

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ
ANABİLİM DALI

Er,Cr:YSGG LAZER VE NaOCL KULLANILARAK YAPILAN KANAL İÇİ
DEZENFEKSİYON SONRASI POSTOPERATİF AĞRININ
DEĞERLENDİRİLMESİ :
RANDOMİZE KONTROLLÜ KLİNİK ÇALIŞMA

Dt. Görkem ÖZBİLEN

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMANI

Prof. Dr. H. OĞuz YOLDAŞ

Tez No:.....

ADANA – 2016

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ
ANABİLİM DALI

Er,Cr:YSGG LAZER VE NaOCL KULLANILARAK YAPILAN KANAL İÇİ
DEZENFEKSİYON SONRASI POSTOPERATİF AĞRININ
DEĞERLENDİRİLMESİ:
RANDOMİZE KONTROLLÜ KLİNİK ÇALIŞMA

Dt. Görkem ÖZBİLEN
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMANI
Prof. Dr. H. Oğuz YOLDAŞ

Bu proje,
Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi tarafından
xxxxxxx No'lu proje olarak desteklenmiştir.

Tez No:.....
ADANA – 2016

KABUL VE ONAY FORMU

Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Endodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Programı çerçevesinde yürütölmüş olan ‘Er,Cr:YSGG lazer ve NaOCl kullanılarak yapılan kanal içi dezenfeksiyon sonrası postoperatif ağrı değeriendirilmesi’ adlı klinik çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 30/05/2016

TEZ SINAV JÜRİSİ

Prof. Dr. H. Oğuz YOLDAŞ

Çukurova Üniversitesi

Başkan

Üye

Prof.Dr.Kürşat Er

Akdeniz Üniversitesi

Üye

Yrd.Doç.Dr. Adile Şehnaz YILMAZ

Çukurova Üniversitesi

Üye

Yrd.Doç.Dr. Ayşin DUMANI

Çukurova Üniversitesi

Üye

Yrd.Doç.Dr. Zeliha Gonca BEK KÜRKÜ

Çukurova Üniversitesi

Yukarıdaki tez, Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

|

|

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca, bana inanan, beni destekleyen, değerli bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren öğrencisi olmaktan gurur duyduğum tez danışmanım, Sayın Prof. Dr. H. Oğuz YOLDAŞ başta olmak üzere,

Eğitimim süresince değerli bilgilerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, üzerimde ve tezimde önemli emekleri bulunan hocalarım, Sayın Yrd. Doç. Dr. Adile Şehnaz YILMAZ' a, Sayın Yrd. Doç. Dr. Ayşin DUMANI' ye, Sayın Yrd. Doç. Dr. Zeliha Gonca BEK KÜRKLÜ'ye,

Uzmanlık eğitimim boyunca sevincimi de üzüntümü de paylaşan, her zaman yanımda olan sevgili bölüm arkadaşlarım Cihan KUDEN, Zeynep ÖZPOLAT, Ayfer Atav ATEŞ, Kadriye ÖZDAYI, Fırat ERGİN, Cemre SAPMAZ'a,

Uzmanlık eğitimi almam gerekliliği konusunda beni sürekli motive eden, bütün bu sürecin başlamasında da büyük katkıları olan ve bu yolda kendisini örnek aldığım rahmetli hocam, dostum, asistanım Umut GÜLER'e

Çalışmaktan ve beraber olmaktan keyif aldığım tüm hocalarım, asistan arkadaşlarım, ve Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nin tüm personeline,

Hayatımın her döneminde benimle beraber olan, desteklerini hep hissettiğim en büyük emeğin sahibi ve en büyük destekçilerim babam Ender ÖZBİLEN, annem Emine ÖZBİLEN abim Alper ÖZBİLEN'e,

Bütün zor zamanlarımda sabrı, sınırsız sevgisi ve desteği ile her zaman yanımda olan sevgili Elvan ÖNEM'e,

Sevgi, saygı ve tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

ÖZET

Er,Cr:YSGG lazer ve NaOCl kullanılarak yapılan kanal içi dezenfeksiyon sonrası postoperatif ağrının değerlendirilmesi: randomize kontrollü klinik çalışma

Amaç: Bu randomize, kontrollü klinik çalışmada kök kanal tedavisi sırasında kanal içi dezenfeksiyon yöntemi olarak NaOCl ve Er, Cr:YSGG lazer kullanımının tedavi sonrası ağrı ile ilişkisini incelemektir.

Yöntem ve Metot: Tek köklü ve asemptomatik nekroze olmuş dişlere sahip yüz yetmiş hasta, iki deney grubuna rastgele ayrıldı. Kök kanal preparasyonu Reciproc (VDW, Münih, Almanya) ile tamamlandı. Kanal içi dezenfeksiyon işleminde iki farklı tedavi protokolü kullanılmıştır. İlk grupta NaOCl hem kök kanal tedavisi sırasında hem de dezenfeksiyon amacıyla kullanıldı. İkinci grupta ise %0.9'luk NaCl çözeltisi kök kanal işlemleri sırasında Er, Cr:YSGG lazer ise kök kanal dezenfeksiyonu amacıyla kullanıldı. Tüm dişler Adseal (Meta Biomed Co., Kore) kanal dolgu patı ve guta perka kullanarak lateral kompaksiyon yöntemi ile tek seansta dolduruldu. Tedavi sonrası ağrı 0-6,6-12,12-24 ve 24 ila 72 saatler arasında bir sözel değerlendirme ölçeği kullanılarak kaydedildi.

Bulgular: Gruplar arasında 0-6, 6-12, 24 ve 72. saat zaman dilimleri arasında anlamlı bir farklılık yoktur ($P > 0.05$). Fakat, 12-24. saatler arasında NaOCl ile dezenfeksiyon yapılan grupta daha fazla post operatif ağrı görüldü ($P < 0.05$). Ağrı kesici kullanımı açısından gruplar arasında tüm zaman dilimlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Sonuçlar: Kök kanallarının NaOCl ve Er,Cr:YSGG lazer kullanılarak dezenfeksiyonunu takiben görülen ağrı ve ağrı kesici kullanımı benzer bulunmuştur. NaOCl ile kök kanalları dezenfeksiyonu sonrası 12-24 saat arasında post operatif rahatsızlıkta artış görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Er,Cr;YSGG lazer, NaOCl, kök kanal tedavisi, postoperatif ağrı.

ABSTRACT

Postoperative Pain After Using Er,Cr:YSGG Lazer Irradiation Versus NaOCl Irrigation For Intracanal Disinfection :

A Randomized Controlled Clinical Trial

Objectives: The aim of this randomized, controlled, clinical trial was to determine the postoperative pain after use of NaOCl and Er,Cr:YSGG laser (Biolase Inc., Irvine, California, USA) as an intracanal disinfection method.

Material and methods: One hundred and seventy patients with single rooted asymptomatic teeth with necrotic pulps approved for this study. Root canal preparation was completed with Reciproc(VDW, Munich, Germany) rotary instruments. For intracanal irrigation and disinfection, two different treatment protocols were used and patients were randomly divided into two groups. In the first group NaOCl was used during root canal instrumentation and disinfection procedures. In the second group sterilized saline was used during root canal procedures and Er,Cr:YSGG laser was used for the disinfection of root canals. All teeth were obturated at the first visit by using root canal sealer(Adseal,Meta Biomed Co, Korea) and gutta-percha with lateral compaction technique. Postoperative pain was recorded using a verbal rating scale with the time intervals 0-6, 6-12, 12-24 and 24-72 hours after treatment.

Results: There were no significant differences between groups at 0-6, 6-12 and 24-72 hours time intervals ($P>0.05$). However, at 12-24 time interval disinfection with NaOCl increased post operative pain significantly ($P<0.05$). For analgesic intake there were no significant differences at any time intervals .

Conclusions: The incidence and intensity of pain and analgesic intake following disinfection of root canals with NaOCl and laser were similar. There was slight tendency in post operative discomfort only at 12-24 hours after root canals disinfection with NaOCl.

Key Words: Er,Cr:YSGG laser, NaOCl, root canal treatment, postoperative pain

ÖZET

ABSTRACT

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Kanal Tedavisinde Dezenfeksiyonun ve İrrigasyonun Önemi

2.2. Kullanılan İrrigasyon Solüsyonlarının Sahip Olması Gereken Özellikler

2.3. Endodontik Tedavide Kullanılan İrrigasyon Solüsyonları

2.3.1. Alkalın Solusyonlar

2.3.1.1. Sodyum Hipoklorit

2.3.1.2. Kalsiyum Hidroksit

2.3.2. Katyonik Bisguanitler

2.3.2.1. Klorheksidin

2.3.3. Asitler ve Şelasyon Ajanları

2.3.4. Tetrasiklin İçeren Solusyonlar

2.3.5. Oksitleyici Solüsyonlar

2.3.6. Elektrokimyasal Olarak Aktive Edilmiş Solusyonlar

2.3.6.1. Endogramlar

2.3.6.2. Fotodinamik Terapi

2.3.6.3. Ozon

2.4. Lazer

2.4.1. Lazerin Tarihçesi

2.4.2. Lazer Doku Etkileşimi

2.4.2.1. Reflection/Yansıma

2.4.2.2. Transmisyon

2.4.2.3. Saçılma/Scattering

2.4.2.4. Absorbsiyon

2.4.3. Lazerlerin Fotobiyolojik Etkileri

2.4.4. Diş Hekimliğinde Kullanılan Lazerler

2.4.4.1. Argon Lazerler

2.4.4.2. Diod Lazerler

2.4.4.3. Nd:YAG Lazerler

2.4.4.4. CO₂ Lazerler

2.4.4.5. Erbiyum Lazerler

2.4.4.6.1. Er:YAG Lazerler

2.4.4.6.2. Er,Cr:YSGG Lazerler

2.4.5. Lazer Sistemlerinin Endodontideki Uygulama Alanları

2.4.6. Lazerlerin Kanal Dezenfeksiyonundaki Etki Mekanizması

2.5. Postoperatif Ağrı

2.5.1. Ağrı Skalaları

3. BİREY VE YÖNTEM

3.1. Hasta Seçimi

3.2. Hasta Grubunun Rastgele Seçimi

3.3. Etik Kurul Onayı

3.4. Endodontik Tedavi Protokolü

3.5. Endodontik Tedavi Sonrası Hastaların Değerlendirmeleri

3.6. İstatistiksel Analiz

4. BULGULAR

5. TARTIŞMA

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

7. KAYNAKLAR

8. ÖZGEÇMİŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR

ŞEKİLLER

TABLolar

1. GİRİŞ

Pulpal ve periradiküler patolojilerin oluşmasında en yoğun olarak karşımıza çıkan etken ağız mikro florasında bulunan mikroorganizmalardır¹. Kök kanal tedavileri, doğal dişlerin ağızda tutularak hastaların çiğneme konuşma ve estetik fonksiyonlarını kendi dişleriyle sürdürmelerine yardımcı olur. Kök kanal sisteminin üç boyutlu olarak temizlenmesi, şekillendirilmesi, dezenfeksiyonu ve doldurulması modern endodontinin ana amacıdır. Patojenler; pulpal ve periapikal hastalıkların en önemli nedenidir. Endodontik başarının anahtarı kök kanal sistemi içinde herhangi bir doku, bakteri ya da inflamatuvar ürün kalmayacak şekilde şekillendirilmesi ve kalabilecek olanların ise nötralizasyonu olarak nitelendirilir². Bu nedenle başarılı bir kök kanal tedavisinin en önemli basamağı enfekte kök kanal sistemindeki bakteri miktarının etkili bir şekilde azaltılmasıdır. Patojenler ilgili dişin kökünde sadece ana kanalları değil; bütün aksesuar kanalları ve penetre olabildikleri ölçüde dentin tübüllerini de enfekte ederler. Dentin pulpa kompleksi olarak tanımlanan bu bölgede kanal içine ve dentin tübülleri içerisine penetre olmuş patojen sayısının yani bakteriyel yükün, hem kök kanal preparasyonu ile mekanik olarak, hem de uygulanan dezenfeksiyon solüsyonlarıyla da kimyasal olarak azaltılması hedeflenir. Kök kanal sisteminin biyomekanik preparasyonu kök kanal tedavisinde en önemli aşamalardan biri olarak kabul edilmektedir.

Kök kanal sisteminin tamamıyla sterilizasyonu, kök kanal sistemi anatomisi karmaşık olduğu için özellikle de oval uzantıların, isthmusların ve apikal deltaların varlığında oldukça zordur³. Kök kanal tedavisi sırasında irrigasyonun amacı smear tabakasını (ST), ekstirpasyon sonrası kalan pulpa dokusu kalıntılarını ve dentin artıklarını⁴ ve planktonik veya biyofilm içerisindeki mikroorganizmaları uzaklaştırmaktır⁵. Kök kanal sistemini konvansiyonel yöntemlerle veya döner eğe sistemleriyle şekillendirilirken, irrigasyon uygulaması ile enfekte ve nekrotik dokuların, ST'nin, mikroorganizmaların ve kazınan dentinin uzaklaştırılması hedeflenir. Sodyum hipoklorit (NaOCl) en sık kullanılan kök kanal irrigasyon ajanıdır. NaOCl yüksek pH'a sahip, organik dokuları eritebilen ve kök kanal sistemini dezenfekte etmekte oldukça etkili olan bir antibakteriyeldir.

NaOCl günümüzde kabul görmüş etkili ve en sık kullanılan irrigasyon solüsyonu olsa da, kök kanal sisteminin kompleks yapısı nedeni ile preparasyon sonrası kök kanalının mikroorganizmalardan tamamen temizlenemediği gösterilmiştir⁶. Buna ek olarak NaOCl'in doku çözücü özelliği periapikaldokulara taşıtığında hasta için ciddi riskler teşkil etmektedir.

İdeal bir kanal içi dezenfeksiyon yöntemi arayışı gelişen teknolojiyle birlikte lazerlerin bu amaçla kullanımını öne çıkartmıştır. Lazerler endodontide giriş kavitesi hazırlığında, mine ve dentin uzaklaştırılmasında, fiber optik uçların girebileceği kadar genişletilen düz ve hafif eğri kanallarda ise dentin kaldırılmasında, smear tabakasının uzaklaştırılmasında ve kök kanallarının dezenfeksiyonunda kullanılabilirler. Yapılan klinik ve in vitro çalışmalarla lazerlerin konvansiyonel irrigasyon yöntemleriyle yapılan tedavilere göre farklı sonuçlar vermediği⁷, *Enterococcus Facalis*⁸ ve *Candida Albicans* 'a⁹ karşı da etkili olduğu saptanmıştır.

Kök kanal tedavisi sonrasında kısa ya da uzun dönem devam eden ağrı; hasta ve hekim tarafından istenilmeyen bir komplikasyondur. Postoperatif ağrı olarak adlandırılan bu durumu hastaların %3 ile %58'inin yaşadığı raporlanmıştır¹⁰. Postoperatif ağrıya neden olan faktörler; hastanın yaşı ve cinsiyeti, dişin gelişimsel anatomik özellikleri, kök kanallarının sayısı, enstrümantasyonun ve kök kanal dolgusunun apikal foramene olan uzaklığı, artık pulpa dokusu aksesuar kanalların bulunması, seans sayısı¹¹, kullanılan kanal içi irrigasyon ajanlarının veya ilaçların cinsi ve onların uygulama şekli¹²⁻¹⁴, dişte tedavi öncesi ağrı varlığı¹⁵, pulpanın patolojik durumu, okluzal travma varlığı olarak sıralanabilir.

Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda yürütülmüş olan bu klinik çalışmanın amacı kök kanal tedavisinin dezenfeksiyon aşamasında uygulanan iki farklı yöntemin postoperatif ağrı üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Bu uzmanlık tezi çalışması, asemptomatik devital dişlere sahip bireylerde, lazer veya geleneksel NaOCl irrigasyon yöntemi kullanılarak yapılan kök kanal tedavilerinin, postoperatif ağrı oluşma sıklığını değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Kanal Tedavisinde Dezenfeksiyonun ve İrrigasyonun Önemi

Kök kanal tedavisi, pulpanın geri dönüşümsüz inflamasyona bağlı nekroze olması sonrası dişin ağız ortamında çevre dokulara zarar vermeden tutulabilmesi için yapılan karmaşık bir işlemdir. Endodontik hastalığın etkeninin koronal dentin, kök kanalı veya radiküler dentin içindeki bakteri varlığı veya faaliyetleri olduğu bilinmektedir¹⁶. Bu nedenle, bu alanda bakteri çoğalmasını önlemek veya sayısını azaltmak apikal periodontitisin giderilmesindeki en ideal tedavi yaklaşımıdır¹⁷. Çalışmalar endodontik tedavi başarısında dolumdan önce bakteriyel yükün azaltılmasının iyileşmeyi olumlu etkilediğini¹⁸ ve başarısız endodontik tedavilerde bakterilerin kök kanallarından izole edildiğini göstermiştir¹⁹. Endodontik tedavi üç prensip üzerine kurulmuştur. Bunlar mekanik enstrümantasyon, antimikrobiyal ajanlar veya yöntemler kullanarak mikrobiyal yükün azaltılması ve kanalların üç boyutlu olarak doldurulmasıdır⁵.

Dolumdan önce kök kanallarının etkili bir şekilde temizliği için iki yöntem vardır. Bunlar mekanik temizlik ve kimyasal irrigasyondur. Ancak, günümüzde bu iki kavram birbirinden ayrı düşülmemekte ve kemomekanik temizlik olarak anılmaktadır. Bu durumun nedeni iki yöntemin de birbirini tamamlayıp etkinliklerini arttırmalarıdır. Kök kanallarının bir irrigasyon solüsyonu ile yıkanması; kök kanal sistemi içinde mekanik olarak ulaşılan ve ulaşılamayan bölgelerde de organik debrisleri uzaklaştırarak bölgedeki patojenlerin beslenmelerini güçleştirerek, onların sayı ve çeşitliliğini azaltarak etkinlik göstermesidir. Mekanik temizlik sırasında düzenli yapılan irrigasyon, kök kanalının genişletilmesi sırasında mikrobiyal yükü azaltır, oluşan debrislerin uzaklaştırılmasını sağlarken, yıkama etkinliğini de arttırır. Ayrıca, mekanik olarak ulaşılamayan bölgelerde biofilme de etki eder. İrrigasyon solüsyonları lubrikasyon sağlayarak kullanılan aletlerin üzerindeki debris miktarının azalmasına ve oluşan debrisin kanal boşluğunun apikalinde birikmesini önler, debris ekstrüzyonunu ve alet kırılma riskini de azaltır. Smear tabakasını kaldırarak ya da azaltarak kullanılan dezenfektan veya kanal içi ilaçların dentin tübüllerinin içerisine ulaşmasına olanak verir.

2.2. Kullanılan İrrigasyon Solüsyonlarının Sahip Olması Gereken Özellikler

İdeal bir irrigasyon solüsyonu doku, doku artıkları ve organik maddeleri çözebilmeli bunu yaparken de nekrotik ve vital konak dokuları ayırt edebilmelidir. Kolay uygulanabilmeli, düşük yüzey gerilimine sahip olmalı ve bu özelliğiyle kök kanal tedavisi sırasında mekanik olarak ulaşılamayan bölgelere ulaşmalı, mikroorganizmalara etki edip onların uzaklaştırılmasını sağlamalıdır. Smear tabakasını kaldırmalı bunu yaparken de dentinin yapısını olumsuz etkilememelidir. Dentinle ve ya başka irrigasyon solüsyonları ile temas ettiğinde etkinliğini kaybetmemeli veya reaksiyona girmemelidir. Diş dokularını boyamamalıdır. Lubrikasyon özelliği göstererek kök kanalında kullanılan aletlerin çalışmalarını kolaylaştırmalıdır. Bütün mikroorganizmalara (bakteriler, virüsler, mantarlar ve germeleri) karşı güçlü dezenfeksiyon özelliğine sahip olmalı biyofilmlere etki edebilmeli, kullanım sonrasında da bu etkinliklerini sürdürebilmeli aynı zamanda gerekli görüldüğünde etkinliği nötralize edilebilmelidir. Diğer tüm çevre dokular ve kullanıcılar için düşük derecede sitotoksiste, genotoksiste göstermeli ve alerjen olmamalı, hücrel immün cevap oluşturmamalıdır. Oral dokularla olası temaslarda hastaları irrite etmeyecek bir tada ve kokuya sahip olmalıdır. Kök kanal tedavisi sonrası uygulanacak restoratif tedavi malzemelerinin adezyonunu ve sızdırmazlığını etkilememelidir. Özel koşullar gerektirmeden uzun süre saklanabilmeli ve düşük maliyetli olmalıdır.

2.3. Endodontik Tedavide Kullanılan İrrigasyon Solüsyonları

Endodontik tedavide kullanılan irrigasyon solüsyonları çok farklı şekillerde sınıflandırılabilir. En çok yapılan sınıflandırma şekli ile irrigasyon solüsyonları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

2.3.1.Alkalin Solüsyonlar

Alkalin solüsyonlar NaOCl ve kalsiyum hidroksittir (CaOH₂).

2.3.1.1.NaOCl

İnsanlarda nonspesifik hücre reaksiyonlarında nötrofiller tarafından üretilen ve yabancı görülen maddelerin veya hücrelerin yok edilmesinde kullanılan hipoklor bileşiklerinde bulunan klor, doğada da serbest halde bulunmayıp çeşitli elementlerle bileşik halinde bulunma eğiliminde olan bir elementtir²⁰. NaOCl henüz antibiyotiklerin keşfedilmemiş olduğu 1. Dünya savaşı yıllarında %1'lik sodyum bikarbonatla seyreltilerek kullanılmış ve cepHede binlerce hayat kurtararak dikkatleri üzerine çekmiştir (Dakin, 1925). Endodontide NaOCl kullanımını ilk defa Walker tarafından 1936 yılında önerilmiştir. Grossman ve Meiman'ın 1941 yılında %3'lük NaOCl'in pulpal dokuları çözdüğünü göstermesi ve Lewis'in ise 1954 yılında kullanımını önermesi bu bileşiğin endodontik kullanıma yerleşmesini sağlamıştır. Düşük yüzey gerilimi göstermesi, kolay bulunması, ucuz olması, biyofilmlere etkili olması, etkili bir doku çözücü olması, organik sıvılardan etkilenmemesi ve antimikrobiyal etkinliği olması, NaOCl'i ideal bir irrigasyon solüsyonunun taşınması gereken çoğu özelliği taşıyarak endodontinin gözdesi haline getirmiştir.

