

**SEMPTOMATİK APİKAL PERİODONTİTİSLİ
MANDİBULAR MOLAR DİŞLERDE DÜŞÜK SEVİYELİ
LAZER TERAPİSİ VE KANAL İÇİ DİYOT LAZER
UYGULANMASININ POSTOPERATİF AĞRIYA ETKİSİ:
PLASEBO KONTROLLÜ PROSPEKTİF KLİNİK ÇALIŞMA**

Dt. Ezgi DOĞANAY

Endodonti Anabilim Dalı

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Hakan ARSLAN**

Uzmanlık Tezi - 2016

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**SEMPTOMATİK APİKAL PERİODONTİTİSLİ
MANDİBULAR MOLAR DİŞLERDE DÜŞÜK SEVİYELİ
LAZER TERAPİSİ VE KANAL İÇİ DİYOT LAZER
UYGULANMASININ POSTOPERATİF AĞRIYA ETKİSİ:
PLASEBO KONTROLLÜ PROSPEKTİF KLİNİK
ÇALIŞMA**

Dt. Ezgi DOĞANAY

**Endodonti Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Hakan ARSLAN**

**ERZURUM
2016**

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	IV
ÖZET	V
ABSTRACT	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Ağrı.....	2
2.1.1. Dental Ağrının Algılanma Mekanizması	2
2.1.2. Endodontide Postoperatif Ağrı	3
2.1.3. Endodontide Postoperatif Ağrı Kontrolü.....	4
2.2. Lazer	5
2.2.1. Lazerlerin Tarihsel Gelişimi	5
2.2.2. Lazer Fiziği	7
2.2.2.1. Işık	7
2.2.2.2. Kuvvetlendirme	9
2.2.2.3. Uyarılmış Yayılım	10
2.2.2.4. Radyasyon.....	10
2.2.3. Lazer Doku Etkileşimleri.....	12

2.2.3.1. Optik Etkileşimler.....	12
2.2.3.2. Biyolojik Etkileşimler.....	14
2.2.5. Endodontide Lazerler.....	17
2.2.5.1. Teşhis.....	17
2.2.5.2. Dentinal Hipersensitivite.....	19
2.2.5.3. Pulpa Kapaklaması ve Vital Pulpa Amputasyonu.....	19
2.2.5.4. Smear Tabakasının Modifikasyonu.....	20
2.2.5.5. Kök Kanallarının Sterilizasyonu.....	21
2.2.5.6. Kök Kanal Şekillendirmesi ve Obturasyon.....	21
2.2.5.7. Endodontik Cerrahi.....	22
2.2.5.8. Lazer ile solüsyonların aktive edilmesi.....	23
2.2.6. Diyet Lazerler.....	23
2.3. Düşük Seviyeli Lazer Terapisi.....	24
2.3.1. Düşük Seviyeli Lazer Terapisinin Tarihçesi.....	28
2.3.2. Düşük Seviyeli Lazer Terapisinin Parametreleri.....	28
2.3.2.1. Aydınlatma parametreleri.....	29
2.3.2.2. Doz Parametreleri.....	30
2.3.3. Güvenlik.....	31
2.3.3.1. Kontrendikasyonlar.....	31
2.3.4. Düşük Seviyeli Lazer Terapisinin Oral ve Maksillofasiyal Endikasyonları.....	31
3. MATERYAL VE METOT.....	34
3.1. Hasta Seçim Kriterleri.....	34

3.2. Tedavinin Uygulanması ve Gruplar.....	35
3.3. İstatistiksel Değerlendirme	42
4. BULGULAR.....	43
5. TARTIŞMA.....	48
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR	60
EKLER	93
EK 1. ÖZGEÇMİŞ.....	93
EK 2. ETİK KURUL ONAY RAPORU	94
EK 3. AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU	96
EK 4. HASTA DEĞERLENDİRME FORMU	98

TEŞEKKÜR

Uzmanlık sürem boyunca tüm bilgisini, tecrübelerini ve önerilerini içtenlikle benimle paylaşan, tezimin planlanma aşamasından bitimine kadar yardım ve desteklerini hiç esirgemeyen, değerli hocam Doç. Dr. Hakan ARSLAN'a,

Endodonti eğitimim boyunca öğrendiklerimi borçlu olduğum hocalarım Prof. Dr. K. Meltem ÇOLAK TOPÇU'ya, Prof. Dr. Mustafa KÖSEOĞLU'ya, Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul KARATAŞ'a, Yrd. Doç. Dr. Aziz Şahin ERDOĞAN'a ve Yrd. Doç. Dr. Halit ALADAĞ'a,

Tez izleme komitesinde yer alan Prof. Dr. Hikmet AYDEMİR'e,

Aynı ortamda çalışmaktan keyif aldığım her ihtiyaç duyduğumda yanımda olan asistan arkadaşlarıma ve tüm mesai arkadaşlarıma,

Sevgileri ve bana duydukları güvenle beni bugünlere getiren, varlıklarıyla bana güç veren, her daim arkamda olduklarını hissettiğim aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ezgi DOĞANAY

Bu tez, Türkiye Bilimsel ve Teknoloji Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 114S910 nolu proje ile desteklenmiştir.

ÖZET

Semptomatik Apikal Periodontitisli Mandibular Molar Dişlerde Düşük Seviyeli Lazer Terapisi Ve Kanal İçi Diyot Lazer Uygulanmasının Postoperatif Ağrıya

Etkisi: Plasebo Kontrollü Prospektif Klinik Çalışma

Amaç: Bu çalışmanın amacı DSLT ve kanal içi diyot lazer uygulamasının, semptomatik apikal periodontitisli mandibular molar dişlerde postoperatif ağrıya olan etkisinin değerlendirilmesidir.

Materyal ve Metot: Çalışmaya dahil edilen 56 hasta bir internet programı ile randomize olarak dört gruba ayrıldı. Kök kanal tedavileri Reciproc aletleri kullanılarak yapıldı. Hastalar dört gruba ayrıldı: kontrol (lazer uygulaması yapılmayan), plasebo (sahte lazer uygulaması), kanal içi diyot lazer uygulaması (2W'lık diyot lazer) ve DSLT. Postoperatif ağrı üzerine en etkili faktörü (grup, yaş, cinsiyet, diş numarası, pulpanın durumu, preoperatif ağrı, preoperatif perküsyon ve preoperatif palpasyon) belirlemek için lineer regresyon analizi kullanıldı. Verilerin analizi için ise ki-kare testi, tek yönlü ANOVA ve LSD post-hoc testleri kullanıldı ($P = .05$).

Bulgular: Regresyon analizi; grup, yaş, cinsiyet, diş numarası, pulpanın durumu, preoperatif ağrı, preoperatif perküsyon ve preoperatif palpasyon değişkenlerinden 1. günde postoperatif ağrı üzerine en etkili değişkenin grup olduğunu gösterdi ($P = .043$). DSLT, 1. ve 3. günlerde kontrol grubundan daha az ağrıya sebep oldu ($P < .05$). DSLT kontrol grubundan daha az postoperatif perküsyon ağrısına sebep oldu ($P < .05$). Ayrıca, postoperatif ağrı seviyeleri açısından kontrol, plasebo ve kanal içi diyot lazer uygulaması grupları arasında istatistiksel farklılık yoktur ($P > .05$).

Sonuç: Kanal içi diyet lazer uygulaması esnasında 11 hasta ağrı rapor etmiştir. Fakat, DSLT uygulaması sırasında hiçbir hasta ağrı rapor etmemiştir. Bu çalışmanın sınırları dahilinde, DSLT, tedavi sonrasında 1. ve 3. günlerde kontrol grubundan daha az postoperatif ağrıya sebep olmuştur ve ayrıca kontrol grubundan daha az postoperatif perküsyon ağrısına sebep olmuştur. DSLT grubunda sadece bir hasta postoperatif analjezik ihtiyacı duymuştur. Bu sonuçlar, DSLT'nin endodontide postoperatif ağrı azaltılmasında yararlı olabilecek bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: endodonti, biyostimülasyon, lazer, postoperatif ağrı, pulpitis.

ABSTRACT

Effect Of Low Level Laser Therapy And Intracanal Diode Laser Application On Postoperative Pain In Mandibular Molar Teeth With Symptomatic Apical Periodontitis: Placebo-Controlled Prospective Clinical Trial

Aim: The aim of the present study was to evaluate the effect of low level laser therapy (LLLT) and intracanal diode laser application on postoperative pain after endodontic treatment in mandibular molar teeth with symptomatic apical periodontitis.

Material and method: Fifty-six patients who included into the study were randomly distributed into four groups using a web program. All the root canal treatments were performed by using Reciproc instruments. The patients were divided into four groups, as follows: control (no laser was applied), placebo (mock laser therapy), intracanal diode laser application (diode laser at 2 W), and LLLT. A linear regression analysis was used to determine the most effecting variable (group, age, gender, tooth number, pulp status, preoperative pain, preoperative percussion, and preoperative palpation) on postoperative pain. Chi-square test, one way ANOVA and LSD post-hoc tests were performed to analyze the data ($P = .05$).

Results: A regression analysis demonstrated that group variable has the most significant effect on postoperative pain at day 1 among group, age, gender, tooth number, pulp status, preoperative pain, preoperative percussion, and preoperative palpation ($P = .043$). LLLT caused in less pain levels than control group at day 1 and 3 ($P < .05$). LLLT caused in less postoperative percussion pain levels than control group ($P < .05$). However, there was no significant difference among placebo, intracanal laser application and control groups in terms of postoperative percussion pain levels ($P > .05$).

Conclusion: During intracanal diode laser applications, 11 patients reported pain. However, during LLLT application no patient reported pain. Within the limitations of the present study, LLLT caused less postoperative pain levels than control group at day 1 and 3 after treatment and also caused less postoperative percussion pain levels than control group. Only one patient needed analgesics postoperatively in LLLT group. These results show that LLLT can be beneficial method in reducing postoperative pain in endodontics.

Keywords: endodontics, biostimulation, laser, postoperative pain, pulpitis.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

DSL	: Düşük Seviyeli Lazer Terapisi
LLLT	: Low Level Laser Therapy
Nd:YAG	: Neodymium doped: Yttrium-Aluminum-Garnet
Er:YAG	: Erbium: Yttrium-Aluminum-Garnet
Er,Cr:YAG	: Erbium, Chromium: Yttrium-Scandium-Gallium-Garnet
CO₂	: Karbon dioksit
nm	: Nanometre
cm	: Santimetre
C	: Santigrat
He-Ne	: Helyum Neon
GaAlAs	: Galyum/Alüminyum/Arsenit
KTP	: Potasyum Titanil Fosfat
EDTA	: Etylenediamine Tetra-acetic Acid
NaOCl	: Sodyum hipoklorit
W	: Watt
ATP	: Adenozin trifosfat
cAMP	: Siklik adenozin monofosfat
AP	: Aktivatör Protein
NO	: Nitrik Oksit
ROT	: Reaktif Oksijen Türleri
PKD	: Protein Kinaz D
NF-kB	: Nükleer Faktör Kappa B
mW	: Mili Watt
s	: Saniye

Hz	: Hertz
J	: Joule
GAS	: Grsel Analog Skala
ml	: Mililitre
µm	: Mikrometre
NSAİİ	: Non-steroidal Anti-inflamatuar İlaç
ACTH	: Adrenokortikotropik hormon

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Dalga boyu, amplitüd ve frekansın grafiksel tanımları	8
Şekil 2. 2. Lazer sisteminin bileşenleri.....	9
Şekil 2. 3. Elektromanyetik spektrumun dental lazer dalga boylarını gösteren bölümü.11	
Şekil 2. 4. Lazer ve doku arasındaki optik etkileşimler	12
Şekil 2. 5. DSLT'nin hücre metabolizması üzerine olan etkisi.....	26
Şekil 3. 1. Kanal boyu tespitinde kullanılan elektronik apeks bulucu.....	36
Şekil 3. 2. Çalışmamızda kullanılan endodontik motor.....	37
Şekil 3. 3. Çalışmamızda kullanılan Reciproc eğeler	37
Şekil 3. 4. Dolum aşamasında kullanılan kanal patı.....	38
Şekil 3. 5. Reciproc guta-perka	39
Şekil 3. 6. Çalışmamızda kullanılan diyot lazer cihazı.....	40
Şekil 3. 7. DSLT uygulaması	41
Şekil 4. 1. Çalışmada yer alan katılımcıların çalışma sürecine dahil olma diyagramı ...	43
Şekil 4. 2. Ağrı seviyelerinin günlere göre değişimi	47
Şekil 4. 3. Postoperatif 7. gün perküsyon ağrısı azalma oranları.....	47

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 3. 1. Klinik ve radyografik bulgulara göre çalışmamıza dahil edilme kriterleri..	34
Tablo 4. 1. Demografik veriler.....	44
Tablo 4. 2. Preoperatif ve postoperatif klinik değerlendirmeler	45
Tablo 4. 3. Lojistik regresyon modeli bulguları.....	46

1. GİRİŞ

Endodontik tedavi sonrası görülen postoperatif ağrı sık karşılaşılan bir komplikasyondur. Bu nedenle endodontik tedavinin en önemli konularından biri ağrının önlenmesidir. Sistematik bir derlemede, endodontik postoperatif ağrı sıklığının %3 ile %58 arasında olduğu bildirilmiştir.¹

Düşük seviyeli lazer terapisi (DSLTL) ilk kez Mester ve ark.² tarafından tanımlanmıştır. Bu çalışmada, DSLTL uygulanan gruptaki ratların tüylerinin tedavi edilmemiş gruba kıyasla daha hızlı uzadığı görülmüştür. Mester bu etkiyi “biyostimülasyon” olarak tanımlamıştır.

Diş hekimliğinde DSLTL'nin kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Fernando ve ark.³ DSLTL'nin gömülü üçüncü mandibular molar çekimlerinden sonra postoperatif ağrı ve şişliğin azaltılmasındaki etkisini değerlendirilmişler ve lazer ile plasebo grupları arasında, operasyondan sonra üçüncü günde şişlik ve ağrı bakımından bir farklılık olmadığını bulmuşlardır. Başka bir çalışmada, Gerschman ve ark.⁴ DSLTL'nin dentin hipersensitivitesine etkisini değerlendirmiş ve hem termal hem de taktil dentin hipersensitivitesinin tedavisinde etkili bir metot olduğunu bulmuşlardır.

Endodonti alanında DSLTL ile ilgili yapılmış sadece bir çalışma bulunmaktadır. Krumada⁵ lazer ışığının vital pulpotomi üzerine olan etkisini değerlendirmiştir. Lazer ışığının pulpotomi bölgesinde kalsifikasyonun arttırılmasını indüklediğini ve kalsifiye doku oluşumunu stimüle ettiğini bildirmiştir. Fakat DSLTL'nin kök kanal tedavisinden sonraki postoperatif ağrıya etkisinin değerlendirildiği bir literatür bilgisine rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı DSLTL ve kanal içi diyet lazer uygulamasının, semptomatik apikal periodontitisli mandibular molar dişlerde postoperatif ağrıya olan etkisinin değerlendirilmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ağrı

Ağrı birçok fiziksel ve psikolojik faktörden etkilenen oldukça subjektif bir algıdır. Ağrı hissi fiziksel faktörlere kıyasla tecrübeden daha fazla etkilenmektedir.⁶

2.1.1. Dental Ağrının Algılanma Mekanizması

Ağrı hasta tarafından 3 aşamada algılanmaktadır:⁷

1. Periferde doku hasarına sebep olan bir uyarının tespiti: Pulpada iki tip ağrı algılayan nosiseptör bulunmaktadır (C-fiber ve A δ). Bu pulpal fiberler genellikle nosiseptiftir ancak pulpada bazı C-fiberleri pulpal kan akımının düzenlenmesinde görev alan postgangliyonik sempatik afferentlerdir. İnflamasyon periodontal ligamente ulaştığında dokunma reseptörleri olan ve periodontal ligamentte pulpaya göre daha fazla miktarda bulunan A β fiberleri tarafından algılanır ve perküsyon gibi mekanik uyarılarla ağrının lokalizasyonu daha belirlenebilir hale gelmektedir.

2. Omurilik seviyesinde bilginin işlenmesi: Periferal nosiseptörlerin aktivasyonundan sonra sinir uyarılarının impulsları santral sinir sistemine aktarılır. Trigeminal gangliyonda primer afferent fiberlerin hücre gövdeleri bulunmaktadır. Trigeminal gangliyondan çıkan afferent fiberler çeşitli nöropeptitlerin salınmasını sağlayarak sinyallerin talamusa aktarılmasını sağlar.

3. Serebral kortekste ağrının algılanması: Hastanın ağrıyı hissetmesi korteks seviyesinde olur. İmpuls talamusdan serebral kortekse iletilir. Hastanın geçmiş ağrı deneyimleri bir çatı görevi yapar ve benzer yeni ağrı deneyimi değerlendirilir. Verilen uyarana karşı hastanın cevabı belirlenir.

2.1.2. Endodontide Postoperatif Ağrı

Kök kanal tedavisinden sonra ağrı prevalansını değerlendirmek için birçok çalışma yapılmıştır.⁸⁻²³ Yayımlanmış bir sistematik derlemenin sonuçlarına göre kök kanal tedavisinden sonra hastaların ağrı prevalansı %3-58 arasında rapor edilmiştir.¹

Postoperatif ağrının sebepleri oldukça karışık bir konudur. Hasta ile ilgili durumlardan yaşın, cinsiyetin ve sistemik hastalığın postoperatif ağrı üzerine etkisi hakkında tartışmalı sonuçlar bulunmaktadır.^{24, 25} Ancak diş tipinin, yapılacak tedavinin retreatment olup olmamasının, anksiyetenin ve alerjik durumların postoperatif ağrı ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir.^{25, 26} Ayrıca preoperatif ve postoperatif kullanılan ilaçların da (kortikosteroid vb.) postoperatif ağrıyı etkilediği tespit edilmiştir.²⁴ Preoperatif şişlik, preoperatif ağrı, perküsyon ağrısı, periapikal lezyon, fistül varlığı veya pulpa nekrozu gibi durumlarında postoperatif ağrı üzerine etki ettiği tespit edilmiştir.^{24, 25, 27} Dolgunun yüksek bırakılması, tespit edilemeyen kanallar, yetersiz preparasyon, taşkın preparasyon, yıkama solüsyonunun, kağıt konilerin, seanslar arası kanal içi ilaçların, debrisin ve mikroorganizmaların apikalden taşırılması²⁸ gibi faktörlerde postoperatif ağrının operatif sebepleridir. Postoperatif ağrıyı etkileyen bir başka faktör ise klinisyenin tecrübesidir.²⁷

Kök kanal tedavisinden sonra görülen ağrı genellikle periradiküler dokulardaki akut inflamatuvar cevap kaynaklıdır. Ağrının gelişmesinde ve bu cevabın oluşmasında mekanik yaralanma, kimyasal yaralanma ve mikroorganizmalar gibi faktörler etkilidir.²⁹ Bu faktörler tarafından uyarılan sinir fiberlerinden proinflamatuvar nöropeptitler (substans P, kalsitonin gen-ilişkili peptid, nörokininler, nöropeptitler ve glutamat) salınmaktadır. Bu nöropeptitlerin salınımı sonucu çeşitli kimyasalların salınımına sebep olan nörojenik inflamasyon başlamaktadır.⁷ Birçok kimyasal faktör (prostoglandinler, lökotrienler, bradikinin gibi) inflamatuvar cevapla ilişkilidir. Prostoglandinler vasküler

permeabilityyi artırır, kemotaktik aktiviteyi yükseltir, ateşe sebep olurlar ve ağrı reseptörlerinin diğer aktif inflamatuvar mediatörlere karşı sensitivitesini artırır.³⁰⁻³³ Prostaglandinler tek başlarına ağrı oluşturmazlar ancak periferel nosiseptörleri hassaslaştırarak sodyum kanallarının duyarlılığı artırıp ağrı eşiğini düşürürler. Duyarlılığın artmasıyla küçük uyarımlarla bile depolarizasyon ve ağrı oluşur.⁷ Bradikinin, dolaşımdaki plazma proteinleri tarafından salınan proinflamatuvar bir mediatördür. Nosiseptif nöronların direkt aktivasyonuna sebep olur. İnflame pulpada bradikinin seviyesi artmıştır.⁷ İnflame pulpada sayısal artış görülen diğer inflamatuvar mediatörler lökosit, nöron ve glia gibi hücrelerden sekrete edilen sitokinlerdir.⁷

2.1.3. Endodontide Postoperatif Ağrı Kontrolü

Endodontik uygulamaların en önemli kısımlarından biri de kök kanal tedavisi süresince ve sonrasında ağrının kontrolüdür. Bu amaçla önerilen yöntemleri şöyle sıralayabiliriz:

Farmakolojik Yöntemler

1. Uzun etkili anesteziğin kullanımı (bupivakain gibi)³⁴
2. Sistemik ilaç kullanımı: Preoperatif³⁵ veya postoperatif non-steroidal anti-inflamatuvar ilaç (NSAİİ) uygulaması^{36, 37}, NSAİİ ve asetaminofen kombinasyonu³⁸, aspirin, mefenamik asit³⁹, narkotik analjezikler,⁴⁰ narkotik analjezik ve asetaminofen, salisilik asit kombinasyonları^{41, 42} ve kortokosteroidler⁴³ postoperatif ağrının azaltılmasında kullanılmıştır. Antibiyotiklerin ise postoperatif ağrıya etkisi olmadığı ileri sürülmüştür.⁴³
3. Kanal içi ilaç uygulaması: Ledermix uygulaması.⁴⁴

Non-Farmakolojik Yöntemler

1. Hasta ile ilgili: Hastanın güzel bir iletişimle yapılacak tedavi hakkında bilgilendirilmesiyle anksiyetenin azaltılması,²⁶

2. Operatif: Paslanmaz çelik el aletlerinden ziyade nikel-titanyum aletlerin kullanılması,⁴⁵ farklı kinemtaiklerin kullanılması,^{46, 47} ve paslanmaz çelik aletlere kıyasla nikel-titanyum aletler kullanarak rehber yol oluşturulması,⁴⁸

3. Oklüzal redüksiyon⁹ (bu konu ile ilgili çelişkili sonuçlar bulunmaktadır)

2.2. Lazer

Lazer İngilizce “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” kelimelerinin kısaltılması olarak türetilmiş olup “radyasyonun uyarılmış yayılımı ile ışığın kuvvetlendirilmesi” anlamına gelmektedir.⁴⁹

2.2.1. Lazerlerin Tarihsel Gelişimi

Sentetik bir yakut lazer olan ilk lazer 1960’ların başlarında Theodore Maimann tarafından tanıtılmıştır.⁵⁰ Tıp alanındaki ilk uygulama 1962 yılında dermatolog olan Dr. Leon Goldman tarafından gerçekleştirilmiştir. Goldman⁵¹ yakut lazeri ciltteki lekeleri, istenmeyen dövmeleri ve akne skarları uzaklaştırmak amacıyla kullanmıştır. 1963 yılında ise lazer, oftalmolojistlerin kullanmaya başlaması ile tıpta çeşitli dallarda uygulanmaya başlanmıştır.⁵² Leon Goldman’ın diş hekimi olan kardeşi Bernard Goldman ise 1965 yılında lazeri diş yüzeyinde kullanarak lazer ile mine aşındırılması üzerine çalışmıştır.⁵³ Aynı yıllarda Stern ve Sognaes^{54, 55} yakut lazerin dişin sert dokuları ve restoratif materyaller üzerindeki termal etkileri üzerine çalışmışlardır. Yakut lazerlerin dental sert dokularda kullanımında çok fazla enerji gerektirdiği ve bu enerjinin pulpaya ağır termal ve scatter yayılıma bağlı olarak çevredeki sert ve yumuşak dokularda zararlı etkilere sebep olmasından dolayı kullanımı bitmiştir.⁵⁰

1964 yılında Bell telefon laboratuvarlarında Nd:YAG (neodymium doped: yttrium-aluminum-garnet) (neodimyum katılmış itriyum-alüminyum-garnet) lazer geliştirildi. Nd:YAG lazer yakut lazerden çok kısa süre sonra geliştirilmiş olmasına

rağmen, uzun bir süre yakut lazer ve dönemin diğer lazerlerinin gölgesinde kalmıştır. 1980 yılına kadar bu lazer dental amaçla kullanılmamıştır. Bu lazerle ilgili ilk çalışmalar çürüğün inhibisyonu ve yumuşak doku kullanımları ile ilgilidir.⁵⁶

Karbon dioksit lazer Kumar N Patel tarafından Bell telefon laboratuvarlarında 1964 yılında icat edilmiştir.⁵⁷ Karbon dioksit lazer belki de sert ve yumuşak doku uygulamalarında kullanılan ilk lazerdir. Weichman ve Johnson karbondioksit lazerleri ilk defa in vitro olarak apikal tıkaçlama için endodonti alanında kullanmışlar ve başarısız bir sonuç almışlardır.⁵⁸ Karbon dioksit lazerler suda iyi absorbe edilirler ve çeşitli sert ve yumuşak doku uygulamaları için bir seçenektir. Ancak gaz bazlı bu lazerler geniş dalga boyuna sahip olduğundan fiberler kullanılarak iletilemezler. Ayrıca suda iyi absorbe ediliyor olmasından dolayı, su benzeri kuartz fiberler, fiberin yapısını bozacağı için iletimde kullanılamazlar.⁵⁹

1988'de hem Hibst ve Keller⁶⁰ hem de Paghdiala⁶¹ Er:YAG (erbiyum: yttrium-aluminum-garnet) (erbiyum katılmış itriyum-alüminyum-garnet) lazerin dental sert dokular üzerine etkisinin detaylarını tanımlamışlardır, ancak 1997'ye kadar Amerika Gıda ve İlaç Dairesi tarafından kavite preparasyonu için onaylanmamıştır.⁵⁹ Erbiyum lazer ailesi, suyun absorpsiyon pikiyle tam anlamıyla uyumlu bir dalga boyuna sahiptir. Böylece mine ve dentinde dahil olmak üzere biyolojik dokulara güçlü bir absorpsiyon sağlar ve bu özelliğinden dolayı bu lazerler günümüzde şüphesiz en popüler yumuşak doku ve sert doku lazerleri olmuştur.⁵⁰

Lazerlerin oral ve maksillofasiyal cerrahide kullanılmaya başlanması ise 1970'lerin sonuna denk gelmektedir. Konvansiyonel tekniklere alternatif olarak lazerlerle ilk kemik osteotomisi 1979 yılında Horch ve Keiditsch tarafından yapılmıştır.⁶² 1980'li yıllarda Fisher ve Frame benign ve premalign oral lezyonların

cerrahi tedavisinde CO₂ (karbondioksit) lazeri kullanmışlardır.⁶³ Değişik dalga boyları ve yerleşik parametrelerle lazerlerin en son olan hızlı gelişimleriyle, diş hekimliği pratiğinde ve kullanım alanlarındaki etkisi devam edecektir.⁵⁰

2.2.2. Lazer Fiziği

2.2.2.1. Işık

Işık, elektromanyetik enerjinin partikül ve dalga gibi davranan bir formudur. Bu enerjinin temel parçasına “foton” denir.⁵⁹ Lazer ışığı normal ışıktan çok farklıdır. Normal ışık birçok rengin bir araya gelmesiyle oluşur ancak beyaz görünür. Bir prizma kullanarak bu beyaz ışık onu oluşturan renklere ayrılabilir.

