, Kluppel LE, Scariot R, Rebellato NLB. Complications associated with orthognathic surgery: A retrospective study of 485 cases. J Cranio-Maxillofac Surg. 01 Aralık 2019;47(12):1855-60.
3. Bell WH. Le Forte I osteotomy for correction of maxillary deformities. J Oral Surg Am Dent Assoc. 01 Haziran 1975;33(6):412-26.
4. Trauner R, Obwegeser H. The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty: Part I. Surgical procedures to correct mandibular prognathism and reshaping of the chin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 01 Temmuz 1957;10(7):677-89.
5. DAL PONT G. [Retro-molar osteotomy for correction of prognathism]. Minerva Chir. 01 Eylül 1959;14:1138-41.
6. E HE. A modified intraoral sagittal splitting technic for correction of mandibular prognathism. J Oral Surg. 1968;26:249-52.
7. Epker BN. Modifications in the sagittal osteotomy of the mandible. J Oral Surg Am Dent Assoc 1965. Şubat 1977;35(2):157-9.
8. Huffman GG. Use of methylprednisolone sodium succinate to reduce postoperative edema after removal of impacted third molars. J Oral Surg Am Dent Assoc 1965. Mart 1977;35(3):198-9.
9. Messer EJ, Keller JJ. The use of intraoral dexamethasone after extraction of mandibular third molars. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. Kasım 1975;40(5):594-8.
10. Güzeldemir ME. Ağrı değerlendirme yöntemleri. Sendrom. 1995;7(6):11-21.
11. Fonseca RJ, Marciani RD, Turvey TA. Oral and maxillofacial surgery. 2nd ed. St. Louis, Mo.: Saunders/Elsevier; 2009. 3 s.
12. Nørholt SE, Aagaard E, Svensson P, Sindet-Pedersen S. Evaluation of trismus, bite force, and pressure algometry after third molar surgery: a placebo-controlled study of ibuprofen. J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg. Nisan 1998;56(4):420-7.
13. Dijkstra PU, de Bont LG, Stegenga B, Boering G. Angle of mouth opening measurement: reliability of a technique for temporomandibular joint mobility assessment. J Oral Rehabil. Nisan 1995;22(4):263-8.
14. Khan RS, Ahmed K, Blakeway E, Skapinakis P, Nihoyannopoulos L, Macleod K, vd. Catastrophizing: a predictive factor for postoperative pain. Am J Surg. Ocak 2011;201(1):122-31.
15. Amir SS, Pooya O, Zohreh D, Farnaz F. LOW LEVEL LASER THERAPY (LLLT) FOR OROFACIAL PAIN. 01 Ocak 2012;3(3):97-101.

16. Asnaashari M, Safavi N. Application of Low level Lasers in Dentistry (Endodontic). *J Lasers Med Sci*. 2013;4(2):57-66.
17. Eslamipour F, Najimi A, Tadayonfard A, Azamian Z. Impact of Orthognathic Surgery on Quality of Life in Patients with Dentofacial Deformities. *Int J Dent*. 27 Eylül 2017;2017:e4103905.
18. Reyneke JP. *Essentials of Orthognathic Surgery*. Quintessence Pub.; 2010. 272 s.
19. Zamboni R, de Moura FRR, Brew MC, Rivaldo EG, Braz MA, Grossmann E, vd. Impacts of Orthognathic Surgery on Patient Satisfaction, Overall Quality of Life, and Oral Health-Related Quality of Life: A Systematic Literature Review. *Int J Dent*. 16 Haziran 2019;2019:e2864216.
20. Hullihen SP. Case of Elongation of the under Jaw and Distortion of the Face and Neck, Caused by a Burn, Successfully Treated. *Am J Dent Sci*. Ocak 1849;9(2):157-65.
21. Talbot Eugene S. Double Resection of the Lower Maxilla. *The International Dental Journal*, 1898, 19.10: 640.
22. Vp B. Operations on the jaw bone and face. *Surg Gynecol Obstet*. 1907;4:67-78.
23. Bloomquist D, Lee JJ. Principles of mandibular orthognathic surgery. *Petersons Princ Oral Maxillofac Surg*. 01 Ocak 2004;1135-78.
24. Lye K. Effect of orthognathic surgery on posterior airway space (PAS). *Ann Acad Med Singapore*. 01 Eylül 2008;37:677-82.
25. Peacock, Zachary S., et al. The Habsburg Jaw—Re-examined. *American Journal of Medical Genetics Part A*, 2014, 164.9: 2263-2269.
26. Monson LA. Bilateral sagittal split osteotomy. *Semin Plast Surg*. Ağustos 2013;27(3):145-8.
27. Haggerty CJ, Laughlin RM. *Atlas of Operative Oral and Maxillofacial Surgery*. John Wiley & Sons; 2015. 576 s.
28. Reyneke JP, Ferretti C. The Bilateral Sagittal Split Mandibular Ramus Osteotomy. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 01 Mart 2016;24(1):27-36.
29. Moorhead A, Winters R, Serra M. Le Fort Osteotomy. İçinde: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [a.yer 20 Kasım 2024].
30. Sakharina A, Muthusekar MR. A comparative assessment of maxillary perfusion between two different Le Fort I osteotomy techniques. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 01 Mart 2015;44(3):343-8.
31. Fonseca RJ. *Oral and Maxillofacial Surgery*. Saunders/Elsevier; 2009. 1168 s.
32. Bagheri SC, Bell B, Khan HA. *Current therapy in oral and maxillofacial surgery*. Elsevier Health Sciences; 2011.

