

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

FARKLI İRRİGASYON AKTİVASYON SİSTEMLERİNİN
ENDODONTİK TEDAVİ SONRASI AĞRI İLE İLİŞKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ: PROSPEKTİF BİR KLİNİK ÇALIŞMA

Dt. Aykut ŞENER

Endodonti Ana Bilim Dalı
Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Fatma Pertek HATİPOĞLU

RİZE-2025

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

FARKLI İRRİGASYON AKTİVASYON SİSTEMLERİNİN
ENDODONTİK TEDAVİ SONRASI AĞRI İLE İLİŞKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ: PROSPEKTİF BİR KLİNİK ÇALIŞMA

Dt. Aykut ŞENER

Endodonti Ana Bilim Dalı

Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Fatma Pertek HATİPOĞLU

RİZE-2025

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Endodonti Anabilim dalında, Doç. Dr. Fatma Pertek HATİPOĞLU danışmanlığında, Arş. Gör. Dt. Aykut ŞENER tarafından hazırlanan “Farklı İrrigasyon Aktivasyon Sistemlerinin Endodontik Tedavi Sonrası Ağrı İle İlişkisinin Değerlendirilmesi: Prospektif Bir Klinik Çalışma” adlı bu tez çalışması, 28.05.2025 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğuyla başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Unvan, Adı Soyadı

: Doç. Dr. Fatma PERTEK HATİPOĞLU

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Ahter ŞANAL ÇIKMAN

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Edanur MARAŞ

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Tuğba Koşar

ETİK BEYAN

Endodonti Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Farklı İrrigasyon Aktivasyon Sistemlerinin Endodontik Tedavi Sonrası Ağrı İle İlişkisinin Değerlendirilmesi: Prospektif Bir Klinik Çalışma” adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında:

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Aykut ŞENER

30.05.2025

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam süresince bilgi ve deneyimleriyle, sahip olduğu akademik vizyon ve yol gösterici tutumuyla bana rehberlik eden, sevgili hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Fatma Pertek HATİPOĞLU'na

Endodonti alanında yaptığım uzmanlık sürecinde bana her zaman destek olan, değerli bilgilerini benimle paylaşan, her türlü sorunumda beni asla geri çevirmeyerek yardımcı olan sevgili hocam Doç. Dr. Öğr. Üyesi Ahter ŞANAL ÇIKMAN'a,

Hem asistanlık döneminde hem de eğitmenlik döneminde desteğini ve birikimlerini hiç esirgemeyen sevgili Dr. Öğr. Üyesi Edanur MARAŞ'a

Beraber çalışmaktan çok keyif aldığım değerli eş kıdemlilerim Emin Çağlan, Nagihan Kol, Hasan Uyanık, Burcu Revi, Burak Vurgun, Kaan Ilıcalı ve tüm değerli personeline,

Beni bugünlere taşıyan, inançları ve destekleriyle her zaman yanımda olduklarını hissettiren, her başarımda izleri olan canım aileme,

Her zaman olduğu gibi bu süreçte de beraber yürüdüğüm, her zaman bana mutlu hissettiren, desteğini hiç esirgemeyen, en değerlim canım eşim Çise Dolunay Uslu Şener'e

Sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım

Dt. Aykut ŞENER

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	I
TEŞEKKÜR.....	II
ÖZET	VII
ABSTRACT	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XI
1.GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1.Kök Kanal Tedavisi	3
2.2. Kanal Tedavisi Yenileme	4
2.3. Kök Kanal İrrigasyonu	6
2.3.1. İrrigasyon solüsyonları	7
2.3.1.1. Sodyum hipoklorit	7
2.3.1.2. Salin Solüsyonu	8
2.3.1.3. Klorheksidin	8
2.3.1.4. EDTA	8
2.3.1.5. HEBP	9
2.3.1.6. QMİX	9
2.3.1.7. MTAD	9
2.3.1.8. Tetraclean	9
2.3.1.9. Maleik asit	10
2.3.1.10. İyodin potasyum iyodür (IKI)	10
2.3.1.11. Oktenidin	10
2.3.2. Solüsyonun Aktivasyonu.....	10
2.4. Aktivasyon Sistemleri	11

2.4.1. Geleneksel İğne ile İrrigasyon.....	12
2.4.2. Manuel Dinamik Aktivasyon	12
2.4.3. Negatif Apikal Basıncılı İrrigasyon.....	12
2.4.4. Hidrodinamik Basınç (Pozitif Basınç).....	13
2.4.5. Özel Endodontik Eğeler	13
2.4.6. Self-Adjusting File (SAF)	13
2.4.7. Polimer Cihazlar	13
2.4.8. Sonik İrrigasyon	14
2.4.8.1. Easydo Aktivator Cihazı.....	15
2.4.9. Ultrasonik Aktivasyon	15
2.4.9.1. Ultrasonik Enstrümantasyon (UI).....	16
2.4.9.2. Pasif Ultrasonik Aktivasyon	16
2.4.10. Lazer Destekli İrrigasyon Teknikleri	18
2.4.10.1. Er: YAG Lazer Tabanlı Yöntemler	18
2.4.10.2. Er, Cr: YSGG Lazer Aktivasyonu	20
2.4.10.3. Diode Lazer Aktivasyonu	21
2.4.10.4. Nd: YAG Lazer Aktivasyonu.....	21
2.4.10.5. KTP Lazer Aktivasyon	21
2.4.11. Gentlewave İrrigasyon Sistemi.....	22
2.5. Ağrı	22
2.5.1. Dental Ağrının Algılanma Mekanizması	22
2.5.2. Endodontide Postoperatif Ağrı	24
2.5.3. Endodontide Postoperatif Ağrının Sebepleri	24
2.5.3.1. Hasta ile ilişkili faktörler	25
2.5.3.2. Kök kanalları ve periapikal dokuların durumu.....	27
2.5.3.3. Endodontik prosedürler ile ilişkili faktörler	28
2.5.3.4. Hekim ile ilişkili faktörler	31