Lazer ışığının özellikleri:

- Lazer ışığı tek renklidir ve buna “monokromatik” denir.⁵⁹
- Lazer ışığı yönlendirilmiş (colimated) ışık demetlerinden oluşur. Dolayısıyla lazer ışığında fotonlar birbirine paraleldir.⁵⁹
- Cihazda üretilen ışığın dalga boyu özdeştir; yani tüm dalga boylarının tepeleri eşittir (koherent).⁵⁹
- Lazer ışığının klinik olarak faydalı olan özelliği verimliliğidir. Normal ışık aydınlatmanın bir yan ürünü olarak yüksek miktarda ısı oluşturur. Örneğin 100 watt’lık bir ampul 20 watt kadar ışığa yaparken yaklaşık 80 watt kadar çevresindeki alanı ısıtan görülemeyen ışın enerjisi üretir. Nd:YAG lazer ışığının 2 watt’ı ise bir gingival papile tamamen kesi yapacak bir termal enerji üretir.⁵⁹

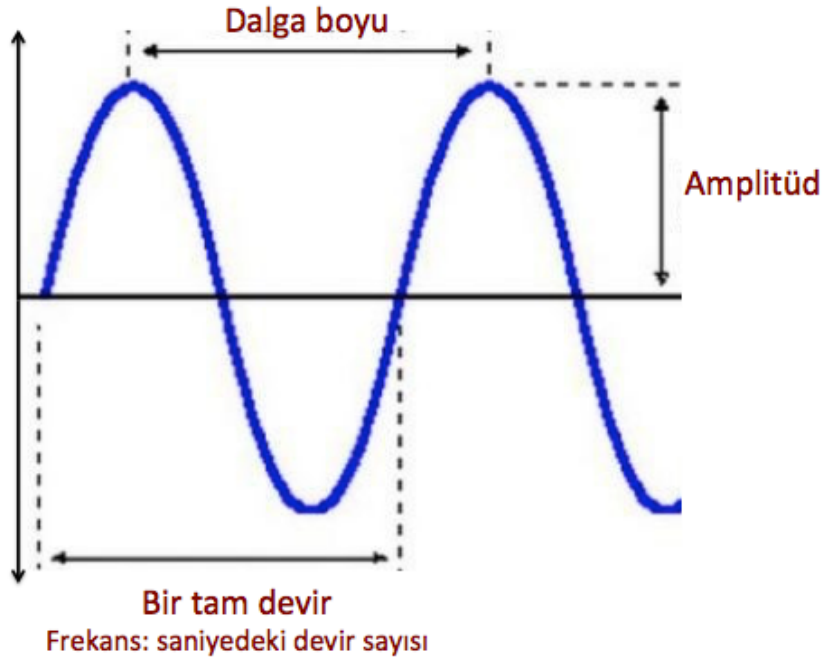
Bir lazer tarafından üretilen foton dalgasını tanımlamak için üç ölçü vardır:

1. Velosite: Işığın hızını ifade etmektedir.
2. Amplitüd: Dalga salınımının vertikal eksen üzerindeki tepesi ve tabanı arasındaki toplam yüksekliğidir. Bu dalga yoğunluğunun miktarını belirlemedeki bir

faktördür; amplitüdün geniş olması lazerin kullanım etkinliğinin de artması anlamına gelmektedir.

3. Dalga boyu: Birbirini takip eden iki dalga arasındaki horizontal eksen üzerindeki mesafedir. Dalga boyu lazer ışığının cerrahi alana nasıl ulaşacağını ve dokuya nasıl etki edeceğini belirlemede önemlidir. Dalga boyunun ölçüm birimi metredir, diş hekimliğinde bu ölçümler çok küçük olduğu için mikron (10^{-6} metre) veya nanometre (nm) (10^{-9} metre) birimleri kullanılır.^{59, 64}

Dalga boyu ile ilişkili bir diğer özellik de her bir saniyedeki dalga salınım sayısını ifade eden frekanstır (Şekil 2.1). Frekans dalga boyu ile orantılıdır; dalga boyu düşükse frekans yüksektir ve tersi de doğrudur.⁵⁹



Şekil 2. 1 Dalga boyu, amplitüd ve frekansın grafiksel tanımları

2.2.2.2. Kuvvetlendirme

Kuvvetlendirme lazerin içinde meydana gelen olayların bir bölümüdür.⁵⁹ Bir lazer sisteminin komponentlerini bilmek lazer ışığının oluşum mekanizmasını anlamayı kolaylaştıracaktır. Cihazın ortasında bir optik kavite bulunur. Bu kavitenin merkezinde kimyasal elementler, moleküller ve alaşımlar bulunmaktadır ve bu ortama “aktif ortam” denir. Lazerler genellikle bu aktif ortamlarındaki moleküllere göre isimlendirilirler. Bu moleküller katı, sıvı veya gaz formunda olabilirler. Diş hekimliğinde kullanılan lazerlerde aktif ortamı gaz halinde olan iki lazer vardır: argon ve karbondioksit lazerler. Optik kavitenin iki ucunda birbirine paralel olarak yerleştirilmiş iki ayna bulunmaktadır. Bunlardan biri tamamen yansıtıcı diğeri ise yarı geçirgendir.⁵⁹

Bu merkezi çevreleyen bir elektrik bobini ya da flaş lambası gibi aktif ortama enerji sağlayan harici bir güç kaynağı bulunmaktadır (Şekil 2.2). Bir soğutma sistemi, yoğunlaştırma lensleri, iletim sistemleri vs. gibi mekanik parçalara da sahiptirler.⁵⁹



Şekil 2. 2. Lazer sisteminin bileşenleri

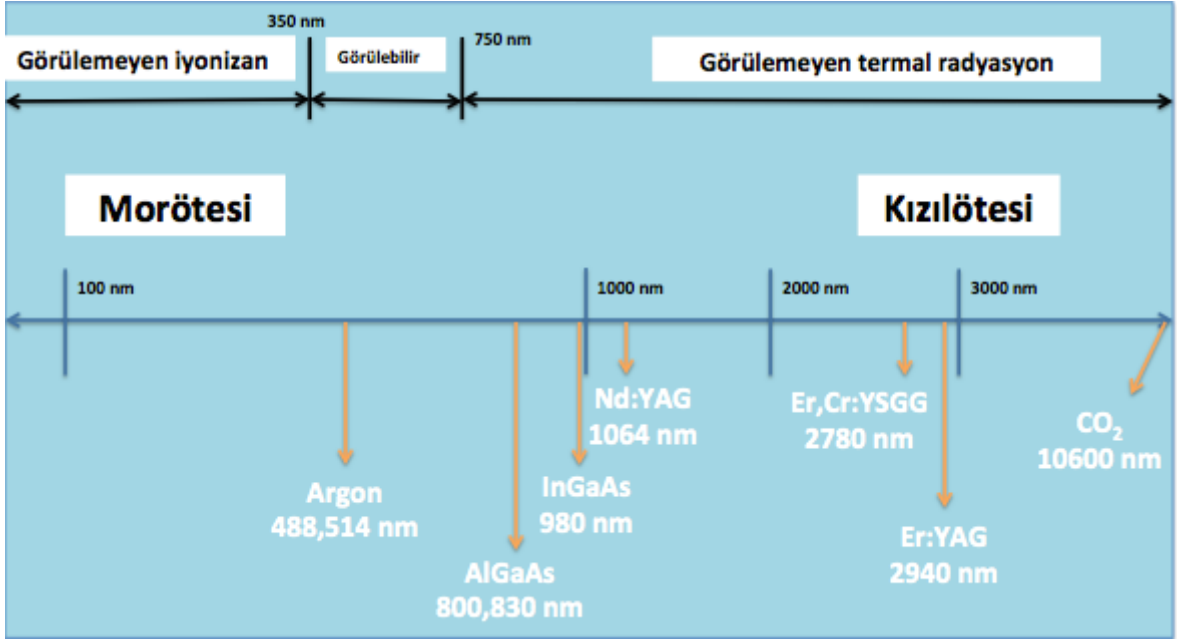
2.2.2.3. Uyarılmış Yayılım

“Uyarılmış yayılım” terimi 1900 yılında alman fizikçi Max Planck⁶⁵ tarafından tanımlanan kuantum fizik teorisine dayanmaktadır. Enerjinin en küçük birimi olan kuantum, atom veya molekülün elektronları tarafından absorbe edilir, sonra bir kuantum salınır ve buna “spontan yayılım” denir. Bir atomda farklı enerji seviyelerine sahip olan birkaç elektron yörüngeleri bulunduğu için foton da denilen bu kuantum emisyonu çeşitli dalga boylarında olabilir. Albert Einstein aynı uyarım enerji seviyesine sahip, uyarılmış atomun alanında dolaşan fazladan bir kuantum enerjisinin iki kuantumun salınımıyla sonuçlanacağı teorisini bildirmiştir ve bu duruma “uyarılmış yayılım” demiştir. Bu işlem atomun spontan yayılıma gitmesinden tam önce oluşur. Enerji iki özdeş foton olarak yayılır ve kohorent bir dalga olarak ilerler.⁵⁹ Aktif ortamdaki atomların büyük çoğunluğunun uyarılması için lazer sisteminde pompalama mekanizması denilen devamlı bir enerji kaynağının bulunması gerekmektedir. Bu fotonlar çevredeki atomları uyararak ilave özdeş foton yayılımı yapacak daha fazla atoma enerji sağlayabilir. Aktif ortamın iki ucundaki aynalar bu fotonları geri yansıtır ve başka uyarılmış yayılımlar oluşumuna izin verir. Aktif ortam boyunca olan geçiş foton ışının gücünü artırır: bu da kuvvetlendirme işlemidir. Aynaların paralelliği ışığın paralelliğini sağlar. Aynalardan birinin yarı geçirgen olması ise yeterli ışık enerjisinin optik kaviteden çıkmasına izin verir.⁵⁹ Bu işlemler boyunca bir ısı oluşur ve optik kavitenin soğutulması gerekir.

2.2.2.4. Radyasyon

Radyasyon, elektromanyetik enerjinin özel bir formu olarak lazer tarafından üretilen bir ışık dalgasını ifade etmektedir. Elektromanyetik spektrum dalga boyları 10^{12} metre olan gamma ışınlarından, dalga boyu binlerce metre olabilen radyo dalgalarına kadar değişen tüm dalgaların derlemesidir. 300 nm'nin altındaki çok kısa dalga boyları

iyonizan olarak isimlendirilir. Bu terim yüksek frekanslı yani kısa dalga boylu radyasyonun yüksek foton hareketine sahip olmasını ifade eder.⁶⁶ Bu yüksek foton enerjisi biyolojik dokularda derinlere penetre olabilir ve yüklü atom ve moleküller üretebilir. 300 nm'den daha yüksek dalga boyları, daha düşük foton enerjisine sahiptir ve dokunun uyarılmasına ve ısı oluşumuna sebep olur. Bütün dental lazer cihazları ortalama 500 nm - 10,600 nm arasında dalga boyuna sahiptir. Yani elektromanyetik spektrumun görülebilen ya da görülemeyen infrared noniyonizan kısmındadırlar ve termal radyasyon yayırlar. İyonizan ve noniyonizan kısımları ayıran çizgi mor ve morötesi (ultraviyole) görülebilir ışığın birleşimi üzerindedir (Şekil 2.3).⁵⁹



Şekil 2. 3. Elektromanyetik spektrumun dental lazer dalga boylarını gösteren bölümü

“Dalga formu” terimi hangi lazer gücünün ya devamlı ya da aralıklı ışın yayılımı olarak zaman içinde oluşturduğu tarzını tanımlar. Devamlı dalga lazer ışını, cihaz açık olduğu sürece ayarlanmış olan çıkış gücünde kesintisiz ışın yayır. Aralıklı ışın yayılımı iki farklı tipte iletim yapabilir: titreşimin lazer tüpünün içerisinde olduğu serbest çalışma titreşimi ve devamlı dalga ışının çeşitli sıklıklarda bir kapakla

kesilmesiyle oluşan kapaklı (kesilmiş) titreşim. Serbest çalışma titreşimi verilen zaman periyotlarında depolanan gücün bir sonucuyken kapaklı titreşim, lazerin kontrol panelinde ayarlanmış olan maksimum güce sahiptir. Çok kısa bir zamanda salınan depolanmış güç, kontrol panelinde seçilmiş olan güçten daha fazla bir pikle bir yayılım oluşturur.^{67, 68}

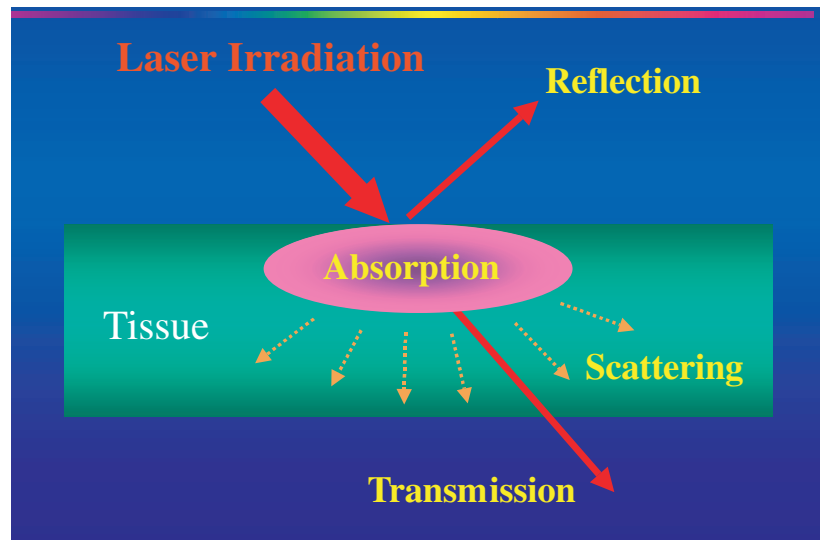
2.2.3. Lazer Doku Etkileşimleri

Lazer doku etkileşimleri optik ve biyolojik etkileşimler olmak üzere 2 ana başlık altında toplanabilir.

2.2.3.1. Optik Etkileşimler

Lazer ışığının doku ile etkileşimi dokunun optik özelliklerine bağlı olarak farklı şekillerde olmaktadır (Şekil 2.4). Bu etkileşimler şöyledir;

1. Absorption (Emilim)
2. Transmission (Geçiş)
3. Reflection (Yansım)
4. Scattering (Saçılma)^{59, 69}



Şekil 2. 4. Lazer ve doku arasındaki optik etkileşimler⁴⁹

Absorption (Emilim): İlk ve en çok istenilen doku lazer etkileşimi, lazer ışığının hedef doku tarafından emilmesidir. Biyolojik dokularda, absorpsiyon temel olarak serbest su moleküllerinin varlığına, proteinlere, pigmentlere ve diğer makromoleküllere bağlıdır. Lazer ışığının dokularca absorbe edilen miktarı absorpsiyon katsayısı (α) ile ifade edilir. Lazer ışığının dokudaki penetrasyon derinliği absorpsiyon miktarı ile ters orantılıdır.⁷⁰⁻⁷² Absorpsiyon katsayısını en fazla etkileyen unsur lazer ışığının dalga boyudur. Termal etkileşimlerde ise, su molekülleri tarafından absorpsiyon önemli rol oynar.⁷³ Bazı lazerlerin su için absorpsiyon katsayıları ($\alpha:\text{cm}^{-1}$): argon lazer (514 nm) 0.00029, diyot lazer (800 nm) 0.020, Nd:YAG lazer (1,064 nm) 0.61, Er:YAG lazer (2,940 nm) 12,000, CO₂ lazer (10,600 nm) 860.^{73, 74}

Transmission (Geçiş): İkinci etkileşim, lazerin hedef doku için yüzeysel dokulardan etkileşime girmeden geçmesidir. Absorpsiyon gibi bu özellik de lazer ışığının dalga boyuna bağlıdır. Bu etkileşime örnek olarak diyot ve Nd:YAG lazerlerin lens, iris ve korneadan geçerek retina tarafından absorbe edilmesi gösterilebilir.^{59, 69}

Reflection (Yansımaya): Üçüncü etkileşim olan yansımaya, lazer ışığının hedef dokuda herhangi bir etkileşime girmeden yüzey dokudan geri dönmesidir. Dokuların homojen olmayan yapısı lazer ışığının yansımadaki en önemli faktördür. Bazı lazerler yansımaya yaptıkları alandan 3 metrelik uzaklıkta halen yeterli enerjiye sahip olabilmektedir. Bu etkileşim lazer güvenliği açısından göz önünde bulundurulması gereken bir özelliktir. Çünkü yansıyan ışık yaralanmalara sebep olabilir ve bu yüzden göz gibi zarar görme ihtimali olan bölgeler uygulama esnasında korunmalıdır.⁵⁹

Scattering (Saçılma): Dördüncü etkileşim de ışığın doku içerisinde saçılmasıdır. Lazer ışığının saçılması, hedeflenen bölgeye istenilen miktarda enerji transfer edilmesini engelleyecek ve istenilen biyolojik etki elde edilemeyecektir. Saçılan

lazer ışığı komşu dokularda absorbe edilerek ısı transferine neden olarak istenmeyen hasarlara yol açabilir. Bununla birlikte değişik doğrultuda saçılan ışıklardan kök kanal sistemlerinin dezenfeksiyon ve sterilizasyonunda yararlanılmaktadır.^{59, 75}

2.2.3.2. Biyolojik Etkileşimler

Lazer ve doku arasındaki biyolojik etkileşimler 3 başlık altında toplanabilir:

1. Fotokimyasal Etki
2. Fototermal Etki
3. Fotomekanik Etki

Fotokimyasal Etki: Fotokimyasal teoriye göre, doku kromoforları lazerin absorpsiyonunu gerçekleştiren moleküllerdir. Bu moleküller hücre içi veya dışı moleküller, hücre zarı molekülleri ya da enzimler olabilir. Lazerin dokularda oluşturduğu etkilerin, uyarılan kromoforlara bağlı olduğu düşünülmektedir.⁷⁶ Bazı lazer türlerinin kullanımında dokularda meydana gelen sıcaklık değişimi 1°C altında kalır ve dokuda herhangi bir termal etkileşim gerçekleşmez. Bu tip lazerlerin dokular üzerindeki etkilerini termal etkileşim mekanizması ile açıklamak mümkün değildir.^{77, 78} Dokularda termal değişikliğe neden olmaksızın hücre fonksiyonunun uyarılması ve biyolojik etki elde edilmesine olanak sağlayan bu tür lazerlere “düşük düzeyli lazerler”, “düşük enerjili lazerler” ya da “yumuşak (soft) lazerler”, dokuda meydana getirdikleri etkiye ise “biyostimülasyon” denir.⁷⁹

Fototermal Etki: Medikal lazerler ışık enerjisini dokuya ileterek enerjinin absorpsiyonu ile ısıya dönüştürürler. Bu mekanizma ile dokuda insizyon, eksizyon, koagülasyon ya da vaporizasyon yapılabilir.⁸⁰

Lazerle dokuların kesilmesi, doku yüzeyindeki sıcaklık artışıyla yapılmaktadır.

Sıcaklık artışı, dokuların koagülasyonuna ve vaporizasyonuna yol açmaktadır. Koagülasyon, dokuların 60°C ile 100°C arasında ısınması ve doku proteinlerinin denatürasyonu sonucu oluşur. Dokuda beyazlaşma ve büzülme gibi değişikliklerle karakterizedir. Sıcaklık 100°C'ye yaklaştığında, dokular buharlaşmaya başlarlar. Bu durum dokunun vaporizasyonudur ve dokunun kesilmesi bu şekilde olur. Bunun sonucunda, kesim alanının etrafında karbonizasyon oluşur. Uygulama homojen bir dokuda yapılıyorsa lazerin gücü azalarak alt tabakalara kadar iletilir ve kısmen yansiyarak absorbe edilir. Isının 300°C'den fazla olduğu durumlarda dokular hemen buharlaşır ve buharlaşan kısmın altında 150°C' den fazla ısınan bölge karbonize olur. Bir alt tabakada doku koagüle olurken onun altında dönüşümsüz bir doku hasarı meydana gelmeksizin sadece doku sıcaklığı biraz artar. Güç, ışınlama süresi ve dalga boyu gibi lazer parametreleri gibi dokuların cinsi de termal etkinin şiddetini etkileyen faktörlerdir.⁸¹

Kollateral ısınma hemostaz için gerekli koagülasyonu sağlar. Lazer uygulama alanına komşu dokuda iyileşmenin olumsuz etkilenmemesi için kollateral ısınmanın minimal olması istenir. Neoplazmaların vaporizasyonu ya da koagülasyonunun istendiği olgularda derin doku hasarı kaçınılmazdır.^{80, 81}

Fotomekanik Etki: Yüksek enerjiye sahip lazer ışığının yüksek frekanstaki uygulamalarında dokularda doğrusal olmayan değişiklikler oluşur ve dokunun optik özellikleri değişir. Lazerin oluşturduğu ısı enerjisi dokunun buharlaşma sıcaklığından fazla ise, bu enerji doku tarafından absorbe edilir ve dokuda buharlaşma meydana gelir. Bu olaya “fotoablasyon” denilmektedir. Bu özellikteki lazerler çevre dokulara zarar vermeden hedeflenen bölgede çalışmaya imkan sağlamaktadır. Atımlı lazerlerde dokuya aktarılan enerji şok dalgaları meydana getirerek dokuda fiziksel etki yaratır, bu etkiye “fotoakustik etki” denir.^{69, 79}

2.2.4. Diş Hekimliğinde Lazerlerin Kullanım Alanları ⁵⁰

Teşhis

- a. Pulpa vitalitesinin tespiti
 - Doppler Flowmetry
 - Düşük seviyeli lazer uygulaması
- b. Çürük tespiti
- c. Bakteri tespiti
- d. Kanser teşhisinde displastik değişimlerin tespiti

Sert Doku Uygulamaları

- a. Çürük uzaklaştırılması
- b. Kavite preparasyonu
- c. Kron yükseltme
- d. Endodonti
 - Kök kanal prepasyonu
 - Sterilizasyon
 - Apikoektomi
 - Kök kanal dolgu materyallerinin ve kırık aletlerin uzaklaştırılması
 - Guta-perka yumuşatılması
- e. Lazerle aşındırma
- f. Çürüğün engellenmesi

Yumuşak Doku Uygulamaları

- a. Lazerle aktive edilmiş yumuşak doku küretajı ve periapikal cerrahi
- b. Bakteriyel dekontaminasyon
- c. Gingivektomi ve gingivoplasti
- d. Estetik yeniden kontürlenme

- e. Frenektomi
- f. Gingival retraksiyon
- g. İmplant açığa çıkarma
- h. Biyopsi insizyonu ve eksizyonu
- i. Aftöz ülserlerin ve oral lezyonların tedavisi
- j. Koagülasyon/hemostaz
- k. Doku füzyonu- süturlama
- l. Flep cerrahisi
- m. Granülasyon dokusunun uzaklaştırılması
- n. Pulpa kapaklaması, pulpotomi ve pulpektomi
- o. Operkülektomi ve vestibüloplasti
- p. İnsizyon ve apse drenajı
- r. Hiperplastik dokuların ve fibromaların uzaklaştırılması

Lazerle İndüklenen Analjezi

Lazerle Aktivasyon

- a. Restorasyon
- b. Beyazlatma ajanları

2.2.5. Endodontide Lazerler

2.2.5.1. Teşhis

Pulpa vitalitesi hastalığı belirlemek ya da ayırt etmek için kullanılıyor olmasından dolayı teşhisin tamamlayıcı bir parçasıdır. Bu amaçla kullanılan çok sayıda metot vardır, özellikle elektrik testi ve termal testler gibi vitalite tespit metotları pulpa vitalitesini tespit etmekten ziyade kullanılan uyarana karşı hassasiyeti ölçmektedir. Sonuçta bu testler sinir fonksiyonları hakkında bilgi verdiği ve vitalitenin temel özelliği olan kan akışı hakkında fikir vermediği için travmatik yaralanmalara maruz kalan

dişlerden ve immatür dişlerden yanlış cevaplar alınabilmektedir.⁸² Gerçek vitalite testi kan akışının varlığı ya da yokluğu temeline dayanmalıdır.⁸²

