

**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**APİKAL PERİODONTİTİSLİ SÜT MOLAR
DİŞLERDE TEK SEANS KANAL TEDAVİSİ
SONRASI KRİYOTERAPİ UYGULAMASININ VE DÜŞÜK
SEVİYELİ LAZER UYGULAMASININ POST OPERATİF
AĞRIYA ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Muhammed Talha ÇETİN

**Pedodonti Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Fatih ŞENGÜL**

**ERZURUM
2022**

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
TEŞEKKÜR	V
ÖZET	VI
ABSTRACT	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ	XI
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Süt Dişlerinin Histolojik ve Anatomik Özellikleri	3
2.1.1. Süt Dişi Mine Dokusu.....	3
2.1.2. Süt Dişi Dentin Pulpa Kompleksi	4
2.2. Süt ve Daimi Dişler Arasındaki Morfolojik Farklılıklar	5
2.3. Süt Dişi Kök Kanal Tedavisi	6
2.3.1. Süt Dişlerinde Kök Kanal Tedavisi Uygulaması.....	9
2.3.1.1. Giriş Kavitesinin Hazırlanması.....	9
2.3.1.2. Çalışma Boyunun Belirlenmesi	9
2.3.1.3. Kanalların Preparasyonu.....	10
2.3.1.4. Süt Dişi Kanal Tedavisinde Kullanılan İrrigasyon Ajanları	11
2.3.1.5. Kanalların Doldurulması.....	13
2.4. Ağrı	14
2.4.1. Ağrının Nörofizyolojisi.....	14
2.4.2. Dental Ağrı Mekanizması	15
2.4.2.1. Periferde Doku Hasarına Sebep Olan Bir Uyarının Tespiti	15

2.4.2.2. Omurilik Seviyesinde Bilginin İşlenmesi	15
2.4.2.3. Serebral Kortekste Ağrının Algılanması.....	15
2.4.3. Endodontik Tedavide Postoperatif Ağrı	16
2.4.4. Ağrı Şiddetinin Ölçülmesi	17
2.4.4.1. Tek Boyutlu Ölçekler.....	17
2.4.4.2. Çok Boyutlu Ölçekler	19
2.4.5. Çocuklarda Ağrı Yönetimi.....	19
2.4.6. Endodontik Tedavi Sonrası Postoperatif Ağrı Kontrolünde Kullanılan Yöntemler	21
2.5. Lazer	21
2.5.1. Lazerlerin Tıbbi Kullanımdaki Tarihsel Gelişimi	21
2.5.2. Lazer Fiziği	22
2.5.2.1. Işık	22
2.5.2.2. Kuvvetlendirme (Amplifikasyon).....	24
2.5.2.3. Uyarılmış Yayılım	25
2.5.2.4. Radyasyon.....	26
2.6. Lazer Doku Etkileşimleri.....	27
2.6.1. Optik Etkileşimler.....	27
2.6.1.1. Emilim (Absorption).....	28
2.6.1.2. Geçiş (Transmission)	28
2.6.1.3. Yansıma (Reflection).....	28
2.6.1.4. Saçılma (Scattering).....	29
2.6.2. Biyolojik Etkileşimler.....	29
2.6.2.1. Fotokimyasal Etki	29
2.6.2.2. Fototermal Etki	30

2.6.2.3. Fotomekanik Etki.....	30
2.7. Diş Hekimliğinde Lazerlerin Kullanım Alanları	30
2.8. Çocuk Diş Hekimliğinde Lazerlerin Kullanım Alanı	32
2.8.1. Pulpa Vitalitesinin Lazer ile Değerlendirmesi.....	32
2.8.2. Lazerin Çürük Teşhisinde Kullanımı.....	33
2.8.3. Çürük Önlemede Lazer Kullanımı.....	33
2.8.4. Lazer ile Yüzey Pürüzlendirilmesi ve Mikrosızıntı	34
2.8.5. Lazer ile Çürük Uzaklaştırma ve Kavite Preparasyonu.....	35
2.8.6. Pulpal Tedavilerde Lazer Kullanımı.....	36
2.8.7. Kanal Tedavisi ve Lazer Uygulamaları	36
2.8.8. Travma ve Lazer Uygulamaları	38
2.8.9. Yumuşak Dokular ve Lazer Uygulamaları	38
2.9. Diyet Lazerler	39
2.10. Düşük Seviyeli Lazer Terapisi (DSLTL).....	40
2.10.1. Düşük Seviyeli Lazer Terapisinin Parametreleri	43
2.10.1.1. Işınlama Parametreleri	43
2.10.1.2. Doz Parametreleri	44
2.11. Güvenlik.....	45
2.12. Kontrendikasyonlar.....	45
2.13. DSLTL'nin Oral ve Maksillofasiyal Endikasyonları	45
2.14. Kriyoterapi	47
2.14.1. Kriyoterapinin Tarihçesi	47
2.14.2. Soğuk Uygulamasındaki Fizik Prensipleri	47
2.14.3. Soğuk Uygulamanın Organizmaya Etkisi.....	48
2.14.3.1. Soğukun Sistemik Etkileri	48

2.14.3.2. Soğğun Lokal Etkileri	48
2.14.4. Soğuk Uygulama Yöntemleri	50
2.14.5. Tıp ve Diş Hekimliğinde Kriyoterapinin Kullanım Alanları	50
2.14.5.1. Kök Kanal Tedavisinde Kriyoterapi	51
3. MATERYAL VE METOT.....	52
3.1. Hasta Seçim Kriterleri	52
3.2. Çalışmaya Dâhil Edilme Kriterleri	52
3.3. Çalışmaya Dâhil Edilmeme Kriterleri	53
3.4. Tedavi Protokolü.....	53
3.5. İstatistiksel Analiz.....	60
4. BULGULAR.....	61
5. TARTIŞMA.....	66
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	82
KAYNAKLAR	83
EKLER	120
EK-1. ÖZGEÇMİŞ	120
EK-2. ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU.....	121
EK-3. ETİK KURUL ONAY FORMU	122
EK-4. ETİK KURUL ONAY FORMU	124
EK-5. HASTA ONAM FORMU 1.....	126
EK-6. HASTA ONAM FORMU 2.....	127
EK-7. HASTA ONAM FORMU 3.....	128
EK-8. HASTA TAKİP FORMU	129

TEŞEKKÜR

Uzmanlık tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, değerli bilgi ve katkıları ile yöneten, tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fatih şENGÜL'e,

Pedodonti uzmanlık eğitimim boyunca öğrendiklerimi borçlu olduğum Atatürk Üniversitesi Pedodonti Anabilim Dalının değerli hocaları Prof. Dr. Sera DERELİOğLU'na, Uzm. Dt. Tarık SİDDİK'a ve Dr. Öğr. Üyesi Münevver KILIÇ'a

Aynı ortamda çalışmaktan keyif aldığım asistan arkadaşlarım ve tüm mesai arkadaşlarıma,

Eğitim hayatım boyunca her koşulda yanımda olan, sevgi ve özverileri ile bana güç veren, hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen aileme,

Bu zorlu uzmanlık sürecinde beni motive eden ve desteğini her zaman hissettiğim canım eşim Dt. Büşra Nur ÇETİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Muhammed Talha ÇETİN

ÖZET

Apikal Periodontitisli Süt Molar Dişlerde Tek Seans Kanal Tedavisi Sonrası Kriyoterapi Uygulamasının ve Düşük Seviyeli Lazer Uygulamasının Post Operatif Ağrıya Etkisinin Karşılaştırılması

Amaç: Bu çalışmanın amacı apikal periodontitisli süt molar dişlerin endodontik girişimlerinde düşük seviyeli lazer terapi (DSLTL) ve kanal içi kriyoterapi uygulamalarının postoperatif ağrıya olan etkisinin değerlendirilmesidir.

Materyal ve Metot: Çalışmada 75 hasta randomize olarak kontrol, DSLTL ve kriyoterapi gruplarına ayrılmıştır. Kök kanal tedavileri tek seansta Ni-Ti (EndoArt) eğeleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hastaların preoperatif, 1., 3., 5. ve 7. günlerdeki ağrı şiddetleri Wong Baker görsel ağrı skalası, preoperatif ve 7. gündeki perküsyon hassasiyeti ise VAS skalası kullanılarak kaydedilmiştir. Grupların farklı zamanlardaki ağrı skorları karşılaştırılmıştır. Postoperatif ağrı üzerine en etkili faktörü (grup, cinsiyet, yaş, diş numarası, çene, postoperatif analjezik kullanımı, pulpa vitalite durumu, preoperatif ağrı ve preoperatif perküsyon ağrısı) belirlemek için lojistik regresyon analizi kullanıldı. Verilerin istatistiksel analizi 0.05 önem seviyesinde yapılmıştır.

Bulgular: Postoperatif ağrı skorları üzerinde DSLTL ve kriyoterapi uygulamalarının etkili olduğu gözlenmiştir ($p=0.01$). Takip günlerinde DSLTL ve kriyoterapi uygulamalarına ait ağrı skorları kontrol grubundan düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca preoperatif ağrı mevcudiyetinin postoperatif perküsyon ağrısı skoru üzerine etkili olduğu gözlenmiştir ($p=0.02$).

Sonuç: DSLTL ve kriyoterapi uygulamalarının postoperatif ağrı ve perküsyon hassasiyeti skorları kontrol grubundan düşük bulunmuştur. DSLTL ve kriyoterapi, süt dişi kanal tedavisi sonrası oluşabilecek postoperatif ağrı kontrolünde kullanılacak pratik ve etkili yöntemlerdir.

Anahtar Kelimeler: DSLTL, kriyoterapi, postoperatif ağrı, pulpektomi

ABSTRACT

Comparison of the Effect of Cryotherapy Application and Low Level Laser Therapy on Post-operative Pain After Single Session Root Canal Treatment in Primary Molar Teeth with Apical Periodontitis

Aim: The aim of this study is to evaluate the effect of low-level laser therapy (LLLT) and intracanal cryotherapy applications on postoperative pain in endodontic interventions of primary molar teeth with apical periodontitis.

Material and method: In the study, 75 patients were randomly divided into control, LLLT and cryotherapy groups. Root canal treatments were performed in a single session using Ni-Ti (EndoArt) files. The pain intensity of the patients on the preoperative, 1st, 3rd, 5th and 7th days were recorded using the Wong Baker visual pain scale, and the percussion sensitivity on the preoperative and 7th days was recorded using the VAS scale. The pain scores of the groups at different times were compared. Logistic regression analysis was used to determine the most effective factor on postoperative pain (group, gender, age, tooth number, jaw, postoperative analgesic use, pulp vitality status, preoperative pain and preoperative percussion pain). Statistical analysis of the data was performed at the 0.05 significance level.

Results: It was observed that LLLT and cryotherapy applications were effective on postoperative pain scores ($p=0.01$). Pain scores of LLLT and cryotherapy applications on the follow-up days were lower than the control group ($p<0.05$). In addition, it was observed that the presence of preoperative pain had an effect on the postoperative percussion pain score ($p=0.02$).

Conclusion: Postoperative pain and percussion sensitivity scores of LLLT and cryotherapy applications were lower than the control group. LLLT and cryotherapy are practical and effective methods that can be used in the control of postoperative pain that may occur after primary tooth root canal treatment.

Key Words: cryotherapy, LLLT, postoperative pain, pulpectomy

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ACTH	: Adrenokortikotropik Hormon
AP	: Aktivatör Protein
APF	: Asidüle Fosfat Florid
ATP	: Adenozin Trifosfat
°C	: Santigrat
cAMP	: Siklik Adenozin Monofosfat
Ca(OH)₂	: Kalsiyum Hidroksit
CGRP	: Kalsitonin Gen İlişkili Peptid
CHX	: Klorheksidin
CİS	: Cam İyonomer Siman
cm	: Santimetre
COX-I	: Siklooksijenaz I
COX-II	: Siklooksijenaz II
CO₂	: Karbondioksit
CW	: Continuous Wave
dk	: Dakika
DSLТ	: Düşük Seviyeli Lazer Terapisi
EDTA	: Etilendiamin Tetraasetik Asit
Er:YAG	: Erbium: Yttrium, Aluminum, Garnet
Er,Cr:YSGG	: Erbiyum-Cromium: Yttrium, Scandium, Gallium ve Garner
Hz	: Hertz
IASP	: International Association for the Study of Pain
J	: Joule
LANNs	: Leeds Assessment of Neuropathic Symptoms and Signs

LED	: Light Emitting Diode
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
M.Ö.	: Milattan Önce
MPQ	: McGill Pain Questionnaire
MTA	: Mineral Trioksit Agregat
mW	: Miliwatt
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
Nd:YAG	: Neodymium doped: Yttrium, Aluminum, Garnet
NF-kB	: Nükleer Faktör Kappa B
Ni-Ti	: Nikel Titanyum
nm	: Nanometre
NO	: Nitrik Oksit
NRS	: Numerical Rating Scale
NSAİİ	: Nonsteroid Anti-inflamatuar İlaç
PÇK	: Paslanmaz Çelik Kron
PKD	: Protein Kinaz D
PW	: Pulsed Wave
SAF	: Self Adjusting File
ROT	: Reaktif Oksijen Türleri,
sn	: Saniye
ZOE	: Çinko Oksit Ojenol
VAS	: Visual Analog Scale
VRS	: Verbal Rating Scale
W	: Watt

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Ağrı ve dokunma duyusunun algılanma mekanizması.....	15
Şekil 2.2. VAS ağrı değerlendirme skalası.....	18
Şekil 2.3. Wong Baker görsel ağrı değerlendirme skalası.....	18
Şekil 2.4. Fotonun dalgasının özellikleri	24
Şekil 2.5. Lazerin temel bileşenleri ve çalışma prensibi	25
Şekil 2.6. Uyarılmış yayılım.....	26
Şekil 2.7. Elektromanyetik spektrum	27
Şekil 2.8. Lazer doku etkileşimleri.....	28
Şekil 2.9. DSLT'nin hücre metabolizması üzerine olan etkisi.....	41
Şekil 2.10. Soğüğün lokal etkileri	49
Şekil 3.1. Çalışma boyunu tespit etmek için kullanılan apeks bulucu	54
Şekil 3.2. Kök kanal preparasyonu için kullanılan endodontik motor	55
Şekil 3.3. Kök kanal preparasyonunda kullanılan Ni-Ti eğeler	56
Şekil 3.4. Kanal dolumunda kullanılan kanal patı.....	57
Şekil 3.5. Kompomer polimerizasyonunda kullanılan ışın cihazı	58
Şekil 3.6. Restorasyonda kullanılan kompomer dolgu	58
Şekil 3.7. DSLT uygulamasında kullanılan lazer cihazı	59
Şekil 4.1. Çalışma sürecince katılımcıların çalışmaya dahil olma diyagramı	61
Şekil 4.2. Hastaların işlem öncesi ve sonrası perküsyon hassasiyetlerinin değerlendirildiği VAS skoru ortalamaları	64
Şekil 4.3. Hastaların işlem öncesi ve işlem sonrası (1., 3., 5. ve 7. günler) hissettikleri ağrılara ait Wong-Baker görsel ağrı skalası skor ortalamaları.....	65

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Süt dişi kanal dolgu patları	14
Tablo 2.2. Postoperatif ağrıyı etkileyen faktörler	16
Tablo 2.3. Lazerin dişi hekimliğindeki uygulama alanları.....	31
Tablo 2.4. Oral cerrahi işlemlerde lazer kullanım alanları.....	39
Tablo 2.5. Lazer kullanımında dikkat edilmesi gereken hususlar	45
Tablo 4.1. Çalışma gruplarındaki hastaların yaş dağılımı.....	62
Tablo 4.2. Çalışmadaki hastaların cinsiyet bakımından gruplardaki dağılımı.....	62
Tablo 4.3. Çalışmada farklı gruplarda tedavi edilen dişlerin bulunduğu çene ve arklardaki dağılımı	62
Tablo 4.4. Tedavi edilen dişlerin pulpa vitalitelerinin gruplara göre dağılımı	63
Tablo 4.5. Postoperatif analjezik kullanımına göre grupların dağılımı	63
Tablo 4.6. Hastaların işlem öncesi ve sonrası perküsyon hassasiyeti skor ortalamları	64
Tablo 4.7. Hastaların işlem öncesi ve işlem sonrası (1., 3., 5. ve 7. günler) hissettikleri ağrılara ait Wong-Baker görsel ağrı skalası skor ortalamları.....	65
Tablo 4.8. İşlem sonrası 1. günde hissedilen ağrı için lojistik regresyon modeli	66
Tablo 4.9. İşlem sonrası perküsyon hassasiyeti için lojistik regresyon modeli	68

1. GİRİŞ

Çocuk diş hekimliğinde kök kanal tedavisi sonrası oluşan ağrı hasta ve hekim tarafından hoş karşılanmayan bir durumdur ve tedavinin başarısını gölgelemektedir. Mekanik yaralanma, kimyasal yaralanma ve mikroorganizmalar gibi faktörler periradiküler dokularda enflamasyonun gelişmesini tetikleyerek postoperatif ağrı oluşumuna neden olur.^{1,2}

Düşük seviyeli lazer terapisi (DSLTL), lazerin düşük seviyeli olarak ya da ışık yayan diyot (LED) aracılığı ile uygulanmasını ifade eder. DSLTL; enflamasyonu azaltmak, doku onarımını artırmak ve analjezik etkiyi artırmak amacıyla kullanılan bir tedavi metodudur. DSLTL’de ışığın biyostimülatif etkisi kullanılır ve inflamasyonu azaltmak, ağrıyı azaltmak ve yara iyileşmesine katkıda bulunmak için konak hücreler uyarılır.³ Bu tedavi dokularda herhangi bir termal ve ablatif etki yapmadan hücre fonksiyonlarının stimülasyonu için kullanılır.³ Endodonti alanında pulpatomi üzerinde ve semptomatik apikal periodontitisli dişlerde DSLTL’nin postoperatif ağrıyı azaltmada etkili olduğu gösterilmiştir.^{4,5}

Soğüğün herhangi bir yöntemle tedavi amacıyla kullanılmasına “kriyoterapi” denilmektedir. Kriyoterapi; ortopedi, travmatoloji, romatoloji ve nöroloji gibi pek çok tıp branşında tedavi seçeneği olarak uygulanmaktadır.⁶⁻⁹ Diş hekimliğinde kriyoterapi özellikle endodontik tedavi^{10, 11}, maksillo fasiyal cerrahi¹² ve dental cerrahi¹³ işlemlerinden sonra ağrının azaltılmasında kullanılmaktadır. Vera ve ark.¹⁴ yaptıkları bir in vitro çalışmada kök kanal tedavisinde final irrigasyonu olarak kullanılan soğuk salin solüsyonun kök yüzeyinin dış sıcaklığını 4 dakika boyunca 10 °C’ den fazla düşürmesinin periradiküler dokularda lokal bir antienflamatuvar etki oluşturmak için yeterli olabileceği öne sürmüşlerdir. Gündoğdu ve ark.¹⁵ da kanal içi kriyoterapi uygulaması sonucu endodontik tedavi sonrası postoperatif ağrının azaldığını in vivo olarak belirlemişlerdir.

Literatürde diş hekimliğinin farklı branşlarında hem DSLT'nin hem de kriyoterapinin kök kanal tedavisi sonrası postoperatif ağrıyı azalttığı yönünde çalışmalar mevcuttur. Ancak bu iki tedavi yöntemini çocuk diş hekimliğinde değerlendiren ve karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasının amacı, semptomatik apikal periodontitisli süt molar dişlerinde kanal tedavisi sonrası oluşan postoperatif ağrı üzerine kanal içi kriyoterapi uygulaması ve düşük seviyeli diyet lazer uygulamasının etkinliklerinin karşılaştırılmasıdır. Çalışmanın sıfır hipotezi kontrol grubu ile kriyoterapi uygulanan ve düşük seviyeli diyet lazer uygulanan gruplar arasında postoperatif ağrı bakımından fark olmamasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Süt Dişlerinin Histolojik ve Anatomik Özellikleri

Klinik uygulamalarda süt dişlerinin histolojik ve anatomik özelliklerinin bilinmesi önemlidir. Süt dişleri yaşam sürecini üç ayrı dönemde (gençlik, olgunluk ve yaşlılık) tamamlamaktadır.¹⁶⁻¹⁸

- Gençlik Dönemi: Dişlerinin ağız içine sürdüğü andan kök uçları kapanıncaya kadar geçen yaklaşık bir yıllık bir süreçtir. Bu dönemde süt dişi pulpası, genç daimi diş pulpasına benzer histofizyolojik özelliklere sahiptir.
- Olgunluk Dönemi: Dişlerin kök gelişiminin tamamlanmasından ardından fizyolojik kök rezorbsiyonun başlangıcına kadar devam eden süreçtir. Bu dönem yaklaşık 4-5 yıl kadar sürmektedir.
- Yaşlılık Dönemi: Pulpal dokunun yaşlanma süreci olarak adlandırılmaktadır. Bu dönem histolojik düzeyde fizyolojik kök rezorbsiyonunun başlangıcını takiben dişin eksfoliye olmasına kadar geçen süreyi kapsamaktadır.

2.1.1. Süt Dişi Mine Dokusu

Diş kuronları, insan vücudunun en sert ve en mineralize dokusu olan mine dokusu ile kaplıdır. Diş minesini, oral epitelyal hücrelerden köken alan mine organından geliştirmektedir.¹⁹ Mine ağırlıkça %4 organik madde, %92-96 inorganik madde ve plazmadan oluşmaktadır.²⁰

Süt dişi gelişiminin çan safhasında iç mine epitel hücreleri, mine dokusunu meydana getirecek olan ameloblast hücrelerine farklılaşmaktadır. Mineye özgü proteinler ameloblastlar tarafından sentezlenip matriks oluşturulduktan sonra kristal çökelir. Kristal yapıyı oluşturan prizmalar zamanla kalsifiye olmaya başlar. Her bir mine prizmasının oluşumundan 3-4 ameloblast hücresi sorumludur. Mine prizmalarının oluşumu, düzgün ve doğrusal bir biçimde tabakalar halinde gerçekleşmektedir. Başlangıçta mine-dentin

sınırında bulunan ameloblastlar bu süreçte periferde doğru yer değiştirirler. Mine-dentin sınırından başlayan mine dokusu yapımı diş krununun en dış yüzeyinde tamamlanmaktadır.²⁰

2.1.2. Süt Dişi Dentin Pulpa Kompleksi

Dentin ve pulpa dokusu, nöral krest kaynaklı olan ektomezenşimal hücre orjinli dental papilladan oluşmaktadır. Dentin ve pulpa dokuları birbirinden farklı dokular olup birbirleriyle çok yakın ilişkide olmaları ve birinde meydana gelen patolojik veya fizyolojik olayların diğer dokuyu da etkilediği görüldüğünden "pulpa-dentin kompleksi" olarak değerlendirilmektedir.²¹

Süt dişi dentin dokusu, prenatal ve postnatal dönemlerde olmak üzere iki ayrı tabakadan oluşmaktadır. Prenatal dönemde oluşan dentinin homojen ve yoğun yapısına karşılık postnatal dönemde oluşan dentin daha poröz ve daha az yoğunluklu bir yapıda olduğu bildirilmiştir.²² Süt dişi dentin dokusunda, intertübüller matrikste dentin tübüllerine paralel geniş kanal yapıları bulunmaktadır. Bu kanal yapılarının çapı, dentin tübüllerinin çapından 10 kat daha fazladır. Süt dişlerinde daimi dişlere nazaran daha çok görülen bu kanal yapıları nedeniyle, süt dişi duyarlılığının ve geçirgenliğinin daha da arttığı ve dış etkenlerden daha kolay bir şekilde etkilendiği belirtilmiştir.^{23,24}

Süt dişi pulpası; kron kısmında mine ve dentin tarafından çevrelenmiş olan pulpa odası içinde bulunmaktadır. Kök kısmında ise pulpal doku, sement ve dentin tarafından çevrelenmiş kök kanalları içinde bulunmaktadır. Pulpa dokusu; hücreler, kan damarları, sinirler, hücreler arası madde ve liflerden oluşan yumuşak bağ dokusudur. Pulpa dokusu; pulpa merkezi, hücreden zengin tabaka, hücreden fakir tabaka ve odontoblastik tabaka olmak üzere dört farklı bölümden oluşmaktadır.^{21,24}

Pulpa dokusunda apikal foramenden giren arteriyoller ve lateral kanallardan giren daha ince kılcal damarlar aracılığıyla gerçekleşen bir mikro dolaşım mevcuttur.

Fizyolojik kök rezorpsiyonu başlamamış süt dişleri, damarsal yapı bakımından daimi dişlere göre bir farklılık göstermemektedir.²⁵

Pulpal dokuda iki farklı tipte sinir lifi mevcuttur. A-lifleri, geniş çaplı liflerdir ve hızlı iletim yapmaktadırlar. Batıcı ve keskin tipteki ağrıların iletiminden A lifleri sorumludurlar. A-lifleri Schwann hücreleri tarafından kuşatıldığında miyelinli A-lifleri oluşmakta ve iletim daha da hızlı gerçekleşmektedir. C-lifleri ise küçük çaplı lifleridir ve yavaş iletim yapmaktadırlar. Karıncalanma ve sızlama şeklindeki ağrıların iletiminden C lifleri sorumludurlar.²⁶

Literatürde süt dişi pulpası ile ilgili olarak, süt dişinin düşmesine kadar geçen zaman boyunca süt dişi pulpa dokusunun normal durumunu koruduğu ve kökün rezorpsiyon sürecine katılmadığını belirten çalışmalar olduğu gibi,^{16, 27, 28} fizyolojik kök rezorpsiyonuyla birlikte süt dişlerinin yaşlanma dönemine girdiğini ve pulpalarında rezorpsiyonun derecesine bağlı olarak histolojik, morfolojik ve biyokimyasal değişikliklerin ortaya çıktığını belirten çalışmalar da bulunmaktadır.²⁹⁻³¹

2.2. Süt ve Daimi Dişler Arasındaki Morfolojik Farklılıklar

Çocuk hastalarda uygulanacak tedavilerden önce süt dişleri ve daimi dişler arasındaki farklılıklar hakkında bilgi sahibi olmak gerekmektedir.³²⁻³⁸

- Süt dişleri, daimi dişlere göre tüm boyutlarda daha küçüktür.
- Süt dişlerinin rengi, daimi dişlerin renklerine göre daha açıktır.
- Süt dişi mine ve dentin kalınlığı, daimi diş mine ve dentin kalınlığının yaklaşık olarak yarısına eşittir.
- Süt dişlerinde; dişin toplam boyutuna oranla pulpa odasının boyutu, daimi dişlere göre daha fazladır.
- Kuron uzunluğu ile kıyaslandığında süt dişlerinin kökleri, daimi dişlere göre daha uzundur.

- Süt molar dişlerin okluzal yüzey tablası, daimi molar dişlere oranla daha dardır.
- Olgun bir süt dişinin kök kanalının yapısı, olgun bir daimi diş kök kanalından kendi boyutları içerisinde daha büyüktür.
- Daimi dişlere kıyasla süt dişlerinde daha fazla sayıda aksesuar kanal bulunduğu gösterilmiştir. Daimi dişlerde lateral kanallar apikal alanda daha çok görülürken, süt dişlerinde kökler arası bifurkasyon bölgesinde periodontal aralığa açılan paramolar kanallar daha çok görülmektedir.
- Süt molar dişi köklerinin arasında daimi diş germeleri olduğu için süt molar dişlerin kökleri daimi dişlere göre daha geniş açı ile birleşmektedir.
- Kuronun servikal üçlüsünde bulunan mine prizmalarının doğrultusu süt dişlerinde okluzale doğru iken, daimi dişlerde mine dentin sınırından apikale doğrudur.
- Süt azı dişlerinin ara yüz kontakt noktaları, süt dişlerinin daimi dişlere göre daha kolay aşınmasından dolayı kısa zamanda geniş ve düz bir yüzey halini alır.
- Daimi keser dişlerin kökleri palatinal/lingual bölgeye doğru eğimliyken, süt keser dişlerin kökleri kuronları ile aynı doğrultudadır.

Süt ve daimi dişler arasında morfolojik ve anatomik farklılıkların yanı sıra histolojik farklılıklar da bulunmaktadır. Daimi dişlerde mine ağırlık olarak %1 organik matriks, %96 inorganik matriks ve %3 sudan oluşmaktadır. Süt dişleri ise %4 organik matriks, %92-93 inorganik matriks ve %3 sudan oluşmaktadır. Daimi diş minesinden farklı olarak süt dişi minesini, prenatal dönemde oluşan iç tabaka ve postnatal dönemde oluşan dış tabaka olmak üzere iki farklı tabakadan meydana gelmektedir.³⁹

2.3. Süt Dişi Kök Kanal Tedavisi

Çocuk hastalarda diş çürüğü yaygın olarak görülmektedir. Süt dişlerinde mine ve dentin dokusunun ince olmasının yanı sıra pulpa boşluğunun da daha geniş olması

çürüğün, daimi dişe göre çok daha hızlı bir şekilde pulpa dokusunu enfekte etmesiyle sonuçlanmaktadır.⁴⁰

Süt dişlerinin erken kayıpları; diş arklarında yer kaybına, estetik, fonasyon ve fonksiyonel problemlere yol açmaktadır.⁴¹ Bu problemler, süt dişlerine erken dönemde uygulanan konservatif ve endodontik tedavilerle dişlerin erken kaybının önünü geçilerek önlenebilir.³⁸ Pulpa dokusunda klinik olarak septik, aseptik, nekroz ya da kronik enflamasyonun görüldüğü geri dönüşümsüz pulpitis olgularında kök kanal tedavisi yapılarak dişler düşme zamanına kadar fonksiyonda tutulabilmektedir.^{42, 43}

Kök kanal tedavisi; kron ve kök kanallarındaki pulpa dokusunun çıkartılmasını takiben, kök kanallarının mekanik olarak prepare edilip, çeşitli irrigasyon solusyonları ile mikroorganizmalar ve toksinlerinden arındırılması sonrasında radyografik olarak tespit edilen kök ucuna kadar tamamen doldurulması işlemidir.³⁶

Süt Dişi Kök Kanal Tedavisi Endikasyonları;⁴⁴⁻⁴⁷

- Geri dönüşümsüz pulpa iltihabı durumlarında
- Uzun süreli veya spontan ağrı varlığında
- Apse ya da fistül varlığında
- Amputasyon tedavisi esnasında koyu kırmızı renkli ve durmayan pulpa kanaması mevcudiyetinde
- Nekrotik dişlerde veya pulpada püy varlığında
- Kök rezorbsiyonu olmayan ve kökler arası kemik kaybının 1/3'ü aşmadığı durumlarda
- Altında daimi diş germinin olmadığı süt dişlerinde kök kanal tedavisi uygulanabilir.

Altında daimi diş germi bulunmayan süt dişleri; daimi dişlere göre daha ince mine, dentin dokusuna sahip olmaları, ağızda kalma sürelerinin uzun olması, daimi dişlerle

uygun olmayan arayüz kontakt noktasına sahip olmaları ve daha hızlı aşınmalarından dolayı geniş çürük lezyonlarına sahip olabildikleri için yüksek oranda radikal pulpa tedavisine ihtiyaç duyabilmektedirler. Altında daimi diş germi olmayan süt dişlerinin kök kanal tedavileri, tıpkı daimi dişlerdeki gibi rezorbe olmayan bir materyalle yapılmalıdır.⁴⁸ Bu dişlerin ağızda tutulması, ileriki zamanlarda yapılacak implant uygulamaları için gerekli olan kemik dokusunun korunması açısından önemlidir.⁴⁹

Süt Dişi Kök Kanal Tedavisi Kontrendikasyonları;⁴⁴⁻⁴⁷

- Restore edilemeyecek kadar harap olmuş dişler
- Patolojik olarak periodontal ataşman kaybıyla birlikte kemik desteğinin büyük bölümünü kaybeden dişler
- Eksternal veya internal rezorbsiyon varlığı
- Enfeksiyonun kökler arası kemik kaybının 1/3'ünü aştığı durumlar
- Kök rezorbsiyon miktarının kökün 1/3' ünü geçtiği durumlar
- Mekanik olarak ya da çürükle furkasyon bölgesinin perfore olduğu durumlar
- Dentigeröz ya da foliküler kist varlığı durumlarında kök kanal tedavisi kontrendikedir.

Diyabet gibi enfeksiyon direncini azaltan hastalıkların varlığında, kök kanal tedavisi endikasyonu çok dikkatli konulmalıdır. Lösemi, konjenital kalp defekti, immünsüpresyon, diyabet, idiyopatik siklik nötropeni gibi hastalıklarda ya da polimorfonükleer lökosit veya granülosit sayısında kronik azalma görülen çocuk hastalarda genel sağlık durumunu tehlikeye sokmamak için kanal tedavisinin başarısız olması sonucu oluşabilecek akut enfeksiyon riskinden dolayı prognozu şüpheli dişlerin çekilmesi düşünülmelidir.⁵⁰⁻⁵³

2.3.1. Süt Dişlerinde Kök Kanal Tedavisi Uygulaması

Süt dişi kök kanal tedavisi yapılırken tüm dental tedavilerde olduğu gibi asepsi ve antisepsi koşulları sağlanması amacıyla anestezi yapıldıktan sonra lastik örtü izolasyonu yapılmaktadır.⁴⁷

2.3.1.1. Giriş Kavitesinin Hazırlanması

Elmas rond ve çelik rond frez kullanılarak çürük alanlar ve pulpa odasının tavanı kaldırılır.⁵⁴ Süt molar dişlerde okluzal yüzey ile bifurkasyon arasındaki mesafe daimi dişlere göre oldukça kısa olduğundan dolayı bifurkasyon bölgesinde perforasyon meydana gelmemesi için dikkatli olunmalıdır.⁵⁵

2.3.1.2. Çalışma Boyunun Belirlenmesi

Giriş kavitesi açıldıktan sonra kural pulpa keskin bir ekskavatör ile kaldırılır. Ardından dirençle karşılaşılan noktaya kadar turnerf eğe ile girilerek kök kanallarının içindeki pulpa dokusu çıkarılır.⁴⁷ Hastanın yaşına bağlı olarak süt dişlerinde fizyolojik kök rezorpsiyonu olabileceği dikkate alınarak, zorlayıcı hareketlerin periapikal alandaki dokularda hasara neden olabileceği unutulmamalıdır.⁴⁷ Çalışma boyunun belirlenmesinde kullanılan çeşitli yöntemler vardır. Bu yöntemler;

- Kanal boyu ortalama uzunluğunun bilinmesi:

Kramer ve Ireland,⁵⁶ süt dişi kök uzunluklarının ortalamalarını belirlemişlerdir. Bu ortalama uzunluklar, çalışma boyunun tespitinin yanı sıra radyolojik kanal boyu belirlenmesinde kanala yerleştirilecek eğe numarasının tahmin edilmesine de yardımcı olabilir.