2.5.4. Endodontide Postoperatif Ağrının Kontrolü.....	32
2.5.4.1. Farmakolojik yöntemler	33
2.5.4.2. Non-farmakolojik yöntemler	36
2.6. Ağrı Değerlendirme Yöntemleri	37
2.6.1. Tek Boyutlu Ölçekler.....	38
2.6.1.1. Görsel Analog Skala (GAS)	38
2.6.1.2. Sözel Değerlendirme Skalası.....	40
2.6.1.3. Sayısal Değerlendirme Ölçeği	40
2.6.1.4. Heft-Parker Görsel Analog Ölçeği	40
2.6.1.5. Yüz İfadesi Skalası	41
2.6.1.7. Tam Kupa Testi.....	42
2.6.2. Çok Boyutlu Ölçekler.....	42
2.6.2.1. McGill Melzack Ağrı Soru Formu (MAF)	42
2.6.2.2. McGill Ağrı Anketi'nin Kısa Formu (MAA)	43
2.6.2.3. Wisconsin Kısa Ağrı Çizelgesi (WKA).....	43
3. GEREÇ ve YÖNTEM	44
3.1. Örneklem Hesaplaması.....	44
3.2. Hasta Seçimi	44
3.2.1. Çalışmaya Dahil Etme Kriterleri:	44
3.2.2. Hariç tutma kriterleri:	45
3.3. GAS Ölçeğinin Uygulanması	48
3.4. Kanal Tedavisi Protokolü	50
3.5. Retreatment tedavi protokolü	51
3.6. Çalışmada Kullanılan İrrigasyon Teknikleri.....	52
3.7. İstatiksel Analiz	55
4. BULGULAR	57
4.1. PIPS, PUI ve SA Gruplarının Demografik ve Klinik Özellikleri	58

4.2. Tedavi Türü Gruplarının Demografik ve Klinik Özellikleri.....	60
4.3. Cinsiyetlerin farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyimlerinin karşılaştırılması.....	61
4.4. Yaş gruplarının farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyimlerinin karşılaştırılması.....	62
4.5. Uygulanan tedavi türlerinin farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyimlerinin karşılaştırılması.....	63
4.6. Uygulanan irrigasyonların farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyimlerinin karşılaştırılması.....	65
4.7. PAI değerlerine göre farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyimlerinin karşılaştırılması.....	67
4.8. Zaman dilimlerindeki ağrı deneyimlerinin karşılaştırılması	69
4.9. İrrigasyon yöntemleri ile tedavi sonrası ağrı kesici kullanımı arasındaki ilişki	69
5. TARTIŞMA	72
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	101
KAYNAKÇA.....	103
EKLER.....	124
EK- 1. Özgeçmiş	124
EK- 2. Etik Kurul Onayı.....	125
EK-3. İntihal Raporu	126
Ek-4. Bilimsel Çalışma İzni	127

ÖZET

Farklı İrrigasyon Aktivasyon Sistemlerinin Endodontik Tedavi Sonrası Ağrı İle İlişkisinin Değerlendirilmesi: Prospektif Bir Klinik Çalışma

Amaç: Bu çalışmanın amacı, devital mandibular premolar dişlere uygulanan kök kanal tedavisi (KT) ve kök kanal tedavisi yenileme (RT) işlemlerinin postoperatif ağrı düzeyleri ile her iki grupta uygulanan Foton-İndüklü Fotoakustik Dalgalanma (PIPS) aktivasyonu, pasif ultrasonik aktivasyon (PUI) ve sonik aktivasyon (SA) olmak üzere üç farklı irrigasyon tekniğinin 1., 3., 5. ve 7. günlerdeki postoperatif ağrı düzeylerini, Görsel analog skala (GAS) kullanarak karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya, sistemik olarak sağlıklı, mandibular bölgede tek köklü ve tek kanallı devital premolar dişe sahip toplam 111 birey dahil edilmiş; tüm işlemler tek bir operatör tarafından tek seansta gerçekleştirilmiştir. Hastalar altı gruba ayrılmıştır: SA (KT) Grup 1a, PUI (KT) Grup 1b, PIPS (KT) Grup 1c, SA (RT) Grup 2a, PUI (RT) Grup 2b, PIPS (RT) Grup 2c. Postoperatif ağrı düzeyleri işlem sonrası 0-24 saat, 1-3, 3-5, 5-7. günlerdeki en yüksek ağrı ve GAS aracılığıyla kaydedilmiştir.

Bulgular: Çalışmada elde edilen bulgular, hem KT hem de RT işlemi uygulanan devital mandibular premolar dişlerde postoperatif ağrı düzeylerinin, tüm zamanlarda (7.Gün hariç) tüm zaman dilimlerinde anlamlı şekilde azaldığını göstermiştir. Üçüncü gün verilerine göre, SA grubunda ölçülen ağrı düzeyleri ve analjezik kullanımı, PUI ve PIPS gruplarına göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Ayrıca, RT işlemlerinin KT'ye göre anlamlı şekilde daha uzun sürdüğü belirlenmiştir ($p = 0,007$). Bununla birlikte, PIPS ve PUI sistemlerinin, SA grubuna göre daha uzun tedavi süresi gerektirdiği tespit edilmiştir ($p = 0,003$).