Lazer doppler flowmetre retina, bağırsak zarı, renal korteks ve deri gibi mikrovasküler sistemlerdeki kan akışını ölçmek için geliştirilmiştir.^{83, 84} Pulpal kan akışının da semi-kantitatif olarak kaydedilmesine izin veren bu yöntem noninvaziv elektro optik bir tekniktir. Bu teknik mikro dolaşımın çok küçük kan damarlarındaki kan dolaşımını bile ölçebilmektedir. Bu teknik hareketli kırmızı kan hücreleri aracılığıyla dokuda dağılan ve sonuçta frekansı genişleyen diyot lazer ışığı kaynaklı doppler prensibine dayanmaktadır. Frekansı genişlemiş ışık lazer ışığıyla birlikte statik dokuda dağılır ve ışıl akımla sonuçlanan bu işlem kan akım ölçümü sağlar.⁸⁵

Uzun süreler bu konu ile ilgili çalışmalar yapılmış ve lazer doppler flowmetrenin pulpa vitalitesinin belirlenmesinde, konvansiyonel tekniklerin sonuç veremediği travmaya uğramış dişlerin erken dönemlerinde bile yararlı olduğu sonucuna varılmıştır.^{86, 87}

Ancak cihazın çok pahalı olması bu yöntemin kullanılmasındaki önemli bir limitasyondur. Lazer doppler flowmetre ile pulpa dokusundaki kırmızı hücre akışı ölçümünün gingival dokulardaki kırmızı hücrelere ya da çevre ortamın ışık yoğunluğuna bağlı artifaktlar ya da harekete bağlı artifaktlar gibi problemlerden etkilenerek güvenilir bilgi sağlayıp sağlayamayacağı henüz kanıtlanmamıştır. Sinyalin sadece pulpadan geldiğinden emin olmak için dişlerin rubber dam veya opak bir plastik splint ile izole edilmesi gerekmektedir.⁸⁸ Bunların dışında, bu yöntem güvenilir sonuçların alınmadığı çocuklarda da yararlıdır ve noninvaziv bir yöntem olması hastaların uyumunu ve kabullerini kolaylaştırır.⁸⁹

2.2.5.2. Dentinal Hipersensitivite

Dentinal hipersensitivite yanlış fırçalama, gingival çekilme, uygun olmayan diyet gibi faktörlere bağlı olarak görülmektedir.⁹⁰ Bu hassasiyetin genel olarak kök yüzeyindeki açığa çıkmış ve smear tabakasıyla kaplı olmayan dentin tübüleriyle ilişkili olduğu kabul edilmektedir. Hipersensitif dişte uyarının dentin boyunca geçişinin hidrodinamik mekanizmayla ilişkili olduğu düşünülmektedir.⁹¹

Dentinal hipersensitivite tedavisinde kullanılan lazerler iki gruba ayrılmaktadır: düşük güçlü lazerler (helyum-neon (He-Ne) ve galyum/alüminyum/arsenit (GaAlAs)) ve orta güçlü lazerler (Nd:YAG ve CO₂).⁸⁸ Hassasiyetin azalmasındaki mekanizma tam olarak bilinmemektedir, fakat her lazerin mekanizmasının farklı olduğu bilinmektedir. Düşük güçlü lazerlerde, lazer enerjisinin küçük bir bölümü mine ve dentini aşip pulpaya ulaşabilmektedir.⁸⁸ He-Ne lazerin elektriksel aktiviteyi yani aksiyon potansiyelini etkilediği ancak A δ veya C lifleri etkilemediği düşünülmektedir.⁹² 830 nm'lik GaAlAs lazer C liflerinin depolarizasyonunu bloke ederek ağrıyı baskılamaktadır.⁹³ 1064 nm'lik Nd:YAG lazer enerjisi dentini tamamen geçer, termal etkiler oluşturur⁹⁴ ve pulpal analjezi sağlar.⁹⁵ Orta güçte CO₂ lazer kullanımı dentin tübüllerinin permeabilitesini azaltmakla birlikte tıkanmalarını da sağlar.⁹⁶

Genel olarak, dentinal hipersensitivite tedavisinde lazerlerin etkinliği diğer metotlardan daha fazladır, ancak ağır vakalarda daha az etkindir. Bu sebeple lazer kullanımından önce sensitivitenin şiddetinin belirlenmesi gerekmektedir.⁸⁸

2.2.5.3. Pulpa Kapaklaması ve Vital Pulpa Amputasyonu

Apeksi kapanmış daimi dişlerde pulpa tedavi seçenekleri pulpa kapaklaması ve kök kanal tedavisidir. Apeksi kapanmamış dişlerde ise devitalizasyon ve kök kanal tedavisi kök formasyonu tamamlanana kadar önerilmemektedir. Bu yüzden bu dişlerde

endodontik tedavi seçenekleri pulpa ampütasyonunu ve revaskülarizasyonu da içermektedir.⁸⁸

Bazı kimyasal maddeler, CO₂ ya da Nd:YAG lazerler kullanılarak yüzeysel pulpa dokusunun koagülasyonu sağlanarak konvansiyonel yaklaşımlar denenmektedir. Bu lazerlerin uygulanmasından sonra amputasyon bölgesinde dentinal köprü formasyonunun olduğu gözlenmiştir.⁹⁷ Bu işlemlerde lazerlerin koagülasyon sağlamadaki etkinliklerine bağlı olarak kanamasız bir ortamın elde edilmesi daha kolay olmaktadır. Ayrıca yara yüzeyi de steril olmaktadır.⁸⁸ Ancak pulpa kapaklaması ve ampütasyon için lazer kullanımında uygun parametreler seçilmelidir. Lazer enerjisi çok güçlü olduğunda tedavi başarısızlıkla sonuçlanabilmektedir.⁸⁸

2.2.5.4. Smear Tabakasının Modifikasyonu

Endodontik preparasyon işlemleri sonucunda kök kanal duvarlarında organik ve inorganik debris oluşmaktadır. Bu tabaka dentin permeabilitesini azaltması ve dentin tübüllerinin tıkanmasını sağlaması yönüyle yararlı olabilmesine rağmen bakteri ve bakteriyel ürünler içerebilmesinden dolayı zararlı da olabilmektedir.⁹⁸ Bu sebeple, bu tabakanın bir lazer aracılığıyla uzaklaştırılması ve yerine kimyasal bir kanal patı kullanılması veya dentin yüzeyinde bir erime oluşturularak tıkanmanın sağlanması bir amaçlanmaktadır.⁸⁸

Kök kanallarından smear tabakasının uzaklaştırılması amacıyla çeşitli lazerler kullanılmıştır. CO₂ lazerin kök kanallarına uygulanmasından sonra dentin permeabilitesinin azaldığı bildirilmiştir.⁹⁹ Nd:YAG lazer kullanılan bir in vitro çalışmada ise kök kanalının apeksinin tıkandığı gösterilmiştir.¹⁰⁰ Potasyum titanil fosfat (KTP) lazerin kullanımıyla kök kanallarından debris ve smear tabakasının uzaklaştırıldığı,¹⁰¹ argon lazer kullanımının da prepare edilmiş kök kanal yüzeylerini

etkili bir şekilde temizlediği rapor edilmiştir.¹⁰² Bunların dışında Er:YAG,¹⁰³ Er,Cr:YAG¹⁰⁴ (erbium, chromium: ittrium-scandium-gallium-garnet) (erbiyum, kromiyum: itriyum-skandiyum-galyum-garnet) ve diyot lazer¹⁰⁵ uygulamaları da smear tabakasının uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır.

Genel olarak lazerler kullanılarak smear tabakası ve debrisin uzaklaştırılması mümkündür ancak tüm kanal duvarlarını temizlemek zordur, çünkü lazer ışığı düz olarak yayılır ve bu ışığın lateral kanal duvarlarını da etkilemesi neredeyse imkansızdır.⁸⁸

2.2.5.5. Kök Kanallarının Sterilizasyonu

CO₂ lazerler endodontik aletlerin sterilizasyonunda kullanılıyor olmasına rağmen, fiber uç sistemi olmamasından dolayı kök kanal sterilizasyonunda kullanılamamaktadır.¹⁰⁶ Nd:YAG gibi lazerlerin kök kanal duvarlarına zarar vermeksizin fiber uçlarla kullanımının pozitif etkileri çalışmalarla gösterilmiştir.¹⁰⁷ Dar kanallara girebilen fiber sistemleri olmasından dolayı rutin olarak kök kanal dezenfeksiyonunda kullanılan lazerler Nd:YAG ve diyot lazerler olarak sayılabilir .

Periodontal dokularda, oluşan ısı sebebiyle termal yaralanmalar oluşabileceği için kök kanallarının lazer kullanılarak sterilizasyonu problemler oluşturabilmektedir. Bu sebeple, tercih edildiği takdirde uygun lazer parametrelerinin kullanılması önem taşımaktadır.⁸⁸

2.2.5.6. Kök Kanal Şekillendirmesi ve Obturasyon

Kök kanal şekillendirmesi organik ve inorganik artıkların uzaklaştırılmasını, yıkama işlemini ve obturasyonu kolaylaştırdığı için endodontik işlemlerin önemli bir basamağını oluşturmaktadır. Bu amaçlara ulaşmak için, kök kanal düzensizliklerinin ortadan kaldırılması amacıyla kullanılan çeşitli yöntemler bulunmaktadır.⁸⁸

Er:YAG lazer kullanımının ardından kök kanal yüzeyi ışık mikroskobunda düz, taramalı elektron mikroskobunda ise pullu gibi bir görüntü vermiştir.⁸⁸ Nd:YAG lazer kullanımı sonucunda temizlenmiş ve düzenli kök kanalları sağlayabildiği için kök kanal şekillendirmesinde bu yaklaşımın kullanımı önerilmiştir.¹⁰⁸

Nd:YAG gibi lazerler termal etkilerinden dolayı guta-perkanın yumuşatılması amacıyla denenmiştir; ancak kullanım zorluğu ve uzun çalışma süresi sebebiyle günümüzde kullanılan termoplastize guta-perka obturasyon sistemlerinden daha avantajlı bulunmamıştır.¹⁰⁹

2.2.5.7. Endodontik Cerrahi

Apikal rezeksiyon kök kanal tedavisi başarısız olmuş dişlerde kökün apeks bölgesinin ve yakın çevre periodontal dokuların uzaklaştırıldığı ve kürete edildiği cerrahi bir işlemdir. Bu cerrahi operasyon için lazer kullanıldığında lazerlerin koagülasyon etkisi sayesinde kan bulunmayan bir cerrahi ortamın elde edilmesi daha kolay olacaktır. Kesi alanına lazer uygulanırsa alan sterilize edilebilecektir. Ayrıca sert doku lazerlerinin kullanımıyla termal ve yapısal zararlar olmaksızın mekanik frez kullanım ihtiyacı ortadan kaldırılabilir.⁸⁸

CO₂ lazerin, sekonder apikal apselerin tedavisinde başarılı sonuçlar alınabileceğini gösteren çalışmalarla apikal rezeksiyonlarda kullanımı ile ilgili klinik çalışmalar başlamıştır. Bu lazer kökün apikal bölgesindeki dentin tübüllerinin tıkanması ve cerrahi alanın sterilizasyonu için önerilmiştir.¹¹⁰

Nd:YAG lazer, çekilmiş insan dişlerinde in vitro olarak ya da ratlarda in vivo olarak kök rezeksiyonu için kullanıldığında doku tamiri frez kullanılarak yapılan rezeksiyona kıyasla daha geç olmaktadır.¹¹¹

2.2.5.8. Lazer ile solüsyonların aktive edilmesi

Lazer ile solüsyonların aktive edilmesi kök kanalları içerisine distile su,¹¹² EDTA,¹¹³ ve NaOCl¹¹⁴ gibi yıkama solüsyonunun ya da metilen¹¹⁵ ve toluidin mavisi¹¹⁶ gibi sensitizörler yerleştirilmesinin ardından lazer yardımı ile solüsyonun aktive edilmesi esasına dayanır.¹¹⁷ Bu amaçla diyot,¹¹⁸ Nd:YAG¹¹⁹ ve erbiyum lazerler^{113, 120} gibi lazer cihazları kullanılmıştır. Bu lazerler fotoakustik etkiyle şok dalgası üretirler ve bu yolla aktivasyon gerçekleşir. Lazer yardımcı yıkama işlemi kök kanallarından debrisin,¹¹⁴ smear tabakasının,^{118, 121} kalsiyum hidroksitin,¹¹³ eski kök kanal dolgu materyalinin,¹²² ikili ve üçlü antibiyotik pastalarının uzaklaştırılmasının¹²³ yanı sıra yıkama solüsyonun antibakteriyel etkisinin artırılması,¹²⁴ kanal patının^{125, 126} ve adeziv sistemlerin dentine bağlanmasının artırılması^{112, 127} gibi amaçlarla kullanılmıştır.

2.2.6. Diyot Lazerler

Diğer lazerlerle kıyaslandığında, diyot lazerlerin avantajları küçük boyutları ve daha uygun fiyatlarıdır.⁴⁹ Diyot lazerler, aktif maddeleri yarı iletken olan lazerlerdir. Yarı geçirgen kristaller alüminyum veya indiyum ile galyum ve arsenik gibi elementlerin kombinasyonundan elde edilir. Diş hekimliğinde aktif ortamında alüminyum bulunan 800 nm'lik dalga boyuna sahip veya aktif ortamında indiyum bulunan 980 nm'lik dalga boyuna sahip lazer cihazları kullanılmaktadır. Diyot lazerler elektromanyetik spektrumun kızılötesine yakın bölümünün başlangıcında bulunmaktadır.^{59, 128}

800-980 nm lazer dalga boyu suda zayıf olarak absorbe edilirken, hemoglobinin ve diğer pigmentlerde yüksek derecede absorbe edilmektedir. Diyot lazerler temelde diş sert dokularıyla etkileşmediği için bu lazer çeşidi kesme, gingival ve oral mukozanın koagülasyonu gibi amaçlarla kullanılabilen başarılı bir yumuşak doku cerrahi lazeridir.¹²⁹ Ayrıca diş sert dokularına zarar vermediği için dentin tübüllerindeki

mikroorganizmalara etkili olabilmektedir.^{130, 131} 980 nm dalga boylu diyot lazerler, pulpa dokusu gibi su içeriği fazla olan dokularda iyi absorbe edilebilir olmasından dolayı özellikle amputasyon tedavisinde kullanımı oldukça uygundur.¹³² Çeşitli diyot lazer tipleriyle yapılan histopatolojik çalışmalar, diyot lazer kullanımı ile pulpa üzerinde termal zararın azaldığını ve pulpada yara iyileşmesinin daha hızlı olduğunu göstermiştir.^{133, 134}

2.3. Düşük Seviyeli Lazer Terapisi

DSLTLazerin düşük seviyeli olarak veya ışık yayan diyot (LED) aracılığı ile ışık uygulanmasıdır. DSLT; enflamasyonu azaltmak, doku onarımını ve analjezik etkiyi arttırmak için kullanılan bir tedavi metodudur. DSLT'yi diğer lazer tedavi metodlarından ayıran en büyük özelliği dokuda herhangi bir termal ve ablatif etki yapmamasıdır.¹³⁵ DSLT, hastalığa ve enfeksiyona sebep olan mikroorganizmaları öldüren bakterisidal molekülleri oluşturan fotosensitif boyalara indirekt olarak ışık uygulamasından yararlanan fotodinamik tedaviden farklıdır. Güncel bilgiler fotodinamik tedavinin oral cerrahi, endodonti ve periodontoloji (örneğin; Periowave) alanlarındaki oral enfeksiyonların tedavi edilmesinde yararlı bir araç olduğunu göstermektedir. Aksine DSLT ışığın etkisini kullanır ve inflamasyonu azaltmak, ağrıyı azaltmak ve/veya yara iyileşmesini kolaylaştırmak için direkt olarak konak hücrelerini uyarır. Bu tedavi, dokuda bir değişiklik yapmadan hücre fonksiyonlarının stimülasyonu amacıyla kullanılır.¹³⁵

DSLTL için kullanılan lazer veya LED cihazları 600-1000 nm'lik spektrum aralığında yayılım, 5mW/cm² – 5W/cm²'lik aydınlatma yaparlar ve 1mW gibi düşük güçten 10 W'a kadar güç üretimi yaparlar. Tedavi süresi 30-60 saniye arasındadır. Akut veya postoperatif terapi için genellikle tek seans tedavi gerekirken, kronik ağrı veya dejeneratif durumlarda on seans gibi çoklu seanslar gerekli olabilmektedir.¹³⁵

DSLTL'nin klinik olarak dört temel hedefi vardır:

1. İyileşmenin, remodelasyonun uyarılması, inflamasyonun azaltılması,¹³⁶⁻¹⁴⁰
2. Analjeziyi uyarmak,¹⁴¹⁻¹⁴⁴
3. Ödem ve inflamasyonu azaltmaya yardımcı olmak için lenfatik drenaj,¹⁴⁵⁻¹⁴⁷
4. Kasılmış kas fibrillerini rahatlatmak ve duyarlılığı azaltmak,¹⁴⁸⁻¹⁵¹

DSLTL'nin birçok etkisi mitokondrinin ışık absorpsiyonu ile açıklanabilir.^{152, 153}

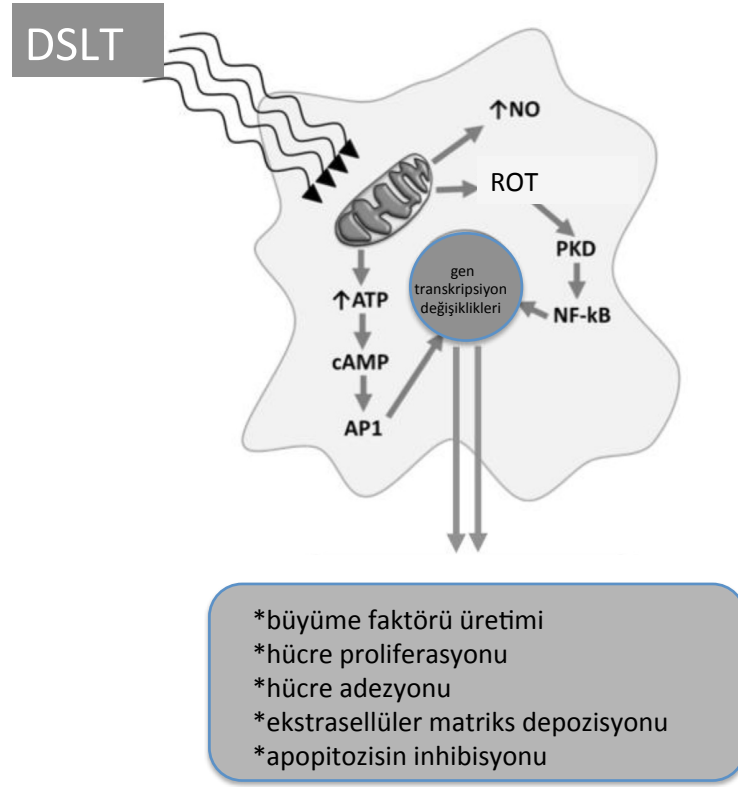
Bu etkilerin daha anlaşılır olması için iskemik dokuların DSLTL uygulaması öncesindeki durumlarının bilinmesi gerekmektedir. İskemik dokularda mitokondri, sitokrom c oksidazla (elektron transport zincirinde enerji üretiminde gerekli olan son enzim) birleşmek için oksijenle yarışan ve oksijenin yerini alabilen nitrik oksit sentezler.¹⁵⁴⁻¹⁵⁷ Bu da iki negatif etkiyle sonuçlanır: azalmış ATP (adenozin trifosfat) sentezi ve inflamasyona sebep olan artmış oksidatif stres.^{154-156, 158-160}

Hipoksik hücrelerde DSLTL'nin sonuçları şöyledir (Şekil 2.5):

Primer etki (Sitokrom c oksidaz tarafından lazer ışığının absorpsiyonu):

Sitokrom c oksidaz kırmızı ve kızılötesine yakın ışınları absorbe eder ve bu absorpsiyon neticesinde bir seri etki meydana gelir.^{152, 161-164}

Sekonder etki (ATP, nitrik oksit ve reaktif oksijen türlerinin miktarında değişiklikler): Sitokrom c oksidazın ışık absorpsiyonuna bağlı olarak ATP, nitrik oksit ve reaktif oksijen türlerinde değişiklikler olur. Hipoksik hücrelerde, DSLTL'nin ardından sitokrom c oksidaz nitrik oksiti serbest bırakır, ATP sentezi artar ve oksidatif stres azalır.¹⁶⁵⁻¹⁶⁹



Şekil 2. 5. DSLT'nin hücre metabolizması üzerine olan etkisi. DSLT mitokondri üzerine olan etkileriyle NO, ATP ve ROT'nin artışını sağlar. Bu artışla cAMP ve PKD, aktif transkripsiyon faktörleri olan NF-kB ve AP1'i aktive eder, bu da gen ekspresyonunda değişiklikler ve çeşitli kimyasal mediatörler vasıtasıyla hücresel değişikliklerle sonuçlanır. (ATP: adenozin trifosfat, cAMP: siklik adenozin monofosfat, AP: aktivatör protein, NO: nitrik oksit, ROT: reaktif oksijen türleri, PKD: protein kinaz D, NF-kB: nükleer faktör kappa B)

Tersiyer etki (Hücre içi cevaplar-gen transkripsiyonu ve hücresel sinyaller):

Sekonder etkiler neticesinde (ATP sentezi artması ve oksidatif stres azalması) hücre zarında, hücre sitoplazmasında ve hücre çekirdeğinde bulunan komponentler direk ya da indirekt olarak etkilenmektedir. Bu direk ya da indirekt etkiler proliferasyon,

migrasyon, nekroz ve inflamasyon gibi hücrese cevapları düzenlemektedir. Bu düzenlemeye “DSLTL'nin tersiyer etkileri” denir.¹⁶⁵⁻¹⁶⁹ Bu düzenlemeler DSLTL'nin ilk klinik hedeflerindedir.

Dördüncül etki (Fotona maruz kalmamış hücrelerin indirekt olarak etkilenmesi): Fotonları absorbe etmemiş dokular, ışığı absorbe eden hücrelerden salınan biyoaktif moleküller aracılığıyla indirekt olarak etkilenebilir. Kan ve lenfteki hücreler aktive edilebilir ve sonuçta otokrin, parakrin ve endokrin gibi sistemik etkilere sebep olabilir.¹³⁵

DSLTL'nin analjezik etkisi muhtemelen ATP'nin artması ve oksidatif stresin azalması gibi farklı biyolojik etkilerin sonucudur. DSLTL analjezik etki amacıyla sinir liflerini de etkilemektedir. Chow ve ark.¹⁴¹ tarafından yapılan lazer analjezi mekanizmalarıyla ilgili sistematik bir derlemeye göre, yüksek ışınlı (>300mW/cm²) lazer ışığı nosiseptörler tarafından absorbe edildiğinde, iletimi yavaşlatarak, aksiyon potansiyellerinin amplitüdünü düşürerek ve nörojenik inflamasyonu suprese ederek Aδ ve C ağrı fiberleri üzerinde inhibitör etki oluşur.

DSLTL'nin bir diğer hedefi ise lenfatik drenajdır. DSLTL'nin lenfatik akışı arttırdığına dair kanıtlar bulunmaktadır. Mastektomi sonrası oluşan lenf ödem için uygulanan DSLTL ile ilgili sekiz klinik çalışmaya ait bir sistematik derlemede “Lenf ödeme bağlı göğüs kanserinin önüne geçmede DSLTL'nin etkinliği için orta dereceden güçlü dereceye varan kanıtlar bulunmaktadır.” sonucuna varılmıştır.¹⁴⁶ İkinci derece bilek burkulması olan futbol oyuncularında yapılan kontrol gruplu klinik bir çalışmada plasebo grubuyla kıyaslandığında lazer grubunda ödem miktarında anlamlı azalma olduğu bulunmuştur.¹⁷⁰

DSLTL'nin hedeflediği bir diğer mekanizma ise kas spazmları ve sınırlı eklem

hareketlerine sebep olan kasılmış kas fibrilleri ve gergin kas bantları içindeki palpe edilebilen nodüller yani miyofasiyal triger noktalarıdır. Bunlar migren, gerilme tipi baş ağrıları, temporomandibular eklem bozuklukları ve boyun ağrıları gibi birçok ağrı durumunun sebebidirler. Motor-son plak (sinir lifi – kas lifi kompleksi) bozuklukların etyolojisinin merkezidir ve elektromiyografi çalışmaları triger noktalarında yüksek elektriksel aktivite olduğunu göstermiştir. Elektriksel aktivitenin DSLT’den sonra azaldığı ve DSLT’nin ağrının azaltılması üzerinde hemen ve devam eden etkileri olduğu klinik çalışmalarla gösterilmiştir.¹⁴⁸⁻¹⁵¹ Ancak bu etkinin oluşmasındaki temel mekanizma henüz açığa kavuşturulamamıştır.