Kullanım için, %0,5 ile %6 arasında değişen konsantrasyonları tercih edilir. NaOCl etkinliği, uygulama miktarı, süresi, solüsyonun ısısı, konsantrasyonu ve solüsyona aktarılan enerji arttıkça artarken, solüsyonun pH'ı düştükçe, ortamdaki organik kalıntı miktarı arttıkça ve aktif klor konsantrasyonu düştükçe azalır. Solüsyonun aktif klor miktarı saklama koşullarından ciddi oranda etkilenir. Isı, ışık, pH, metal iyonlarının varlığı, organik materyal varlığı ve atmosferik karbondioksit solüsyonun kimyasal stabilitesini bozar. Yüzey temizliğinde ve guta perkaların sterilizasyonunda da kullanılabilir.

NaOCl suda çözüldüğü zaman Na⁺ ve OCl⁻ olarak iyonize olur; iyonizasyon hipoklorit asit (HOCl) oluşumu ile denge sağlanana kadar sürer. Bu nedenle de solüsyon hipertonik olarak kalır ve canlı dokular ile karşılaştığında ozmotik olarak hücre sıvılarını

çeker ve hücrelere zarar verir. Çözeltinin asıl antimikrobiyal etkisi HOCl asitten gelir. HOCl asit hücre proteinlerini oksitler ve hidrolize eder.

NaOCl solüsyonun konsantrasyonu azaldıkça toksisitesi, antibakteriyel etkinliği ve dokuları çözebilme yeteneği de aynı oranda azalır. NaOCl hangi konsantrasyonda kullanılması gerektiği günümüzde halen tartışma konusudur; bazı araştırmacılar %5.25'lik konsantrasyonu önerirken, diğerleri % 3'lük hatta % 0.5'lik daha düşük konsantrasyonu tercih etmektedirler^{21,22}. Soares ve ark²³. yaptığı bir çalışmada NaOCl %1,25 ve % 5'lik konsantrasyonda kullanılmış her grupta mikroorganizma sayısında azalma görülürken en fazla azalmanın %5'lik NaOCl kullanılan grupta görüldüğünü rapor etmiştir.

NaOCl, geniş bakteriyel spektruma sahip oluşu ve vital ve nekrotik dokuları çözebilmesi nedeniyle günümüz endodonti pratiğinde en çok kullanılan kök kanal yıkama solüsyonlarından biridir²⁴. Ancak vital dokular üzerinde toksik etki^{25,26} göstermesi nedeniyle günümüzde NaOCl'e alternatif dezenfeksiyon yöntemleri araştırılmaya devam etmektedir²⁷.

İyatrojenik NaOCl kazalarına karşı daha düşük konsantrasyonlarının tercih edilmesi önerilir çünkü konsantrasyonu arttıkça toksisitesi de artar. Hipoklorür periapikal alana taşıdığı ya da yanlışlıkla enjekte edildiğinde çok hızlı bir şekilde ödem, hematom ekimoz ve şiddetli ağrıya görülen bir reaksiyon olur. Bu tip kazaları önlemek için irrigasyon şırıngası aşırı basınçla uygulanmamalı, açık apikale sahipse dikkatli kullanılmalı, uygulama enjektörlerinin karışmaması için ya iğnesi bükülmeli ya da görsel bir işaret konulmalıdır. Ayrıca, kanal preparasyonunda crown-down tekniği ile konik şekillendirme yapılması kök kanalının NaOCl ile yıkanmasını koranal genişlikten dolayı solüsyonun boşalmasını kolaylaştırmaktadır. Buna ek olarak bu teknikte en son apikal şekillendirme yapılacağı için apikal bölgenin daha dar olması taşma riskini de azaltır.

NaOCl bilinen yüksek sitotoksite özelliğine rağmen kök kanal tedavisinde irrigasyon solüsyonu olarak kullanımının postoperatif ağrı üzerine olan etkilerini inceleyen çalışmalarda birbirinden farklı sonuçlar rapor edilmiştir. Bashetty ve ark. %5.25'lik NaOCl ve %2'lik klorheksidin (CHX) kullanarak yaptıkları kök kanal tedavilerinde NaOCl

kullanarak tedavi edilen hastaların CHX ile tedavi edilenlere göre belirgin bir şekilde daha fazla ağrı hissettiklerini bildirmişlerdir²⁸. Yine NaOCl ve CHX kullanımının postoperatif ağrıya olan etkisinin incelendiği iki çalışmada araştırmacılar her iki grup arasında da ağrı bakımından anlamlı bir fark olmadığını rapor etmişlerdir^{29,30}.

2.3.1.2.CaOH₂

CaOH endodontik irrigasyon ajanı ve pansuman materyali olarak kullanılır. Hemostatik etkinliği kanama kontrolünde bu solüsyonu avantajlı kılar. Mikroorganizmalara etkisi OH⁻ iyon salınımı ile ortamın pH'ına etki ederek gösterir. *E. faecalis* hariç bütün kanal içi mikroorganizmalara etkilidir. Dentin ile teması etkinliğini azaltırken yüzey aktif ajanlarla kullanılması hem antimikrobiyal etkinliğini artırır hemde hızlandırır.

2.3.2. Katyonik Bisguanidler

2.3.2.1.Klorheksidin (CHX)

CHX en uygun etkinliğini 5,5-7,0 pH aralığında gösteren, doku çözücü özelliği olmayan bir katyonik bisguanittir. Düşük konsantrasyonlarda bakterilerinin üremesini durdururken yüksek konsantrasyonlarda bakterisidaldir. Geniş antimikrobiyal spektrumu ile gram (-) ve (+) bakterilere ve özellikle *C. Albicans* başta olmak üzere mantarlara etkilidir. Kan serum ve vücut sıvılarından etkilenmez. Hidroksiapatite bağlanarak çok uzun süre etkinliğini devam ettirir ancak bu bağlantı etkinliğini düşürür. İritan veya alerjen değildir ancak NaOCl ile birlikte kullanılırsa parakolroamilin denen kırmızı renki, çözünmeyen, toksik bir çözelti oluşturur. EDTA ile de etkileşen klorheksidin beyaz bir tuz oluşturarak çökelir. %2'lik CHX'in %5,25'lik NaOCl'e karşı antimikrobiyal etkinliğini karşılaştıran bir çalışmada her iki irrigasyon solüsyonunda mikroorganizmaları etkili bir şekilde azalttığı ve her ikisinin başarılı birer irrigasyon solüsyonu olduğu rapor edilmiştir³¹.

2.3.3. Asitler ve Şelasyon Ajanları

Asitler hidroksiapatitin sonunda bulunan OH^- grubuna H^+ vererek; şelatlar ise dentindeki Ca^{++} bağlanarak diş sert dokularını çözerler. Asitler ve şelasyon sağlayan irrigasyon solüsyonlarına etilendiamin tetra asetik asit (EDTA) (%15-17) , sitrik asit (%10-20), tannik asit, laktik asit (% 75), paraasetik asit, etidronik asit, poliakrilik asit, tetrasiklinler ve salvizol örnek gösterilebilir. Bu grup içinde en sık kullanılan EDTA'dır. İyi bir şelatör ve lubrikanttır. Saf hali asit olan EDTA Ca^{++} la şelasyon yaparak kendi etkinliğini sınırlandırır. Bu nedenle kanal içinde kullanılırken sık tekrarlarla ve yeterli süre beklenilerek kullanılmalıdır. Kök kanal tedavisi sırasında EDTA kullanımı smear tabakasını kaldırarak dentin geçirgenliğini, yıkama solüsyonlarının etkinliğini ve penetrasyonu artırır. Doku çözücü etkinliği yoktur ve dezenfeksiyon sağlamaz. Yapılan çalışmalar EDTA kullanımının dentin sertliğini azalttığı ve kırılabilirliği artırdığını ortaya koymuştur³².

ST'nı kaldırırken kök kanal dezenfeksiyonu da yapma fikriyle üretilen QMix, EDTA, deterjan ve CHX karışımından oluşmaktadır. EDTA ve CHX karışımıyla oluşan beyaz çözelti Qmix'in kimyasal özelliklerinden dolayı görülmemektedir. Nötr pH değerine sahip olan QMix'in içerisindeki deterjan ilavesi sayesinde yüzey gerilimi düşürülmüştür. Böylece QMix kullanımıyla uzaklaştırılan ST sonrası dentine bağlanan CHX'nin uzun süreli ve daha yüksek olarak antimikrobiyal etkinliğinin devam ettiği yapılan çalışmalarla da gösterilmiştir³³. NaOCl ile irrigasyon yapıldıktan sonra son yıkama solüsyonu olarak kullanılması önerilir. NaOCl ile CHX'in etkileşimi sonucunda oluşan ve karsinogenik bir molekül olup kırmızı renkli bir çökelti yapan parakloraalinin oluşumu NaOCl sonrası QMix uygulaması sonrası görülmemektedir. Yapılan bir çalışmada %5.25 lik NaOCl irrigasyonu sonrasında kullanılan QMix'in %17 lik EDTA uygulaması kadar etkili olduğu rapor edilmiştir³⁴.

2.3.4. Tetrasiklin İçerikli Solüsyonlar

Tetrasiklin grubu antibiyotikler dentinle şelasyon yaparak, demineralizasyon, ST'nı uzaklaştırarak dentin tübüllerinin açılmasına ve dentindeki kollagen matrisin ortaya çıkmasına ve metallomatrix proteaz enzimlerinin deaktive edilmesine olanak sağlarlar. Bu solüsyonlara MTAD (mixture of tetracycline, acid, detergent) ve Tetraclean örnek gösterilebilir. MTAD, tetrasiklin, sitrik asit ve tween80 karışımı olup ST'nı dentinde erozyon oluşturmada kaldırırken antimikrobiyal etkinlik de sağlaması amacıyla geliştirilmiştir. Tetraclean ise, MTAD'den farklı olarak doksisisiklin bulunan, asit içeriği daha fazla olup, deterjan olarakda propilen glikol içerir.

2.3.5. Oksitleyici solüsyonlar

Oksitleyici solüsyonlar Hidrojen Peroksit (H_2O_2), karbomit peroksit ve iyodin potasyum iyodit (IKI) dir. H_2O_2 doku çözücü etkisi zayıf, köpürerek debrisleri kanal dışına taşıyabilen ancak postoperatif ağrı ve hassasiyete neden olabilen bir ajandır. Karbomit peroksit hem antimikrobiyal etkinliği düşük hem de nekrotik doku eritme özelliği zayıf bir bileşiktir. IKI doku çözücü özelliği olmayan fakat kanal içi bakterilerin büyük çoğunluğuna etkili bir ajandır.

2.3.6. Elektrokimyasal olarak aktive edilmiş solüsyonlar

Oksidatif kapasitesi yükseltilmiş ya da süperoksit edilmiş solüsyonlar olarak adlandırılırlar. Bakterileri ve ST'nı uzaklaştırmada etkilidirler.

2.3.6.1. Endogramlar

Yıkama solüsyonların kök kanal sisteminin bütün ayrıntılarına ulaşarak etkinliğini göstermesi beklenir ancak kullanılan solüsyonların kanalda hangi bölgelere kadar ulaştığını tespit etmek çok zordur. Endogramlar basitçe kök kanal sistemini radyografik olarak görünür kılan solüsyonlardır. Ruddle tarafından geliştirilen NaOCl, EDTA ve hypaque adlı radyo opak bir kimyasaldan oluşan Ruddle solüsyonu Endogramlara en iyi örnektir.

2.3.6.2. Fotodinamik Terapi

Antimikrobiyal Fotodinamik Tedavi (FDT), toksik olmayan bir ışığa hassas madde ile boyanmış hedef hücrelerin, mikroorganizmaların veya moleküllerin; uygun dalga boyundaki ışık ile reaktif oksijen molekülleri oluşturarak hasara uğratılması esasına dayanır. FDT etkisi fotosensitif ajanın ışığı absorbe ederek elektron transferine neden olacak kadar enerji biriktirerek bağlı oksijen moleküllerinin serbest hale gelmesi şeklinde özetlenebilir. Bu sayede hedef hücrede hasar meydana gelir. Bu tepkime hücre düzeyinde DNA ve sitoplazmik membran hasarına yol açar, ancak bakterisidal etki daha çok sitoplazmik membran hasarı sonucu gerçekleşir.

2.3.6.3. Ozon

Ozon (O_3) üç oksijen atomundan oluşan, doğada gaz halinde bulunan ve atmosferik oksijenden (O_2) daha yüksek enerjiye sahip olan bir molekül olarak tanımlanmaktadır. Ozon mikroorganizmaların çoğalmasını engelleyerek ya da hücre duvarına zarar vererek dezenfeksiyonu sağlamaktadır. Son yıllarda endodonti de NaOCl'e alternatif olarak, özellikle dirençli mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal etkisi araştırılmaktadır. Dentin tübülleri içerisine yerleşmiş bakteriler üzerine 10 dakika boyunca 4mg/l ozonlanmış suyun ultrasonik bir uçla aktive edilerek uygulanması 2 dakika boyunca %2.5lik NaOCl ile benzer sonuçlar ortaya koyduğu bildirilmiştir³⁵.

2.4. Lazer

Lazer kelimesi "light amplification by stimulated emission of radiation" / "stimüle radyasyon ışıması ile ışığın büyütülmesi" sözcüklerinin baş harflerinin kısaltılmasından oluşmuştur. Bu dört kavramın kısa tanımlaması lazer enstrümanının eşsiz özelliklerinin açıklanmasına yardımcı olur ve sırayla lazerin dış hekimliğinde kullanılmasının temellerini açıklar. Kabaca lazeri tanımlayacak olursak ışığın koherent (tek frekans yani aynı fazda) olarak dağılmadan çıkmasını sağlayan cihaz olarak tanımlayabiliriz.

2.4.1. Lazerin Tarihçesi

Lazer teknolojisinin temelleri ışığın düz bir çizgi ile yol aldığı keşfedilmesi ile başlayıp günümüze kadar uzanır. Ancak dış hekimliğinde lazerlerin kullanımı 1960'lı yıllarda başlamış ve belirtilen büyük gelişmelerle günümüze kadar gelmiştir.

1960 yılında, Malibu, Kaliforniya'da bulunan Hughes Araştırma Laboratuvarları'nda Amerikalı mühendis ve fizikçi Theodore H. Maiman uçları, çapı 1 ve 2 cm uzunluğunda alüminyum oksit ve kromiyum oksitten oluşan sentetik yakut bir silindir, gümüş kaplamalı yansıtıcılar ve pompa olarak da fotoğraf makinası flaşı kullanarak ilk gerçek anlamdaki lazeri üretmiştir. Bu gelişmeyle Maiman'ın pulsasyonlu bu lazeri günümüz lazer teknolojisinin temelini oluşturmuştur.

1961 yılında Amerikan Optik Şti.'nin Ceo'su Elias Snitzer bir neodiyum cam lazerin (Nd:glass) üretildiğini bildirmiştir. Ancak, dış hekimliğine yönelik lazer çalışmaları daha uzun yıllar yakut lazerlerle sürdürülmüştür. Yakut lazerlerle arzu edilen sonuçların alınamaması üzerine yıllar sonra ilginin neodiyum lazerler üzerine kaymasına neden olmuştur.

1961 yılının Kasım ayında bir insan hasta üzerinde lazer kullanarak yapılan ilk tıbbi tedavi Manhattan'daki Columbia Presbyterian Hastanesi Tıp Merkezinde, Amerikan Optical Co. Charles J. Koester Göz Hastalıkları Enstitüsü'nden Dr. Charles J. Campbell

tarafından gerçekleştirilmiştir. Bir optik yakut lazer retina tümörünü yok etmek için kullanılmıştır.

1964 yılında lazerin diş hekimliğinde ilk kez kullanımı C. Kumar N. Patel'in karbondioksit (CO₂) lazeri bulması ve yine aynı yıl Nd:YAG lazerin Bell Laboratuvarları'nda bulunması sonrası diş kesimi yapılmasıyla başlamıştır.

1965 yılında Dermatolog olan ve lazerle dövme silen Leon Goldman, diş hekimi olan kardeşinin dişine yakut lazeri uygulayarak, acı hissettirmeden minede pürüzlendirme yapmayı başarması milat olarak kabul edilir.

1971 yılında Vahl³⁶ yakut lazerin dentin erimesine neden olduğunu ileri sürmüştür.

1972 yılında Kantola³⁷ yakut lazerlerden sonra, diş dokularında kullanımının daha iyi olacağını düşünülerek CO₂ lazer kullanmış ve Vahl'ın³⁶ sonuçlarını destekler nitelikte sonuçlar bulmuştur.

Lazer 1970'lerin ortalarında oral yumuşak dokularda, 1980'lerin başlarında ise, ağız çene cerrahisinde kullanılmaya başlanmıştır³⁸.

1982 yılında Lenz³⁹ Nd:YAG lazerlerin minedeki başlangıç çürüklerine etkisini araştırmıştır.

1971 yılında Weichman ve Johnson⁴⁰, endodontide ilk kez lazer kullanımını in vitro olarak apikal foramenin kapatılması amacıyla CO₂ lazerini kullanarak yapmışlardır.

1977 yılında Adrian⁴¹ tarafından yapılan çalışma ise pulpa üzerine lazer kullanımının yapıldığı ilk çalışma olarak bilinir.

1990'da Paghdiwala⁴², mine ve dentinde ilk kez Er:YAG lazerlerin diş sert dokularındaki abraziv etkisini araştırmıştır.

1984 yılında Kats ve ark.⁴³ lazer kullanarak yapılmış ilk klinik çalışmayı yayınlamışlardır.

1990'ların ilerleyen yıllarında yapılan çalışmalarla, yeterli soğutmayla uygulanan Er:YAG lazerlerin güvenli olduğu bildirilmiştir⁴⁴.

1992’de dental sert dokularda ve pulpada kullanılabilecek lazerler üretilmiş ancak Amerika’da 1997’de FDA’nın onay vermesine kadar kullanılamamıştır.

2.4.2. Lazer Doku Etkileşimi

Dokunun optik özelliklerine bağlı olarak, lazerden gelen ışık enerjisi, hedef doku ile 4 farklı etkileşime sahip olabilir. Bunlar yansıma, transmisyon, saçılma ve absorpsiyon’dur.

2.4.2.1. Reflection/Yansıma

Basitçe ışın demetinin hedef dokuda hiç bir etki yapmadan, yüzeyden yeniden yönlendirilmesidir. Yansıyan ışık, dar bir hüzmeye olarak birbirine paralellliğini sürdürebilir veya daha da yayılabilir. Lazer ışını genellikle, el aletinden uzaklık arttıkça daha diverjan (yayılan) hale gelir. Bu yansıma tehlikeli olabilir, çünkü enerji istenilmeyen bir hedefe yeniden yönlendirilmiş olur. Bu durum lazer operasyonlarının ana güvenlik endişesidir ve dental tedavi odasındaki herkesin yan tarafları korumalı ilgili dalga boyuna özel güvenlik gözlüğü giymek zorunda oluşunun sebebidir.

2.4.2.2. Transmisyon

Dokuyla ikinci etkileşim, lazer enerjisinin hedef dokuda bir etki yaratmadan transmisyonudur. Bu etki lazer ışığının dalga boyuna oldukça bağlıdır. Örneğin su, diod ve Nd:YAG dalga boyları için transparan (absorbe etmez), doku sıvıları erbium ve CO₂ lazer ışınlarını kolayca absorbe eder.

2.4.2.3. Saçılma/Scattering

Üçüncü doku etkileşimi lazer ışığının saçılmasıdır ki bu istenilen enerjiyi zayıflatır. Saçılma, sağlıklı yumuşak dokuda, kızılötesine yakın lazerlerde en sık görülen olaydır. Saçılma fotonların yön değiştirmesine sebep olur, bu da dalga boylarının baskın kromoforlarıyla etkileşim yapma şansının artmasına bağlı olarak absorpsiyonun artmasına sebep olur. Saçılma, lazer hüzmesinin uygulama alanına komşu dokuya ısı transferine sebep olabilir ve istenmeyen doku hasarlarına yol açabilir.

2.4.2.4. Absorpsiyon

Lazer enerjisinin istenilen hedef doku tarafından absorpsiyonu genel arzulanan etkidir. Doku tarafından absorbe edilen enerji miktarı, pigmentasyon, su içeriği gibi doku karakteristiklerine ve lazer dalga boyuna bağlıdır. Bu nedenlerle lazer enerjisinin primer ve yararlı amacı istenilen biyolojik doku tarafından lazer ışığının absorpsiyonudur.

Esas lazer-doku etkileşimi 'fototermal' etkileşimdir. Bu kavram lazer enerjisinin dokuda ısıya dönüştüğünü anlatır. 3 ana fototermal lazer-doku etkileşimi vardır. Bunlar 1. insizyon/eksizyon 2. ablasyon/vaporizasyon 3. hemostaz/koagülasyondur. Hüzme boyutu (spot boyutu), enerji miktarı (güç) ve lazer tipi gibi çeşitli parametrelerini değiştirerek, lazerlerin bu fototermal etkileşimlerden herhangi birini sergilemesi sağlanabilir.

Örneğin; küçük spot boyutu ile odaklanmış lazer hüzmesi insizyon/eksizyon işlemleri için kullanılabilirken, daha geniş spot alanlı lazer hüzmesi daha geniş bir alan üzerinde doku ile etkileşime girerek, hem daha yüzeysel hem de yüksek ablasyon meydana getirir. Eğer ışın odak dışında kalırsa hüzme hemostaz/koagülasyon sağlayacaktır.

Fotokimyasal etki, kompozit rezini kürlemekte olduğu gibi kimyasal reaksiyonu uyarmak için de kullanılabilir. Örnek olarak lazer enerjisinden ekspoz olmuş fotosensitiv içeriklerin kullanılması ile kimyasal bağlar kırılabilir, periodontal ceplerin ve endodontik kanalların dezenfeksiyonu için serbest oksijen radikalleri üretebilir.