Sonuç: Postoperatif ağrı yönetiminde ve analjezik ihtiyacı açısından PIPS ve PUI sistemlerin, SA grubuna kıyasla daha avantajlı olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Görsel analog skala, Kanal tedavisi, PIPS, Postoperatif ağrı, Sonik Aktivasyon, Ultrasonik Aktivasyon

ABSTRACT

Evaluation Of The Relationship Of Different Irrigation Activation Systems With Post-Endodontic Treatment Pain: Prospective A Clinical Trial

Aim: The aim of this study is to compare the postoperative pain levels in devitalized mandibular premolar teeth treated with either root canal treatment (KT) or retreatment (RT), as well as to evaluate the postoperative pain levels on days 1, 3, 5, and 7 using a Visual Analog Scale (VAS) in relation to three different irrigation activation techniques applied in both groups: Photon-Induced Photoacoustic Streaming (PIPS), Passive Ultrasonic Activation (PUI), and Sonic Activation (SA).

Material and Methods: A total of 111 systemically healthy individuals with a single-rooted, single-canaled devitalized premolar tooth in the mandibular region were included in the study. All procedures were performed in a single session by the same operator. The patients were divided into six groups: SA (KT) Group 1a, PUI (KT) Group 1b, PIPS (KT) Group 1c, SA (RT) Group 2a, PUI (RT) Group 2b, and PIPS (RT) Group 2c. Postoperative pain levels were recorded using the VAS at the following time intervals: 0–24 hours, 1–3 days, 3–5 days, and 5–7 days, based on the highest pain intensity reported within each interval.

Results: The results showed that postoperative pain levels significantly decreased at all time intervals, except on day 7, in devital mandibular premolars treated with both KT and RT. On day 3, pain and analgesic use were significantly higher in the SA group than in the PUI and PIPS groups ($p < 0.05$). RT procedures lasted significantly longer than RCT ($p = 0.007$), and PIPS and PUI required more time than SA ($p = 0.003$).

Conclusion: These results suggest that the PIPS and PUI systems may offer advantages over the SA group in terms of postoperative pain management and the need for analgesics.

Keywords: PIPS, Postoperative Pain, Root Canal Treatment, Sonic Activation, Ultrasonic Activation, Visual Analog Scale

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AD	: Apikal Daralım
ark.	: Arkadaşları
>	: Büyüktür
Ca(OH) ₂	: Kalsiyum hidroksit
CHX	: Klorheksidin
COX	: Siklooksijenaz
dk	: Dakika
°	: Derece
DSL	: Düşük seviyeli lazer terapisi
EA	: EndoActivator
EAB	: Elektronik Apeks Bulucular
EDTA	: Etilen Diamin Tetraasetik Asit
GAS	: Görsel Analog Skala
GW	: GentleWave
HPÖ	: Heft-Parker Görsel Analog Ölçeği
IASP	: Uluslararası Ağrı Araştırmaları Derneği
ISO	: Uluslararası Standartlar Örgüt
KT	: Kanal Tedavisi
<	: Küçüktür
≤	: Küçük eşittir
MAA	: McGill Ağrı Anketi'nin Kısa Formu
MAF	: McGill Melzack Ağrı Soru Formu

NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
NIT	: Negatif Basıncılı İrrigasyon Tekniğı
NiTİ	: Nikel-Titanyum
NRS	: Numerical Rating Scale
NSAİİ	: Non-steroid Anti-inflamatuar İlaç
PAI	: Periapikal İndeks Skorlama Sistemi
PIPS	: Foton-İndüklü Fotoakustik Dalgalanma
PUI	: Pasif Ultrasonik İrrigasyon
RT	: Kanal Tedavi Yenileme/Retreatment
SA	: Sonik Aktivasyon
SAF	: Self-Adjusting File
°C	: Santigrat derece
SDÖ	: Sayısal Değerlendirme Ölçeğı
SDS	: Sözel Değerlendirme Skalası
Si	: Sonik İrrigasyon
SWEEPS	: Şok Dalgası ile Güçlendirilmiş Emisyon Fotoakustik Akış
VAS	: Visual Analog Scale
YİS	: Yüz İfadesi Skalası
%	: Yüzde
TKT	: Tam Kupa Testi
WKA	: Wisconsin Kısa Ağrı Çizelgesi
WBS	: Wong-Baker Yüz Ağrı Skalası

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2. 1. Kök Kanal İrrigantlarının Sınıflandırılması	7
Tablo 2. 2. Aktivasyon Sistemlerinin Sınıflandırılması	11
Tablo 2. 3. Endodontide Postoperatif Ağrı Sebeplerinin Sınıflandırılması.....	24
Tablo 2. 4. Endodontide Postoperatif Ağrının Kontrol Yöntemleri	33
Tablo 2. 5. Postoperatif Ağrı Değerlendirme Yöntemleri	38
Tablo 2. 6. Çalışma İçin Hastaya Verilen Dosya Örneği.....	47
Tablo 2. 7. Çalışma İçin Hastaya Verilen Dosya Örneği.....	49
Tablo 4. 1. PIPS, PUI ve SA Gruplarının Demografik ve Klinik Özellikleri.....	59
Tablo 4. 2. Tedavi Türü Gruplarının Demografik ve Klinik Özellikleri	61
Tablo 4. 3. Cinsiyete göre farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyiminin karşılaştırılması	62
Tablo 4. 4. Yaşa göre farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyiminin karşılaştırılması.....	63
Tablo 4. 5. Uygulanan tedaviye göre farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyiminin karşılaştırılması.....	64
Tablo 4. 6. Uygulanan irrigasyona göre farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyiminin karşılaştırılması.....	66
Tablo 4. 7. PAI değerlerine göre farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyiminin karşılaştırılması.....	68
Tablo 4. 8. Zaman dilimleri arasındaki ağrı deneyimlerinin karşılaştırılması	69
Tablo 4. 9. Ağrı kesici kullanımı ile irrigasyonlar arası ilişki	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Görsel Analog Skala (GAS)	40
--	----