2.3.1. Düşük Seviyeli Lazer Terapisinin Tarihçesi

DSLTL ilk kez 1967 yılında Macaristan’da Mester tarafından fareler üzerinde lazer ışığının karsinojenik etkilerini incelediği bir çalışmada fark edilmiştir. Yaptığı çalışmada lazer ışığı verdiği farelerde hiçbir neoplazm görülmediği ve ilave olarak tıraş ettiği kürklerinin lazer ışığı vermediği farelere göre daha hızlı uzadığını görmüştür. Bu etkiye de “biyostimülasyon” demiştir.^{2, 171} Kırk beş yıl sonra DSLT ile ilgili her ay 30’un üzerinde toplamda binlerce makale yayımlanmıştır ve hem randomize klinik çalışmalarla hem de meta-analizler ve sistematik derlemelerle klinik yararlarını gösterilmiştir.¹⁷²⁻¹⁷⁴

DSLTL’nin oral ve maksillofasiyal endikasyonları ile ilgili olarak da yayımlanmış makaleler bulunmasına¹³⁵ rağmen en fazla kas ve iskelet ile ilgili ağrıların tedavisindeki etkinliğiyle ilgili klinik kanıtlar bulunmaktadır.

2.3.2. Düşük Seviyeli Lazer Terapisinin Parametreleri

DSLTL’nin etkili olabilmesi için dalga boyu, güç, ışınlama, uygulama süresi ve gerekli olan atım gibi uygulanan parametrelerin belirli sınırlar içinde olması

gerekmektedir.

2.3.2.1. Aydınlatma parametreleri

Eğer doğru olmayan bir zaman periyodunda doğru olmayan ışınlama parametreleri kullanılırsa tedavi etkisiz olacaktır. Eğer ışınlama çok düşük ve/veya iletim sistemi çok kısa ise bariz bir etki olmayacaktır. Diğer taraftan, eğer ışınlama çok yüksek ve/veya tedavi süresi çok uzunsa yarar ortadan kalkacağı gibi istenmeyen inhibitör etkiler de oluşabilecektir.¹⁷⁵⁻¹⁷⁷

Dalga boyu: Absorbe edilen ışığın dalga boyu sitokrom c oksidazın yapısını ve redoks durumunu belirlemektedir.^{152, 153, 178} Optimum dalga boyu konusunda net bir bilgi olmamasına rağmen diş hekimliğinde DSLT cihazları tipik olarak 650-1000 nm aralığındadır.

Güç (Power); DSLT cihazları 1mW - 10 W aralığında güç üretimi yaparlar.

Işın alanı: Aydınlatmayı hesaplamak için kullanılır, fakat genellikle ışın alanını hesaplamak zordur. Diyot lazer ışınları tipik olarak yuvarlak değil, genellikle eliptiktirler ve ışın genellikle ortada parlak çevreye doğru ise kademeli olarak zayıflayan şekildedir. Bunlar da hesaplamayı zorlaştırmaktadır.¹⁷⁹

Aydınlatma: Aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır:¹⁸⁰

$$Aydınlatma = \frac{Güç(W)}{Işın alanı(cm^2)}$$

Ortalama Güç: Eğer ışın aralıklı ise hesaplanacak güç “ortalama güç” olmalıdır ve şu şekilde hesaplanır (Hz:Hertz):

$$Ortlama Güç(W) = Güç Piki(W) \times Aralık Süresi(s) \times Aralık Frekansı(Hz)$$

Aralıklı ışınlama ile ilgili yapılan bir derlemenin sonucu olarak aralıklı ışığın devamlı dalga ışığından farklı sonuçlarının olduğu bildirilmiştir.¹⁸¹ Farelerde travmatik beyin yaralanması üzerine yapılan bir çalışmada ise 810 nm'lik bir lazer cihazı ile uygulanan DSLT'nin iyileştirici etkilerinin 10 Hz'lik aralık frekansı ile uygulanmasından daha etkili bulunduğu rapor edilmiştir.¹⁸²

2.3.2.2. Doz Parametreleri

Enerji: Güç ve süre arasında ters bir ilişki olduğundan ve aydınlatmayı yok saydığından dolayı enerjiyi doz birimi olarak kullanmak çok güvenilir değildir. Enerji şu formül kullanılarak hesaplanır:¹³⁵

$$Enerji(J) = Güç(W) \times Süre(s)$$

Maruz kalınan ışın: Bu hesaplama ise güç, süre ve aydınlatma arasında ters ilişki olduğundan dolayı doz birimi olarak güvenilir değildir ve şu şekilde hesaplanır:¹³⁵

$$Maruz Kalınan Işın \left(\frac{J}{cm^2} \right) = Güç(W) \times \frac{süre(s)}{ışın alanı(cm^2)}$$

Yukarıda anlatıldığı gibi parametrelerin potansiyel karşılıklı ilişkilerindeki yetersizlikten dolayı DSLT verilerini bildirmek ve kaydetmek için daha uygun olan yol aydınlatma parametrelerini kullanmak, sonrasında ışınlama süresinin belirlenmesidir. Genel olarak tedavi süreleri her seansta 30-60 saniye arasında değişmektedir.¹³⁵

Akut yaralanmalarda ya da hemen postoperatif olarak tek tedavi uygulanmasının klinik olarak anlamlı etkileri vardır. Kronik iyileşmeyen durumlar ya da kronik ağrılar, genellikle klinik olarak başarı elde edilene kadar birkaç hafta boyunca haftada iki üç DSLT gerektirmektedir.¹³⁵

2.3.3. Güvenlik

DSLTL ile ilgili çok az risk bulunmaktadır. Potansiyel zararlı etkiler oluşan ısıdan ziyade oküler zararlar görülebilmektedir. Birçok vakada DSLTL cihazları ışığı diverjan yayar (paralel değil) ve zararlı etkiler mesafeyle azalır.¹³⁵

2.3.3.1. Kontrendikasyonlar

2010'da Lazer Terapisi Kuzey Amerika Birliği konferansında güvenlik ve kontrendikasyonlarla ilgili fikir birliğine varılmıştır. Temel öneriler şöyledir:

Gözler: Lazer ışığı gözü hedefleyerek kullanılmamalıdır ve herkes uygun koruyucu gözlük kullanmalıdır.

Kanser: Hasta kemoterapi almadıkça primer karsinom ve sekonder metastaz bölgelerine tedavi uygulanmamalıdır; terminal dönem kanser hastalarında rahatlatıcı amaçla kullanılabilir.

Gebelik: Sonuçları bilinmediği için direkt olarak gelişmekte olan fetüse tutulmamalıdır.

Epileptikler: Işığa duyarlı epilepsi hastalarında düşük frekanslı görülebilir ışığın (<30 Hz) krizi tetikleyebileceği bilinmelidir. Bu hastalar ışık titreşimlerinden tam olarak korunmalıdır.¹³⁵

2.3.4. Düşük Seviyeli Lazer Terapisinin Oral ve Maksillofasiyal Endikasyonları

- Çenelerdeki bifosfonat ilişkili osteonekrozlara bağlı ağrının, şişliğin azaltılması, fistüllerin iyileştirilmesi,¹⁸³⁻¹⁸⁵

- Distraksiyonlarda kemik trabekülesyonu ve kemikleşmenin artırılması,¹⁸⁶⁻¹⁸⁸

- Temporomandibular eklem hastalıklarında ağrının azaltılması, mandibulanın hareket aralığının genişletilmesi,¹⁸⁹⁻¹⁹¹

- Ağız kuruluşunda tükürük bezlerinin kanal epitel hücrelerinin rejenerasyonu, tükürük salınımının artırılması,¹⁹²⁻¹⁹⁴
- Oral mukosistite şiddetin azaltılması ve sürenin kısaltılması,¹⁹⁵⁻¹⁹⁷
- Liken planus'ta lezyonun küçültülmesi ve ağrının azaltılması,¹⁹⁸⁻²⁰⁰
- Herpes iyileşmesinin hızlandırılması ve tekrar oluşumunun azaltılması,²⁰¹⁻²⁰³
- Yanan ağız sendromunda semptomların azaltılması,²⁰⁴⁻²⁰⁶
- Gingivektomiden sonra iyileşmenin hızlandırılması ve gingival inflamasyonun azaltılması,^{140, 207, 208}
- Alveoler sinir parestezisinin iyileştirilmesi,²⁰⁹⁻²¹¹
- Üçüncü molar çekimlerinden sonra ağrının ve şişliğin azaltılması, trismusun önlenmesi,²¹²⁻²¹⁴
- Ortodontik ağırların azaltılması ve remodelasyonun hızlandırılması,^{143, 215-217}
- Ortodontik diş hareketlerinin hızlandırılması, osteoblast/osteoklast aktivitesini artırılması, kollajen birikiminin artırılması,^{138, 215, 216}
- Ortodontide kullanılan titanyum implantların osteointegrasyonunun artırılması ve bu implantlardan sonra iyileşmenin hızlandırılması,^{4, 218-220}
- Dentin hipersensitivitesinin azaltılması,^{4, 221, 222}
- Pulpada dentin formasyonunun artırılması,²²³⁻²²⁵
- Kavite preparasyonu sırasında ağrının azaltılması,^{186, 207, 226}
- Kemik-implant bağlantısının güçlendirilmesi, kemik formasyonunun hızlandırılması^{219, 220, 227} gibi birçok kullanım alanı bulunmaktadır.

Fakat DSLT'nin kök kanal tedavisinden sonraki postoperatif ağrıya etkisinin değerlendirildiği bir literatür bilgisine rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı DSLT ve kanal içi diyot lazer uygulamasının, semptomatik apikal periodontitisli mandibular molar dişlerde postoperatif ağrıya olan etkisinin değerlendirilmesidir. Bu çalışmada

temel olarak; “kontrol, plasebo, kanal içi diyet lazer uygulaması ve DSLT grupları arasında fark yoktur” sıfır hipotezi test edilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

Tez araştırması için gerekli etik kurul onayı Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulu Başkanlığı'ndan alındı (05 Sayılı; 24.03.2014 - 09 Sayılı; 10.02.2016).

3.1. Hasta Seçim Kriterleri

Kliniğe başvuran hastalardan semptomatik apikal periodontitisli alt çene molar dişe sahip bireyler çalışmaya dahil edildi.

Yeterli örnek sayısının tespiti için power analizi yapılmıştı. Etki genişliğinin tespiti için apikal rezeksiyon sonrası düşük seviyeli lazer terapisinin etkinliğini inceleyen Yoo ve ark.²²⁸ tarafından yapılan çalışmanın sonuçları kullanıldı (etki genişliği = 0.475). Buna göre %80 güç ölçeğinde 0.05 anlamlılık seviyesinde 4 grup için 56 örneğin yeterli olduğu tespit edildi.

Tablo 3. 1. Klinik ve radyografik bulgulara göre çalışmamıza dahil edilme kriterleri

Semptomlar	Pulpa Testlerine Cevap	Radyografik Görünüm	Perküsyon testine cevap
Isırma sırasında şiddetli ağrı	Pozitif/Negatif	Periapikal lezyon (-)	Pozitif (Şiddetli Ağrılı)

Hastaların çalışmaya dahil edilmesi için 18 yaşından büyük olma ve semptomatik apikal periodontitisli alt çene molar dişe sahip olma kriterleri arandı. Hastaların ağrı durumlarının saptanması için görsel analog skala (GAS) kullanılmıştır. Semptomatik apikal periodontitis tanısı için şiddetli spontan preoperatif ağrı (GAS > 60) ve şiddetli preoperatif perküsyon ağrısı (GAS > 60) varlığı gözetildi (Tablo 3.1)

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri ise hastanın sistemik herhangi bir rahatsızlığının (profilaksi gerektiren durumlar dahil) veya alerjisinin olması, en az 3 gün öncesine kadar herhangi bir analjezik kullanmış olması, hastanın tedavisi planlanan dişine daha önceden kök kanal tedavisi yapılmış olması, şişlik veya fistül varlığı, şiddetli periodontal hastalık varlığı, ilgili dişte 3 mm'den fazla periodontal cep varlığı, periapikal lezyon varlığı ve kistik lezyon varlığı (sınırları belirgin radyopak hat ile çevrili ve diğer dişlerde yer değişikliğine sebep olan lezyon) şeklindeydi.

Ayrıca apeks bulucu ile çalışma boyu net olarak tespit edilemeyen hastalar, kök kanal dolumu taşkın veya eksik olan hastalar, aşırı diş kurvatürüne sahip hastalar ve kök boyu aşırı derecede uzun yada kısa olan hastalar, tedavi süresince herhangi bir komplikasyon gelişen hastalar (alet kırığı, taşkın veya yetersiz kök kanal dolgusu vs.) çalışma dışı bırakılıp yerlerine yeni hastalar dahil edilmesi planlandı. Ancak üstte sayılan komplikasyon ve zorluklara çalışmaya dahil edilen hastaların hiç birinde rastlanmadı.

3.2. Tedavinin Uygulanması ve Gruplar

Çalışmaya dahil edilen her hastaya çalışma ile ilgili bilgi verildikten sonra bilgilendirilmiş onam formu okutularak ve bu form imzalatıldı. Hastalar bir web programı (www.randomizer.org) kullanılarak randomize olarak dört gruba ayrıldı. Hasta numarası ve grup numarası kaydedildi.

Bütün hastalara 1:100,000 epinefrin içeren 1.8 ml artikain HCl (Ultracain DS Forte; Pharma Vision San. Ve Tic. A.Ş., İstanbul, Türkiye) kullanılarak infra alveolar sinir blok anestezisi yapıldı. Dudakta uyuşukluk sağlandıktan sonra işlemlere başlandı. Endodontik giriş kavitesi kök kanallarına düz bir giriş yolu sağlayacak şekilde açıldıktan sonra diş rubber-dam yerleştirildi. Kök kanallarının varlığı 10 numaralı K-eğe (Mani Inc.; Utsunomiya, Tochigi, Japonya) ile tespit edildi. Kök kanalları 1 ml %1

sodyum hipoklorit (NaOCl) ile yıkandıktan daha sonra elektronik apeks bulucu (Propex Pixi; Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile kök kanal boy tespiti yapıldı (Şekil 3.1).



Şekil 3. 1. Kanal boyu tespitinde kullanılan elektronik apeks bulucu

Kök kanal boylarının tespitinden sonra kök kanalları endodontik motora (X-Smart Plus; Dentsply Maillefer) (Şekil 3.2) takılı olan Reciproc aletleri (VDW, Münih, Almanya) ile üretici firmanın önerdiği şekilde genişletilip şekillendirildi:

20 numaralı el eğesi çalışma boyuna pasif olarak ilerlemediğinde kök kanalı dar olarak kabul edildi ve R25 eğesi ile,

20 numaralı el eğesi çalışma boyuna pasif olarak ilerlediğinde ancak 30 numaralı el eğesi pasif olarak ilerlemediğinde kök kanalı orta genişlikte kabul edildi ve R40 eğesi ile,

30 numaralı el eğesi çalışma boyuna pasif olarak ilerlediğinde kök kanalı geniş kabul edildi ve R50 eğesi ile kök kanal preparasyonuna devam edildi (Şekil 3.3).

Her hastada yeni bir Reciproc alet kullanıldı. Gagalama hareketleri arasında 2 ml %1'lik NaOCl kullanıldı.



Şekil 3. 2. Çalışmamızda kullanılan endodontik motor



Şekil 3. 3. Çalışmamızda kullanılan Reciproc eğeler

Son yıkama işlemi 1 dakika süreyle önce 5 ml %1'lik NaOCl ve ardından 1 dakika %5'lik EDTA (Werax, İzmir, Türkiye) kullanılarak yapıldı. Yıkama işlemi sırasında 30 gauge ucu kapalı yandan delikli iğne (Canal Clean; Biodent, Paju, Kore) çalışma boyunun 4-5 m gerisine yerleştirilerek yapıldı ve yavaş bir hızda yıkama işlemi sonlandırıldı. Son olarak kağıt koniler (Pearl Endo; Beraydent, Ankara, Türkiye) ile kök kanalları kurulandı. Kök kanalları daha sonra kanal patı (2Seal; VDW) (Şekil 3.4) ve guta-perka (Reciproc; VDW) (Şekil 3.5) ile lateral kondensasyon tekniği kullanılarak dolduruldu. Daha sonra pulpa odası akıcı kompozit rezin (3M-ESPE, St. Paul, MN, ABD) ile dolduruldu, nanohibrit kompozit rezin (3M-ESPE) tabakalama tekniği kullanılarak kaviteye yerleştirildi ve 1000 mW/cm² çıkışlı bir LED ışık cihazı (Valo Cordless, Ultradent, South Jordan, Utah, ABD) kullanılarak sertleştirildi.



Şekil 3. 4. Dolum aşamasında kullanılan kanal patı



Şekil 3. 5. Reciproc guta-perka

Gruplar (n=14):

Grup 1 (Kontrol): Kök kanalları yukarıdaki işlemler uygulanarak bitirildi. Herhangi bir lazer uygulaması yapılmadı.

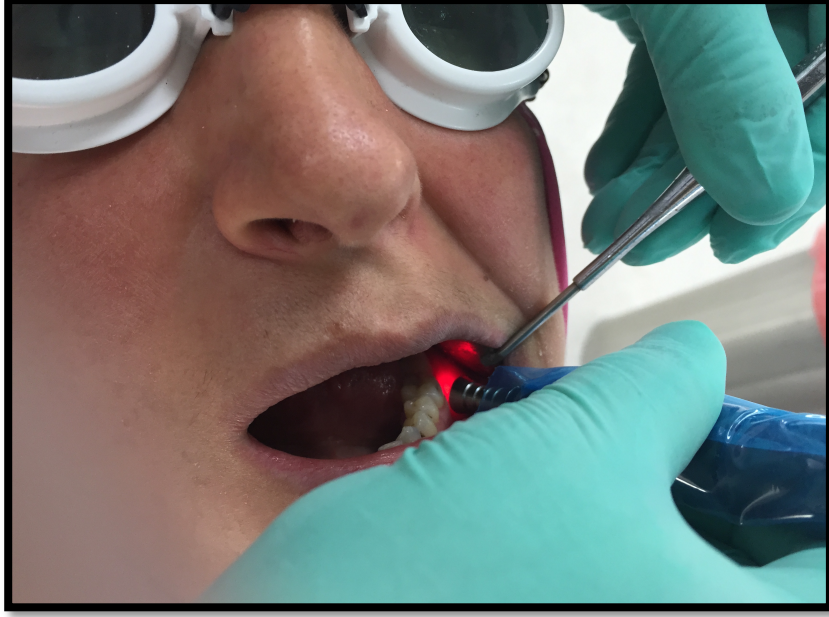
Grup 2 (Plasebo): Kök kanal tedavisi ve restorasyon bitirildikten sonra diş kökü apeksi hizasından optik uç aktif hale getirilmeden lazer uygulaması yapılıyor gibi lazer uygulaması taklit edildi.

Grup 3 (Kanal içi diyet lazer uygulaması): Yıkama işlemlerinden sonra kök kanalları kağıt konilerle kurulandı. Kanal içi diyet lazer uygulaması için 970 ± 15 nm maksimum gücü 14 W olan bir diyet lazer cihazı (SIROLaser Xtend; Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Almanya) kullanıldı (Şekil 3.6). 200 μ m fiber uç çalışma boyundan 1 mm kısa olacak şekilde kanal içine yerleştirildikten sonra lazer cihazı 2W güçte ve devamlı dalga modunda aktive edildi ve fiber uç kanal içinde yukarı-aşağı hareket ettirildi. Uygulama süresi toplamda 60 saniye idi. Bu süre kök kanal sayısına bölünerek her bir kanal için eşit sürede uygulandı. Kanal içinde oluşan ısının kontrolü için lazer uygulaması boyunca distile su ile yıkama yapıldı.



Şekil 3. 6. Çalışmamızda kullanılan diyet lazer cihazı

Grup 4 (Düşük seviyeli lazer terapisi-DSLTL): Kök kanal tedavisi ve restorasyon bitirildikten sonra DSLTL için 200 µm fiber uç ve beyazlatma uygulama ucu dişin vestibülüne diş kökü apeksi hizasından yaklaşık 10 mm mesafeye yerleştirildi ve 0.5 W'ta 30 saniye süre ile mezial kök hizasından, 30 saniye süre ile de distal kök hizasından aktive edildi (Güç yoğunluğu $\approx 2,86 \text{ W/cm}^2$) (Şekil 3.7).



Şekil 3. 7. DSLT uygulaması

Hastalara sadece şiddetli ağrı olması durumunda kullanmaları için 400 mg ibuprofen (Brufen; Abbott, Latina, İtalya) reçete edildi. Hastaya 1 hafta sonraki randevu verildi ve GAS üzerinde preoperatif, postoperatif, 1, 3, 5, 7 ve 30. gün ağrı durumu kaydedildi. Ayrıca bir hafta sonraki perküsyon ağrısı ayrı olarak GAS üzerinde hasta tarafından kaydedildi. Ağrı kesici kullanma durumu ayrıca değerlendirme kağıdına not edildi.

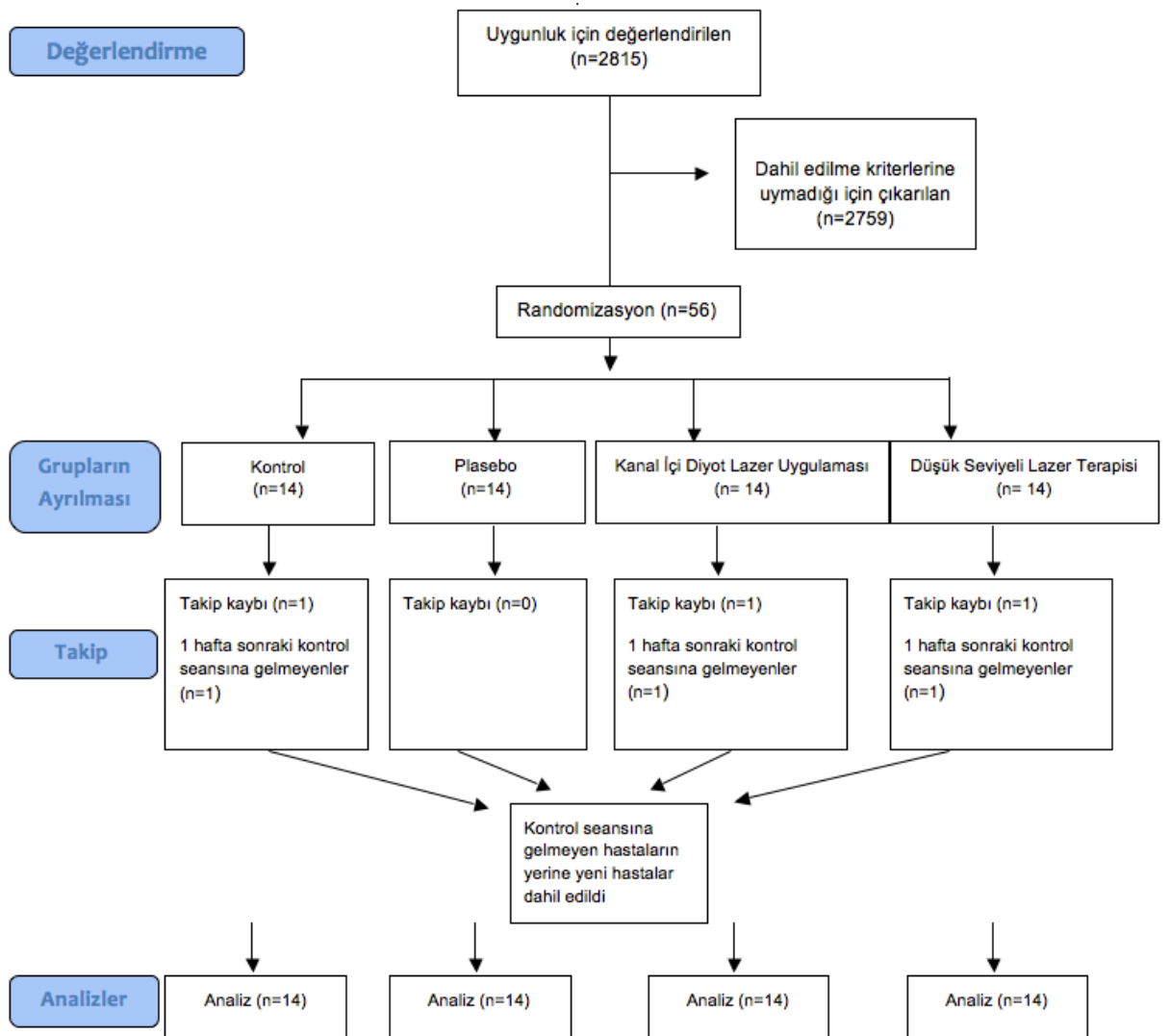
Yaş, cinsiyet, preoperatif ilaç kullanımı, diş numarası, kanalların sayısı, pulpa vitalitesi, periapikal lezyon varlığı, GAS üzerinde preoperatif ağrı, GAS üzerinde preoperatif ve postoperatif perküsyon ağrısı, GAS üzerinde postoperatif 1, 3, 5, 7 ve 30. günlerdeki ağrı, lazer uygulama sırasındaki ağrı, preoperatif ve postoperatif olarak palpasyon hassasiyeti, şişlik, fistül varlığı, işlem sonrası analjezik kullanımı ve beklenmeyen randevu talebi kaydedildi.

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Postoperatif ağrı üzerinde en etkili değişkeni (grup, yaş, cinsiyet, diş numarası, pulpanın durumu, preoperatif ağrı, preoperatif perküsyon ve preoperatif palpasyon) belirlemek için lineer regresyon analizi kullanıldı. Verilerin analizi için ise ki-kare, tek yönlü varyans ve LSD post-hoc testleri kullanıldı. Testler %95 güven aralığında değerlendirildi (P=.05).