Su, pigment, kan içerikleri ve mineral varlığı değişkenlikleriyle, primer ağız dokusu komponentleri, farklı lazer dalga boyları ve farklı absorpsiyon katsayılarına sahiptir. Bu nedenle lazer enerjisi hedef dokunun içeriğine bağlı olarak transmisyona uğrayabilir, saçılabilir, absorbe olabilir veya yansıyabilir. Ana içerikler 'kromofor' olarak adlandırılır ki; bunlar belirli lazer enerjilerinin absorbe edicisidirler. Tüm biyolojik dokularda bulunan su, erbium dalga boyunu maksimum absorbe eder ve bunu CO₂ dalga boyu takip eder. Tersine, su daha kısa dalga boylu lazerlerin (Diod, Nd:YAG) transmisyonuna izin verir. Diş minesini hidroksiapatit ve sudan meydana gelmiştir. Apatit kristalleri CO₂ dalga boyunu kolayca absorbe eder, Erbium dalga boyları ile daha düşük derecelerde etkileşimde bulunur, daha kısa dalgaboylarıyla ise etkileşimde bulunmaz. Hemoglobinin ve diğer kan içerikleri, melanin gibi pigmentler, diod ve Nd:YAG lazeri değişen miktarlarda soğururlar.

İlginç bir şekilde, kısa dalga boylu lazerler (Diod, Nd:YAG) aslında sağlıklı diş minesini etkileşime girmez. Dişin yakın gingival dokuyu yeniden şekillendirme işlemi bu dalga boyları kullanılarak zararsız bir şekilde yapılabilir. Tersine, eğer yumuşak doku çürük lezyonu içine doğru invaze olmuşsa, her doku için uygun ayarlar kullanıldığı sürece, Erbium lazerler lezyonu ve yumuşak dokuyu etkili bir şekilde kaldırabilir.

Eşsiz absorbe edilme optik özelliklerine ek olarak, tüm dalga boyları dokularda farklı penetrasyon özelliklerine sahiptir. Erbium ve CO₂ lazerler yüksek su içerikli dokular tarafından (mukoza gibi) çok iyi absorbe edilir ki bu dalga boyları hedef dokuda birkaç mikron derinliğe kadar penetre olurken, Diod ve Nd:Yag lazerler doku içinde birkaç mm derine ulaşabilir. Çeşitli dalga boylarının mukoza içinde göreceli penetrasyonuna bağlı olarak, cerrahi alanının daha derininde, ötesinde de doku etkileşimlerinin devam edebileceğini anlamak önemlidir. Bu alttaki dokuda derin termal nekroza ve kemiğin osteonekrozuna sebep olabilir.

Yok olma uzunluğu/mesafesi (extinction length), lazer enerjisinin %98'inin absorbe edildiği madde kalınlığı olarak tanımlanır. Kısa yok olma mesafesi lazer enerjisinin dokuda derine penetre olmadan maksimum olarak absorbe olduğu anlamına gelir, böylelikle derin termal zarar ihtimali minimumdur. Büyük yok olma mesafesi, lazer

enerjisinin dokuda derinlere penetre olduğu anlamına gelir. CO₂ ve Erbium lazerler yüksek su içerikli dokular tarafından en iyi şekilde absorbe olduğu için, bu dalga boyları en küçük yok olma mesafesine sahiptir ve uygun operasyon parametreleri kullanıldığı sürece en az derin termal hasara sebep olma eğilimi vardır. CO₂ lazerler için mukozada yok olma mesafesi örneğin 0,03 mm'dir. Nd:YAG ve Diod gibi mukozada uzun yok olma süreli lazerler (1-3 mm) de doğru operasyon parametreleri kullanıldığı zaman güvenlidir. Tam tersine, uygun eğitimi olmayan operatörlerin bu dalga boylarında alttaki dokuda termal hasar yaratma riski vardır.

Belirli bir lazer cihazının doku etkileşimlerine karar vermek için bazı faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Her farklı lazer dalga boyu; hedef dokunun su içeriği, rengi ve kimyasal kompozisyonuyla ilişkili olarak farklı komponentlerini etkileyecektir. Doku üzerinde lazer spotunun boyutu/spot size, kontak veya kontak olmayan modda dağıtılmasına bakmadan, dokunun her bir milimetresinde belli bir miktarda enerji yaratacaktır. Bu enerji yoğunluğu (energy density) veya etki (fluence) olarak adlandırılır. Enerji yoğunluğu ve spot boyutu arasında ters bir ilişki vardır; daha küçük spot boyutu, daha çok etkidir. Örneğin, 200 µ boyutu, 300 µ ile aynı çıkış (output) ayarında karşılaştırıldığında, iki kattan fazla enerji yoğunluğuna sahip olacaktır. Daha küçük spot boyutu kullanmanın sonucu olarak lazerden dokuya termal transfer yüksek oranda artacaktır, buna cevap olarak da bu küçük alanda ısının emilimi artacaktır. Hüzme diverjansa, dokudan uzaklaştırmak boyutunu arttıracak ve bu enerji yoğunluğunu düşürecektir. Hüzmenin hedef dokuyu vurmasına izin verilen zaman miktarı dokudaki sıcaklık artışını etkileyecektir. Bu atımlı/darbeli lazer emisyon modundaki tekrar oranı Hertz (H) ile ölçülür.

El hızı, lazerin doku boyunca hareket hızı olarak tarif edilir. Lazerin cerrahi alan boyunca hızlı hareketi, doku tarafından enerjinin yeterli miktarda emilimine izin vermeyebilir. Ters olarak, lazerin cerrahi alan boyunca çok yavaş hareketi dokuda çok fazla termal hasara neden olabilir. Su veya hava spreyi kullanımı dokuyu soğutabilir, bu vaporizasyon oranını etkileyecektir. Lazer pratisyeni tedaviye başlamadan önce bu faktörlerin farkında olmalıdır. Eğer mümkünse, operatör o zaman uygun dalga boyu, hüzme

boyutu (spot size), fokus veya fokus olmayan mesafe, hertz, doku soğutmasının tipi ve miktarını seçebilir. Bütün bu parametrelerin uygun kombinasyonu etkili ve yararlı sonuçları garantilemelidir.

2.4.3. Lazerlerin Foto Biyolojik Etkileri

Lazer enerjisinin doku üzerindeki termal etkisi öncelikle dokunun su içeriği ile ilgilidir. Su içeren hedef dokunun sıcaklığı 100 °C yükseltildiği zaman, doku içindeki suyun vaporizasyonu meydana gelir; bu süreç "ablasyon" olarak adlandırılır. Yumuşak dokular çok yüksek oranda su içerir, insizyon/eksizyonu bu sıcaklıkta başlar.

Diğer taraftan, eğer doku sıcaklığı 200 °C yükseltirse, doku önce dehidrate olur ve sonra yanar, elde kalan son ürün ise karbondur. Karbon bütün dalga boyları için yüksek derecede absorbe edicidir, böylelikle ışınlama devam ettiği sürece heat sink (ısı alıcı) olmaya başlayabilir. Bu olduktan sonra ısı iletimi genişler ve kolateral termal travmaya sebep olur ve bu fenomen 'doku kömürleşmesi' olarak adlandırılır. Doku kömürleşmesi uygun olmayan lazer parametreleri kullanıldığında meydana gelir.

Dental sert dokular için, ana etkileşim 100 °C su, buhara dönüştüğünde meydana gelir ki bu buharın hacmi patlayıcı bir genişlemeye neden olurken bu durumda ilgili dokunun kaldırılmasına sebep olur.

2.4.4. Diş Hekimliğinde Kullanılan Lazerler

Günümüzde diş hekimliğinde daha sıklıkla Argon, Diod, Nd:YAG, Er:YAG, Er,Cr:YSGG ve CO₂ lazerler kullanılmaktadır.

2.4.4.1. Argon Lazerler

Aktif ortamlarında argon gazı bulunan gaz lazerlerdir. İki farklı dalga boyunda (488 µm mavi-514 µm yeşil) görünür ışın yayan bu lazerlerin ışınları; fiber optik iletim sistemleri ile aktarılabilir. Bu lazerler devamlı veya atımlı modda ve hem kontak hem de nonkontak kullanılabilirler.

488 μm 'lık mavi ışın rezin esaslı restoratif materyallerde bulunan camHoroquinone adlı molekülle etkileşerek polimerizasyonu başlatır. 514 μm dalga boyuna sahip yeşil ışık kırmızı pigmentlerle oldukça güçlü etkileşime girer. Bu özellik hemoglobin, hemosiderin, melanince zengin dokularda bu lazeri avantajlı kılar.

Her iki dalga boyu da mine, dentin ve su tarafından iyi absorbe edilemediğinden bu lazer mükemmel hemostatik özelliğiyle gingival doku kesimi ve şekillendirilmesinde, inflamatuvar doku hastalıklarının ve hemanjiom gibi vasküler dokulara müdahalede bu lazeri başarılı kılar. Mine ve dentin tarafından emilmemesi özellikle diş beyazlatmada bu lazeri iyi bir enerji taşıyıcı enstrüman haline getirir.

Argon lazerler aynı zamanda çürük teşhisinde de kullanılabilir. Çürük bölgeler lazer ışını altında turuncu-kırmızı renkte görünerek sağlıklı dokudan kolayca ayırt edilir.

2.4.4.2. Diod Lazerler

Katı aktif ortama sahip bu lazerler aktif madde olarak genelde aliminyum, galyum, arsenid ve indiyum karışımları içerirler. 800 ila 980 nm arasında dalga boyunda ışın üretirler. Bu lazer enerjilerini fiber optik yollarla, devamlı yâda atımlı modda ve genellikle dokuya temas halinde iletirler. Dalga boyunun geniş olması bu lazeri iyonize olmayan kızıl ötesi bir lazer yapar.

Diod lazerler pigmente olmuş tüm dokular tarafından iyi absorbe edilirler. Ancak, argon lazerler gibi diş dokuları ve suyla etkileşimi çok düşüktür. Gingiva ve mukozada kesim koagülasyon, yumuşak doku küretajı ve sulkuler temizleme yetenekleri ile periodontal cerrahide sıkça kullanılmaktadır. Hedef dokuda hızlıca ısı artışı yapabileceği için devamlı modda çok dikkatli kullanılmalıdır.

2.4.4.3. Nd:YAG Lazerler

Bu lazer orta aktifinde katı neodymium katılmış Yttrium-Aliminum ve Garnet içeren dalga boyu 1064 nm olup, elektromanyetik spektrumun kızıl ötesi ve iyonize olmayan bölümünde olan, serbest vurumlu ve enerjisini fiber optik yolla ileten doku ile

kontak halinde kullanılan bir lazerdir. Pigmente olmuş dokular tarafından çok iyi soğurulan bu lazer genellikle yüksek hemostatik özelliği ile yumuşak dokuların kesimi ve koagülasyonu için kullanılır.

Doğrudan kontaklı iletim sistemi olan fiber optik kabloların geliştirilmesiyle yalnızca kesme değil, aynı zamanda sulkular debritleme amacıyla çok düşük güçlerde uygulanabilir.

2.4.4.4. CO₂ Lazerler

Orta aktifi gaz olan devamlı ya da aralıklı modda kullanılabilen dalga boyu 10600 nm ile kızılötesi tayfın görünmeyen noniyonize bölümünde yer alan, kontak olarak kullanılamayan lazerlerdir. Bu dalga boyu su tarafından çok iyi absorbe edilir ancak çok derin penetrasyon göstermez; bu yüzden yumuşak doku kaldırılmasında sıklıkla tercih edilir. Ağız içi yumuşak doku uygulamalarında bu çok önemli bir özelliktir çünkü enerji yoğunluğu maksimum iken saçılma ve penetrasyon derinliğinin minimum olması bu lazeri güvenli kılar.

2.4.4.5. Erbiyum Lazerler

Er:YAG lazerler 2940 nm dalga boyunda, Er,Cr:YSGG lazerler ise 2780 nm dalga boyunda her ikisi de orta kızılötesi görünmeyen noniyonize ışına sahip, aktif ortası katı olan erbiyum katılmış yttrium ve erbiyum kromiyum içeren, serbest atımlı modda çalışan lazerlerdir. Su ve hidroksiapatit tarafından iyi absorbe edilirler.

Çürük temizlenmesinde mine yüzey özelliklerinin değiştirilmesinde ve yumuşak doku cerrahilerinde kullanılırlar. FDA, bu lazerin 1997 yılında sert doku tedavilerinde, 1999 yılında yumuşak doku cerrahisinde ve 2004 yılında kemik cerrahisinde kullanımını kabul etmiştir.

Er:YAG lazerle doku ablasyon mekanizması ışının su tarafından absorbe edilmesiyle başlar. Isı etkisinden dolayı buharlaşma olur. Buna foto termal buharlaşma denir. Su buharı oluşumu doku içinde basıncı artırır ve mikro patlama denilen patlayıcı genişleme ile sonuçlanır. Bu dinamik etkiler mekanik doku kollapsına neden olur ve

termomekanik ya da fotomekanik ablasyon ile sonuçlanır. Bu fenomene su aracılığı ile patlayıcı ablasyon da denir.

2.4.5. Lazer Sistemlerinin Endodontideki Uygulama Alanları

Lazer teknolojisi diş hekimliğinde endodonti alanında dişin canlılığının belirlenmesinde, çürüğün uzaklaştırılmasında, giriş kavitesi açılmasında, amputasyonda, pulpanın çıkarılmasında, kök kanal preparasyonunda, kök kanal dezenfeksiyonunda, endodontik cerrahide, tekrarlayan endodontik tedavilerde kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır⁴⁵⁻⁴⁸.

Pulpa canlılığının değerlendirilmesi geleneksel yöntemlerle çok zor olabilmektedir. Az olarak alınan vital cevap yanlış tanı konulmasına ve gereksiz endodontik tedavilerin yapılmasına neden olabilir. Kesin tanı için pulpa odasında bir açıklık oluşturulması ve pulpanın histopatolojik değerlendirmesinin yapılmasının da mümkün olmaması daha ileri tanı testlerine duyulan ihtiyacın ana sebebidir. Geleneksel duyarlılık testlerinin hepsi pulpanın canlılık durumu ile ilgili bilgi vermez. Duyusal liflerinin uyarılmasıyla elde edilen cevap dişin canlılık durumunu belirlemek için ideal bir yöntem değildir. Ayrıca, bazı sinir lifleri nekroza son derece dirençli olabilir ve bu yüzden çevredeki dokuların dejenerasyonundan sonra bile uzun süre reaktif kalabilirler. Bu durum ısı ve elektrik testlerinde yanlış pozitif cevaplar alınmasına neden olabilir. Bunun yerine vasküler akımın durumu canlılık tayini için en doğru belirleyicidir. Lazer Doppler Flowmetrie (LDF) mikrovasküler sistemlerde kan akışını ölçmek için geliştirilmiştir. Noninvaziv, objektif, ağrısız, yarı kantitatif bir yöntemdir, pulpa kan akımını ölçmek için güvenilir olduğu gösterilmiştir⁴⁹. LDF yaydığı çok düşük enerjili (1-2 mWatt) helyum-neon (HeNe) veya Diod (810 nm) lazer ışınları ile pulpa içerisindeki kan akımında hareket eden kırmızı kan hücrelerinin lazer ışınını geri yansıtma ya da soğurma yüzdelerini karşılaştırarak bir veri üretir⁵⁰. LDF pulpa canlılığın belirlenmesinde, çocuk hastalarda pulpa canlılığı tayininde, dişlerde yaşlanmaya bağlı görülen değişikliklerin belirlenmesinde, pulpal kan akımının belirlenmesinde, lokal ve sistemik farmakolojik ajanlara reaksiyonların izlenmesinde, pulpanın elektriksel ya da termal uyarılmasının

izlenmesinde, ortodontik kuvvetlere verilen reaksiyonun izlenmesinde, ortognatik cerrahi sonrası pulpal kan akımının izlenmesinde, travma sonrası pulpal kan akımının izlenmesinde, replante edilen dişlerin revaskülarizasyonlarının izlenmesinde kullanılır⁵¹.

Vital pulpa tedavilerinin amacı etkilenen dişin canlılığını muhafaza ederek dişin dental arktaki varlığını sürdürmesini sağlamaktır. Pulpotomi tedavisi enfekte olmamış radiküler pulpa dokusunu korurken, enfekte olmuş koronal kısmın uzaklaştırılmasıyla diş ağızda tutmayı hedefler. Pulpal hastalığın yayılım ölçüsüne bağlı olarak pulpa tedavisi kuafaj veya pulpotomi prosedürlerini içerebilir⁵². Bu uygulama için çeşitli teknikler ve malzemeler örneğin formokrezol, gluteraldehid, demir sülfat, kalsiyum hidroksit, mineral trioksit agregat (MTA) ve lazer uygulamaları önerilmiş ancak ideal pulpotomi tekniğinde henüz bir uzlaşmaya ulaşılmış değildir. Lazer uygulamaları kansız alan oluşturması, dokuyu buharlaşması ve küçük kan damarlarının mühürleyerek pıhtılaşmayı kolaylaştırmasıyla pulpotomi uygulamaları için avantajlar sağlar. Üstelik uygulama alanını steril de eder⁴⁹. Lazer ile yapılan pulpotomi ve pulpa kaplaması çalışmalarını tarayan bir meta analizde lazer uygulamasının pulpotomi prosedürlerinin tedavi sonuçlarını iyileştirebileceğini ancak bu konuda henüz zayıf kanıtların olduğunu ortaya koymuştur⁴⁶.

Lazerler, kök kanal tedavisinin kanal dolum aşamasında gutta perkanın yumuşatılarak kondense edilmesinde kullanılabilirler. Lateral kompaksiyon, Nd:YAG lazer kullanılarak yumuşatılmış gutta perka ve Sistem B kullanılarak yapılan kanal dolumlarında, apikal sızıntıyı karşılaştıran çalışmada iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır⁵³. Ancak, lateral kompaksiyon ve Sistem B kullanılan gruplarda daha az sızıntı rapor edilmiştir. Bir başka çalışmada⁵⁴ Nd:YAG, CO₂ ve Argon lazerlerle yumuşatılmış gutta perka ile yapılan dolumların sızdırmazlıklarının karşılaştırılmasında tüm uygulamaların benzer sonuçlar verdiği sadece karbondioksit ve argon lazerlerin apikal üçlüde etkinliklerinin yüksek olduğu ancak, 3 lazer cihazının hiçbirinin tam kök kanal dolumu gerçekleştirmek için kabul edilebilir olmadığı rapor edilmiştir.

Apisektomi kökün uç kısmının bitişik periapikal dokuların çıkarılıp kürete edildiği bir cerrahi prosedürdür. Genellikle bir önceki kök kanal tedavisi başarılı olmadığı

zaman rezeksiyon endikasyonu dişi ağızda tutabilmek için yapılır. Nd:YAG, Er,Cr:YSGG ve CO₂ lazer gibi cerrahi modları bulunan lazerlerin bu tür ameliyatlar için kullanımında, kanamasız cerrahi saha oluşturmaları, hızlı doku kaldırmaları, etkili pıhtılaşma sağlamaları gibi lazerlerin doğal yetenekleri sayesinde hekime kolaylık sağlarlar. Ayrıca, lazer potansiyel mekanik drillere/frezlere olan ihtiyacı ortadan kaldırarak belirgin bir termal veya yapısal hasar vermeden sert diş dokuları kesmek için kullanılabilir⁴⁹. Tüm bu özelliklerinin yanında ses ve titreşim oluşturmamaları hastaların konforunu da arttırmaktadır.

Dentin aşırı duyarlılığı hatalı diş fırçalama, dişeti çekilmesi, uygunsuz beslenme ve diğer faktörler ile ortaya çıkabilir. Ağrı hissi genelde kök yüzeyinin açığa çıkmasıyla başlar. Dentin aşırı hassasiyeti, dentin tübüllerindeki lenf sıvısının hidrodinamik mekanizma ile uyarılmasıyla açıklanmıştır⁵⁵. Hassasiyete karşı uygulanan ideal tedavi pulpa için irritasyon oluşturmamalı, uygulamaya nispeten acısız, kolayca yürütülebilen, hızlı, uzun bir süre için etkili, dişlerde boyama veya lekelenme oluşturmamayan ve tutarlı bir şekilde etkin olmalıdır. Diş hassasiyeti tedavisi için kullanılan lazer iki grupta düşük çıkış gücü lazerleri [He-Ne ve galyum / alüminyum / arsenit (GaAlAs) lazerleri], ve orta çıkış gücü lazerleri (Nd: YAG ve CO₂ lazerleri) olarak sınıflandırılır.

Modern toplumda bireyin refahı için en önemli faktörlerden biri, beyaz ve parlak bir gülümsemedir. Bu istek her zaman mevcut olmuştur. Ancak, hastalar arasında son zamanlardaki popüleritesi beyazlatmayı diş hekimlerinin en sık yaptığı uygulamalardan biri haline getirdi. Bu uygulama sıklığında hekimlerin daha kaliteli, hızlı ve kolay uygulamaları tercih etmesi sebebiyle rekabeti ve farklılık arayışını körükledi. Yapılan araştırmalar beyazlatma ajanlarının oluşturduğu redoks reaksiyonunun hızının her 10°C sıcaklık artışı için 2.2 kat arttığını göstermiştir. Bu sıcaklık artışının sağlanması ile elde edilen hız dental ünite geçirilen süreyi azalttığı gibi işlemin etkinliğini de artırır. Bu nedenle plazma ark lambaları, kuvars-tungsten-halojen lambalar, ışık yayan diyotlar (LED) ve lazerler gibi farklı ışık kaynakları beyazlatma ajanlarının aktivasyonu amacıyla kullanılmıştır. Lazer ışınlarının beyazlatma sürecine katkısı, kimyasal oksidasyon reaksiyonuna enerji aktarımı olarak özetlenebilir. Bir lazer ışını, uygulandığı bölgedeki hidrojen peroksitin; son ürün olan su ve bir serbest radikal olan oksijene dönüşüm reaksiyonunu ivmelendirir⁵⁶. Lazerle

yapılan beyazlatma işlemlerinde güvenli bir uygulama için en kritik ve önemli noktalar çevre dokuların hidrojen peroksitten etkilenmesinin engellenmesi ve lazer ışınının çalışma bölgesinde soğurulması nedeniyle artan sıcaklığın komşu dokuları etkilemeyecek seviyede tutulmasıdır. Beyazlatma sırasında uygulanan alandaki sıcaklık değişimi uygulanan enerji miktarına, uygulama süresine, beyazlatma ajanının tipine ve rengine bağlıdır. Ancak gözden kaçırılmaması gereken önemli bir diğer değişken diş tipidir. Daha ince mine ve dentin kalınlığına sahip olan dişlerde de aktarılan enerjiyi yine aynı şekilde soğururlar. Ancak bu dişlerin üzerlerinde oluşan sıcaklık değişimi kolaylıkla pulpal sıcaklığı diğer dişlere oranla daha çok etkileyebilir.