- Parmak hassasiyeti:

Tecrübeli hekim eğenin kanal içerisinde ilerleyişi ve bununla birlikte aldığı şekile göre yorum yapabilir. Kanal içerisinde apekse doğru ilerleyen bir aletin kök ucuna ulaşmış ulaşmadığını tecrübeli bir el algılayabilir. Parmak hassasiyeti, deneyimli ellerde

oldukça yararlı bir yöntem olmasına rağmen birçok sıkıntısı vardır. Seidberg ve ark.⁵⁷ parmak hassasiyeti yöntemi ile deneyimli hekimlerin bile olguların sadece %60'ında apikal daralmayı tespit edilebildiğini göstermişlerdir. Bu nedenle parmak hassasiyeti ile kanal boyu belirleme yöntemi en az güvenilir yöntemdir.

- Kâğıt konlarda nemlenme:

Kemomekanik şekillendirmenin tamamlanmasının ardından kanalları kurutmak için kâğıt konlar kullanılır. Kanallar kurutulduktan sonra kâğıt konun ucunda bir nemlenme olması kanal boyunun kaybedildiğinin bir işaretidir. Güvenilir bir yöntem olmamakla birlikte, doğrulanması gereken yardımcı bir yöntem olarak kullanılmaktadır.⁵⁸

- Radyolojik yöntem:

Radyograflar; tanı ve tedavi sonrası kontrollere kadar endodontik tedavilerin her basamağında önemli bir role sahiptirler. Kök kanal uzunluğunun tespitinde en yaygın kullanılan yöntemdir. Ayrıca çürük boyutu, pulpa odası genişliği, kök kanal morfolojisi (kök kanalı eğrilikleri, kök ve kanal sayısı) ve periapikal dokular hakkında bilgi verir.⁵⁵

- Elektronik yöntem:

Endodontinin önemli icatlarından olan apeks bulucular, kök kanalının sonlanma yerini belirlemek için geliştirilmiş olan elektronik cihazlardır. Radyasyonun zararlı etkileri, süperpozisyonlar gibi radyografik teknik sorunlar nedeniyle kök kanal boyunun apeks bulucularla tespiti popüleritesi giderek artan bir yöntem haline gelmiştir.⁵⁹

2.3.1.3. Kanalların Preparasyonu

Preparasyon sırasında süt dişi kök kanallarının ince olan iç duvarlarında perforasyon oluşma riski nedeniyle fazla eğeleme yapmaktan kaçınılmalıdır. Altta daimi diş germinin konumu nedeniyle süt azı dişlerinde kökler kuron ile daha açılı birleşirler. Süt azı dişlerinin mekanik genişletmesi sırasında köklerin eğri olma

ihtimallerinden dolayı apikal kısmında meydana gelebilecek perforasyonlara karşı da dikkatli olunmalıdır.

Kök kanal preperasyonunda kullanılan aletler şunlardır:⁶⁰

1. El ile kullanılan enstrümanlar
 - Turnerf eğeler
 - K tipi reamerlar
 - Hedström (H) tipi paslanmaz çelik eğeler
 - Ni-Ti el eğeleri
2. Düşük hızda kullanılan kök kanal enstrümanları:
 - Gates-Glidden frezler
 - Peeso Reamerlar
3. Ni-Ti döner alet enstrümanları
4. Kök kanalının şekline üç boyutlu adapte olabilen motorlu enstrümanlar
 - Self Adjusting File (SAF)
5. Sonik ve ultrasonik enstrümanlar

2.3.1.4. Süt Dişi Kanal Tedavisinde Kullanılan İrrigasyon Ajanları

Preparasyon sırasında debrisin kanalların içinden uzaklaştırılabilmesi için sık sık irrigasyon yapılmalıdır.⁵⁵ Daha fazla miktarda debrisi uzaklaştırmak için daha çok irrigasyon solüsyonu kullanmak gerekmektedir. Bu işlem debrisin kök kanalından uzaklaştırılması ve enstrümantasyonu kolaylaştırmaktadır. Ancak, debrisin periapikal alana taşmasını tamamen engelleyememektedir.⁶¹

Süt dişi kanal tedavisinde irrigasyon amacı ile sodyum hipoklorit (NaOCl), klorheksidin, etilendiamin tetraasetik asit (EDTA) ve serum fizyolojik gibi çeşitli irrigasyon ajanlarından yararlanılmaktadır.

Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Hem okside edici hem de hidrolize edici bir ajan olan sodyum hipoklorit günümüzde en fazla kullanılan irrigasyon solüsyonudur.^{62, 63} Sodyum hipoklorit içerisinde bulunan klorin, protein yapılarını aminoasitlere parçalayarak nekrotik dokunun çözünmesini sağlamaktadır.⁶⁴ Sodyum hipoklorit; bakterisid, virüsid, okside edici ve proteinleri çözücü özellikte düşük viskoziteli, yüksek alkalin özelliğe sahip düşük maliyetli bir ajandır. Toksik olmasından dolayı keratinize epitel hariç bütün canlı dokulara zarar vermesi ve tadının kötü olması ise dezavantajlarıdır.⁶⁵

Daimi diş kök kanallarının irrigasyonunda %0,5 ile %5,25 arasında değişen sodyum hipoklorit konsantrasyonları kullanılmaktadır. Pediatrik kullanımlarda ise alttaki daimi diş germine zarar vermemek amacıyla sodyum hipokloritin %1 ile %2,5 arasında değişen konsantrasyonları önerilmektedir.^{47, 66}

Etilendiamin Tetraasetik Asit (EDTA)

Endodontik tedavilerde %17'lik konsantrasyonda kullanılan EDTA, kök kanallarında hidroksiapatit yapıda bulunan kalsiyum iyonlarına bağlanmakta ve dentinin inorganik yapısında çözülebilen kalsiyum şelatları oluşturarak etki göstermektedir.⁶⁷ Bu demineralizasyon işlemi sonrasında smear tabakası uzaklaştırılmakta ve dentin tübüllerinde genişleme olmaktadır.⁶⁸

Smear tabakasının organik ve inorganik yapısına etki eden tek bir solüsyon olmaması nedeniyle, organik ve inorganik çözücülerin beraber kullanımı önerilmektedir. Bir şelasyon ajanı olan EDTA ve güçlü organik çözücü olan NaOCl'nin beraber kullanımının smear tabakası ve debrisin uzaklaştırılmasında etkili olduğu gösterilmiştir.⁶⁹

Klorheksidin

Klorheksidin solüsyonları, antimikrobiyal etkinliğinin iyi olması ve toksisitesinin az olması nedeniyle oral cerrahi işlemler sonrasında, periodontal tedavilerde, çürük

önlenmesinde ve genel oral enfeksiyonlarda tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca kök kanal tedavilerinde %2'lik konsantrasyonda klorheksidin, irrigasyon solüsyonu ve kanal içi medikament olarak da kullanılmaktadır.⁷⁰⁻⁷²

Serum Fizyolojik

Serum fizyolojik preparasyon sonrası oluşan debris kök kanallarından uzaklaştırmayı sağlamaktadır. Diğer irrigasyon solüsyonlarına göre daha az doku hasarı oluşturmasından dolayı iyi bir irrigasyon ajanı olarak değerlendirilmektedir.⁷³ Kanal içi irrigasyonda antimikrobiyal ajanlar kullanılmadığında, enstrümanların mekanik hareketlerinin ve irrigasyonun bakteri miktarını büyük miktarda azalttığı ancak çoğu vakada tamamen yok edemediği belirtilmiştir.⁷⁴ Ingle ve Zeldow⁷⁵ enstrümantasyondan hemen sonra irrigan olarak serum fizyolojik kullandıkları çalışmalarında, başlangıçta enfekte olan kök kanallarının irrigasyon sonrası % 80, ikinci randevunun başında % 95,4 pozitif kültür gösterdiğini belirtmişlerdir.

2.3.1.5. Kanalların Doldurulması

Kemomekanik preparasyon ve irrigasyon işlemlerini takiben kanallar uygun büyüklükte kâğıt koniler kullanılarak kurutulmakta ve rezorbe olabilen bir pat kullanılarak doldurulmaktadır.⁵⁵

Süt dişi kanalların doldurulmasında şu teknikler kullanılır.⁴⁷

Basıncılı enjeksiyon tekniği: Enjektör ucu çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde kanala yerleştirilerek pat yavaşça kanala verilir ve enjektör pat çıkışı devam ederken yavaşça kanaldan çıkartılır.

Lentülo spiral tekniği: Kanal dolgu patı, çalışma boyundan 1 mm kısa olacak şekilde kanala gönderilir, mikro motora takılı olan lentülo kanal içerisinde düşük devirde dönerken yavaşça kanaldan çıkartılır. Kanalların iyi bir şekilde dolması için bu işlem birkaç kez tekrarlanır.

İnkremental teknik: Kanal dolgu patı kök kanalına uygun bir endodontik tepici ile çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde tepilir.

Süt dişi kanal dolumunda kullanılan patlar Tablo 2.1’de verilmiştir.⁷⁶

Tablo 2.1. Süt dişi kanal dolgu patları

Kök Kanal Dolgu Materyalleri	İçerik
Çinko Oksit Ojenol	Çinko oksit + Ojenol
Kalsiyum Hidroksit	Ca(OH) ₂ + Baryum sülfat + Distile su + Gliserin
İyodoform	Paraklorofenol + Kamfir + Mentol + İyodoform
Vitapex	İyodoform + Ca(OH) ₂ + Silikon

2.4. Ağrı

Uluslararası Ağrı Araştırmaları Derneği (IASP) ağrıyı, “Olası veya var olan doku hasarına eşlik eden veya bu hasar ile tanımlanabilen, hoş olmayan, duyuşsal ve emosyonel bir deneyim” olarak tanımlamaktadır.⁷⁷ Ağrı birçok fiziksel ve psikolojik faktörlerden etkilenen oldukça subjektif bir algıdır.⁷⁸

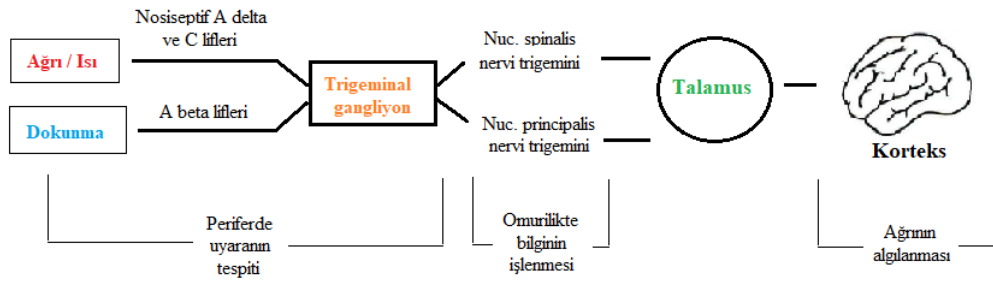
2.4.1. Ağrının Nörofizyolojisi

Ağrı algılanması (nosisepsiyon), doku hasarı sonucunda oluşan uyarının spesifik sinir uçları (nosiseptör) ile alınarak merkezi sinir sistemine iletilmesi, merkezi sinir sisteminin belli bölgelerinde bütünleştirilmesi, bu tehdidin algılanması ve buna karşı fizyolojik, biyolojik ve psikolojik önlemlerin harekete geçirilmesidir.⁷⁹

Pulpal ve periapikal dokularda ağrıya neden olan bir uyarın, nöriseptörlerin depolarizasyonuna sebep olarak voltaj bağımlı sodyum kanalları aracılığı ile gereken aksiyon potansiyelini oluşturur. Enflamasyon sırasında pulpal ve periradiküler duyu reseptörlerinin hassasiyetinde voltaj bağımlı sodyum kanalları rol oynamaktadır. Benzer şekilde zararlı olmayan bir uyarın bile ağrı algısının meydana gelmesine neden olabilmektedir.⁸⁰

2.4.2. Dental Ağrı Mekanizması

Dental ağrı duyusu hasta tarafından üç aşamada algılanmaktadır (Şekil 2.1.):⁷⁸



Şekil 2.1. Ağrı ve dokunma duyusunun algılanma mekanizması

2.4.2.1. Periferde Doku Hasarına Sebep Olan Bir Uyarının Tespiti

Pulpal dokuda ağrıyı algılayan nosiseptörler C ve A delta sinir lifleridir. Bu lifler genellikle nosiseptif olmakla birlikte C liflerinden bazıları pulpal kan akımını düzenleyen postgangliyonik sempatik afferentlerdir. Enflamasyon periodontal alana ulaştığında, perküsyon gibi mekanik uyarılarla ağrının lokalizasyonu dokunma reseptörü olan A beta lifleri tarafından belirlenebilir hale gelir.

2.4.2.2. Omurilik Seviyesinde Bilginin İşlenmesi

Trigeminal gangliyonda hücre gövdeleri bulunan primer afferent sinir lifleri, periferel duyu reseptörlerinden aldığı impulsları merkezi sinir sistemine aktarır. Trigeminal gangliyondan çıkan afferent lifler çeşitli nöropeptitlerin salınması ile oluşturulan sinyallerin talamusa iletilmesini sağlar.

2.4.2.3. Serebral Kortekste Ağrının Algılanması

Talamustan iletilen impulsalar serebral kortekse gelir, hasta uyarıyı kortikal seviyede ağrı olarak algılar. Hastanın ağrıyı hissetmesi bu seviyede olur. Önceki ağrı deneyimleri bir iskelet görevi görür ve benzer yeni ağrı deneyimi değerlendirilerek hastanın uyarıya vereceği cevap belirlenir.

2.4.3. Endodontik Tedavide Postoperatif Ağrı

Hastalar kanal tedavisi öncesinde, tedavi esnasında veya tedavi sonrasında çeşitli düzeylerde ağrı hissettikleri belirtilmişlerdir. Yapılan çalışmalarda endodontik tedavi sonrası ağrı görülme oranı %3 - 58 olarak bildirilmiştir.⁸¹⁻⁸³ Postoperatif ağrının sebebi; hasta, hekim, kök kanalı ve periapikal dokunun durumu,⁸⁴⁻⁸⁶ diş grubu,^{84, 87} kullanılan materyaller ve yöntemler,^{85, 88} cinsiyet,^{84, 86, 87} yaş^{84, 89} ve ilaç kullanımı⁸⁵ gibi preoperatif, tedavi esnasında ve postoperatif faktörlerle ilgili olabilir (Tablo 2.2.).⁹⁰

Endodontik tedaviden sonra oluşan ağrının sebebi genellikle periradikuler alandaki enflamasyondur. Ağrı gelişimi ve enflamasyon oluşumunda kimyasal yaralanma, mekanik yaralanma ve mikroorganizmalar gibi faktörler rol oynamaktadır. Bu tür uyarılar sonucunda nosiseptif C liflerinden proinflatuar nöropeptitlerin (substans P, nörokininler, kalsitonin gen ilişkili peptid - CGRP, glutamat gibi) salınması ile nörojenik enflamasyon başlamaktadır.^{1, 2}

Tablo 2.2. Postoperatif ağrıyı etkileyen faktörler

Preoperatif Faktörler ^{84-86, 89}	Tedavi Esnasındaki Faktörler ^{85, 88}	Postoperatif Faktörler ^{84, 86, 87, 89}
<ul style="list-style-type: none">• Preoperatif şişlik varlığı• Preoperatif ağrı varlığı• Perküsyon varlığı• Periapikal lezyon• Sinüs yolu varlığı• Pulpa nekrozu• Yaş• Cinsiyet• İlaç kullanımı (analjezik, antienflatuar, antibiyotik, kortikosteroid)• Diş grubu ve bulunduğu çene	<ul style="list-style-type: none">• Bulunamayan kanalların varlığı• Yetersiz veya taşkın preparasyon• Kullanılan irrigasyon solüsyonları ve aktivasyonları• Mikroorganizma ve debrislerin apikalden taşması• Kullanılan kanal dolgu materyallerinin özellikleri• Yapılan restorasyonun yüksek bırakılması	<ul style="list-style-type: none">• Yaş• Cinsiyet• İlaç kullanımı (analjezik, antienflatuar, antibiyotik, kortikosteroid)• Diş grubu ve bulunduğu çene

Prostaglandinler, lökotrienler ve bradikinin gibi birçok kimyasal faktör enflamatuar cevapla ilişkilendirilmektedir. Prostaglandinler tek başlarına ağrıyı oluşturmamakta ancak sodyum kanallarının duyarlılığını artırarak periferal nörosseptörleri hassaslaştırmaktadır. Prostaglandinler vasküler permeabiliteyi, kemotaktik aktiviteyi ve ağrı reseptörlerinin diğer aktif enflamatuar mediatörlere karşı duyarlılığını artırırken ateşe de sebep olmaktadır. Zedelenmiş hücrelerde arakidonik asit kaynaklı üretilen lökotrienler, sinir uçlarında sensitizasyona sebep olarak periferal duyarlılığı artırır. Dolaşımdaki plazma proteinleri tarafından salınan bradikinin ise nöronların direkt aktivasyonuna sebep olan proinflamatuar bir mediatördür. Enflame pulpada da bradikinin seviyesi artmaktadır. Enflame pulpada sayısal artış gösteren diğer enflamatuar mediatörler ise lökosit, nöron ve glia gibi hücrelerden sekrete edilen sitokinlerdir.⁷⁹

2.4.4. Ağrı Şiddetinin Ölçülmesi

Ağrı subjektif bir deneyim olduğu için ölçülmesi oldukça güçtür ancak hissedilen ağrıyı belirleme ihtiyacından dolayı, birçok ölçüm metodu geliştirilmiş ve çeşitli şekillerde sınıflandırılmıştır. Ağrı ölçümünde kullanılacak yöntemin güvenilir, geçerli, kolay uygulanabilir olması ve tedavi etkinliğini gösterebilmesi beklenmektedir.⁹¹ Ağrı ölçümünde kullanılan ölçekler iki grupta sınıflandırılmıştır:

2.4.4.1. Tek Boyutlu Ölçekler

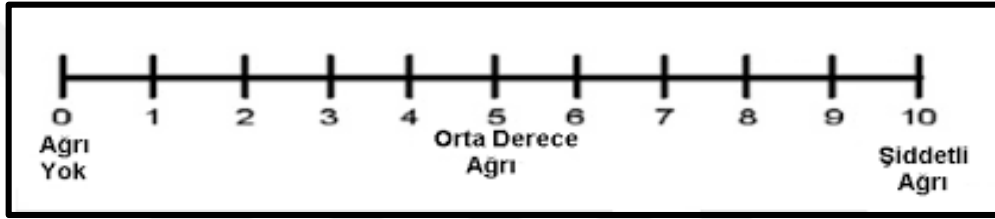
Doğrudan ağrı şiddetini ölçen ve ağrı değerlendirmesinin hasta tarafından yapıldığı ölçekler tek boyutlu ölçeklerdir. Akut ağrının ve ağrı tedavisinin etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılan çeşitli skalalar mevcuttur.⁹¹⁻⁹⁴

- Sözel değerlendirme skalası (VRS - Verbal Rating Scale)
- Sayısal değerlendirme skalası (NRS - Numerical Rating Scale)
- LANSS skalası (LANSS-Leeds Assessment of Neuropathic Symptoms and Signs)

- Görsel analog skala (VAS - Visual Analog Scale)
- Yüz derecelendirme ölçekleri (Wong-Baker ağrı değerlendirme ölçeği)

Görsel analog skala (VAS - Visual Analog Scale)

Ağrı ve kaygı ölçümünde kullanılır. Ölçek, 0'dan 10'a ya da 100'e kadar uzanan bir doğrudan oluşmaktadır (10 cm ya da 100 mm). Bir tarafta "ağrı yok" diğer tarafta "şiddetli-dayanılmaz ağrı" ifadelerini içerir ve hastadan hissettiği ağrıya denk gelen noktayı işaretlemesi istenir. Hastanın işaretinin sıfır noktasına (ağrı yok) olan uzaklığı cetvelle ölçülür ve ağrı puanlaması yapılır.⁹⁵



Şekil 2.2. VAS ağrı değerlendirme skalası

Wong-Baker ağrı değerlendirme ölçeği

Çeşitli duyguları ifade eden yüz resimlerini içeren bu ağrı ölçüm skalası yaşlı, çocuk ve iletişim kurmanın güç olduğu hasta popülasyonu için geliştirilmiştir. Tekrarlanabilirliği ve kullanım kolaylığından dolayı özellikle altı yaşından küçük ve okul öncesi dönemde olan çocuklarda sıklıkla tercih edilmektedir. Wong Baker yüz skalası çok mutludan çok mutsuz doğru sıralanan altı karikatür yüzden oluşmaktadır. Çocuklara hangi şekli kendi hislerine daha yakın buldukları sorulur ve işaretlemeleri istenir. Skalaya göre toplam skor en mutlu yüze 0, en mutsuz yüze 5 verilerek hesaplanmaktadır (Şekil 2.3.).⁹⁶



Şekil 2.3. Wong Baker görsel ağrı değerlendirme skalası

2.4.4.2. Çok Boyutlu Ölçekler

Ağrı, günümüzde tam olarak açıklanamayan kompleks bir mekanizmadır. Bu karmaşık yapıyı açıklamak için sadece ağrı şiddeti üzerine odaklanan tek boyutlu ölçekler bazen yetersiz kalabilmektedir. Araştırmacılar tarafından tek boyutlu ölçeklerin eksik kaldığı yönleri gidermek amacıyla çok boyutlu ölçekler geliştirilmiştir. Çok boyutlu ölçekler ağrıyı tüm yönleriyle ele almaktadır ancak uzun zaman gerektirmesi ve uygulama zorluğu gibi sebeplerden dolayı tek boyutlu ölçeklerin yetersiz kaldığı durumlarda tercih edilmektedir. Çok boyutlu ölçekler kronik ağrının tüm yönlerini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadırlar.⁹⁷

- McGill Ağrı Anketi (MPQ - McGill Pain Questionnaire)
- Yaşam Kalitesi Değerlendirmesi (Quality of Life Assessment)
- Hasta Günlüğü

2.4.5. Çocuklarda Ağrı Yönetimi

Ağrı her bir çocuğun farklı düzeyde algıladığı ve ifade ettiği subjektif bir olgudur. Çocuklarda ağrının algılanması; hastanın yaşından, gelişimsel döneminden, geçmişte yaşanmış olan ağrı deneyimlerinden, kültürel alt yapısından ve duyu durumundan etkilenmektedir.^{98, 99} Ağrı konusunda giderek artan bilgiye rağmen, çocuklarda ağrı tedavisi halen yeterli seviyede değildir.¹⁰⁰ Çocuklarda ağrı değerlendirilmesi ile ilgili zorluklar ve analjeziklerin yan etkileri ile ilgili endişeler çocuklarda postoperatif ağrı tedavisinde yetersizliğe yol açmaktadır.¹⁰¹ Çocuklardaki ağrı yönetiminin amacı, yaşam kalitesini arttırmak için ağrının giderilmesi ve çocuğun ağrı ile baş edebilmesini sağlamaktır. Ağrı yönetiminin yetersiz kalması hasta ve velisinin memnuniyetsizliğine dolayısıyla tedavide göreceli başarısızlığa neden olmaktadır. Çocuklarda postoperatif ağrı tedavisinin yetersiz olması yaşamın ilerleyen döneminde dental fobi, negatif davranışsal ve fizyolojik sonuçlar şeklinde karşımıza çıkabilmektedir. Ayrıca çocuğun önceden

yaşadığı travmatik ağrı deneyimleri hayatı boyunca ağrı yönetimini olumsuz olarak etkilemektedir.^{102, 103} Tedavi öncesi mevcut ağrı tedavi sonrasında da gözlemlendiğinde oluşabilecek korku ve endişelerin azaltılması amacıyla, çocuğun ve velilerinin post operatif ağrının zamanla azalacağı konusunda bilgilendirilmesi faydalı olabilmektedir.¹⁰⁴

Çocuklarda post operatif ağrı yönetiminde asetaminofen veya nonsteroid antiinflatuar ilaç (NSAİİ) kullanılmaktadır.¹⁰⁵ Asetaminofen periferik dokuda siklooksijenaz I (COX-I) ve siklooksijenaz II (COX-II) enzimini zayıf şekilde inhibe etmektedir. En önemli yan etkisi karaciğer ve böbrek rahatsızlığı olanlarda bu organlara toksik etki göstermesidir.^{106, 107} Sistemik bir derlemede asetaminofen kullanımının hem çocuklarda hem de yetişkinlerde astım riskini artırdığı bildirilmiştir.¹⁰⁸ NSAİİ'ler siklooksijenaz inhibitörü olarak etki ederek inflamatuvar yanıtın majör komponenti olan prostoglandinlerin oluşumunu azaltmaktadırlar. NSAİİ'ler geri dönüşümlü trombosit inhibisyonu yaparak sindirim sisteminde kanama riski oluşturabilmektedirler.^{106, 107} Asetilsalisilik asit ya da diğer NSAİİ'lerin alımı, NSAİİ'ler ile şiddetlenen solunumsal hastalığa neden olabilmektedir. Bu hastalık 30-180 dakika içinde nazal (kaşıntı, hapşırık, nazal konjesyon, rinore), bronşiyal (bronşiyal/larengeal obstrüksiyon, dispne, stridor), oküler (konjunktivit, epifora), kütanöz (anjiyoödem, ürtiker) ya da gastrik (karın ağrısı, bulantı, kusma) bulguların oluşturduğu klinik bir tablodur.¹⁰⁹

Ağrı yönetiminde kriyoterapi, DSLT ve akupunktur gibi farmakolojik olmayan yöntemler de kullanılmaktadır.^{3, 104, 110} Farmakolojik olmayan yöntemler çeşitli mekanizmalarla ağrıyı azaltıcı etkilerinden dolayı tek başlarına ya da farmakolojik yöntemler ile kombine olarak kullanılabilir. Farmakolojik olmayan yöntemlerde, analjezik kullanımı azalmakta ve analjezikler gibi vücuda zararlı etkileri bulunmamaktadır.^{104, 110}

2.4.6. Endodontik Tedavi Sonrası Postoperatif Ağrı Kontrolünde Kullanılan

Yöntemler

Tedavi sonrasında görülen postoperatif ağrı, hem hasta hem de klinisyen için rahatsızlık oluşturmaktadır.¹¹¹ Endodontik tedaviler sonrasında oluşan ağrının kontrolünde, farmakolojik ve farmakolojik olmayan yöntemler bulunmaktadır.

1. Farmakolojik yöntemler

- Uzun etkili anestezi ajanlarının kullanılması (bupivakain gibi),¹¹²
- Sistemik ilaç kullanımı (NSAİİ, parasetamol vb.),^{2, 112}

2. Farmakolojik olmayan yöntemler

- Hastayı rahatlatıcı açıklama ve yaklaşımlarla davranış yönlendirilmesi,¹¹³
- Okluzal redüksiyon,¹¹⁴
- Düşük seviyeli lazer terapisi,¹¹⁵
- Kriyoterapi uygulaması¹¹

2.5. Lazer

Lazer, ingilizce “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” kelimelerinin baş harflerinin kısaltılmasından türetilmiş olup “radyasyonun uyarılmış yayılımı ile ışığın kuvvetlendirilmesi” anlamını taşımaktadır.¹¹⁶

2.5.1. Lazerlerin Tıbbi Kullanımdaki Tarihsel Gelişimi

Lazerlerin prensibi Einstein tarafından 1927 yılında ortaya konulan kuantum kavramına dayanmaktadır. 1960 yılında Theodore Maiman ilk lazer aletini geliştirmiştir.¹¹⁶ Tıp tarihindeki ilk uygulama, 1962 yılında dermatolog Dr. Leon Goldman tarafından yakut lazerin ciltte bulunan lekeleri ve skarları uzaklaştırmak için kullanmasıyla başlamıştır.¹¹⁷

1965 yılında ise diş hekimi olan Bernard Goldman lazeri diş minesinin aşındırılması amacıyla kullanmıştır.^{118, 119} Stern ve Sognaes¹²⁰ ise aynı yıllarda yakut

lazerin diş sert dokuları ve restoratif materyaller üzerindeki termal etkileri üzerine çalışmışlardır. Ancak yakut lazerlerin dental sert dokularda kullanımında çok fazla enerji gerektirmesi, bu enerjinin pulpaya ağır termal etkileri ve scatter yayılımına bağlı olarak evre sert ve yumuşak dokularda oluşturduğu zararlı etkileri nedeniyle kullanımından vazgeçilmiştir.¹¹⁶

1964 yılında geliştirilen Nd:YAG (neodymium doped: yttrium-aluminum-garnet) (neodimyum katılmış itriyum-alüminyum-garnet) lazer 1980 yılına kadar dental amaçla kullanılmamıştır. Bu lazerle ilgili yapılan çalışmalar çürük inhibisyonu ve lazerin yumuşak doku kullanımı ile ilgilidir.¹²¹

1964 yılında icat edilen karbon dioksit lazer, ilk kez Weichman ve Johnson¹²² tarafından in vitro olarak endodonti alanında apikal tıkalama için kullanılmış ancak başarılı bir sonuç alınmamıştır.^{123, 124}

Hibst ve Keller Er:YAG (erbium: yttrium-aluminum-garnet, erbiyum katılmış itriyum-aluminum-garnet) lazerin dental sert doku üzerindeki etkisini tanımlamışlardır.¹²⁵ Ancak Amerika Gıda ve İlaç Dairesi tarafından kavite preparasyonu için 1997'ye kadar onaylanmamıştır.¹²⁴ Erbiyum lazer ailesi mine ve dentin tarafından güçlü bir şekilde absorbe olabildiği için günümüzün en popüler sert ve yumuşak doku lazeri olmuştur.¹²⁴

2.5.2. Lazer Fiziği

2.5.2.1. Işık

Temel parçası fotonlardan oluşan işık, elektromanyetik enerjinin dalga ve partikül gibi davranan formudur.¹²⁶ Lazer işiği ise normal işıktan farklıdır.