4. BULGULAR

Çalışmamız kapsamında kanal tedavisi amacıyla Mart 2015 - Ekim 2015 (8 ay) tarihleri arasında kadar kliniğimize başvuran 2815 hasta değerlendirildi. Dahil edilme kriterlerine uymadığı için 2759 hasta çalışmaya alınmadı. 2815 hastanın 56'sı çalışmaya dahil edildi. Hastalar randomize olarak gruplara dağıtılıp tedavileri tamamlandıktan sonra, kontrol seansına gelmeyen 3 hasta için çalışmaya yeni hastalar eklendi. Detaylar şekil 4.1'de görülmektedir.



Şekil 4. 1. Çalışmada yer alan katılımcıların çalışma sürecine dahil olma diyagramı

Demografik veriler tablo 4.1’de görülmektedir. Demografik veriler açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadığı belirlendi ($P>.05$).

Tablo 4. 1. Demografik veriler

	Kontrol	Plasebo	Kanal içi diyot lazer uygulaması	DSLTL	P
Yaş	26.00 ± 5.84	27.43 ± 8.89	23.93 ± 3.81	28.14 ± 9.56	.460
Cinsiyet					
Bayan	5	7	7	7	.835
Bay	9	7	7	7	
Diş numarası					
36 numara	6	5	6	8	.605
37 numara	2	1	2	2	
46 numara	4	4	6	3	
47 numara	2	4	0	1	
Kök Kanal Sayısı					
3 kanallı	10	10	12	9	.419
4 kanallı	4	4	1	5	
5 kanallı	0	0	1	0	

Pulpa vitalitesi, periapikal lezyon varlığı, preoperatif ve postoperatif palpasyon hassasiyeti, şişlik ve fistül yolu için veriler tablo 4.2’de görülmektedir ($P>.05$). Hiçbir grupta planlanmamış randevu talebi olmadı.

DSLTL grubunda sadece bir hasta postoperatif olarak analjezik kullanmış olmasına rağmen analjezik ihtiyacı sayısında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmedi ($P>.05$).

Tablo 4. 2. Preoperatif ve postoperatif klinik değerlendirmeler

	Kontrol	Plasebo	Kanal içi		<i>P</i>
			diyot lazer	DSLTT	
Preoperatif palpasyon hassasiyeti olan hastaların sayısı	3	5	2	5	.483
Preoperatif ŐiŐlięi olan hastaların sayısı	0	0	0	0	-
Preoperatif fistül yolu olan hastaların sayısı	0	0	0	0	-
Preoperatif ilaç alan hastaların sayısı	0	0	0	0	-
Vital pulpalı hastaların sayısı	10	9	8	12	.398
Periapikal lezyonlu hastaların sayısı	0	0	0	0	-
Postoperatif analjezik ihtiyacı duyan hastaların sayısı	4	3	6	1	.175
Postoperatif palpasyon hassasiyeti olan hastaların sayısı	0	0	0	0	-
Postoperatif ŐiŐlięi olan hastaların sayısı	0	0	0	0	-
Postoperatif fistül yolu olan hastaların sayısı	0	0	0	0	-
Beklenmeyen randevu talebi olan hastaların sayısı	0	0	0	0	-

Regresyon analizi, birinci günde ki postoperatif ağrı üzerinde en etkili faktörün grup olduğunu gösterdi ($P=.043$) (tablo 4.3).

Tablo 4. 3. Lojistik regresyon modeli bulguları

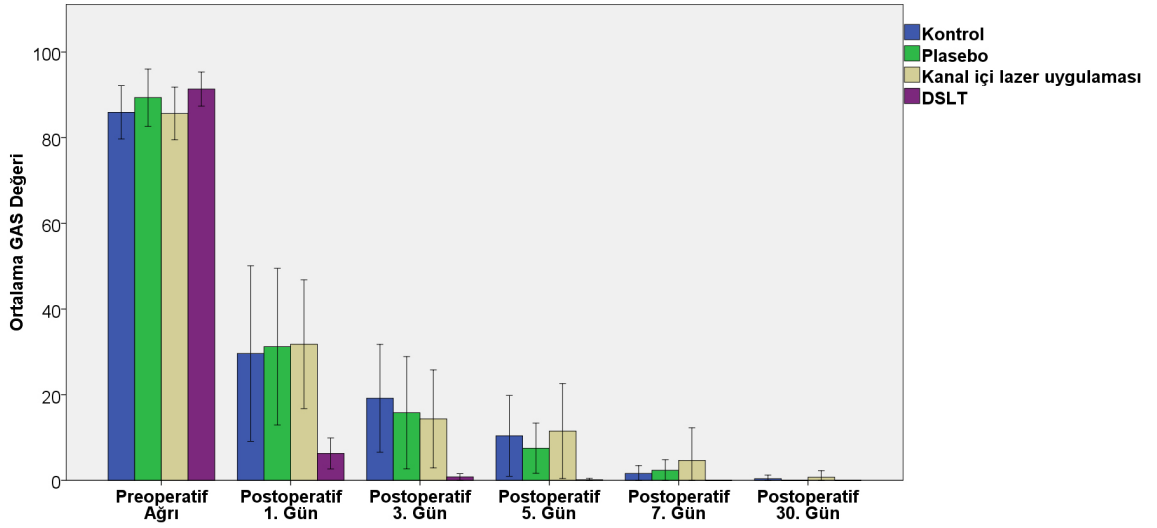
	Katsayı (β)*	Standart Hata	P
Grup	-7.183	3.452	.043
Yaş	0.563	0.508	.274
Cinsiyet	-12.363	7.980	.128
Diş Numarası	0.215	0.750	.776
Pulpanın Durumu	-13.509	8.494	.118
Preoperatif Ağrı	0.187	0.404	.645
Preoperatif Perküsyon	-0.187	0.386	.630
Preoperatif Palpasyon	8.991	8.810	.313

*Katsayı her etkenin modeldeki matematiksel ağırlığını ifade etmektedir. Katsayıların başlarındaki işaretler etkinin yönünü belirlemektedir. Pozitif işaret hata riskinin arttığını; negatif işaret ise azaldığını ifade etmektedir.

İstatistiksel analizler, preoperatif ağrı ($P=.277$) ve preoperatif perküsyon hassasiyeti seviyeleri ($P=.138$) bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığını ortaya koydu.

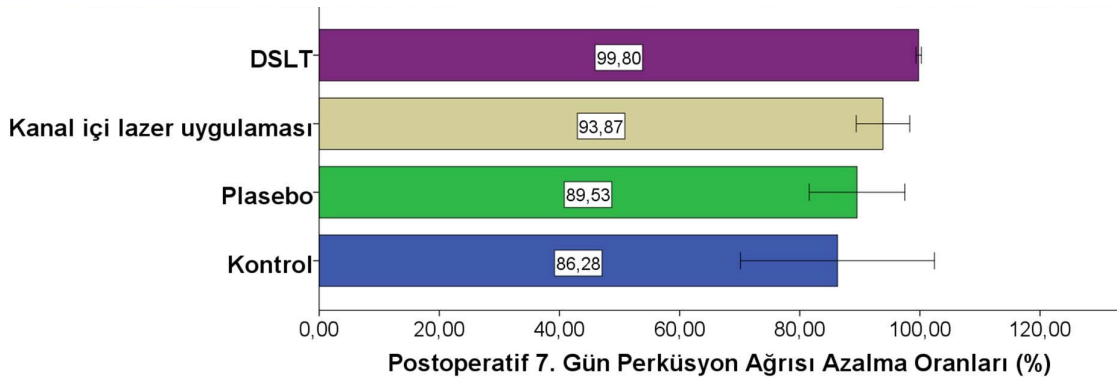
Gruplara göre postoperatif ağrı seviyeleri Şekil 4.2'de görülmektedir. Kontrol grubuyla kıyaslandığında, DSLT birinci gün ve üçüncü günde daha az postoperatif ağrıya sebep oldu ($P<.05$). Plasebo, kanal içi diyot lazer uygulaması ve kontrol grupları arasında postoperatif ağrı seviyeleri açısından hiçbir günde istatistiksel bir farklılık belirlenmedi ($P>.05$).

1. gün için sadece 2 hasta preoperatif ağrısından daha şiddetli bir postoperatif ağrı rapor etti (%3.6). 30. günde 2 hasta dışındaki tüm hastalar ağrılarının %100 geçtiğini bildirdiler. 2 hasta sırasıyla ağrılarının %85 ve %95 oranında azaldığını rapor ettiler.



Şekil 4. 2. Ağrı seviyelerinin günlere göre değişimi. Gruplar arasında preoperatif ağrı açısından istatistiksel farklılık yoktur ($P > .05$). 1. günde, DSLIT postoperatif ağrı açısından diğer gruplardan daha üstün bulundu ($P < .05$). 3. günde, DSLIT kontrol grubuna kıyasla daha az ağrıya sebep oldu ($P < .05$).

Kontrol grubuyla kıyaslandığında, DSLIT'nin daha az postoperatif perküsyon ağrısına sebep olduğu belirlendi ($P < .05$). Postoperatif perküsyon ağrı seviyeleri bakımından plasebo, kanal içi diyet lazer uygulaması ve kontrol grubu arasında istatistiksel bir farklılık belirlenmedi ($P > .05$). Kanal içi diyet lazer uygulaması sırasında 11 hasta ağrı rapor etti.



Şekil 4. 3. Postoperatif 7. gün perküsyon ağrısı azalma oranları

5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisinden sonraki ağrı oranı %3-58 gibi geniş bir aralık olarak bildirilmiştir.¹ Çalışmalardan farklı sonuçlar alınmasında dahil edilme kriterlerindeki farklılıklar, kök kanal tedavisinden sonra ağrının değerlendirilme yöntemi, kök kanal preparasyon yöntemi, seans sayısı, hastanın yaşı ve cinsiyeti, preoperatif ağrı varlığı, kök kanal tedavisi öncesindeki perküsyon hassasiyeti ve kullanılan kanal içi ilaç tipi gibi birçok sebep rol oynamış olabilir.²²⁹ Çalışmamızın sonuçlarına göre postoperatif ağrı oranı %3.6'dır. Bu oranın düşük olmasında kullanılan nikel titanyum eğeler, resiprokasyon hareketi ve operatör etkili olmuş olabilir.

Endodontide ağrıyı kontrol altına almak amacıyla kullanılan yöntemlerden birisi preoperatif veya postoperatif olarak analjezik kullanımıdır. Analjezikler birçok yan etkileri bulunan ilaçlardır. NSAİİ ile ilgili kardiyovasküler ve gastrointestinal komplikasyonlar bildirilmiştir.²³⁰ Asetaminofen kullanımı için yüz, ağız ve boğazda şişlikle birlikte nefes alma zorluğu, kaşıntı ve kurdeşen ile karakterize alerjik reaksiyonların görülebildiği bildirilmiştir.²³¹ Sistemik bir derlemede asetaminofen kullanımıyla hem çocuklarda hem de yetişkinlerde astım riskinin arttığı bildirilmiştir.²³² Gebelerde ise düşük, erken doğum, düşük doğum ağırlığı, fetal malformasyonlar gibi riskler bildirilmiştir.²³¹ Opioidlerin ise baş dönmesi, kusma, solunum depresyonu, halüsinasyon gibi nöropsikiyatrik etkiler oluşturabileceği bildirilmiştir.²³³ DSLT ise farmakolojik bir yöntem olmayıp, oküler etkiler hariç bilinen bir yan etkisi bulunmamaktadır.

DSLТ'nin diş hekimliğinde üçüncü molar çekimlerinden sonra postoperatif ağrının azaltılması,²¹²⁻²¹⁴ ortodontik tedavi sürecindeki ağrıların azaltılması,^{143, 216, 217} dentin hipersensitivitesinin azaltılması^{4, 221, 222} ve periodontal işlemlerden sonra

iyileştirilmenin hızlandırılması^{140, 207, 208} gibi çok çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Kök kanal tedavisi sonrasında oluşan ağrı insidansı %58'lere kadar ulaşabilmesine rağmen DSLT'nin postoperatif ağrıyı azaltıp azaltmadığı ile ilgili plasebo kontrollü herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada temel olarak; “kontrol, plasebo, kanal içi diyot lazer uygulaması ve DSLT grupları arasında fark yoktur” sıfır hipotezi test edilmiştir. Çalışmanın verilerine göre, DSLT grubunda, kontrol grubuyla kıyaslandığında 1. ve 3. günlerde daha az ağrı oluşmuştur ($P<.05$). Bu sonuca göre, sıfır hipotezi kısmen reddedilmiştir. Ayrıca, DSLT'nin kontrol grubuna kıyasla daha az postoperatif perküsyon ağrısına sebep olduğu bulunmuştur. DSLT'nin endodontik tedaviden sonra görülen ağrıyı değerlendiren bir literatür bilgisi bulunmamaktadır. Bu yüzden, bu çalışmanın sonuçlarıyla direkt kıyaslama yapılamamaktadır. Ancak konu ile benzer olabilecek Kreisler ve ark.²²⁵ yayınladıkları bir raporda DSLT'nin endodontik cerrahiden sonra görülen postoperatif ağrıya olan etkisini değerlendirmişler ve DSLT grubunda, plasebo grubu ile kıyaslandığında 7 günlük sürede ağrı seviyesinin daha az olduğunu bulmuşlardır. Gershman ve ark.⁴ DSLT ile dentin hipersentivitesinin başarılı bir şekilde tedavi edilebileceğini göstermiştir. Doku yapılanması ve ağrı azaltılmasında lazer terapisinin tüm tedavilerdeki etkilerini değerlendiren bir meta-analiz çalışması doku yapılanması ve ağrı azaltılması için lazer terapisi uygulanmasının büyük ölçüde terapötik etkileri olduğuyla sonuçlanmıştır.²³⁴ Her ne kadar bizim çalışmamızın sonuçlarıyla direkt kıyaslama yapılamasa da üstteki çalışmaların sonuçları bizim çalışmamızla uyumludur.

Kreisler ve ark.²²⁵ yaptıkları çalışmalarında DSLT'nin endodontik cerrahiden sonraki postoperatif ağrıyı azaltmadaki etkisini değerlendirmişlerdir ve 809 nm dalga

boyuna sahip diyet lazer cihazını 600 µm'lik fiber uç ile 10 mm mesafeden 150 saniye uygulama yapmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda hastaların postoperatif ağrılarında anlamlı azalma tespit edilmiştir. Ferrante ve ark.²³⁵ DSLT'nin gömülü üçüncü molar çekiminden sonra şişlik, trismus ve ağrı gibi postoperatif durumlara etkisini 980 nm'lik diyet lazeri 600 µm'lik fiber uç ile 0.3 W güçte 180 saniye süre ile uygulamışlar ve daha az postoperatif şikayet oluştuğunu bildirmişlerdir. Park ve Kang²³⁶ ratlarda DSLT'nin diş çekim soketinin iyileşmesine etkisini 980 nm diyet lazeri 300 µm'lik fiber uç ile 60 saniye süreyle 5 mm mesafeden uygulamışlardır ve DSLT uygulanan ratlarda uygulanmayanlara kıyasla iyileşmenin daha hızlı olduğunu ve aynı sürede daha fazla kemik oluşumu olduğunu bildirmişlerdir. Quamruddin ve ark.²³⁷ 940 nm'lik diyet lazeri 0.2 W güçte üç farklı bölgeden toplam 60 saniye süreyle uygulayarak ortodontik amaçlı kullanılan elastomerik separatörlerin sebep olduğu spontan ağrı ve çiğnemeyle oluşan ağrıya olan etkini değerlendirmişler. 7 gün boyunca her gün için DSLT uygulanan grupta istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az ağrı olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda 970 nm'lik diyet lazer cihazı 200 µm'lik fiber uç kullanarak 0.5 W ortalama güçle 10 mm mesafeden (güç yoğunluğu $\approx 2,86 \text{ W/cm}^2$) kök başına 30 saniye süreyle uygulanmıştır.

Bazı lazerler ışık enerjisini dokuya iletir ve bu enerji doku tarafından absorbe edilerek ısıya dönüştürülür ve bu yolla da etkilerini gösterirler.⁸⁰ Bazı lazer uygulamalarında ise dokuda oluşan sıcaklık değişimi 1°C'nin altında kalır ve oluşan etki termal değişikliklerle açıklanamaz.⁷⁷ Dokuda ısı değişimi olmadan hücrelerin uyarılması ve biyolojik sonuçlar elde edilmesi ile oluşan etkiye "biyostimülasyon" adı verilmiştir. Bu etki fototermal bir etki olmayıp fotokimyasal bir etkidir.⁷⁹ DSLT'nin postoperatif ağrının azaltılmasına etkisinin değerlendirildiği çalışmamızda da uygulanan lazerin etkisi, dokuda oluşturulan ısı farkıyla değil, hücrelerin fonksiyonlarının stimüle

edilmesiyle yani fotokimyasal yolla olduğu tahmin edilmektedir. Bu teoriye göre, hücrel fotoreseptörler düşük seviyeli lazer ışığını absorbe eder ve mitokondriye iletilir. Bu iletim neticesinde sitokrom c oksidaz aracılığıyla ATP üretimi artar ve oksidatif stres azalır.²³⁸ Ayrıca DSLT'nin lenfatik akışı arttırdığına dair kanıtlar bulunmaktadır; DSLT'nin bu yolla ödemi azalttığı düşünülmektedir.¹⁷⁰ DSLT'nin en önemli etkisi yara iyileşmesi üzerinedir. Elektron mikroskobu kullanarak yapılan bir çalışmada lazerle stimüle edilmiş fibroblastlarda lazerle tedavi edilmemiş bölgeye kıyasla kollajen fibrillerinin akümüle olduğuna dair kanıtlar gösterilmiştir.¹⁷¹ Kök kanal tedavisinde apikal bölgede fiziksel ve kimyasal yaralanma oluşmaktadır. DSLT sonucunda bu yaralanmanın iyileşmesinin hızlanması, ödemin azalması da postoperatif ağrının azalmasında etkili olabilir. Ayrıca, DSLT prostoglandin E₂, interlökin 1-beta, tümör nekrozis faktör-alfa gibi inflamatuvar mediatörlerin miktarındaki değişikliklerle inflamasyonu azaltarak ağrıyı azaltıyor olabilir.²³⁹

DSLT'nin bir başka etkisi ise opioidler üzerinden açıklanabilir. Bilindiği gibi opioid reseptörler inflame ve normal periferel dokularda bulunmaktadır. Periferel opioidler bu reseptörlere bağlanarak analjezik etki oluştururlar.^{40, 240, 241} İnsanlarda yapılan plasebo kontrollü bir çalışmada boyun ve omuz bölgelerine lokal olarak uygulanan DSLT'nin periferel plazma örneklerinde ACTH (Adrenokortikotropik hormon) ve β -endorfin seviyesinin artması sonucu analjezik etki oluşturduğu bildirilmiştir.²⁴² Laakso ve ark.²⁴³ myofasiyal ağrı noktalarında DSLT'nin etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, tedavi sonrasında tedavi öncesine kıyasla endorfin seviyesinde anlamlı bir artış rapor etmişlerdir. Bu hormonun miktarındaki artışla ağrının azalması açıklanabilir. Ancak bu etkinin santral mi yoksa periferel mi olduğu bu çalışmada açık bir şekilde test edilmemiştir. Konu ile ilgili bir başka çalışmada ise ratların arka pençelerinde deneysel olarak inflamasyon oluşturulmuş ve periferel olarak

DSLTL uygulanarak periferal olarak β -endorfin içeren hücre sayısını ölçmüşlerdir. Sonuç olarak kontrol grubunda β -endorfin içeren hücre sayısını normal seviyede, ancak DSLTL uygulanan ratlarda ise β -endorfin içeren hücrenin ise bulunmadığını bulmuşlardır.²⁴⁴ DSLTL'nin etki mekanizması histamin açısından da açıklanabilir. Yang ve arkadaşları²⁴⁵ DSLTL uygulaması ile yara iyileşmesi üzerinde birçok fonksiyonu bulunan histaminin salınımının arttığını göstermişlerdir. Yara iyileşme işleminde katkıda bulunması yönüyle histamin artışı hastaların postoperatif ağrılarının azalma sebeplerinden olabilir. Ayrıca, DSLTL periferal sinirlerdeki nosiseptif sinyalleri selektif olarak inhibe eder.²⁴⁶ Bir diğerk çalışmada, Tsuchiya ve ark.²⁴⁷ DSLTL'nin periferal sinirler üzerine olan etkisini ratların ayaklarının arka kısmına çeşitli uyaranların verilmesiyle oluşan nöronal deşarjın monitörize edilmesiyle değerlendirmişlerdir ve DSLTL'nin nosiseptif nöronal aktiviteleri selektif olarak inhibe ettiğini bulmuşlardır. Çalışmamızda postoperatif ağrının azalması DSLTL'nin nosiseptörlerin aktivitelerinin inhibisyonu üzerine olan etkileriyle de açıklanabilir.

Kanal içi diyot lazer uygulaması smear tabakasının uzaklaştırılması,²⁴⁸⁻²⁵¹ kök kanal dezenfeksiyonu^{248, 252-259} ve kök kanal dolgu bağlantısının artırılması²⁵⁹⁻²⁶¹ gibi çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Ancak literatür incelemesi yapıldığında in vivo olarak uygulanan kanal içi diyot lazerin postoperatif ağrıya olan etkisini inceleyen çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, çalışmamızın bir amacı da kanal içi diyot lazer uygulamasının semptomatik apikal periodontitisli mandibular molar dişlerde postoperatif ağrıya etkisini değerlendirmektir. Çalışma sonuçlarına göre kanal içi diyot lazer uygulaması ile plasebo ve kontrol grupları arasında postoperatif ağrı seviyeleri açısından hiçbir günde istatistiksel bir farklılık belirlenmemiştir. Bu sonuçlar kök kanal tedavisinde postoperatif ağrının önlenmesinde kanal içi diyot lazer uygulamasının ek fayda sağlamadığını göstermektedir. Konu ile ilgili herhangi bir çalışma

bulunmadığından çalışma sonuçları başka çalışmalarla kıyaslanamamaktadır.

Beer ve ark.²⁵⁸ herhangi bir yıkama işlemi yapmaksızın diyet lazerlerin antibakteriyel etkinliklerini araştırdıkları çalışmalarında 1.5 W'lık kanal içi diyet lazer uygulamasının etkili olduğunu bulmuşlardır. Son yıkama işlemi yapılmaksızın yapılan başka bir çalışmada 1.5 ve 3 W'lık diyet lazer uygulamaları antibakteriyel etki açısından etkili bulunmuştur.²⁶² Son yıkama işleminin ardından kanal içi diyet lazer uygulamasının antibakteriyel etkisi üzerine değişik sonuçlar bulunmaktadır. Kanumuru ve Subbaiah²⁵² yapmış oldukları çalışmada son yıkama işleminden sonra kanal içi diyet lazer uygulamasını kök kanallarından *Enterococcus faecalis*'i uzaklaştırma açısından etkili bulmuşlardır. Ancak yaptıkları çalışmada lazeri kaç watt'da kullandıkları belirtilmemiştir. Bago ve ark.²⁵⁵ tarafından yapılan çalışmada 20 saniyelik 2 W kanal içi diyet lazer uygulamasının düşük antibakteriyel etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Preethee ve ark.²⁵⁶ yapmış oldukları çalışmalarında son yıkama işleminin ardından 2.5 W, 30 saniye kanal içi diyet lazer uygulamasının etkili bir metot olduğunu bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada ise Mathew ve ark.²⁵³ son yıkama işleminin ardından 3.5 W, 60 saniye kanal içi diyet lazer uygulamasının antibakteriyel etkisinin iyi olduğunu rapor etmişlerdir. Mehrvarzfar ve ark.²⁵⁷ tarafından yapılan çalışma kök kanal yıkama işlemlerinden sonra 2 W, 25 saniye diyet lazer uygulamasının kök kanal sisteminden *E. faecalis*'in eliminasyonunda etkili olduğunu göstermiştir. Antibakteriyel etki amacıyla üretici firma kanal içi diyet lazer uygulaması için 1.5 W ile 3W arasındaki değerleri önermiştir. Yaptığımız çalışmada kök kanallarına son yıkama işlemi yapıldıktan sonra kanal içi diyet lazer uygulaması yapılmıştır. Üretici firmanın önerilerine ve Mehrvarzfar ve ark. tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarına göre güç 2 W olarak ayarlanmıştır.

Bu çalışmada, kanal içi diyet lazer uygulamasının postoperatif ağrıyla

azaltmaması ilginç bir sonuçtur. Yoo ve ark.²²⁸ yaptığı güncel bir çalışmada 1440 nm Nd:YAG lazerin ağrıyı azaltma etkinliğini değerlendirmişler ve 1440 nm Nd:YAG lazerin postoperatif perküsyon ağrısını anlamlı derecede azalttığını bulmuşlardır. Ancak çalışmamızda, kanal içi diyet lazer uygulamasıyla perküsyon ağrısı azalmamıştır. Bu çalışmaların sonuçları arasındaki farklılık lazerlerin farklı dalga boylarına ve farklı parametrelere sahip olmasıyla açıklanabilir. Çalışmamızdaki bir başka bulgu da kanal içi diyet lazer uygulaması sürecinde 11 hastanın ağrı rapor etmiş olmasıdır.

Lazer enerjisi fiber iletim sistemleriyle devamlı dalgalar veya atımlar şeklinde kullanılabilir. Devamlı dalga modunda kullanıldığında dokuda ısı artışına sebep olmaktadır. Bu sebeple devamlı dalga modunda kullanıldığında hava ya da su soğutması gerekmektedir.¹²⁸ Bizim çalışmamızda kanal içi diyet lazer uygulaması için lazer devamlı dalga modunda kullanılmıştır ve ısı kaynaklı oluşacak etkilerin önüne geçmek amacıyla uygulama süresince distile su ile soğutma yapılmıştır.