2.4.6. Lazerlerin Kanal Dezenfeksiyonundaki Etki Mekanizması

Lazerlerin, endodonti kliniğinde kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Lazerlerin hedef doku üzerinde farklı parametrelerde uygulanmasıyla dentin, ST, debris, rezidüel pulpa ve bakterileri etkilemesi sağlanabilir. Lazerler giriş kavitesi hazırlığında, mine ve dentin kaldırılmasında, fiber optik uçların girebileceği kadar genişletilen düz ve hafif eğri kanallarda ise dentin kaldırılmasında, ST'nin uzaklaştırılmasında ve kök kanallarının dezenfeksiyonunda kullanılabilirler.

Endodontik tedavi sırasında uygulanan kanal genişletme yöntemleri kök kanal duvarlarında organik ve inorganik bileşimden oluşan ve smear tabakasının birikmesine neden olur. Bu tabaka hem dentin tübüllerini tıkayarak dentin geçirgenliğini azaltır hem de dentin tübülleri içerisindeki mikroorganizmalara dezenfeksiyon ajanlarının etki etmesini engeller. Bu nedenlerden dolayı, smear tabakasının uzaklaştırılması önem kazanır.

Yapısal farklılıkları nedeniyle, hücre duvarı karakteristikleri de değişen, gram- bakteriler gram-pozitif bakterilere göre daha az enerji ile daha kolay parçalanmaktadır.

Lazer ışığının termal etkisi dentin duvarlarının 1 mm içerisine kadar penetre olarak, derin dentin tabakalarında da dezenfeksiyona yardımcı olabilir. Lazer ışınları, dentin duvarındaki su tarafından soğurulmakta böylece kök kanal yüzeylerinde ablasyon yapabilmekte veya uygun parametrelerde kanal içinde sıvı varlığında lazerler, etkin bir

şekilde ST'nı ve organik dentin yapısını (kollajen fibrilleri) kaldırırken kuru şartlarda ise dezenfeksiyon yapmaktadırlar. Bu işlemler sırasında kök yüzeylerindeki ısı artışı, lazer gücü, lazer ışınına maruz kalma süresi ve atım aralığıyla kontrol edilebilmektedir. Birçok araştırmada lazerler hava su spreleriyle birlikte veya bekleme periyodlarıyla kullanılmaktadır.

Franzen ve ark.⁵⁷ yaptıkları bir araştırmada, Er,Cr:YSGG lazerin *E. Faecalis* ile kontamine edilmiş farklı kalınlıklarda dentin diskleri üzerindeki etkisini 0.25 W çıkış gücü, 20 Hz atım hızı, 200 µm çapında fiber uç (MZ2) kullanılarak, su soğutması olmadan ve 4 defa 10 ar saniyelik atım uygulanıp aralarda da 5 saniye beklenilerek uygulanmıştır. Bakteri eliminasyonunun dentin diliminin kalınlığına bağlı olduğu ve 100 µm ile 1000 µm kalınlıklar arasında, eliminasyonun %93 ile %38 arasında değiştiği bu çalışmada rapor edilmiştir.

Er,Cr:YSGG lazerin kök kanal tedavisinde kullanılmak üzere piyasaya ilk çıkarılan 'forward emitting tip' lazer uçları ışının büyük bir kısmının direk olarak kök ucuna doğrusal olarak iletmektedir. Bu nedenle üretici firma kök kanallarında lazer ışınının dağılımını kanal duvarlarına yönlendirebilmek için çevresel ışınlama yapan RFT (Radial Firing Tip) uçlarını geliştirmiştir. Geliştirilen bu yeni uçlarla kök kanal duvarlarına doğru daha homojen bir ışınlama yapılmasını sağlamıştır.

Lazer ışını dezenfeksiyon amacıyla kullanılmadan önce kök kanalları mekanik olarak şekillendirilip lazer uçlarının kök kanalı içerisinde apikale 1 mm mesafe kalana kadar rahatça ulaşabilecek boyutta genişletilmelidir. Daha sonra lazer cihazı çalıştırılarak fiber lazer ucu helikoradial hareketlerle kanaldan sabit bir hızda çekilerek çıkarılmalıdır.

Licata ve ark.⁵⁸ NaOCl ve EDTA kullanımına ek olarak RFT sistemiyle Er,Cr:YSGG lazerin *E. faecalis* üzerindeki antimikrobiyal etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmada 30, 60 saniye 0.75 Watt ve 60 saniye 0,25 Watt güçle ışınlama yapılan dişlerde sırasıyla %92.3, % 100 ve %46.1 bakteri eliminasyonu gerçekleştiğini rapor etmişlerdir.

2.5. Postoperatif Ağrı

Diş hekimliğinde önemli bir problem olan ağrı, hastaların diş hekimi korkusunun esas nedenlerindendir. Endodontik tedavi sırasında yeterli anestezi yapılsa bile, postoperatif ağrı bir sorun olabilmektedir. Postoperatif ağrının azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılması, kök kanal tedavisinin başarı kriterlerinden biri olsa da, yapılan çalışmalar endodontik tedavi sonrası özellikle ilk günlerde postoperatif ağrı varlığını göstermişlerdir⁵⁹⁻⁶².

Periradiküler bölgedeki dokuların, endodontik tedavi süresince irrite edilmesi, akut enflamatuvar cevaba neden olmakta ve bu da ağrı ile sonuçlanmaktadır. Ağrının sebebi, bu bölgenin, kimyasal, mekanik ve mikrobiyal yaralanmaları ve bu yaralanmalara dokuların verdiği cevapla bağlantılıdır²⁹. Endodontik tedavi sırasında, kök ucundan taşan kimyasal ajanlar, çevre dokuda enflamatuvar bir reaksiyon başlatıp, postoperatif ağrıya neden olabilmektedir. Kök ucundan kısa yapılan çalışmalarda bile, sızıntılar meydana gelebilmektedir. Kök kanalının uzunluğu arttıkça, apikalden taşan debris miktarı da artmaktadır ve bu artıkların uzaklaştırılması işleminde, yıkama yapılacak enjektörün uzunluğunun kök-kanal boyu ile orantılı olacak şekilde ayarlanması dikkat edilmesi gereken bir husustur.

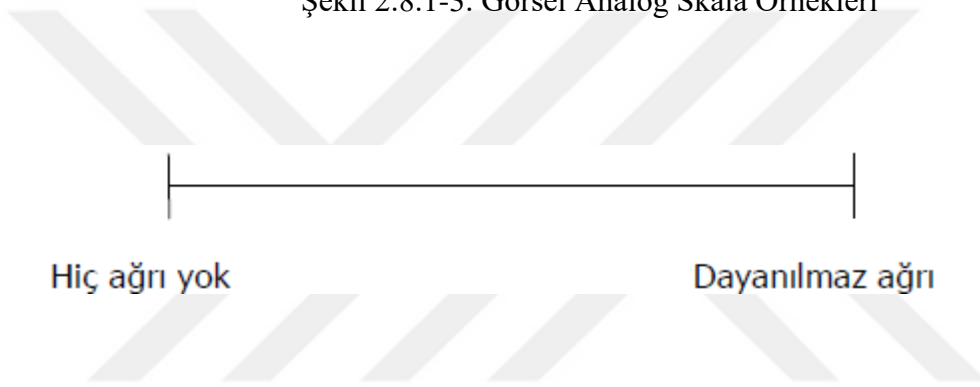
Ağrı; çok sayıda çevresel faktörün etkisi altında kalan kişisel bir tecrübedir⁶³. Kişilerin genetik, psikolojik ve fiziki durumlarından, diğer insanların uyarılarından etkilenir. Geçmişten gelen bellek ve davranış biçimleriyle ilgili olmakla birlikte bunlar tarafından tamamen kısıtlanamaz. Ağrının, gruplar oluşturularak objektif ve standart hale getirilmesi kolay bir durum değildir. Skala veya ölçek kullanmak, ağrı derecelendirilmesini objektif bir duruma getirmektedir. Skalalarda, hastaların sayısal veya sözlü kelimelerle hissettikleri ağrıyı nitelik ve nicelik bakımından en objektif biçimde ifade etmelerini sağlamak hedeflenmiştir. Yapılan çalışmalarda, hastaların verdiği davranışsal tepkiler ya da nicel ve sözel bir takım veriler kullanılmaktadır.

2.8. Ağrı Skalaları

2.8.1. Görsel Analog Skala (Visual Analogue Scale-VAS)

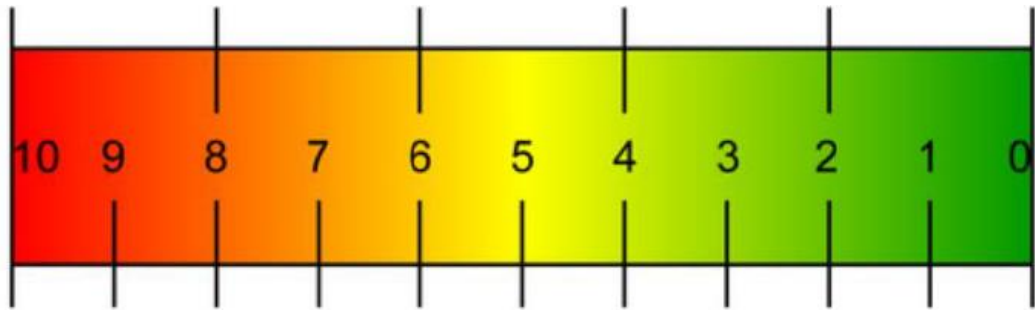
Bu skala, horizontal veya vertikal bir çizgiden oluşmuştur. İlk kısımda “ağrı yok” , en sonda ise “dayanılmaz ağrı” seçeneği vardır. Skala, düz bir çizgiden oluşabilir, eşit aralıklarla bölümlere ayrılmış olabilir veya aralarda başka ağrı tanımlayıcı sözcükler de bulunabilir. Dikey çizginin anlaşılmasının daha kolay olduğu düşünülmektedir.

Şekil 2.8.1-3. Görsel Analog Skala Örnekleri



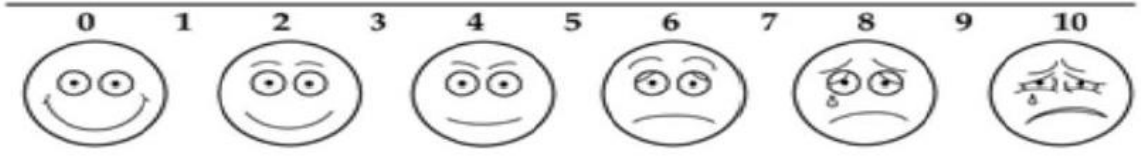
Şekil 2.8.1.1.

Ağrı



Ağrısızlık

Şekil 2.8.1.2

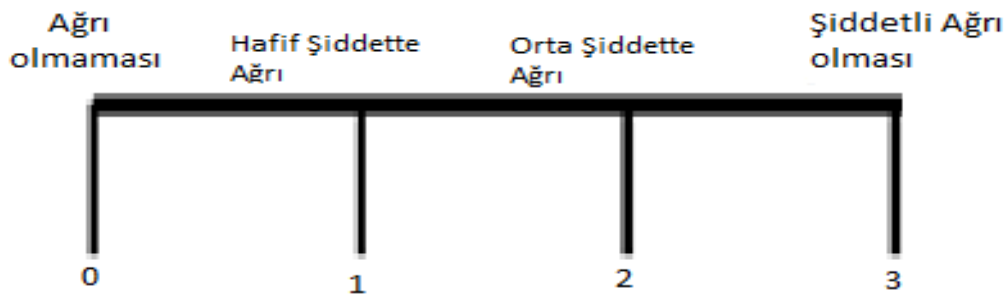


Şekil 2.8.1.3

2.8.2. Sözel Tarif Skalası (Verbal Descriptor Scale- VDS)

Sözel tarif skalasının bir diğer ismi basit tanımlayıcı skaldır. Hasta ağrısını ifade edebildiği en doğru sözcüğü bulur. Bu skalanın diğer bir şekli de 4 seçenekten oluşmaktadır. Hasta ağrısını; ağrı olmaması (0), hafif şiddette ağrı (1), orta şiddette ağrı (2), şiddetli ağrı (3) seçeneklerinden biri ile ifade eder.

Uygulama kolaylığı ve basit sınıflama, sözel tarif skalasının avantajları arasındadır. Hastaların seçme işleminin zor olması ve ağrı tanımlama işleminin listede bulunan sözcük sayısına bağlı olması dezavantaj olarak sayılabilir.

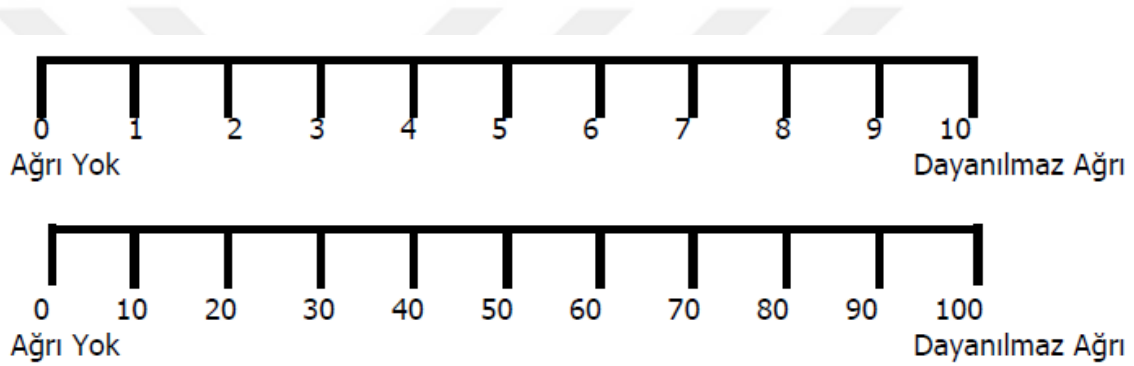


Şekil 2.8.2.1.Sözel Tarif Skalası Örneği

2.8.3. Sayısal Değerlendirme Skalası (Numerical Rating Scale- NRS)

Sayısal değerlendirme skalasında hedef, hastaların ağrılarını sayısal olarak ifade etmelerini sağlamaktır. Skorlama ağrı olmaması (0) ile başlar ve dayanılmaz ağrı (10-100) seviyesine kadar yükselir.

Sayısal skalalar günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır; çünkü hastalar ağrı seviyelerini daha rahat tanımlar, derecelendirir ve kaydeder, hassastır, etkinin incelenmesinde faydalıdır. ayrıca bu skalalar istatistiksel olarak daha detaylı bilgiler sunmaya yardımcı olur.



Şekil 2.8.3.1. Sayısal Değerlendirme Skalası Örneği

2.8.4. Yüz İfadesi Skalası

Yüz ifadesi skalası, VAS kullanımının uygun olmadığı, mental ve iletişim açısından yetersiz hastalarda kullanılmaktadır. Skorlamada hastaların yüzlerindeki ifadeye benzer görüntüler seçilmektedir.



Şekil 2.8.4.1. Yüz İfadesi Skalası Örneği

2.8.5. Analog Renkli Devamlı Skala (Analogue Chromatic Continuous Scale- ACCS)

Bir tarafında açık pembeden koyu kırmızıya doğru renk skalası, diğer tarafında ise 100 mm'lik bir cetvel vardır. Skala ağrısızlıkla başlar, dayanılmaz ağrıya doğru devam eder.

Bu iki nokta arasında, ölçü ve bunun karşılığına denk gelen renk ile değerlendirme yapılır. VAS ve ACCS bulunan sonuçlar bakımından birbiri ile uyumludur. Fakat ACCS'nin dezavantajı olarak, renk skalasının renginin değişmesi veya solması ya da skorlamayı yapan kişinin renk körü olması gösterilebilir.

2.8.6. Dermatomal Ağrı Çizimi

Uygulaması ve hesap edilmesi basit bir skaladır. Skalada bir insan vücudu, ön ve arka yüzeylerde çizgilerle dermatom denen bölgelere bölünmüştür ve hastalar bu bölgeleri hissettikleri ağrının derecesine göre değişik renkler ile boyar (kırmızı ve tonları gibi). Değişik durumlar için farklı renklerden yararlanılır (hissizlikte mavi renkle boyamak gibi). Toplam ağrı skorlaması için, boyanan anatomik bölgelerin toplam sayısı hesaplanır.

3. BİREY VE YÖNTEM

3.1. Hasta Seçimi

Araştırmaya nekrotik pulpalı, asemptomatik, tek kanallı dişi olan 18-65 yaş arası hastalar kabul edildi. Bu şartları sağlayan hastalardan hamile olan, son 1 hafta içerisinde antibiyotik, analjezik, antiinflamatuvar veya steroid kullanım öyküsü olan, enfektif endokardit veya immunosupresif bozukluklarından dolayı yada herhangi bir başka rahatsızlığından dolayı diş tedavisi öncesi antibiyotik premedikasyonu gerekli görülen, kontrolsüz hipertansiyon, kontrolsüz diyabet, kronik böbrek yetmezliği, hematolojik hastalıkları olan, kemoterapi, radyoterapi görmüş veya görmekte olan hastalar ve ilgili dişine daha önce kanal tedavisi yapılmış hastalar çalışma dışında bırakıldı. Ayrıca çok fazla kron harabiyeti veya ilgili diş çevresinde 4 mm den fazla cep olan dişler çalışma dışında bırakıldı.

3.2. Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi ve Hasta Grubunun Rastgele Seçimi

Almeida ve ark.³⁰ yapmış oldukları çalışmada NaOCl kullanımı sonrası ilk 7 gündeki postoperatif ağrı düzeyleri araştırmıştır. Bu çalışmada ilk 24 saat sonunda ağrısız hasta oranı olan %78 temel alındığında, kanal içi dezenfeksiyon amacıyla lazer uygulamasının bu oranın %15 daha fazlası olmasını (%93) anlamlı bulacak %5 hata ve %80 güçte gerekli hasta sayısı grup başına 83'er olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada olası hasta kayıpları düşünülerek grup başına 85'er hasta ile çalışmanın bitirilmesi planlanmıştır. Her tedaviden önce, klinisyenin asistanı rastgele renkli kartlardan birini hastaya seçtirerek dezenfeksiyon işleminin türü belirlenmiştir.

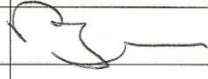
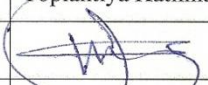
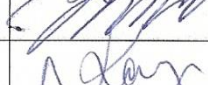
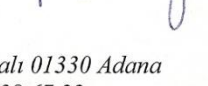
3.3. Etik Kurul Onayı

Çalışmamıza Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi girişimsel olmayan klinik araştırmalar etik kurulundan 7 Kasım 2014 tarihinde 'İki farklı Kanal İçi Dezenfeksiyon Yönteminin Hasta Konforu açısından Karşılaştırılması' başlığı ile etik kurul onayı alınmıştır.

**T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

Toplantı Sayısı		Tarih
36		7 Kasım 2014

KARAR NO 11- Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi ve Endodonti Anabilim Dalı'nda, Prof. Dr. Hamdi Oğuz Yoldaş yönetiminde, Araş. Gör. Dt. Görkem Özbilen tarafından yürütülmesi öngörülen “İki Farklı Kanal Dezenfeksiyon Yönteminin Hasta Konforu Açısından Karşılaştırılması” başlıklı diş hekimliğinde uzmanlık tez projesi araştırma etiği yönünden değerlendirildi. Toplantıya katılan üyelerin oybirliğiyle uygun olduğuna karar verildi.

BAŞKAN	Doç Dr Selim Kadioğlu Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı	
ÜYELER	Prof Dr Mülkiye Kasap Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı	Toplantıya Katılmadı
	Prof Dr Dinçer Yıldızdaş Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	
	Prof Dr Mehmet Kanadaşı Kardiyoloji Anabilim Dalı	Toplantıya Katılmadı
	Prof Dr Gülşah Seydaoğlu Biyoistatistik Anabilim Dalı	
	Prof Dr Gürhan Sakman Genel Cerrahi Anabilim Dalı	Toplantıya Katılmadı
	Doç Dr Suat Gezer Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı	
	Av. Zehra Bulut Hukukçu Üye	
	Dr Neşe Kayrın Kurum Dışı Üye	

Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlık Binası, Balcalı 01330 Adana
Telefon: 0322 338 60 60 dahili 3465, Faks: 0322 338 67 22

3.4. Endodontik Tedavi Protokolü

Tedavi öncesi tüm hastalara 1:200000 epinefrin içeren 2mL'lik ampul (Maxicaine;, İdol İlaç Dolum, İstanbul, Türkiye) kullanılarak anestezi yapılmıştır. Anesteziden sonra elmas rond frezler dişlere kanal giriş kavitesi açılmış ve ardından lastik örtü takılmıştır.

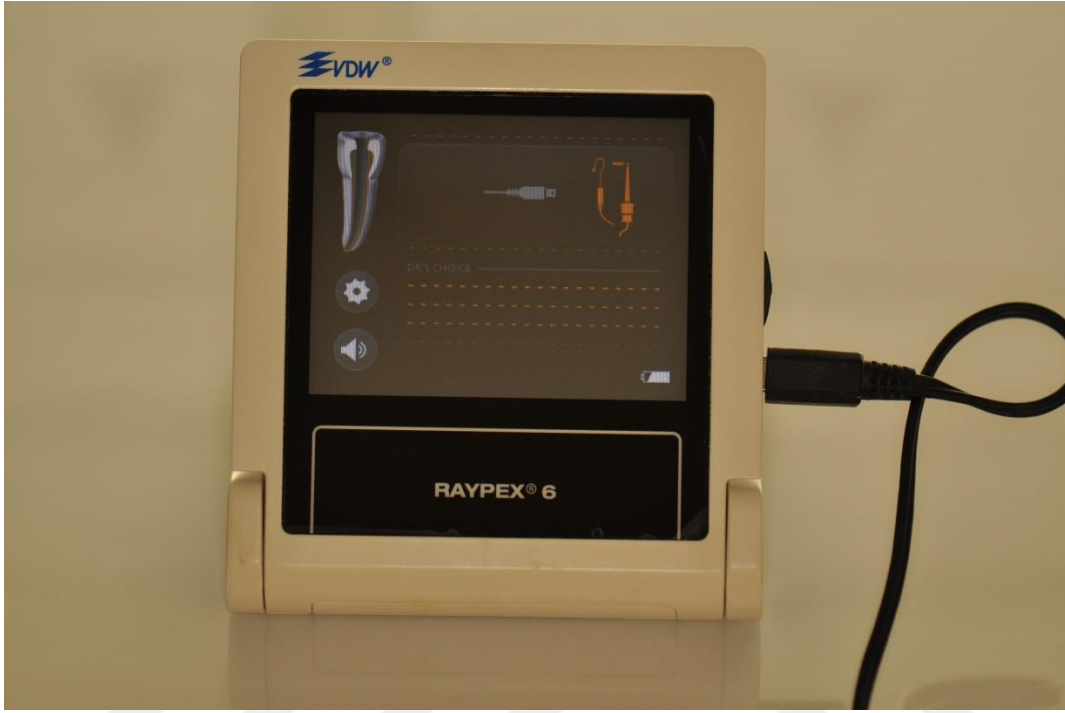
Çalışma boyunun belirlenmesi için bir elektronik apeks belirleyici cihaz (Raypex 6 ;VDW, Münih, Almanya) kullanılmıştır. Çalışma boyu belirlenirken, eğenin boyu Raypex6'nın 3. yeşil çizgisi çalışma boyu olarak kabul edilmiştir.