33. Buchanan EP, Hyman CH. LeFort I Osteotomy. *Semin Plast Surg.* Ağustos 2013;27(3):149-54.
34. Harris M, Hunt N. *Fundamentals of Orthognathic Surgery.* Imperial College Press; 2008. 505 s.
35. Kim YK. Complications associated with orthognathic surgery. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* Şubat 2017;43(1):3-15.
36. Piñeiro-Aguilar A, Somoza-Martín M, Gandara-Rey JM, García-García A. Blood loss in orthognathic surgery: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* Mart 2011;69(3):885-92.
37. Steenen SA, Becking AG. Bad splits in bilateral sagittal split osteotomy: systematic review of fracture patterns. *Int J Oral Maxillofac Surg.* Temmuz 2016;45(7):887-97.
38. Patterson AL, Bagby SK. Posterior vertical body osteotomy (PVBO): a predictable rescue procedure for proximal segment fracture during sagittal split ramus osteotomy of the mandible. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* Nisan 1999;57(4):475-7.
39. Precious DS, Lung KE, Pynn BR, Goodday RH. Presence of impacted teeth as a determining factor of unfavorable splits in 1256 sagittal-split osteotomies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* Nisan 1998;85(4):362-5.
40. Reyneke JP, Tsakiris P, Becker P. Age as a factor in the complication rate after removal of unerupted/impacted third molars at the time of mandibular sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* Haziran 2002;60(6):654-9.
41. Al-Din OF, Coghlan KM, Magennis P. Sensory nerve disturbance following Le Fort I osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* Şubat 1996;25(1):13-9.
42. Yang HJ, Hwang SJ. Contributing factors to intraoperative clockwise rotation of the proximal segment as a relapse factor after mandibular setback with sagittal split ramus osteotomy. *J Cranio-Maxillo-fac Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-fac Surg.* Haziran 2014;42(4):e57-63.
43. Jung HD, Kim SY, Park HS, Jung YS. Orthognathic surgery and temporomandibular joint symptoms. *Maxillofac Plast Reconstr Surg.* Aralık 2015;37(1):14.
44. Kim YK, Yun PY, Ahn JY, Kim JW, Kim SG. Changes in the temporomandibular joint disc position after orthognathic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* Temmuz 2009;108(1):15-21.
45. Macintyre PE, Schug SA, Scott DA, Visser EJ, Walker SM. *Acute pain management: scientific evidence.* 3rd ed. Melbourne: Australian and New Zealand College of Anaesthetists; 2010.
46. Anwar K. Pathophysiology of pain. *Dis-Mon DM.* Eylül 2016;62(9):324-9.
47. Lovich-Sapola J, Smith CE, Brandt CP. Postoperative pain control. *Surg Clin North Am.* Nisan 2015;95(2):301-18.

48. Gollan JL, Bulkley GB, Diehl AM, Elta GH, Ganey JB, Kaplowitz N, et al. Gallstones and laparoscopic cholecystectomy. *JAMA*. 1993;269(8):1018–24.
49. Huskisson EC. Measurement of pain. *Lancet Lond Engl*. 09 Kasım 1974;2(7889):1127-31.
50. Hawksley H. Pain assessment using a visual analogue scale. *Prof Nurse Lond Engl*. Haziran 2000;15(9):593-7.
51. Varghese KG. A practical guide to the management of impacted teeth. 1st ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers;2010.
52. López-Ramírez M, Vílchez-Pérez MA, Gargallo-Albiol J, Arnabat-Domínguez J, Gay-Escoda C. Efficacy of low-level laser therapy in the management of pain, facial swelling, and postoperative trismus after a lower third molar extraction. A preliminary study. *Lasers Med Sci*. Mayıs 2012;27(3):559-66.
53. Yuasa H, Sugiura M. Clinical postoperative findings after removal of impacted mandibular third molars: prediction of postoperative facial swelling and pain based on preoperative variables. *Br J Oral Maxillofac Surg*. Haziran 2004;42(3):209-14.
54. Tzou CHJ, Frey M. Evolution of 3D surface imaging systems in facial plastic surgery. *Facial Plast Surg Clin N Am*. Kasım 2011;19(4):591-602, vii.
55. López Carriches C, Martínez González JM, Donado Rodríguez M. The use of methylprednisolone versus diclofenac in the treatment of inflammation and trismus after surgical removal of lower third molars. *Med Oral Patol Oral Cirugia Bucal*. 01 Ağustos 2006;11(5):E440-445.
56. Erdem Z.O. Gömülü mandibular 3. büyük azı cerrahisinde metilprednizolon sodyum süksinat ve metilprednizolon sodyum süksinat +lidokain biyoadezif tabletlerin postoperatif komplikasyonlar üzerindeki etkisinin klinik, laboratuvar ve ultrasonografik incelenmesi [Doktora tezi]. [Ankara]: H.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2000.
57. Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I. Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontol* 2000. 2004;36:59-97.
58. Mercer C. Lasers in dentistry: a review. Part 1. *Dent Update*. Mart 1996;23(2):74-80.
59. Daniell MD, Hill JS. A history of photodynamic therapy. *Aust N Z J Surg*. Mayıs 1991;61(5):340-8.
60. Wheeland RG. History of lasers in dermatology. *Clin Dermatol*. 1995;13(1):3-10.
61. Kalka K, Merk H, Mukhtar H. Photodynamic therapy in dermatology. *J Am Acad Dermatol*. Mart 2000;42(3):389-413; quiz 414-6.
62. Newton I. Opticks: or, a treatise of the reflections, refractions, inflexions and colours of light: also two treatises of the species and magnitude of curvilinear figures. London: Sam. Smith and Benj. Walford; 1704.