Endodontik tedavilerden sonra görülen postoperatif ağrılar; preoperatif ağrı, enfeksiyon varlığı, tedavinin retreatment olup olmaması, kanal içi ilaçlar ve periapikal dokulara olan fiziksel ve kimyasal hasarlar gibi birçok faktörden etkilenmektedir.²⁶³ Bu değişkenler arasında postoperatif ağrıyı en çok etkileyen faktörün preoperatif ağrı olduğu bildirilmiştir.²⁶⁴ Preoperatif ağrının fazla olması postoperatif ağrının da fazla olabileceğini işaret etmektedir.²⁶⁴ İnflame pulpada prostoglandinlerin, bradikinin ve sitokinlerin seviyesi artmıştır.⁷ Bunların dışında inflamasyon durumunda pulpanın afferent sinir uçlarından substans P, kalsitonin gen-ilişkili peptid, nörokininler, nöropeptitler ve glutamat gibi nöropeptitler salınır. İnflame pulpada değişen bu denge sonucunda, nosiseptörler hassaslaşır ve ağrı oluşumu kolaylaşır.⁷ Preoperatif ağrı varlığının postoperatif ağrı miktarını etkilemesinin sebebi bu inflamatuvar mediatörler ve nöropeptitler olabilir. Bu durumlar göz önüne alınarak, çalışmamıza preoperatif ağrısı

yüksek olan hastalar dahil edilmiştir.

Diş tipinin postoperatif ağrı üzerinde istatistiksel olarak etkili bir faktör olduğunu bildiren çalışmaların sonuçlarına göre posterior dişlerde anterior dişlere kıyasla daha fazla postoperatif ağrı görüldüğü bildirilmiştir.²⁶⁴ Başka bir çalışmada ise kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi açısından en problemli dişlerin mandibular molarlar olduğu rapor edilmiştir.²⁵ Glennon ve ark.²⁴ yaptıkları çalışmanın sonucu olarak postoperatif ağrının en fazla mandibular molar dişlerde görüldüğünü bildirmişlerdir. Bu sebeple bu çalışmaya en fazla postoperatif ağrı şüphesi olan mandibular molar dişler dahil edilmiştir.

Yaş ve cinsiyet gibi demografik etkenlerin postoperatif ağrı üzerine olan etkileri ile ilgili çelişkili sonuçlar bulunmaktadır.^{24, 25} Çalışmamıza hastalar cinsiyet göz önüne alınmaksızın dahil edilmiştir. Yaş aralığı olarak ise kontrol seansına gelme gereksinimi ve postoperatif ağrıyı değerlendirebilme açısından sadece 18-65 yaş aralığındaki hastalar dahil edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre demografik veriler açısından gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($P>.05$).

Ağrıyı kontrol altına almak için bupivakain gibi uzun etkili anesteziğin kullanımı önerilmiştir. Uzun etkili anesteziğin nosiseptif uyarıların daha uzun süreli olarak engellenmesi ve kök kanal tedavisinden sonra görülen inflamasyonun erken safhalarında santral hiperaljezinin önüne geçmektedirler.²⁶⁵⁻²⁶⁷ Bizim çalışmamızda anesteziğin madde olarak postoperatif ağrı miktarını etkileyebileceğinden dolayı uzun etkili anesteziğin tercih edilmemiştir.

Şiddetli ağrı, şişlik, ekimoz ve enfeksiyon oluşumu gibi klinik semptomları içeren NaOCl kazaları ile ilgili yayınlanmış birçok vaka raporu bulunmaktadır. Bu sebeple, konsantrasyonu yüksek NaOCl kullanımı sitotoksik özelliği ve periradiküler

dokulara taşırıldığında oluşabilecek klinik komplikasyonlar sebebiyle önerilmemektedir.²⁶⁸ Dezenfeksiyon özelliğini kaybetmemiş dilüe konsantrasyonların kullanımı önerilmektedir.²⁶⁸ Siquera ve ark.²⁶⁹ tarafından yapılan çalışmanın sonuçları %2.5 ve %1'lik NaOCl'in yeterli antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca NaOCl'in dentin üzerindeki etkileri açısından bakılacak olursa, Sim ve ark.²⁷⁰ NaOCl konsantrasyonunun artmasının dentinin esneme dayanıklılığını olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir. NaOCl'in doku çözücü etkisi ve antibakteriyel özellikleri vardır; fakat smear tabakasını uzaklaştırılmaz.²⁷¹ Smear tabakasının hem organik hem inorganik kısmının etkili bir şekilde uzaklaştırılabilmesi için NaOCl'in şelasyon ajanlarıyla kombine edilerek kullanılması gerekmektedir. Crumpton ve ark.²⁷² NaOCl ile yıkamanın ardından EDTA ile yıkama yapılmasının smear tabakasını etkili bir şekilde uzaklaştırdığını göstermiştir. Bu amaçla, bu çalışmada yıkama işlemi 5 ml %1'lik NaOCl ve ardından 1 dakika %5'lik EDTA kullanılarak yapılmıştır.

Endodontik motorlarla kullanılan nikel titanyum aletler kompleks kök kanal anatomisine sahip dişleri daha az işlemsel hata ile prepare etmede klinisyenlere yardımcı olmaktadır.²⁷³ Endodontik motorlarla hem devamlı rotasyon yapan ege sistemleri hem de resiprokasyon yapan sistemler kullanılabilir. Devamlı rotasyonda kullanılan aletlere kıyasla, resiprokasyon hareketini kullanan sistemlerde daha düşük kanal transportasyonu ile daha iyi şekillendirme elde edildiği mikro bilgisayarlı tomografi çalışmaları ile gösterilmiştir.²⁷⁴ Çalışmamızda Reciproc eğeleri üretici firmanın talimatlarına göre X-Smart Plus endodontik motoru ile kullanılmıştır. Çalışmamızda kullanılan ege numaraları kök kanallarının genişliklerine göre değişkenlik göstermekteydi. Kök kanal preparasyona başlamadan önce kanalların açıklığı 10 numaralı K-ege ile sağlanmıştır. Bu işlemin postoperatif ağrı üzerinde bir etkisi olmadığı gösterilmiştir.²⁷⁵ Ayrıca apikal açıklığın devam ettirilmesinin, yıkama

solüsyonlarının kök kanal sisteminin apikal üçlüsüne ulaşımını arttırdığı in vivo olarak gösterilmiştir.²⁷⁶

Seans sayısının postoperatif ağrıya olan etkisi ile ilgili farklı sonuçlar veren çalışmalar bulunmaktadır. Bazı çalışmalar tek seans endodontik tedaviden sonra çok seans yapılan tedavilere kıyasla hastaların daha az postoperatif ağrı ile karşılaştıklarını rapor ederken,^{263, 277} bazı çalışmalar ise iki seansta yapılan tedavinin ağrıyı etkili şekilde azalttığını ve iyileşme açısından farklılık olmadığını bildirmektedir.²⁷⁸ Tek seansta yapılan tedavilerden sonra şişlik insidansının arttığını bildiren çalışmalar olmasına rağmen, bizim çalışmamızda hiçbir hastada postoperatif şişlik ve fistül görülmemiştir. DSLT grubunda analjezik kullanımı azalmıştır, bu grupta sadece 1 hasta analjezik kullanmıştır.

Oklüzal redüksiyonun postoperatif ağrı kontrolünde etkisini değerlendiren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları oklüzal redüksiyonun postoperatif ağrı üzerinde pozitif etkilerinin bulunduğunu bildirirken,⁹ bazıları ise oklüzal redüksiyon yapılması veya yapılmamasının anlamlı bir farklılık oluşturmadığını^{279, 280} bildirmektedir. Bu çelişkili sonuçlar sebebiyle bizim çalışmamızda oklüzal redüksiyon uygulanmamıştır.

Ağrının kontrol altına alınması dental tedavilerin tamamlayıcı bir parçasıdır ve işlem postoperatif aşamayı da kapsamalıdır. Ağrının sübjektif olduğu bilindiği için postoperatif ağrıyı değerlendirmek için çeşitli metot ve skalalar kullanılmıştır. Huskisson GAS ağrıların kaydedilebileceği bir skaladır.²⁸¹ Bu skala bir ucunun ağrının olmadığını diğer ucunun ise maksimum ağrı varlığını ifade ettiği 5, 10, 15 veya 20 cm uzunluğunda düz bir çizgidir. Daha öncede endodonti alanında yapılan birçok çalışmada kullanılmıştır²⁸² ve güvenilir ve geçerli olarak kabul edilmektedir. Hastaların bu skala

üzerinde skorlama yapması hafif, orta ya da şiddetli şeklinde kategorilere cevap vermesinden daha kolaydır. Hastaların bu kategorileri derecelendirmesi de farklılık gösterebileceğinden bu tip skalaların kullanımı çalışmanın hassasiyeti açısından önemlidir. Yukarıda belirtildiği gibi GAS çeşitli uzunluklarda olabilmektedir. Daha kısa skalalar (5 cm) kullanıldığında ölçümlerde daha fazla hata oluştuğu bildirilmiştir.²⁸³ Bu sebeple, çalışmamızda 5 cm'lik skalaya kıyasla daha doğru sonuçlar alındığı rapor edilen 10 cm'lik skala kullanılmıştır.²⁸³

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Kanal içi diyet lazer uygulaması esnasında 11 hastada ağrı kaydedilmiştir. Oysa düşük seviyeli lazer terapisi uygulaması sırasında hiçbir hasta ağrı hissetmemiştir.

- Düşük seviyeli lazer terapisi kontrol grubuyla kıyaslandığında postoperatif 1. ve 3. günlerde daha az ağrıya sebep olmuştur.

- Düşük seviyeli lazer terapisi kontrol grubuyla kıyaslandığında 7 gün sonra daha az postoperatif perküsyon ağrısına sebep olmuştur.

- Düşük seviyeli lazer terapisi grubunda sadece bir hasta analjezik kullanımına ihtiyaç duymuştur. Düşük seviyeli lazer terapisi postoperatif analjezik ihtiyacını azaltmaktadır.

- Düşük seviyeli lazer terapisi endodontide postoperatif ağrıyı kontrol altına almak amacıyla kullanılabilecek yararlı bir yöntemdir.

Düşük seviyeli lazer terapisi ile ilgili endodonti alanında ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Sathorn C, Parashos P, Messer H. The prevalence of postoperative pain and flare-up in single- and multiple-visit endodontic treatment: a systematic review. *Int Endod J*, 2008, 41: 91-99.
2. Mester E, Szende B, Gartner P. The effect of laser beams on the growth of hair in mice. *Radiobiol Radiother (Berl)*, 1968, 9: 621-626.
3. Fernando S, Hill CM, Walker R. A randomised double blind comparative study of low level laser therapy following surgical extraction of lower third molar teeth. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 1993, 31: 170-172.
4. Gerschman JA, Ruben J, Gebart-Eaglemon J. Low level laser therapy for dentinal tooth hypersensitivity. *Aust Dent J*, 1994, 39: 353-357.
5. Kurumada F. A study on the application of Ga-As semiconductor laser to endodontics. The effects of laser irradiation on the activation of inflammatory cells and the vital pulpotomy. *Ou Daigaku Shigakushi*, 1990, 17: 233-244.
6. Bender IB. Pulpal pain diagnosis-a review. *J Endod*, 2000, 26: 175-179.
7. L.H. B, Hartwell GR. Endodontic Pharmacology. İçinde:Hargreaves, KM CS (editörler). *Cohen's Pathways of The Pulp*, Cohen's Pathways of The Pulp, Mosby, 2011: 671-676.
8. Fava LR. Single visit root canal treatment: incidence of postoperative pain using three different instrumentation techniques. *Int Endod J*, 1995, 28: 103-107.
9. Rosenberg PA, Babick PJ, Schertzer L, Leung A. The effect of occlusal reduction on pain after endodontic instrumentation. *J Endod*, 1998, 24: 492-496.
10. Levin L, Amit A, Ashkenazi M. Post-operative pain and use of analgesic agents following various dental procedures. *Am J Dent*, 2006, 19: 245-247.

11. Gama TG, de Oliveira JC, Abad EC, Rocas IN, Siqueira JF, Jr. Postoperative pain following the use of two different intracanal medications. *Clin Oral Investig*, 2008, 12: 325-330.
12. Pochapski MT, Santos FA, de Andrade ED, Sydney GB. Effect of pretreatment dexamethasone on postendodontic pain. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2009, 108: 790-795.
13. Ince B, Ercan E, Dalli M, Dulgergil CT, Zorba YO, Colak H. Incidence of postoperative pain after single- and multi-visit endodontic treatment in teeth with vital and non-vital pulp. *Eur J Dent*, 2009, 3: 273-279.
14. El Mubarak AH, Abu-bakr NH, Ibrahim YE. Postoperative pain in multiple-visit and single-visit root canal treatment. *J Endod*, 2010, 36: 36-39.
15. Bashetty K, Hegde J. Comparison of 2% chlorhexidine and 5.25% sodium hypochlorite irrigating solutions on postoperative pain: a randomized clinical trial. *Indian J Dent Res*, 2010, 21: 523-527.
16. Gondim E, Jr., Setzer FC, Dos Carmo CB, Kim S. Postoperative pain after the application of two different irrigation devices in a prospective randomized clinical trial. *J Endod*, 2010, 36: 1295-1301.
17. Jalalzadeh SM, Mamavi A, Shahriari S, Santos FA, Pochapski MT. Effect of pretreatment prednisolone on postendodontic pain: a double-blind parallel-randomized clinical trial. *J Endod*, 2010, 36: 978-981.
18. Hutchison G, Halcomb T, Reader A, Drum M, Nusstein J, Beck M. A prospective, randomized single-blind study of the anesthetic efficacy of frequency-dependent conduction blockade of the inferior alveolar nerve. *J Endod*, 2011, 37: 938-942.

19. Simpson M, Drum M, Nusstein J, Reader A, Beck M. Effect of combination of preoperative ibuprofen/acetaminophen on the success of the inferior alveolar nerve block in patients with symptomatic irreversible pulpitis. *J Endod*, 2011, 37: 593-597.
20. Martin M, Nusstein J, Drum M, Reader A, Beck M. Anesthetic efficacy of 1.8 mL versus 3.6 mL of 4% articaine with 1:100,000 epinephrine as a primary buccal infiltration of the mandibular first molar. *J Endod*, 2011, 37: 588-592.
21. Aggarwal V, Singla M, Miglani S, Ansari I, Kohli S. A prospective, randomized, single-blind comparative evaluation of anesthetic efficacy of posterior superior alveolar nerve blocks, buccal infiltrations, and buccal plus palatal infiltrations in patients with irreversible pulpitis. *J Endod*, 2011, 37: 1491-1494.
22. Sampaio RM, Carnaval TG, Lanfredi CB, Horliana AC, Rocha RG, Tortamano IP. Comparison of the anesthetic efficacy between bupivacaine and lidocaine in patients with irreversible pulpitis of mandibular molar. *J Endod*, 2012, 38: 594-597.
23. Kanaa MD, Whitworth JM, Meechan JG. A prospective randomized trial of different supplementary local anesthetic techniques after failure of inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis in mandibular teeth. *J Endod*, 2012, 38: 421-425.
24. Glennon JP, Ng YL, Setchell DJ, Gulabivala K. Prevalence of and factors affecting postpreparation pain in patients undergoing two-visit root canal treatment. *Int Endod J*, 2004, 37: 29-37.
25. Torabinejad M, Kettering JD, McGraw JC, Cummings RR, Dwyer TG, Tobias TS. Factors associated with endodontic interappointment emergencies of teeth with necrotic pulps. *J Endod*, 1988, 14: 261-266.

26. Shavit Y, Lewis JW, Terman GW, Gale RP, Liebeskind JC. Opioid peptides mediate the suppressive effect of stress on natural killer cell cytotoxicity. *Science*, 1984, 223: 188-190.
27. Walton R, Fouad A. Endodontic interappointment flare-ups: a prospective study of incidence and related factors. *J Endod*, 1992, 18: 172-177.
28. Alves Vde O. Endodontic flare-ups: a prospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2010, 110: e68-72.
29. Siqueira JF, Jr., Rocas IN, Favieri A, Machado AG, Gahyva SM, Oliveira JC, Abad EC. Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *J Endod*, 2002, 28: 457-460.
30. Mehrvarzfar P, Shababi B, Sayyad R, Fallahdoost A, Kheradpir K. Effect of suprapariosteal injection of dexamethasone on postoperative pain. *Aust Endod J*, 2008, 34: 25-29.
31. Hargreaves KM, Keiser K. New advances in the management of endodontic pain emergencies. *J Calif Dent Assoc*, 2004, 32: 469-473.
32. Lin S, Levin L, Emodi O, Abu El-Naaj I, Peled M. Etodolac versus dexamethasone effect in reduction of postoperative symptoms following surgical endodontic treatment: a double-blind study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2006, 101: 814-817.
33. Negm MM. Management of endodontic pain with nonsteroidal anti-inflammatory agents: a double-blind, placebo-controlled study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1989, 67: 88-95.
34. Keiser K, Hargreaves KM. Building effective strategies for the management of endodontic pain. *Endodontic topics*, 2002, 3: 93-105.

35. Attar S, Bowles WR, Baisden MK, Hodges JS, McClanahan SB. Evaluation of pretreatment analgesia and endodontic treatment for postoperative endodontic pain. *J Endod*, 2008, 34: 652-655.
36. Morse DR, Esposito JV, Furst ML. Comparison of prophylactic and on-demand diflunisal for pain management of patients having one-visit endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1990, 69: 729-736.
37. Mehrvarzfar P, Abbott PV, Saghiri MA, Delvarani A, Asgar K, Lotfi M, Karamifar K, Kharazifard MJ, Khabazi H. Effects of three oral analgesics on postoperative pain following root canal preparation: a controlled clinical trial. *Int Endod J*, 2012, 45: 76-82.
38. Menhinick KA, Gutmann JL, Regan JD, Taylor SE, Buschang PH. The efficacy of pain control following nonsurgical root canal treatment using ibuprofen or a combination of ibuprofen and acetaminophen in a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Int Endod J*, 2004, 37: 531-541.
39. Rowe NH, Shekter MA, Turner JL, Spencer J, Dowson J, Petrick TJ. Control of pain resulting from endodontic therapy: a double-blind, placebo-controlled study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1980, 50: 257-263.
40. Jaber L, Swaim WD, Dionne RA. Immunohistochemical localization of mu-opioid receptors in human dental pulp. *J Endod*, 2003, 29: 108-110.
41. Torabinejad M, Dorn SO, Eleazer PD, Frankson M, Jouhari B, Mullin RK, Soluti A. Effectiveness of various medications on postoperative pain following root canal obturation. *J Endod*, 1994, 20: 427-431.
42. Sadeghein A, Shahidi N, Dehpour AR. A comparison of ketorolac tromethamine and acetaminophen codeine in the management of acute apical periodontitis. *J Endod*, 1999, 25: 257-259.

43. Sutherland S, Matthews DC. Emergency management of acute apical periodontitis in the permanent dentition: a systematic review of the literature. *J Can Dent Assoc*, 2003, 69: 160.
44. Ehrmann EH, Messer HH, Adams GG. The relationship of intracanal medicaments to postoperative pain in endodontics. *Int Endod J*, 2003, 36: 868-875.
45. Wei X, Lin Z, Peng S. [The effect of root canal preparation with nickel-titanium rotary instruments in reducing post-operative pain]. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*, 2003, 21: 202-204.
46. Arslan H, Doganay E, Alsancak M, Capar ID, Karatas E, Gunduz HA. Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using Reciproc((R)) instruments with various kinematics. *Int Endod J*, 2016, 49: 307-310.
47. Arslan H, Halilov R. The effect of various kinematics on postoperative pain after instrumentation: a prospective, randomized clinical study, 1st Online Scientific Congress of International Association of Endodontic Education, Research & Practice, 2016, 44-45.
48. Pasqualini D, Mollo L, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, Migliaretti G, Berutti E. Postoperative pain after manual and mechanical glide path: a randomized clinical trial. *J Endod*, 2012, 38: 32-36.
49. Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I. Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontol 2000*, 2004, 36: 59-97.
50. George R. Laser in dentistry- Review. *Int J Dental Clinics*, 2009, Dec 30: 17-24.
51. Goldman L, Blaney DJ, Kindel DJ, Jr., Franke EK. Effect of the laser beam on the skin. Preliminary report. *J Invest Dermatol*, 1963, 40: 121-122.
52. Miserendino LJP, R.M. *Laser in Dentistry*. Baski. Chicago, Quintessence Publishing Co, 1995: 17-71.

53. Goldman L, Gray JA, Goldman J, Goldman B, Meyer R. Effect of Laser Beam Impacts on Teeth. *J Am Dent Assoc*, 1965, 70: 601-606.
54. Stern RH, Sognnaes RF. Laser Effect on Dental Hard Tissues. A Preliminary Report. *J South Calif Dent Assoc*, 1965, 33: 17-19.
55. Sognnaes RF, Stern RH. Laser Effect on Resistance of Human Dental Enamel to Demineralization in Vitro. *J South Calif Dent Assoc*, 1965, 33: 328-329.
56. Yamamoto H, Sato K. Prevention of dental caries by acousto-optically Q-switched Nd: YAG laser irradiation. *J Dent Res*, 1980, 59: 137.
57. Stern RH, Renger HL, Howell FV. Laser effects on vital dental pulps. *Br Dent J*, 1969, 127: 26-28.
58. Weichman JA, Johnson FM. Laser use in endodontics. A preliminary investigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1971, 31: 416-420.
59. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent Clin North Am*, 2004, 48: 751-770.
60. Hibst R, Keller U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. *Lasers Surg Med*, 1989, 9: 338-344.
61. Paghdwala A. Does the laser work on hard dental tissue? *Journal of the American Dental Association*, 1991, 122: 79.
62. Horch HH, Keiditsch E. Morphological findings on the tissue lesion and bone regeneration after laser osteotomy. *Dtsch Zahnarztl Z*, 1980, 35: 22-24.
63. Fisher SE, Frame JW. The effects of the carbon dioxide surgical laser on oral tissues. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 1984, 22: 414-425.
64. Fishbane PM, Gasirowicz S, Thornton ST. *Temel Fizik II*. Baskı. Ankara, 2003.
65. *Dictionary of scientific biography*. New York, Charles Scribner's Son, 1971.

66. *The Columbia electronic encyclopedia*. New York, Columbia University Press, 2003.
67. Clayman L. *Lasers in Maxillofacial Surgery and Dentistry*. New York, Thieme, 1997.
68. Rossmann JA, Cobb CM. Lasers in periodontal therapy. *Periodontol 2000*, 1995, 9: 150-164.
69. Frank F. Laser light and tissue biophysical aspects of medical laser application. *SPIE Lasers Med.*, 1989, 1353: 37-45.
70. Clauser C, Clayman L. Effects of exposure time and pulse parameters on CO₂ laser osteotomies. *Lasers Surg Med*, 1989, 9: 22-29.
71. Convissar RA. The biologic rationale for the use of lasers in dentistry. *Dent Clin North Am*, 2004, 48: 771-794.
72. Rossmann JA, Israel M. Laser de-epithelialization for enhanced guided tissue regeneration. A paradigm shift? *Dent Clin North Am*, 2000, 44: 793-809.
73. Niemz MH. *Laser-tissue Interaction. Fundamentals and Applications*. Berlin, Springer-Verlag, 1996: 64-65.
74. Hale GM, Query MR. Optical Constants of Water in the 200-nm to 200-microm Wavelength Region. *Appl Opt*, 1973, 12: 555-563.
75. Baxter GD. *Therapeutic lasers; theory and practice*. London, Churchill Livingstone, 1994.
76. Beckerman H, de Bie RA, Bouter LM, De Cuyper HJ, Oostendorp RA. The efficacy of laser therapy for musculoskeletal and skin disorders: a criteria-based meta-analysis of randomized clinical trials. *Phys Ther*, 1992, 72: 483-491.
77. Basford JR. Low-energy laser treatment of pain and wounds: hype, hope, or hokum? *Mayo Clin Proc*, 1986, 61: 671-675.

78. Sengir O. *Fizik Tedavi Kitabı*. İstanbul, İÜ Tıp Fak. Yayınları, 1984: 99-115.
79. Tuner J. *Depth of penetration of laser light in tissue*. Laser Partner, 2000.
80. Catone GAAI, C.C. *Laser applications in oral and maxillofacial surgery: introduction*. . Baskı. Philadelphia, W B Saunders, 1997.
81. Özbayrak S. *Laser Prensipleri Biyolojik Etkileri ve Dişhekimliğinde Kullanımı*. İstanbul, E.S.C. ve Sharplan Lazerleri Türkiye Temsilciliği Ortadoğu A.Ş. Bilimsel Yayın Serisi, 1999.
82. Pitt Ford TR, Patel S. Technical equipment for assessment of dental pulp status. *Endodontic topics*, 2004, 7: 2-13.
83. Riva C, Ross B, Benedek GB. Laser Doppler measurements of blood flow in capillary tubes and retinal arteries. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 1972, 11: 936-944.
84. Morikawa S, Lanz O, Johnson CC. Laser Doppler measurements of localized pulsatile fluid velocity. *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on*, 1971: 416-420.
85. Samraj RVI, R.; Srinivasan, M.R.; Kumar, A. . Recent advances in pulp vitality testing. *Endodontology*, 2003, 15: 14-19.
86. Wilder-Smith PE. A new method for the non-invasive measurement of pulpal blood flow. *Int Endod J*, 1988, 21: 307-312.
87. Olgart L, Gazelius B, Lindh-Stromberg U. Laser Doppler flowmetry in assessing vitality in luxated permanent teeth. *Int Endod J*, 1988, 21: 300-306.
88. Kimura Y, Wilder-Smith P, Matsumoto K. Lasers in endodontics: a review. *International endodontic journal*, 2000, 33: 173-185.
89. Gazelius B, Olgart L, Edwall B, Edwall L. Non-invasive recording of blood flow in human dental pulp. *Dental Traumatology*, 1986, 2: 219-221.