Lazer işiğının özellikleri

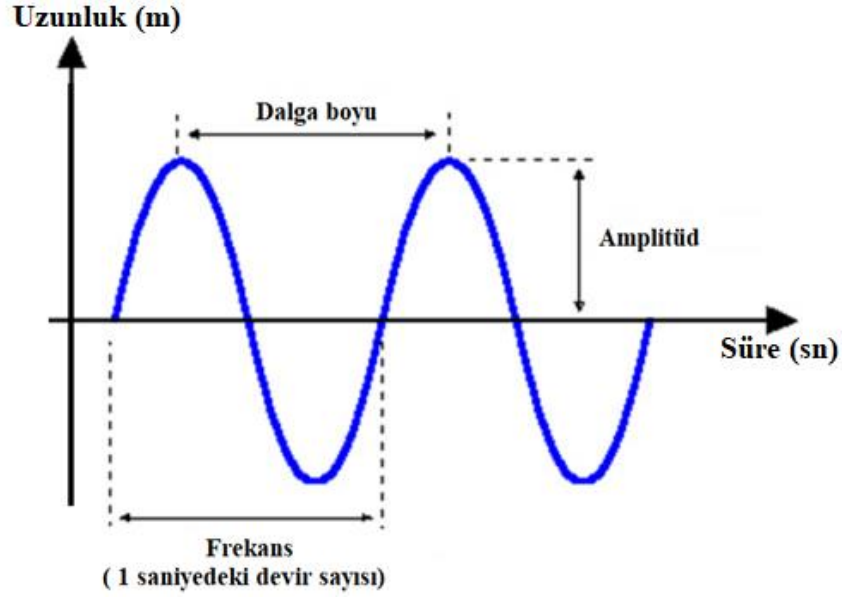
- Lazer işiği tek renklidir, buna 'monokromatik' denir.¹²⁶

- Lazer ışığının dalga boyları özdeşdir; bu tüm dalga boylarının tepeleri eşit demektir (koherent).¹²⁶
- Lazer ışığı yönlendirilmiş ışık demetlerinden (colimated) oluştuğu için fotonlar birbirine paralel olarak hareket eder.¹²⁶
- Lazer ışığının klinik açıdan önemli olan özelliği verimli olmasıdır. Normal ışık aydınlatma ile birlikte yüksek oranda ısı da oluşturur. Örnek olarak 100 watt'lık bir ampul 20 watt kadar ışıma yaptığında 80 watt kadar da çevresini ısıtan fakat görülemeyen ışın enerjisi (termal enerji) üretir. 2 watt'lık Nd: YAG lazer ışığı ise bir gingival papile tam kesi yapabilecek termal enerji üretebilir.¹²⁶

Bir lazerin ürettiği foton dalgasını tanımlayan üç ölçü vardır:^{126, 127}

1. Velosite: Üretilen ışığın hızını ifade etmektedir.
2. Amplitüd: Işın dalgalarının vertikal eksendeki tabanı ile tepesi arasındaki toplam mesafeyi ifade etmektedir. Amplitüd dalga yoğunluğunun miktarını belirler ve amplitüdün geniş olması, lazerin kullanım etkinliğinin artması anlamına gelmektedir.
3. Dalga boyu: Birbirini takip eden iki dalga tepesi arasındaki uzunluğun horizontal eksendeki ölçüsüdür. Dalga boyu lazerin uygulanacak alana nasıl ulaşacağını, dokuya nasıl etki edeceğini belirlemede önemlidir. Diş hekimliği alanında kullanılan lazerlerin dalga boyu çok küçük olduğundan, bu lazerlerin dalga boyu mikron (10^{-6} metre) ya da nanometre (nm) (10^{-9} metre) birimleri ile ifade edilir.¹²⁶

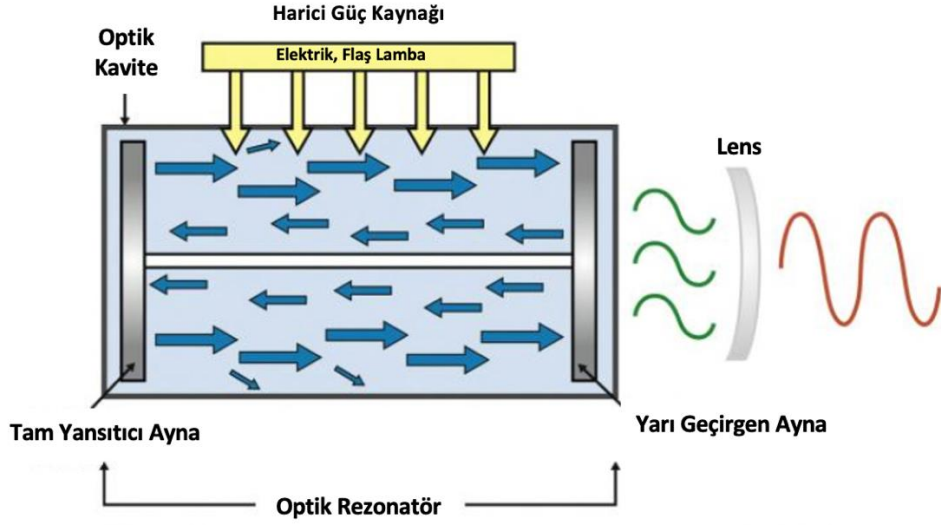
Dalga boyu ile frekans ters orantılıdır; dalga boyu yüksekse frekans düşüktür ve bunun tersi de geçerlidir.¹²⁶



Şekil 2.4. Fotonun dalgasının özellikleri

2.5.2.2. Kuvvetlendirme (Amplifikasyon)

Kuvvetlendirme, lazerin içinde meydana gelen olayların bir bölümüdür. Cihazın merkezinde bir optik kavite vardır. Bu optik kavitenin merkezinde “aktif ortam” denilen moleküllerin, alaşımların ve kimyasal elementlerin bulunduğu bir bölüm vardır. Lazerler genellikle bu aktif ortamda bulunan moleküllere göre isimlendirilirler. Bu moleküller katı, sıvı ve gaz olarak maddenin üç fiziksel halinde de bulunabilmektedir. Dış hekimliği alanında bu aktif ortamı gaz halinde olan karbondioksit ve argon lazerler bulunmaktadır. Optik kavitenin iki tarafında birbirine paralel yerleştirilmiş iki ayna bulunmaktadır. Bu aynalardan biri tamamen yansıtıcı ayna iken diğeri ise yarı geçirgen aynadır.^{126, 127} Bu merkezi çevreleyen ve aktif ortama enerji sağlayan harici bir güç kaynağı bulunmaktadır (Şekil 2.5.). Ayrıca yoğunlaştırma lensleri, iletim sistemleri ve soğutma sistemi gibi mekanik parçaları da bulunmaktadır.^{126, 127}

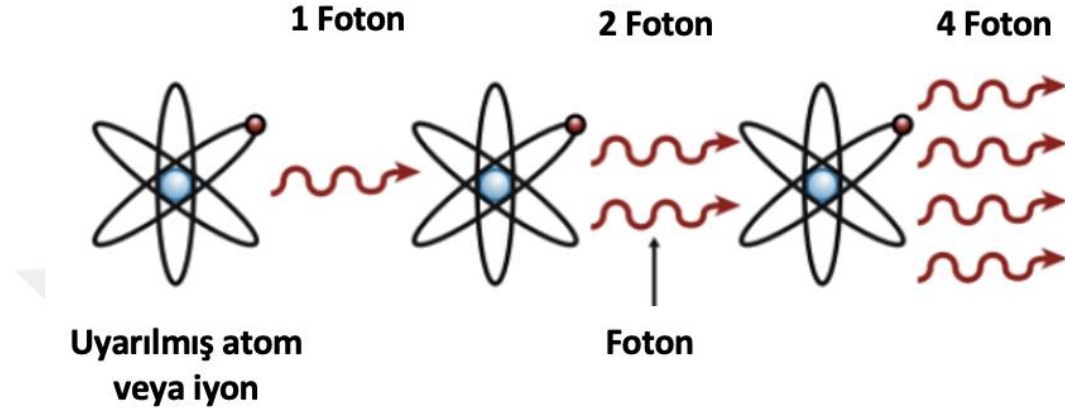


Şekil 2.5. Lazerin temel bileşenleri ve çalışma prensibi

2.5.2.3. Uyarılmış Yayılım

“Uyarılmış Yayılım” kavramı 1900 yılında Alman fizikçi Max Planck tarafından öne sürülen kuantum fizik teorisine dayanmaktadır.¹²⁷ Enerjinin en küçük birimi olan kuantum, bir atom veya molekül tarafından absorbe edilir; kısa bir uyarıya sebep olur ve daha sonra emisyon denilen bir süreçle kuantum olarak salınır. Buna da “spontan yayılım” denilmektedir.¹²⁷ Bir atomda elektron yörüngeleri birbirinden farklı enerji seviyelerine sahip olduğu için foton adı da verilen bu kuantum emisyonu farklı dalga boylarında olabilir. Albert Einstein’ın “uyarılmış yayılım” teorisine göre aynı uyarım enerji seviyesine sahip olan, uyarılmış atomun alanında dolaşan fazladan bir kuantum enerjisi iki kuantumun salınımıyla sonuçlanmaktadır. Bu durum spontan yayılımdan hemen önce oluşmaktadır. Enerji iki özdeş foton şeklinde yayılır ve koherent bir dalga şeklinde ilerler (Şekil 2.6). Aktif ortamda bulunan atomların uyarılması için lazer sisteminde devamlı bir enerji kaynağının bulunması gerekmektedir. Bu fotonlar etraftaki atomları uyararak ilave foton yayılımı yapacak daha çok atoma enerji sağlayabilir. Aktif ortamın iki ucunda bulunan aynalar bu fotonları geri yansıtarak başka uyarılmış yayılımlar oluşumunu sağlamaktadır. Aktif ortamdaki bu geçişler fotonun gücünü artırır;

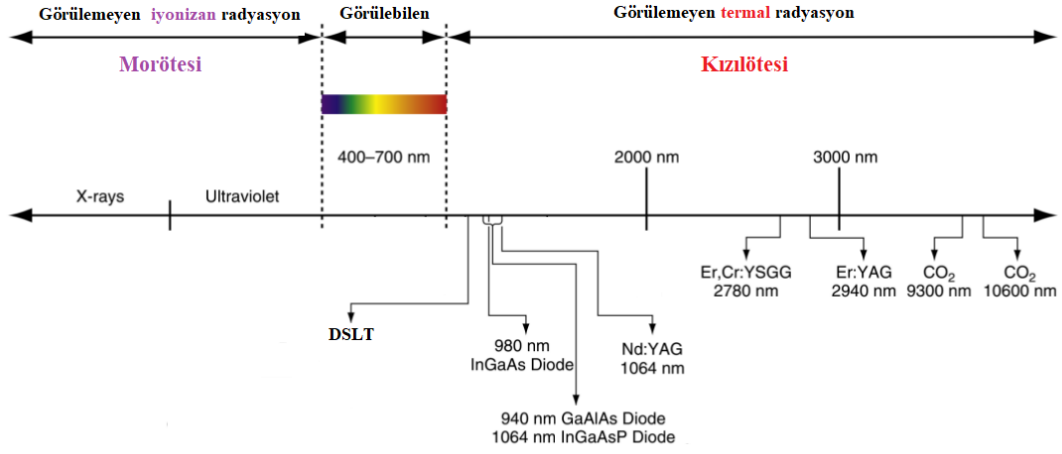
bu da kuvvetlendirme işlemidir.¹²⁷ Aynaların paralel olması ışığın paralel olmasını sağlar. Aynalardan birinin yarı geçirgen olması yeterli ışık enerjisinin optik kavite dışına çıkmasına izin verir. Bu işlemler süresince ısı oluşur ve aşırı ısınmayı önlemek için optik kavitenin soğutulması gerekmektedir.¹²⁶



Şekil 2.6. Uyarılmış yayılım

2.5.2.4. Radyasyon

Radyasyon, elektromanyetik enerjinin bir formu olarak lazer tarafından üretilen ışık dalgasını belirtmektedir. Elektromanyetik spektrum; dalga boyları en büyük olan radyo dalgalarından (10^9 metre) dalga boyları en küçük (10^{-12} metre) olan gama ışınlarına kadar tüm dalgaların derlemesidir. Çok kısa dalga boyları (300 nm'nin altı) iyonizan olarak adlandırılır. Dalga boyunun 300 nm'den daha yüksek olması, daha düşük foton enerjisi anlamına gelmektedir; doku uyarılmasına ve ısı oluşumuna sebep olur. Dış hekimliğinde kullanılan lazer cihazlarının dalga boyları ortalama 500 – 10,600 nm arasında olup elektromanyetik spektrumun görülebilen veya görülemeyen infrared noniyonizan kısmında bulunurlar. Noniyonizan ve iyonizan kısımları ayıran çizgi mor ve ultraviyole (morötesi) görülebilir ışığın birleşimi üzerinde bulunmaktadır.^{126, 127}



Şekil 2.7. Elektromanyetik spektrum

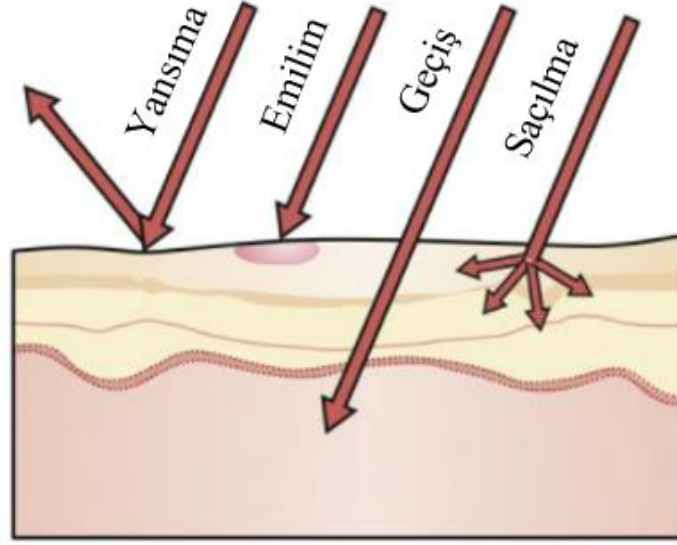
“Dalga formu” lazer gücünün devamlı (continuous wave) ya da aralıklı (pulsed wave) ışın yayılımını ifade eder. Devamlı dalga formundaki lazer ışınları, ayarlanan çıkış gücünde kesintisiz ışın yayılımı yapmaktadır. Aralıklı dalga formundaki lazer ışınları, yanıp sönen bir ışık gibi, lazer enerjisinin periyodik değişimleri olan modudur. Bu mod, sürekli bir dalga emisyonunun ışın yolunun önündeki mekanik bir deklanşörün açılıp kapanması sonucu aralıklı dalgaların elde edilmesidir.^{126, 127}

2.6. Lazer Doku Etkileşimleri

Lazer doku etkileşimleri, optik ve biyolojik etkileşimler olarak iki ana başlık altında toplanmaktadır.

2.6.1. Optik Etkileşimler

Dokunun optik özelliklerine bağlı olarak lazer ışığı doku ile etkileşimi emilim (absorption), geçiş (transmission), yansıma (reflection) veya saçılma (scattering) şeklinde olmaktadır (Şekil 2.8).¹²⁶⁻¹²⁸



Şekil 2.8. Lazer doku etkileşimleri

2.6.1.1. Emilim (Absorption)

Lazer ışığının doku tarafından emilmesidir ve en çok istenilen doku lazer etkileşimidir.^{126, 127} Biyolojik dokularda absorpsiyon temel olarak serbest su moleküllerinin varlığına, proteinlere, pigmentlere ve diğer makromoleküllere bağlıdır. Termal etkileşimlerde, lazerin su molekülleri tarafından absorpsiyonu önemli rol oynar.^{126, 129} Lazer ışığının dokuya penetrasyonu absorpsiyon miktarı ile ters orantılıdır. Absorpsiyon katsayısı (α) lazer ışığının dokularca absorbe edilen miktarı olup lazer ışığının dalga boyundan etkilenmektedir.¹²⁹

2.6.1.2. Geçiş (Transmission)

Lazerlerin hedef doku için yüzeysel dokularla etkileşime girmeden geçmesidir. Absorpsiyon gibi bu özellik de lazer ışığının dalga boyuna bağlıdır.^{126, 127}

2.6.1.3. Yansıma (Reflection)

Üçüncü etkileşim olan yansıma, lazer ışığının hedef doku ile etkileşime girmeden yüzeyden geri yansmasıdır. Dokuların homojen yapıda olmaması lazer ışığının yansımadaki en önemli faktördür. Bazı lazerler yansıma 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 organlar uygulama esnasında korunmalıdır.^{126, 127}

2.6.1.4. Saçılma (Scattering)

Dördüncü etkileşim de ışığın doku içerisinde saçılmasıdır. Lazer ışığının saçılması sonucu hedeflenen bölgede istenilen miktardaki enerji transferi ve biyolojik etki engellenmektedir. Saçılan ışın komşu dokular tarafından absorbe edilerek ısı transferine neden olduğundan istenmeyen hasarlara yol açabilmektedir.^{126, 127}

2.6.2. Biyolojik Etkileşimler

Lazer ve doku arasındaki biyolojik etkileşimler fotokimyasal, fototermal ve fotomekanik etki olarak üç başlık altında toplanmaktadır.

2.6.2.1. Fotokimyasal Etki

Fotokimyasal teoriye göre, lazerin absorpsiyonunu gerçekleştiren moleküller doku kromoforlarıdır. Bu moleküller hücre içi veya dışı moleküller, hücre zarı molekülleri ya da enzimler olabilir. Lazerin dokularda oluşturduğu etkilerin, uyarılan kromoforlara bağlı olduğu düşünülmektedir.¹³⁰ Bazı lazer türlerinin kullanımında dokularda meydana gelen sıcaklık değişimi 1°C'nin altında kalır ve dokuda herhangi bir termal etkileşim gerçekleşmez. Bu tip lazerlerin dokular üzerindeki etkilerini termal etkileşim mekanizması ile açıklamak mümkün değildir.¹³¹ 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” denilmektedir.¹³²

2.6.2.2. Fototermal Etki

Medikal lazerler, ışık enerjisini dokuya ileterek enerji absorpsiyonu sonrası ısıya dönüştürürler. Bu mekanizma ile dokuda insizyon, eksizyon, koagülasyon ya da vaporizasyon yapılabilmektedir.¹²⁴

Lazerle dokuların kesilmesi, doku yüzeyinde sıcaklık artışıyla yapılmaktadır. Sıcaklık artışı, dokuların koagülasyonuna ve vaporizasyonuna yol açmaktadır.¹²⁴ Koagülasyon, dokuların 60°C ile 100°C arasında ısınması ve doku proteinlerinin denatürasyonu sonucu oluşmaktadır. Dokuda beyazlaşma ve büzülme gibi değişikliklerle karakterizedir. Sıcaklık 100°C'ye yaklaştığında, dokular buharlaşmaya başlarlar. Bu durum dokunun vaporizasyonudur ve dokunun kesilmesi bu şekilde olmaktadır.^{128, 133}

2.6.2.3. 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 sıcaklığı için gereken enerjiden fazla ise, bu enerji doku tarafından absorbe edilir ve dokuda buharlaşma meydana gelir. Bu olaya “fotoablasyon” denilmektedir. Pulsed wave'e sahip atımlı lazerler ise çevre dokulara zarar vermeden, fotoablasyona yol açmadan hedeflenen bölgede çalışmaya imkan sağlamaktadır. Atımlı lazerlerde dokuya aktarılan enerji şok dalgaları meydana getirerek dokuda fiziksel etki yaratır, bu etkiye “fotoakustik etki” denir.¹³³

2.7. Diş Hekimliğinde Lazerlerin Kullanım Alanları

Lazer teknolojisinin hızlı gelişimi, diş hekimliğinin çeşitli alanlarında lazerin kullanımına imkân sağlamıştır. Günümüzde lazerin diş hekimliğindeki uygulama alanlarından bazıları Tablo 2.3'te verilmiştir:¹²⁴

Tablo 2.3. Lazerin diş hekimliğindeki uygulama alanları

Teşhis	Sert Doku Uygulamaları	Yumuşak Doku Uygulamaları
<ul style="list-style-type: none"> ● Pulpa canlılığının tespiti <ul style="list-style-type: none"> ○ Doppler akış ölçümü ○ Düşük seviye lazer tedavisi (LLLT) ● Lazer floresans <ul style="list-style-type: none"> ○ Çürük tespiti, ○ Displastik değişiklikler ve kanser teşhisi 	<ul style="list-style-type: none"> ● Çürük giderme ve kavite hazırlama ● Kemiğin yeniden şekillendirilmesi (kron boyu uzatma) ● Endodonti (kök kanal hazırlığı, sterilizasyon ve apikoektomi) ● Lazer etching (aşındırma) ● Çürüğün engellenmesi 	<ul style="list-style-type: none"> ● Yumuşak doku küretajı ve periapikal cerrahi ● Bakteriyel dekontaminasyon ● Gingivektomi/gingivoplasti ● Estetik yeniden kontürlleme ● Frenektomi ● Gingival retraksiyon ● İmplant açığa çıkarma ● Biyopsi insizyonu ve eksizyonu ● Aftöz ülserlerin ve oral lezyonların tedavisi ● Koagülasyon/hemostaz ● Doku füzyonu - sütürlama ● Flep cerrahisi ● Granülasyon dokusunun uzaklaştırılması ● Pulpa kapaklaması, pulpotomi ve pulpektomi ● Operkülektomi ve vestibüloplastisi ● İnsizyon ve apse drenajı ● Hiperplastik dokuların uzaklaştırılması
<p>Lazerle İndüklenen Analjezi</p>	<p>Lazerle Aktivasyon</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Restorasyon (kompozit/rezin) aktivasyonu ● Beyazlatma ajanlarının aktivasyonu 	<p>Diğer</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Kök kanal dolgu materyalinin ve kırık aletin çıkarılması ● Gütaperkanın yumuşatılması ● Nemin giderilmesi/kanalların kurutulması

2.8. Çocuk Diş Hekimliğinde Lazerlerin Kullanım Alanı

Lazerlerin çocuk diş hekimliğinde yumuşak ve sert doku işlemlerinde kullanım alanı bulunmaktadır. Çocuk hastalar geleneksel tedavi yöntemlerinde bulunan titreşim, basınç ve ses etkenlerinden olumsuz etkilenebilmektedir. Ancak çocukların bu endişesi tedavi sırasında lazer sisteminin dişe teması bulunmadığı için giderilebilmektedir.¹³⁴

Lazerlerin çocuk diş hekimliğinde kullanım alanları arasında çürük teşhisi, yüzey pürüzlendirilmesi, vitalite değerlendirilmesi, çürük uzaklaştırılması, kavite preparasyonu, kanal içi dezenfeksiyonu, yumuşak doku cerrahisi ve doku stimülasyonu sayılabilir.¹³⁵

2.8.1. Pulpa Vitalitesinin Lazer ile Değerlendirmesi

Hareketli bir merkezden üretilen dalgaların dalga boylarının ve frekanslarının değişmesi (kayması) sonucu oluşan fenomene "Doppler Etkisi" denir. Hareketli dalga merkezinden yayılan dalgalar, merkezin konumu hakkında bilgi verir. Bu prensibe dayanarak kan içerisinde hareket eden moleküllerin hızlarının ölçümü için "Lazer Doppler Flowmetre" isminde bir cihaz geliştirilmiştir.¹³⁶ Bu cihaz, kırmızı kan hücrelerinin pulpa dokusunu besleyen damarlardaki akım hızı değişikliklerini hassas bir şekilde saptayabilmektedir.¹³⁶

Özellikle çürük veya travma nedeniyle pulpa dokunun hasara uğradığı durumlarda kanlanma bakımından pulpal vitalitenin değerlendirilmesi gerekmektedir. Dental travma olgularında diğer vitalite testleri travmanın meydana gelmesinden en az 6 hafta sonra doğru sonuçlar verebilmektedir. Lazer Doppler Flowmetre cihazı ise travmanın gerçekleştiği gün dahi değerlendirme yapılabilmesine imkân sağlamaktadır. Dişlerin vitalitesinin değerlendirilmesinde Lazer Doppler Flowmetre cihazı diğer teşhis yöntemlerine göre travmadan ya da ortodontik tedavilerden sonra daha doğru sonuçlar vermektedir.¹³⁶⁻¹³⁸

2.8.2. Lazerin Çürük Teşhisinde Kullanımı

Klinikte çürük teşhisinde gözle muayene, sondla muayene ve bitewing radyografiler uzun yıllardır kullanılmaktadır. Gözle muayene yönteminin okluzal ve ara yüzey çürüklerinin tespitinde yetersiz kalması en önemli dezavantajdır.^{139, 140} Çürük teşhisinde sond kullanımı başlangıç lezyonlarında kavitasyon oluşabilmesi ve ilerlemiş lezyonlarda da mikroorganizmaların daha derin dokulara itilebilmesi sebebiyle tartışmalı bir uygulamadır.¹³⁵ Bite-wing radyografi kullanımı ise derin çürüklerin, arayüz çürüklerinin ve gizli çürüklerin tespitinde faydalıdır. Ancak radyografilerde 3 boyutlu dokuların 2 boyutta değerlendirmesi, süperpozisyonların teşhisi güçleştirmesi ve değerlendirmenin subjektif olması bu yöntemin teşhis doğruluğunu düşürmektedir.¹⁴¹

Hibst ve Gall¹⁴² 665 nanometre (nm) dalga boyunda lazer ışınını uyarıcı olarak kullandıkları çalışmalarında, 680 nm'lik filtreler kullanıldığında daha yüksek dalga boylarında sinyaller elde edilebildiğini belirtmişlerdir. Daha sonra KaVo firması tarafından çürük teşhisi için DIAGNOdent cihazı geliştirilmiştir. Cihazın temel çalışma prensibi, çürük lezyonunun çevredeki sağlam dokuya göre lazer ışınını farklı miktarda absorbe etmesi ve saçmasıdır. DIAGNOdent cihazının geleneksel yöntemlerle kıyaslanarak hassasiyetinin değerlendirildiği çalışmalar yapılmıştır.¹⁴²⁻¹⁴⁴ DIAGNOdent cihazı çürük teşhisinde tekrarlanabilirlik ve çürüklerin takibinin yapılabilmesi gibi avantajlarından dolayı geleneksel muayene yöntemlerine ek olarak kullanılabilir.¹⁴⁵ Kavvaida ve ark.¹⁴⁶ DIAGNOdent'in süt dişlerinde yüksek doğruluk oranı gösterdiğini, direkt görsel muayene ve bitewing radyografiye benzer performans sergilediğini bildirmişlerdir.

2.8.3. Çürük Önlemede Lazer Kullanımı

Lazerler, mine ve dentinde sıcaklık artışı sonucu ile dokuların çözünmesini sağlayarak karbonat kristalleri oluşturur ve bu prensip ile asit ataklarına karşı daha

dayanıklı bir mine dokusu oluştururlar. Ancak bu uygulama, pulpa dokusunda aşırı sıcaklık artışı meydana getirerek pulpanın hasarına yol açabilmektedir.^{147, 148}

Flor, diş sert dokularının korunması için kullanılan etkili bir mineralizasyon ajanıdır. Lazer ve flor uygulamalarının çürük önleme üzerine etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalar incelendiğinde, lazer ve florun birlikte kullanımının çürük önlemede etkili olabileceği bildirilmiştir.^{135, 149} Hicks ve ark.¹⁴⁹ argon lazerin etkinliğini inceledikleri çalışmalarında, argon lazerin asidüle fosfat florid (APF) uygulaması (%1,23'lük, 4 dakika) öncesinde veya sonrasında kullanımının, sadece flor uygulaması, sadece argon lazer uygulaması ya da diğer yöntemlerin tek başına kullanımına göre belirgin bir üstünlük sağladığını bildirmişlerdir.

Lazerler mine dokusunun yapısına flor alımını arttırarak, minenin asit ataklarına karşı direncini artırır.¹⁵⁰ Apel ve ark.¹⁵¹ yaptıkları çalışmada, Erbiyum-Cromium: Yttrium, Scandium, Gallium ve Garnet (Er,Cr:YSGG) lazerin asit ataklarına karşı minenin direncini arttırdığını ve böylece diş yüzeyinin korunup çürük oluşumunun önlendiğini ifade etmişlerdir.

2.8.4. Lazer ile Yüzey Pürüzlendirilmesi ve Mikrosızıntı

Lazerler, smear tabakası oluşturmadan preparasyon yapabilmekte ve yüzey pürüzlendirme amacıyla kullanılabilirler. Lazerler ile yapılan kavite preparasyonunda diş dokusu yüzeyinde mikroçatlak oluşmaz ve böylece dokulara zarar verilmeden pürüzlendirme yapılabilir.^{152, 153} Bazı araştırmacılar da lazer ile kavite preparasyonundan sonra smear tabakası oluşmadığı için asit kullanımının gerekmediği iddia edilmektedir¹⁵⁴. Çehrel ve ark.¹⁵⁴ Er,Cr:YSGG lazer ile süt dişlerinin yüzeylerini pürüzlendirerek uyguladıkları fissür örtücülerin mikro sızıntısını değerlendirdikleri çalışmanın sonucunda, asitle pürüzlendirilen örnekler ile eşdeğer sonuçlar bulmuşlar ve süt dişlerinde Er,Cr:YSGG lazer ile pürüzlendirmenin yeterli olacağını bildirmişlerdir.

Lazerler smear tabakası oluşturmaya da yalnız lazer kullanılarak yapılan yüzey pürüzlendirmesinde geleneksel asitle pürüzlendirmeye göre adeziv sistemlerin bağlanma değerlerinde belirgin bir farklılık görülmediği bildirilmiştir.¹⁵⁵ Yapılan çalışmaların sonucunda lazerin, asit uygulama prosedürü yerine kullanılmasının yetersiz kalacağı ancak asit uygulamaya ek olarak kullanımının yararlı olabileceği bildirilmektedir.^{156, 157}

2.8.5. Lazer ile Çürük Uzaklaştırma ve Kavite Preparasyonu

Yapılan çalışmalarda Er:YAG lazerlerin, pulpa vitalitesinde ve diş dokularının morfolojisinde bir değişiklik oluşturmadığı ve çürüğü etkili bir şekilde uzaklaştırdığı bildirilmiştir. Ayrıca Er:YAG lazerlerin çürük uzaklaştırma etkinliğinin incelendiği çalışmalarda, bu lazerlerin güvenli bir şekilde kullanılabilirliği belirtilmiştir.¹⁵⁸⁻¹⁶⁰

Bu lazerlerin, geleneksel frez ile yapılan preparasyona göre daha az basınç ve ses oluşturduğu ve pulpa odasında ısı artışına neden olmadığı bildirilmiştir.^{161, 162} Ayrıca lazer uygulanan alanlarda smear tabakası oluşmadığı gibi uygulanan alanın steril hale de geldiği belirtilmiştir.^{160, 161} Lazer çocuk hastalarda ağrısız ve anestezisiz bir tedavi fırsatı sağlayabilmektedir. Ayrıca ağrı oluşturmadığı için lokal anestezi uygulanması sırasında oluşabilecek komplikasyonlar da elimine edilebilmektedir.¹⁶²

Geleneksel yöntemlerle yapılan preparasyon sonrasında açılan dentin tübülleri hassasiyete neden olabilmektedir. Lazerler çürük dokusunu uzaklaştırırken açılan dentin tübüllerinin tıkanmasını da sağlayarak postoperatif hassasiyeti azaltabilmektedir.¹⁵⁵ Bütün bu olumlu özelliklerinin yanında lazerler geleneksel yöntemlere kıyasla daha uzun çalışma zamanı gerektirmektedirler.^{160, 163} Celiberti ve ark.¹⁶⁴ süt molar dişlerde yaptıkları ve dört farklı çürük uzaklaştırma yöntemini karşılaştırdıkları çalışmalarında, geleneksel karbit frezle daha hızlı ve daha etkin bir uzaklaştırma yapılabilmesine rağmen, Er:YAG lazerin daha seçici bir çürük temizleme sağladığını belirtmişlerdir.

Tüm bu durumlar değerlendirildiğinde, tedavilerde lazer kullanımı daha iyi terapötik etkileri nedeni ile çocuk hastalar ve ebeveynleri tarafından da olumlu karşılanmaktadır.¹⁵⁵

2.8.6. Pulpal Tedavilerde Lazer Kullanımı

Lazerlerin, hemostatik özelliği ve uygulandığı alanı steril edebilmesi kuafaj tedavilerinde kullanılabileceği görüşünü doğurmuştur.¹³⁹ Hasheminia ve ark.¹⁶⁵ 36 hayvan dişi üzerinde mineral trioksit agregat (MTA), kalsiyum hidroksit [Ca(OH)₂] + MTA ve Er:YAG + MTA kullanarak yaptıkları direkt pulpa kuafajının başarısını inceledikleri çalışmalarının sonucunda; dentin köprülerinin üç grupta da oluştuğunu ancak Er:YAG + MTA grubunun daha iyi iyileşme ve daha az doku cevabı oluşumuna neden olduğunu bildirmişlerdir.

Başka bir pulpa tedavisi olan amputasyon tedavisi ise süt dişlerinin çürük ya da travma nedeni ile etkilenmiş olan kron pulpa dokusunun çıkarılması ve kalan kök pulpasının korunmasıdır.¹³⁹ Lazerlerin amputasyon tedavisinde kullanılan formokrezol, ferrik sülfat, MTA ve Ca(OH)₂ materyallerine alternatif olabileceği bildirilmektedir.^{137, 163} Odabaş ve ark.¹³⁷ ile Elliot ve ark.¹⁶⁶ yaptıkları amputasyon çalışmalarında lazer uygulanan grubun kalsiyum hidroksit kullanılan gruba göre tedavide daha başarılı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmalar neticesinde lazerlerin, amputasyon ve kuafaj tedavilerinde alternatif bir yöntem olarak kullanılabileceği söylenebilir.¹³⁵

2.8.7. Kanal Tedavisi ve Lazer Uygulamaları

Endodontik alanında kök kanal şekillendirilmesi, kanal içi dezenfeksiyon, smear tabakasının kaldırılması, apikal foramenin tıkanması ve apikal rezeksiyona kadar bir çok tedavide lazer kullanımı araştırma konusu olmuştur.¹⁶⁷

Günümüzde kök kanal preparasyonu, el enstrümanları veya döner alet sistemleri ile yapılmaktadır. Bu preparasyonun sırasında smear tabakası oluşmakta ve bu tabaka irrigasyon solüsyonları ile tamamen uzaklaştırılamamaktadır. Smear tabakası mevcudiyetinde ise kanallar tıkanmakta, içeriğindeki mikroorganizmalar bu kanallara taşınmakta ve bu durum sonucunda kanal tedavisinin başarı oranı azalmaktadır. Lazer ile yapılan kanal preparasyonu sonrasında smear tabakası oluşmadığı için kanal boyunca uzanan dentin tübülleri açık kalmakta ve böylece bu tübüllere kanal dolgu patı penetre olarak tedavi başarısını artırmaktadır.^{74, 168}

Kompleks kanal anatomisi nedeni ile kanal enstrümanlarının ve irrigasyon solüsyonlarının 1/3 apikal bölgeye ulaşamadığı alanlar olabilmektedir.¹⁶⁸ Bu alanlardaki bakteri eliminasyonu için apikal bölgede yapılan agresif şekillendirme, apikal yapıyı bozmakta ve basınçla uygulanan solüsyonların apikalden taşmasına sebep olarak, apikal alanda irritasyona, şiddetli doku reaksiyonlarına ve ağrıya sebep olmaktadır.^{135, 167} Lazerler, endodonti prosedürlerinde yaşanan bu olumsuzlukların giderilmesinde bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır.¹³⁵

Nekrotik pulpa dokusu lazerler ile tam olarak çıkarılamadığı için ekstirpasyon sonrası kanal şekillendirmesi ve dezenfeksiyonu amacıyla lazer uygulaması önerilmektedir.¹⁶⁷ Biyomekanik enstrümantasyon sonrası uygulanan CO₂, Nd:YAG, argon, Er,Cr:YSGG ve Er:YAG lazerlerin kök kanal duvarlarındaki debris ve smear tabakasını kaldırdığı belirtilmiştir.¹³⁵

Süt ve daimi diş kanal tedavilerinde el eğeleri, döner alet sistemleri ve Nd:YAG lazerlerin etkinliğinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, Nd:YAG lazerlerin geleneksel döner sistemlere benzer ama el eğeleri ile yapılan şekillendirmeden daha başarılı sonuçlar verdiği belirtilmiştir.¹⁶⁹

2.8.8. Travma ve Lazer Uygulamaları

Travma sonucu oluşan, yumuşak ve sert doku yaralanmalarında, pulpanın ekspozite olduğu komplike kron kırıklarında hassasiyet gidermede, pulpa kuafajında ve pulpatomi gibi işlemlerde lazerlerin kullanılabilceği bildirilmiştir.¹⁶³ Erbiyum lazerlerin pulpanın perfore olduğu komplike kron kırıkları gibi travma durumlarında, perforasyon bölgesindeki kanamayı durdurması ve kontamine alanı steril etmesi nedeniyle kullanımı tavsiye edilmektedir.¹⁵⁵ Doku stimülasyonu amacıyla yumuşak doku yaralanmalarında Nd:YAG ve diyot lazerler kullanılabilirler.¹⁷⁰

Oral ve dental travmalarda, düşük seviyeli lazer tedavisi ile dokular stimüle edilmekte, ağrı kesici ve anti-enflamatuar etkiler de sağlanabilmektedir.¹⁷¹ Ayrıca düşük enerjili lazerler, laserasyon, abrazyon ya da kontüzyon yaralanmalarında, miyaljinin azaltılmasında, parestezi tedavisinde, TME rahatsızlıklarında ve endodontik tedaviler sonrası ağrının azaltılmasında etkin bir şekilde kullanılabilirler.^{172, 173}

2.8.9. Yumuşak Dokular ve Lazer Uygulamaları

Oral bölge yumuşak dokulardaki anomalilerin ve iyi huylu patolojilerin geleneksel tedavileri; bistüri ile eksizyon, elektro cerrahi ya da kimyasal cerrahi (cryosurgery) içermektedir.¹⁷⁴ Bu durumlarda lazerler, geleneksel tedavi yöntemlerine alternatif olabilmektedir.¹⁷⁵

Lazerler özellikle çocuk hastalarda, operasyon öncesi ve sonrası hasta konforunu arttırlar ve lokal anestezi gereksinimini azaltarak belirgin avantajlar sağlarlar. Lazerin sağladığı avantajlardan bazıları; kanama kontrolünü daha iyi sağlaması, çalışılan bölgede sterilizasyon yaparak işlem sonrası enfeksiyon gelişimine engel olması ve işlem sonrası anti-enflamatuar etkisi sayesinde ödem ve ağrının az olması sonucu iyileşmenin hızlı olmasıdır.¹⁷⁶

Lazerler ile yapılan yumuşak doku operasyonlarındaki bu avantajları göz önüne alındığında, lazerlerin geleneksel tedavi yöntemlerine alternatif bir teknik olabileceği söylenebilir (Tablo 2.4.).¹³⁵