Şekil 2. 2. Yüz İfadesi Skalası	41
Şekil 2. 3. Wong-Baker Yüzler ile Ağrı Değerlendirme Ölçeği (WBS).....	42
Şekil 3. 1. Easydo Activator cihazı (EA; Easyinsmile (Weixiaomeichi),Changsha, China)	53
Şekil 3. 2. Ultrasonik cihaz (DTE, Guilin Woodpecker Co., Guilin, Guangxi, Çin)	54
Şekil 3. 3. Çalışmada kullanılan Er:YAG lazer (Lightwalker, Fotona, Ljubljana, Slovenya)	55
Şekil 3. 4. Er:YAG lazere ait 400 µm'lik PIPS fiber optik uç.	55
Şekil 4. 1. Hasta Akış Diyagramı	58
Şekil 4. 2. Uygulanan tedavi çeşidinin ağrı deneyimlerinin zamana göre grafiksel gösterimi	65
Şekil 4. 3. İrrigasyon ajanının ağrı deneyimlerinin zamana göre grafiksel gösterimi....	67
Şekil 4. 4. Ağrı kesici kullanımı ile irrigasyon ajanları arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi	71

1.GİRİŞ

Kök kanal tedavisi (KT), pulpa dokusunun geri dönüşümsüz hasar gördüğü durumlarda uygulanan, enfekte dokuların uzaklaştırılarak kök kanal sisteminin dezenfekte edilmesini ve ardından sızdırmaz bir dolgu ile kanalın obtüre edilmesini amaçlayan bir tedavi yöntemidir.¹ Uygun protokollerle uygulandığında yüksek başarı oranları sunar ve dişin ağızda uzun süre fonksiyonel olarak kalmasını sağlar. Ancak bazı olgularda, yetersiz dezenfeksiyon, karmaşık kök kanal anatomisi ya da teknik yetersizlikler nedeniyle tedavi başarısız olabilir. Bu gibi durumlarda diş çekimi yerine başvurulmuş retreatment (RT), mevcut dolgu materyalinin uzaklaştırılması ve kök kanal sisteminin yeniden şekillendirilip dezenfekte edilmesini kapsar. RT, daha fazla zaman, dikkat ve deneyim gerektirmesine rağmen, doğal diş koruma ve tekrar fonksiyon kazandırma avantajı nedeniyle klinik uygulamalarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Ancak literatürde, RT'nin başarı oranının KT'ye kıyasla genellikle daha düşük olduğu bildirilmiştir.²

Endodontik tedavilerde kök kanal sisteminin etkin şekilde dezenfekte edilmesi tedavinin başarısı açısından kritik öneme sahiptir. Bu amaçla uygulanan irrigasyon işlemi, özellikle kanal aletlerinin ulaşamadığı bölgelerdeki mikroorganizmaların ve organik/inorganik artıkların uzaklaştırılmasında kilit rol oynar. Ancak irrigasyon solüsyonlarının pasif şekilde uygulanması apikal bölgeye yeterli ulaşımı sağlayamayabilir. Bu sorunu aşmak ve irrigasyon etkinliğini artırmak amacıyla çeşitli aktivasyon sistemleri geliştirilmiştir. Sonik (SA), pasif ultrasonik (PUI) ve lazer destekli foton indüklü fotoakustik akım (PIPS) gibi teknikler, irrigantların kök kanal sistemi içinde daha homojen dağılmasını ve özellikle apikal bölgede biyofilm eliminasyonunun daha etkili olmasını hedefler. Bununla birlikte, bu sistemlerin oluşturduğu farklı akış

dinamikleri nedeniyle irrigantların apikal foramen dışına taşarak çevre dokularda irritasyona ve potansiyel ağrıya neden olabileceği de dikkate alınmalıdır.

Gerek KT gerekse RT uygulamaları sonrasında en sık karşılaşılan komplikasyonlardan biri postoperatif ağrıdır. Postoperatif ağrı, tedavi sonrası ilk saatlerden itibaren başlayan ve özellikle ilk 24–72 saat içinde yoğun hissedilen, hasta konforunu ve tedaviye olan uyumu olumsuz etkileyebilen bir durumdur. Literatürde bu ağrının görülme sıklığı %3 ile %58 arasında değişmekte olup, mekanik travma, kimyasal irritasyon ve mikrobiyal kontaminasyon gibi etkenler temel nedenler arasında gösterilmektedir.³ İrrigasyon solüsyonlarının apikal foramen yoluyla periradiküler dokulara ulaşması da postoperatif ağrının başlıca sebeplerinden biridir. Bu nedenle irrigasyon aktivasyon sistemlerinin yalnızca dezenfeksiyon etkinliği değil, aynı zamanda postoperatif ağrı üzerine olan etkileri de dikkatle değerlendirilmelidir.^{4,5}

Bu çalışmanın amacı, devital mandibular premolar dişlere uygulanan KT ve RT işlemlerinin postoperatif ağrı düzeyleri ile her iki grupta uygulanan PIPS, PUI ve SA olmak üzere üç farklı irrigasyon tekniğinin 1., 3., 5. ve 7. günlerdeki postoperatif ağrı düzeylerini, GAS kullanarak karşılaştırmaktır.