90. Schuurs A, Wesselink P, Eijkman M, Duivenvoorden H. Dentists' views on cervical hypersensitivity and their knowledge of its treatment. *Dental Traumatology*, 1995, 11: 240-244.
91. Absi E, Addy M, Adams D. Dentine hypersensitivity. *Journal of Clinical Periodontology*, 1987, 14: 280-284.
92. Rochkind S, Nissan M, Barr-Nea L, Razon N, Schwartz M, Bartal A. Response of peripheral nerve to He-Ne laser: Experimental studies. *Lasers in surgery and medicine*, 1987, 7: 441-443.
93. Wakabayashi H, Hamba M, Matsumoto K, Tachibana H. Effect of irradiation by semiconductor laser on responses evoked in trigeminal caudal neurons by tooth pulp stimulation. *Lasers in surgery and medicine*, 1993, 13: 605-610.
94. Funato A, Nakamuna Y, Matsumoto K. Effects of Nd: YAG laser irradiation on microcirculation. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 1991, 9: 467-474.
95. Whitters C, Hall A, Creanor S, Moseley H, Gilmour W, Strang R, Saunders W, Orchardson R. A clinical study of pulsed Nd: YAG laser-induced pulpal analgesia. *Journal of dentistry*, 1995, 23: 145-150.
96. Bonin P, Boivin R, Poulard J. Dentinal permeability of the dog canine after exposure of a cervical cavity to the beam of a CO₂ laser. *Journal of endodontics*, 1991, 17: 116-118.
97. Rudolf Beer MAB. *Color Atlas of Dental Medicine Endodontology*. New York, Thieme Publications, 2010.
98. Fogel H, Pashley DH. Dentin permeability: effects of endodontic procedures on root slabs. *Journal of endodontics*, 1990, 16: 442-445.
99. Pashley E, Horner J, Liu M, Kim S, Pashley DH. Effects of CO₂ laser energy on dentin permeability. *Journal of endodontics*, 1992, 18: 257-262.

100. Weichman JA, Johnson FM, Nitta LK. Laser use in endodontics: part II. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1972, 34: 828-830.
101. Tewfik HM, Pashley DH, Horner JA, Sharawy MM. Structural and functional changes in root dentin following exposure to KTP/532 laser. *Journal of endodontics*, 1993, 19: 492-497.
102. Khan MA, Khan M, Khan MW, Wakabayashi H, Matsumoto K. Effect of laser treatment on the root canal of human teeth. *Dental Traumatology*, 1997, 13: 139-145.
103. Keles A, Kamalak A, Keskin C, Akcay M, Uzun I. The efficacy of laser, ultrasound and self-adjustable file in removing smear layer debris from oval root canals following retreatment: A scanning electron microscopy study. *Aust Endod J*, 2016.
104. Bolhari B, Ehsani S, Etemadi A, Shafaq M, Nosrat A. Efficacy of Er,Cr:YSGG laser in removing smear layer and debris with two different output powers. *Photomed Laser Surg*, 2014, 32: 527-532.
105. Kocak S, Cicek E, Saglam BC, Kocak MM, Turker SA. Influence of diode laser application on the efficiency of QMiX and EDTA solutions in removing smear layer. *Photomed Laser Surg*, 2015, 33: 564-567.
106. Adrian JC, Gross A. A new method of sterilization: the carbon dioxide laser. *J Oral Pathol*, 1979, 8: 60-61.
107. Nammour S, Kowaly K, Powell GL, Van Reck J, Rocca JP. External temperature during KTP-Nd:YAG laser irradiation in root canals: an in vitro study. *Lasers Med Sci*, 2004, 19: 27-32.
108. Levy G. Cleaning and shaping the root canal with a Nd: YAG laser beam: a comparative study. *Journal of endodontics*, 1992, 18: 123-127.

109. Maden M, Görgül G, Tinaz A. Evaluation of apical leakage of root canals obturated with Nd: YAG laser softened gutta-percha, system-B, and lateral condensation techniques. *J Contemp Dent Pract*, 2002, 3: 1-6.
110. Miserendino LJ. The laser apicoectomy: endodontic application of the CO2 laser for periapical surgery. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1988, 66: 615-619.
111. Maillet WA, Torneck CD, Friedman S. Connective tissue response to root surfaces resected with Nd: YAG laser or burs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 1996, 82: 681-690.
112. Arslan H, Akcay M, Saygili G, Keski A, MeSe IT, Gok A, Dalli M. Bond strength of self-adhesive resin cement to root dentin. Comparison of photon-initiated photoacoustic streaming technique with needle and ultrasonic irrigation. *Acta Odontol Scand*, 2015, 73: 348-352.
113. Arslan H, Akcay M, Capar ID, Saygili G, Gok T, Ertas H. An in vitro comparison of irrigation using photon-initiated photoacoustic streaming, ultrasonic, sonic and needle techniques in removing calcium hydroxide. *Int Endod J*, 2015, 48: 246-251.
114. Arslan H, Capar ID, Saygili G, Gok T, Akcay M. Effect of photon-initiated photoacoustic streaming on removal of apically placed dentinal debris. *Int Endod J*, 2014, 47: 1072-1077.
115. Yildirim C, Karaarslan ES, Ozsevik S, Zer Y, Sari T, Usumez A. Antimicrobial efficiency of photodynamic therapy with different irradiation durations. *Eur J Dent*, 2013, 7: 469-473.

116. Ertas H, Ok E, Uysal B, Arslan H. Effects of different irrigating solutions and disinfection methods on push-out bond strengths of fiber posts. *Acta Odontol Scand*, 2014, 72: 783-787.
117. Arslan H, Akcay M, Topcu KMC. Endodontide Foton-İndüklü Fotoakustik Dalgalanma Tekniği. *Turkiye Klinikleri Journal of Endodontics-Special Topics*, 2015, 1: 44-49.
118. Arslan H, Ayranci LB, Karatas E, Topcuoglu HS, Yavuz MS, Kesim B. Effect of agitation of EDTA with 808-nanometer diode laser on removal of smear layer. *J Endod*, 2013, 39: 1589-1592.
119. Cheng X, Guan S, Lu H, Zhao C, Chen X, Li N, Bai Q, Tian Y, Yu Q. Evaluation of the bactericidal effect of Nd:YAG, Er:YAG, Er,Cr:YSGG laser radiation, and antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) in experimentally infected root canals. *Lasers Surg Med*, 2012, 44: 824-831.
120. Kustarci A, Er K. Efficacy of Laser Activated Irrigation on Apically Extruded Debris with Different Preparation Systems. *Photomed Laser Surg*, 2015, 33: 384-389.
121. Ayranci LB, Arslan H, Akcay M, Capar ID, Gok T, Saygili G. Effectiveness of laser-assisted irrigation and passive ultrasonic irrigation techniques on smear layer removal in middle and apical thirds. *Scanning*, 2015.
122. Keles A, Arslan H, Kamalak A, Akcay M, Sousa-Neto MD, Versiani MA. Removal of filling materials from oval-shaped canals using laser irradiation: a micro-computed tomographic study. *J Endod*, 2015, 41: 219-224.
123. Arslan H, Akcay M, Capar ID, Ertas H, Ok E, Uysal B. Efficacy of needle irrigation, EndoActivator, and photon-initiated photoacoustic streaming technique on removal of double and triple antibiotic pastes. *J Endod*, 2014, 40: 1439-1442.

124. Olivi G, DiVito E, Peters O, Kaitsas V, Angiero F, Signore A, Benedicenti S. Disinfection efficacy of photon-induced photoacoustic streaming on root canals infected with *Enterococcus faecalis*: an ex vivo study. *J Am Dent Assoc*, 2014, 145: 843-848.
125. Akcay M, Arslan H, Mese M, Sahin NN. The effect of photon-initiated photoacoustic streaming, ultrasonically and sonically irrigation techniques on the push-out bond strength of a resin sealer to the root dentin. *Clin Oral Investig*, 2015, 19: 1055-1061.
126. Akcay M, Arslan H, Durmus N, Mese M, Capar ID. Dentinal tubule penetration of AH Plus, iRoot SP, MTA fillapex, and guttaflow bioseal root canal sealers after different final irrigation procedures: A confocal microscopic study. *Lasers Surg Med*, 2016, 48: 70-76.
127. Arslan H, Yilmaz CB, Karatas E, Barutcigil C, Topcuoglu HS, Yeter KY. Efficacy of different treatments of root canal walls on the pull-out bond strength of the fiber posts. *Lasers Med Sci*, 2015, 30: 863-868.
128. Coluzzi DJ. An overview of laser wavelengths used in dentistry. *Dent Clin North Am*, 2000, 44: 753-765.
129. Romanos G, Nentwig GH. Diode laser (980 nm) in oral and maxillofacial surgical procedures: clinical observations based on clinical applications. *J Clin Laser Med Surg*, 1999, 17: 193-197.
130. de Souza EB, Cai S, Simionato MR, Lage-Marques JL. High-power diode laser in the disinfection in depth of the root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2008, 106: e68-72.
131. Kreisler M, Kohnen W, Beck M, Al Haj H, Christoffers AB, Gotz H, Duschner H, Jansen B, D'Hoedt B. Efficacy of NaOCl/H₂O₂ irrigation and GaAlAs laser in decontamination of root canals in vitro. *Lasers Surg Med*, 2003, 32: 189-196.

132. Saltzman B, Sigal M, Clokie C, Rukavina J, Titley K, Kulkarni GV. Assessment of a novel alternative to conventional formocresol-zinc oxide eugenol pulpotomy for the treatment of pulpally involved human primary teeth: diode laser-mineral trioxide aggregate pulpotomy. *Int J Paediatr Dent*, 2005, 15: 437-447.
133. McNally KM, Gillings BR, Dawes JM. Dye-assisted diode laser ablation of carious enamel and dentine. *Aust Dent J*, 1999, 44: 169-175.
134. Utsunomiya T. A histopathological study of the effects of low-power laser irradiation on wound healing of exposed dental pulp tissues in dogs, with special reference to lectins and collagens. *J Endod*, 1998, 24: 187-193.
135. Carroll JD, Milward MR, Cooper PR, Hadis M, Palin WM. Developments in low level light therapy (LLLT) for dentistry. *Dent Mater*, 2014, 30: 465-475.
136. Igetic M, Mihailovic D, Kesic L, Milasin J, Apostolovic M, Kostadinovic L, Janjic OT. Cytomorphometric and clinical investigation of the gingiva before and after low-level laser therapy of gingivitis in children. *Lasers in medical science*, 2012, 27: 843-848.
137. Martu S, Amalinei C, Tatarciuc M, Rotaru M, Potarnichie O, Liliac L, Caruntu ID. Healing process and laser therapy in the superficial periodontium: a histological study. *Rom J Morphol Embryol*, 2012, 53: 111-116.
138. Kim SJ, Kang YG, Park JH, Kim EC, Park YG. Effects of low-intensity laser therapy on periodontal tissue remodeling during relapse and retention of orthodontically moved teeth. *Lasers Med Sci*, 2013, 28: 325-333.
139. Aimbire F, Albertini R, Pacheco MT, Castro-Faria-Neto HC, Leonardo PS, Iversen VV, Lopes-Martins RA, Bjordal JM. Low-level laser therapy induces dose-dependent reduction of TNFalpha levels in acute inflammation. *Photomed Laser Surg*, 2006, 24: 33-37.

140. Pejčić A, Kojović D, Kesic L, Obradović R. The effects of low level laser irradiation on gingival inflammation. *Photomed Laser Surg*, 2010, 28: 69-74.
141. Chow R, Armati P, Laakso EL, Bjordal JM, Baxter GD. Inhibitory effects of laser irradiation on peripheral mammalian nerves and relevance to analgesic effects: a systematic review. *Photomed Laser Surg*, 2011, 29: 365-381.
142. 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*, 2007, 12: 28-39.
143. Artes-Ribas M, Arnabat-Dominguez J, Puigdollers A. Analgesic effect of a low-level laser therapy (830 nm) in early orthodontic treatment. *Lasers Med Sci*, 2013, 28: 335-341.
144. Esper MA, Nicolau RA, Arisawa EA. The effect of two phototherapy protocols on pain control in orthodontic procedure--a preliminary clinical study. *Lasers Med Sci*, 2011, 26: 657-663.
145. Lievens P. In *The influence of laser-irradiation on the motricity of the lymphatical system and on the wound healing process*, International Congress on Laser in Medicine and Surgery., Bologna, 1985.
146. Omar MT, Shaheen AA, Zafar H. A systematic review of the effect of low-level laser therapy in the management of breast cancer-related lymphedema. *Support Care Cancer*, 2012, 20: 2977-2984.
147. Meneguzzo DT, Lopes LA, Pallota R, Soares-Ferreira L, Lopes-Martins RA, Ribeiro MS. Prevention and treatment of mice paw edema by near-infrared low-level laser therapy on lymph nodes. *Lasers Med Sci*, 2013, 28: 973-980.

148. Carrasco TG, Guerisoli LD, Guerisoli DM, Mazzetto MO. Evaluation of low intensity laser therapy in myofascial pain syndrome. *Cranio*, 2009, 27: 243-247.
149. Bjordal JM, Couppe C, Chow RT, Tuner J, Ljunggren EA. A systematic review of low level laser therapy with location-specific doses for pain from chronic joint disorders. *Aust J Physiother*, 2003, 49: 107-116.
150. Chen KH, Hong CZ, Kuo FC, Hsu HC, Hsieh YL. Electrophysiologic effects of a therapeutic laser on myofascial trigger spots of rabbit skeletal muscles. *Am J Phys Med Rehabil*, 2008, 87: 1006-1014.
151. Snyder-Mackler L, Barry AJ, Perkins AI, Soucek MD. Effects of helium-neon laser irradiation on skin resistance and pain in patients with trigger points in the neck or back. *Phys Ther*, 1989, 69: 336-341.
152. Karu TI. Mitochondrial signaling in mammalian cells activated by red and near-IR radiation. *Photochem Photobiol*, 2008, 84: 1091-1099.
153. Eells JT, Wong-Riley MT, VerHoeve J, Henry M, Buchman EV, Kane MP, Gould LJ, Das R, Jett M, Hodgson BD, Margolis D, Whelan HT. Mitochondrial signal transduction in accelerated wound and retinal healing by near-infrared light therapy. *Mitochondrion*, 2004, 4: 559-567.
154. Palacios-Callender M, Quintero M, Hollis VS, Springett RJ, Moncada S. Endogenous NO regulates superoxide production at low oxygen concentrations by modifying the redox state of cytochrome c oxidase. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2004, 101: 7630-7635.
155. Cleeter MW, Cooper JM, Darley-Usmar VM, Moncada S, Schapira AH. Reversible inhibition of cytochrome c oxidase, the terminal enzyme of the mitochondrial respiratory chain, by nitric oxide. Implications for neurodegenerative diseases. *FEBS Lett*, 1994, 345: 50-54.

156. Antunes F, Boveris A, Cadenas E. On the mechanism and biology of cytochrome oxidase inhibition by nitric oxide. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2004, 101: 16774-16779.
157. Galkin A, Higgs A, Moncada S. Nitric oxide and hypoxia. *Essays Biochem*, 2007, 43: 29-42.
158. Lane N. Cell biology: power games. *Nature*, 2006, 443: 901-903.
159. Bolanos JP, Peuchen S, Heales SJ, Land JM, Clark JB. Nitric oxide-mediated inhibition of the mitochondrial respiratory chain in cultured astrocytes. *J Neurochem*, 1994, 63: 910-916.
160. Chen S. Natural products triggering biological targets--a review of the anti-inflammatory phytochemicals targeting the arachidonic acid pathway in allergy asthma and rheumatoid arthritis. *Curr Drug Targets*, 2011, 12: 288-301.
161. Karu TI, Kolyakov SF. Exact action spectra for cellular responses relevant to phototherapy. *Photomed Laser Surg*, 2005, 23: 355-361.
162. Yu W, Naim JO, McGowan M, Ippolito K, Lanzafame RJ. Photomodulation of oxidative metabolism and electron chain enzymes in rat liver mitochondria. *Photochem Photobiol*, 1997, 66: 866-871.
163. Dyson M In *Primary, secondary, and tertiary effects of phototherapy: a review*, Biomedical Optics 2006. International Society for Optics and Photonics: 2006; 614005-614005-614012.
164. Holder MJ, Milward MR, Palin WM, Hadis MA, Cooper PR. Effects of red light-emitting diode irradiation on dental pulp cells. *J Dent Res*, 2012, 91: 961-966.
165. Zhang R, Mio Y, Pratt PF, Lohr N, Warltier DC, Whelan HT, Zhu D, Jacobs ER, Medhora M, Bienengraeber M. Near infrared light protects cardiomyocytes from

hypoxia and reoxygenation injury by a nitric oxide dependent mechanism. *J Mol Cell Cardiol*, 2009, 46: 4-14.

166. Lim W, Kim J, Kim S, Karna S, Won J, Jeon SM, Kim SY, Choi Y, Choi H, Kim O. Modulation of lipopolysaccharide-induced NF-kappaB signaling pathway by 635 nm irradiation via heat shock protein 27 in human gingival fibroblast cells. *Photochem Photobiol*, 2013, 89: 199-207.

167. Sharma SK, Kharkwal GB, Sajo M, Huang YY, De Taboada L, McCarthy T, Hamblin MR. Dose response effects of 810 nm laser light on mouse primary cortical neurons. *Lasers Surg Med*, 2011, 43: 851-859.

168. de Lima FM, Albertini R, Dantas Y, Maia-Filho AL, Santana Cde L, Castro-Faria-Neto HC, Franca C, Villaverde AB, Aimbire F. Low-level laser therapy restores the oxidative stress balance in acute lung injury induced by gut ischemia and reperfusion. *Photochem Photobiol*, 2013, 89: 179-188.

169. Servetto N, Cremonuzzi D, Simes JC, Moya M, Soriano F, Palma JA, Campana VR. Evaluation of inflammatory biomarkers associated with oxidative stress and histological assessment of low-level laser therapy in experimental myopathy. *Lasers Surg Med*, 2010, 42: 577-583.

170. Stergioulas A. Low-level laser treatment can reduce edema in second degree ankle sprains. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 2004, 22: 125-128.

171. Mester E, Spiry T, Szende B, Tota JG. Effect of laser rays on wound healing. *Am J Surg*, 1971, 122: 532-535.

172. Chow RT, Johnson MI, Lopes-Martins RA, Bjordal JM. Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomised placebo or active-treatment controlled trials. *Lancet*, 2009, 374: 1897-1908.

173. Haldeman S, Carroll L, Cassidy JD, Schubert J, Nygren A. The Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders: executive summary. *J Manipulative Physiol Ther*, 2009, 32: S7-9.
174. Favejee MM, Huisstede BM, Koes BW. Frozen shoulder: the effectiveness of conservative and surgical interventions--systematic review. *Br J Sports Med*, 2011, 45: 49-56.
175. Huang YY, Chen AC, Carroll JD, Hamblin MR. Biphasic dose response in low level light therapy. *Dose Response*, 2009, 7: 358-383.
176. Huang YY, Sharma SK, Carroll J, Hamblin MR. Biphasic dose response in low level light therapy - an update. *Dose Response*, 2011, 9: 602-618.
177. Sommer AP, Pinheiro AL, Mester AR, Franke RP, Whelan HT. Biostimulatory windows in low-intensity laser activation: lasers, scanners, and NASA's light-emitting diode array system. *J Clin Laser Med Surg*, 2001, 19: 29-33.
178. Karu T. Mitochondrial mechanisms of photobiomodulation in context of new data about multiple roles of ATP. *Photomedicine and laser surgery*, 2010, 28: 159-160.
179. Jenkins PA, Carroll JD. How to report low-level laser therapy (LLLT)/photomedicine dose and beam parameters in clinical and laboratory studies. *Photomedicine and laser surgery*, 2011, 29: 785-787.
180. Kirkpatrick SJ. A primer on radiometry. *Dent Mater*, 2005, 21: 21-26.
181. Hashmi JT, Huang YY, Sharma SK, Kurup DB, De Taboada L, Carroll JD, Hamblin MR. Effect of pulsing in low-level light therapy. *Lasers Surg Med*, 2010, 42: 450-466.
182. Ando T, Xuan W, Xu T, Dai T, Sharma SK, Kharkwal GB, Huang Y-Y, Wu Q, Whalen MJ, Sato S. Comparison of therapeutic effects between pulsed and continuous

wave 810-nm wavelength laser irradiation for traumatic brain injury in mice. *PLoS One*, 2011, 6: e26212.

183. Scoletta M, Arduino PG, Reggio L, Dalmaso P, Mozzati M. Effect of low-level laser irradiation on bisphosphonate-induced osteonecrosis of the jaws: preliminary results of a prospective study. *Photomed Laser Surg*, 2010, 28: 179-184.

184. Vescovi P, Manfredi M, Merigo E, Guidotti R, Meleti M, Pedrazzi G, Fornaini C, Bonanini M, Ferri T, Nammour S. Early surgical laser-assisted management of bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaws (BRONJ): a retrospective analysis of 101 treated sites with long-term follow-up. *Photomed Laser Surg*, 2012, 30: 5-13.

185. Vescovi P, Merigo E, Meleti M, Manfredi M, Fornaini C, Nammour S. Surgical Approach and Laser Applications in BRONJ Osteoporotic and Cancer Patients. *J Osteoporos*, 2012, 2012: 585434.

186. Miloro M, Miller JJ, Stoner JA. Low-level laser effect on mandibular distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg*, 2007, 65: 168-176.

187. Abtahi M, Poosti M, Saghravani N, Sadeghi K, Shafae H. The effect of low level laser on condylar growth during mandibular advancement in rabbits. *Head Face Med*, 2012, 8: 4.

188. Freddo AL, Hubler R, de Castro-Beck CA, Heitz C, de Oliveira MG. A preliminary study of hardness and modulus of elasticity in sheep mandibles submitted to distraction osteogenesis and low-level laser therapy. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2012, 17: e102-107.

189. Salmos-Brito JA, de Menezes RF, Teixeira CE, Gonzaga RK, Rodrigues BH, Braz R, Bessa-Nogueira RV, Gerbi ME. Evaluation of low-level laser therapy in patients with acute and chronic temporomandibular disorders. *Lasers Med Sci*, 2013, 28: 57-64.

190. Marini I, Gatto MR, Bonetti GA. Effects of superpulsed low-level laser therapy on temporomandibular joint pain. *Clin J Pain*, 2010, 26: 611-616.
191. Mazzetto MO, Hotta TH, Pizzo RC. Measurements of jaw movements and TMJ pain intensity in patients treated with GaAlAs laser. *Braz Dent J*, 2010, 21: 356-360.
192. Loncar B, Stipetic MM, Baricevic M, Risovic D. The effect of low-level laser therapy on salivary glands in patients with xerostomia. *Photomed Laser Surg*, 2011, 29: 171-175.
193. Vidovic Juras D, Lukac J, Cekic-Arambasin A, Vidovic A, Canjuga I, Sikora M, Carek A, Ledinsky M. Effects of low-level laser treatment on mouth dryness. *Coll Antropol*, 2010, 34: 1039-1043.
194. Pavlic V. The effects of low-level laser therapy on xerostomia (mouth dryness). *Med Pregl*, 2012, 65: 247-250.
195. Gautam AP, Fernandes DJ, Vidyasagar MS, Maiya AG, Vadhiraja BM. Low level laser therapy for concurrent chemoradiotherapy induced oral mucositis in head and neck cancer patients - a triple blinded randomized controlled trial. *Radiother Oncol*, 2012, 104: 349-354.
196. Bensadoun RJ, Nair RG. Low-level laser therapy in the prevention and treatment of cancer therapy-induced mucositis: 2012 state of the art based on literature review and meta-analysis. *Curr Opin Oncol*, 2012, 24: 363-370.
197. Bjordal JM, Bensadoun RJ, Tuner J, Frigo L, Gjerde K, Lopes-Martins RA. A systematic review with meta-analysis of the effect of low-level laser therapy (LLLT) in cancer therapy-induced oral mucositis. *Support Care Cancer*, 2011, 19: 1069-1077.
198. Jajarm HH, Falaki F, Mahdavi O. A comparative pilot study of low intensity laser versus topical corticosteroids in the treatment of erosive-atrophic oral lichen planus. *Photomed Laser Surg*, 2011, 29: 421-425.