63. Hooke R. Micrographia: or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses. With observations and inquiries thereupon. London: Jo. Martyn; 2014.
64. Torretti R. The Philosophy of Physics. Cambridge University Press; 1999. 532 s.
65. Einstein A. Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt. 1905 .
66. Hecht J. Laser Pioneers. Elsevier Science; 1992. 322 s.
67. Javan A, Bennett WR, Herriott DR. Population Inversion and Continuous Optical Maser Oscillation in a Gas Discharge Containing a He-Ne Mixture. Phys Rev Lett. 01 Şubat 1961;6(3):106-10.
68. Patel CKN. Continuous-Wave Laser Action on Vibrational-Rotational Transitions of $\text{C}\{\mathrm{O}\}_{2}$. Phys Rev. 30 Kasım 1964;136(5A):A1187-93.
69. Sonntag KD, Klitzman B, Burkes EJ, Hoke J, Moshonov J. Pulpal response to cavity preparation with the Er:YAG and Mark III free electron lasers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. Haziran 1996;81(6):695-702.
70. Tanaka H. [Effect of ruby-laser irradiation on gingiva (author's transl)]. Shigaku Odontol J Nihon Dent Coll. Ekim 1975;63(4):355-64.
71. Kamami YV. Outpatient treatment of sleep apnea syndrome with CO₂ laser, LAUP: laser-assisted UPPP results on 46 patients. J Clin Laser Med Surg. Ağustos 1994;12(4):215-9.
72. Myers TD. The future of lasers in dentistry. Dent Clin North Am. Ekim 2000;44(4):971-80.
73. Moseley CF. Leg lengthening: the historical perspective. Orthop Clin North Am. Ekim 1991;22(4):555-61.
74. Gupta S, Kumar S. Lasers in dentistry—an overview. Trends Biomater Artif Organs. 2011;25(3).
75. Sulieman M. An overview of the use of lasers in general dental practice: 1. Laser physics and tissue interactions. Dent Update. Mayıs 2005;32(4):228-30, 233-4, 236.
76. Carroll L, Humphreys TR. LASER-tissue interactions. Clin Dermatol. 2006;24(1):2-7.
77. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. Dent Clin North Am. Ekim 2004;48(4):751-70, v.
78. Gounder R, Gounder S. Laser Science and its Applications in Prosthetic Rehabilitation. J Lasers Med Sci. 2016;7(4):209-13.
79. Mishra MB, Mishra S. Lasers and its clinical applications in dentistry. Int J Dent Clin. 2011;3(4):35–39.
80. Pick RM. Using lasers in clinical dental practice. J Am Dent Assoc 1939. Şubat 1993;124(2):37-34.