Test edilecek sıfır hipotez (1): KT ve RT uygulanan devital mandibular premolar dişlerde, postoperatif ağrı düzeyleri açısından herhangi bir zaman diliminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Test edilecek sıfır hipotez (2): PIPS, PUI ve SA teknikleri arasında, postoperatif ağrı düzeyleri açısından herhangi bir zaman diliminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

2. GENEL BİLGİLER

Dünya genelinde yaşam süresinin 10 yıl artması, daha iyi bir yaşam kalitesi sağlanabilmesi için diş hekimliği de dahil olmak üzere her türlü sağlık hizmetine olan ihtiyacı artırmıştır.⁶ Sağlıklı görünüme sahip bir diş dizisi, hastaların yaşam kalitesini olumlu yönde etkileyen bir unsur olarak kabul edilmekte olup, bu doğrultuda arzu edilen ağız sağlığı koşuluna ulaşabilmek için endodontik tedavi önemini gittikçe arttırmaktadır. Ancak, dünya genelindeki bazı insanlar ekonomik yönden KT'ye ulaşamamaktadır. Böylelikle ağız sağlığına ulaşabilmenin tek alternatifi diş çekimi veya diş kaybı olmaktadır. Bu ise, sağlıksız görünümlü bir diş dizisine, dolayısıyla sosyal izolasyona, toplumsal etkinliklere sınırlı katılıma ve toplum tarafından olumsuz yargılanmaya yol açabilmektedir.⁷ Endodontik tedavi, dişin erken kaybını önlemek ve dişin ağızda daha uzun süre kalmasını sağlamak amacıyla uygulanan; kök kanallarındaki mikroorganizmaların eliminasyonu yoluyla kök kanal patolojilerini iyileştiren bir yöntemdir.⁸ KT optimal koşullarda gerçekleştirildiğinde yüksek başarı oranları sağlasa da bu tedavinin uygulanabilirliği yeterli bilgi düzeyine, zamanın ve teknolojik ekipmanların mevcut olmasına bağlıdır.^{9,10} Başarılı bir KT için kapsamlı bir biyomekanik preparasyonun yapılması ve koronal sızdırmazlığın sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle, modern endodontide sürekli olarak yeni alet, materyal ve teknikler geliştirilmektedir.¹¹

2.1.Kök Kanal Tedavisi

Kök kanal tedavisinin temel amacı, kök kanal sistemini enfekte olmuş veya nekrotik artıklar ile mikroorganizmalardan etkin bir şekilde arındırmak, ardından kök kanalını üç boyutlu ve sızdırmaz bir dolgu ile obtüre ederek yeniden enfeksiyon gelişimini engellemek ve böylece ilgili dişin semptomsuz, fonksiyonel ve uzun süreli olarak ağızda kalımını sağlamaktır.¹

Kök kanal tedavisinin yapılmasını gerektiren durumlar şu şekilde sıralanabilir:¹²

- Geri dönüşümsüz pulpa hastalığının olduğu durumlar
- Çürük, atrizyon, abrazyon, travma gibi sebeplerle pulpanın açıldığı ve direkt kuafaj veya amputasyon tedavilerinin endike olmadığı durumlar
- Direkt pulpa tedavileri, amputasyon gibi tedavilerin başarısız olduğu durumlar
- İnternal rezorpsiyonlarda periodonsiyuma açılmaların aşırı büyük oluşmadığı olgularda
- Kök kanalından destek alınıp post uygulamalarının yapılması durumunda sağlıklı veya hastalanmış pulpanın alınması amacıyla
- Karşıt çenede karşılığı olmayan dişlerin kemik soketinden yükselmesi sonucu protetik planlama gereği bu dişlere kuron uygulaması için yapılan diş kesimlerinde pulpanın açığa çıktığı durumlarda
- Periradiküler dokuların iltihaplı durumlarında

Geçmişte KT için kontrendikasyon olarak kabul edilen birçok durum, günümüzde gelişen teknikler ve bilgi birikimi sayesinde başarıyla tedavi edilebilmektedir. Kontrendikasyon olabileceği düşünülen her durum, bireysel olarak ve hastaya özgü koşullar çerçevesinde ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Kök kanal tedavisine yönelik kontrendikasyonlar; hasta ile ilgili sistemik faktörlerden veya diş ve çevre dokuların durumu ile ilişkili lokal faktörlerden kaynaklanabilir.¹²

2.2. Kanal Tedavisi Yenileme

Kök kanal sistemindeki kompleks anatomik yapı, dirençli yapıdaki patojenik mikroorganizmaların varlığı, yetersiz kemomekanik preparasyon, eksik kök kanal dolgusu veya uyumsuz koronal restorasyon gibi nedenlerden dolayı, kök kanal sisteminden mikroorganizmaların tamamen uzaklaştırılması mümkün olmayabilir.² Bu

durum, kanal tedavisinin başarısızlığına yol açmaktadır. Başarısızlıkla sonuçlanan birincil kök kanal tedavileri sonrasında ise, kök kanal tedavisinin yenilenmesi, endodontik cerrahi, replantasyon, transplantasyon veya çekim gibi çeşitli tedavi seçenekleri mevcuttur.¹³ Bu tedavi seçeneklerinden "doğal dişin ağızda tutulması" seçeneği, ekonomik açıdan daha düşük maliyetli olmakla birlikte, diş çekiminin ardından uygulanacak alternatif protetik tedavilere göre fonksiyonel ve estetik açıdan çok daha kabul edilebilir ve konforludur.¹⁴

Endodontik tedavinin başarısız olduğu tespit edildiğinde, kök kanal dolgusu yenilenir.¹⁵ Bu işleme retreatment, revizyon veya tedavinin yenilenmesi denir.¹⁶ RT tedavisi, mevcut kök kanal dolgusunu tamamen uzaklaştırmak ve yeniden preparasyonla kök kanal şeklini revize etmekle beraber, kök kanalını yeniden doldurma işlemlerini kapsar.¹⁷ RT tedavisi, diğer alternatif tedavi yöntemlerine göre daha az invaziv bir yaklaşım sergilemesi ve yüksek başarı oranına sahip olması nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir.¹⁸ Ancak, RT tedavisinin başarı oranları, KT göre daha düşüktür. Literatürde, RT tedavisinin başarı oranlarının %62 ile %91 arasında değiştiği bildirilmiştir.^{9,19,20}