Daha sonra belirlenen çalışma boyunda kanallar Reciproc (VDW, Münih, Almanya) NiTi eğeler kullanılarak (Reciproc Silver Endo Motor, VDW, Münih, Almanya) R50 boyutuna kadar genişletildi. Genişletme işlemi sırasında kanallar 6 mL % 0,9'luk serum fizyolojik kullanılarak yıkanmıştır.

Resim3.4.1. Reciproc Endo Motor



Resim 3.4.2. Raypex 6 Apex Bulucu



Resim 3.4.3. Reciproc R50 NiTi Kanal Eğesi



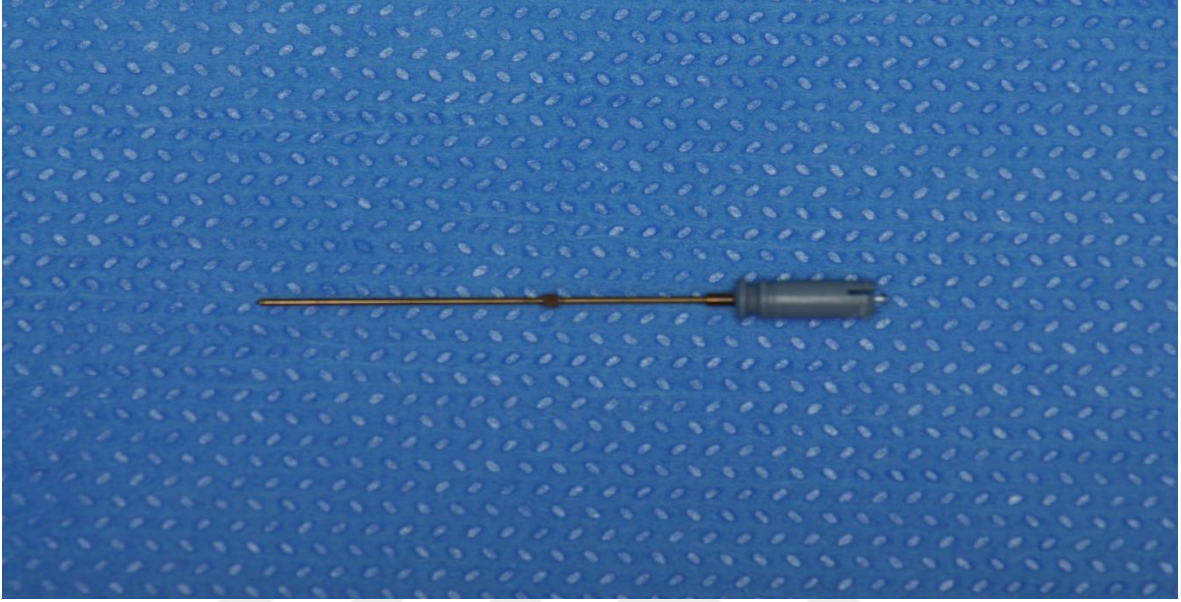
Kontrol grubunda kanallar 6 mL %2,5'lik NaOCl ile yıkanıp kanallarda NaOCl varken en az 1 dakika beklenmiş ardından da 4 mL %0,9'luk serum fizyolojikle yıkanmıştır.

Lazer grubunda ise dişler önce kâğıt koniler kullanılarak kurutuldu. Kuru kanallar çalışma boyundan 1mm kısa kalacak şekilde yerleştirilen RFT 3 (Waterlase MD Endolase RFT 3; diameter = 415 µm; length = 21 mm) lazer uçları ile Er,Cr:YSGG lazer kullanılarak 0.75 Watt gücünde 20Hz, % 10 hava %1 su parametreleriyle ışınladı. Işınlama sırasında uçlar 1 mm/sn hızla helikoradial hareket yapacak şekilde koronale doğru yükseltildi. Lazer ışınlaması her bir dişe toplamda 3 kez olmak üzere ve her bir döngü arasında diş ısısının normale dönmesi amacıyla 20 saniye beklenerek tekrar edildi.

Resim 3.4.4. Er.Cr:YSGG Lazer Cihazı Angldruvası



Resim 3.4.5. RFT3 Fiber Optik Lazer Ucu

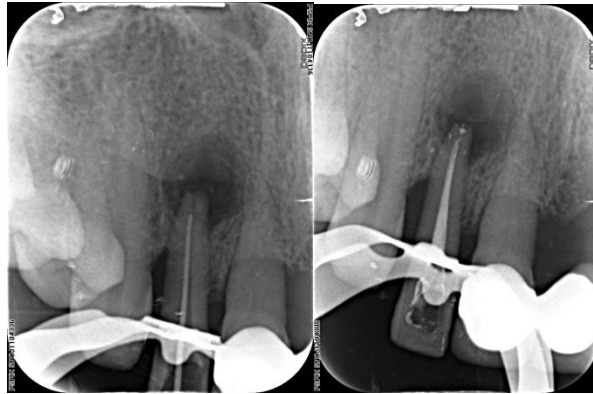
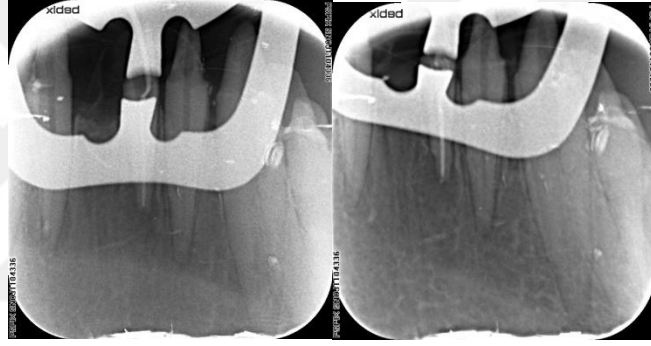
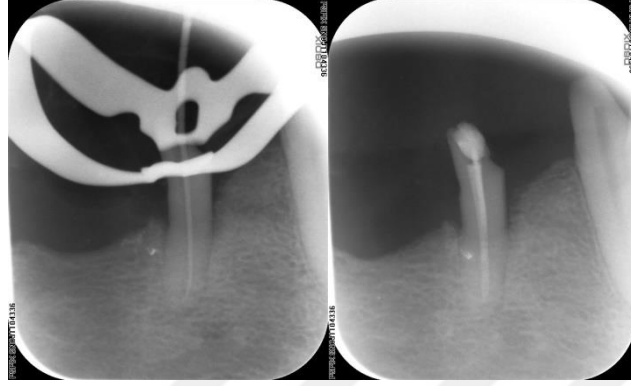


Tablo3.4.1 fiber optik lazer uçlarının özellikleri

	RFT2	RFT3
Fiber uç genişliği,	275	415
Fiber uç uzunluğu,mm	25,21	21,17
Maximum güç	4 Watt	4 Watt
Kalibrasyon Faktörü	0.55	0.85

Her iki grupta da dişler kâğıt koniler yardımıyla (Diadent; Burnaby, BC, Kanada) kurutulduktan sonra, guta perka (Diadent; Burnaby, BC, Kanada) ve rezin bazlı kanal dolgu patı olan Adseal (Meta Biomed Co, Cheongju, Korea) kullanarak lateral kompaksiyon yöntemiyle doldurulmuştur. Kanal dolgusunun kontrolü amacıyla periapikal röntgenler alınmıştır. Ardından kompozit ile (Premise, Kerr, Orange, CA, ABD) dişlerin koronal dolguları yapılmıştır.

Resimler 3.4.6. Yaptığımız Kök Kanal Tedavilerinden Örnekler



3.5. Endodontik Tedavi Sonrası Hastaların Değerlendirmeleri

Her bir dişin tedavisinden sonra hastaların 0-6, 6-12, 12-24 ve 24-72. saatler arasında hissettikleri postoperatif ağrıyı puanlamaları istenmiştir. Puanlamada (0) hiç ağrı olmamasını, (1) ağrı olması ancak ağrı kesici kullanmayı gerektirmemesi, (2) ağrı olması ve ağrı kesici kullanımını, (3) çok şiddetli ağrı olup ağrı kesiciye rağmen ağrının devam ettiği durumu anlatmaktaydı. Hastalara birer değerlendirme formu verilmiş ve 200 mg İbuprofen etken maddesi içeren bir preparat (Advil; Wyeth Lederle S.p.A, Aprilia, İtalya) reçete edilmiş ve acil durumlarda ulaşabilecekleri bir de telefon numarası verilmiştir. Postoperatif ağrı değerlendirme formları hastalardan 72. saatten sonraya verilen bir kontrol randevusu ile toplanmıştır.

Tablo 3.5.1.Değerlendirme Formu

	Tarih...../..... Saatleri arası ilk 6 saatlik dilim	Tarih...../..... Saatleri arası ikinci 6 saatlik dilim	Tarih...../..... İşlem sonrası 12 ila 24. Saat arası	/..... Günü ile günü arası 24 ila 72.saatler arası
0 hiç ağrı olmadı				
1 ağrı oldu ancak ağrı kesici almadım				
2 ağrı oldu, ağrı kesici aldım ve rahatladım ağrı geçti				
3 ağrı oldu, ağrı kesici aldım ancak ağrı şiddetle devam etti				

3.6. İstatistiksel Analiz

Bulguların istatistiksel analizinde IBM SPSS 20 paket programı (IBM SPSS Statistics, NY, ABD) kullanılarak yapılmıştır. Kategorik ölçümler sayı ve yüzde olarak, sayısal ölçümlerse ortalama ve standart sapma olarak özetlenmiştir. Kategorik ölçümlerin gruplar arasında karşılaştırılmasında Pearson Ki Kare testi ve Linear-by-Linear Association istatistiği kullanılmıştır. Gruplar arasında yaş ve cinsiyet karşılaştırılmasında bağımsız gruplarda t-testi kullanılmıştır. Tüm testlerde istatistiksel anlamlılık 0.05 olarak alınmıştır.



4. BULGULAR

Bu çalışma için Çukurova üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti kliniğine kanal tedavisi endikasyonu ile başvuran veya yönlendirilen 628 hasta muayene edildi. Bu hastalardan 437 tanesi dâhil edilme ölçütlerini karşılamadığı için çalışma dışında tutuldu. Çalışmaya dâhil edilme ölçütlerini karşılayan ve görüşülen 191 hastadan 6 tanesi çalışmaya katılmayı kabul etmediği için örneklem dışında bırakıldı. Uygun şartları sağlayan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 185 hasta gruplara rastgele olarak dağıtıldı.

Lazer grubuna dâhil edilen 93 hastadan 88 ine belirlenen prosedür uygulanarak kök kanal tedavisi uygulanmıştır. Tedavi uygulanmayan beş hastadan ikisi randevusu öncesinde çeşitli nedenlerle çalışmamız için sakıncalı bulduğumuz ilaçlardan kullandığı için, bir tanesi verilen randevuya gelmediği için, diğeri iki tanesi kök kanal tedavisine başlandığında ilgili dişlerinde iki kanalla karşılaştığı için çalışma dışında bırakılmıştır. Lazerle kök kanal dezenfeksiyonu yapılan 88 hastadan bir tanesinde alevlenme reaksiyonu görüldüğü için iki tanesi ise kontrol randevularına gelmediği için izlem sürecinden çıkarılmıştır. Lazerle grubunda izlem sürecini 85 hasta tamamlamıştır.

Kontrol grubundaki 92 hastadan 2 tanesi tedavi randevusuna gelmediği için bir hasta ise ilgili dişinden yanlış negatif cevap alındığı anlaşıldığı için çalışma dışında bırakıldı. Ayrıca izlem süresince bir hastada alevlenme reaksiyonu gelişmiş, 3 hasta ise kontrol randevularına gelmeyerek süreçten çıkarılmıştır. Böylece kontrol grubunda 85 hasta izlem sürecini tamamlamıştır.

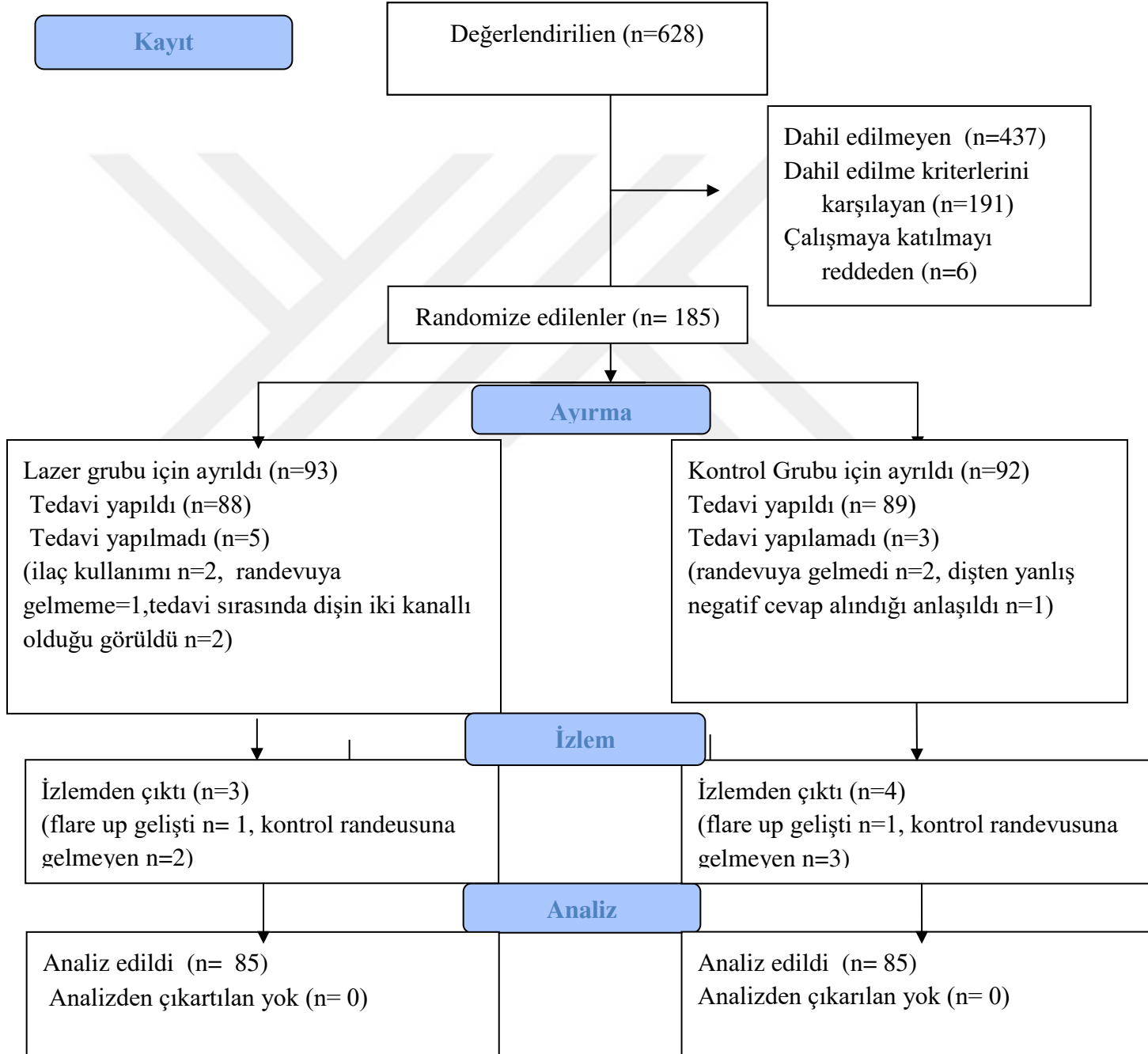
Çalışmamızda hem lazer grubunda, hem de kontrol grubunda eşit sayıda olmak üzere; her grupta 85'er dişten toplamda 170 diş kök kanal tedavisi yapıldı. Kök kanal tedavisi yapılan dişlerin 85'i kadın 85'i ise erkek hastalara aitti. Lazer grubunda 42 kadın 43 erkek, kontrol grubunda ise 43 kadın 42 erkek hastaya tedavi uygulandı. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucu, iki grup arasında kadın ve erkek hastaların dağılımı bakımından istatistiksel anlamda bir fark bulunamamıştır (Fisher's Exact Test $p=1,000$).

Tablo 4.1. Çalışmaya Katılan Hastaların Yaş ve Cinsiyete Göre Dağılımı

Demografi	Kontrol Grubu	Lazer Grubu	P değeri
Erkek	42	43	0,222
Kadın	43	42	
Ortalama Yaş	33,55	31,29	1,000
Standart Sapma	12,786	11,178	

Lazerle tedavi edilen hastaların yaş ortalaması $31,29 \pm 11,171$ iken NaOCl grubunun $33,55 \pm 12,786$ 'dır. İstatistiksel olarak lazer ve NaOCl grupları arasında yaşa bağlı bir anlamlılık bulunmamaktadır ($p=0.222$).

Consort Hasta Akış Diyagramı



Oluşan ağrının derecesini belirlemek için ‘0,1,2,3’ olarak skor verilen ağrı şiddeti 0-6, 6-12, 12-24. ve 24-72. saatler için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Hem lazer grubunda hem de kontrol grubunda hiçbir hasta ağrı kesici almasına rağmen devam eden ağrı varlığı (3 nolu skor) yani şiddetli ağrı bildirmemiştir. Değerlendirme yapılan tüm zaman dilimleri için hiç ağrısı bulunmayan hastalar her iki grup içinde de mevcuttu. Aşağıdaki tabloda tüm zaman dilimlerinde ağrısı olan hasta sayısı ve yüzdeleri verilmiştir. 0-6, 6-12, 24-72. saatler arasında ağrı bildirimi bakımından gruplar arasında bir fark yokken 12-24. saat diliminde NaOCl grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla ağrı olduğu bulunmuştur.



Tablo 4.2. Ağrı bildiriminin saatlere göre sayı ve yüzdeleri .

Skor	0-6 saatler				6-12 saatler				12-24 saatler				24-72 saatler			
	Lazer		Kontrol		Lazer		Kontrol		Lazer		Kontrol		Lazer		Kontrol	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
0	71	83,5	70	82,4	76	89,4	66	77,6	83	77,6	69	81,2	81	95,3	77	90,6
1	13	15,3	11	12,9	6	7,1	16	18,8	2	2,4	12	14,1	0	0,0	4	4,7
2	1	1,2	4	4,7	3	3,5	3	3,5	0	0,0	4	4,7	4	4,7	4	4,7
3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
P**	0,513				0,111				0,001*				0,492			

*P<0.05

**Ki-Kare Testi

Hem kontrol hemde lazer grubunda çalışmaya katılan bütün hastalarda ağrı bildirimini zaman ilerledikçe azalmıştır. Tablo 4.3’de göre 0-6.saatler arasında görülen toplam ağrı olma durumu 29 iken ilerleyen zaman dilimlerinde bu sayı 28,18 ve 11 olarak azalmaktadır.

Tablo 4.3. Çalışmaya katılan bütün hastaların ağrı skorları.

	0-6.saatler	6-12. saatler	12-24. saatler	24-72.saatler
0 skoru	141	142	152	158
1 skoru	24	22	14	4
2 skoru	5	6	4	7
3 skoru	0	0	0	0
Toplam Ağrı +	29	28	18	11

Gruplar arasında ağrı kesici kullanımı açısından tüm zaman dilimlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı. Ancak zaman ilerledikçe Tablo 4.3’de de görüldüğü gibi ağrı hisseden hasta sayısı azaldıkça kullanılan ağrı kesici sayısının ise Tablo 4.4 de olduğu gibi arttığı görülmektedir.

Tablo 4.4. Bütün gruplarda saatlere göre analjezik alan hasta sayısı ve alınan analjezik miktarı.

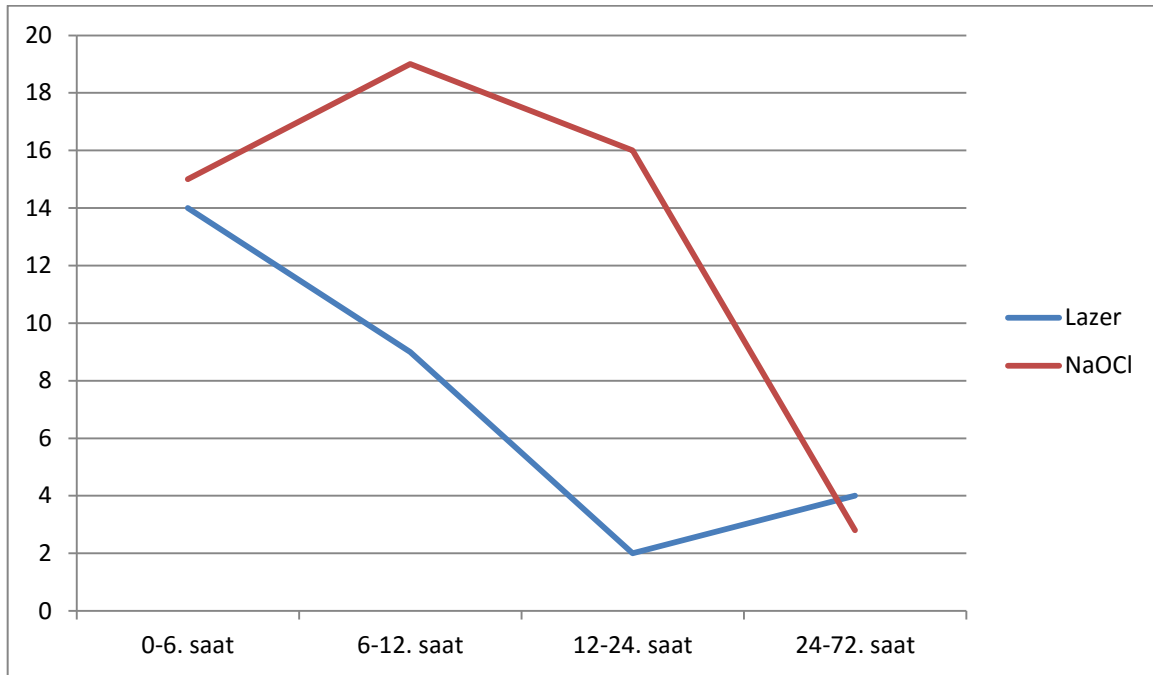
	0-6.saatler	6-12.saatler	12-24. saatler	24-72. saatler
hasta sayısı	5	6	4	7
Tek bir analjezik	5	6	2	2
Çift analjezik	0	0	2	5
Toplam analjezik	5	6	6	12

Tablo 4.5. Saatlere göre ağrı kesici kullanım sayıları ve yüzdeleri.