81. Wyman A, Duffy S, Sweetland HM, Sharp F, Rogers K. Preliminary evaluation of a new high power diode laser. *Lasers Surg Med.* 1992;12(5):506-9.
82. Fujii T, Baehni PC, Kawai O, Kawakami T, Matsuda K, Kowashi Y. Scanning electron microscopic study of the effects of Er:YAG laser on root cementum. *J Periodontol.* Kasım 1998;69(11):1283-90.
83. Rydén H, Bjelkhagen H, Söder PO. The use of laser beams for measuring tooth mobility and tooth movements. *J Periodontol.* Temmuz 1975;46(7):421-5.
84. Convissar RA. Principles and practice of laser dentistry. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier; 2023. 480 p.
85. Pogrel MA, Muff DF, Marshall GW. Structural changes in dental enamel induced by high energy continuous wave carbon dioxide laser. *Lasers Surg Med.* 1993;13(1):89-96.
86. Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Kimura Y, Matsumoto N, Matsumoto K. Effects of Er,Cr:YSGG laser irradiation in human enamel and dentin: ablation and morphological studies. *J Clin Laser Med Surg.* 1999;17(4):155-9.
87. Khalighi HR, Mortazavi H, Mojahedi SM, Azari-Marhaba S, Moradi Abbasabadi F. Low Level Laser Therapy Versus Pharmacotherapy in Improving Myofascial Pain Disorder Syndrome. *J Lasers Med Sci.* 2016;7(1):45-50.
88. El-Housseiny AA, Jamjoum H. Evaluation of visual, explorer, and a laser device for detection of early occlusal caries. *J Clin Pediatr Dent.* 2001;26(1):41-8.
89. Tam LE, McComb D. Diagnosis of occlusal caries: Part II. Recent diagnostic technologies. *J Can Dent Assoc.* Eylül 2001;67(8):459-63.
90. Lussi A, Megert B, Longbottom C, Reich E, Francescut P. Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *Eur J Oral Sci.* Şubat 2001;109(1):14-9.
91. Glockner K, Rumpler J, Ebeleseder K, Städtler P. Intrapulpal temperature during preparation with the Er:YAG laser compared to the conventional burr: an in vitro study. *J Clin Laser Med Surg.* Haziran 1998;16(3):153-7.
92. Louw NP, Pameijer CH, Ackermann WD, Ertl T, Cappius HJ, Norval G. Pulp histology after Er:YAG laser cavity preparation in subhuman primates--a pilot study. *SADJ J South Afr Dent Assoc Tydskr Van Suid-Afr Tandheelkd Ver.* Ağustos 2002;57(8):313-7.
93. Walsh LJ. The current status of laser applications in dentistry. *Aust Dent J.* Eylül 2003;48(3):146-55; quiz 198.
94. De Moor RJG, Verheyen J, Diachuk A, Verheyen P, Meire MA, De Coster PJ, vd. Insight in the chemistry of laser-activated dental bleaching. *ScientificWorldJournal.* 2015;2015:650492.
95. Strauss RA, Fallon SD. Lasers in contemporary oral and maxillofacial surgery. *Dent Clin North Am.* Ekim 2004;48(4):861-88, vi.

96. Pick RM, Pecaro BC. Use of the CO₂ laser in soft tissue dental surgery. *Lasers Surg Med.* 1987;7(2):207-13.
97. BDS CRRI, Department of Oral Medicine, Saveetha Dental College, India, Abraham RJ, Lankupalli AS. Laser Management Of Introral Soft Tissue Lesions – A Review Of Literature. *IOSR J Dent Med Sci.* 2014;13(1):59-64.
98. Dougherty TJ. An update on photodynamic therapy applications. *J Clin Laser Med Surg.* Şubat 2002;20(1):3-7.
99. Mester E, Mester AF, Mester A. The biomedical effects of laser application. *Lasers Surg Med.* 1985;5(1):31-9.
100. Bernardi S, Zeka K, Continenza MA. Application of Low Level Laser Therapy in Dentistry: Laser Biostimulation. *JSM Oro Facial Surgeries.* 16 Haziran 2016;1(1):1-5.
101. Brignardello-Petersen R, Carrasco-Labra A, Araya I, Yanine N, Beyene J, Shah PS. Is adjuvant laser therapy effective for preventing pain, swelling, and trismus after surgical removal of impacted mandibular third molars? A systematic review and meta-analysis. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* Ağustos 2012;70(8):1789-801.
102. Hamblin MR. Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation. *AIMS Biophys.* 2017;4(3):337-61.
103. Derr VE, Fine S. Free radical occurrence in some laser-irradiated biologic materials. *Fed Proc.* 1965 Jan-Feb;24:SUPPL 14:99+.
104. Karu T. Primary and secondary mechanisms of action of visible to near-IR radiation on cells. *J Photochem Photobiol B.* Mart 1999;49(1):1-17.
105. Young S, Bolton P, Dyson M, Harvey W, Diamantopoulos C. Macrophage responsiveness to light therapy. *Lasers Surg Med.* 1989;9(5):497-505.
106. AlGhamdi KM, Kumar A, Moussa NA. Low-level laser therapy: a useful technique for enhancing the proliferation of various cultured cells. *Lasers Med Sci.* Ocak 2012;27(1):237-49.
107. Mester E, Szende B, Gärtner P. [The effect of laser beams on the growth of hair in mice]. *Radiobiol Radiother (Berl).* 01 Ocak 1968;9(5):621-6.
108. Duan R, Liu TC, Li Y, Guo H, Yao LB. Signal transduction pathways involved in low intensity He-Ne laser-induced respiratory burst in bovine neutrophils: a potential mechanism of low intensity laser biostimulation. *Lasers Surg Med.* 2001;29(2):174-8.
109. Huang L, Wu S, Xing D. High fluence low-power laser irradiation induces apoptosis via inactivation of Akt/GSK3 β signaling pathway. *J Cell Physiol.* Mart 2011;226(3):588-601.
110. Lavi R, Shainberg A, Friedmann H, Shneyvays V, Rickover O, Eichler M, vd. Low energy visible light induces reactive oxygen species generation and stimulates an increase of intracellular calcium concentration in cardiac cells. *J Biol Chem.* 17 Ekim 2003;278(42):40917-22.