RT işlemi sırasında kök kanallarına yeniden erişim sağlanabilmesi için diş üzerinde bulunan dolgu, kuron, post veya kor gibi mevcut restoratif materyallerin uzaklaştırılması gerekmektedir.²¹ Restorasyonların kaldırılmasının ardından, ideal bir giriş kavitesinin hazırlanması büyük önem taşır.²² Koronal erişim sağlandıktan sonra, daha önce yapılmış olan kök kanal dolgu materyallerinin uzaklaştırılması ve kökün apikal bölgesine erişimin sağlanması amaçlanmaktadır.

Guta-perka, kök kanal dolgu materyalleri arasında en yaygın kullanılan ve en fazla kabul gören materyal olma özelliğine sahiptir. Kök kanal sisteminin doldurulmasında genellikle siman veya kanal patı ile birlikte kullanılmaktadır. Bu nedenle, RT vakalarında

uzaklaştırılmasında en fazla çaba gerektiren dolgu materyali olarak öne çıkmaktadır.²³ Guta-perka, kök kanallarından mekanik veya kimyasal yöntemlerle; ısı uygulaması, çözücü kullanımı, ultrasonik aktivasyon, manuel el eğeleri ya da NiTi döner sistemler yardımıyla uzaklaştırılabilir. Bu teknikler hekimin tercihine bağlı olarak tek başına kullanılabileceği gibi, vaka özelliklerine göre kombine edilerek de uygulanabilir. Ayrıca, seçilecek uzaklaştırma yönteminin belirlenmesinde mevcut kök kanal dolgusunun kalitesi de önemli bir rol oynamaktadır.²³

2.3. Kök Kanal İrrigasyonu

Endodontik tedavinin başarısında, kök kanal sistemi içerisinde bulunan mikroorganizmaların, nekrotik dokuların ve birikmiş sert doku kalıntılarının etkin bir şekilde ortadan kaldırılması büyük önem taşımaktadır. Ancak, uygulanan enstrümantasyon tekniğinden bağımsız olarak, kök kanal yüzeyinin %35'inden fazlasına mekanik olarak ulaşılamadığı bildirilmektedir.² Bu durum, kök kanal sisteminin yeterli düzeyde dezenfekte edilmesini sağlamak amacıyla antimikrobiyal etkili irrigasyon solüsyonlarının kullanımını zorunlu hale getirmektedir. İrrigasyon sürecinin etkinliği, özellikle kök kanal anatomisinin karmaşıklığı göz önüne alındığında, tedavi başarısını doğrudan etkileyen kritik bir faktör olarak değerlendirilmektedir.^{2,24}

İrrigasyon; mekanik, kimyasal ve biyolojik etkileri sayesinde başarılı bir kök kanal tedavisinin vazgeçilmez bir bileşenidir.²⁵

2.3.1. İrrigasyon solüsyonları

Tablo 2. 1. Kök Kanal İrrigantlarının Sınıflandırılması

Sınıf	Örnek Solüsyonlar
Alkalın Solüsyonlar	Sodyum hipoklorit (NaOCl)
Asidik Solüsyonlar	EDTA, Maleik asit, Sitrik asit
Oksitleyici Solüsyonlar	Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂), Sodyum perborat
Klorheksidin Bazlı Solüsyonlar	%2 Klorheksidin Glukonat (CHX), CHX jel
Yüzey Aktif Madde İçeren Solüsyonlar	QMix, MTAD, Tetraclean
İyot Bileşikleri	İyodin-Potasyum iyodür (IKI)
Zayıf Asit Solüsyonlar	HEBP (Etidronik asit), Etanol bazlı çözücüler
Antiseptik Solüsyonlar	Octenidin, Benzalkonyum klorür (BAC)
İnert Solüsyonlar (Taşıyıcı/İnaktif)	Salin (serum fizyolojik), Distile su

2.3.1.1. Sodyum hipoklorit

Endodontik tedavilerde en yaygın olarak kullanılan irrigasyon solüsyonu olan NaOCl, mükemmel antimikrobiyal ve proteolitik özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir. NaOCl'nin geniş spektrumlu antibakteriyel etkinliğinin yanı sıra, sporlar ve virüsler üzerinde de etkili olduğu bildirilmiştir. Bu çok yönlü antimikrobiyal etki, kök kanal sistemindeki patojenik mikroorganizmaların ortadan kaldırılmasında önemli bir rol oynamakta ve tedavi başarısına katkı sağlamaktadır.²⁶

Kök kanal tedavisinde NaOCl yaygın olarak %0,5 ile %5,25 arasındaki konsantrasyonlarda kullanılmaktadır.²⁷ NaOCl'nin, ucuz ve kolay ulaşılabilir olması, raf ömrünün uzunluğu ve benzer konsantrasyonlarda diğer klorin içerikli solüsyonlardan daha etkili olması, lubrikant etkinliği, dentin duvarlarına kolayca penetre olabilmesi yaygın olarak kullanılmasında etkili olan diğer faktörlerdendir.²⁸ Bu avantajlarının

yanında; toksik oluşu, stabil olmaması, hoş olmayan kokusu, smear tabakasının sadece organik dokusunu uzaklaştırması gibi dezavantajları bulunmaktadır.²⁹