Tablo 2.4. Oral cerrahi işlemlerde lazer kullanım alanları

Frenektomi	Maksiller labial frenektomi, ¹⁷⁵ lingual frenektomi ¹⁷⁷
Vasküler lezyonlar	Granümatöz hiperplazi, ¹⁷⁸ pyojenik granülom, ¹⁷⁹ hemanjiyoma ve telenjektazik epülis ¹⁸⁰
Gingival hiperplazi	Aparey kullanımı ve anti epileptik ilaç ile ilişkili hiperplaziler ¹⁸¹
Periodontal tedavi	Periodontal cep dezenfeksiyonu, detertraj ve kök yüzey düzleştirilmesi ¹⁸²
Mukozitis¹⁸³	
Diş sürme bozuklukları	Erüpsiyon kisti ya da hematoma, ¹⁸⁴ operkülektomi operasyonları ¹⁸⁵
Abse ve kist drenajı¹⁸⁴	
Minör tükürük bezi lezyonları	Mukosel, ranula ¹⁸⁶
Viral Papilloma lezyonları	Fokal epitelyal hiperplazi, ¹⁸⁷ oral kondiloma akuminatum ve verruka vulgaris ¹⁸⁸
Diğer iyi huylu mukozal lezyonlar	Fibröz hiperplazi, epülis, anguler chelitis, herpes labialis, intraoral herpes, pamukçuk, fibromalar ve travmatik ülser ¹⁸⁹
Premalign lezyonlar¹⁹⁰	

2.9. Diyet Lazerler

Elektromanyetik spektrum üzerinde kızılötesine yakın bölümün başlangıç kısmında bulunan diyet lazerler, diğer lazerlere kıyasla küçük boyutlu ve uygun fiyatlı olmalarından dolayı avantajlıdır.^{116, 191}

Diyet lazerler, diş sert dokuları ile etkileşime girmediğinden oral mukozada kesme ve koagülasyonu gibi amaçlarla kullanılan yumuşak doku lazeridir.¹⁹¹ 980 µm dalga boyuna sahip lazerler pulpa dokusu gibi su içeriği fazla olan dokularda iyi absorbe

edilebilmesinden dolayı özellikle amputasyon tedavisinde uygun bir kullanım imkanı sağlamaktadır.¹⁹²

2.10. Düşük Seviyeli Lazer Terapisi (DSLTL)

Lazerin düşük seviyeli olarak ya da ışık yayan diyot (LED) aracılığı ile uygulanmasını ifade eden DSLTL'de inflamasyonu azaltmak, ağrıyı azaltmak ve yara iyileşmesine katkıda bulunmak için lazer ışığı kullanılarak konak hücreler uyarılmaktadır.³ Bu yöntem, dokularda herhangi bir termal ve ablatif etki yapmadan hücre fonksiyonlarının stimülasyonu için kullanılmaktadır.³

DSLTL'de kullanılan LED cihazları veya lazerler 600-1000 nm'lik spektrumda yayılım ve $5 \text{ mW/cm}^2 - 5 \text{ W/cm}^2$ seviyesinde aydınlatma yaparlar. 1 mW'lık güçten 10 W'a kadar güç üretebilirler. Önerilen tedavi süresi genellikle 30-60 sn aralığındadır. Akut durumlarda ya da postoperatif tedavi için genelde tek seans gerekirken, dejeneratif durumlarda veya kronik ağrılarda çoklu seans gerekebilmektedir.³

DSLTL'nin klinik olarak dört temel hedefi vardır:

1. İnflamasyonun azaltılması, iyileşmenin ve remodelasyonun uyarılması,¹⁹³⁻¹⁹⁵
2. Analjezinin sağlanması,^{196, 197}
3. Lenfatik drenaj yoluyla ödem ve inflamasyonun azaltılması,^{198, 199}
4. Kasılmış kas fibrillerinin rahatlatılması ve duyarlılığın azaltılması,^{200, 201}

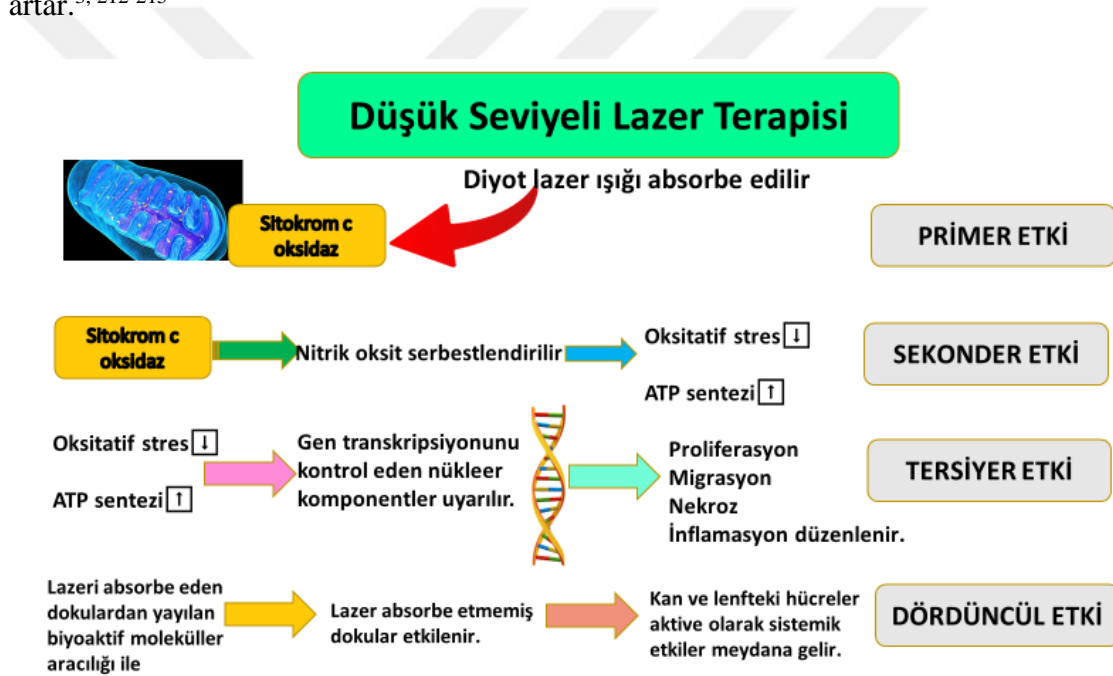
DSLTL'nin birçok etkisi mitokondrinin ışık absorpsiyonu ile açıklanabilir.^{202, 203} Bu etkilerin daha iyi anlaşılabilmesi için iskemik dokuların DSLTL uygulaması öncesindeki durumlarının bilinmesi gerekmektedir. İskemik dokularda mitokondri, sitokrom c oksidazla (elektron transport zincirinde enerji üretiminde gerekli olan son enzim) birleşmek için oksijenle yarışan ve oksijenin yerini alabilen nitrik oksiti sentezler.²⁰⁴⁻²⁰⁶ Bu da iki negatif etkiyle sonuçlanır: Hücrede ATP (adenozin trifosfat) sentezi azalması ve inflamasyona sebep olan oksidatif stresin artması.²⁰⁴⁻²⁰⁸

Hipoksik hücrelerde DSLT'nin sonuçları şu şekildedir;

1) Primer etki (sitokrom c oksidaz tarafından lazer ışığının absorpsiyonu):

Sitokrom c oksidaz, kırmızı ve kızılötesine yakın ışınları absorbe eder ve bu absorpsiyon sonucunda bir seri etki meydana getirir (Şekil 2.9.).^{3, 202, 209-211}

2) Sekonder etki (ATP, reaktif oksijen türleri ve nitrik oksit miktarında değişiklikler): Sitokrom c oksidazın ışık absorpsiyonuna bağlı olarak ATP, nitrik oksit ve reaktif oksijen türlerinde değişiklikler olur. Hipoksik hücrelerde DSLT uygulanmasının ardından sitokrom c oksidaz nitrik oksidi serbestleştirir, oksidatif stres azalır, ATP sentezi artar.^{3, 212-215}



Şekil 2.9. DSLT'nin hücre metabolizması üzerine olan etkisi

3) Tersiyer etki (hücrel sinyaller ve hücre içi cevaplar-gen transkripsiyonu):

Sekonder etkiler neticesinde (ATP sentezi artması ve oksidatif stres azalması) hücre zarında, hücre sitoplazmasında ve hücre çekirdeğinde bulunan gen transkripsiyonunu kontrol eden nükleer komponentler direkt ya da indirekt olarak etkilenmektedir. Bu direkt ya da indirekt etkiler proliferasyon, migrasyon, nekroz ve inflamasyon gibi hücrel

cevapları düzenlemektedir. Bu düzenlemeye “DSLST’nin tersiyer etkileri” denir.^{3, 212-215}

Bu düzenlemeler DSLST’nin ilk klinik hedeflerindedir.²⁰²

4) Dördüncül etki (fotona maruz kalmamış hücrelerin indirekt olarak etkilenmesi):

Fotonları absorbe etmemiş dokular, fotonu absorbe eden hücrelerden salınan biyoaktif moleküller aracılığıyla indirekt olarak etkilenebilir. Kan ve lenfteki hücreler aktive edilebilir ve sonuçta sistemik etkilere (otokrin, parakrin ve endokrin gibi) sebep olabilir.³

DSLST analjezik etki amacıyla sinir liflerini de etkilemektedir. Chow ve ark.¹⁹⁷ tarafından yapılan lazer analjezi mekanizmalarıyla ilgili sistematik bir derlemeye göre, yüksek ışınlama (>300mW/cm²) lazer ışığı nosiseptörler tarafından absorbe edildiğinde, iletimi yavaşlatarak, aksiyon potansiyellerinin amplitüdünü artırarak ve nörojenik inflamasyonu suprese ederek Aδ ve C ağrı fiberleri üzerinde inhibitör etki oluşur.

DSLST’nin hedeflediği bir başka mekanizma ise miyofasiyal triger noktalarıdır. Bu noktalar migren, gerilme tipi baş ağrıları ve eklem problemleri gibi ağrıların sebebi olabilirler. Elektromiyografi çalışmaları sonucunda bu triger noktalarında elektriksel aktivitenin yüksek olduğu kanıtlamıştır. DSLST’nin bu elektriksel aktiviteyi azaltarak ağrının azaltılması üzerinde etkisi olduğu klinik çalışmalarla kanıtlanmıştır.^{200, 201, 216, 217}

İnsanlarda yapılan plasebo kontrollü bir çalışmada boyun ve omuz bölgelerine uygulanan DSLST’nin periferal plazma örneklerinde ACTH (Adrenokortikotropik hormon) ve β-endorfin seviyesinin arttığı ve bunun sonucunda analjezik etki oluşturduğu bildirilmiştir.²¹⁸ Laakso ve ark.²¹⁹ myofasiyal ağrı noktalarında DSLST’nin etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, tedavi sonrasında tedavi öncesine kıyasla endorfin seviyesinde anlamlı bir artış rapor etmişlerdir. Bu hormonların miktarlarındaki artışla analjezi sağlanması DSLST’nin başka bir etki mekanizmasıdır.

2.10.1. Düşük Seviyeli Lazer Terapisinin Parametreleri

DSL'T'nin etkili olabilmesi için dalga boyu, güç, ışınlama, uygulama süresi ve gerekli olan atım gibi uygulanan parametrelerin belirli sınırlar içinde olması gerekmektedir. Bu parametreler ışınlama ve doz parametreleri olmak üzere iki kısımda ele alınmaktadır.

2.10.1.1. Işınlama Parametreleri

Yanlış zaman periyodunda yanlış ışınlama parametreleri kullanıldığında, tedavi etkisiz olacaktır. Eğer ışınlama süresi kısaysa ve/veya ışınlama miktarı az ise efektif bir etki oluşmayacaktır. Diğer taraftan, eğer ışınlama süresi çok fazlaysa ve/veya ışınlama miktarı çok ise yarar ortadan kalkacağı gibi istenmeyen inhibitör etkiler oluşacaktır.^{3, 220-222}

Dalga boyu: Sitokrom c oksidazın yapısı ve redoks durumu, absorbe edilecek olan ışığın dalga boylarını belirler.^{202, 203, 223} Optimum dalga boyu evrensel olarak kabul edilmemiştir, ancak diş hekimliğinde kullanılan en yaygın DSLT cihazları tipik olarak 600-1000 nm aralığındadır. Bu aralıkta sitokrom c oksidaz için birçok absorpsiyon tepe noktası vardır, dokulara iyi nüfuz ederler (850 nm'ye kadar) ve birçok klinik çalışmada başarılı sonuçlar alınmıştır.³

Güç (Power): Diş hekimliğinde kullanılan en yaygın DSLT cihazları 50 mW- 5W aralığındadır.²²⁰

Işın alanı: Işın alanı, ışınımı hesaplamak için gereklidir, ancak ölçülmesi zordur ve sıklıkla yanlış bildirilir. Diyot lazer ışınları tipik olarak yuvarlak değildir (genellikle elips şeklindedir) ve ışınlar genellikle ortada daha parlaktır ve çevre kısmına doğru kademeli olarak zayıflar (Gauss dağılımı). Bundan dolayı birçok araştırmacı tarafından yeterince anlaşılmamıştır ve ışın alanı bildirilirken sıklıkla hatalar yapılmaktadır.^{3, 224}

Aydınlatma (ışınım): Güç (W) / ışın alanı (cm²) oranıdır ve uygun radyometrik terimi “ışınım”dır.²²⁵

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

$$\text{Ortalama güç (W)} = \text{Güç piki (W)} \times \text{Aralık süresi (sn)} \times \text{Aralık frekansı (Hz)}$$

Aralıklı ışınlama ile ilgili yapılan bir derlemenin sonucu olarak aralıklı ışığın devamlı dalga ışığından farklı sonuçlarının olduğu bildirilmiştir.²²⁶

2.10.1.2. Doz Parametreleri

Enerji: Güç ve süre arasında ters bir ilişki olduğundan ve aydınlatmayı (irradiance) yok saydığından dolayı enerjiiyi doz birimi olarak kullanmak çok güvenilir değildir. Enerji şu formül kullanılarak hesaplanır:³

$$\text{Enerji (J)} = \text{Güç (W)} \times \text{Süre (sn)}$$

Maruz Kalınan Işın (Radiant Exposure): Bu hesaplama ise güç, süre ve aydınlatma arasında ters ilişki olduğundan dolayı doz birimi olarak güvenilir değildir ve şu şekilde hesaplanır:³

$$\text{Maruz kalınan ışın } \left(\frac{J}{cm^2}\right) = \text{Güç (W)} \times \frac{\text{süre (sn)}}{\text{ışın alanı (cm}^2\text{)}}$$

Işınlama Süresi: Yukarıda açıklanan potansiyel karşılıklı ilişkilerdeki yetersizlikten dolayı, DSLT verilerini bildirmenin ve kaydetmenin daha doğru yolu, ışınlama parametrelerini tanımlamak, ardından ışınlama süresini tanımlamaktır. Tipik olarak tedavi süreleri tedavi seansı başına 30-60 s aralığındadır.³

Tedavi Aralığı: 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 uygulaması gerektirmektedir.³

2.11. Güvenlik

DSLTL ile ilgili çok az risk bulunmaktadır. Potansiyel zararlı etkiler oluşan ısıdan ziyade oküler zararlar olarak görülebilmektedir. Bu yüzden lazer uygulaması sırasında gözlük kullanımı gereklidir. Birçok vakada DSLTL cihazları ışığı diverjan (paralel olmayan) yayar ve zararlı etkileri mesafeyle azalır.³

2.12. Kontrendikasyonlar

2010'da Lazer Terapisi Kuzey Amerika Birliği konferansında güvenlik ve kontrendikasyonlarla ilgili fikir birliğine varılmıştır. Temel öneriler Tablo 2.5'te verilmiştir.

Tablo 2.5. Lazer kullanımında dikkat edilmesi gereken hususlar

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 epileptik hastalarda düşük frekanslı görünür ışığın (<30 Hz) krizi tetikleyebileceği bilinmelidir. Bu hastalar ışık titreşimlerinden tam olarak korunmalıdır. ³

2.13. DSLTL'nin Oral ve Maksillofasiyal Endikasyonları

- Dentin hipersensitivitesinin azaltılması,²²⁷
- Pulpada dentin formasyonunun artırılması,²²⁸
- Kavite preparasyonu sırasında ağrının azaltılması,²²⁹
- Endodontik tedavi sonrası post operatif ağrının azaltılması⁵
- Gingivektomiden sonra iyileşmenin hızlandırılması ve gingival inflamasyonun azaltılması,²³⁰
- Alveoler sinir parestezisinin iyileştirilmesi,²³¹

- Üçüncü molar çekimlerinden sonra ağrının ve şişliğin azaltılması, trismusun önlenmesi,²³²
- Ortodontik ağrıların azaltılması ve remodelasyonun hızlandırılması,²³³
- Ortodontik diş hareketlerinin hızlandırılması, osteoblast/osteoklast aktivitesini artırılması, kollajen birikiminin artırılması,^{233, 234}
- Ortodontide kullanılan titanyum implantların osteointegrasyonunun artırılması ve bu implantlardan sonra iyileşmenin hızlandırılması,²³⁵
- Kemik-implant bağlantısının güçlendirilmesi, kemik formasyonunun hızlandırılması,²³⁵
- Distraksiyonlarda kemik trabekülesyonu ve kemikleşmenin artırılması,²³⁶
- Temporamandibular eklem hastalıklarında ağrının azaltılması, mandibulanın hareket aralığının genişletilmesi,²³⁷
- Herpes iyileşmesinin hızlandırılması ve tekrar oluşumunun azaltılması,²³⁸
- Ağız kuruluğunda tükürük bezlerinin kanal epitel hücrelerinin rejenerasyonu, tükürük salınımının artırılması,²³⁹
- Oral mukositiste şiddetin azaltılması ve sürenin kısaltılması,²⁴⁰
- Liken planus'ta lezyonun küçültülmesi ve ağrının azaltılması,²⁴¹
- Yanan ağız sendromunda semptomların azaltılması,²⁴²
- Çenelerdeki biofosfonat ilişkili osteonekrozlara bağlı ağrı ve şişliğin azaltılması, fistüllerin iyileştirilmesi,^{243, 244} gibi birçok kullanım alanı bulunmaktadır.

2.14. Kriyoterapi

'Cyros' Grekçe'de soğuk anlamına gelmektedir. Bir termoterapi türü olan kriyoterapi ise soğğun herhangi bir yöntemle tedavi amacıyla kullanılmasıdır. Aslında kriyoterapi soğuk uygulama anlamına gelmekten ziyade ısının uzaklaştırılması işlemi olup, doku ısısının azaltılması amaçlanmaktadır.¹⁵

2.14.1. Kriyoterapinin Tarihçesi

Soğuk uygulamalar özellikle fizik tedavi ve ortopedi alanında kullanılan en eski ve en basit tedavi yöntemidir. Tarihi yüzyıllar öncesine dayanan kriyoterapi tedavisinin kullanım alanı son yıllarda genişlemiştir. Hipokrat, M.Ö. 5. yüzyılda kar ve buzu kullanarak yumuşak doku uygulamalarında ağrının giderilmesi amacıyla soğuk uygulama yapan ilk hekim olmuştur. Son yıllarda bu tedavinin bilimsel temelini oluşturmaya yönelik çalışmalar devam etmektedir. Günümüzde soğuk uygulamaları; ortopedi,⁶ travmatoloji,⁷ fizyoterapi,⁹ ve nöroloji⁸ gibi birçok tıp alanında hastalıkların tedavisine yardımcı bir yöntem olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır.¹⁵

2.14.2. Soğuk Uygulamasındaki Fizik Prensipleri

Soğuk veya sıcak uygulamaları en yaygın kullanılan tedavilerdir. Sıcak veya soğuk olarak algılanan ısı, moleküllerin hareketi ile ilgili bir iç enerjidir. Doku içinde oluşan enerjinin aktarılması 5 yolla olmaktadır.²⁴⁵ Bunlar;

1. Taşıma (Conduction): Direkt teması gerektirir ve sıcaklıklar arasındaki farklılıklara bağlıdır. Sıcaklık yakın atomlar arasında termal enerjinin iletilmesi ile taşınır.
2. Yayılma (Convection): Bir gaz veya sıvının ısınarak yükselmesi ve bir başka yerde soğuyarak aşağı inmesidir.

3. Işıma (Radyasyon): Objeler arasında direkt temas olmadan bir objeden diğerine ısı transferi sürecidir. Sıcaklık bir objeden diğerine ışın biçiminde taşınır.
4. Buharlaşma (Evaporation): Su gibi ısı kaybetme yapabilen maddelerin sıvı halden gaz haline geçerken gaz haline dönüşebilmesidir. Deriden sıvının buharlaşması ve derinin soğutulması ısı kaybı ile sonuçlanır.
5. Dönüşüm (Conversion): Elektrik enerjisinin ısıya dönüşmesi yoludur.²⁴⁵

Vücuda sıcak uygulama yapılırken sıcaklığın taşınmasında; taşıma, yayılma, ışırma ve dönüşüm yolları kullanılmaktadır. Soğuk uygulaması ise aktif olarak gerçekleşmemekte, vücutta ısı kaybedilerek oluşmaktadır. Soğuk en çok taşıma, yayılma ve buharlaşma yolları ile taşınmaktadır.²⁴⁵

2.14.3. Soğuk Uygulamanın Organizmaya Etkisi

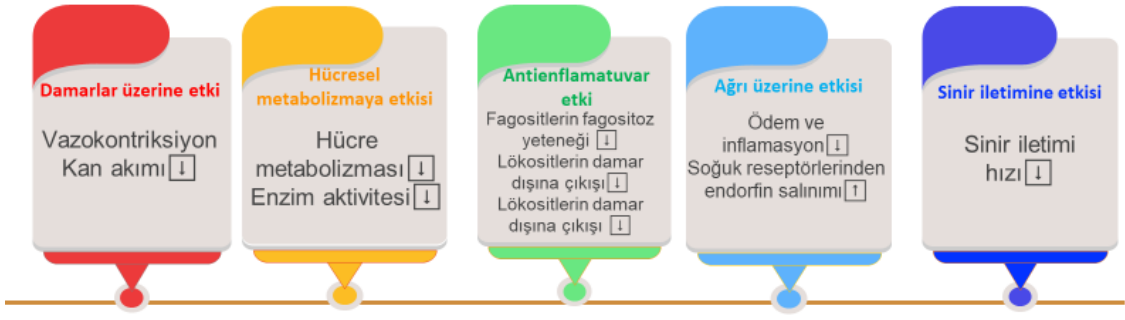
Soğuk uygulamaları organizmada sistemik ve lokal etkiler oluşturmaktadır.

2.14.3.1. Soğukun Sistemik Etkileri

Sistemik olarak sırasıyla deride vazokonstriksiyon, terlemede azalma, kan basıncında artış, titreme, kalpte iletim bozukluğu, bilinç kaybı ve solunum durması şeklinde tablolar meydana gelebilmektedir.²⁴⁶

2.14.3.2. Soğukun Lokal Etkileri

Soğukun sistemik etkilerinin yanı sıra Şekil 2.10'da gösterildiği gibi farklı lokal etkileri de bulunmaktadır.



Şekil 2.10. Soğğun lokal etkileri

- a- Damarlar üzerine etkisi:** Soğuk uygulaması dokunun sıcaklığını azaltarak vazokonstriksiyona sebep olur. Bunun sonucunda ilgili alanda kan akımı azalır. Bu azalma ise dokuya oksijen ve diğer metabolitlerin ulaşmasını ve atık ürünlerin de uzaklaştırılmasını güçleştirir. Ancak soğuk uygulamasına devam edilip doku sıcaklığı çok fazla düşerse damarlarda vazodilatasyon meydana gelir. Dolayısı ile uzun süreli soğuk uygulaması dokunun hasarına sebep olabilmektedir.^{246, 247}
- b- Hücresel metabolizmada azalma:** Soğuk uygulaması sonucu vazokonstriksiyon meydana gelerek hücre metabolizmasını yavaşlatabilir. Soğuk uygulamasının hücre metabolizması üzerindeki ikinci etkisi ise hücre enzim aktivitesinin azalmasıdır. Hücresel enzim aktivitesinin azalması ile hücrenin besin, oksijen ve enerji gereksinimi azalır ve hücrenin metabolizması yavaşlar.²⁴⁶
- c- Antienflamatuvar etki:** Soğuk uygulaması antienflamatuvar etkisini 3 yolla yapar:
1. Soğuk uygulaması sonucu fagositlerin fagositoz yetenekleri azalır.
 2. Soğuk uygulamasının vazokonstriksiyon meydana getirmesi sonucu polimorf hücreli lökositlerin damar dışına çıkması engellenir ve böylece enflamasyon baskılanır.
 3. Soğuk uygulaması kapiller geçirgenliği azaltır ve damar içi sıvı damar dışına çıkamaz. Böylece enflamasyonda meydana gelen ödem azalır.²⁴⁶
- d- Ağrı üzerine etkisi:** Soğuk uygulamasının ağrıyı azaltması direkt ve indirekt olmak üzere iki şekilde meydana gelir:²⁴⁶

1. **İndirekt:** Soğuk uygulaması ile ödem ve enflamasyonun azalması sonucu dolaylı olarak ağrı azalır.²⁴⁶
2. **Direkt:** Soğuk uygulaması periferik sinirlerin iletim özelliklerini değiştirerek doğrudan ağrıyı azaltır. Soğuk reseptörlerinin uyarılması ile endorfinler açığa çıkar ve analjezik etki meydana gelir. Ayrıca soğuk uygulaması ile sinir liflerinin iletim hızı düşmektedir.²⁴⁶

2.14.4. Soğuk Uygulama Yöntemleri

1. **Soğuk silika jel paketler:** Soğuk paketler içi jel silika ile dolu, hasta tarafından kullanılması kolay plastik torbalardır. Dokuyu 0 °C'ye kadar soğutabilir.^{246, 247}
2. **Buz kesesi/buz torbası:** İçerisinde buz parçaları bulunan torbalardır. Deride soğuk yanıklarına ve donmalara sebep olmaması için bir beze sarılarak uygulanmalıdır. Buz torbası doku sıcaklığını 8 °C'ye düşürebilir.²⁴⁶⁻²⁴⁸
3. **Soğuk suya daldırma:** Buzlu suya direkt olarak tedavi olacak uzvun daldırılmasıdır. Uygulama, 15 °C'lik su kullanılarak gerçekleştirilmekte ve yaklaşık 20 dakika sürmektedir. Ancak kök kanal tedavisi için uygun değildir.^{246, 247}
4. **Kombine soğuk kompresyon sistemi:** Soğuk uygulaması kompresyonla birlikte uygulandığında etkisi artmaktadır. Bu amaçla üretilen ve vücudun çeşitli bölgeleri için uygun aparatlar bulunmaktadır.²⁴⁶
5. **Soğuk kompres:** Soğuk su ile ıslatılmış gazlı bezlerin ilgili bölgeye kompres uygulaması ile yapılır. Soğukluğun etkinliğini sürdürmek amacıyla kompresin üzerine buz kesesi ya da soğuk paket sarılarak uygulanabilir.²⁴⁶

2.14.5. Tıp ve Diş Hekimliğinde Kriyoterapinin Kullanım Alanları

Kriyoterapi; ortopedi, travmatoloji, romatoloji ve nöroloji gibi pek çok tıp branşında tedavi seçeneği olarak uygulanmaktadır.⁶⁻⁹ Diş hekimliğindeki çalışmalar

incelendiği zaman özellikle maksillo fasiyal cerrahi¹², dental cerrahi¹³ ve endodontik tedavi^{10, 11} sonrası ağrının azaltılmasında kriyoterapi uygulamaları bulunmaktadır.

2.14.5.1. Kök Kanal Tedavisinde Kriyoterapi

Yapılan bir in vitro çalışmada kök kanal tedavisi sırasında son irrigasyon olarak soğuk salin solüsyonunun kullanılarak 4 dakika boyunca kök yüzeyinin dış sıcaklığının 10 C'den fazla düşmesinin periradkler dokularda lokal bir antienflamatuvar etki oluşturmak için yeterli olabileceği belirtilmiştir.¹⁴ Gündoğdu ve Arslan¹⁵ 100 kişi ile yaptıkları bir çalışmada kanal içi kriyoterapi uygulamasının endodontik tedavi sonrası postoperatif ağrıyı azalttığını bulmuşlardır.

3. MATERYAL VE METOT

Bu tez çalışmasının etik kurul onayı 27.05.2021 tarihli Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu toplantısında B.30.2.ATA.0.01.00/246 sayılı kararıyla verilmiştir (EK-3). Sonrasında danışman hoca değişikliği nedeniyle 28.04.2022 tarihli ve B.30.2.ATA.0.01.00/416 sayılı kararla yeniden etik kurul onayı alınmıştır (EK-4).

3.1. Hasta Seçim Kriterleri

Çalışmamız Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalına akut ağrılı süt molar dişleri sebebiyle başvuran hastalar üzerinde yürütüldü. Örneklem büyüklüğü hesaplanırken Candaş ve ark.'nın¹⁵ yaptığı çalışmadaki 1 günlük sonuca göre etki büyüklüğü 0.85, standart sapma 20, α değeri 0.05 ve β değeri %95 alınmış ve örneklem büyüklüğü her bir grup için 9 hasta olarak belirlenmiştir. Ancak, öngörülemeyen aksaklıklar göz önünde bulundurularak etki büyüklüğü 0.37 olarak değiştirilmiş ve %80 güç ölçeğinde 0.05 anlamlılık seviyesinde 3 grup için 75 örneğin yeterli olacağı tespit edilmiştir.

3.2. Çalışmaya Dâhil Edilme Kriterleri

1. Bilgilendirilmiş onam (EK-5,6,7) formunun veli tarafından imzalanmış olması,
2. Hastanın 6-9 yaş aralığında bulunması,
3. Hastanın koopere olması (Frankl skalası kategori 3 ve 4),
4. Süt molar dişlerinde spontan ağrı hikayesi bulunması,
5. Tedavi öncesi perküsyon hassasiyeti değerinin VAS ağrı skalası üzerinde 5 veya 5'in üzerinde olması,
6. Pulpasında akut veya kronik enfeksiyonu olan süt molar dişinin bulunması,
7. Süt molar dişlerin kron pulpası çıkarıldığında kök pulpasındaki kanamanın 5 dk içerisinde durmaması veya olmaması,
8. Rubber-dam takılabilen süt molar dişler,

3.3. Çalışmaya Dâhil Edilmeme Kriterleri

1. Herhangi bir sistemik hastalığı (antibiyotik profilaksisi gerektiren durumlar dahil) veya psikiyatrik problemi olan hastalar,
2. Kök kanal tedavisi öncesi son 24 saat içinde herhangi bir analjezik, antiinflamatuvar ya da son 1 hafta içerisinde antibiyotik kullanan hastalar,
3. Tedavide kullanılan materyallere karşı alerjisi bulunan hastalar,
4. Restore edilemeyecek kadar aşırı kron harabiyeti olan süt molar dişler,
5. Kökler arası kemik kaybının 1/3'ü aştığı süt molar dişler,
6. İlgili dişte daha önce kanal tedavisi veya amputasyon tedavisi uygulanmış olması,
7. İlgili dişte internal/eksternal ve fizyolojik kök rezorpsiyon varlığı,
8. Kök kırığı, ankiloz ya da mobilitesi (Miller mobilite sınıflaması 3 ve 4) olan dişler,
9. Restore edilemeyecek veya rubber-dam takılamayacak kadar aşırı kron harabiyeti olan dişler,

3.4. Tedavi Protokolü

Tedaviye başlamadan önce 75 adet örnek bir web programı (www.randemizer.org) kullanılarak randomize edilmiştir. Bu randomizasyon sırasına göre gelen hastalar kontrol, düşük seviyeli lazer terapi (DSLTL grubu) ve kanal içi kriyoterapi (kriyoterapi grubu) gruplarına (n=25) ayrılmıştır.

Çalışmaya alınan her hastanın velisine tedavi öncesinde tedavi ile ilgili bilgiler verilmiş ve tedavi sonuçları açıkça anlatıldıktan sonra çalışma için onam alınmıştır. Çalışmamızdaki hastaların tamamının tedavisi tek bir klinisyen (MTÇ) tarafından yapılmıştır.

Hasta muayene edildikten sonra dâhil edilme kriterlerine uyan hastaların hissettikleri mevcut ağrı şiddeti Wong Baker görsel ağrı değerlendirme skalası üzerinden (hissedilen ağrı skoru) belirlenmiştir. Preoperatif perküsyon hassasiyetinin değerlendirilmesinde ise perküsyon testi sonrasında hasta tarafından işaretlenen 10 cm'lik VAS skalası kullanılmıştır (EK-8).

Her grupta tedavi edilecek dişlerin anestezisi 1:100,000 epinefrin içeren 1,8 ml articain HCl (Ultracain DS; Pharma Vision San. ve Tic. A.Ş., İstanbul, Türkiye) kullanılarak yapılmıştır. Alt süt molar dişlerin tedavisinden önce mandibular anestezi ve bukkal infiltrasyon anestezisi uygulanmıştır. Üst süt molar dişlerin tedavisinden önce ise bukkal ve palatinal infiltrasyon anestezisi uygulanmıştır. Anestezi sağlandığından emin olunduktan sonra tedaviye başlanmıştır.

Çürük doku uzaklaştırılıp endodontik kavite açıldıktan sonra rubber-dam ile izolasyon sağlanmıştır. Kök kanallarının belirlenmesinde 15 numaralı K tipi eğe (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kullanılmıştır. Kanal içindeki pulpa dokusu tirnerf ile çıkarıldıktan sonra kanallar 2 ml %1'lik NaOCl ile yıkanmış ve kağıt koniler kullanılarak kurulanmıştır. Kanalların çalışma boyu 15 numaralı K eğe ve elektronik apeks bulucu (Şekil 3.1, Propex Pixi; Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma boyunu tespit etmek için kullanılan apeks bulucu

Çalışma boyu tespit edildikten sonra kanallar Ni-Ti endodontik döner alet eğeleri (EndoArt Pedo Gold ve EndoArt Expert Gold; İnci Dental Tıbbi Malz. San. ve Tic. Ltd. Ş, İstanbul, Türkiye) üretici firmanın tavsiye ettiği tork değerinde (2.0 Ncm, 300 Rpm) X Smart Plus (Şekil 3.2, Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) endodontik motorda kullanılarak prepare edilmiştir.



Şekil 3.2. Kök kanal preparasyonu için kullanılan endodontik motor

20 numaralı K el aleti kullanılarak çalışma boyuna kadar pasif olarak ilerlenemeyen kanallarda kanal boyları 15 numaralı K el aleti ile ölçülmüş ve 30.04 EndoArt Pedo Gold Ni-Ti endodontik döner alet eğesine (Şekil 3.3., İnci Dental Tıbbi Malz. San. Ve Tic. Ltd. Ş, İstanbul, Türkiye) kadar prepare edilmiştir. 25 numaralı K el aleti kullanıldığında çalışma boyuna kadar pasif olarak ilerlenemeyen kanallarda ise kanal boyları 20 numaralı K el aleti ile ölçülmüş ve 40.04 EndoArt Expert Gold Ni-Ti endodontik döner alet eğesi (İnci Dental Tıbbi Malz. San. Ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye) kullanılarak prepare edilmiştir.