111. Tominaga R. [Effects of He-Ne laser irradiation on fibroblasts derived from scar tissue of rat palatal mucosa]. *Kokubyo Gakkai Zasshi*. Aralık 1990;57(4):580-94.
112. Loevschall H, Arenholt-Bindslev D. Effect of low level diode laser irradiation of human oral mucosa fibroblasts in vitro. *Lasers Surg Med*. 1994;14(4):347-54.
113. Prokhonchukov AA. [30 years of experience in using lasers in dentistry]. *Stomatologiya (Sofiya)*. 1995;74(4):68-73.
114. Lubart R, Wollman Y, Friedmann H, Rochkind S, Laulicht I. Effects of visible and near-infrared lasers on cell cultures. *J Photochem Photobiol B*. 28 Şubat 1992;12(3):305-10.
115. Pourreau-Schneider N, Ahmed A, Soudry M, Jacquemier J, Kopp F, Franquin JC, vd. Helium-neon laser treatment transforms fibroblasts into myofibroblasts. *Am J Pathol*. Temmuz 1990;137(1):171-8.
116. Rajaratnam S, Bolton P, Dyson M. Macrophage Responsiveness to Laser Therapy with Varying Pulsing Frequencies. *Laser Ther*. 1994;6(2):107-12.
117. Smol'yaninova NK, Karu TI, Fedoseeva GE, Zelenin AV. Effects of He-Ne laser irradiation on chromatin properties and synthesis of nucleic acids in human peripheral blood lymphocytes. *Biomed Sci*. 1991;2(2):121-6.
118. Burgudzhieva T, Enchev V, Bradinski A. [Comparative histological and light-microscopic cytomorphometric studies of the tissue repair processes in postoperative wound complications treated locally with helium-neon laser radiation or a proteolytic enzyme]. *Akush Ginekologiya (Sofiya)*. 1990;29(6):49-53.
119. Haas AF, Isseroff RR, Wheeland RG, Rood PA, Graves PJ. Low-energy helium-neon laser irradiation increases the motility of cultured human keratinocytes. *J Invest Dermatol*. Haziran 1990;94(6):822-6.
120. Takeda Y. Irradiation effect of low-energy laser on alveolar bone after tooth extraction. Experimental study in rats. *Int J Oral Maxillofac Surg*. Aralık 1988;17(6):388-91.
121. Saygun I, Nizam N, Ural AU, Serdar MA, Avcu F, Tözüm TF. Low-level laser irradiation affects the release of basic fibroblast growth factor (bFGF), insulin-like growth factor-I (IGF-I), and receptor of IGF-I (IGFBP3) from osteoblasts. *Photomed Laser Surg*. Mart 2012;30(3):149-54.
122. Hall G, Anneroth G, Schennings T, Zetterqvist L, Rydén H. Effect of low level energy laser irradiation on wound healing. An experimental study in rats. *Swed Dent J*. 1994;18(1-2):29-34.
123. Efendiev AI, Tolstykh PI, Dadashev AI, Azimov SA. [Increasing the scar strength after preventive skin irradiation with low-intensity laser]. *Klin Khirurgiya*. 1992;(1):23-5.
124. Tolstykh PI, Gertsen AV, Eliseenko VI, Sarasek IK. [Stimulation of the healing of aseptic wounds using laser irradiation]. *Khirurgiya (Sofiya)*. Temmuz 1991;(7):36-40.

125. Bisht D, Gupta SC, Misra V, Mital VP, Sharma P. Effect of low intensity laser radiation on healing of open skin wounds in rats. *Indian J Med Res.* Temmuz 1994;100:43-6.
126. Chentsova OB, Prokof'eva GL, Mozherenkov VP, Kharchenko LN, Balarev AI, Sergushev SG. [Low-intensity helium-neon laser irradiation in multimodal treatment of corneal injuries]. *Vestn Oftalmol.* 1991;107(6):23-6.
127. Ribeiro DA, Matsumoto MA. Low-level laser therapy improves bone repair in rats treated with anti-inflammatory drugs. *J Oral Rehabil.* Aralık 2008;35(12):925-33.
128. Mester AF, Snow JB, Shaman P. Photochemical effects of laser irradiation on neuritic outgrowth of olfactory neuroepithelial explants. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg.* Eylül 1991;105(3):449-56.
129. Solomon A, Lavie V, Ben-Bassat S, Belkin M, Schwartz M. New surgical approach to overcome the inability of injured mammalian axons to grow within their environment. *J Neural Transplant Plast.* 1991;2(3-4):243-8.
130. Khullar SM, Brodin P, Barkvoll P, Haanaes HR. Preliminary study of low-level laser for treatment of long-standing sensory aberrations in the inferior alveolar nerve. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* Ocak 1996;54(1):2-7; discussion 7-8.
131. Bjordal JM, Johnson MI, Iversen V, Aimbire F, Lopes-Martins RAB. Low-level laser therapy in acute pain: a systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials. *Photomed Laser Surg.* Nisan 2006;24(2):158-68.
132. Sato T, Kawatani M, Takeshige C, Matsumoto I. Ga-Al-As laser irradiation inhibits neuronal activity associated with inflammation. *Acupunct Electrother Res.* 1994;19(2-3):141-51.
133. Tsuchiya K, Kawatani M, Takeshige C, Matsumoto I. Laser irradiation abates neuronal responses to nociceptive stimulation of rat-paw skin. *Brain Res Bull.* 1994;34(4):369-74.
134. Chow RT, David MA, Armati PJ. 830 nm laser irradiation induces varicosity formation, reduces mitochondrial membrane potential and blocks fast axonal flow in small and medium diameter rat dorsal root ganglion neurons: implications for the analgesic effects of 830 nm laser. *J Peripher Nerv Syst JPNS.* Mart 2007;12(1):28-39.
135. Cury V, Moretti AIS, Assis L, Bossini P, Crusca J de S, Neto CB, vd. Low level laser therapy increases angiogenesis in a model of ischemic skin flap in rats mediated by VEGF, HIF-1 α and MMP-2. *J Photochem Photobiol B.* 05 Ağustos 2013;125:164-70.
136. Gal D, Chokshi SK, Mosseri M, Clarke RH, Isner JM. Percutaneous delivery of low-level laser energy reverses histamine-induced spasm in atherosclerotic Yucatan microswine. *Circulation.* Şubat 1992;85(2):756-68.