Ki-Kare Testi

ilaç /adet	0-6 saatler				6-12 saatler				12-24 saatler				24-72 saatler			
	Lazer		Kontrol		Lazer		Kontrol		Lazer		Kontrol		Lazer		Kontrol	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
0	84	98,8	81	95,3	82	96,5	82	96,5	85	100	81	85,5	82	96,5	81	95,3
1	1	1,2	4	4,7	3	3,5	3	3,5	0	0,0	2	2,4	1	1,2	1	1,2
2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	2,4	2	2,4	3	3,5
P	0,175				1,000				0,056				0,665			

Grafik 4.6. Lazer ve Kontrol Gruplarında ağrı bildiren hastaların zamana göre değişim grafiği



5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisinin ana amacı pulpa boşluğunun üç boyutlu olarak hem temizlenip, şekillendirilmesi hem de uygun bir materyal ile doldurulmasıdır. Periapikal lezyonların gelişmesi kök kanal sistemi içerisindeki bir takım reaksiyonlara verilen hücresel cevapla başlar. Kanal tedavisi yapımında kök kanalındaki mikroorganizmalar tamamen elimine edilirse iyileşme görülürken, ortamda kalan mikroorganizmalar ise kronik apikal periodontitise neden olmaktadır. Kök kanal sistemindeki mikroorganizmaların eliminasyonu için kullanılan kanal içi ajanlar ve uygun genişletme, temizleme tekniklerinin kullanımı bu nedenle çok önemlidir. Günümüzde etkili bir kök kanal dezenfeksiyonu için, kemomekanik preparasyonda NaOCl ile irrigasyon en çok kullanılan yöntemdir. Ancak 11-12 pH değerine sahip, alkalın özellikte olan NaOCl yüksek sitotoksik özelliğe sahip olduğundan yaygın kullanımı sorgulanmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte kullanımı hızla yayılan ve artan lazerler günümüzde endodonti pratiğinde de önemli bir yer edinmişlerdir. Lazerlerin kanal içi dezenfeksiyon yeteneklerini araştıran birçok invitro araştırma bulunmasına rağmen postoperatif ağrı üzerine etkilerini inceleyen araştırmalar bulunmamaktadır. Bu prospektif, randomize, klinik çalışmada kanal içi dezenfeksiyon amacıyla kullanılan NaOCl ve Er,Cr:YSGG lazerin postoperatif ağrı üzerine olan etkisini araştırdık. Kök kanal tedavisi sonrası hissedilen ağrıya neden olan etkenlerden kök kanal hazırlığı⁶⁴, kök kanal dolgusu⁶⁵, kanal içi ilaç kullanımı⁶⁶ ve iki ya da tek seans tedavi yöntemi tercihi¹¹ daha önceki klinik çalışmalarda değerlendirilmiştir. Tüm bu çalışmalarda kök kanal tedavisinin ağrı oluşturabileceği rapor edilmiştir.

Klinik bir çalışmada postoperatif ağrıya neden olan etken ya da etkenlerin belirlenmesi oldukça zordur. Yapılan araştırmalarda postoperatif ağrının diş tipine, bulunduğu lokalizasyona⁶⁷, dişin kök sayısına, hastanın cinsiyetine ve yaşına, sistemik hastalık varlığına, preoperatif ağrı varlığı ya da miktarına, pulpanın durumuna ve uygulanan girişim sayısına bağlı olduğu ortaya konulmuştur⁶⁸. Bu nedenle klinik çalışmamıza katılacak hastaların yaşlarının sistemik durumlarının ve pulpal hastalık derecelerinin birbirine yakın olmasına özellikle dikkat edilmiştir.

Yaşın postoperatif ağrı üzerine olan etkisini araştıran çalışmaların sonuçları kesin bir etkiyi ortaya koyamamıştır. Ancak yaşın periapikal dokuların iyileşmesi üzerinde etkili olduğu bilinmektedir⁶⁹. Yaşlı hastaların genç hastalara oranla daha fazla ağrı hissettiğini ortaya koyan çalışmalar⁷⁰⁻⁷² olduğu gibi tam tersi olarak genç hastaların yaşlı hastalara oranla daha çok ağrı hissettiğini ortaya koyan araştırma⁷³ da mevcuttur. Ancak hasta cinsiyetinin postoperatif ağrı hissi üzerine etkisi ile ilgili yapılan çalışmalarda bayan hastaların belirgin şekilde daha fazla ağrı bildirdikleri gösterilmiştir⁷⁴⁻⁷⁶. Araştırmamızda her 2 gruptaki hastalar arasında da yaş ve cinsiyet bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Çalışmaya katılan hastaların hiçbirinin kullandığı ilaçların ya da sahip oldukları sistemik durumların ağrı üzerinde etkisi olması istenmediği için; hasta seçiminde son bir hafta içerisinde analjezik, antiinflamatuvar, antidepresan, antibiyotik ve antihistaminik kullananlar çalışma dışında tutulmuştur.

Kök kanal tedavisi sonrası ağrı bulgularının değerlendirildiği çalışmalarda tedavi uygulanan dişlerdeki kanal sayısı arttıkça hastaların hissettikleri postoperatif ağrının da arttığı gösterilmiştir^{71,72}. Endodontik tedavi sonrası görülen ağrının bir diğer nedeni ise dişin tedavi öncesindeki durumudur. Yapılan birçok çalışma devital dişlerin vital dişlere göre daha fazla ağrı oluşturduğunu ortaya koyarken^{62,77,78}; diş vitalitesinin tedavi sonrası ağrıya bir etkisinin olmadığını belirten çalışmalarda literatürde mevcuttur^{59,79}. Çalışmamızda postoperatif ağrıyı değerlendirmek için örnekleme sadece tek köklü tek kanala sahip devital dişler dâhil edilmiştir.

Geleneksel kök kanal tedavisi kök kanalları doldurulmadan önce kök kanal sistemindeki mikroorganizmaları ortadan kaldırmayı ve bunların yan ürünlerini azaltmayı amaçlayan kök kanal hazırlığı ve buna ek dolum öncesi ilaç uygulamasıyla, birden fazla seansta da gerçekleştirilebilir⁶². Ancak, endodontideki gelişmelere paralel, tek seansta yapılan kök kanal tedavisinin yaygınlığı artmasıyla birlikte, yapılan çalışmalar tek veya çok seansta yapılan kanal tedavileri arasında postoperatif ağrı bakımından özellikle ilk bir haftalık süre içerisinde önemli bir fark olmadığını ortaya koymuştur^{62,80-83}. Buna ek olarak

tek seansta yapılan tedavilerin çok seansta yapılanlara göre iyileşmede^{83,84}, yan etki görülme sıklığında⁸⁵ ve devital dişlerde gösterdiği başarı^{86,87} arasında da anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak, çok seanslı tedavilerde, seanslar arasında koronal sızdırmazlığın sağlanması güçtür ve bu durum kanalın tekrar enfekte olması riskini beraberinde getirir. Tek seansta uygulanan tedavilerde hem koronal sızdırmazlık daimi restorasyonla iyi bir şekilde sağlanır hem de kanalın tekrar enfeksiyonu daha az görülür^{65,88}. Çok seanslı tedavilerde seans aralarında ya da sonunda uygulanan kanal içi enstrumantasyon ve yıkama prosedürleri de postoperatif ağrıya veya alevlenme reaksiyonuna neden olabilir. Birden çok seansta yapılan kanal tedavilerinde seanslar arasında kullanılan kanal içi pansuman materyallerinin ağrıyı azalttığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır^{70,89}. Bu çalışmada tedavisini yaptığımız tüm dişleri tek seansta tamamlayarak kanal içi ilaç uygulamasının postoperatif ağrı üzerindeki olası etkisini elimine etmeyi amaçladık.

Kök kanal tedavisi öncesi dişte ağrı varlığının postoperatif ağrı üzerine etkisi olup olmadığı tartışmalı bir konudur. Birçok çalışma, tedavi öncesi ağrısı olan hastaların periapikal dokularında mevcut olan inflamasyonun kök kanal tedavisi sonrası artabilecek olması ve hali hazırda ağrı hisseden bireylerin tedavileri sonrasındaki ağrı varlığı ya da yokluğu hissini daha öznel yorumlayabilecek olduğunu vurgularken^{71,90}, bazı çalışmalarda ise böyle bir etkinin olmadığı gösterilmiştir⁶⁴. Bu nedenlerle çalışmamıza hasta kabul ederken preoperatif herhangi bir semptomu/bulgusu olmayan dişlere sahip bireyler seçilmiştir.

Sadece periapikal radyografiler kullanılarak çalışma boyunun belirlenmesindeki doğruluk radyografik magnifikasyon ya da distorsiyonlar nedeniyle oluşan görüntü bozulmaları, köklerin birbiri veya komşu anatomik yapılarla üst üste gelmesiyle oluşan detay kayıpları nedeniyle sınırlıdır⁹¹. Bu nedenle çalışma boyunu belirlemek için elektronik cihazların kullanımı klinik endodontide yaygın ve popüler hale gelmiştir. Birçok çalışma hasta ve hekimlerin radyasyonla olan ilişkisini azalttığını ve işlem süresini azaltırken endodontik tedaviyi kolaylaştıran basit ve etkili bir alternatif olarak klinik olarak kullanılan elektronik apeks bulucuların sonuçlarının doğruluğunu bildirmiştir⁹²⁻⁹⁵. Daha az radyasyon kullanarak görüntü alınan radyovisiyografi (RVG) cihazları ile elektronik apeks bulucuların

etkinliklerini karşılaştıran bir araştırmada elektronik apeks bulucu cihazların daha güvenilir olduğu rapor edilmiştir⁹⁶. Bir elektronik apeks bulucu (Ray Pex 6) apikal daralmanın yerinin kesin belirlenmesi için bu çalışmada kullanılmıştır. Kanalların genişletilmesine başlanmadan önce kanal boyu belirlenmesi için elektronik apeks bulucu ve kanal aleti ile alınan radyograf birlikte kullanıldı. İkilemde kalınma durumlarında apeks bulucunun belirlediği çalışma boyu esas alındı.

Kök kanal tedavisi sırasında biyomekanik enstrümantasyonla kanal ve dentin tübülleri içerisindeki bakterileri daha yüksek oranda ortadan kaldırılmasıyla apikal periodontitisin iyileşmesi hedeflenmektedir. Bir kök kanalının apikal kısmı bakteri kolonileri için bir rezervuar görevi görmektedir ve bu zor ulaşılan bölgede dentin tübülleri içerisindeki mikroorganizmalar hem kanal içi dezenfeksiyon kimyasallarından hem de preparasyondan etkilenmeden kalabilmektedir. Nekrotik pulpaya sahip apikal periodontitis tanılı hastalarda, apikal bölgede daha fazla bakteriyel kirlenme beklenir; bu yüzden de mikrobiyal yükün azaltılması ve kök kanalı içindeki biyofilmin bozulması için doku çözücü, antimikrobiyal çözeltiler ve mekanik aletlerin kullanımının bir kombinasyonu ile tedavinin yapılması tavsiye edilmektedir. Saini ve ark.⁹⁷ yaptığı çalışma apikal lezyon iyileşmesi ile master apikal genişlik arasında bir pozitif ilişki olduğunu ancak bunun apikalde sıkışan eğenin üç boy büyüğüne kadar yapılan genişletmeyle zaten başarıldığı daha fazla genişletmenin ise ek bir katkısının olmadığını ortaya koymaktadır. Yapılan bir başka çalışmaya⁹⁸ göre kanal preparasyonunda #25 genişlik 0,04 taper ve daha geniş hazırlanan kanallar arasında bakteri yükü azalması bakımından anlamlı bir fark rapor edilmemiştir. Silva ve ark.⁹⁹ apikal genişletme yapılan ve yapılmayan iki grup hasta arasındaki postoperatif ağrı ve ilaç kullanımı arasında anlamlı bir farklılık saptamamıştır. Bu çalışmada Er,Cr;YSGG lazer kullanılarak kanal içi dezenfeksiyon yapılacak grupta 415 nm genişliğindeki fiber optik uçun kanal içerisinde sıkışmadan kullanılabilmesini sağlamak amacıyla ve gruplar arasında da bir fark oluşturmamak için her iki gruptaki hastaların da dişlerini R50 Reciproc NiTi eğeler kullanarak ISO 50 boyutuna kadar genişletildi.

Arias ve ark.¹⁰⁰ yaptığı araştırmada el eğeleri kullanılarak yapılan kök kanal genişletmesi ile döner ege sistemleri ile yapılan genişletmede oluşan tedavi sonrası ağrıyı

karşılaştırmışlar ve el eğeleri kullanılarak yapılan genişletmede belirgin farkla daha fazla ağrı rapor etmişlerdir. Çalışmada her iki grup için de ulaşılan apikal genişlik ve kullanılan genişletme sistemi standart olduğu için postoperatif ağrı üzerine kanal içi dezenfeksiyon yöntemi dışında ağrı oluşturacak bir başka değişken bulunmamaktadır.

Çalışmamızda farklı kanal içi dezenfeksiyon yöntemlerinin tedavi sonrası ağrı üzerine olan etkilerini değerlendirmeyi planladığımız için kök kanal genişletmesi ve şekillendirmesi sırasında sadece serum fizyolojik ile açık uçlu bir enjektör kullanılarak yıkama yapılmıştır. Geleneksel NaOCl irrigasyonu ile dezenfeksiyon yaptığımız grupta da yine aynı marka açık uçlu enjektör ile irrigasyon yapılmıştır. Çalışmalar kanal içi irrigasyon etkinliğinin apikal genişletme miktarından¹⁰¹, iğnenin çapından ve türünden^{102,103}, iğne ucunun yerleştirilme derinliğinden¹⁰⁴, kök kanal genişliği ve konikliğinden¹⁰⁵ etkilendiğini ortaya koymuştur^{106,107}. Açık uçlu enjektör kullanılan bu çalışmada tüm yıkamalar sırasında kullanılan enjektörlerin iğneleri dışın çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde yerleştirilmiştir. Böylece olası sıvı basınç dalgasının apikale direkt bir etkisinin olmadan sıvı kaçışına yer bırakmak ve apikal ekstrüzyonu engelleyerek yıkama işleminin postoperatif ağrı oluşturmamasının önüne geçmek amaçlanmıştır.

Ağrı araştırmaları giderek tüm sağlık disiplinlerinde önem kazanmaktadır. Ağrısız tedavi ve tedavi sonrası süreç bütün girişimsel disiplinlerde hastalara konfor ve hekimlere ise prestij sağlamaktadır. Ağrı hissinin bilimsel olarak aktarılması hakkında temel kaygılardan biri ağrı değerlendirilmesinin subjektif olmasıdır. Her bireyin ağrı eşiği benzersizdir. Bu sebeple, sorgu anketinin tasarımı önemlidir ve sorular tamamen hastalar tarafından kolayca anlaşılır olmalıdır. Çalışmamızda ağrı ölçümü için basit sözlü, dört kategoriye sahip bir kategorizasyon skalalı geri bildirim formu kullanılmıştır (Sözel Tarif Skalası-Verbal Descriptor Scale- VDS). Kategoriler ağrı olmaması, hafif ağrı olması ancak analjezik kullanımına gerek olmaması, analjezikle rahatlayan ağrı varlığı, analjezik kullanımına rağmen rahatlama sağlanamayan ağrı varlığı olarak ayrılmıştır. Bu skala yaygın olarak endodontik literatürde kullanılmış olan geçerli ve güvenilir bir ölçek olarak kabul edilmektedir¹⁰. Ancak, ağrının algılamasının birçok faktör tarafından modüle edilen ve değişken bir deneyim olduğu bilinmektedir¹⁰⁸. Bu nedenle, bu çalışmada, rahatsızlık

seviyesini belirlemek ve ağrı derecesini basitleştirmek için hastaların durumlarını sadece 4 kategoride değerlendirmeleri istenmiştir.

Steroid olmayan anti-inflamatuar ilaçlar endodontik tedavi sonrası postoperatif ağrı tedavisinde ilk seçenek olarak tavsiye edilmiştir. İbuprofenin kök kanal tedavisi sonrası oluşan ağrıya karşı etkisi çok sayıda araştırmaya konu olmuştur^{76,109-111}. Bu nedenle, ibuprofen kök kanal tedavisi sonrası ağrıyı kontrol etmek için tercih edilen steroid olmayan anti-inflamatuar olarak, bu çalışmada ağrı olması durumunda kullanmaları için hastalara önerilmiş ve reçete edilmiştir.

Kök kanallarının kemomekanik preparasyonu sırasında, tüm enstrümantasyon teknikleri apikal foramenden az da olsa bir miktar debris taşmasına neden olabilirler. Apikalden itilen bu debris, dentin ve nekrotik artıklar, mikroorganizmalar, pulpa dokusu kalıntıları ve irrigasyon solüsyonu içerir ve özellikle periradiküler radyolusensisi olan hastalarda dokularda yangıya neden olup postoperatif ağrıya neden olabilir¹¹². Son zamanlarda yapılan çalışmalarda resiprokasyon hareketi ile çalışan sistemlerin tedavi protokolleri diğer geleneksel teknikler ile karşılaştırıldığında, postoperatif ağrı ile ilişkili olabilecek apikal bölgede, debris ekstrüzyonu oluşturabileceği gösterilmiştir¹¹³⁻¹¹⁶. Burklein ve Schafer¹¹⁷ yaptığı çalışmada kullanılan bütün sistemlerin apikal ekstrüzyonuna neden olduğu, sürekli dönerek çalışan sistemlerin reciprokasyon hareketi ile çalışanlarla karşılaştırıldığında daha az debris ekstrüzyonu ile ilişkili bulunduğunu rapor ettiler. Neves ve ark.¹¹⁸ yapmış oldukları çalışmada resiprokasyon hareketi ile çalışan tek enstrümanlı bir sistem (Reciproc) ile birden çok eğeye sahip sürekli dönen eğe sistemi olan BioRaCe sistemini kanal içi kalan bakteri miktarları bakımından karşılaştırmış ve her iki sistemin de bakteriyel azalmada oldukça etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Relvas ve ark.¹¹⁹ Reciproc ve ProTaper sistemlerin postoperatif ağrı oluşumuna etkilerini inceledikleri çalışmada her iki sistemin de hem daha az postoperatif ağrı oluşturduklarını hem de aralarında anlamlı bir fark bulamadıklarını rapor etmişlerdir. Nekoofar ve ark.¹²⁰ Relvas'ın sonucundan farklı olarak ProTaper döner alet sistemi ile WaveOne resiprokasyon sistemini karşılaştırmış ve ProTaper sisteminin belirgin bir şekilde daha az postoperatif ağrı oluşturduğunu rapor etmişlerdir. İki farklı resiprokasyon hareketi ile çalışan sistemin ve devamlı dönen bir eğe

sisteminin oluşturduğu postoperatif ağrı ve analjezik kullanımını karşılaştıran bir başka çalışmada her üç sistem arasında anlamlı bir farklılık rapor edilmemiştir¹²¹. Devital dişlerde Reciproc sistemiyle yapılan preparasyonun apikale uzaklığının (0.0 ve 1.0) postoperatif ağrıya olan etkisini inceleyen bir başka çalışmada¹²² apikal genişletme yapılan grupta ilk 24 saatte bir miktar daha fazla ağrı rapor edildiğini sonraki takip süresinde ise iki grup arasında herhangi bir fark olmadığı rapor edildi. Bu çalışmada her iki hasta grubunda da Reciproc R 50 eğeleri kullanarak apikal foramenden 1mm kısa kalacak şekilde belirlediğimiz çalışma boyunca preparasyon yapıldı.

Postoperatif ağrıya genişletme sırasında taşan debris kadar dezenfeksiyon sırasında taşan irrigasyon solüsyonları da neden olabilir. Lazer ile yapılan kök kanal dezenfeksiyonu işlemlerinde fiber optik uçların kanal içine yerleştirilme derinliği bu yüzden bir tartışma konusu olmuştur. Bu konudaki bazı çalışmalarda fiber optik ucu Er:YAG lazeri pulpa odasına yerleştiren¹²³, Er,Cr:YSGG lazerde yine pulpa odası içinde kullanan¹²⁴, kanalın 1 mm içine yerleştiren¹²⁵, kanalın 4mm içine yerleştiren¹²⁶, apikal foramenden 5 mm yukarı yerleştiren¹²⁷, apikal foramenden 1 mm yukarı yerleştiren¹²⁸ çalışmalar mevcuttur. Yapılan bir çalışmaya göre lazerle aktive edilen NaOCl solüsyonunun standart şırınga kullanılarak yapılan irrigasyona göre apikalden daha fazla taşma gösterdiği rapor edilmiştir¹²⁹. Kök kanalı içerisindeki solüsyonların aktivasyonun gerekliliği; kök ucunda biriken yada kalan hava kabarcığı nedeniyle solüsyonların kök ucuna kadar ulaşmadığı durumlarda oluşturulan sıvı hareketiyle bu kabarcıkların ortadan kaldırıldığı gösterilmiştir¹³⁰. Yapılan bir çalışmada radyopak kontrast madde eklenen NaOCl Er,Cr:YSGG lazer ile aktive edilmiş ve yapılan radyolojik değerlendirmelerde apikalden herhangi bir taşma rapor edilmemiştir¹²⁴. Buna ek olarak irrigasyon solüsyonlarının lazerle aktivasyonunun lazer gücü ile ilişkili olduğu da ortaya konmuştur¹³¹. Bu çalışmada lazer ile dezenfeksiyon yapılan grupta dezenfeksiyon işlemi için ek bir kimyasal solüsyon kullanılmadı. Lazer ışını kuru ve boş kanallarda doğrudan dentin yüzeyine uygulandı. Böylece apikalden olası bir sıvı ekstürüzyonuna bağlı postoperatif ağrı oluşma ihtimali ortadan kaldırıldı.