Şekil 3.3. Kök kanal preparasyonunda kullanılan Ni-Ti eğeler

Kanal irrigasyonlarında kullanılmak amacıyla 30 gauge iğneler (Zhejiang Kangkang Medical-Devices Co.Ltd., Zhejiang, China) tercih edilmiştir. Irrigasyon iğneleri çalışma boyundan 4-5 mm kısa olacak konumda tutularak kanalların irrigasyonu yapılmıştır. Eğelerin her gagalama hareketi arasında 2 ml olacak şekilde toplamda her kanal için 5 ml %1'lik NaOCl kullanılarak yıkama yapılmıştır. Kanalların son yıkaması 5 ml serum fizyolojik (%0.9 İzotonik Sodyum Klorür, Osel İlaç Sanayi ve Tic. A.Ş., Beykoz, İstanbul) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Son yıkamadan sonra kanal içi kriyoterapi grubunda ilk iki gruptan farklı olarak her bir kanal 5 ml 2°C'lik soğuk serum fizyolojik ile 5 dk boyunca yıkanmıştır. Kanallar kâğıt koni yardımıyla kurulandıktan sonra kanallara iodoform ve kalsiyum hidroksit içerikli kanal patı (Şekil 3.4, Viopex; Spident Co. Ltd, Incheon, Korea) enjekte edilerek doldurulmuştur.



Şekil 3.4. Kanal dolumunda kullanılan kanal patı

Kavite duvarlarındaki pat kalıntıları alkol emdirilmiş pamuk yardımıyla temizlendikten sonra pulpa odası tabanına rezin modifiye cam iyonomer siman (Ionoseal; Voco, GmbH, Cuxhaven, Germany) kanal ağzlarının üzerini örtecek şekilde yerleştirilmiş ve led ışık cihazı (Şekil 3.5., WoodPecker LED.B, Guilin Woodpecker Medical Instrument Co. Ltd, China) kullanılarak 20 sn süre ile görünür ışık yardımıyla polimerize edilmiştir. Dentin bağlayıcı ajan (Futurabond U; Voco, GmbH, Cuxhaven, Germany) kavite duvarlarına 10 sn süre ile uygulanmış, 5 sn hafif hava ile yayıldıktan sonra ışık ile 10 sn polimerize edilmiştir. Dişlerin restorasyonunda tabakalama tekniği kullanılarak yerleştirilen her bir kompomer tabakası (Şekil 3.6., Twinky Star; Voco, GmbH, Cuxhaven, Germany) 20 sn ışık ile polimerize edilmiştir. Okluzyon kontrolünü takiben yeşil polisaj lastiği (OptraGloss, Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein) kullanılarak polisaj yapılmış ve restorasyon işlemi bitirilmiştir.



Şekil 3.5. Kompomer polimerizasyonda kullanılan ışın cihazı



Şekil 3.6. Restorasyonda kullanılan kompomer dolgu

Dişlerin restorasyonu tamamlandıktan sonra diğer gruplardan farklı olarak DSLT grubunda, diyet lazer cihazı (Şekil 3.7., Diode Laser 3 Watt Expert03D810, China) kullanım klavuzuna uygun olarak biyostimulasyon seçeneğinde, 980 nm dalga boyunda, sürekli atım modunda (continuous mode), 300 mW gücünde kök apeksi hizasında ve diş etinden 4 mm uzaklıkta 30 sn bukkal, 30 sn lingual/palatinal bölgede aktive edilmiştir. DSLT uygulamasından önce hasta ve hekim güvenliği için koruyucu gözlük kullanılmıştır.



Şekil 3.7. DSLT uygulamasında kullanılan lazer cihazı

Çok şiddetli ağrı olma ihtimaline karşı bütün hastalara ağrı kesici (10 mg/kg parasetamol) reçete edilmiştir. Velilerden hastaların 1., 3., 5. ve 7. günlerdeki hissedilen ağrı skorlarını hastalara sorarak verilmiş olan forma Wong Baker görsel ağrı skalasına göre işaretlemeleri istenmiştir. Hastalar bir hafta sonra işaretledikleri hasta takip formu (EK-8) ile kontrol randevusuna çağırılmıştır.

Kontrol randevusunda hastaların işlem sonrası ağrı kesici kullanıp kullanmadıkları sorulmuş, klinik muayenelerinde postoperatif şişlik, palpasyon ve fistül yolu mevcudiyeti değerlendirilmiş ve forma kaydedilmiştir. Ayrıca, perküsyon testi yapılarak hastaların 7. gün kontrol randevusundaki perküsyon hassasiyetleri de VAS skalası kullanılarak belirlenmiştir.

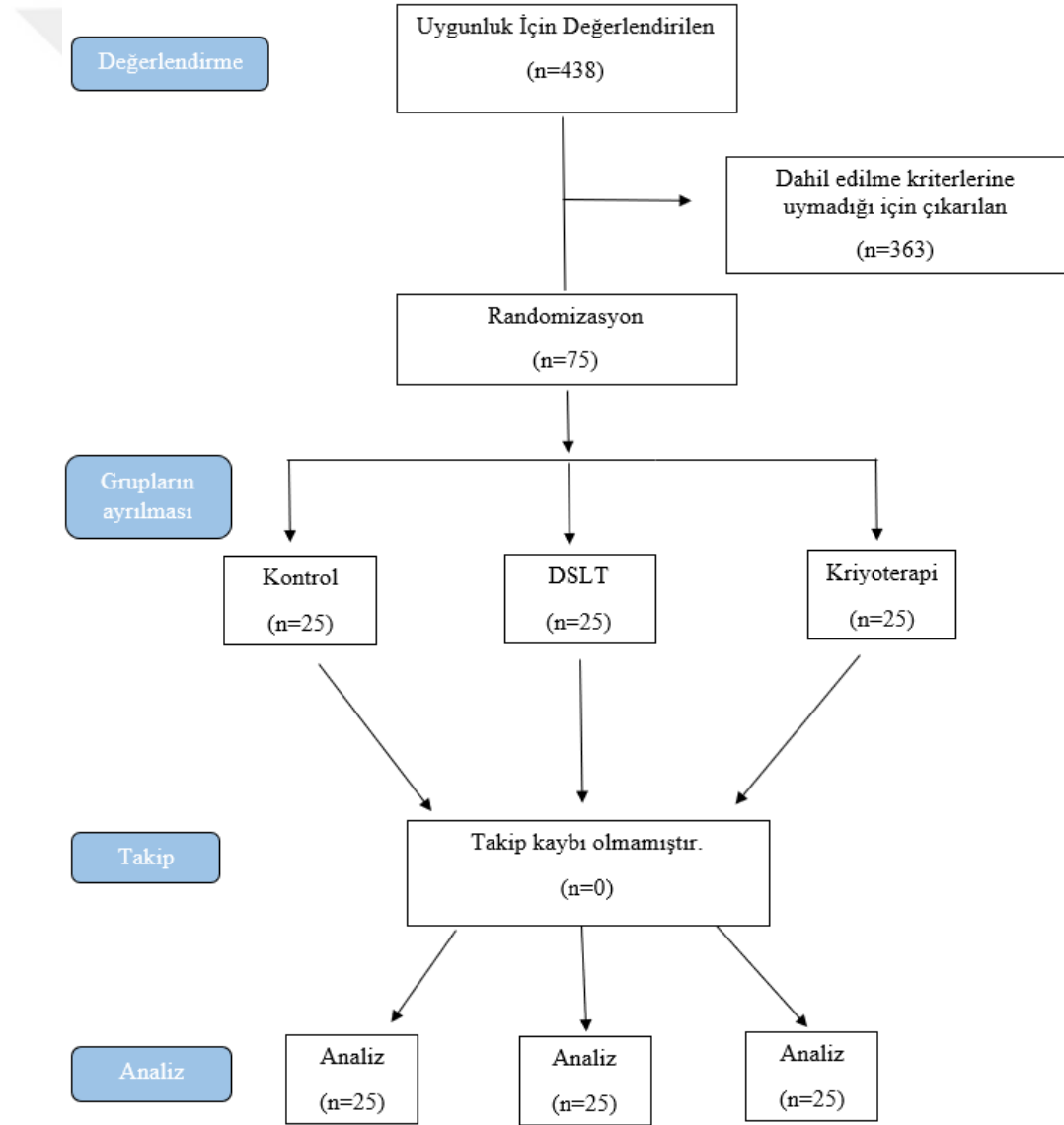
3.5. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızda elde edilen veriler Microsoft Excel programına kaydedildikten sonra SPSS v26 programında istatistiksel analizler $p < 0.05$ anlamlılık düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Kategorik değişkenler sayı ve yüzde, numerik değişkenler ortalama ve standart sapma olarak sunulmuştur. Kolmogrov Smirnov Testi ve grafikleme yöntemi kullanılarak numerik değişkenlerin normal dağılıma uygun olup olmadığı değerlendirilmiştir. Normal dağılım sergilemeyen kategorik değişkenlerin (cinsiyet, çene, post operatif ilaç kullanımı ve vitalite) karşılaştırılmasında Ki-kare testi kullanılmıştır. Normal dağılım sergileyen numerik yaş değişkeni tek yönlü varyans analizi (one way ANOVA) kullanılarak karşılaştırılmıştır. Normal dağılım sergilemeyen ikiden fazla bağımsız değişkenin (gruplar arası ağrı farklılığının) değerlendirilmesinde Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Normal dağılım sergilemeyen ikiden fazla bağımlı değişken (gruplar arası ağrı varlığının zamansal değişiminin) Friedman analizi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Normal dağılım sergilemeyen iki bağımlı değişkenin (grupların kendi içindeki 1., 3., 5. ve 7. gün ağrı) değerlendirmesinde Willcoxon İşaret testi kullanılmıştır.

1., 7. günde hissedilen ağrı skorları ve 7. gündeki perküsyon hassasiyetlerinde ağrı olma durumunun modellenmesi için ilgili bağımsız değişkenler kullanılarak Backward Conditional metodu ile İkili Lojistik regresyon analizi yapılmıştır. Analizde “ağrı yok” grubu referans olarak alınmıştır. Bağımlı değişkeni açıklamak için kullanılan en iyi modelin etkinliğini ölçmek amacıyla Hosmer-Lemeshow testi sonucu değerlendirilmiştir. Modelde bulunan bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişimi açıklama oranı Cox and Snell ve Nagelkerke istatistikleri ile gösterilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamız dâhilinde süt dişlerindeki ağrı şikayeti ile Haziran 2021-Şubat 2022 tarihleri aralığında Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı kliniğine başvuran 438 hasta değerlendirilmiştir. Dahil edilme kriterlerine uymayan 363 hasta çalışma dışı bırakılmış ve çalışmaya 75 hasta ile devam edilmiştir. Hastalar her grupta 25 hasta olacak şekilde randomizasyon yapılmıştır. Bir hafta sonraki takip seansında hasta kaybı yaşanmamıştır. Hastaların çalışma sürecine dahil olma diyagramı Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma sürecince katılımcıların çalışmaya dahil olma diyagramı

Çalışmamızdaki hastaların gruplara göre yaş ortalaması dağılımı Tablo 4.1’de verilmiştir. Çalışmaya katılan çocukların yaş ortalamaları 7.5 ± 1.1 yıl olarak bulunmuş ve gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0.817$).

Tablo 4.1. Çalışma gruplarındaki hastaların yaş dağılımı (ortalama \pm standart sapma)

	Kontrol	DSLIT	Kriyoterapi	p
Yaş ort.	7.5 ± 1.1	7.4 ± 1	7.7 ± 1.1	0.817

Çocukların cinsiyet yönünden gruplara göre dağılımları Tablo 4.2’de verilmiştir. Cinsiyet dağılımı bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p=0.681$).

Tablo 4.2. Çalışmadaki hastaların cinsiyet bakımından gruplardaki dağılımı [n (%)]

	Kontrol	DSLIT	Kriyoterapi	Total	p
Erkek	16 (64)	15 (60)	13 (52)	44 (58)	0.681
Kız	9 (36)	10 (40)	12 (48)	31 (41)	

Çalışmada değerlendirilen hastaların tedavi edilen dişlerinin bulunduğu çene ve yarım arklara göre dağılımı Tablo 4.3’te gösterilmiştir. Tedavi edilen dişlerin bulunduğu çeneler ($p=0.85$) ve yarım arklar ($p=0.605$) bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır.

Tablo 4.3. Çalışmada farklı gruplarda tedavi edilen dişlerin bulunduğu çene ve arklardaki dağılımı [n (%)]

	Kontrol	DSLIT	Kriyoterapi	Total	p
Maksilla	10 (40)	11 (44)	12 (48)	33 (44)	0.85
Mandibula	15 (60)	14 (56)	13 (52)	42 (56)	
Sağ üst	5 (20)	6 (24)	4 (16)	15 (20)	0.605
Sol üst	5 (20)	5 (20)	8 (32)	18 (24)	
Sol alt	9 (36)	4 (16)	6 (24)	19 (25.3)	
Sağ alt	6 (24)	10 (40)	7 (28)	23 (30.7)	

Çalışmamızda tedavi edilen dişlerin pulpal vitalite durumları Tablo 4.4'te gösterilmiştir. Tedavi edilen dişlerde vitalite durumu bakımından gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=0.22$).

Tablo 4.4. Tedavi edilen dişlerin pulpa vitalitelerinin gruplara göre dağılımı [n (%)]

	Kontrol	DSL T	Kriyoterapi	Total	p
Devital	3 (12)	5 (20)	1 (4)	9 (12)	0.22
Vital	22 (88)	20 (80)	24 (96)	66 (88)	

Çalışmamızdaki hastaların postoperatif analjezik kullanımı Tablo 4.5'de verilmiştir. Postoperatif analjezik kullanımı kontrol ($n=2$) ve kriyoterapi gruplarında ($n=1$) az da olsa görülmüş, DSL T grubunda ise görülmemiştir. Postoperatif analjezik kullanımı bakımından gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=0.353$).

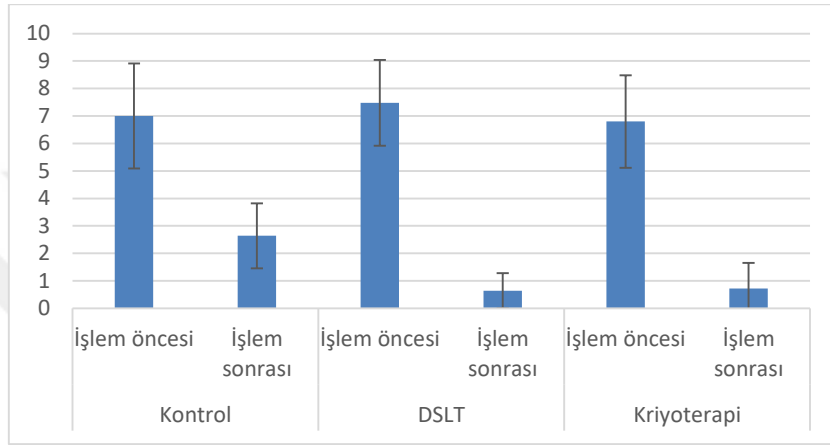
Tablo 4.5. Postoperatif analjezik kullanımına göre grupların dağılımı [n (%)]

	Kontrol	DSL T	Kriyoterapi	Total	p
Analjezik kullanan	2 (8)	0 (0)	1 (4)	3 (4)	0.353
Analjezik kullanmayan	23 (92)	25 (100)	24 (96)	72 (96)	

İşlem öncesi ve sonrası perküsyon hassasiyetine karşı hastaların belirtmiş oldukları VAS skoru ortalamalarının gruplara göre dağılımı Tablo 4.6.'da verilmiştir. Bütün grupların işlem öncesi perküsyon hassasiyet skorları operatif işlem sonrasında düşüş sergilemiştir (Şekil 4.2., $p<0.001$). Kontrol, DSL T ve kriyoterapi grupları arasında işlem öncesi perküsyon hassasiyeti skorları bakımından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p=0.246$). Ancak işlemi takiben 7. günde değerlendirilen işlem sonrası perküsyon hassasiyeti skorları bakımından kontrol grubundan kaynaklı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0.001$).

Tablo 4.6. Hastaların işlem öncesi ve sonrası perküsyon hassasiyeti skor ortalamaları (ortalama \pm standart sapma)

Perküsyon hassasiyeti	Kontrol	DSLTL	Kriyoterapi	p
İşlem öncesi	7 \pm 1.9	7.5 \pm 1.6	6.8 \pm 1.7	0.246
İşlem sonrası	2.6 \pm 1.2	0.6 \pm 0.6	0.7 \pm 0.9	<0.001
P	<0.001	<0.001	<0.001	



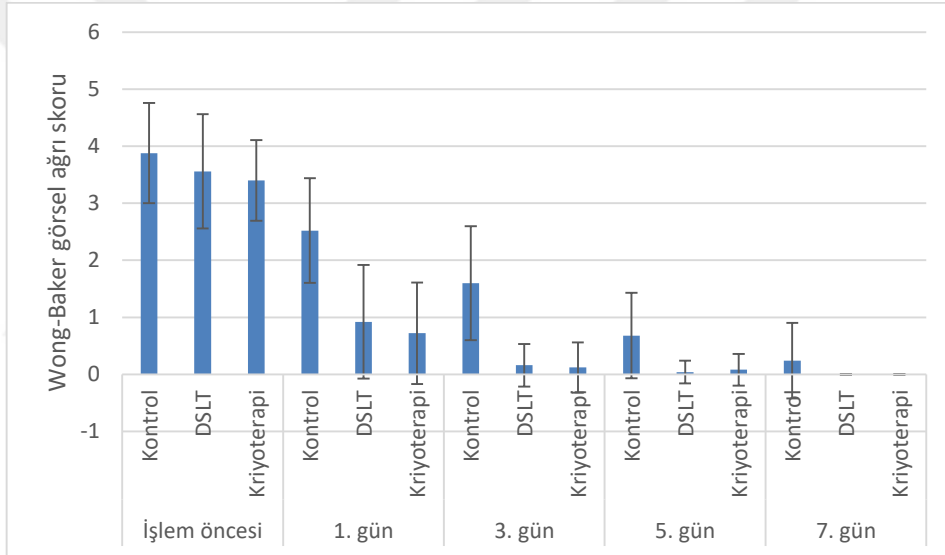
Şekil 4.2. Hastaların işlem öncesi ve sonrası perküsyon hassasiyetlerinin değerlendirildiği VAS skoru ortalamaları

Değerlendirme zamanlarında kontrol grubuna ait bütün hissedilen ağrı skorları arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur (Tablo 4.7., $p < 0.001$). DSLT grubunun hissedilen ağrı skorları incelendiğinde ise sadece 5. gün skoru 3. ve 7. gün ile benzer bulunmuş bunun dışındaki bütün değerlendirme zamanlarındaki ölçümler arasında anlamlı farklılıklar gözlenmiştir ($p < 0.001$). Kriyoterapi grubunda da sadece 3. günden sonraki skorlar birbirleri ile benzer bulunmuş bunun dışındaki bütün değerlendirme zamanlarındaki ölçümler arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p < 0.001$). İşlem öncesi hissedilen ağrı skorları yönünden gruplar arasında anlamlı bir farklılık mevcut değildir ($p = 0.176$). Ancak işlem sonrası skorlar incelendiğinde DSLT ve kriyoterapi grupları kontrol grubuna kıyasla daha düşük skorlar sergilediği gözlenmiştir ($p < 0.05$, Şekil 4.3.).

Tablo 4.7. Hastaların işlem öncesi ve işlem sonrası (1., 3., 5. ve 7. günler) hissettikleri ağrılara ait Wong-Baker görsel ağrı skalası skor ortalamaları (ortalama ± standart sapma)

Değerlendirme zamanı	Kontrol	DSLTL	Kriyoterapi	p
İşlem öncesi	3.9 ± 0.0 ^a	3.6 ± 1 ^a	3.4 ± 0.7 ^a	0.176
1. gün	2.5 ± 0.9 ^b	0.9 ± 1 ^b	0.7 ± 0.9 ^b	<0.001
3. gün	1.6 ± 1 ^c	0.2 ± 0.4 ^c	0.1 ± 0.4 ^c	<0.001
5. gün	0.7 ± 0.75 ^d	0 ± 0.2 ^{cd}	0.1 ± 0.3 ^c	<0.001
7. gün	0.2 ± 0.7 ^e	0 ± 0 ^d	0 ± 0 ^c	0.016
P	<0.001	<0.001	<0.001	

a,b,c,d,e: Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05).



Şekil 4.3. Hastaların işlem öncesi ve işlem sonrası (1., 3., 5. ve 7. günler) hissettikleri ağrılara ait Wong-Baker görsel ağrı skalası skor ortalamaları

İşlem sonrası 1. günde ağrı hissedilme durumunun modellenmesi için yapılan regresyon analizi sonucunda bazı değişkenlerin istatistiksel olarak anlamlı etkileri olduğu Tablo 4.8’de belirlenmiştir. Analiz sonucuna göre lazer grubu değişkeninin Odds Oranı 0.007 olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubunda olan hastalarda ağrı görülme olasılığı DSLTL grubunda olan hastalarda ağrı görülme olasılığından 142.85 (1/0.007) kat daha fazladır. Kriyo grubu değişkeninin Odds Oranı 0.001 olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubunda olan hastalarda ağrı görülme olasılığı kriyoterapi grubunda olan hastalarda ağrı

görülme olasılığından 1000 (1/0.001) kat daha fazladır. Diş no (65) değişkeninin Odds Oranı 31.758 olarak hesaplanmıştır. 65 numaralı dişte ağrı görülme olasılığı 85 numaralı dişte ağrı görülme olasılığından yaklaşık 32 kat daha fazladır.

Tablo 4.8. İşlem sonrası 1. günde hissedilen ağrı için lojistik regresyon modeli

	β	S.H.	Wald	p	O.O.	%95 G.A.	
						Alt	Üst
Grup (Kontrol)	Ref.		18.552	0.000*			
Grup (DSLIT)	-4.977	1.345	13.695	0.000*	0.007	0.000	0.096
Grup (Kriyo)	-6.585	1.601	16.909	0.000*	0.001	0.000	0.032
Diş no (85)	Ref.		10.334	0.170			
Diş no (54)	-1.152	2.051	0.316	0.574	0.316	0.006	17.601
Diş no (55)	-1.333	1.658	0.646	0.422	0.264	0.010	6.800
Diş no (64)	-0.841	1.977	0.181	0.671	0.431	0.009	20.779
Diş no (65)	3.458	1.360	6.469	0.011*	31.758	2.211	456.197
Diş no (74)	-0.504	2.682	0.035	0.851	0.604	0.003	116.045
Diş no (75)	0.249	1.231	0.041	0.840	1.283	0.115	14.326
Diş no (84)	-22.751	14473.141	0.000	0.999	0.000	0.000	
Sabit	3.586	1.434	6.249	0.012	36.080		

Hosmer - Lemeshow ; $X^2= 5.692$ ve $p=0.459$,

Cox and Snell $R^2= 0.576$ ve Nagelkerke $R^2= 0.771$

* $p<0.05$, Ref.: Referans, S.H.: Standard Hata, O.O.: Odds Oranı, G.A.: Güven Aralığı

Bağımlı değişkeni açıklamak için kullanılan en iyi modelin etkinliğini ölçmek amacıyla Hosmer-Lemeshow test sonucu değerlendirilmiş ve kurulan modelin veriye uyumlu olduğu tespit edilmiştir ($p=0.459$, Tablo 4.8). Modelde bulunan bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişimi açıklama oranı Cox and Snell ve Nagelkerke istatistikleri ile gösterilmiştir. Bu istatistikler doğrusal regresyon analizinde olduğu gibi tam olarak doğru sonucu yansıtmamaktadır ancak iki değer de %20'den büyük bir açıklama oranı vermesi sebebi ile (sırasıyla; %57.6 ve %77.1) bağımlı değişkendeki

değişimin yeterli oranda açıklanabildiğini göstermektedir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı için yaş, cinsiyet, vitalite, işlem öncesi perküsyon hassasiyeti, işlem öncesi hissedilen ağrı ve çene değişkenleri modelde yer almamıştır ($p>0.05$).

İşlem sonrası 7. günde ağrı hissedilme durumunun modellenmesi için ilgili bağımsız değişkenler kullanılarak Backward Conditional metodu ile İkili Lojistik regresyon analizi yapılmıştır. Analizde “ağrı yok” grubu referans olarak alınmaktadır. Yapılan regresyon analizi sonucunda herhangi bir değişkenin işlem sonrası 7. günde ağrı hissedilme durumu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkileri olmadığı gözlenmiştir. ($p>0,05$).

İşlem sonrası perküsyon hassasiyeti varlığı durumunun modellenmesi için ilgili bağımsız değişkenler kullanılarak Backward Conditional metodu ile İkili Lojistik regresyon analizi yapılmıştır. Analizde “ağrı yok” grubu referans olarak alınmaktadır. Yapılan regresyon analizi sonucunda bazı değişkenlerin ağrı durumu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkileri olduğu Tablo 4.9.’da belirlenmiştir. Analiz sonucuna göre lazer grubu değişkenin Odds Oranı 0.049 olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubunda olan hastalarda perküsyon hassasiyeti görülme olasılığı, DSLT grubunda olan hastalarda görülme olasılığından yaklaşık 20 ($1/0.049=20.408$) kat daha fazladır. Kriyoterapi grubu değişkenin Odds Oranı 0.035 olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubunda olan hastalarda ağrı görülme olasılığı kriyoterapi grubunda olan hastalarda ağrı görülme olasılığından yaklaşık 29 ($1/0.035=28.571$) kat daha fazladır. İşlem öncesi hissedilen ağrı değişkenin Odds Oranı 4.549 olarak elde edilmiştir. İşlem öncesi hissedilen ağrı skorlamasındaki bir birimlik artış olduğunda işlem sonrası perküsyon hassasiyeti skorlamasında bir birimlik artış olması olasılığı ağrı olmama olasılığından 4.549 kat daha fazladır.

Tablo 4.9. İşlem sonrası perküsyon hassasiyeti için lojistik regresyon modeli

	β	S.H.	Wald	p	O.O.	%95 G.A.	
						Alt	Üst
Grup (Kontrol)	Ref.		8.429	0.015*			
Grup (DSLTL)	-3.018	1.158	6.790	0.009*	0.049	0.005	0.473
Grup (Kriyo)	-3.341	1.160	8.302	0.004*	0.035	0.004	0.344
İşlem öncesi hissedilen ağrı	1.515	0.495	9.363	0.002*	4.549	1.724	12.003
Sabit	-1.291	1.839	0.493	0.483	0.275		

Hosmer - Lemeshow ; $X^2= 6.550$ ve $p=0.477$

Cox and Snell $R^2= 0.359$ ve Nagelkerke $R^2= 0.498$

* $p<0.05$, Ref.: Referans, S.H.: Standard Hata, O.O.: Odds Oranı, G.A.: Güven Aralığı

Bağımlı değişkeni açıklamak için kullanılan en iyi modelin etkinliğini ölçmek amacıyla Hosmer-Lemeshow test sonucu değerlendirilmiş ve kurulan modelin veriye uyumlu olduğu tespit edilmiştir ($p=0.477$, Tablo 4.9). Modelde bulunan bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişimi açıklama oranı Cox and Snell ve Nagelkerke istatistikleri kullanılarak gösterilmiştir. Bu istatistikler doğrusal regresyon analizinde olduğu gibi tam olarak doğru sonucu yansıtmamaktadır ancak iki değer de %20'den büyük bir açıklama oranı vermesi sebebi ile (sırasıyla; %35.9 ve %49.8) bağımlı değişkendeki değişimin yeterli oranda açıklanabildiği gösterilmektedir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı için yaş, cinsiyet, diş numarası, vitalite, işlem öncesi perküsyon hassasiyeti ve işlem sonrası 1. günde hissedilen ağrı değişkenleri modelde yer almamıştır ($p>0.05$).

5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavileri sonrasında periapikal alanda meydana gelen enflamasyona bağlı oluşan ağrının yönetiminde farmakolojik (analjezik kullanımı) ve farmakolojik olmayan (lazer, kriyoterapi, akupunktur ve ozon uygulaması) yöntemler kullanılmaktadır. Süt dişi kök kanal tedavisi sonrası DSLT ve kanal içi kriyoterapi uygulamasının postoperatif ağrı üzerindeki etkisinin araştırıldığı bu çalışmada uygulanan yöntemlerin ağrıyı azaltmada olumlu etkilerinin olduğu bulunmuştur.

Dental tedavi öncesi hastanın sistemik durumunun bilinmesi önemlidir. Lösemi, konjenital kalp defekti, immünsüpresyon, idiyopatik siklik nötropeni gibi hastalıklarda ya da granülosit veya polimorfonükleer lökosit sayısında kronik azalma görülen çocuk hastalarda genel sağlık durumunu tehlikeye sokmamak için kanal tedavisinin başarısız olması sonucu oluşabilecek akut enfeksiyon riskinden dolayı prognozu şüpheli dişlerin çekilmesi düşünülmelidir.⁵⁰⁻⁵³ Ayrıca, postoperatif ağrı ve flare-up ile diyabet arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğuna dair literatür bilgileri de bulunmaktadır.²⁴⁹ Bu nedenler göz önünde bulundurularak çalışmamıza herhangi bir sistemik hastalığı bulunmayan ve sistemik ilaç kullanımı olmayan çocuk hastalar dahil edilmiştir.

Çocuklarda diş çürüğü yaygın olarak görüldüğü için erken dönemde teşhis edilmeyen ve tedavisi yapılamayan çürükler, diş kaybı ile sonuçlanabilmektedir.⁴⁰ En sık kaybedilen dişler sırasıyla maksiller süt molarlar ve mandibular süt molarlar olduğu belirtilmiştir.^{250, 251} Yapılacak tedavilerle süt dişlerinin eksfoliasyon zamanına kadar fonksiyon görmesi sağlanabilmektedir.³⁸ Süt molar dişleri, ağızda bulunma sürelerinin uzun olması, kanal tedavisine sık ihtiyaç duymaları ve altındaki daimi diş germinin eksikliği durumunda tedavi edilerek ağız içerisinde tutulması gerektiği için süt dişi kanal tedavisi çalışmalarında tercih edilmektedir.^{47, 48} Kanal tedavisi sonrası postoperatif ağrının sebepleri arasında diş tipi, kök kanal konfigürasyonu, yetersiz veya taşkın

preparasyon, mikroorganizma ve debrislerin apikalden taşması ve periapikal dokuların durumu gibi faktörler bulunmaktadır.^{85, 86, 88, 90, 252} Bu sebeplerden dolayı çalışmamızda çürük prevanlansının yüksek olduğu, kanal tedavisi gereksiniminin sık görüldüğü, kök kanal konfigurasyonunun karmaşıklığı ve kanal sayısının çokluğu sebebiyle tedavi başarısının azalması sonucu postoperatif ağrının sık görülebileceği diş grubu olan maksiller ve mandibular süt molar dişler tercih edilmiştir.

Süt dişi kanal tedavisi kontrendikasyonları arasında kök rezorpsiyon miktarının kökün 1/3'ünü geçtiği durum bulunmaktadır.⁴⁴ Süt dişi köklerinin yaşlara göre rezorpsiyonunu konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ile inceleyen bir tez çalışmasında, 9-10 yaşında süt ikinci molarların kök hacim seviyesinin yaklaşık 1/3'ü kadar azaldığı belirtilmiştir.²⁵³ Kök rezorpsiyon oranı ayrıca tahmini olarak iki boyutlu radyografilerden de belirlenebilmektedir. Bu çalışma 6-9 yaş aralığındaki çocuk hastaların periapikal radyografi ile kök rezorpsiyonu kökün 1/3'ünü geçmediği tespit edilen süt molar dişleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Kök kanal tedavilerinden sonra görülen postoperatif ağrı; preoperatif ağrı, enfeksiyon varlığı ve periapikal dokulara olan fiziksel ve kimyasal hasarlar gibi birçok etkenden etkilendiği belirtilmektedir.⁸⁷ Bu etkenler arasında postoperatif ağrıyı en çok etkileyen faktörün preoperatif ağrı olduğu bildirilmiştir.²⁵² Bu durum göz önüne alınarak, çalışmamıza preoperatif ağrıyı azaltan analjezik kullanmamış ve preoperatif inflamasyonu baskılayan antibiyotik almamış, preoperatif perküsyon ağrı seviyesi VAS skalasına göre 5 ve üzeri derecede olan yüksek ağrıya sahip hastalar dahil edilmiştir. Çalışmamızda post operatif ağrı gözlenme ihtimalinin yüksek olması sebebiyle perküsyon hassasiyeti VAS skasına göre 5 ve üzeri olan hastalar seçilmiştir. Ancak çalışma başlangıcında 5 ve üzeri perküsyon hassasiyetine sahip çocuklar seçilmesi çalışma sonuçlarının yorumlanmasında bir kısıtlılık oluşturmaktadır. Daha geniş bir

skaladaki perküsyon hassasiyetine sahip hastalar üzerinde yürütülecek olan yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

Subjektif bir deneyim olan ağrının ölçülmesi amacıyla birçok ölçüm metodu geliştirilmiştir. Ağrı ölçümünde tedavi etkinliğini göstermek amacıyla kullanılacak yöntemin güvenilir, geçerli ve kolay olması istenmektedir.⁹¹ Wong Baker Ağrı Değerlendirme Ölçeği ve VAS doğrudan ağrı şiddetini ölçen ve ağrı değerlendirmesinin hasta tarafından yapıldığı ölçeklerdendir. Bu ölçekler akut ağrının ve postoperatif ağrının değerlendirilmesinde tercih edilmektedir.⁹¹ Çocuklar yüz ifadeleri ile derecelendirme ölçeğinden hoşlandıklarından, Wong Baker Ağrı Değerlendirme Ölçeğinin 3-18 yaş aralığındaki çocuklarda en doğru ağrı ölçümünü sağladığı bildirilmiştir.²⁵⁴ Bu çalışmada da çocukların preoperatif ve postoperatif 1., 3., 5. ve 7. günlerdeki hissedilen ağrı ölçümünü görsel olarak daha doğru değerlendirebilecekleri düşünüldüğü için Wong Baker Ağrı Değerlendirme Ölçeği tercih edilmiştir. Preoperatif ve postoperatif 7. gündeki perküsyon hassasiyetinin ölçümünde ise 5 cm'lik skalaya kıyasla daha doğru sonuçlar alındığı rapor edilen 10 cm'lik VAS skalası kullanılmıştır.²⁵⁵

Ağrıyı kontrol altına almak için bupivakain içerikli 90 dakikadan uzun süreli pulpal anestezi sağlayan lokal anesteziklerin kullanımı önerilmektedir. Uzun etki süreli lokal anestezikler, nosiseptif uyarıların uzun süreli engellenmesinde ve kanal tedavisi sonrası görülen inflamasyonda santral hiperaljezinin önüne geçilmesinde etkili olmaktadır.²⁵⁶⁻²⁵⁹ Bu çalışmada da postoperatif ağrı miktarını etkileyebileceğinden lokal anestezi olarak 60 dakikalık pulpal anestezi sağlayan articain içerikli lokal anestezi kullanılmıştır.