137. Lim W, Lee S, Kim I, Chung M, Kim M, Lim H, vd. The anti-inflammatory mechanism of 635 nm light-emitting-diode irradiation compared with existing COX inhibitors. *Lasers Surg Med.* Ağustos 2007;39(7):614-21.
138. Aimbire F, Albertine R, de Magalhães RG, Lopes-Martins R a. B, Castro-Faria-Neto HC, Zângaro RA, vd. Effect of LLLT Ga-Al-As (685 nm) on LPS-induced inflammation of the airway and lung in the rat. *Lasers Med Sci.* 2005;20(1):11-20.
139. Reis SRA, Medrado AP, Marchionni AMT, Figueira C, Fracassi LD, Knop LAH. Effect of 670-nm laser therapy and dexamethasone on tissue repair: a histological and ultrastructural study. *Photomed Laser Surg.* Ağustos 2008;26(4):307-13.
140. Bjordal JM, Ljunggren AE, Klovning A, Slørdal L. NSAIDs, including coxibs, probably do more harm than good, and paracetamol is ineffective for hip OA. *Ann Rheum Dis.* Nisan 2005;64(4):655-6 .
141. Sun G, Tunér J. Low-level laser therapy in dentistry. *Dent Clin.* 01 Ekim 2004;48(4):1061-76.
142. Convissar RA. Principles and practice of laser dentistry. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier; 2016.
143. Mendez TMTV, Pinheiro ALB, Pacheco MTT, Nascimento PM, Ramalho LMP. Dose and wavelength of laser light have influence on the repair of cutaneous wounds. *J Clin Laser Med Surg.* Şubat 2004;22(1):19-25.
144. Hernandez SC, Hofer TD, Carrasco EC, Martinez CP. Epidemiological study of patients with Dentofacial deformities treated at San Borja Arriaran Clinical Hospital, Santiago of Chile. *J Oral Maxillofac Surg.* 01 Eylül 2014;72(9):e138.
145. van der Vlis M, Dentino KM, Vervloet B, Padwa BL. Postoperative swelling after orthognathic surgery: a prospective volumetric analysis. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* Kasım 2014;72(11):2241-7.
146. Sadighi A, Momeni H, Shirani AM. Effect of Low-Level LASER Therapy on Wound Recovery and Sequelae After Orthognathic Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Dent Hypotheses.* Eylül 2019;10(3):58.
147. Eshghpour M, Shaban B, Ahrari F, Erfanian M, Shadkam E. Is Low-Level Laser Therapy Effective for Treatment of Neurosensory Deficits Arising From Sagittal Split Ramus Osteotomy? *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* Ekim 2017;75(10):2085-90.
148. Buysse Temprano AV. Laser therapy for neurosensory recovery after sagittal split ramus osteotomy. *Sociedad Española de Cirugía Oral y Maxilofacial y de Cabeza y Cuello;* 2017.
149. Meneses-Santos D, Costa MDMA, Inocêncio GSG, Almeida AC, Vieira WA, Lima IFP, vd. Effects of low-level laser therapy on reducing pain, edema, and trismus after orthognathic surgery: a systematic review. *Lasers Med Sci.* Nisan 2022;37(3):1471-85.