2.3.1.2. Salin Solüsyonu

Salin, mükemmel biyouyumluluğa sahip bir solüsyon olmasına rağmen, antimikrobiyal ve doku çözme etkinliği bulunmadığı için ana irrigasyon solüsyonu olarak kullanılması tavsiye edilmemektedir.³⁰ Ayrıca, birçok çalışma kök kanal preparasyonunda kontrol grubu olarak etkisiz bir irrigan olan salin solüsyonunu tercih etmektedir. Test edilen antimikrobiyal maddeler arasında fark olmasa bile, önemli ölçüde bakteri azalması sağladığı görülmüştür.^{31,32}

2.3.1.3. Klorheksidin

CHX, ağız boşluğunda kimyasal plak kontrolü amacıyla yaygın şekilde kullanılan güçlü bir antiseptiktir.³³ Bu amaçla genellikle %0,1 ila %0,2'lik sulu solüsyonları önerilirken, %2'lik konsantrasyonlar ise endodontik literatürde kök kanal irrigasyon solüsyonu olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır.³⁴ CHX, geniş spektrumlu antimikrobiyal etkisi, kalıcılığı ve düşük toksisitesi nedeniyle kök kanal irrigasyonunda tercih edilen bir ajan olarak önerilmiştir. Bununla birlikte, CHX'in doku çözme özelliğinin bulunmaması, en önemli dezavantajı olarak belirtilmektedir.³⁵

2.3.1.4. EDTA

Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA), dentindeki kalsiyum iyonları ile reaksiyona girerek çözünür ve kalsiyum şelatları oluşturur. KT sırasında, EDTA yaklaşık 5 dakika (dk) içinde intertübüler dentinde 20-30 µm derinliğe kadar demineralizasyon sağlar. Ancak, 24 saatten fazla maruz kalmaya rağmen etkisi 50 µm ile sınırlı kalmaktadır. Kök kanal duvarlarından smear tabakasını etkili bir şekilde ortadan kaldırmak amacıyla,

%17 EDTA ile 3 dk süren final irrigasyonu önerilmektedir. Bununla birlikte, bazı araştırmacılar 1 dakikalık uygulamanın da etkili olduğunu belirtmiştir.³⁶

2.3.1.5. HEBP

HEBP 1-Hidroksietiliden-1,1-bisfosfonat (HEBP), aynı zamanda etidronik asit olarak da adlandırılır ve proteolitik veya antimikrobiyal özelliklerini etkilemeden NaOCl ile kombinasyon halinde kullanılabilen bir şelatördür.³⁷ Bununla birlikte, EDTA'nın aksine, HEBP zayıf bir inorganik doku çözücü madde olduğundan dolayı son irrigasyon ajanı olarak kullanılamamaktadır. Bu nedenle, HEBP'nin daha etkili bir kök kanal irrigasyonu sağlamak amacıyla NaOCl ile karıştırılarak kullanılması önerilmektedir.³⁸

2.3.1.6. QMIX

QMIX, 2011 yılında piyasaya sunulmuştur. QMIX, kök kanal irrigasyonu için tanıtılan yeni kombinasyon ürünlerinden biridir. Üretici firma, bu ürünün NaOCl irrigasyonundan sonra, enstrümantasyonun tamamlanmasının ardından kullanılmasını önermektedir.^{39,40}

2.3.1.7. MTAD

2003 yılında Loma Linda Üniversitesi'nde Torabinejad ve Johnson tarafından tanıtılan Mixture of Tetracycline Isomer, Acid, Detergent (MTAD), geniş spektrumlu bir antibiyotik olan %3'lük doksisisiklin, bir demineralizasyon ajanı olan %4,25'lik sitrik asit ve %0,5 polisorbat 80 deterjandan (Tween 80) oluşan aköz bir solüsyondur.⁴¹

2.3.1.8. Tetraclean

Tetraclean (Ogna Laboratori Farmaceutici, Muggò (MI), İtalya), sitrik asit, doksisisiklin ve deterjanın bir karışımından oluşmaktadır. Bu solüsyonda kullanılan antibiyotik konsantrasyonu (doksisisiklin- 50 mg/ml) ve deterjan türü (propilen glikol), MTAD' dakilerden farklılık göstermektedir. Tetraclean, organik dokuyu çözücü özelliğe

sahip değildir ve kemomekanik hazırlığın sonunda NaOCl uygulamasından sonra kullanılması tavsiye edilmektedir.^{42,43}

2.3.1.9. Maleik asit

Maleik asit, adeziv dış hekimliğinde asit düzenleyici olarak kullanılan hafif bir organik asittir.

2.3.1.10. İyodin potasyum iyodür (IKI)

İyot-potasyum-iyodür (IKI), endodontik bir irrigasyon maddesi olarak kullanılmıştır. Mükemmel antimikrobiyal aktiviteye ve düşük toksisiteye sahip olan bu madde, %2 iyot veya %4 potasyum iyodür şeklinde bulunmaktadır.⁴⁴ İyot-potasyum-iyodür dentinde renklenmeye ve alerjik reaksiyona neden olabileceğinden kullanmadan önce hastanın alerji öyküsü alınmalı ve renklenme konusunda bilgilendirilmelidir.⁴⁵

2.3.1.11. Oktenidin

Oktenidin hidroklorür, antimikrobiyal etkileri ve düşük sitotoksitesi nedeniyle alternatif bir endodontik irrigasyon maddesi olarak önerilmiştir.⁴⁶