Kök kanal tedavisi sırasında rubber-dam kullanımı yumuşak dokuları ekarte etmekte, hastayı aletlerin, ilaçların, irrigasyon solüsyonlarının ve diş/materyal kalıntılarının olası aspirasyonundan veya yutulmasından korumakta, diş hekimlerinin

çapraz enfeksiyon riskini azaltmaktadır. Kök kanal sisteminden bakteri eliminasyonu tedavi etkinliği için çok önemli olduğundan rubber-dam kullanılarak bakteri içeriği yüksek olan tükürükten izole çalışılması tedavinin başarısını arttırmaktadır.²⁶⁰⁻²⁶² Bu çalışmada da bu durumlar göz önünde bulundurularak süt kanal tedavisi yapılırken dişlerin rubber-dam ile izole edilmesi tercih edilmiştir.

Daimi premolar dişler süt azı köklerinin arasına yerleştiği için rezorpsiyon süt azıların köklerinin iç yüzeyinden; daimi anterior dişler ise süt anteriorların palatinalinde/lingualinde yerleştiği için rezorpsiyon süt keserlerin köklerinin palatinalinden/lingualinden başlamaktadır. Fizyolojik kök rezorpsiyonu sırasında gelişen oblik rezorpsiyon apikal açıklığın kök ucuna göre konumunun radyografik olarak belirlenmesini güçleştirmektedir. Ayrıca, süt dişi kanal tedavisinde fizyolojik kök rezorpsiyonu sonucu apikal açıklığın genişliğinin artması apikal stop alınmasını engellemektedir.^{263, 264} Radyografik yorumlama sırasında doğru tespit edilemeyen kanal boyu aşırı preperasyona, taşkın irrigasyona ve sonucunda periradiküler dokularda irritasyona ve daimi diş germinin zarar görmesine sebep olabilmektedir.²⁶⁵ Radyografi ile çalışma boyu belirleme yöntemi kanal ve çevre dokular hakkında bilgi sağlayan bir tekniktir ancak radyografilerde oluşan süperpozisyonlar ve anatomik interferensler görüntünün doğru yorumlanmasında problem oluşturmaktadır.²⁶⁶ Ayrıca çocuklarda düşük kooperasyon ve ağız içine sınırlı erişim nedeniyle kök kanal boyunu ölçmek için intraoral radyografi almak genellikle zordur. Süt dişi endodontik tedavileri sırasında apeks bulucuların kullanılması başarılı endodontik tedavi için gereken radyograf sayısını azaltarak çocukların maruz kaldığı radyasyon miktarını azaltır.²⁶³ Marin ve ark.²⁶⁶ süt dişi kök kanal boyunu belirlemek için elektronik apeks bulucu ve konvansiyonel radyografiyi karşılaştırdıkları çalışmalarında elektronik apeks bulucuların fizyolojik kök rezorpsiyonu olan/olmayan, tek ve çok köklü süt dişlerinde kök kanal uzunluğunu

konvansiyonel radyografilere göre daha doğru bir şekilde belirleyebildiğini bulmuşlardır. Bu çalışmada kök kanal boyu belirlemede söz konusu avantajları sebebiyle elektronik apeks bulucu kullanılmıştır.

Süt dişi endodontik tedavisinin temel amacı; kök kanalının kemomekanik preparasyonu, kanalların hermetik olarak doldurulması ve periradiküler dokuların iyileşmesi için gerekli koşulların sağlanmasıdır.²⁶⁷ Süt dişlerinde kanal tedavisinin başarısızlığı ile ilişkili temel faktör, kökteki eksternal ve inflamatuvar rezorbsiyon sonucu kök kanal sisteminde gözlenen morfolojik düzensizlikler nedeniyle oluşan teknik sınırlamalardır.²⁶⁸ Süt dişlerinde lateral kanalların ve kanal morfolojilerinin çeşitliliği nedeniyle yeterli mekanik preparasyon yapılamaması ve bu nedenle de irrigasyon solüsyonlarının bütün kanal boşluklarına tam olarak nüfuz edememesi gibi nedenlerle bakteriyel artıklar, debris ve smear tabakası tam olarak uzaklaştırılmamaktadır.^{269, 270} Süt dişi kök kanallarına yeterli bir dolum yapılabilmesi için preparasyon sırasında apikal anatominin, kanal bütünlüğü ve lokalizasyonunun korunması önemlidir.²⁷¹ Bu nedenle bu sorunların giderilerek, süt dişi kök kanal tedavilerinin başarı oranlarının artırılması için yeni mekanik şekillendirme teknikleri ve materyalleri geliştirilmiştir. Süt dişi kanal tedavisinde döner alet sistemlerinin kullanılması doku ve debrisin daha etkili ve hızlı uzaklaştırılması, kanallara girişin daha kolay sağlanması ve daha etkili bir kanal dolgusuna izin veren konik şekilli kanalların elde edilmesini sağlamaktadır.^{271, 272} Bu avantajlarının yanı sıra preparasyon işleminin çocuklarda daha kısa sürede bitirilmesine ve koronal kısmın ilk aşamada genişletilmesi ile irrigasyon ajanlarının etkili kullanımına olanak verdiği için bu çalışmada döner alet kullanımı tercih edilmiştir.

Kök kanal tedavisinde kullanılan farklı dizayn ve tipte kanal aletleri bulunmakla birlikte, elastikiyet özellikleri sayesinde kanal preparasyonunu kolaylaştırdığı için Ni-Ti enstrümanları tercih edilmektedir.²⁷³ Ancak süt dişi kök kanal tedavisi sırasında, özellikle

eğimli köke sahip süt molar dişlerde Ni-Ti döner eğelerin kullanımı esnasında iç kök yüzeyinde lateral perforasyon oluşabilmektedir.²⁷⁴ Koniklik açısı büyük olan döner eğelerdeki lateral perforasyon riskini azaltmak amacıyla süt dişi kök kanal morfolojisine uygun döner eğeler geliştirilmiştir.²⁷⁵ Canoğlu ve ark.²⁷⁰ alt süt II. azı dişlerinin distal köklerinde K tipi el eğelerine kıyasla ProFile.04 eğelerin kanal eğimini daha iyi koruduğunu belirtmişler. Silva ve ark.²⁷⁶ K tipi el eğeleri ile ProFile sisteminin kök kanal temizleme etkinliği açısından bir farkı bulunmadığını ancak döner alet sistemlerinin daha kısa sürede kanal hazırladığını ifade etmişlerdir. Nagaratna ve ark.²⁷⁷ K tipi eğelere kıyasla ProFile sisteminin kanal hazırlığında daha kısa sürede, daha pürüzsüz ve düzenli bir kanal duvarı oluşturup tatmin edici bir koniklik sağladığını bulmuşlardır. Kummer ve ark.²⁷⁸ Ni-Ti eğe olan Hero 642 kullanıldığında süt dişi enstrümantasyon süresindeki azalmaya ek olarak kanal duvarlarında pürüzsüz ve düzgün koniklik elde edildiğini gözlemlemişler ancak, rezorbe alanlarda döner alet sistemlerinin perforasyon riskini arttırdığını belirtmişlerdir.

Kök kanal tedavisi sırasında apikalden taşan debris miktarı arttıkça tedavi sonrası oluşabilecek postoperatif ağrı miktarı da artmaktadır.²⁷⁹ Kök kanal tedavisi sırasında apikalden taşan debris miktarı, kullanılan preparasyon tekniğine göre ve eğe sisteminin dizaynına bağlı olarak değişebilmektedir.²⁸⁰ Yapılan bir çalışmada endodontik motorla çalışan döner aletlerin, manuel aletlere göre apikalden daha az debris taşıdığı bulunmuştur.²⁸¹ Ayrıca başka bir çalışmada manuel K tipi eğeleri 0.02 konikliğe sahip olduklarından dolayı kök kanal preparasyonu sonrasında elde edilen kanal çapı daha dar olmaktadır. Bu kanallarda debrisin apikalden koronale doğru taşınması daha zor gerçekleştiğinden debris periapikal alana taşabilmektedir.²⁸² Bu nedenle, çalışmamızda elastik özellikleri sebebiyle eğimli kök kanallarında verimli çalışabilen, apikalden debris

çıkışını azaltan, süt dişleri için özel üretilmiş ve kök kanal şekillendirme yeteneği yüksek Ni-Ti döner alet sistemleri tercih edilmiştir.

Pediyatrik diş hekimliği endodontik prosedürlerinde kök kanalının hangi boyuta kadar enstrümantasyon yapılması gerektiği konusunda fikir birliği yoktur. Literatürde enstrümantasyonun #30 boyutuna^{283, 284} veya #35-40 boyutuna^{264, 285} kadar yapılması önerilmektedir. Hatta konvansiyonel step-back teknikle şekillendirme yapılan yöntemde #50 boyutuna kadar enstrümantasyon yapılabileceği de belirtilmiştir. Bu çalışmada da yetersiz ve aşırı preperasyondan kaçınmak amacıyla, çalışma boyu 15 numaralı K el aleti ile ölçülen kanallar 30.04 boyutunda, 20 numaralı K el aleti ile ölçülen kanallar 40.04 boyutunda Ni-Ti eğeler kullanılarak şekillendirilmiştir.

Kök kanalındaki pulpa kalıntıları, organik ve inorganik dokuları çözmek ve antibakteriyel etki sağlamak amacıyla irrigasyon solüsyonlarından yararlanılmaktadır. Bunlardan NaOCl organik dokuyu çözen ve yaygın olarak %0.5-6 arası konsantrasyonda kullanılan bir irrigasyon ajanıdır.²⁸⁶ NaOCl'nin konsantrasyonu düştükçe antimikrobiyal ve organik doku çözücü etkinliği azalmaktadır.^{287, 288} Öte yandan yüksek konsantrasyonlarda sitotoksik olması sebebi ile periradiküler dokulara taşması sonucu harabiyete neden olarak şiddetli ağrı, şişlik, ekimoz ve enfeksiyon oluşumu gibi klinik semptomlar içeren NaOCl kazalarına sebep olabilmektedir.^{289, 290} Yapılan bir çalışmada yüksek konsantrasyonlu NaOCl'nin dentin elastikiyetini ve mikro sertliğini azalttığı gösterilmiştir.^{286, 291} Ayrıca süt dişlerindeki olası fizyolojik kök rezorbsiyonu sebebiyle yüksek konsantrasyonlu NaOCl'nin apikal bölgeden taşması alttaki daimi diş germine zarar verebilmektedir.²⁹² Siquera ve ark.²⁹³ %1, %2.5 ve %5'lik NaOCl'nin yeterli antimikrobiyal etkinliğe sahip olduğunu göstermişlerdir. Forghani ve ark.²⁹² farklı konsantrasyonlarda NaOCl'in pasif sonik irrigasyon sistemi kullanılarak ve kullanılmayarak kök kanal sisteminde antibakteriyel etkisini karşılaştırdıkları in vitro

çalışma sonucunda düşük konsantrasyonlarda NaOCl kullanılmasını önermişlerdir. Bu çalışmada da irrigasyon işlemi sırasında antimikrobiyal etkinliği yeterli, olası NaOCl taşkınlığında klinik semptom oluşturmayacak ve postoperatif ağrı olasılığını artırmayacak %1 konsantrasyonlu NaOCl kullanılmıştır.

Süt dişi kanal tedavilerinden sonra bakterilerin veya yan ürünlerinin periapikal bölgeye ulaşmaması, enfeksiyon ve enflamatuvar süreçlerinin başlamaması veya yeniden etkinleşmemesi amacıyla kök kanal sisteminin baştan sona temizlenip tamamen doldurulması gerekmektedir.²⁹⁴ Süt dişi kanal tedavisinin klinik başarısını artırmak amacıyla farklı kanal dolgu malzemeleri önerilmiştir. Günümüzde çinko oksit öjenol, kalsiyum hidroksit [Ca(OH)₂] ve iyodoform bazlı kanal dolgu patları önerilmesine rağmen altın standart malzeme üzerinde halen bir fikir birliği yoktur.²⁹⁴ İyodoform içerikli patların bakterisidal olduğu, rezorbe olabildiği, alttaki daimi diş germine zararlı olmadığı ve uzaklaştırılmasının kolay olduğu bildirilmiştir.²⁹⁵ Uzun süreli bakterisidal etkisinden dolayı antienflamatuvar bir etkiye de sahip olan iyodoform içerikli patlar periradiküler bölgeye taşıdığına kolayca rezorbe olabilmekte ve çinko oksit öjenol gibi yabancı cisim reaksiyonuna sebep olmamaktadır. İyodoform içerikli patların taşması ve rezorbsiyonunun tedavi başarısına etkisinin olmadığı fakat iyileşmeye pozitif etkisinin olduğu bildirilmiştir.²⁹⁶ İyodoform ve Ca(OH)₂ içerikli pat olan Vitapex®'in başarısının yüksek olduğu fakat materyalin kök rezorpsiyonundan daha önce rezorbe olduğu bildirilmiştir.^{267, 297} Chen ve ark.²⁹⁸ çinko oksit öjenol içerisine katılan formakrezolün biyoyumlu olmadığını ve apoptosize neden olduğunu bununla birlikte Vitapex®'in daha iyi bir materyal olduğunu bildirmişlerdir. Aragão ve ark.²⁹⁴ Vitapex® patının lentülo yöntemine kıyasla enjeksiyon yöntemi ile kullanımında kanal obturasyonun daha iyi olup pat içi boşluk hacminin daha az olduğunu bulmuşlardır. Biz de çalışmamızda antibakteriyel özelliği yüksek, periradiküler dokularda irritasyona sebep olmayan, post

operatif iyileşmeyi arttıran iyodoform ve Ca(OH)₂ kombinasyonlu Viopex patını, hermetik bir dolum sağlamak amacıyla enjeksiyon yöntemi kullanarak kök kanal içerisine uyguladık.

Süt dişi kök kanal veya amputasyon tedavilerinden sonra dişlerin restorasyonunda, klinik başarısı ve ağızda kalma süresi daha fazla olan paslanmaz çelik kron (PÇK) kullanımı önerilmektedir.^{299, 300} Korolenkova ve ark.³⁰¹ PÇK ve kompomer ile restore edilen ampute edilmiş süt molar dişlerinin 24 aylık takibinde daha iyi sonuçlar gösteren PÇK'lerin yüksek çürük riski olan çocuklarda tercih edilmesi gereken restoratif materyal olması gerektiğini belirtmişlerdir. Kompomerler, cam iyonomer simanların (CİS) fiziksel ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesi sonucu üretilen kompozit rezinlere benzer özelliklere sahip flor salınımı yapan hibrit materyallerdir. Kompomerler flor salabilme özelliği sayesinde çürük önleme kabiliyetine sahiptirler.^{302, 303} Kompomerlerin mekanik ve estetik özellikleri büyük oranda kompozit rezinlere benzemekle birlikte aşınma dirençleri kompozitlerden düşüktür ve süt dişlerine yakın değerlerdedir.³⁰⁴ Mikrosertlik değerleri ile bükülme ve basınca karşı dirençlerinin, rezin modifiye cam iyonomer simanlardan yüksek, kompozit rezinlerden düşük olduğu bildirilmiştir.³⁰⁵ Elastisite modülünün diş yapısına benzer olması materyalin kuvvetler karşısında dayanımını artırmaktadır. Kompomerlerin estetik özelliklerinin kompozit rezinler kadar mükemmel olmasa da klinik olarak yeterli renk ve parlaklık sağladığı rapor edilmiştir.^{305, 306} Manipülasyonları kolaydır, kompozitlere oranla düşük teknik hassasiyet gerektirirler.³⁰⁵⁻³⁰⁷ Çocuklarda kompomer restoratif materyalinin klinik başarısı ile ilgili çalışmaların bulunması ve kullanım kolaylığı bu materyalin pedodontide kullanımını artırmıştır.³⁰⁸⁻³¹¹ En az 24 aylık takip süresi bulunan çalışmalarda kompomerin amalgam ve CİS'ten daha başarılı klinik sonuçlar sergilediği bulunmuştur.^{308, 312, 313} Bu çalışmada ise süt dişi kanal tedavisi sonrası restorasyon amacıyla PÇK yerine kompomer kullanılmasının sebebi,

PÇK için yapılacak olan kron preperasyonu sırasında diş eti ve diş eti sulkusunun travmaya uğraması sonucu oluşabilecek postoperatif ağrının tedavi sonrası ölçülen ağrı skorlarını etkilemesinin istenmemesidir.

Literatürde süt dişi kanal tedavisi sonrası kriyoterapi ve DSLT'nin post operatif ağrıya olan etkisini inceleyen herhangi bir klinik çalışma bulunmaması nedeniyle çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgular direkt olarak geçmiş çalışmaların bulguları ile kıyaslanamamaktadır. Bu nedenle çalışmamızın postoperatif ağrı sonuçları, daimi diş endodontik tedavisi ve diğer branşlardaki kriyoterapi ve DSLT uygulamalarının sonuçları ile indirekt olarak kıyaslanacaktır.

Lazer ışının tedavide etkinliği; kullanılan lazerin tipi, dalga boyu, dalga formu, enerji miktarı, uygulama süresi, uygulama noktası ve uygulama sayısına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.^{115, 226} Bjordal ve ark.³¹⁴ analjezi sağlamak amacıyla 904 µm ve 810 - 830 µm dalga boyuna sahip lazerler için sırasıyla 5 J'den ve 6 J'den fazla toplam doz önermişlerdir. Bu dozaj parametreleri dışında lazer uygulama noktası başına 1.08 – 15 J arasında değişen miktarda enerji kullanılarak daimi dişlerde analjezik etkinin sağlandığı çalışmalar da mevcuttur.^{5, 115, 315} Lazer ışığının yumuşak dokuya penetrasyonu dalga boyundan etkilenmektedir. 808-980 nm dalga boyundaki lazerler biyolojik dokuda 5 mm derinliğe kadar nüfuz edebilmektedir.^{3, 316, 317} Lazerlerin dalga formunun yara iyileşmesi üzerindeki etkisinin değerlendirildiği çalışmalarda devamlı modun (continous wave, CW) aralıklı moddan (pulsed wave, PW) daha iyi olduğu belirtilmiştir.^{318, 319} Nasari ve ark.³²⁰ bukkal ve lingual yüzeyden kombine ışınlama yapıldığında plaseboya veya sadece bukkal yüzeyi ışınlanan gruba kıyasla post operatif ağrıyı önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir. Akut ve operasyon sonrası tedavi için genellikle tek seans tedavi yeterli olsa da kronik ağrı ve dejeneratif durumlar için on seansa kadar tedavi uygulanabilmektedir.³ Araştırmacılar pulpitisli daimi dişlerin

apeksleri hizasından bukkal ve lingual mukozaya toplamda 60-100 sn süre ile 8-30 J arasında 800-970 nm dalga boyu aralığındaki lazerleri uygulamışlar, 4 saat - 30 gün arasında değişen süreler ile post operatif ağrı azalmasını takip etmişler ve 4 saatten sonraki sürelerde ağrının önemli seviyede azaldığını bulmuşlardır.^{5, 321-323} Yukarıda bahsedilen çalışmalar referans alınarak çalışmamızda lazer uygulaması bukkal ve lingual bölgede kök apeksi hizasında mukozadan yaklaşık 4 mm uzaklıkta, CW modunda, tek seansta, 980 nm dalga boyunda, 300 mW gücünde, uygulama noktası başına 30 sn ve 9 J (0.3 W x 30 sn) olmak üzere toplamda iki noktadan 60 sn süreyle 18 J olarak uygulanmış ve süt molar dişleri üzerinde analjezik etki sağlanmıştır.

Lazerin dokudaki etkisi bazı lazerlerin dokuya ilettiği ışık enerjisinin doku tarafından absorbe edilerek ısıya dönüşmesi sonucu gözlenmektedir. Bazı lazerlerde ise dokuda oluşan sıcaklık değişimi 1 °C'nin altında kaldığından lazerin etkisi termal değişiklikler ile açıklanamaz.¹³¹ Dokuda ısı değişimi olmadan hücrelerin uyarılması ve biyolojik sonuçlar elde edilmesiyle oluşan bu etkiye biyostimulasyon adı verilir.¹³² Biyostimulasyon fototermal bir etki olmayıp fotokimyasal bir etkidir. DSLT'nin postoperatif ağrının azaltılmasına etkisinin değerlendirildiği bu çalışmada da uygulanan lazerin etkisi, dokuda oluşturulan ısı farkıyla değil; hücrelerin fonksiyonlarının stimüle edilmesiyle yani fotokimyasal yolla olduğu düşünülmektedir.

Fotokimyasal etkide düşük seviyeli lazer ışığı hücrel fotoreseptörler tarafından absorbe edilmektedir. DSLT'nin hücreler ve yumuşak dokular üzerindeki etkileri; hücre proliferasyonu, mikro sirkülasyonda artma ve oksidatif strese, hücre apoptozisinde, enflamasyonda ve ödem formasyonunda azalma şeklindedir.^{3, 198, 199, 202, 209-211, 314} DSLT ayrıca, yara iyileşmesi üzerinde birçok fonksiyonu bulunan histamin salınımında ve kollajen fibrillerinin akümülyasyonunda artışa yol açarak iyileşmeyi hızlandırmaktadır.^{3, 319, 324} DSLT sinir membran potansiyelini stabilize ederek, ağrı sinyalinin aktivasyonu ve

iletimini de engelleyebilmektedir.³²⁵⁻³²⁷ Bu çalışmada kök kanal tedavisinden sonra DSLT kullanımı sonrası apikal bölgedeki iyileşmenin hızlanmasında, enflamasyon ve ödemin azalması, kollajen fibrillerin yapımı ve histaminin artışı gibi mekanizmalar rol oynayarak veya sinir iletimini engelleyerek postoperatif ağrının azalmasında etkili olmuş olabilir.

Kriyoterapi; ortopedi, travmatoloji ve romatoloji gibi tıp alanlarının yanı sıra diş hekimliğinde cerrahi ve endodontik girişimlerin post operatif ağrısının azaltılmasında da kullanılmaktadır.^{6,7,9,15} Yapılan çalışmalarda kriyoterapi uygulamasının gömülü 3. molar dişlerin çekilmesi sonrası oluşan postoperatif şişlik, ağrı ve trismusun azaltılmasında etkili olduğu bulunmuştur.^{328, 329} Ancak, kriyoterapinin eklem cerrahisi sonrası oluşan ağrıyı azaltma bakımından etkili olmadığı ifade edilmiştir.⁷

Kriyoterapinin etki mekanizması ve etkinliği çalışmalarla kanıtlanmış olmasına rağmen kriyoterapideki uygulama ajanı, periyodu, süresi ve şekli gibi faktörlerin standardizasyonu bulunmamaktadır.¹¹ İn vitro olarak kök kanalları şekillendirilip 20 ml 2,5°C’de serum fizyolojik ile 5 dk süreyle yıkandıktan sonra kökün apikal 4 mm’indeki dış sıcaklığının 10°C’den fazla düştüğü ve bunun 4 dk boyunca muhafaza edildiği belirtilerek kriyoterapinin periradiküler dokularda lokal bir antienflamatuar etki oluşturmak için yeterli ve klinik olarak faydalı olabileceği gösterilmiştir.¹⁴ Ayrıca yapılan in vivo çalışmalarda da 5 dk boyunca 20 ml 2 – 4°C’de soğuk serum kullanılarak yapılan son yıkamanın postoperatif ağrı, perküsyon hassasiyeti ve analjezik kullanım ihtiyacını azalttığı belirtilmiştir.^{10, 11, 15} Kriyoterapi uygulamasında küçük buz torbaları ağız içi vestibül bölgeye yerleştirilerek veya ağız dışından uygulanarak da benzer sonuçlar elde edilmiştir.¹⁵ Bu çalışmada da kanal içi kriyoterapi uygulaması 5 dk süreyle, 2 °C’de soğuk serum ile her kanalda 5 ml yıkama yapılarak analjezik etki sağlanmıştır.

Sıcak ya da soğuk gibi uygulamalar, dokularda kan akımında artma veya azalma, nosiseptörlerin stimülasyonu veya inhibisyonu ve metabolik aktivitede artma ya da azalma meydana getirmektedir.³³⁰ Kriyoterapi uygulamalarının kas iskelet ağrılarını, enflamasyonu, kas spazmlarını, hemorajiyi, bağ dokusu gerilimlerini ve sinir iletim hızını azalttığı gösterilmiştir.³³¹ Bleakley ve ark.⁶ kriyoterapinin akut yumuşak doku yaralanmalarında enflamasyonun sınırlandırılmasında ve kısa dönemde ağrının azaltılmasında etkili olduğunu belirtmişlerdir. Kriyoterapinin ağrıyı azaltması ve enflamasyonu sınırlandırabilmesi, vazokonstriksiyon yaparak ve enflamatuvar enzimlerin aktivitesini azaltarak hücrel metabolizmayı yavaşlatmasından kaynaklı olabilir.³³² Kriyoterapi doku sıcaklığını, kan akışını, ağrı ve hücrel metabolizmayı azaltmakta ve sekonder hipoksi nedeniyle oluşan lezyonların ve doku hasarının önüne geçmektedir.⁶ Kriyoterapiyi lokal vazokonstriksiyon oluşturarak ödem oluşumunu engellemektedir.³³² Kriyoterapi uygulaması, ağrı iletiminde görev alan kimyasal mediyatörlerin (bradikinin, serotonin, histamin, potasyum iyonları, asetilkolin, proteolitik enzimler, prostoglandinler ve P maddesi) salınımının azaltılmasına ve soğüğün sinir sonlanmalarını bloke etmesi sonucu nöral sinyal iletiminin yavaşlamasına neden olarak ağrıyı dindirmektedir.^{6, 333}

Analjezik ilaçlar çocuklardaki dental işlemlerin postoperatif ağrı kontrolünde uygulama kolaylığı ve etkisini çabuk göstermesinden dolayı tercih edilmektedir.^{98, 100, 110} Ancak bu ilaçların fazla miktarda ve bilinçsiz kullanılması çocuğun fizyolojik fonksiyonlarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Ayrıca, bazı ilaç gruplarında gelişen tolerans nedeniyle ağrı kesici etkinliğinin devam etmesi için dozun sürekli olarak artırılması da söz konusu olmaktadır.¹¹⁰ Güvenli alternatif olarak yetişkinlere önerilen NSAİİ'lerden asetaminofen dışındakilerin 12 yaş altındaki çocuklarda kullanım endikasyonu yoktur. Ayrıca, NSAİİ ve asetaminofene de duyarlılığı bulunan 12 yaşından küçük çocuklara önerilebilecek güvenli alternatif analjezik de bulunmamaktadır.^{109, 334}

Bu çalışmada kontrol grubunda 2 hastada, kriyoterapi grubunda da 1 hastada işlem sonrası analjezik ihtiyaç duyulurken, DSLT grubunda herhangi bir analjezik kullanımı gözlenmemiştir.

Çocuklarda da farmakolojik yöntemlerin olası yan etkilerinden dolayı farmakolojik olmayan ağrı kontrolü yöntemlerinin tercih edilmesi düşünülmelidir. DSLT farmakolojik bir yöntem değildir ve oküler etkisi dışında bilinen bir yan etkisi yoktur.³⁵ Oküler etkilerinden korunmak için de hekim ve hastanın koruyucu gözlük kullanması gerekmektedir. Kriyoterapi uygulaması da farmakolojik bir yöntem olmayıp herhangi bir yan etkisi yoktur.³⁵ Bu çalışmada da çocuklarda süt dişi kök kanal tedavisi sonrası post operatif ağrı yönetiminde daha önce literatürde çalışması yapılmamış olan DSLT ve kriyoterapinin etkinliği araştırılmıştır.

NSAİİ ve DSLT'nin endodontik tedavi sonrası ağrı yönetimindeki etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmalarda DSLT'nin NSAİİ'dan daha etkili olduğu ve ağrı kontrolünde NSAİİ'lerin hastalar üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldırabilecek bir alternatif olabileceği belirtilmiştir.^{315, 336} Bu çalışmada diğer gruplara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte DSLT grubunda hiçbir hastanın postoperatif analjezik kullanmamış olması DSLT'nin klinik açıdan postoperatif ağrı yönetiminde daha başarılı olduğunu düşündürmektedir.

Çalışmamızda preoperatif hissedilen ağrı ve perküsyon hassasiyeti bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktaydı. Postoperatif hissedilen ağrı ve perküsyon hassasiyeti bakımından ise DSLT ve kriyoterapi grupları kontrol grubundan farklı iken kendi aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Bu çalışmada kriyoterapi ve DSLT uygulamaları ağrıyı azaltma bakımından farklı mekanizmalara sahip olmalarına rağmen kontrol grubuna kıyasla benzer seviyede analjezik etkinlik sergileyerek başarılı bulunmuşlardır. Çalışmada

“apikal periodontitisli süt molar dişlerin kanal tedavisinde postoperatif ağrı bakımından kontrol, kriyoterapi uygulaması ve düşük seviyeli lazer uygulaması grupları arasında fark yoktur” şeklinde kurulan hipotez reddedilmiştir.

Ng ve ark.³³⁷ daimi dişlere kanal tedavisi yapıldıktan 24 ile 48 saat sonraki zaman aralığında hastaların %12'sinde şiddetli ağrı gözlemlenmiştir. Pak ve White³³⁸ da daimi dişlerde preoperatif %81 olarak görülen ağrı prevalansının kanal tedavisinden 24 saat sonra %40'a, bir hafta sonra ise %11'e düştüğünü belirtmiştir.³³⁸ Çalışmamızda bütün gruplarda preoperatif ağrı seviyesi 1. günden itibaren istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalmıştır. Süt dişi kanal tedavisi sonrası takip eden günlerde kontrol grubunda diğer gruplara kıyasla daha yüksek hissedilen ağrı skorları ile karşılaşılmıştır. Ancak hissedilen ağrının skorlarının tüm gruplarda 1 hafta içerisinde benzer şekilde kademeli olarak azalması araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur.

İşlem sonrası 1. günde hissedilen ağrı varlığı üzerinde etkili olan değişkenler çalışma grubu ve tedavi edilen diş numarasıdır. İşlem sonrası 7. günde hissedilen ağrı varlığı üzerine ise herhangi bir değişkenin etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Daimi dişlerde yapılan çalışmalarda postoperatif ağrı üzerine diş numaralarının etkili olduğunu bildiren çalışmalar^{84, 87} var olmasına rağmen etkili olmadığını bildiren bir çalışma da⁸⁹ bulunmaktadır. Bu çalışmada işlem sonrası 1. günde hissedilen ağrı varlığı üzerinde diş numaralarının etkisinin bulunmasında dişlerin kök kanal sistemindeki varyasyonlar, hekimin çalışma pozisyonundaki farklılıklardan kaynaklanan etkiler, bu çalışmada 65 nolu dişi tedavi edilen çocukların en yüksek yaş ortalamasına sahip grup olması sebebiyle tedavi edilen bu dişlerin kök rezorbsiyonu seviyesindeki farklılıklar rol oynamış olabilir.

Preoperatif ağrının postoperatif ağrıyı en çok etkileyen faktör olduğu bildirilmiştir.²⁵² Bu çalışmanın sonucunda işlem sonrası 1. ve 7. günlerde hissedilen ağrı

üzerinde işlem öncesinde hissedilen ağrı veya perküsyon hassasiyeti mevcudiyetinin etkisi bulunmamıştır. Bu durum postoperatif ağrının en fazla preoperatif ağrıdan etkilendiğini belirten Ali ve ark.'nın ²⁵² sonuçlarıyla kısmen ters düşmektedir. Hastanın operasyon sonrası belirttiği perküsyon hassasiyeti varlığında ise işlem öncesi perküsyon hassasiyetinden ziyade işlem öncesi hissedilen ağrı skorunun etkili olduğu belirlenmiştir. Doku hasarı olduğunda, afferent lifler normalden daha düşük yoğunluklu uyarılarla aktive olabilir (ağrı eşiği düşebilir) ve ağrının kalitesi daha kalıcı ve yoğun olabilir.³³⁹ Ayrıca, çocuklarda perküsyon değerlendirmesi güvenilir olmamakla birlikte postoperatif perküsyon hassasiyeti çocuğun önceki deneyiminden kalma korkusu sebebiyle ağrı eşiğinin düşmesine yol açmış olabilir. Ancak ikinci seanstaki perküsyon testinde komşu diş ile kıyaslanarak bir değerlendirme yapılmış olduğu için bu durumun geçerli olmadığı düşünülmektedir.

Kök kanal tedavisi sonrası görülen postoperatif ağrının azaltılması amacıyla farmakolojik ve farmakolojik olmayan birçok yöntem denenmiştir. Bunlardan farmakolojik yöntemler çeşitli ilaç uygulamalarını içermektedir. Etkinliği çalışmamız bulguları ile gösterilen DSLT ve kriyoterapi uygulamaları pratik, güvenli ve etkili farmakolojik olmayan bir yöntem olarak gözükmektedir. Farmakolojik olmayan yöntemlerden akupunkturun da ağrıyı azalttığı bilinmektedir. Bu nedenle yapılacak yeni çalışmalarla DSLT ve kriyoterapinin diğer farmakolojik olmayan yöntemler ile karşılaştırılmasının literatüre fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Kontrol grubuna kıyasla 7. günün sonunda DSLT ve kriyoterapi gruplarında işlem sonrası daha az perküsyon hassasiyeti gözlenmiştir.
2. Kontrol grubuna kıyasla işlem sonrası 1., 3., 5. ve 7. günlerde DSLT ve kriyoterapi gruplarında daha az postoperatif ağrı hissi ile karşılaşılmıştır.
3. Bütün gruplarda 1. günden 7. güne doğru ilerleyen zamanla birlikte işlem sonrası hissedilen ağrı skorunda bir azalma mevcuttur.
4. DSLT ve kriyoterapi gruplarında postoperatif analjezik kullanımı azalmıştır.
5. İşlem sonrası 1. günde hissedilen ağrı üzerinde çalışma grubu ve diş numarası değişkenleri etkili bulunmuştur.
6. İşlem sonrası 7. gündeki perküsyon hassasiyeti üzerinde çalışma grubu ve işlem öncesi hissedilen ağrı değişkenleri etkili bulunmuştur.
7. DSLT ve kanal içi kriyoterapi uygulamalarında süt molar dişleri üzerinde analjezik etki sağlanmıştır.
8. DSLT ve kriyoterapi uygulamaları postoperatif ağrı oluşumunu azaltmıştır. DSLT ve kriyoterapi uygulamaları süt dişi endodontik tedavi sonrası postoperatif ağrıyı kontrol altına almak amacıyla kullanılabilir etkili ve pratik yöntemlerdendir.