150. Tedford CE, DeLapp S, Jacques S, Anders J. Quantitative analysis of transcranial and intraparenchymal light penetration in human cadaver brain tissue. *Lasers Surg Med*. Nisan 2015;47(4):312-22.
151. Barbosa LM, de Luna Gomes JM, Laureano Filho JR, do Egito Vasconcelos BC, Dantas Moraes SL, Pellizzer EP. Does the use of low-level light therapy postoperatively reduce pain, oedema, and neurosensory disorders following orthognathic surgery? A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg*. Mart 2022;51(3):355-65.
152. Mirzaei A, Saberi-Demneh A, Gutknecht N, Ramezani G. The effect of low-level laser radiation on improving inferior alveolar nerve damage after sagittal split osteotomy: a systematic review. *Lasers Med Sci*. Temmuz 2019;34(5):865-72.
153. Domínguez Camacho A, Velásquez SA, Benjumea Marulanda NJ, Moreno M. Photobiomodulation as oedema adjuvant in post-orthognathic surgery patients: A randomized clinical trial. *Int Orthod*. Mart 2020;18(1):69-78.
154. Gasperini G, Rodrigues de Siqueira IC, Rezende Costa L. Does low-level laser therapy decrease swelling and pain resulting from orthognathic surgery? *Int J Oral Maxillofac Surg*. Temmuz 2014;43(7):868-73.
155. D'ávila RP, Espínola LVP, de Freitas PM, Silva AC, Landes C, Luz JGC. Longitudinal evaluation of the effects of low-power laser phototherapy on mandibular movements, pain, and edema after orthognathic surgery. *J Cranio-Maxillo-fac Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-fac Surg*. Mayıs 2019;47(5):758-65.
156. Hamblin MR, Huang Y. *Handbook of Photomedicine*. CRC Press; 2013. 888 s.
157. D'avila RP, Espínola LVP, Bueno NP, Ferraz EP, Cerqueira Luz JG. Photobiomodulation using 940-nm laser as an adjuvant therapy on orthognathic surgery: A randomized clinical trial. *J Biophotonics*. Temmuz 2023;16(7):e202300011.
158. Fay MB, Patel MH, Doucet JC. A reliable and reproducible method for repositioning 3D images to calculate changes in facial volume after orthognathic surgery. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. Eylül 2024;125(4):101705.
159. Agren E, Arwill T. High-speed or conventional dental equipment for the removal of bone in oral surgery. 3. A histologic and microradiographic study on bone repair in the rabbit. *Acta Odontol Scand*. Ağustos 1968;26(3):223-46.
160. Holland CS. The development of a method of assessing swelling following third molar surgery. *Br J Oral Surg*. Kasım 1979;17(2):104-14.
161. Milles M, Desjardins PJ, Pawel HE. The facial plethysmograph: a new instrument to measure facial swelling volumetrically. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg*. Mayıs 1985;43(5):346-52.
162. UStün Y, Erdogan O, Esen E, Karsli ED. Comparison of the effects of 2 doses of methylprednisolone on pain, swelling, and trismus after third molar surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. Kasım 2003;96(5):535-9.

163. Reategui A, Phillips S, Dinis J, Junn A, Parsaei Y, Yang J, vd. Postoperative Edema Resolution Post-Orthognathic Triple Jaw Surgery: A Three-Dimensional Volumetric Analysis. *J Craniofac Surg*. 01 Nisan 2022;33(2):512-6.
164. Yamamoto S, Miyachi H, Fujii H, Ochiai S, Watanabe S, Shimoizato K. Intuitive Facial Imaging Method for Evaluation of Postoperative Swelling: A Combination of 3-Dimensional Computed Tomography and Laser Surface Scanning in Orthognathic Surgery. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg*. Aralık 2016;74(12):2506.e1-2506.e10.
165. Kau CH, Cronin A, Durning P, Zhurov AI, Sandham A, Richmond S. A new method for the 3D measurement of postoperative swelling following orthognathic surgery. *Orthod Craniofac Res*. Şubat 2006;9(1):31-7.
166. de Rezende RA, Silva DN, Frigo L. Effect of GaAlAs low-level laser therapy on mouth opening after orthognathic surgery. *Lasers Med Sci*. Ağustos 2018;33(6):1271-7.
167. SÖNMEZ Samed. Cerrahi Destekli Hızlı Maksiller Genişletme Ameliyatı Sonrası Biyostimülan Olarak Uygulanan Diyot Lazerin Ödem, Trismus, Ağrı Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi. [Süleyman Demirel Üniversitesi / Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Ağız, Diş, Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Ana Bilim Dalı]: Süleyman Demirel Üniversitesi; 2016.

EKLER

Ek 1. Etik Kurul Kararı



T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı

Sayı : 72867572-050.01.04- **518600**

Konu : Etik Kurul Kararı

Sayın Doç.Dr. Yavuz FINDIK
Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Isparta

Sorumlu araştırmacı olduğunuz "Ortognatik Cerrahi Hastalarında Düşük Doz Lazer Biyostimülasyonunun Ameliyat Sonrası Ağrı, Ödem ve Ağız Açıklığına Etkisinin Karşılaştırılması " isimli çalışmanızın kurulumuz tarafından uygun görüldüğüne ilişkin 12.01.2023 tarih ve 7 sayılı Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı yazımız ekinde gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof.Dr. Mekin SEZİK
Etik Kurul Başkanı

Eki :Etik Kurul Kararı (2 Sayfa)