Yapılan bir çalışmada Dewsnap ve ark.¹³² Er,Cr:YSGG lazer ve NaOCl in eğri ve düz kanallarda ki antimikrobiyal etkinliğini değerlendirmişler ve 0.75 W 20 Hz, 10% hava ve susuz kullanım parametrelerinde lazerle yapılan kanal içi dezenfeksiyonun düz kanallarda NaOCl ile yapılan irrigasyon kadar etkili olduğu rapor etmişlerdir. Çalışmamızda Er,Cr:YSGG lazer Dewsnap ve ark.¹³² çalışmasında kullandıkları gibi düz, tek köklü kanallarda 0.75 W, 20 Hz, 10% hava ve %1 su parametrelerinde kullanılmıştır. Bu parametreler lazer cihazının üreticisi olan Biolase firmasının endodontik tedavilerde dezenfeksiyon amacıyla kullanımını önerdiği parametrelerdir.

Schoop ve ark.¹³³ yürüttükleri bir çalışmada, Er,Cr:YSGG lazerin bakterisidal etkinliğini araştırmışlar, bunun için 300 µm çapında Z3 fiber ucu, 1 W ve 1.5 W çıkış gücü ve 20 Hz atım hızında hava ve su soğutması kullanmadan 5 saniyelik uygulama sonrası 20 saniye ara verilerek 5 kez tekrarlamışlardır. Lazerin 1.5 W gücünde *E. coli* üzerinde daha etkili olduğu halde *E. faecalis* üzerinde 1 W ve 1.5 W uygulamaları arasında anlamlı bir fark olmadığı ve kullanılan çıkış güçlerinde tam bir eliminasyon sağlanamadığı bildirilmiştir. Wang ve ark.¹³⁴ Er,Cr:YSGG lazer ile Nd:YAG lazerin *E. faecalis* üzerindeki antibakteriyel etkisini NaOCl ile karşılaştırdıkları çalışmalarında lazerleri 1 ve 1.5 W çıkış güçlerinde su ve hava spreyi kullanmadan 10 saniye uygulama 15 saniye de ara verilerek işlemi 4 defa tekrarlamışlardır. 5 ml % 2.5'luk NaOCl ise 2 dakika boyunca uygulanmıştır. Sonuçta Nd:YAG lazerin Er,Cr:YSGG lazere göre daha etkili olduğu bulunmuş, fakat çalışmada dezenfeksiyon amacıyla uygulanan lazer tekniklerinin NaOCl solüsyonu kadar etkili olamadığı rapor edilmiştir. Eldeniz ve ark.¹³⁵ *E. faecalis* ile kontamine edilmiş kanallarda Er,Cr:YSGG lazer ile NaOCl'in antibakteriyel etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Lazer uygulamasında 200 µm çapında Z2 fiber uç, 0.5 W çıkış gücü, % 20 hava ve su kullanılan gruplarda *E. Faecalis*'i % 96 oranında elimine etmişler ancak tam bir eliminasyon raporlayamamışlardır. Benzer bir çalışmada Arnabat ve ark. Er,Cr:YSGG lazerin *E. faecalis* ile enfekte edilmiş kök kanallarındaki etkinliği NaOCl ile karşılaştırılmış ve bunun için 200 µm çapında Z2 lazer ucu 20 Hz atım hızı, 1 ve 2 W güçle kullanılmıştır. Araştırmacılar bakteri eliminasyonunda % 5'lik NaOCl'in en etkili yöntem olduğunu bildirmişlerdir¹³⁶. Yine benzer bir çalışmayı Yavari ve ark.¹³⁷ *E. faecalis* ile kontamine

edilmiş kök kanallarında Er,Cr:YSGG lazeri yüksek güç ayarlarında kullanarak NaOCl ile karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Lazeri 20 Hz atım hızı, % 20 su ve hava, 200 µm çapında Z2 fiber uç, 2 ve 3 Watt güç ile 8 saniyelik uygulama 30 saniye dinlenme şeklinde 2 kez tekrarlanmıştır. Kontrol grubuna ise 5 mL %1'lik NaOCl, kanal içerisinde 15 dakika bekleyecek şekilde uygulanmıştır. NaOCl grubunda %100 bakteri eliminasyonu gerçekleşirken, lazer gruplarında bakterilerin tamamen elimine edilemediği rapor edilmiştir. Belirtilen bu çalışmaların tamamında doğrusal ışınlama yapılan lazer uçları kullanılmış olup lazer etkinliğinin düşük olması bu duruma bağlanabilir. Bu çalışmada belirtilen araştırmalardan farklı olarak yanal/çevresel ışınlama yapan RFT (radial firing tip) fiber uçları kullanıldı.

Martins ve ark.⁷ Er,CR:YSGG lazeri RFT uç ile kullanarak, nekrotik pulpalı asemptomatik dişlere sahip hastalar üzerinde in vivo bir çalışma yapmışlardır. İlk grupta dişler genişletildikten sonra, irrigasyon amacıyla %3'lük NaOCl kullanılmış sonra kanallara kalsiyum hidroksit yerleştirmiştir. Aynı grupta ikinci seansta ise yine %3'lük NaOCl irrigasyonu yapıp, gütta perka ile kanallar doldurulmuştur. İkinci grupta ise Er,Cr:YSGG lazer, ilk seansta 270 µm kalınlığında RFT 2 uçları ile, 0.75 W, 20 Hz, 140 µs, % 0 hava ve su ayarları ile kullanılırken, sonraki randevuda ise 320 µm kalınlığındaki RFT 3, 1.25 W, 20 Hz, 140 µs, % 0 hava ve su ayarları ile dezenfeksiyon yapılmıştır. Lazer uygulaması kök kanalları distile su ile dolu iken yapılmış, lazer işleminden sonra da 5 ml serum fizyolojikle kanallar 1 dakika boyunca yıkanmıştır. Altı ay sonraki kontrollerde NaOCl grubundan 12 kişi, lazer grubundan ise 17 kişi çalışma sonunda değerlendirilmiştir. Birinci grupta 6 ay içerisinde % 66.67 oranında iyileşme görülürken, ikinci grupta bu oran % 58.82 olmuştur. Araştırmacılar gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığını rapor etmişlerdir. Martins ve ark. yürütmüş oldukları bir başka çalışmada ise apikal periodontitisli ve pulpa testlerine negatif cevap veren tek köklü premolar dişlere sahip hastalar iki gruba ayrılmışlardır. Birinci gruptaki hastaların dişlerinin genişletilmesinden sonra % 3'lük NaOCl ve kalsiyum hidroksit kullanılmıştır. İkinci grupta ise kök kanalları distile su ile doldurulup 0.75 W, 20 Hz, 140 µs atım , % 0 hava ve su parametrelerinde Er,Cr:YSGG lazer ile 270 µm çapında RFT 2 uçları kullanılmıştır. İkinci

randevuda ise kanallar yine distile su ile doldurulup, 320 µm çapında RFT 3 uçları ile 1.25 W, 20 Hz, 140 µs atım aralığı ve % 0 hava ve su parametreleri kullanılıp, lazer ışınlaması sonunda 5 mL serum fizyolojik ile irrigasyon yapılmıştır. On iki ay sonunda yapılan kontrollerde, 12 diş NaOCl grubundan, 18 diş de lazer grubundan değerlendirilmiştir. NaOCl grubunda bütün dişler iyileşmiş olarak kabul edilirken, lazer grubunda ise dişlerin % 88.90'ında iyileşme, %11.1'inde ise iyileşme başlangıcı görülmüştür. İstatistiksel olarak iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığını saptayan araştırmacılar, Er,Cr:YSGG lazerin konvansiyonel irrigasyon yöntemi kadar etkili olabildiği sonucuna varmışlardır¹³⁸. Çalışmamızda lazer kullanılarak yapılan kök kanal dezenfeksiyonun geleneksel NaOCl dezenfeksiyonuna göre postoperatif ağrı üzerindeki farkını karşılaştırmak için Er,Cr:YSGG lazeri 0.75 W, 20 Hz, % 10 hava ve %1 su parametrelerinde 415 µm çapında RFT 3 uçları ile kuru ve boş kök kanallarına uygulandı.

Çalışmada kök kanal tedavisi sonrası görülen ağrıya etki edebilecek faktörlerden biri de lazer kullanımı sonucu kök yüzeyinde oluşacak sıcaklık değişimlerinin çevre periodonsiyumda başlatabileceği yangıdır. Scaini ve ark. yaptığı bir çalışmada¹³⁹, periodonsiyum ve diş çevreleyen kemik dokusunda Er:YAG lazer kullanımının oluşturduğu sıcaklık değişimine etki eden faktörleri karşılaştırmış ve atım sayısının, kökün uygulandığı bölümün, uygulanan enerjinin bu değişimde etkili olduğu, lazer ucunun tipinin ise etkisiz olduğunu rapor etmiştir. Sekiz ila 10 C'nin üzerindeki ısı artışlarının peridontal ligamentteki fibrillerde değişikliklere yol açabileceği ve hatta nekroza bile neden olabileceğini rapor etmişlerdir^{140,141}. Yuan-Gao ve ark.¹⁴² yürüttükleri çalışmada lazer uygulamalarının kök yüzeyinde oluşturduğu sıcaklık değişiminin lazerin uygulama gücüne, uygulama süresine, dentin kalınlığına bağlı olduğunu rapor etmişlerdir. Schoop ve ark.¹⁴³ yaptıkları başka bir araştırmada, Er,Cr:YSGG lazeri 0.6 ve 0.9 Watt çıkış gücünde 20 Hz atım sayısı ile kullanmışlardır. Araştırmacılar kök kanal dezenfeksiyonu sırasında kök yüzeyinde sırasıyla 1.3 ve 1.6 °C'lik sıcaklık artışı meydana geldiğini ve bunun güvenli sınırlar içinde olduğunu bildirmişlerdir. Abad-Gallegos ve ark. yaptıkları çalışmada, su ve hava soğutması kullanılmadan 1 W ve 2W gücünde 30 saniye boyunca ve kök boyunca 2 mm/sn hızla koronal yönde helikoradyal hareket yaparak ışınlama yapılmıştır. Hiçbir

ölçümde sıcaklığın 10 °C'nin üstüne çıkmadığı, 2 W gücünde bile 5 °C'nin biraz üstünde ısı artışı meydana geldiği rapor edilmiştir¹⁴⁴. Ishizaki ve ark. yaptıkları bir araştırmada, 3 değişik çapta (200 µm, 320 µm, 400 µm) endodontik uç kullanarak, farklı güç ayarlarında (2 W, 3 W ve 5 W) Er,Cr:YSGG lazerin kanal içi uygulanmasıyla kök yüzeylerindeki ısı artışını değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında bizim de çalışmamızda kullandığımız 400 µm'lik fiber ucu endodontik uygulamalar için en yüksek güç seviyesi olarak önerilen 5 W güç ayarının kullanıldığı grupta maksimum 8 °C 'lik bir ısı artışının olduğu ve periodonsiyumun olumsuz etkilendiği kabul edilen kritik sıcaklık seviyesi olan 10 °C'nin üstüne çıkılmadığı belirtilmiştir¹⁴⁵. Bu çalışmalar doğru güç ayarları ve uygun teknikler kullanılarak uygulanan lazer ışınının kök yüzeyinde herhangi bir komplikasyon oluşturmayacak şekilde sıcaklık artışı oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmada tamamen kuru kök kanallarında 415 µm'lik fiber uç kullanarak koranal yönde 1 mm/sn'lik hızla helikoradiyal hareketle ve 20 sn'lik intervallerle bekleyerek toplamda üç kez ışınlama yapıldı.

Çalışmada 3 günlük ağrı takibi sonucunda hastaların ağrı bildirimleri ilk gün sonunda belirgin bir şekilde azalmıştır. Bu durum daha önceki çalışmalarla da uyumludur¹⁴⁶.

Bu çalışmanın bir önemli sınırlayıcı özelliği ise klinisyen ve hastaların kör olmayışıdır. Mevcut klinik şartlarımız ve lazer uygulama güvenliği nedeniyle özellikle de daha önce farklı bir dişine kök kanal tedavisi uygulanmış olan hastalar; kendilerine farklı bir prosedürün uygulandığını kolaylıkla anlayacaklardır.

Ayrıca bu çalışmaya katılan hastaların apikal lezyonlarının takip edilip değerlendirilmesi, literatürde lazerlerin bu konudaki başarısını konu alan az sayıda bilimsel çalışma olduğu için önerilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tedavi edilen hastaların postoperatif ağrı ile ilgili yaptığı değerlendirmeler göz önüne alındığında sadece 12- 24. saat aralığında kontrol grubunda tedavi edilen dişlerde lazer grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olarak daha fazla ağrı hissedildiği görülmüştür. Diğer tüm zaman aralıklarında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

İlaç kullanımı göz önüne alındığında her iki kanal içi dezenfeksiyon yönteminin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Çalışmanın tüm kısıtlamalarına rağmen lazer ile yapılan kanal içi dezenfeksiyonun tüm zaman dilimlerinde geleneksel NaOCl irrigasyonu ile oluşan ağrıya eş veya daha az postoperatif ağrı oluşturduğu görülmüştür.

İdeal bir kök kanal tedavisinin gerçekleştirilebilmesi için kullanılacak kanal içi dezenfeksiyon yöntemi, mikroorganizmaları tamamen elimine edebilmeli, enstrumantasyon sırasında oluşan debris ve smear tabakasını uzaklaştırabilmeli ve bunları yaparken de hastalar için sitotoksik veya genotoksik bir özelliği olmamalıdır. Bunlara ek olarak bu irrigasyon yönteminin kullanımı postoperatif ağrı üzerine de etkisi olmaması hem ilaç kullanımını azaltması hem de hasta üzerindeki sistemik etkileri azaltması açısından önemlidir. Fakat günümüzde, bütün bunları yerine getirebilen tek bir ajan bulunmamaktadır. Bu özelliklere sahip irrigasyon yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmaların devam etmesi ve yapılacak olan çalışmaların mutlaka klinik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. **Loesche WJ.** Chemotherapy of dental plaque infections. *Oral Sci Rev.* **1976**;9:65-107.
2. **Gutmann JL.** Clinical, radiographic, and histologic perspectives on success and failure in endodontics. *Dent Clin North Am.* **1992**;36(2):379-392.
3. **Mohammadi Z, Abbott P V.** The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J.* **2009**;42(4):288-302.
4. **Baugh D, Wallace J.** The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. *J Endod.* **2005**;31(5):333-340.
5. **Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM.** Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endod Top.* **2005**;10(1):77-102.
6. **Ruiz-Linares M, Aguado-Pérez B, Baca P, Arias-Moliz MT, Ferrer-Luque CM.** Efficacy of antimicrobial solutions against polymicrobial root canal biofilm. *Int Endod J.* December 2015.
7. **Martins MR, Carvalho MF, Vaz IP, Capelas J a, Martins M a, Gutknecht N.** Efficacy of Er,Cr:YSGG laser with endodontical radial firing tips on the outcome of endodontic treatment: blind randomized controlled clinical trial with six-month evaluation. *Lasers Med Sci.* **2013**;28(4):1049-1055.
8. **Gordon W, Atabakhsh VA, Meza F, et al.** The antimicrobial efficacy of the erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser with radial emitting tips on root canal dentin walls infected with *Enterococcus faecalis*. *J Am Dent Assoc.* **2007**;138(7):992-1002.
9. **Ozkan L, Cetiner S, Sanlidag T.** Effect of Er,Cr:YSGG Laser Irradiation with Radial Firing Tips on *Candida albicans* in Experimentally Infected Root Canals. *Biomed Res Int.* **2014**;2014:938245.

10. **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(2):91-99.
11. **Yoldas O, Topuz A, Isçi AS, Oztunc H.** Postoperative pain after endodontic retreatment: Single- versus two-visit treatment. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* **2004**;98(4):483-487.
12. **Siqueira JF, Rôças IN, Favieri A, et al.** Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *J Endod.* **2002**;28(6):457-460.
13. **Souza-filho FJ De.** Evaluation of postoperative pain after endodontic treatment with foraminal enlargement and obturation using two auxiliary chemical protocols. **2015**;44(3):157-162.
14. **Gondim E, Setzer FC, Dos Carmo CB, Kim S.** Postoperative pain after the application of two different irrigation devices in a prospective randomized clinical trial. *J Endod.* **2010**;36(8):1295-1301.
15. **Siqueira JF, Rôças IN, Favieri A, et al.** Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *J Endod.* **2002**;28(6):457-460.
16. **Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ.** The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* **1965**;20(3):340-349.
17. **MÖLLER ÅJR, FABRICIUS L, DAHLÉN G, ÖHMAN AE, HEYDEN G.** Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *Eur J Oral Sci.* **1981**;89(6):475-484.
18. **SJÖGREN U, FIGDOR D, PERSSON S, SUNDQVIST G.** Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical

- periodontitis. *Int Endod J*. **2003**;30(5):297-306.
19. **Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U.** Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. **1998**;85(1):86-93.
 20. **Test ST, Lampert MB, Ossanna PJ, Thoene JG, Weiss SJ.** Generation of nitrogen-chlorine oxidants by human phagocytes. *J Clin Invest*. **1984**;74(4):1341-1349.
 21. **Johal S, Baumgartner JC, Marshall JG.** Comparison of the antimicrobial efficacy of 1.3% NaOCl/BioPure MTAD to 5.25% NaOCl/15% EDTA for root canal irrigation. *J Endod*. **2007**;33(1):48-51.
 22. **Baumgartner JC, Cuenin PR.** Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod*. **1992**;18(12):605-612.
 23. **Soares JA, Pires Júnior DR.** Influence of sodium hypochlorite-based irrigants on the susceptibility of intracanal microbiota to biomechanical preparation. *Braz Dent J*. **2006**;17(4):310-316.
 24. **Vianna ME, Gomes BPFA, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CCR, de Souza-Filho FJ.** In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. **2004**;97(1):79-84.
 25. **Pelka M, Petschelt A.** Permanent mimic musculature and nerve damage caused by sodium hypochlorite: a case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. **2008**;106(3):e80-e83.
 26. **Serper A, Ozbek M, Calt S.** Accidental sodium hypochlorite-induced skin injury during endodontic treatment. *J Endod*. **2004**;30(3):180-181.
 27. **Bajrami D, Hoxha V, Gorduysus O, Muftuoglu S, Zeybek ND, Küçükkaya S.** Cytotoxic effect of endodontic irrigants in vitro. *Med Sci Monit Basic Res*.

2014;20:22-26.

28. **Bashetty K, Hegde J.** Comparison of 2% chlorhexidine and 5.25% sodium hypochlorite irrigating solutions on postoperative pain: A randomized clinical trial. *Indian J Dent Res.* **2010**;21(4):523.
29. **Silva EJNL da, Monteiro MR, Belladonna FG, Almeida JF, De-Deus G, Neves A de A.** Postoperative Pain after Foraminal Instrumentation with a Reciprocating System and Different Irrigating Solutions. *Braz Dent J.* **2015**;26(3):216-221.
30. **Almeida G, Marques E, De Martin AS, da Silveira Bueno CE, Nowakowski A, Cunha RS.** Influence of irrigating solution on postoperative pain following single-visit endodontic treatment: randomized clinical trial. *J Can Dent Assoc.* **2012**;78:c84.
31. **Ercan E, Ozekinci T, Atakul F, Gül K.** Antibacterial activity of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite in infected root canal: in vivo study. *J Endod.* **2004**;30(2):84-87.
32. **Uzunoglu E, Aktemur S, Uyanik MO, Durmaz V, Nagas E.** Effect of ethylenediaminetetraacetic acid on root fracture with respect to concentration at different time exposures. *J Endod.* **2012**;38(8):1110-1113.
33. **Stojicic S, Shen Y, Qian W, Johnson B, Haapasalo M.** Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *Int Endod J.* **2012**;45(4):363-371.
34. **Dai L, Khechen K, Khan S, et al.** The effect of QMix, an experimental antibacterial root canal irrigant, on removal of canal wall smear layer and debris. *J Endod.* **2011**;37(1):80-84.
35. **Case PD, Bird PS, Kahler WA, George R, Walsh LJ.** Treatment of root canal biofilms of *Enterococcus faecalis* with ozone gas and passive ultrasound activation. *J Endod.* **2012**;38(4):523-526.
36. **Vahl J.** [Laser and its application in dentistry]. *Hippokrates.* **1971**;42(4):488-506.

37. **Kantola S.** Laser-induced effects on tooth structure. V. Electron probe microanalysis and polarized light microscopy of dental enamel. *Acta Odontol Scand.* **1972**;30(4):475-484.
38. **Frame JW.** Removal of oral soft tissue pathology with the CO2 laser. *J Oral Maxillofac Surg.* **1985**;43(11):850-855.
39. **Lenz P, Gilde H, Walz R.** [Enamel sealing studies with the CO2 laser]. *Dtsch zahnärztliche Zeitschrift.* **1982**;37(6):469-478.
40. **Weichman JA, Johnson FM.** Laser use in endodontics. A preliminary investigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* **1971**;31(3):416-420.
41. **Adrian JC.** Pulp effects of neodymium laser. A preliminary report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* **1977**;44(2):301-305.
42. **Paghdiwala AF.** Does the laser work on hard dental tissue? *J Am Dent Assoc.* **1991**;122(1):79-80.
43. **Kats AG, Zausaev VI, Makeeva NS.** [Small-scale laser unit and its use in dental surgery]. *Med Tekh.* (4):50-54.
44. **Burkes EJ, Hoke J, Gomes E, Wolbarsht M.** Wet versus dry enamel ablation by Er:YAG laser. *J Prosthet Dent.* **1992**;67(6):847-851.
45. **Fransson H, Larsson KM, Wolf E.** Efficacy of lasers as an adjunct to chemo-mechanical disinfection of infected root canals: a systematic review. *Int Endod J.* **2013**;46(4):296-307.
46. **De Coster P, Rajasekharan S, Martens L.** Laser-assisted pulpotomy in primary teeth: a systematic review. *Int J Paediatr Dent.* **2013**;23(6):389-399.
47. **Sadık B, Arıkan S, Beldüz N, Yaşa Y, Karasoy D, Cehreli M.** Effects of laser treatment on endodontic pathogen *Enterococcus faecalis*: a systematic review. *Photomed Laser Surg.* **2013**;31(5):192-200.