KAYNAKLAR

1. Siqueira Jr JF, Rôças 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.
2. Lin S, Levin L, Emodi O, El-Naaj IA, 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.
3. 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.
4. 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.
5. Yıldız ED, Arslan H. Effect of low-level laser therapy on postoperative pain in molars with symptomatic apical periodontitis: a randomized placebo-controlled clinical trial. *J Endod*, 2018, 44: 1610-1615.
6. Bleakley C, McDonough S, MacAuley D. The use of ice in the treatment of acute soft-tissue injury: a systematic review of randomized controlled trials. *Am J Sports Med*, 2004, 32: 251-261.
7. Daniel DM, Stone ML, Arendt DL. The effect of cold therapy on pain, swelling, and range of motion after anterior cruciate ligament reconstructive surgery. *Arthroscopy*, 1994, 10: 530-533.
8. Diamond S, Freitag FG. Cold as an adjunctive therapy for headache. *Postgrad Med*, 1986, 79: 305-309.

9. Grant AE. Massage with ice (cryokinetics) in the treatment of painful conditions of the musculoskeletal system. *Arch Phys Med Rehabil*, 1964, 45: 233-238.
10. Al-Nahlawi T, Hatab TA, Alrazak M, Al-Abdullah A. Effect of Intracanal Cryotherapy and Negative Irrigation Technique on Postendodontic Pain. *J Contemp Dent Pract*, 2016, 17: 990-996.
11. Keskin C, Özdemir Ö, Uzun İ, Güler B. Effect of intracanal cryotherapy on pain after single-visit root canal treatment. *Aust Endod J*, 2017, 43: 83-88.
12. Belli E, Rendine G, Mazzone N. Cold therapy in maxillofacial surgery. *J Craniofac Surg*, 2009, 20: 878-880.
13. Forouzanfar T, Sabelis A, Ausems S, Baart J, Van Der Waal I. Effect of ice compression on pain after mandibular third molar surgery: a single-blind, randomized controlled trial. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2008, 37: 824-830.
14. Vera J, Ochoa-Rivera J, Vazquez-Carcaño M, Romero M, Arias A, Sleiman P. Effect of intracanal cryotherapy on reducing root surface temperature. *J Endod*, 2015, 41: 1884-1887.
15. Gundogdu EC, Arslan H. Effects of various cryotherapy applications on postoperative pain in molar teeth with symptomatic apical periodontitis: a preliminary randomized prospective clinical trial. *J Endod*, 2018, 44: 349-354.
16. Fox A, Heeley J. Histological study of pulps of human primary teeth. *Arch Oral Biol*, 1980, 25: 103-110.
17. Dard M, Kerebel L, Kerebel B. A transmission electron microscope study of fibroblast changes in human deciduous tooth pulp. *Arch Oral Biol*, 1989, 34: 223-228.

18. Waterhouse PJW, John M. Cohen's Pathways of the Pulp. In:Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH (eds). *Pediatric endodontics: Endodontic treatment for the primary and young permanent dentition*, Mosby Elsevier, 2016: e1-e44.
19. Kumar G. Preparation of Speciment for Histologic Study. In:*Orban's Oral Histology & Embryology* 14th ed. India, Elsevier Health Sciences, 2015: 408-432.
20. Nanci A. *Ten Cate's Oral Histology development, structure, and function*. 9 th ed. St Louis, Missouri, Elsevier Health Sciences, 2017: 19-46.
21. Inge F, Ellen B. Structure and function of the dentin-pulp complex In:Cohen S, Burns, RC (ed). *Pathways of the pulp*, 12 th ed. Canada, Mosby, 2021: 512-557.
22. Goldberg M, Takagi M. Dentine proteoglycans: composition, ultrastructure and functions. *Histochem J*, 1993, 25: 781-806.
23. Agematsu H, Abe S, Shiozaki K, Usami A, Ogata S, Suzuki K, Soejima M, Ohnishi M, Nonami K, Ide Y. Relationship between large tubules and dentin caries in human deciduous tooth. *Bull Tokyo Dent Coll*, 2005, 46: 7-15.
24. Özçobanoğlu G, Durutürk L. Süt dişlerinde pulpa ve dentinin histolojik yapısal özellikleri. *AOT*, 2013, 30: 99-109.
25. Rapp R. Vascular pathways within pulpal tissue of human primary teeth. *J Clin Pediatr Dent*, 1992, 16: 183-201.
26. Reader A, Foreman DW. An ultrastructural qualitative investigation of human intradental innervation. *J Endod*, 1981, 7: 161-168.
27. Sari S, Aras S, Gunhan O. The effect of physiological root resorption on the histological structure of primary tooth pulp. *J Clin Pediatr Dent*, 1999, 23: 221-225.
28. Harokopakis-Hajishengallis E. Physiologic root resorption in primary teeth: molecular and histological events. *J Oral Sci*, 2007, 49: 1-12.

29. Furseth R. The resorption processes of human deciduous teeth studied by light microscopy, microradiography and electron microscopy. *Arch Oral Biol*, 1968, 13: 417-431.
30. Aras Ş, Ergun E. Fizyolojik kök rezorpsiyonu esnasında süt dişlerinin pulpa ve kök dokularının histolojik olarak incelenmesi. *A Ü Diş Hek Fak Derg*, 1983, 10: 57-67.
31. Sahara N, Okafuji N, Toyoki A, Suzuki I, Deguchi T, Suzuki K. Odontoclastic resorption at the pulpal surface of coronal dentin prior to the shedding of human deciduous teeth. *Arch Histol Cytol*, 1992, 55: 273-285.
32. Dammaschke T, Witt M, Ott K, Schäfer E. Scanning electron microscopic investigation of incidence, location, and size of accessory foramina in primary and permanent molars. *Quintessence Int*, 2004, 35.
33. Finn SB. Morphology of the primary teeth. In:Finn SB (ed). *Clinical Pedodontics*, 4th ed. Philadelphia, WB Saunders Company, 1973: 59-70.
34. Ringelstein D, Seow WK. The prevalence of furcation foramina in primary molars. *Pediatr Dent*, 1989, 11: 198-202.
35. Paras L, Rapp R, Piesco N, Zeichner S, Zullo T. An investigation of accessory foramina in furcation areas of human primary molars: Part 1. SEM observations of frequency, size and location of accessory foramina in the internal and external furcation areas. *J Clin Pediatr Dent*, 1993, 17: 65-69.
36. Alaçam A. Pedodontide endodontik yaklaşımlar. In:Alaçam T (ed). *Endodonti*, 2th ed. Ankara, Barış Yayınları, Şafak Matbaacılık, 2000: 693-722.
37. Gunnar Bergenholtz, Preben Horsted-Bindlev CR. Endodontics in primary teeth. In:*Endodontology*, 2nd ed. Hong Kong, Blackwell publishing Co., 2003: 92-108.
38. Çalışkan M. *Endodontide Tanı ve Tedaviler*. 2nd ed. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 2006: 90-156.

39. Pinkham JR BJ. *Pediatric dentistry infancy through adolescence*. 4th ed. Philadelphia, Elsevier Saunders, 2004: 50-59.
40. Ingle B, Leif K, Bakland J. Endodontic Therapy for Primary Teeth. In: *Ingle's endodontics*, 6th ed. 2008: 1400-1425.
41. Fuks A, Eidelman E. Pulp therapy in the primary dentition. *Curr Opin Dent*, 1991, 1: 556-563.
42. AB. F. Pulp therapy for the primary dentition. In: Pinkham JR, Casamassimo PS, McTigue DJ (eds). *Pediatric Dentistry: Infancy Through Adolescence*, 3rd ed. W.B. Saunders, 1999: 341-355.
43. Dentistry AAOA. Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth. *Pediatr Dent*, 2004, 26: 115-119.
44. Fuks AB. Complex pulp therapy. In: Moursi AM, Truesdale AL (eds). *Clinical cases in pediatric dentistry*, 2nd ed. New York, USA, John Wiley & Sons, 2020: 77-132.
45. Pinkham JR, Casamassimo PS, McTigue DJ. *Pediatric Dentistry: Infancy Through Adolescence*. 4th ed. W.B. Saunders, 2004: 388-413.
46. Fuks AB. Pulp therapy for the primary and young permanent dentitions. *Dent Clin North Am*, 2000, 44: 571-596.
47. Alaçam A. Pedodontide endodontik yaklaşımlar In: Alaçam T (ed). *Endodonti*, 1st ed. Ankara, Özyurt Matbaacılık, 2012: 1241-1302.
48. O'Sullivan SM, Hartwell GR. Obturation of a retained primary mandibular second molar using mineral trioxide aggregate: a case report. *J Endod*, 2001, 27: 703-705.
49. Ash MM, Wheeler RC, Nelson SJ. The primary teeth. In: *Wheeler's Dental Anatomy, Physiology and Occlusion*, 8th ed. Philadelphia, W.B. Saunders, 2003: 46-83.

50. White G. Advanced endodontic therapy in pedodontics. In: Krakow A, Berk H, Gron P (eds). *Clinical oral pediatrics* 1st ed. Quintessence Publishing, 1981: 114-116.
51. Avery DR, Dean JA. Treatment of Deep Caries, Vital Pulp Exposure, and Pulpless Teeth. In: McDonald RE (ed). *Dentistry for the child and adolescent*, 8th ed. St. Louis, Missouri, 2004: 388-410.
52. Carrotte P. Endodontic treatment for children. *Br Dent J*, 2005, 198: 9-15.
53. Rao A. Pulp Therapy. In: *Principles and practice of pedodontics*, 3rd ed. New Delhi, Jaypee Brothers Medical Publishers Ltd, 2012: 285.
54. Camp J. Pulp therapy for primary and young permanent teeth. *Dent Clin North Am*, 1984, 28: 651-668.
55. Goerig A, Camp J. Root canal treatment in primary teeth: a review. *Pediatr Dent*, 1983, 5: 33-37.
56. Kramer W, Ireland R. Measurements of the primary teeth. *J Dent Child*, 1959, 26: 252-261.
57. Seidberg BH, Alibrandi BV, Fine H, Logue B. Clinical investigation of measuring working lengths of root canals with an electronic device and with digital-tactile sense. *J Am Dent Assoc*, 1975, 90: 379-387.
58. JH. C. Pediatric endodontic treatment. In: Cohen S, Burns RC (eds). *Pathways of the Pulp*, 7th ed. St. Louis: Mosby, 1998: 718-758.
59. Nekoofar M, Ghandi M, Hayes S, Dummer P. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *Int Endod J*, 2006, 39: 595-609.
60. Metzger Z, Basrani, B., Goodis, H.E. Instruments, Materials and Devices. In: *Cohen's Pathways of the Pulp*, 10th ed. St. Louis., Mosby Inc., 2011: 223-282.

61. Leonardi LE, Atlas DM, Raiden G. Apical extrusion of debris by manual and mechanical instrumentation. *Braz Dent J*, 2007, 18: 16-19.
62. Pashley E, Birdsong N, Bowman K, Pashley DH. Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J Endod*, 1985, 11: 525-528.
63. Cohen S BR. Cleaning and shaping the root canal system. In: West JD (ed). *Pathways of the pulp*, 6th ed. Mosby, 1994: 179-218.
64. Torabinejad M WR. Cleaning and shaping the root canal system. In: *Endodontics: principles and practice*, 4th ed. 2009: 264-265.
65. Clarkson RM, Moule AJ. Sodium hypochlorite and its use as an endodontic irrigant. *Aust Dent J*, 1998, 43: 250-256.
66. Verma N, Sangwan P, Tewari S, Duhan J. Effect of different concentrations of sodium hypochlorite on outcome of primary root canal treatment: a randomized controlled trial. *J Endod*, 2019, 45: 357-363.
67. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J*, 2003, 36: 810-830.
68. Hottel TL, El-Refai NY, Jones JJ. A comparison of the effects of three chelating agents on the root canals of extracted human teeth. *J Endod*, 1999, 25: 716-717.
69. Yamada RS, Armos A, Goldman M. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating. *J Endodon*, 1983, 9: 137-142.
70. Dametto FR, Ferraz CCR, de Almeida Gomes BPF, Zaia AA, Teixeira FB, de Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the immediate and prolonged antimicrobial action of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2005, 99: 768-772.

71. Okino L, Siqueira E, Santos M, Bombana A, Figueiredo J. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *Int Endod J*, 2004, 37: 38-41.
72. Gomes BP, Vianna ME, Zaia AA, Almeida JFA, Souza-Filho FJ, Ferraz CC. Chlorhexidine in endodontics. *Braz Dent J*, 2013, 24: 89-102.
73. Chow T. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod*, 1983, 9: 475-479.
74. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Eur J Oral Sci*, 1981, 89: 321-328.
75. Ingle JI, Zeldow BJ. An evaluation of mechanical instrumentation and the negative culture in endodontic therapy. *J Am Dent Assoc*, 1958, 57: 471-476.
76. Ölmez A, Alaçam A, Ayhan H. Süt Dişi Kök Kanal Patlarının Dentin Duvar Adaptasyonu *Gazi Üniversitesi Diş Hek. Fak. Dergisi*, 1996: 69-73.
77. Demiralp S. Diş Hekimliğinde Anestezi. *Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yayınları*, 1987.
78. Keiser K, Byrne BE. Endodontic pharmacology. In: *Cohen's Pathways of the Pulp*, 10th ed. Elsevier, 2011: 671-690.
79. Aydın ON. Ağrı ve Ağrı Mekanizmalarına Güncel Bakış. *Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 2002, 2: 37-48.
80. Fehrenbacher JC, Sun XX, Locke EE, Henry MA, Hargreaves KM. Capsaicin-evoked iCGRP release from human dental pulp: a model system for the study of peripheral neuropeptide secretion in normal healthy tissue. *Pain*, 2009, 144: 253-261.

81. 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.
82. Topçuoğlu G, Topçuoğlu HS, Delikan E, Aydınbelge M, Dogan S. Postoperative pain after root canal preparation with hand and rotary files in primary molar teeth. *Pediatr Dent*, 2017, 39: 192-196.
83. Gümüş H, Delikan E. The effect of sonic activation of irrigant on postoperative pain after root canal treatment in primary molar teeth: a randomized, clinical study. *Clin Oral Investig*, 2021, 25: 363-370.
84. Glennon J, Ng YL, Setchell D, Gulabivala K. Prevalence of and factors affecting postpreparation pain in patients undergoing two-visit root canal treatment. *Int Endod J*, 2004, 37: 29-37.
85. Walton R, Fouad A. Endodontic interappointment flare-ups: a prospective study of incidence and related factors. *J Endod*, 1992, 18: 172-177.
86. 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.
87. 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.
88. de Oliveira Alves V. Endodontic flare-ups: a prospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2010, 110: e68-e72.
89. Watkins CA, Logan HL, Kirchner HL. Anticipated and experienced pain associated with endodontic therapy. *J Am Dent Assoc*, 2002, 133: 45-54.

90. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *J Endod*, 1985, 11: 472-478.
91. Fatma E-A. Ağrı Değerlendirme Yöntemleri. *Journal of Cumhuriyet University School of Nursing*, 2002, 6.
92. Reed MD, Van Nostran W. Assessing pain intensity with the visual analog scale: a plea for uniformity. *J. Clin. Pharmacol.*, 2014, 54: 241-244.
93. Garra G, Singer AJ, Taira BR, Chohan J, Cardoz H, Chisena E, Thode Jr HC. Validation of the Wong-Baker FACES pain rating scale in pediatric emergency department patients. *Acad Emerg Med*, 2010, 17: 50-54.
94. Keck JF, Gerkenmeyer JE, Joyce BA, Schade JG. Reliability and validity of the faces and word descriptor scales to measure procedural pain. *J Pediatr Nurs*, 1996, 11: 368-374.
95. Chapman H, Kirby-Turner N. Visual/verbal analogue scales: examples of brief assessment methods to aid management of child and adult patients in clinical practice. *Br Dent J*, 2002, 193: 447-450.
96. Wong DL, Baker CM. Pain in children: comparison of assessment scales. *Pediatr Nurs*, 1988, 14: 9-17.
97. Tulunay M, Tulunay FC. *Ağrı Değerlendirilmesi ve Ölçümü*. 1st ed. 2000: 91-110.
98. Gupta HV, Gupta VV, Kaur A, Singla R, Chitkara N, Bajaj KV, Rawat H. Comparison between the analgesic effect of two techniques on the level of pain perception during venipuncture in children up to 7 years of age: a quasi-experimental study. *J. Clin. Diagnostic Res.*, 2014, 8.
99. Yılmaz F, Selma A. Hemşirelik öğrencilerinin klinik ağrı yönetimi. *Hacet. Üniv. Hemşire. Fak.. Derg.*, 2014, 1: 32-41.

100. Pope N, Tallon M, McConigley R, Leslie G, Wilson S. Experiences of acute pain in children who present to a healthcare facility for treatment: a systematic review of qualitative evidence. *JBIC Evidence Synthesis*, 2017, 15: 1612-1644.
101. Boric K, Dosenovic S, Jelcic Kadic A, Batinic M, Cavar M, Urlic M, Markovina N, Puljak L. Interventions for postoperative pain in children: An overview of systematic reviews. *Paediatr. Anesth.*, 2017, 27: 893-904.
102. Aygin D, Var G. Travmalı hastanın ağrı yönetimi ve hemşirelik yaklaşımları. *Sakarya Tıp Dergisi*, 2012, 2: 61-70.
103. Lunoe MM, Drendel AL, Levas MN, Weisman SJ, Dasgupta M, Hoffmann RG, Brousseau DC. A randomized clinical trial of jet-injected lidocaine to reduce venipuncture pain for young children. *Ann Emerg Med*, 2015, 66: 466-474.
104. Özkan TK, Balcı S. Çocuklarda Ağrı Kontrolünde Akupresür Kullanımı. *Gümüşhane Univ. Sağlık Bilim. derg.*, 2018, 7: 234-239.
105. Chou R, Gordon DB, de Leon-Casasola OA, Rosenberg JM, Bickler S, Brennan T, Carter T, Cassidy CL, Chittenden EH, Degenhardt E. Management of Postoperative Pain: a clinical practice guideline from the American pain society, the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, and the American Society of Anesthesiologists' committee on regional anesthesia, executive committee, and administrative council. *J. Pain*, 2016, 17: 131-157.
106. Frizzell KH, Cavanaugh PK, Herman MJ. Pediatric perioperative pain management. *Orthopedic Clinics*, 2017, 48: 467-480.
107. Okyay RD, Ayoğlu H. Çocuklarda Postoperatif Ağrı Yönetimi. *Pediatric Practice and Research*, 2018, 6: 16-25.

108. 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.
109. Yılmaz Ö, Karagöl HİE, Bakırtaş A. Çocuklarda nonsteroid antiinflamatuvar ilaç hipersensitivitesi. *Asthma Allergy Immunol*, 2014, 12: 123-129.
110. Mutlu B, Balcı S. Effects of balloon inflation and cough trick methods on easing pain in children during the drawing of venous blood samples: A randomized controlled trial. *J Spec Pediatr Nurs*, 2015, 20: 178-186.
111. 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.
112. Keiser K, Hargreaves KM. Building effective strategies for the management of endodontic pain. *Endodontic topics*, 2002, 3: 93-105.
113. Gatchel RJ. Managing anxiety and pain during dental treatment. *J Am Dent Assoc*, 1992, 123: 37-41.
114. Rosenberg PA, Babick PJ, Schertzer L, Leung A. The effect of occlusal reduction on pain after endodontic instrumentation. *J Endod*, 1998, 24: 492-496.
115. Chen Y, Chen X, Zou X, Chen S, Zou J, Wang Y. Efficacy of low-level laser therapy in pain management after root canal treatment or retreatment: a systematic review. *Lasers Med Sci*, 2019, 34: 1305-1316.
116. Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I. Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontol 2000*, 2004, 36: 59-97.
117. DJ B, Kindel Jr D, EK F. Effect of the laser beam on the skin. Preliminary report. *J Invest Dermatol*, 1963, 40: 121-122.

118. 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.
119. Goldman L, Hornby P, Meyer R, Goldman B. Impact of the laser on dental caries. *Nature*, 1964, 203: 417-417.
120. Vlacic J, Meyers I, Kim J, Walsh L. Laser-activated fluoride treatment of enamel against an artificial caries challenge: comparison of five wavelengths. *Aust Dent J*, 2007, 52: 101-105.
121. Chand B, Kulkarni S, Mishra P. Inhibition of enamel demineralisation using “Nd-YAG and diode laser assisted fluoride therapy”. *Eur Arch Paediatr Dent*, 2016, 17: 59-64.
122. Weichman JA, Johnson FM. Laser use in endodontics: a preliminary investigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1971, 31: 416-420.
123. Stern R, Renger H, Howell F. Laser effects on vital dental pulps. *Br Dent J*, 1969, 127: 26-28.
124. George R. Laser in dentistry-Review. *Int J Dent Clin*, 2009, 1: 13-19.
125. Keller U, Hibst R. Effects of Er: YAG laser in caries treatment: a clinical pilot study. *Lasers Surg Med*, 1997, 20: 32-38.
126. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dental Clinics*, 2004, 48: 751-770.
127. Coluzzi DJ. Laser Fundamentals. In:Convissar RA (ed). *Principles and Practice of Laser Dentistry*, 2nd ed. St. Louis, Elsevier Health Sciences, 2016: 12-26.
128. Frank KH In *Laser light and tissue: biophysical aspects of medical laser application*, First International Conference on Lasers and Medicine, International Society for Optics and Photonics: 1990; 37-45.
129. Niemz MH. *Laser-tissue interactions*. 4 ed. Springer Cham, 2007: 267-313.

130. 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.
131. Basford JR In *Low-energy laser treatment of pain and wounds: hype, hope, or hokum?*, Mayo Clin Proc, Elsevier: 1986; 671-675.
132. Musstaf RA, Jenkins DF, Jha AN. Assessing the impact of low level laser therapy (LLLT) on biological systems: a review. *Int J Radiat Biol*, 2019, 95: 120-143.
133. Thomsen S. Pathologic analysis of photothermal and photomechanical effects of laser-tissue interactions. *Photochem Photobiol*, 1991, 53: 825-835.
134. Hadley J, Young DA, Eversole LR, Gornbein JA. A laser-powered hydrokinetic system: for caries removal and cavity preparation. *J Am Dent Assoc*, 2000, 131: 777-785.
135. Küçükylmaz E, Kavruk F. Pedodontide lazer uygulamaları. *European Annals of Dental Sciences*, 2015, 42: 135-148.
136. Orekhova LY, Barmasheva AA. Doppler flowmetry as a tool of predictive, preventive and personalised dentistry. *EPMA Journal*, 2013, 4: 1-8.
137. Odabaş ME. Vital pulpa tedavilerinde lazer uygulaması. *Gazi Üniversitesi Diş Hek. Fak. Dergisi*, 2011, 28: 51-58.
138. Gazelius B, Olgart L, Edwall B, Edwall L. Non-invasive recording of blood flow in human dental pulp. *Dent Traumatol*, 1986, 2: 219-221.
139. Uysal D, Güler Ç. Diş hekimliğinde lazer: bir literatür derlemesi. *J Dent Fac Ataturk Univ*, 2012, 2012.
140. Lussi A. Comparison of different methods for the diagnosis of fissure caries without cavitation. *Caries Res*, 1993, 27: 409-416.

141. Verdonschot E, Bronkhorst E, Burgersdijk R, König K, Schaeken M, Truin G. Performance of some diagnostic systems in examinations for small occlusal carious lesions. *Caries Res*, 1992, 26: 59-64.
142. Hibst R, Paulus R, Lussi A. Detection of occlusal caries by laser fluorescence: basic and clinical investigations. *Medical Laser Application*, 2001, 16: 205-213.
143. Alencar CJF, Braga MM, de Oliveira E, Nicolau J, Mendes FM. Dye-enhanced laser fluorescence detection of caries lesions around brackets. *Lasers Med Sci*, 2009, 24: 865-870.
144. Sürme K, Kara NB, Yilmaz Y. In vitro evaluation of occlusal caries detection methods in primary and permanent teeth: a comparison of CarieScan PRO, DIAGNOdent Pen, and DIAGNOcam methods. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*, 2020, 38: 105-111.
145. Lussi A, Francescut P. Performance of conventional and new methods for the detection of occlusal caries in deciduous teeth. *Caries Res*, 2003, 37: 2-7.
146. Kavvadia K, Lagouvardos P. Clinical performance of a diode laser fluorescence device for the detection of occlusal caries in primary teeth. *Int J Paediatr Dent*, 2008, 18: 197-204.
147. Fried D, Ragadio JN, Akrivou M, Featherstone JD, Murray MW, Dickenson KM. Dental hard tissue modification and removal using sealed transverse excited atmospheric-pressure lasers operating at $\lambda = 9.6$ and $10.6 \mu\text{m}$. *J Biomed Opt*, 2001, 6: 231-238.
148. Yamamoto H. Prevention of dental caries by acousto-optically Q-switched Nd:YAG laser irradiation. *J Dent Res*, 1980, 2: 137.

149. Hicks M, Flaitz C, Westerman G, Blankenau R, Powell G, Berg J. Enamel caries initiation and progression following low fluence (energy) argon laser and fluoride treatment. *J Clin Pediatr Dent*, 1995, 20: 9-13.
150. Vitale M, Zaffe D, Botticell A, Caprioglio C. Diode laser irradiation and fluoride uptake in human teeth. *Eur Arch Paediatr Dent*, 2011, 12: 90-92.
151. Apel C, Birker L, Meister J, Weiss C, Gutknecht N. The caries-preventive potential of subablative Er: YAG and Er: YSGG laser radiation in an intraoral model: a pilot study. *Photomed Laser Surg*, 2004, 22: 312-317.
152. Usume A, Aykent F. Bond strengths of porcelain laminate veneers to tooth surfaces prepared with acid and Er, Cr: YSGG laser etching. *J Prosthet Dent*, 2003, 90: 24-30.
153. Eversole L, RizoIU I. Pulpal response to cavity preparation by an erbium, chromium: YSGG laser-powered hydrokinetic system. *J Am Dent Assoc*, 1997, 128: 1099-1106.
154. Cehreli SB, Gungor HC, Karabulut E. Er, Cr: YSGG laser pretreatment of primary teeth for bonded fissure sealant application: a quantitative microleakage study. *J Adhes Dent*, 2006, 8.
155. Olivi G, Genovese M. Laser restorative dentistry in children and adolescents. *Eur Arch Paediatr Dent*, 2011, 12: 68-78.
156. Borsatto MC, Corona SAM, Ramos RP, Liporaci JLJ, Pécora JD, Palma-Dibb RG. Microleakage at sealant/enamel interface of primary teeth: effect of Er: YAG laser ablation of pits and fissures. *J Dent Child*, 2004, 71: 143-147.
157. Moshonov J, Stabholz A, Zyskind D, Sharlin E, Peretz B. Acid-etched and erbium: yttrium aluminium garnet laser-treated enamel for fissure sealants: a comparison of microleakage. *Int J Paediatr Dent*, 2005, 15: 205-209.

158. Matsumoto K, Wang X, Zhang C, Kinoshita J-I. Effect of a novel Er: YAG laser in caries removal and cavity preparation: a clinical observation. *Photomed Laser Surg*, 2007, 25: 8-13.
159. Krause F, Braun A, Lotz G, Kneist S, Jepsen S, Eberhard J. Evaluation of selective caries removal in deciduous teeth by a fluorescence feedback-controlled Er: YAG laser in vivo. *Clin Oral Investig*, 2008, 12: 209-215.
160. Dommisch H, Peus K, Kneist S, Krause F, Braun A, Hedderich J, Jepsen S, Eberhard J. Fluorescence-controlled Er: YAG laser for caries removal in permanent teeth: a randomized clinical trial. *Eur J Oral Sci*, 2008, 116: 170-176.
161. Jacobson B, Berger J, Kravitz R, Ko J. Laser pediatric Class II composites utilizing no anesthesia. *J Clin Pediatr Dent*, 2004, 28: 99-101.
162. Jacobson B, Berger J, Kravitz R, Patel P. Laser pediatric crowns performed without anesthesia: a contemporary technique. *J Clin Pediatr Dent*, 2003, 28: 11-12.
163. Öznurhan F, Ölmez A. Çocuk dişhekimliğinde lazerler. *Cumhuriyet Dental J*, 2012, 15: 175-185.
164. Celiberti P, Francescut P, Lussi A. Performance of four dentine excavation methods in deciduous teeth. *Caries Res*, 2006, 40: 117-123.
165. Hasheminia SM, Feizi G, Razavi SM, Feizianfard M, Gutknecht N, Mir M. A comparative study of three treatment methods of direct pulp capping in canine teeth of cats: a histologic evaluation. *Lasers Med Sci*, 2010, 25: 9-15.
166. Elliot R, Roberts M, Burkes J, Phillips C. Evaluation of the carbon dioxide laser on vital human primary pulp tissue. *Pediatr Dent*, 1999, 21: 327-331.
167. Stabholz A, Sahar-Helft S, Moshonov J. Lasers in endodontics. *Dental Clinics*, 2004, 48: 809-832.

168. Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod*, 1990, 16: 498-504.
169. Berkiten M, Berkiten R, Okar İ. Comparative evaluation of antibacterial effects of Nd: YAG laser irradiation in root canals and dentinal tubules. *J Endod*, 2000, 26: 268-270.
170. Caprioglio C, Olivi G, Genovese M. Lasers in dental traumatology. *Eur J Paediatr Dent* 2010: 71-76.
171. Boj JR, Poirier C, Hernandez M, Espasa E, Espanya A. Laser soft tissue treatments for paediatric dental patients. *Eur Arch Paediatr Dent*, 2011, 12: 100-105.
172. Pinheiro AL, Cavalcanti ET, Pinheiro TI, Alves MJ, Miranda ER, De Quevedo AS, Manzi CT, Vieira AL, Rolim AB. Low-level laser therapy is an important tool to treat disorders of the maxillofacial region. *J Clin Laser Med Surg*, 1998, 16: 223-226.
173. Kreisler M, Christoffers AB, Willershausen B, d'Hoedt B. Effect of low-level GaAlAs laser irradiation on the proliferation rate of human periodontal ligament fibroblasts: an in vitro study. *J Clin Periodontol*, 2003, 30: 353-358.
174. Ishida MD CE, Ramos-e-Silva MD P, Marcia. Cryosurgery in oral lesions. *Int J Dermatol*, 1998, 37: 283-285.
175. Gontijo I, Navarro RS, Haypek P, Ciamponi AL, Haddad AE. The applications of diode and Er: YAG lasers in labial frenectomy in infant patients. *J Dent Child*, 2005, 72: 10-15.
176. Kelman MM, Poiman DJ, Jacobson BL. Laser Gingivectomy for Pediatrics: A case report. *N Y State Dent J*, 2009, 75: 26.

177. Verco P. Case report and clinical technique: Argon beam electrosurgery for tongue ties and maxillary frenectomies in infants and children. *Eur Arch Paediatr Dent*, 2007, 8: 15-19.
178. Tamarit-Borrás M, Delgado-Molina E, Berini-Aytés L, Gay-Escoda C. Removal of hyperplastic lesions of the oral cavity. A retrospective study of 128 cases. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2005, 10: 151-162.
179. Boj JR, Hernandez M, Poirier C, Espasa E. Treatment of Pyogenic Granuloma with a Laser-powered Hydrokinetic System: Case Report. *J. oral laser appl*, 2006, 6.
180. Vesnaver A, Doves DA. Treatment of vascular lesions in the head and neck using Nd: YAG laser. *J Craniomaxillofac Surg*, 2006, 34: 17-24.
181. Fornaini C, Rocca J, Bertrand M, Merigo E, Nammour S, Vescovi P. Nd: YAG and diode laser in the surgical management of soft tissues related to orthodontic treatment. *Photomed Laser Surg*, 2007, 25: 381-392.
182. Liu CM, Hou LT, Wong MY, Lan WH. Comparison of Nd: YAG laser versus scaling and root planing in periodontal therapy. *J Periodontol*, 1999, 70: 1276-1282.
183. Cruz LB, Ribeiro AS, Rech A, Rosa LG, Castro Jr CG, Brunetto AL. Influence of low-energy laser in the prevention of oral mucositis in children with cancer receiving chemotherapy. *Pediatr Blood Cancer*, 2007, 48: 435-440.
184. Boj JR, Poirier C, Hernandez M, Espasa E. Laser-assisted treatment of a dentigerous cyst: case report. *Pediatr Dent*, 2007, 29: 521-524.
185. Asgari A, Jacobson BL, Mehta M, Pfail JL. Laser exposure of unerupted teeth. *NY State Dent J*, 2007, 73: 38.
186. Boj JR, Poirier C, Espasa E, Hernandez M, Espanya A. Lower lip mucocele treated with an erbium laser. *Pediatr Dent*, 2009, 31: 249-252.

187. Akyol A, Anadolu R, Anadolu Y, Ekmekci P, Gürgey E, Akay N. Multifocal papillomavirus epithelial hyperplasia: successful treatment with CO2 laser therapy combined with interferon alpha-2b. *Int J Dermatol*, 2003, 42: 733-735.
188. Summersgill KF, Smith EM, Levy BT, Allen JM, Haugen TH, Turek LP. Human papillomavirus in the oral cavities of children and adolescents. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2001, 91: 62-69.
189. White J, Chaudhry S, Kudler J, Sekandari N, Schoelch M, Silverman Jr S. Nd: YAG and CO2 laser therapy of oral mucosal lesions. *J Clin Laser Med Surg*, 1998, 16: 299-304.
190. Roodenburg J, Panders A, Vermeij A. Carbon dioxide laser surgery of oral leukoplakia. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1991, 71: 670-674.
191. Romanos G, Nentwig G-H. 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.
192. Saltzman B, Sigal M, Clokie C, Rukavina J, Titley K, Kulkarni G. 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.
193. Igić M, Mihailović D, Kesic L, Milasin J, Apostolović M, Kostadinović L, Janjić 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.
194. Mârțu S, Amălinei C, Tatarciuc M, Rotaru M, Potarnichie O, Liliac L, Căruntu I-D. Healing process and laser therapy in the superficial periodontium: a histological study. *Rom J Morphol Embryol*, 2012, 53: 111-116.

195. Aimbire F, Albertini R, Pacheco M, Castro-Faria-Neto H, Leonardo P, Iversen V, Lopes-Martins R, Bjordal J. Low-level laser therapy induces dose-dependent reduction of TNF α levels in acute inflammation. *Photomed Laser Surg*, 2006, 24: 33-37.
196. 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.
197. Chow R, Armati P, Laakso E-L, 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.
198. Meneguzzo DT, Lopes LA, Pallota R, Soares-Ferreira L, Lopes-Martins RÁB, 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.
199. Lievens P. The effect of a combined HeNe and IR laser treatment on the regeneration of the lymphatic system during the process of wound healing. *Lasers Med Sci*, 1991, 6: 193-199.
200. Bjordal JM, Couppé C, Chow RT, Tunér 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.
201. Carrasco TG, Guerisoli LDC, Guerisoli DMZ, Mazzetto MO. Evaluation of low intensity laser therapy in myofascial pain syndrome. *CRANIO®*, 2009, 27: 243-247.
202. Karu TI. Mitochondrial signaling in mammalian cells activated by red and near-IR radiation. *Photochem Photobiol*, 2008, 84: 1091-1099.