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARAR FORMU

Araştırmanın Açık Adı Araştırmanın Protokol Kodu		Ortognatik Cerrahi Hastalarında Düşük Doz Lazer Biyostimülasyonunun Ameliyat Sonrası Ağrı, Ödem ve Ağız Açıklığına Etkisinin Karşılaştırılması (12.01.2023 tarih ve 1 /7 sayılı karar)								
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı - (2012-KAEK-38)								
	AÇIK ADRESİ	S.D.Ü. Doğu Kampüsü Tıp Fakültesi Dekanlığı Binası – ISPARTA								
	TELEFON									
	FAKS									
	FAKS									
BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Doç.Dr. Yavuz FINDIK								
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Ana Bilim Dalı								
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ GÖREV YAPTIĞI BİRİM	Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Ana Bilim Dalı								
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI									
	DESTEKLEYİCİ									
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)									
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ									
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ1	FAZ2	FAZ3	FAZ4					
		Gözlemsel ilaç çalışması				☐				
		Tıbbi cihaz klinik araştırması				☐				
İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları				☐						
İlaç dışı klinik araştırma				☐						
Diğer ise belirtiniz : Retrospektif Araştırma										
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	X Tek Merkez				Çok Merkez		X Ulusal		Uluslararası	
DEĞERLENDİRİLEN BELGİLER	Belge Adı		Tarihi		Versiyon Numarası		Dili			
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ						Türkçe İngilizce Diğer			
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU						Türkçe İngilizce Diğer			
	OLGU RAPOR FORMU						Türkçe İngilizce Diğer			
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ						Türkçe İngilizce Diğer			
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGİLER	Belge Adı				Açıklama					
	SIGORIA		☐							
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ		☒		Bütçe Taahhütnamesi					
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU		☐							
	İLAN		☐							
	YILLIK BİLDİRİM		☐							
	SONUÇ RAPORU		☐							
	GÜVENİ İLİK BİLDİRİMLERİ		☐							
DİĞER		☒		Ana Bilim Dalı Kurul Kararı						

Prof. Dr. Mekin SEZİK
Etik Kurul Başkanı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARAR FORMU

Araştırmanın Açık Adı Araştırmanın Protokol Kodu		Ortognatik Cerrahi Hastalarında Düşük Doz Lazer Biyostimülasyonunun Ameliyat Sonrası Ağrı, Ödem ve Ağız Açıklığına Etkisinin Karşılaştırılması				
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 1 / 7		Tarih : 12.01.2023			
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.					
	SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU					
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI		İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu				
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI		Prof. Dr. Mekin SEZİK				
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyeti	Araştırma ile İlişkisi	Katılım *	İMZA
Prof.Dr. Mekin SEZİK	Kadın Hastalıkları ve Doğum	SDÜ Tıp Fakültesi	☒ E ☐ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Prof.Dr. Mustafa TÜZ	Kulak Burun Boğaz Hast.	SDÜ Tıp Fakültesi	☒ E ☐ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Prof.Dr. Buket ARIDOĞAN	Tıbbi Mikrobiyoloji	SDÜ Tıp Fakültesi	☐ E ☒ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Prof.Dr. Ahmet Nesimi KİŞİOĞLU	Halk Sağlığı	SDÜ Tıp Fakültesi	☒ E ☐ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Prof.Dr. Mehmet Fahrettin ÖNDER	Hukuk	SDÜ Hukuk Fakültesi	☒ E ☐ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Prof.Dr. Derya YILDIRIM	Ağız Diş ve Çene Radyolojisi	SDÜ Diş Hekimliği Fakültesi	☐ E ☒ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Doç.Dr. Halil AŞCI	Farmakoloji	SDÜ Tıp Fakültesi	☒ E ☐ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Doç.Dr. Derya CEYHAN	Pedodonti	SDÜ Diş Hekimliği Fakültesi	☐ E ☒ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Doç.Dr. Abdullah Meriç ÜNAL	Ortopedi ve Travmatoloji	Meddem Hastanesi	☒ E ☐ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Doç.Dr. Mehtap SAVRAN	Farmakoloji	SDÜ Tıp Fakültesi	☐ E ☒ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Dr.Öğr. Üyesi Giray KOLCU	Aile Hekimliği	SDÜ Tıp Fakültesi	☒ E ☐ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Uzman Dr. Nejat EKİNCİ	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Özel Isparta Hastanesi	☒ E ☐ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Uzman Dr. Bora BÜYÜKVANLI	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	Meddem Hastanesi	☒ E ☐ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Dr.Öğr. Üyesi Mehmet Erhan ŞAHİN	Biyomedikal ve Cihaz Teknolojisi	ISUBÜ Teknik Bilimler MYO	☒ E ☐ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Osman PARÇAOĞLU	Sivil Üye	Esnaflık	☒ E ☐ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	

Ek 2. Ağrı Skalası Hasta Formu (VAS Skalası)

HASTA FORMU AĞRI SKALASI (VAS)

Adı Soyadı:

Yaş/Cinsiyet:

Grup:

Postoperatif(operasyondan sonraki) **24.sa**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Ağrı

Dayanılmaz

Yok

Ağrı

Postoperatif(operasyondan sonraki) **48.sa**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Ağrı

Dayanılmaz

Yok

Ağrı

Postoperatif(operasyondan sonraki) **3.gün**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Ağrı

Dayanılmaz

Yok

Ağrı

Postoperatif(operasyondan sonraki) **7.gün**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Ağrı

Dayanılmaz

Yok

Ağrı

Postoperatif(operasyondan sonraki) **15.gün**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Ağrı

Dayanılmaz

Yok

Ağrı