48. **Asnaashari M, Zadsirjan S.** Application of laser in oral surgery. *J lasers Med Sci.* **2014**;5(3):97-107.
49. **Kimura Y, Wilder-Smith P, Matsumoto K.** Lasers in endodontics: a review. *Int Endod J.* **2000**;33(3):173-185.
50. **Matsumoto K.** Lasers in endodontics. *Dent Clin North Am.* **2000**;44(4):889-906, viii.
51. **Jafarzadeh H.** Laser Doppler flowmetry in endodontics: a review. *Int Endod J.* **2009**;42(6):476-490.
52. **Bergenholtz G, Spångberg L.** CONTROVERSIES IN ENDODONTICS. *Crit Rev Oral Biol Med.* **2004**;15(2):99-114.
53. **Maden M, Görgül G, Tinaz AC.** Evaluation of apical leakage of root canals obturated with Nd: YAG laser-softened gutta-percha, System-B, and lateral condensation techniques. *J Contemp Dent Pract.* **2002**;3(1):16-26.
54. **Anić I, Matsumoto K.** Comparison of the sealing ability of laser-softened, laterally condensed and low-temperature thermoplasticized gutta-percha. *J Endod.* **1995**;21(9):464-469.
55. **Absi EG, Addy M, Adams D.** Dentine hypersensitivity. A study of the patency of dentinal tubules in sensitive and non-sensitive cervical dentine. *J Clin Periodontol.* **1987**;14(5):280-284.
56. **Reyto R.** Laser tooth whitening. *Dent Clin North Am.* **1998**;42(4):755-762, xi.
57. **Franzen R, Esteves-Oliveira M, Meister J, et al.** Decontamination of deep dentin by means of erbium, chromium:yttrium- scandium-gallium-garnet laser irradiation. *Lasers Med Sci.* **2009**;24(1):75-80.
58. **Licata ME, Albanese a., Campisi G, Geraci DM, Russo R, Gallina G.** Effectiveness of a new method of disinfecting the root canal, using Er, Cr:YSGG

laser to kill *Enterococcus faecalis* in an infected tooth model. *Lasers Med Sci.* 2013;1-6.

59. **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(4):273-279.
60. **Silva EJNL, Menaged K, Ajuz N, Monteiro MRFP, Coutinho-Filho TDS.** Postoperative pain after foraminal enlargement in anterior teeth with necrosis and apical periodontitis: A prospective and randomized clinical trial. *J Endod.* **2013**;39(2):173-176.
61. **Holstein A, Hargreaves KM, Niederman R.** Evaluation of NSAIDs for treating post-endodontic pain. *Endod Top.* **2002**;3(1):3-13.
62. **El Mubarak AHH, Abu-bakr NH, Ibrahim YE.** Postoperative pain in multiple-visit and single-visit root canal treatment. *J Endod.* **2010**;36(1):36-39.
63. **Law AS, Nixdorf DR, Aguirre AM, et al.** Predicting severe pain after root canal therapy in the National Dental PBRN. *J Dent Res.* **2015**;94(3 Suppl):37S - 43S.
64. **Glennon JP, Ng Y-L, Setchell DJ, Gulabivala K.** Prevalence of and factors affecting postpreparation pain in patients undergoing two-visit root canal treatment. *Int Endod J.* **2004**;37(1):29-37.
65. **Wang C, Xu P, Ren L, Dong G, Ye L.** Comparison of post-obturation pain experience following one-visit and two-visit root canal treatment on teeth with vital pulps: a randomized controlled trial. *Int Endod J.* **2010**;43(8):692-697.
66. **Gama TG V, de Oliveira JCM, Abad EC, Rôças IN, Siqueira JF.** Postoperative pain following the use of two different intracanal medications. *Clin Oral Investig.* **2008**;12(4):325-330.
67. **ALACAM T, CEMALTINAZ A.** Interappointment Emergencies in Teeth with Necrotic Pulps. *J Endod.* **2002**;28(5):375-377.

68. **Ng Y-L, Glennon JP, Setchell DJ, Gulabivala K.** Prevalence of and factors affecting post-obturation pain in patients undergoing root canal treatment. *Int Endod J.* **2004**;37(6):381-391.
69. **Azim AA, Griggs JA, Huang GT-J.** The Tennessee study: factors affecting treatment outcome and healing time following nonsurgical root canal treatment. *Int Endod J.* **2016**;49(1):6-16.
70. **Jabeen S, Khurshiduzzaman M.** Incidence of post obturation pain following single and multi visit root canal treatment in a teaching hospital of Bangladesh. *Mymensingh Med J.* **2014**;23(2):254-260.
71. **Arias A, de la Macorra JC, Hidalgo JJ, Azabal M.** Predictive models of pain following root canal treatment: a prospective clinical study. *Int Endod J.* **2013**;46(8):784-793.
72. **Goreva LA, Petrikas AZ.** [Postobturation pain associated with endodontic treatment]. *Stomatologiiã.* **2004**;83(2):14-16.
73. **Watkins CA, Logan HL, Kirchner HL.** Anticipated and experienced pain associated with endodontic therapy. *J Am Dent Assoc.* **2002**;133(1):45-54.
74. **Sadaf D, Ahmad MZ.** Factors associated with postoperative pain in endodontic therapy. *Int J Biomed Sci.* **2014**;10(4):243-247.
75. **Polycarpou N, Ng Y-L, Canavan D, Moles DR, Gulabivala K.** Prevalence of persistent pain after endodontic treatment and factors affecting its occurrence in cases with complete radiographic healing. *Int Endod J.* **2005**;38(3):169-178.
76. **Ryan JL, Jureidini B, Hodges JS, Baisden M, Swift JQ, Bowles WR.** Gender differences in analgesia for endodontic pain. *J Endod.* **2008**;34(5):552-556.
77. **Ertan T, Sahinkesen G, Tunca YM.** [Evaluation of postoperative pain in root canal treatment]. *Ağrı Ağrı Derneği'nin Yayın organıdır = J Turkish Soc Algol.* **2010**;22(4):159-164.

78. **Albashaireh ZS, Alnegrish AS.** Postobturation pain after single- and multiple-visit endodontic therapy. A prospective study. *J Dent.* **1998**;26(3):227-232.
79. **Tanalp J, Sunay H, Bayirli G.** Cross-sectional evaluation of post-operative pain and flare-ups in endodontic treatments using a type of rotary instruments. *Acta Odontol Scand.* 71(3-4):733-739.
80. **Rao KN, Kandaswamy R, Umashetty G, Rathore VPS, Hotkar C, Patil BS.** Post-Obturation pain following one-visit and two-visit root canal treatment in necrotic anterior teeth. *J Int oral Heal JIOH.* **2014**;6(2):28-32.
81. **Sathorn C, Parashos P, Messer HH.** Effectiveness of single- versus multiple-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* **2005**;38(6):347-355.
82. **Wong AW-Y, Tsang CS-C, Zhang S, Li K-Y, Zhang C, Chu C-H.** Treatment outcomes of single-visit versus multiple-visit non-surgical endodontic therapy: a randomised clinical trial. *BMC Oral Health.* **2015**;15(1):162.
83. **Naito T.** Single or multiple visits for endodontic treatment? *Evid Based Dent.* **2008**;9(1):24.
84. **Weiger R, Rosendahl R, Löst C.** Influence of calcium hydroxide intracanal dressings on the prognosis of teeth with endodontically induced periapical lesions. *Int Endod J.* **2000**;33(3):219-226.
85. **DiRenzo A, Gresla T, Johnson BR, Rogers M, Tucker D, BeGole EA.** Postoperative pain after 1- and 2-visit root canal therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* **2002**;93(5):605-610.
86. **Molander A, Warfvinge J, Reit C, Kvist T.** Clinical and radiographic evaluation of one- and two-visit endodontic treatment of asymptomatic necrotic teeth with apical periodontitis: a randomized clinical trial. *J Endod.* **2007**;33(10):1145-1148.
87. **Penesis VA, Fitzgerald PI, Fayad MI, Wenckus CS, BeGole EA, Johnson BR.**

- Outcome of one-visit and two-visit endodontic treatment of necrotic teeth with apical periodontitis: a randomized controlled trial with one-year evaluation. *J Endod.* **2008**;34(3):251-257.
88. **Su Y, Wang C, Ye L.** Healing rate and post-obturation pain of single- versus multiple-visit endodontic treatment for infected root canals: a systematic review. *J Endod.* **2011**;37(2):125-132.
 89. **Figini L, Lodi G, Gorni F, Gagliani M.** Single versus multiple visits for endodontic treatment of permanent teeth. *Cochrane database Syst Rev.* **2007**;(4):CD005296.
 90. **Yesilsoy C, Koren LZ, Morse DR, Rankow H, Bolanos OR, Furst ML.** Post-endodontic obturation pain: a comparative evaluation. *Quintessence Int.* **1988**;19(6):431-438.
 91. **Chen E, Kaing S, Mohan H, Ting S-Y, Wu J, Parashos P.** An ex vivo comparison of electronic apex locator teaching models. *J Endod.* **2011**;37(8):1147-1151.
 92. **Dunlap CA, Remeikis NA, BeGole EA, Rauschenberger CR.** An in vivo evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method in vital and necrotic canals. *J Endod.* **1998**;24(1):48-50.
 93. **Moscoso S, Pineda K, Basilio J, Alvarado C, Roig M, Duran-Sindreu F.** Evaluation of Dentaport ZX and Raypex 6 electronic apex locators: an in vivo study. *Med oral, Patol oral y cirugía bucal.* **2014**;19(2):e202-e205.
 94. **Aydin U, Karataslioglu E, Aksoy F, Yildirim C.** In vitro evaluation of Root ZX and Raypex 6 in teeth with different apical diameters. *J Conserv Dent.* **2015**;18(1):66.
 95. **Marigo L, Gervasi GL, Somma F, Squeo G, Castagnola R.** Comparison of two electronic apex locators on human cadavers. *Clin Oral Investig.* November 2015.
 96. **Mancini M, Felici R, Conte G, Costantini M, Cianconi L.** Accuracy of three electronic apex locators in anterior and posterior teeth: an ex vivo study. *J Endod.*

2011;37(5):684-687.

97. **Saini HR, Tewari S, Sangwan P, Duhan J, Gupta A.** Effect of different apical preparation sizes on outcome of primary endodontic treatment: a randomized controlled trial. *J Endod.* **2012**;38(10):1309-1315.
98. **Mohammadzadeh Akhlaghi N, Rahimifard N, Moshari A, Vatanpour M, Darmiani S.** The Effect of Size and Taper of Apical Preparation in Reducing Intra-Canal Bacteria: A Quantitative SEM Study. *Iran Endod J.* **2014**;9(1):61-65.
99. **Silva EJNL, Menaged K, Ajuz N, Monteiro MRFP, Coutinho-Filho T de S.** Postoperative pain after foraminal enlargement in anterior teeth with necrosis and apical periodontitis: a prospective and randomized clinical trial. *J Endod.* **2013**;39(2):173-176.
100. **Arias A, de la Macorra JC, Azabal M, Hidalgo JJ, Peters OA.** Prospective case controlled clinical study of post-endodontic pain after rotary root canal preparation performed by a single operator. *J Dent.* **2015**;43(3):389-395.
101. **Boutsioukis C, Gogos C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Van der Sluis LWM.** The effect of apical preparation size on irrigant flow in root canals evaluated using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *Int Endod J.* **2010**;43(10):874-881.
102. **Boutsioukis C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, van der Sluis LWM.** Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod.* **2010**;36(5):875-879.
103. **Shen Y, Gao Y, Qian W, et al.** Three-dimensional numeric simulation of root canal irrigant flow with different irrigation needles. *J Endod.* **2010**;36(5):884-889.
104. **Boutsioukis C, Lambrianidis T, Verhaagen B, et al.** The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: evaluation using an unsteady

- computational fluid dynamics model. *J Endod.* **2010**;36(10):1664-1668.
105. **Boutsioukis C, Gogos C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Van der Sluis LWM.** The effect of root canal taper on the irrigant flow: evaluation using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *Int Endod J.* **2010**;43(10):909-916.
 106. **Snjaric D, Carija Z, Braut A, Halaji A, Kovacevic M, Kuis D.** Irrigation of human prepared root canal--ex vivo based computational fluid dynamics analysis. *Croat Med J.* **2012**;53(5):470-479.
 107. **Hsieh YD, Gau CH, Kung Wu SF, Shen EC, Hsu PW, Fu E.** Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. *Int Endod J.* **2007**;40(1):11-17.
 108. **Price DD, McGrath PA, Raffi A, Buckingham B.** The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain.* **1983**;17(1):45-56.
 109. **Madani Z-S, Moghadamnia AA, Panahi A, Poorsattar Bejeh Mir A.** Analgesic effect of etoricoxib compared to ibuprofen on post endodontic pain. *Oral Health Dent Manag.* **2013**;12(3):186-190.
 110. **Kandreli MG, Vadachkoria NR, Gumberidze NS, Mandzhavidze NA.** [Pain management in dentistry]. *Georgian Med News.* **2013**;(225):44-49.
 111. **Parirokh M, Sadr S, Nakhaee N, Abbott P V, Manochehrifar H.** Comparison between prescription of regular or on-demand ibuprofen on postoperative pain after single-visit root canal treatment of teeth with irreversible pulpitis. *J Endod.* **2014**;40(2):151-154.
 112. **Alves V de O.** Endodontic flare-ups: a prospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* **2010**;110(5):e68-e72.
 113. **Ozsu D, Karatas E, Arslan H, Topcu MC.** Quantitative evaluation of apically extruded debris during root canal instrumentation with ProTaper Universal,

- ProTaper Next, WaveOne, and self-adjusting file systems. *Eur J Dent.* **2014**;8(4):504-508.
114. **Bürklein S, Benten S, Schäfer E.** Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J.* **2014**;47(5):405-409.
 115. **De-Deus G, Neves A, Silva EJ, et al.** Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. *Clin Oral Investig.* **2015**;19(2):357-361.
 116. **Koçak S, Koçak MM, Sağlam BC, Türker SA, Sağsen B, Er Ö.** Apical Extrusion of Debris Using Self-Adjusting File, Reciprocating Single-file, and 2 Rotary Instrumentation Systems. *J Endod.* **2013**;39(10):1278-1280.
 117. **Bürklein S, Schäfer E.** Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod.* **2012**;38(6):850-852.
 118. **Neves MAS, Provenzano JC, Rôças IN, Siqueira JF.** Clinical Antibacterial Effectiveness of Root Canal Preparation with Reciprocating Single-instrument or Continuously Rotating Multi-instrument Systems. *J Endod.* **2016**;42(1):25-29.
 119. **Relvas JBF, Bastos MMB, Marques AAF, Garrido ADB, Sponchiado EC.** Assessment of postoperative pain after reciprocating or rotary NiTi instrumentation of root canals: a randomized, controlled clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2015.
 120. **Nekoofar MH, Sheykhrezae MS, Meraji N, et al.** Comparison of the Effect of Root Canal Preparation by Using WaveOne and ProTaper on Postoperative Pain: A Randomized Clinical Trial. *J Endod.* **2015**;41(5):575-578.
 121. **Kherlakian D, Cunha RS, Ehrhardt IC, Zuolo ML, Kishen A, da Silveira Bueno CE.** Comparison of the Incidence of Postoperative Pain after Using 2 Reciprocating Systems and a Continuous Rotary System: A Prospective Randomized Clinical Trial. *J Endod.* **2015**;(C).

122. **Cruz Junior JA, Coelho MS, Kato AS, et al.** The Effect of Foraminal Enlargement of Necrotic Teeth with the Reciproc System on Postoperative Pain: A Prospective and Randomized Clinical Trial. *J Endod.* **2016**;42(1):8-11.
123. **DiVito E, Peters OA, Olivi G.** Effectiveness of the erbium:YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Lasers Med Sci.* **2012**;27(2):273-280.
124. **Peeters HH, Mooduto L.** Radiographic examination of apical extrusion of root canal irrigants during cavitation induced by Er,Cr:YSGG laser irradiation: an in vivo study. *Clin Oral Investig.* **2013**;17(9):2105-2112.
125. **Akçay M, Arslan H, Mese M, Sahin NN.** The effect of photon-initiated photoacoustic streaming, ultrasonically and sonically irrigation techniques on the push-out bond strength of a resin sealer to the root dentin. *Clin Oral Investig.* **2015**;19(5):1055-1061.
126. **Deleu E, Meire M a, De Moor RJG.** Efficacy of laser-based irrigant activation methods in removing debris from simulated root canal irregularities. *Lasers Med Sci.* October 2013.
127. **Blanken J, De Moor RJG, Meire M, Verdaasdonk R.** Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 1: a visualization study. *Lasers Surg Med.* **2009**;41(7):514-519.
128. **Cheng X, Guan S, Lu H, et al.** Evaluation of the bactericidal effect of Nd:YAG, Er:YAG, Er,Cr:YSGG laser radiation, and antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) in experimentally infected root canals. *Lasers Surg Med.* **2012**;44(10):824-831.
129. **Helvacioğlu Kıvanç B, Deniz Arısu H, Yanar NÖ, Silah HM, İnam R, Görgül G.** Apical extrusion of sodium hypochlorite activated with two laser systems and ultrasonics: a spectrophotometric analysis. *BMC Oral Health.* **2015**;15:71.

130. **Peeters HH, De Moor RJG, Suharto D.** Visualization of removal of trapped air from the apical region in simulated root canals by laser-activated irrigation using an Er,Cr:YSGG laser. *Lasers Med Sci.* 2014:1683-1688.
131. **Peeters HH, De Moor RJG.** Measurement of pressure changes during laser-activated irrigant by an erbium, chromium: yttrium, scandium, gallium, garnet laser. *Lasers Med Sci.* 2014:1449-1455.
132. **Dewsnup N, Pileggi R, Haddix J, Nair U, Walker C, Varella CH.** Comparison of bacterial reduction in straight and curved canals using erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser treatment versus a traditional irrigation technique with sodium hypochlorite. *J Endod.* **2010**;36(4):725-728.
133. **Schoop U, Goharkhay K, Klimscha J, et al.** The use of the erbium, chromium:yttrium- scandium-gallium-garnet laser in endodontic treatment. **2007**;138(July):949-955.
134. **Wang Q-Q, Zhang C-F, Yin X-Z.** Evaluation of the bactericidal effect of Er,Cr:YSGG, and Nd:YAG lasers in experimentally infected root canals. *J Endod.* **2007**;33(7):830-832.
135. **Eldeniz a. U, Ozer F, Hadimli HH, Erganis O.** Bactericidal efficacy of Er,Cr:YSGG laser irradiation against *Enterococcus faecalis* compared with NaOCl irrigation: An ex vivo pilot study. *Int Endod J.* **2007**;40(2):112-119.
136. **Arnabat J, Escribano C, Fenosa A, et al.** Bactericidal activity of erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser in root canals. *Lasers Med Sci.* **2010**;25(6):805-810.
137. **Yavari HR, Rahimi S, Shahi S, et al.** Effect of Er, Cr: YSGG laser irradiation on *Enterococcus faecalis* in infected root canals. *Photomed Laser Surg.* **2010**;28 Suppl 1:S91-S96.
138. **Martins MR, Carvalho MF, Pina-Vaz I, Capelas JA, Martins MA, Gutknecht**

- N. Outcome of Er,Cr:YSGG laser-assisted treatment of teeth with apical periodontitis: a blind randomized clinical trial. *Photomed Laser Surg.* **2014**;32(1):3-9.
139. **Scaini F, Souza-Gabriel AE, Alfredo E, Da Cruz Filho AM.** Temperature variation on the external root surface during intracanal Er:YAG laser irradiation. *Photomed Laser Surg.* **2008**;26(5):413-417.
 140. **Spencer P, Cobb CM, Wieliczka DM, Glaros AG, Morris PJ.** Change in temperature of subjacent bone during soft tissue laser ablation. *J Periodontol.* **1998**;69(11):1278-1282.
 141. **Eriksson AR, Albrektsson T, Albrektsson B.** Heat caused by drilling cortical bone. Temperature measured in vivo in patients and animals. *Acta Orthop Scand.* **1984**;55(6):629-631.
 142. **Yuan-Gao L, Xiao W, Kexian X, Dan L.** [Temperature variation at the external root surface during Nd: YAG laser irradiation in the root canal in vitro]. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* **2014**;32(5):480-483.
 143. **Schoop U, Barylyak a, Goharkhay K, et al.** The impact of an erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser with radial-firing tips on endodontic treatment. *Lasers Med Sci.* **2009**;24(1):59-65.
 144. **Abad-Gallegos M, Arnabat-Dominguez J, Espana-Tost a., Berini-Aytes L, Gay-Escoda C.** In vitro evaluation of the temperature increment at the external root surface after Er,Cr:YSGG laser irradiation of the root canal. *Med Oral Patol Oral y Cir Bucal.* **2009**;14(12):e658-e662.
 145. **Ishizaki NT, Matsumoto K, Kimura Y, et al.** Thermographical and morphological studies of Er,Cr:YSGG laser irradiation on root canal walls. *Photomed Laser Surg.* **2004**;22(4):291-297.

146. **Pak JG, White SN.** Pain Prevalence and Severity before, during, and after Root Canal Treatment: A Systematic Review. *J Endod.* **2011**;37(4):429-438.



8. ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında İzmir’de doğdu. 1990-1995 yılları arasında Kars Halil Atilla İlköğretim Okulu’na (İzmir-Bornova), 1995-2002 yılları arasında Bornova Anadolu Lisesi (İzmir-Bornova) Almanca Bölümünde orta öğretimini tamamladı.

2002-2008 yılları arasında Hacettepe üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinde yüksek lisansını tamamladı.

2008-2009 yılları arasında vatani hizmetini Türk Silahlı Kuvvetlerinde yedek subay olarak yaptı.

2009-2012 yılları arasında İzmir’de serbest diş hekimi olarak çalıştı.

2012 senesinde DUS (Diş Hekimliği Uzmanlık Sınavı) kazanarak Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı’nda uzmanlık eğitimini almaya başladı.