199. Agha-Hosseini F, Moslemi E, Mirzaii-Dizgah I. Comparative evaluation of low-level laser and CO(2) laser in treatment of patients with oral lichen planus. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2012, 41: 1265-1269.
200. Cafaro A, Albanese G, Arduino PG, Mario C, Massolini G, Mozzati M, Broccoletti R. Effect of low-level laser irradiation on unresponsive oral lichen planus: early preliminary results in 13 patients. *Photomed Laser Surg*, 2010, 28 Suppl 2: S99-103.
201. Munoz Sanchez PJ, Capote Femenias JL, Diaz Tejada A, Tuner J. The effect of 670-nm low laser therapy on herpes simplex type 1. *Photomed Laser Surg*, 2012, 30: 37-40.
202. Schindl A, Neumann R. Low-intensity laser therapy is an effective treatment for recurrent herpes simplex infection. Results from a randomized double-blind placebo-controlled study. *J Invest Dermatol*, 1999, 113: 221-223.
203. de Carvalho RR, de Paula Eduardo F, Ramalho KM, Antunes JL, Bezinelli LM, de Magalhaes MH, Pegoretti T, de Freitas PM, de Paula Eduardo C. Effect of laser phototherapy on recurring herpes labialis prevention: an in vivo study. *Lasers Med Sci*, 2010, 25: 397-402.
204. Yang HW, Huang YF. Treatment of burning mouth syndrome with a low-level energy diode laser. *Photomed Laser Surg*, 2011, 29: 123-125.
205. Kato IT, Pellegrini VD, Prates RA, Ribeiro MS, Wetter NU, Sugaya NN. Low-level laser therapy in burning mouth syndrome patients: a pilot study. *Photomed Laser Surg*, 2010, 28: 835-839.
206. dos Santos Lde F, Carvalho Ade A, Leao JC, Cruz Perez DE, Castro JF. Effect of low-level laser therapy in the treatment of burning mouth syndrome: a case series. *Photomed Laser Surg*, 2011, 29: 793-796.

207. Igic M, Mihailovic D, Kesic L, Milasin J, Apostolovic M, Kostadinovic L, Janjic OT. Cytomorphometric and clinical investigation of the gingiva before and after low-level laser therapy of gingivitis in children. *Lasers Med Sci*, 2012, 27: 843-848.
208. Amorim JC, de Sousa GR, de Barros Silveira L, Prates RA, Pinotti M, Ribeiro MS. Clinical study of the gingiva healing after gingivectomy and low-level laser therapy. *Photomed Laser Surg*, 2006, 24: 588-594.
209. Ozen T, Orhan K, Gorur I, Ozturk A. Efficacy of low level laser therapy on neurosensory recovery after injury to the inferior alveolar nerve. *Head Face Med*, 2006, 2: 3.
210. 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*, 1996, 54: 2-7.
211. Khullar SM, Emami B, Westermark A, Haanaes HR. Effect of low-level laser treatment on neurosensory deficits subsequent to sagittal split ramus osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1996, 82: 132-138.
212. Markovic A, Todorovic L. Effectiveness of dexamethasone and low-power laser in minimizing oedema after third molar surgery: a clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2007, 36: 226-229.
213. Markovic AB, Todorovic L. Postoperative analgesia after lower third molar surgery: contribution of the use of long-acting local anesthetics, low-power laser, and diclofenac. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2006, 102: 4-8.
214. Aras MH, Gungormus M. The effect of low-level laser therapy on trismus and facial swelling following surgical extraction of a lower third molar. *Photomed Laser Surg*, 2009, 27: 21-24.

215. Genc G, Kocadereli I, Tasar F, Kilinc K, El S, Sarkarati B. Effect of low-level laser therapy (LLLT) on orthodontic tooth movement. *Lasers Med Sci*, 2013, 28: 41-47.
216. Doshi-Mehta G, Bhad-Patil WA. Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: a clinical investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2012, 141: 289-297.
217. Habib FA, Gama SK, Ramalho LM, Cangussu MC, Santos Neto FP, Lacerda JA, Araujo TM, Pinheiro AL. Laser-induced alveolar bone changes during orthodontic movement: a histological study on rodents. *Photomed Laser Surg*, 2010, 28: 823-830.
218. Khadra M, Ronold HJ, Lyngstadaas SP, Ellingsen JE, Haanaes HR. Low-level laser therapy stimulates bone-implant interaction: an experimental study in rabbits. *Clin Oral Implants Res*, 2004, 15: 325-332.
219. Boldrini C, de Almeida JM, Fernandes LA, Ribeiro FS, Garcia VG, Theodoro LH, Pontes AE. Biomechanical effect of one session of low-level laser on the bone-titanium implant interface. *Lasers Med Sci*, 2013, 28: 349-352.
220. Omasa S, Motoyoshi M, Arai Y, Ejima K, Shimizu N. Low-level laser therapy enhances the stability of orthodontic mini-implants via bone formation related to BMP-2 expression in a rat model. *Photomed Laser Surg*, 2012, 30: 255-261.
221. Orhan K, Aksoy U, Can-Karabulut DC, Kalender A. Low-level laser therapy of dentin hypersensitivity: a short-term clinical trial. *Lasers in medical science*, 2011, 26: 591-598.
222. Flecha OD, Azevedo CG, Matos FR, Vieira-Barbosa NM, Ramos-Jorge ML, Goncalves PF, Koga Silva EM. Cyanoacrylate versus laser in the treatment of dentin hypersensitivity: a controlled, randomized, double-masked and non-inferiority clinical trial. *J Periodontol*, 2013, 84: 287-294.

223. Shigetani Y, Sasa N, Suzuki H, Okiji T, Ohshima H. GaAlAs laser irradiation induces active tertiary dentin formation after pulpal apoptosis and cell proliferation in rat molars. *J Endod*, 2011, 37: 1086-1091.
224. Matsui S, Tsujimoto Y, Matsushima K. Stimulatory effects of hydroxyl radical generation by Ga-Al-As laser irradiation on mineralization ability of human dental pulp cells. *Biol Pharm Bull*, 2007, 30: 27-31.
225. Kreisler MB, Haj HA, Noroozi N, Willershausen B. Efficacy of low level laser therapy in reducing postoperative pain after endodontic surgery-- a randomized double blind clinical study. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2004, 33: 38-41.
226. Tanboga I, Eren F, Altinok B, Peker S, Ertugral F. The effect of low level laser therapy on pain during dental tooth-cavity preparation in children. *Eur Arch Paediatr Dent*, 2011, 12: 93-95.
227. Naka T, Yokose S. Application of laser-induced bone therapy by carbon dioxide laser irradiation in implant therapy. *Int J Dent*, 2012, 2012: 409496.
228. Yoo YJ, Shon WJ, Baek SH, Kang MK, Kim HC, Lee W. Effect of 1440-nanometer neodymium:yttrium-aluminum-garnet laser irradiation on pain and neuropeptide reduction: a randomized prospective clinical trial. *J Endod*, 2014, 40: 28-32.
229. Keiser KB, B.E. *Endodontic pharmacology*. 10. Baski. St. Louis, MO: Mosby Elsevier, 2011.
230. Sostres C, Lanas A. [Appropriate prescription, adherence and safety of non-steroidal anti-inflammatory drugs]. *Med Clin (Barc)*, 2016, 146: 267-272.
231. Aminoshariae A, Khan A. Acetaminophen: old drug, new issues. *J Endod*, 2015, 41: 588-593.

232. Etminan M, Sadatsafavi M, Jafari S, Doyle-Waters M, Aminzadeh K, Fitzgerald JM. Acetaminophen use and the risk of asthma in children and adults: a systematic review and metaanalysis. *Chest*, 2009, 136: 1316-1323.
233. Ryan JL, Jureidini B, Hodges JS, Baisden M, Swift JQ, Bowles WR. Gender differences in analgesia for endodontic pain. *J Endod*, 2008, 34: 552-556.
234. Enwemeka CS, Parker JC, Dowdy DS, Harkness EE, Sanford LE, Woodruff LD. The efficacy of low-power lasers in tissue repair and pain control: a meta-analysis study. *Photomed Laser Surg*, 2004, 22: 323-329.
235. Ferrante M, Petrini M, Trentini P, Perfetti G, Spoto G. Effect of low-level laser therapy after extraction of impacted lower third molars. *Lasers in medical science*, 2013, 28: 845-849.
236. Park JJ, Kang KL. Effect of 980-nm GaAlAs diode laser irradiation on healing of extraction sockets in streptozotocin-induced diabetic rats: a pilot study. *Lasers in medical science*, 2012, 27: 223-230.
237. Qamruddin I, Alam MK, Fida M, Khan AG. Effect of a single dose of low-level laser therapy on spontaneous and chewing pain caused by elastomeric separators. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2016, 149: 62-66.
238. Passarella S, Casamassima E, Molinari S, Pastore D, Quagliariello E, Catalano IM, Cingolani A. Increase of proton electrochemical potential and ATP synthesis in rat liver mitochondria irradiated in vitro by helium-neon laser. *FEBS Lett*, 1984, 175: 95-99.
239. Bjordal JM, Johnson MI, Iversen V, Aimbire F, Lopes-Martins RA. 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*, 2006, 24: 158-168.

240. Antonijevic I, Mousa SA, Schafer M, Stein C. Perineurial defect and peripheral opioid analgesia in inflammation. *J Neurosci*, 1995, 15: 165-172.
241. Wybran J, Appelboom T, Famaey JP, Govaerts A. Suggestive evidence for receptors for morphine and methionine-enkephalin on normal human blood T lymphocytes. *Journal of Immunology*, 1979, 123: 1068-1070.
242. Laakso E, Richardson C, Cramond T. Pain scores and side effects in response to low level laser therapy for myofascial trigger points. *Laser Ther*, 1967, 9.
243. Laakso EL, Cramond T, Richardson C, Galligan JP. Plasma ACTH and β -endorphin levels in response to low level laser therapy (LLLT) for myofascial trigger points. *Laser Therapy*, 1994, 6: 133-141.
244. Laakso EL, Cabot PJ. Nociceptive scores and endorphin-containing cells reduced by low-level laser therapy (LLLT) in inflamed paws of Wistar rat. *Photomed Laser Surg*, 2005, 23: 32-35.
245. Yang WZ, Chen JY, Yu JT, Zhou LW. Effects of low power laser irradiation on intracellular calcium and histamine release in RBL-2H3 mast cells. *Photochem Photobiol*, 2007, 83: 979-984.
246. Sato T, Kawatani M, Takeshige C, Matsumoto I. Ga-Al-As laser irradiation inhibits neuronal activity associated with inflammation. *Acupunct Electrother Res*, 1994, 19: 141-151.
247. 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: 369-374.
248. Sohrabi K, Sooratgar A, Zolfagharnasab K, Kharazifard MJ, Afkhami F. Antibacterial Activity of Diode Laser and Sodium Hypochlorite in Enterococcus Faecalis-Contaminated Root Canals. *Iran Endod J*, 2016, 11: 8-12.

249. Lagemann M, George R, Chai L, Walsh LJ. Activation of ethylenediaminetetraacetic acid by a 940 nm diode laser for enhanced removal of smear layer. *Aust Endod J*, 2014, 40: 72-75.
250. Saghiri MA, Asgar K, Gutmann JL, Garcia-Godoy F, Ahmadi K, Karamifar K, Asatorian A. Effect of laser irradiation on root canal walls after final irrigation with 17% EDTA or BioPure MTAD: X-ray diffraction and SEM analysis. *Quintessence Int*, 2012, 43: e127-134.
251. Akyuz Ekim SN, Erdemir A. Comparison of different irrigation activation techniques on smear layer removal: an in vitro study. *Microsc Res Tech*, 2015, 78: 230-239.
252. Kanumuru NR, Subbaiah R. Bacterial Efficacy of Ca(OH)₂ Against E.faecalis Compared with three Dental Lasers on Root Canal Dentin- An Invitro Study. *J Clin Diagn Res*, 2014, 8: ZC135-137.
253. Mathew J, Emil J, Paulaian B, John B, Raja J, Mathew J. Viability and antibacterial efficacy of four root canal disinfection techniques evaluated using confocal laser scanning microscopy. *J Conserv Dent*, 2014, 17: 444-448.
254. Neelakantan P, Cheng CQ, Mohanraj R, Sriraman P, Subbarao C, Sharma S. Antibiofilm activity of three irrigation protocols activated by ultrasonic, diode laser or Er:YAG laser in vitro. *Int Endod J*, 2015, 48: 602-610.
255. Bago I, Plecko V, Gabric Panduric D, Schauperl Z, Baraba A, Anic I. Antimicrobial efficacy of a high-power diode laser, photo-activated disinfection, conventional and sonic activated irrigation during root canal treatment. *Int Endod J*, 2013, 46: 339-347.

256. Preethee T, Kandaswamy D, Arathi G, Hannah R. Bactericidal effect of the 908 nm diode laser on *Enterococcus faecalis* in infected root canals. *J Conserv Dent*, 2012, 15: 46-50.
257. Mehrvarzfar P, Saghiri MA, Asatourian A, Fekrazad R, Karamifar K, Eslami G, Dadresanfar B. Additive effect of a diode laser on the antibacterial activity of 2.5% NaOCl, 2% CHX and MTAD against *Enterococcus faecalis* contaminating root canals: an in vitro study. *J Oral Sci*, 2011, 53: 355-360.
258. Beer F, Buchmair A, Wernisch J, Georgopoulos A, Moritz A. Comparison of two diode lasers on bactericidity in root canals-an in vitro study. *Lasers Med Sci*, 2012, 27: 361-364.
259. Maenosono RM, Bim Junior O, Duarte MA, Palma-Dibb RG, Wang L, Ishikiriyama SK. Diode laser irradiation increases microtensile bond strength of dentin. *Braz Oral Res*, 2015, 29: 1-5.
260. Das M, Kumar GA, Ramesh S, Garapati S, Sharma D. An in vitro evaluation of microtensile bond strength of resin-based sealer with dentin treated with diode and Nd:YAG laser. *J Contemp Dent Pract*, 2013, 14: 183-187.
261. Moura-Netto C, Palo RM, Camargo SE, Jent C, Leonardo Rde T, Marques MM. Influence of prior 810-nm-diode intracanal laser irradiation on hydrophilic resin-based sealer obturation. *Braz Oral Res*, 2012, 26: 323-329.
262. Kaiwar A, Usha HL, Meena N, Ashwini P, Murthy CS. The efficiency of root canal disinfection using a diode laser: in vitro study. *Indian J Dent Res*, 2013, 24: 14-18.
263. Ali SG, Mulay S, Palekar A, Sejpal D, Joshi A, Gufran H. Prevalence of and factors affecting post-obturation pain following single visit root canal treatment in

- Indian population: A prospective, randomized clinical trial. *Contemp Clin Dent*, 2012, 3: 459-463.
264. Ali A, Olivieri JG, Duran-Sindreu F, Abella F, Roig M, Garcia-Font M. Influence of preoperative pain intensity on postoperative pain after root canal treatment: A prospective clinical study. *J Dent*, 2016, 45: 39-42.
265. Moore PA, Dunsky JL. Bupivacaine anesthesia--a clinical trial for endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1983, 55: 176-179.
266. Dunsky JL, Moore PA. Long-acting local anesthetics: a comparison of bupivacaine and etidocaine in endodontics. *J Endod*, 1984, 10: 457-460.
267. Parirokh M, Yosefi MH, Nakhaee N, Manochehrifar H, Abbott PV, Reza Forghani F. Effect of bupivacaine on postoperative pain for inferior alveolar nerve block anesthesia after single-visit root canal treatment in teeth with irreversible pulpitis. *J Endod*, 2012, 38: 1035-1039.
268. Spangberg L, Engstrom B, Langeland K. Biologic effects of dental materials. 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1973, 36: 856-871.
269. Siqueira JF, Jr., Rocas IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod*, 2000, 26: 331-334.
270. Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J*, 2001, 34: 120-132.
271. Uroz-Torres D, Gonzalez-Rodriguez MP, Ferrer-Luque CM. Effectiveness of the EndoActivator System in removing the smear layer after root canal instrumentation. *J Endod*, 2010, 36: 308-311.

272. Crumpton BJ, Goodell GG, McClanahan SB. Effects on smear layer and debris removal with varying volumes of 17% REDTA after rotary instrumentation. *J Endod*, 2005, 31: 536-538.
273. Neelakantan P, Sharma S. Pain after single-visit root canal treatment with two single-file systems based on different kinematics-a prospective randomized multicenter clinical study. *Clin Oral Investig*, 2015, 19: 2211-2217.
274. Hwang Y-H, Bae K-S, Baek S-H, Kum K-Y, Lee W, Shon W-J, Chang SW. Shaping Ability of the Conventional Nickel-Titanium and Reciprocating Nickel-Titanium File Systems: A Comparative Study Using Micro-Computed Tomography. *Journal of endodontics*, 2014, 40: 1186-1189.
275. Arias A, Azabal M, Hidalgo JJ, de la Macorra JC. Relationship between postendodontic pain, tooth diagnostic factors, and apical patency. *J Endod*, 2009, 35: 189-192.
276. Vera J, Arias A, Romero M. Effect of maintaining apical patency on irrigant penetration into the apical third of root canals when using passive ultrasonic irrigation: an in vivo study. *J Endod*, 2011, 37: 1276-1278.
277. Albashaireh ZS, Alnegrish AS. Postobturation pain after single- and multiple-visit endodontic therapy. A prospective study. *J Dent*, 1998, 26: 227-232.
278. Yoldas O, Topuz A, Isci AS, Oztunc H. Postoperative pain after endodontic retreatment: single- versus two-visit treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2004, 98: 483-487.
279. Creech JL, 3rd, Walton RE, Kaltenbach R. Effect of occlusal relief on endodontic pain. *J Am Dent Assoc*, 1984, 109: 64-67.
280. Jostes JL, Holland GR. The effect of occlusal reduction after canal preparation on patient comfort. *J Endod*, 1984, 10: 34-37.

281. Huskisson EC. Measurement of pain. *Lancet*, 1974, 2: 1127-1131.
282. Polycarpou N, Ng YL, Canavan D, Moles DR, Gulabivala K. Prevalence of persistent pain after endodontic treatment and factors affecting its occurrence in cases with complete radiographic healing. *Int Endod J*, 2005, 38: 169-178.
283. Revill SI, Robinson JO, Rosen M, Hogg MI. The reliability of a linear analogue for evaluating pain. *Anaesthesia*, 1976, 31: 1191-1198.

EKLER

EK 1. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler
Adı Soyadı: Ezgi DOĞANAY
Doğum tarihi: 17/06/1990
Doğum yeri: Havza/SAMSUN
Medeni hali: Bekar
Uyruğu: T.C.
Adres: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, 25240 ERZURUM
Tel: 0442 231 17 46
Faks: 0442 236 09 45
E-mail: dtezgidoganay@gmail.com
Eğitim
Lise: Havza Anadolu Lisesi
Lisans: Ankara Üniv. Diş Hekimliği Fakültesi (2007-2012)
Uzmanlık: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı (2013 - Devam ediyor)
Yabancı Dil Bilgisi
İngilizce: 71.25 (2012-ÜDS İlkbahar)
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar
İlgi Alanları ve Hobiler

EK 2. ETİK KURUL ONAY RAPORU

T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞHEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU

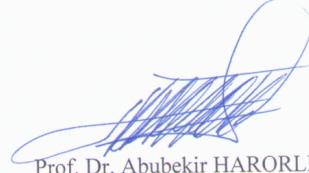
Sayı : 05

24 /03 / 2014

ENDODONTİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

21.03.2014 tarih ve 87 sayılı yazınız ekinde gönderilen, Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Hakan ARSLAN'ın başkanlığında Arş. Gör. Ezgi DOĞANAY tarafından yürütülecek olan "**Semptomatik Apikal Periodontitisli Mandibular Molar Dişlerde Düşük Seviyeli Lazer Tedavisi ve Kanal İçi Lazer Uygulanmasının Postoperatif Ağrıya Etkisi: Randomize, plasebo Kontrollü Klinik Çalışması**" konulu uzmanlık tezi ve araştırma projesi ile ilgili etik kurul başvurusu kurumumuz tarafından incelenmiş olup, konu ile ilgili alınan karar aşağıda sunulmuştur.

Bilgilerinizi arz ve rica ederim.



Prof. Dr. Abubekir HARORLI

Etik Kurul Başkanı

KARAR No: 05/2014. Endodonti Anabilim Dalı Başkanlığının 21.03.2014 tarih ve 87 sayılı yazısı okunarak kurul üyelerinin bilgisine sunuldu.

Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Hakan ARSLAN'ın başkanlığında Arş. Gör. Ezgi DOĞANAY tarafından yürütülecek olan "**Semptomatik Apikal Periodontitisli Mandibular Molar Dişlerde Düşük Seviyeli Lazer Tedavisi ve Kanal İçi Lazer Uygulanmasının Postoperatif Ağrıya Etkisi: Randomize, plasebo Kontrollü Klinik Çalışması**" konulu uzmanlık tezi ve araştırma projesi ile ilgili etik kurul başvurusu kurumumuz tarafından incelendi.

Yapılan görüşmeler sonucunda; Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan 19 Ağustos 2011 tarih ve 28030 sayılı "Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik" hükümlerine bağlı kalınarak yapılacak çalışmanın etik kurallara uygun olduğu kanaatine varıldı (oy birliği).




T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU


Oturum Tarihi: 10.02.2016

Oturum Sayısı: 02/2016

KARAR


SORUMLU ARAŞTIRMACI	Doç. Dr. Hakan ARSLAN
Araştırmanın Açık Adı	Semptomatik apikal periodontitisli mandibular molar dişlerde düşük seviyeleli lazer terapisi ve kanal içi diyet lazer uygulanmasının postoperatif ağrıya etkisi: Plesebo kontrollü prospektif klinik çalışma
Karar No	9.
Alınan Karar	Sorumlu Araştırmacı Doç. Dr. Hakan ARSLAN'nın danışanlığında Arş. Görv. Dt. Ezgi DOĞANAY'ın yürüteceği "Semptomatik apikal periodontitisli mandibular molar dişlerde düşük seviyeleli lazer terapisi ve kanal içi diyet lazer uygulanmasının postoperatif ağrıya etkisi: Plesebo kontrollü prospektif klinik çalışma" konulu uzmanlık tezi çalışmasının, Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan 19 Ağustos 2011 tarih ve 28030 sayılı "Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmelik" hükümlerine bağlı kalınarak yapılmak şartıyla kabul edilmesinde bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına oy birliği ile karar verildi.


Prof. Dr. Abubekir HARORLI
Etik Kurul Başkanı


Prof. Dr. Nuran YANIKOĞLU


Prof. Dr. Yusuf Ziya BAYINDIR


Prof. Dr. Kezban Meltem ÇOLAK TOPÇU


Yrd. Doç. Dr. Ali KIKI

EK 3. AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

14.03.2016

ETİK KURUL BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE TEZ BAŞVURU FORMU



ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ ETİK KURUL BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE TEZ BAŞVURU FORMU (GÖNÜLLÜLERİN BİLGİLENDİRİLMESİ VE RIZASININ ALINMASI PROTOKOLÜ)



GÖNÜLLÜLERİN BİLGİLENDİRİLDİĞİ VE RIZASININ ALINDIĞI GÖSTEREN ANA ESASLAR

Semptomatik Apikal Periodontitisli Mandibular Molar Dislerde Düşük Seviyeli Lazer Terapisi Ve Kanal İçi Diyet Lazer Uygulanmasının Postoperatif Ağrıya Etkisi: Plasebo Kontrollü Prospektif Klinik Çalışma

Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Bu araştırmanın amacı şiddetli ağrılı hastaların tedaviden sonrada bir süre devam eden ağrılarını iki farklı lazer uygulamasıyla azaltmaktır.

Ağrı azaldığı takdirde hastalar tedavi sonrasında daha az ağrı ve daha az analjezik kullanımıyla geçirebilecektir.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Doç. Dr. Hakan Arslan/Dt. Ezgi Doğanay veya onun görevlendireceği bir hekim/araştırmacı tarafından muayene edileceksiniz ve bulgular kaydedilecektir. İnceleme sonucunda uygun görürse bu çalışmaya alınacaksınız.

Hastalara rutin kanal tedavisinin uygulanmasının ardından 1 dakika sürecek bir lazer uygulaması yapılacaktır.

Gönüllülerin araştırmaya 1 ay süreyle katılmaları gerekmektedir.

Çalışma ile ilgili herhangi bir risk ya da komplikasyon beklenmemektedir.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Proje yürütülmesi esnasında herhangi bir sebep göstermeden aratmadan çekilebilirsiniz (ancak aratma zor durumda brakmamak için aratmadan çekileceimi önceden bildirmemin uygun olacaktır). Bu durumda da sonraki bakımlar garanti altına alınacaktır. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi kouluyla aratmacı tarafından aratma d tutulabilirsiniz.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun tedavisi sorumlu araştırmacı tarafından yapılacak, tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük talep edilmeyecektir.

Ezgi Doğanay
05067242072
Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı

BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU

Yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

Katılımcı

Ad - Soyad

Adres

Telefon

İmza

Velisi

Ad - Soyad

<http://eski.atauni.edu.tr/formlar/disHekForm2/>

1/2

14.03.2016

ETİK KURUL BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE TEZ BAŞVURU FORMU

Adres
Telefon
İmza

Katılımcı ile görüşen araştırmacı

Ad - Soyad
Adres
Telefon
İmza

Görüşme Tanığı:

Ad - Soyad
Adres
Telefon
İmza

Görev

EK 4. HASTA DEĞERLENDİRME FORMU

Hastanın Adı Soyadı : TC : Yaş: Cinsiyet:

Diş No: Kanal Sayısı: Tarih:

PREOPERATİF

AĞRI | _____ |

PERKÜSYON | _____ |

PALPASYON

ŞİŞLİK

FİSTÜL

VİTALİTE

SİSTEMİK DURUM

İLAÇ KULLANIMI

RADYOLOJİK DURUM

LAZER SIRASINDA AĞRI | _____ |

POSTOPERATİF (1-7 GÜN) (hasta tarafından doldurulacak)

1.Gün | _____ |

3. Gün | _____ |

5. Gün | _____ |

7. Gün | _____ |

30. Gün | _____ |

Ağrı kesici kullanacak kadar şiddetli ağrınız oldu mu? _____

Hangi gün saat kaçta ağrı kesici kullandınız?

POSTOPERATİF (1 HAFTA)

PERKÜSYON | _____ |

PALPASYON

ŞİŞLİK

FİSTÜL

Planlanmamış randevu talebi oldu mu?