203. Eells JT, Wong-Riley MT, VerHoeve J, Henry M, Buchman EV, Kane MP, Gould LJ, Das R, Jett M, Hodgson BD. Mitochondrial signal transduction in accelerated wound and retinal healing by near-infrared light therapy. *Mitochondrion*, 2004, 4: 559-567.
204. 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*, 2004, 101: 7630-7635.
205. Cleeter M, Cooper J, Darley-Usmar V, Moncada S, and, Schapira A. 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.
206. Antunes F, Boveris A, Cadenas E. On the mechanism and biology of cytochrome oxidase inhibition by nitric oxide. *Proc Natl Acad Sci*, 2004, 101: 16774-16779.
207. Lane N. Cell biology: power games. *Nature*, 2006, 443: 901-904.
208. Bolanos J, Peuchen S, Heales S, Land J, Clark J. Nitric oxide-mediated inhibition of the mitochondrial respiratory chain in cultured astrocytes. *J Neurochem*, 1994, 63: 910-916.
209. Karu TI, Kolyakov S. Exact action spectra for cellular responses relevant to phototherapy. *Photomed Laser Surg*, 2005, 23: 355-361.
210. 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.
211. Holder M, Milward M, Palin W, Hadis M, Cooper P. Effects of red light-emitting diode irradiation on dental pulp cells. *J Dent Res*, 2012, 91: 961-966.

212. 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.
213. 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- κ B Signaling Pathway by 635 nm Irradiation via Heat Shock Protein 27 in Human Gingival Fibroblast Cells. *Photochem Photobiol*, 2013, 89: 199-207.
214. de Lima FM, Albertini R, Dantas Y, Maia-Filho AL, de Loura Santana C, Castro-Faria-Neto HC, França 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.
215. Servetto N, Cremonezzi 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.
216. Chen K-H, Hong C-Z, Kuo F-C, Hsu H-C, Hsieh Y-L. Electrophysiologic effects of a therapeutic laser on myofascial trigger spots of rabbit skeletal muscles. *Am J Phys Med Rehabil*, 2008, 87: 1006-1014.
217. 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.
218. 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.

219. Laakso EL, Richardson C, Cramond T. Pain Scores And Side Effects In Response To Low Level Laser Therapy (LLLT) For Myofascial Trigger Points. *Laser Therapy*, 1997, 9: 67-72.
220. Huang Y-Y, Chen AC-H, Carroll JD, Hamblin MR. Biphasic dose response in low level light therapy. *Dose-Response*, 2009, 7: 358–383.
221. Huang Y-Y, Sharma SK, Carroll J, Hamblin MR. Biphasic dose response in low level light therapy—an update. *Dose-Response* 2011, 9: 602–618.
222. Sommer AP, Pinheiro AL, Mester AR, Franke R-P, 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.
223. Karu T. Mitochondrial mechanisms of photobiomodulation in context of new data about multiple roles of ATP. 2010, 28: 159-160.
224. Jenkins PA, Carroll JD. How to report low-level laser therapy (LLLT)/photomedicine dose and beam parameters in clinical and laboratory studies. *Photomed Laser Surg*, 2011, 29: 785-787.
225. Kirkpatrick SJ. A primer on radiometry. *Dent Mater*, 2005, 21: 21-26.
226. 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.
227. Orhan K, Aksoy U, Can-Karabulut DC, Kalender A. Low-level laser therapy of dentin hypersensitivity: a short-term clinical trial. *Lasers Med Sci*, 2011, 26: 591-598.
228. 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.

229. Tanboga I, Eren F, Altınok 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.
230. Faria Amorim JC, Sousa GRD, Silveira LDB, 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.
231. 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: 1-9.
232. 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.
233. 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.
234. 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.
235. Boldrini C, de Almeida JM, Fernandes LA, Ribeiro FS, Garcia VG, Theodoro LH, Pontes AEF. Biomechanical effect of one session of low-level laser on the bone–titanium implant interface. *Lasers Med Sci*, 2013, 28: 349-352.
236. Miloro M, Miller JJ, Stoner JA. Low-level laser effect on mandibular distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg*, 2007, 65: 168-176.
237. Salmos-Brito JAL, de Menezes RF, Teixeira CEC, Gonzaga RKM, Rodrigues BHM, Braz R, Bessa-Nogueira RV, de Martínez Gerbi MEM. Evaluation of low-

- level laser therapy in patients with acute and chronic temporomandibular disorders. *Lasers Med Sci*, 2013, 28: 57-64.
238. Muñoz Sanchez PJ, Capote Femenías JL, Díaz Tejada A, Tunér J. The effect of 670-nm low laser therapy on herpes simplex type 1. *Photomed Laser Surg*, 2012, 30: 37-40.
239. Lončar B, Mravak Stipetić M, Baričević M, Risović D. The effect of low-level laser therapy on salivary glands in patients with xerostomia. *Photomed Laser Surg*, 2011, 29: 171-175.
240. 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.
241. Agha-Hosseini F, Moslemi E, Mirzaii-Dizgah I. Comparative evaluation of low-level laser and CO2 laser in treatment of patients with oral lichen planus. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2012, 41: 1265-1269.
242. Yang H-W, Huang Y-F. Treatment of burning mouth syndrome with a low-level energy diode laser. *Photomed Laser Surg*, 2011, 29: 123-125.
243. 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.
244. 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.

245. Akyol A. Subkutan heparin uygulamasında farklı lokalizasyon ve uygulamaların hematoma oluşumuna etkisi ile hematoma giderilmesinde buz uygulaması etkinliğinin incelenmesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, İzmir: Ege Üniversitesi, 1998.
246. Kazan EE. Soğuk uygulamalar ve hemşirelik bakımı. *Hacet. Üniv. Hemşire. Fak. Derg.*, 2011, 18: 73-82.
247. Daanen H. Finger cold-induced vasodilation: a review. *Eur J Appl Physiol*, 2003, 89: 411-426.
248. Mac Auley DC. Ice therapy: how good is the evidence? *Int J Sports Med*, 2001, 22: 379-384.
249. Fouad AF, Burleson J. The effect of diabetes mellitus on endodontic treatment outcome: data from an electronic patient record. *J Am Dent Assoc*, 2003, 134: 43-51.
250. Günel E, Bozkurt P. Çocuk Hastalarda Erken Diş Kaybının Yaşa ve Diş Grubuna Göre İncelenmesi. *Ankara Univ Hekim Fak Derg*, 2020, 47: 27-35.
251. Ahamed SSS, Reddy VN, Krishnakumar R, Mohan MG, Sugumaran DK, Rao AP. Prevalence of early loss of primary teeth in 5–10-year-old school children in Chidambaram town. *Contemp Clin Dent*, 2012, 3: 27.
252. Alí A, Olivieri JG, Duran-Sindreu F, Abella F, Roig M, García-Font M. Influence of preoperative pain intensity on postoperative pain after root canal treatment: A prospective clinical study. *J Dent*, 2016, 45: 39-42.
253. Akbaba MH. Yaşa Bağlı Süt İkinci Molar Dişlerin Fizyolojik Kök Rezorpsiyonlarının Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Hacimsel Olarak Üç Boyutlu Değerlendirilmesi. Diş Hekimliği Fakültesi. Doktora tezi, Diyarbakır: Dicle Üniversitesi, 2015.

254. Tüfekci FG, Behice E. Ağrılı işlemler sırasında ebeveynlerin bulunmasının ve bazı faktörlerin çocukların ağrı toleransına etkisi *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2007, 10: 30-40.
255. Revill S, Robinson J, Rosen M, Hogg M. The reliability of a linear analogue for evaluating pain. *Anaesthesia*, 1976, 31: 1191-1198.
256. Moore PA, Dunsky JL. Bupivacaine anesthesia—a clinical trial for endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1983, 55: 176-179.
257. Dunsky JL, Moore PA. Long-acting local anesthetics: a comparison of bupivacaine and etidocaine in endodontics. *J Endod*, 1984, 10: 457-460.
258. Parirokh M, Yosefi MH, Nakhaee N, Manochehrifar H, Abbott PV, Forghani FR. 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.
259. Malamed SF. Clinical action of specific agents. In: Malamed SF (ed). *Handbook of local anesthesia*, 5th ed. St. Louis, Mo. ; London, Mosby, 2004: 55-81.
260. Ahmad I. Rubber dam usage for endodontic treatment: a review. *Int Endod J*, 2009, 42: 963-972.
261. Wong R. The rubber dam as a means of infection control in an era of AIDS and hepatitis. *Indiana Dental Association*, 1988, 67: 41-43.
262. Cochran MA, Miller CH, Sheldrake MA. The efficacy of the rubber dam as a barrier to the spread of microorganisms during dental treatment. *J Am Dent Assoc*, 1989, 119: 141-144.
263. Angwaravong O, Panitvisai P. Accuracy of an electronic apex locator in primary teeth with root resorption. *Int Endod J*, 2009, 42: 115-121.

264. Waterhouse PJ, Whitworth JM, Camp J, Fuks AB. Pediatric endodontics: endodontic treatment for the primary and young permanent dentition. In: *Pathways of the pulp* 10th ed. St. Louis Mosby Elsevier, 2011: 808-857.
265. Ahmed H. Anatomical challenges, electronic working length determination and current developments in root canal preparation of primary molar teeth. *Int Endod J*, 2013, 46: 1011-1022.
266. Patiño-Marín N, Zavala-Alonso NV, Martínez-Castañón GA, Sánchez-Benavides N, Villanueva-Gordillo M, Loyola-Rodríguez JP, Medina-Solís CE. Clinical evaluation of the accuracy of conventional radiography and apex locators in primary teeth. *Pediatr Dent*, 2011, 33: 19-22.
267. Öznurhan F, Öztürk C, Kapdan A. Süt dişi kanal dolgu materyalleri. *Cumhuriyet Dent J*, 2013, 16: 158-164.
268. Tannure PN, Barcelos R, Portela MB, Gleiser R, Primo LG. Histopathologic and SEM analysis of primary teeth with pulpectomy failure. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2009, 108: e29-e33.
269. Barcelos R, Tannure PN, Gleiser R, Luiz RR, Primo LG. The influence of smear layer removal on primary tooth pulpectomy outcome: A 24-month, double-blind, randomized, and controlled clinical trial evaluation. *Int J Paediatr Dent*, 2012, 22: 369-381.
270. Canoglu H, Tekcicek MU, Cehreli ZC. Comparison of conventional, rotary, and ultrasonic preparation, different final irrigation regimens, and 2 sealers in primary molar root canal therapy. *Pediatr Dent*, 2006, 28: 518-523.
271. Moore J, Fitz-Walter P, Parashos P. A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. *Int Endod J*, 2009, 42: 1057-1064.

272. Garip G, Nur BG, Altunsoy M, Evren O. Süt Dişlerinde Nikel Titanyum Döner Aletlerinin Kullanımının Değerlendirilmesi. *J Dent Fac Ataturk Univ*, 2015, 25.
273. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod*, 1988, 14: 346-351.
274. Musale P, Mujawar S. Evaluation of the efficacy of rotary vs. hand files in root canal preparation of primary teeth in vitro using CBCT. *Eur Arch Paediatr Dent*, 2014, 15: 113-120.
275. Jeevanandan G. Kedo-S paediatric rotary files for root canal preparation in primary teeth—Case report. *J. Clin. Diagnostic Res.*, 2017, 11.
276. Silva LA, Nelson-Filho P, Leonardo MR, Tanomaru JM. Comparison of rotary and manual instrumentation techniques on cleaning capacity and instrumentation time in deciduous molars. *J Dent Child*, 2004, 71: 45-47.
277. Nagaratna P, Shashikiran N, Subbareddy V. In vitro comparison of NiTi rotary instruments and stainless steel hand instruments in root canal preparations of primary and permanent molar. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, 2006, 24: 186.
278. Kummer TR, Calvo MC, Cordeiro MMR, de Sousa Vieira R, de Carvalho Rocha MJ. Ex vivo study of manual and rotary instrumentation techniques in human primary teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2008, 105: e84-e92.
279. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. 1985. *J Endod*, 2004, 30: 476-481.
280. Tinaz AC, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoglu G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod*, 2005, 31: 533-535.

281. Ferraz C, Gomes N, Gomes B, Zaia A, Teixeira F, Souza-Filho F. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J*, 2001, 34: 354-358.
282. Metzger Z. The self-adjusting file (SAF) system: An evidence-based update. *J Conserv. Dent.*, 2014, 17: 401.
283. Llewelyn D. UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry. The pulp treatment of the primary dentition. *Int J Paediatr Dent*, 2000, 10: 248-252.
284. Moskovitz M, Sammara E, Holan G. Success rate of root canal treatment in primary molars. *J Dent*, 2005, 33: 41-47.
285. Rocha MJdC, Cardoso M. Federal University of Santa Catarina endodontic treatment of traumatized primary teeth—part 2. *Dent Traumatol*, 2004, 20: 314-326.
286. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dental Clinics*, 2010, 54: 291-312.
287. Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J Endod*, 2010, 36: 1558-1562.
288. Gomes B, Ferraz C, ME V, Berber V, Teixeira F, Souza-Filho F. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J*, 2001, 34: 424-428.
289. Gernhardt C, Eppendorf K, Kozlowski A, Brandt M. Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. *Int Endod J*, 2004, 37: 272-280.

290. Chaugule VB, Panse AM, Gawali PN. Adverse reaction of sodium hypochlorite during endodontic treatment of primary teeth. *Int. J. Clin. Pediatr. Dent.*, 2015, 8: 153.
291. Zaparolli D, Saquy PC, Cruz-Filho AM. Effect of sodium hypochlorite and EDTA irrigation, individually and in alternation, on dentin microhardness at the furcation area of mandibular molars. *Braz Dent J*, 2012, 23: 654-658.
292. Forghani M, Afshari E, Parisay I, Garajian R. Effect of a passive sonic irrigation system on elimination of *Enterococcus faecalis* from root canal systems of primary teeth, using different concentrations of sodium hypochlorite: An in vitro evaluation. *J. Dent. Res. Dent. Clin. Dent. Prospects*, 2017, 11: 177.
293. Siqueira Jr JF, Rôças 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.
294. Aragão AC, Pintor AVB, Marceliano-Alves M, Primo LG, Silva ASdS, Lopes RT, Neves AdA. Root canal obturation materials and filling techniques for primary teeth: In vitro evaluation in polymer-based prototyped incisors. *Int J Paediatr Dent*, 2020, 30: 381-389.
295. Barr E, Flaitz C, Hicks M. A retrospective radiographic evaluation of primary molar pulpectomies. *AAPD*, 1991, 13: 4-9.
296. Praveen P, Anantharaj A, Venkataraghavan K, Rani P, Sudhir R, Jaya A. A review of obturating materials for primary teeth. *SRM J Res Dent Sci*, 2011, 2: 42.
297. Chawla H, Setia S, Gupta N, Gauba K, Goyal A. Evaluation of a mixture of zinc oxide, calcium hydroxide, and sodium fluoride as a new root canal filling material for primary teeth. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, 2008, 26: 53.

298. Chen C-W, Kao C-T, Huang T-H. Comparison of the biocompatibility between 2 endodontic filling materials for primary teeth. *J. Dent. Sci.*, 2005, 24: 28-34.
299. Atieh M. Stainless steel crown versus modified open-sandwich restorations for primary molars: a 2-year randomized clinical trial. *Int J Paediatr Dent*, 2008, 18: 325-332.
300. Üstün O, Koruyucu M. Çocuk Hastalarda Kullanılan Kuron Restorasyonlar. *Sağlık Bilimlerinde İleri Araştırmalar Dergisi*, 2021, 4: 113-123.
301. Korolenkova M, Arzumanyan A. Effectiveness of fillings and stainless-steel pediatric crowns for primary molars restoration: the results of prospective randomized split mouth study. *Stomatologia (Sofia)*, 2019, 98: 83-86.
302. Tran L, Messer LB. Clinicians choices of restorative materials for children. *Aust Dent J*, 2003, 48: 221-232.
303. Krämer N, Frankenberger R. Compomers in restorative therapy of children: a literature review. *Int J Paediatr Dent*, 2007, 17: 2-9.
304. Hse KM, Wei SH. Clinical evaluation of compomer in primary teeth: 1-year results. *J Am Dent Assoc*, 1997, 128: 1088-1096.
305. Goldstein RE, Chu SJ, Lee EA, Stappert CF. *Ronald E. Goldstein's Esthetics in Dentistry*. 3rd ed. USA, John Wiley & Sons, 2018.
306. Akça NBD. Süt dişi Sınıf II restorasyonlarında bir cam hibrit ve bir kompomer materyalinin klinik başarısının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi. Diş Hekimliği Fakültesi. Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi, 2021.
307. Kanik O, Turkun S. Recent approaches in restorative glass ionomer cements. *J Dent Ege Univ*, 2016, 37: 54-65.

308. Marks L, Weerheijm K, Van Amerongen W, Groen H, Martens L. Dyract versus Tytin Class II restorations in primary molars: 36 months evaluation. *Caries Res*, 1999, 33: 387-392.
309. Christensen GJ. Restorative dentistry for pediatric teeth: state of the art 2001. *J Am Dent Assoc*, 2001, 132: 379-381.
310. Griffen LCGAL, Casamassimo MPS. Compomers as class II restorations in primary molars. *Pediatr Dent*, 2001, 23: 24-27.
311. Sengul F, Gurbuz T. Clinical Evaluation of Restorative Materials in Primary Teeth Class II Lesions. *J Clin Pediatr Dent*, 2015, 39: 315-321.
312. Welbury R, Shaw A, Murray J, Gordon P, McCabe J. Clinical evaluation of paired compomer and glass ionomer restorations in primary molars: final results after 42 months. *Br Dent J*, 2000, 189: 93-97.
313. Duggal M, Toumba K, Sharma N. Clinical performance of a compomer and amalgam for the interproximal restoration of primary molars: a 24-month evaluation. *Br Dent J*, 2002, 193: 339-342.
314. Bjordal JM, Johnson MI, Iversen V, Aimbire F, Lopes-Martins RAB. Low-level laser therapy in acute pain: a systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials. *Photomed Laser Surg*, 2006, 24: 158-168.
315. Nabi S, Amin K, Masoodi A, Farooq R, Purra AR, Ahangar FA. Effect of preoperative ibuprofen in controlling postendodontic pain with and without low-level laser therapy in single visit endodontics: A randomized clinical study. *Indian J Dent Res*, 2018, 29: 46.

316. Bashkatov AN, Genina E, Kochubey V, Tuchin V. Optical properties of human skin, subcutaneous and mucous tissues in the wavelength range from 400 to 2000 nm. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 2005, 38: 2543.
317. Bouillaguet S, Wataha JC, Zapata O, Campo M, Lange N, Schrenzel J. Production of reactive oxygen species from photosensitizers activated with visible light sources available in dental offices. *Photomed Laser Surg*, 2010, 28: 519-525.
318. Gigo-Benato D, Geuna S, de Castro Rodrigues A, Tos P, Fornaro M, Boux E, Battiston B, Giacobini-Robecchi M. Low-power laser biostimulation enhances nerve repair after end-to-side neurorrhaphy: a double-blind randomized study in the rat median nerve model. *Lasers Med Sci*, 2004, 19: 57-65.
319. Al-Watban FA, Zhang X. The comparison of effects between pulsed and CW lasers on wound healing. *J Clin Laser Med Surg*, 2004, 22: 15-18.
320. Naseri M, Asnaashari M, Moghaddas E, Vatankhah MR. Effect of low-level laser therapy with different locations of irradiation on postoperative endodontic pain in patients with symptomatic irreversible pulpitis: a double-blind randomized controlled trial. *J Lasers Med Sci*, 2020, 11: 249.
321. Asnaashari M, Mohebi S, Paymanpour P. Pain reduction using low level laser irradiation in single-visit endodontic treatment. *J Lasers Med Sci* 2001, 2: 139-143.
322. Lopes LPB, Herkrath FJ, Vianna ECB, Gualberto Júnior EC, Marques AAF, Sponchiado Júnior EC. Effect of photobiomodulation therapy on postoperative pain after endodontic treatment: a randomized, controlled, clinical study. *Clin Oral Investig*, 2019, 23: 285-292.
323. Pawar SS, Pujar MA, Makandar SD, Khaiser MI. Postendodontic treatment pain management with low-level laser therapy. *J. Dent. Lasers*, 2014, 8: 60.

324. 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.
325. 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.
326. 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.
327. Sonesson M, De Geer E, Subraian J, Petré S. Efficacy of low-level laser therapy in accelerating tooth movement, preventing relapse and managing acute pain during orthodontic treatment in humans: a systematic review. *BMC Oral Health*, 2017, 17: 1-12.
328. Laureano Filho JR, e Silva EDdO, Camargo IB, Gouveia FM. The influence of cryotherapy on reduction of swelling, pain and trismus after third-molar extraction: a preliminary study. *J Am Dent Assoc*, 2005, 136: 774-778.
329. Gelesko S, Long L, Faulk J, Phillips C, Dicus C, White Jr RP. Cryotherapy and topical minocycline as adjunctive measures to control pain after third molar surgery: an exploratory study. *J Oral Maxillofac Surg*, 2011, 69: e324-e332.
330. Knight KL. *Cryotherapy in Sport Injury Management*. 1st ed. Human Kinetics, 1995.
331. Belitsky RB, Odam SJ, Hubley-Kozey C. Evaluation of the effectiveness of wet ice, dry ice, and cryogen packs in reducing skin temperature. *Phys Ther*, 1987, 67: 1080-1084.

332. Modabber A, Rana M, Ghassemi A, Gerressen M, Gellrich N-C, Hölzle F, Rana M. Three-dimensional evaluation of postoperative swelling in treatment of zygomatic bone fractures using two different cooling therapy methods: a randomized, observer-blind, prospective study. *Trials*, 2013, 14: 1-10.
333. Canan K. Ağrı Duyusu Fizyolojisi. In: *Diş Hekimliğinde Ağrı*, 1st ed. Ankara, Türk Dişhekimleri Birliği, 2002: 34-35.
334. Kidon MI, Kang LW, Chin CW, Hoon LS, Hugo VB. Nonsteroidal anti-inflammatory drug hypersensitivity in preschool children. *Allergy Asthma Clin Immunol*, 2007, 3: 1-9.
335. Pandey C, Speedie A, Jaiswal R, Lanjewar S, Dondulkar Y. Post-Operative Swelling Management in Dental Surgery. *J Int Oral Health*, 2019, 6.
336. Nunes EC, Herkrath FJ, Suzuki EH, Gualberto Júnior EC, Marques AAF, Sponchiado Júnior EC. Comparison of the effect of photobiomodulation therapy and Ibuprofen on postoperative pain after endodontic treatment: randomized, controlled, clinical study. *Lasers Med Sci*, 2020, 35: 971-978.
337. Ng YL, Glennon J, Setchell D, Gulabivala K. Prevalence of and factors affecting post-obturation pain in patients undergoing root canal treatment. *Int Endod J*, 2004, 37: 381-391.
338. Pak JG, White SN. Pain prevalence and severity before, during, and after root canal treatment: a systematic review. *J Endod*, 2011, 37: 429-438.
339. Law AS. Diagnosis of the nonodontogenic toothache. In: Berman LH, Hargreaves KM (eds). *Cohen's Pathways of the Pulp*, 12th ed. Elsevier Health Sciences, 2020: 115-138.

EKLER

EK-1. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Muhammed Talha ÇETİN
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Medeni Hali:	
Uyruğu:	T.C.
Adres:	Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Tel:	-
Faks:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	Dolapoğlu Anadolu Lisesi
Lisans:	Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi
Yüksek lisans:	
Doktora:	Atatürk Üniversitesi
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	Orta
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
İlgi Alanları ve Hobiler	
Basketbol, Masa Tenisi	
Doğa ve kültürel geziler	

EK-2. ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Uzmanlık Tezi olarak Dr. Öğr. Üyesi Fatih ŞENGÜL danışmanlığında sunulan “Apikal Periodontitisli Süt Molar Dişlerde Tek Seans Kanal Tedavisi Sonrası Kriyoterapi Uygulamasının ve Düşük Seviyeli Lazer Uygulamasının Post Operatif Ağrıya Etkisinin Karşılaştırılması” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Sağlık Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	0	15
Genel Bilgiler	29	30
Materyal ve Metod	16	35
Bulgular	9	10
Tartışma	7	15

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz. 01 / 06 / 2022

Arş. Gör.Dt.Muhammed Talha ÇETİN

Dr.Öğr.Ü.Fatih ŞENGÜL

İmza

İmza

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

EK-3. ETİK KURUL ONAY FORMU



ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP
FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU



KARAR

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı
	TELEFON	+90 442 234 65 11
	FAKS	+90 442 236 09 68
	E-POSTA	atatipetikkurul@gmail.com
SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Dr. Öğr.Üy. Tarek SEDDİK	
ARAŞTIRMACININ AÇIK ADI	Apikal Periodontitisli Süt Molar Dişlerde Tek Seans Kanal Tedavisi Sonrası Kriyoterapi Uygulamasının ve Düşük Seviyeli Lazer Uygulamasının Post Operatif Ağrıya Etkisinin Karşılaştırılması	
KARAR BİLGİLERİ	Toplantı Sayısı: 04 Karar No: 43	Tarih:27.05.2021
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmacının/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve çalışmanın bütçesinin Kendisi tarafından karşılanması koşulu ile yapılmasında bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına oy birliği ile karar verildi. Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir. Araştırmacıya çalışmalarında başarılar dileriz.	



ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP
FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU



Bölümü : Dekanlık
Servisi : Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
Sayı : B.30.2.ATA.0.01.00246
Konu : Etik Kurul Kararı

27.05.2021

Sayın: Arş.Gör.Dt.Muhammed Talha ÇETİN
Diş Hekimliği Fakültesi
Pedodonti Anabilim Dalı
Araştırma Görevlisi

Değerlendirilmek üzere Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvuruda bulunduğunuz "Apikal Periodontitisli Süt Molar Dişlerde Tek Seans Kanal Tedavisi Sonrası Kriyoterapi Uygulamasının ve Düşük Seviyeli Lazer Uygulamasının Post Operatif Ağrıya Etkisinin Karşılaştırılması" isimli bilimsel tez çalışmasına ait Kurul Kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr.Mustafa GÜL
Etik Kurul Başkanı

Eki :
1 Adet Etik Kurul Kararı

Sorumlu Araştırmacı :
1. Dr.Öğr.Üy. Tarek SEDDİK
2.

Yardımcı Araştırmacı :
1. Arş.Gör.Dt.Muhammed Talha ÇETİN

EK-4. ETİK KURUL ONAY FORMU



ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU



KARAR

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı
	TELEFON	+90 442 234 65 11
	FAKS	+90 442 236 09 68
	E-POSTA	atatipetikkurul@gmail.com
SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Dr. Öğr. Üyesi Fatih ŞENGÜL	
ARAŞTIRMACININ AÇIK ADI	Apikal Periodontitisli Süt Molar Dişlerde Tek Seans Kanal Tedavisi Sonrası Kriyoterapi Uygulamasının ve Düşük Seviyeli Lazer Uygulamasının Post Operatif Ağrıya Etkisinin Karşılaştırılması	
KARAR BİLGİLERİ	Toplantı Sayısı: 4 Karar No: 17	Tarih:28.04.2022
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve çalışmanın bütçesinin Kendisi tarafından karşılanması koşulu ile yapılmasında bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına oy birliği ile karar verildi. Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir. Araştırmacıya çalışmalarında başarılar dileriz.	



ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP
FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU



Bölümü : Dekanlık
Servisi : Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
Sayı : B.30.2.ATA.0.01.00/416
Konu : Etik Kurul Kararı

28.04.2022

Sayın: Arş. Gör. Dt. Muhammed Talha ÇETİN
Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı
Araştırma Görevlisi

Değerlendirilmek üzere Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvuruda bulunduğunuz "Apikal Periodontitisi Süt Molar Dişlerde Tek Seans Kanal Tedavisi Sonrası Kriyoterapi Uygulamasının ve Düşük Seviyeli Lazer Uygulamasının Post Operatif Ağrıya Etkisinin Karşılaştırılması" isimli bilimsel tez çalışmasına ait Kurul Kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr.Mustafa GÜL
Etik Kurul Başkanı

Eki _____ :
1 Adet Etik Kurul Kararı

Sorumlu Araştırmacı _____ :
1. Dr. Öğr. Üyesi Fatih ŞENGÜL

Yardımcı Araştırmacı _____ :
1. Arş. Gör. Dt. Muhammed Talha ÇETİN

EK-5. HASTA ONAM FORMU 1



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

Araştırma; kanal tedavisi yapılan dişlerin tedavi sonrası oluşabilecek ağrının azaltılması ile ilgilidir. Araştırmanın ismi: Apikal Periodontitisli Süt Molar Dişlerde Tek Seans Kanal Tedavisi Sonrası Kriyoterapi Uygulamasının ve Düşük Seviyeli Lazer Uygulamasının Post Operatif Ağrıya Etkisinin Karşılaştırılması

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

Çocuğunuza yapılacak rutin süt dişi kanal tedavisi ile işlem sonrası oluşabilecek ağrının takibi amaçlanmaktadır.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Dr. Öğr. Üyesi Fatih ŞENGÜL veya onun görevlendireceği bir hekim/araştırmacı tarafından muayene edileceksiniz ve bulgular kaydedilecektir. İnceleme sonucunda uygun görürse bu çalışmaya alınacaksınız.

Çocuğunuza yapılacak rutin süt dişi kanal tedavisi ile işlem sonrası oluşabilecek ağrının takibi amaçlanmaktadır.

Rutin pedodontik bir işlem olmakla birlikte herhangi bir yan etki/risk bulunmamaktadır. 1 hafta süre ile size verilen ağrı formu doldurularak takip yapılacaktır.

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 bakımın garanti altına alınacaktır. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi kouluyla aratmacı tarafından aratma d tutulabilirsiniz.

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

Ars. Gör. Dt. Muhammed Talha ÇetİN
Tel: (

BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU

Yapılan tüm açıklamaları ayrıntılılarıyla 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

<https://atauni.edu.tr/uploads/disHekForm2/>

1

Adres

Telefon

İmza

Katılımcı ile görüşen araştırmacı

Ad - Soyad

Adres

Telefon

İmza

EK-6. HASTA ONAM FORMU 2



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

Araştırma; kanal tedavisi yapılan dişlerin tedavi sonrası oluşabilecek ağrının azaltılması ile ilgilidir. Araştırmanın ismi: Apikal Periodontitisli Süt Molar Dişlerde Tek Seans Kanal Tedavisi Sonrası Kriyoterapi Uygulamasının ve Düşük Seviyeli Lazer Uygulamasının Post Operatif Ağrıya Etkisinin Karşılaştırılması

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

Cocuğunuza yapılacak kanal tedavisi öncesinde düşük seviyeli lazer uygulaması yapılarak işlem sonrası oluşabilecek ağrının azaltılması amaçlanmaktadır.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Dr. Öğr. Üyesi Fatih ŞENGÜL veya onun görevlendireceği bir hekim/araştırmacı tarafından muayene edileceksiniz ve bulgular kaydedilecektir. İnceleme sonucunda uygun görürse bu çalışmaya alınacaksınız.

Cocuğunuza yapılacak kanal tedavisi öncesinde düşük seviyeli lazer uygulaması yapılarak işlem sonrası oluşabilecek ağrının azaltılması amaçlanmaktadır.

Rutin pedodontik bir işlem olmakla birlikte herhangi bir yan etki/risk bulunmamaktadır. 1 hafta süre ile size verilen ağrı formu doldurularak takip yapılacaktır.

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 bakımınız 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.

Arş. Gör. Dt. Muhammed Talha Çetin
Tel:

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

Adres

Telefon

İmza

Katılımcı ile görüşen araştırmacı

Ad - Soyad

Adres

Telefon

İmza

EK-7. HASTA ONAM FORMU 3



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

Araştırma; kanal tedavisi yapılan dişlerin tedavi sonrası oluşabilecek ağrının azaltılması ile ilgilidir.
Araştırmanın ismi: Apikal Periodontitisli Süt Molar Dişlerde Tek Seans Kanal Tedavisi Sonrası Kriyoterapi Uygulamasının ve Düşük Seviyeli Lazer Uygulamasının Post Operatif Ağrıya Etkisinin Karşılaştırılması

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.

Cocuğunuza yapılacak kanal tedavisi sırasında soğuk serum (kriyoterapi) uygulaması yapılarak işlem sonrası oluşabilecek ağrının azaltılması amaçlanmaktadır.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Dr. Öğr. Üyesi Fatih ŞENGÜL veya onun görevlendireceği bir hekim/araştırmacı tarafından muayene edileceksiniz ve bulgular kaydedilecektir. İnceleme sonucunda uygun görürse bu çalışmaya alınacaksınız.

Cocuğunuza yapılacak kanal tedavisi sırasında soğuk serum (kriyoterapi) uygulaması yapılarak işlem sonrası oluşabilecek ağrının azaltılması amaçlanmaktadır.

Rutin pedodontik bir işlem olmakla birlikte herhangi bir yan etki/risk bulunmamaktadır.
1 hafta süre ile size verilen ağrı formu doldurularak takip yapılacaktır.

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 bırakılmak için aratmadan çekileceğini önceden bildirmeniz uygun olacaktır). Bu durumda da sonraki bakımınız garanti altına alınacaktır. Ayrıca tıbbi durumunuza 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.

Ars. Gör. Dt. Muhammed Talha Çetin

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 davetti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

Katılımcı

Ad - Soyad

Adres

Telefon

İmza

Velisi

Ad - Soyad

Adres

Telefon

İmza

Katılımcı ile görüşen araştırmacı

Ad - Soyad

Adres

Telefon

İmza

EK-8. HASTA TAKİP FORMU

HASTA TAKİP FORMU

Dosya No:

Tarih: ... / ... / 202.

Kayıt No:

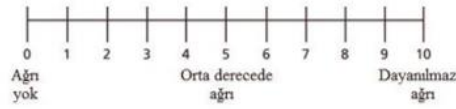
Adı- Soyadı/Cinsiyeti		<input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> E
Doğum Tarihi / Yeri	/ /	

	Anne	Baba
Adı		
Mesleği		
Eğitim Seviyesi	<input type="checkbox"/> İlk <input type="checkbox"/> Ort. <input type="checkbox"/> Lise <input type="checkbox"/> YO <input type="checkbox"/> Üniv	<input type="checkbox"/> İlk <input type="checkbox"/> Ort. <input type="checkbox"/> Lise <input type="checkbox"/> YO <input type="checkbox"/> Üniv
Cep Tlf		
Adres		

DENTAL ANAMNEZ

DİŞ NO	TEDAVİ ŞEKLİ	RESTORASYON	VİTAL/DEVİTAL
	DÖNER ALET ile KT		

Ağrı Şiddeti	İşlemden önce	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün
Wong skoru					
VAS skoru		-	-	-	



VAS ağrı skalası



Wong Baker ağrı skalası