2.3.2. Solüsyonun Aktivasyonu

Kök kanal tedavisinde en yaygın kullanılan irrigasyon yöntemi geleneksel iğne irrigasyonudur. Ancak, bu yöntemin uygulanması sırasında irrigasyon solüsyonlarının, karmaşık yapıya sahip kök kanal sistemi içerisinde yer alan yan kanallar, isthmuslar ve dentin tübülleri gibi detaylı anatomik bölgelere iletilmesinde zorluklar yaşandığı bilinmektedir. Özellikle ana kanalın apikal üçte birlik bölümüne ulaşım sağlamakta yetersiz kalması, bu yöntemin etkinliğini sınırlayan bir faktör olarak değerlendirilmektedir.⁴⁷ Bu sınırlamaların üstesinden gelmek ve kullanılan irrigasyon solüsyonunun etkinliğini artırmak amacıyla, irrigasyon aktivasyon yöntemleri geliştirilmiştir. Bu aktivasyon yöntemleri, kök kanal düzensizliklerine irrigasyon

solüsyonlarının daha homojen dağılımını sağlamakta ve böylelikle tedavi etkinliğini artırmaktadır. ^{48,49}

Tablo 2. 2. Aktivasyon Sistemlerinin Sınıflandırılması

Geleneksel İğne ile İrrigasyon

Manuel Dinamik Aktivasyon

Apikal Negatif Basıncı İrrigasyon

Hidrodinamik Basıncı (Pozitif Basıncı)

Özel Endodontik Eğeler

SAF

Polimer Cihazlar

Sonik Aktivasyon

EndoActivator, EDDY, Vibringe, Rispisonic

Ultrasonik Aktivasyon

Ultrasonik Enstrümantasyon (UI)
Pasif Ultrasonik Aktivasyon (PUI)
-Sürekli Ultrasonik Aktivasyon
-Aralıklı Ultrasonik Aktivasyon

Lazer Destekli İrrigasyon Teknikleri

Er:YAG Lazer Tabanlı Yöntemler
-PIPS
-SWEEPS
Er, Cr: YSGG Lazer Aktivasyonu
Diode Lazer Aktivasyonu
Nd: YAG Lazer Aktivasyonu
KTP Lazer Aktivasyonu

GentleWave İrrigasyon Sistemi

2.4. Aktivasyon Sistemleri

Günümüzde, irrigasyon aktivasyonu için hem otomatik sistemler hem de manuel yöntemler mevcuttur. Farklı aktivasyon yöntemleri arasında manuel dinamik aktivasyon,

pasif ultrasonik aktivasyon (PUI) ve sonik aktivasyon (SA), en yaygın kullanılan ve en çok incelenen teknikler arasında yer almaktadır.⁵⁰

2.4.1. Geleneksel İğne ile İrrigasyon

Farklı çaplarda iğneler, pasif veya titreşimli şekilde kullanılabilir. Bu teknikte, iğnenin penetrasyon derinliği ve irrigasyon sıvısının hacmi kolayca kontrol edilebilir. Ancak, irrigasyon sırasında sıvı akış hızının kontrolü ve bu tekniğin dezavantajıdır.⁵¹ Geleneksel iğne ile irrigasyon sırasında, solüsyonun yenilenmesi ve değişimi iğne ucundan yaklaşık 1-1,5 mm apikal bölgede gerçekleşmektedir.⁵²

2.4.2. Manuel Dinamik Aktivasyon

Manuel dinamik aktivasyon, ek ekipman gerektirmeyen ve düşük maliyetli bir tekniktir. Bu aktivasyon sistemi, prepare edilmiş kanalda çalışma uzunluğuna göre ayarlanmış, uyum sağlayan bir güta perka konisi, el aletleri ve fırçaların tekrar tekrar yerleştirilmesinden oluşur. Bu işlem, yaklaşık 1 dk boyunca 100 darbe frekansında ve 2 mm amplitüde sahip kısa uzunlamasına itme/çekme hareketleri ile gerçekleştirilir. Bu süreç, kök kanal sistemi boyunca irriganın yer değiştirmesini sağlayarak hidrodinamik bir etki oluşturur.⁵³

2.4.3. Negatif Apikal Basıncılı İrrigasyon

Bu yöntemde, irriganlar pulpa odasına bir şırınga ve iğne yardımıyla iletilir ve çalışma boyuna yakın bir noktaya yerleştirilen ince bir emici uç, irriganı kanala yönlendiren gerekli negatif basıncı oluşturur.⁵⁴ Negatif basınçlı sistemlere EndoVac sistem, apikal negatif basınçlı irrigasyon, İVac apikal negatif basınçlı irrigasyon ve aktivasyon sistemlerini örnek verebiliriz.

2.4.4. Hidrodinamik Basınç (Pozitif Basınç)

RinsEndo cihazı (Dürr Dental GmbH, Bietigheim-Bissingen, Almanya), hidrodinamik basınç altında eşzamanlı olarak irrigasyon ve aspirasyon yapan ve bu işlemi otomatik olarak aktive eden bir hidrodinamik kök kanal irrigasyon mekanizmasıdır.⁵⁵

2.4.5. Özel Endodontik Eğeler

Kimyasal ve mekanik preparasyon sırasında irrigasyon ve dezenfeksiyon etkinliğini artırmak amacıyla geliştirilmiş özel endodontik eğeler bulunmaktadır. Bu eğeler arasında Self Adjusting File ve XP Endo Finisher gibi sistemler de yer almaktadır.

2.4.6. Self-Adjusting File (SAF)

SAF, esas olarak oval kök kanallarıyla ilgili sorunu çözmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu sistem, farklı kesit yapılarına sahip kök kanallarında döner ve resiprokal ege sistemlerinin yetersiz kaldığı durumları aşmayı amaçlamaktadır. SAF, ince duvarlı kafes yapısında, içi boş tüp şeklinde tasarlanmış bir NiTi alettir. Kanala yerleştirildiğinde, 1.5 mm çapından #20 K eğesinin boyutlarına kadar sıkıştırılabilir.^{56,57} Alet, rotasyon hareketini 0.4 mm genişliğinde ileri-geri doğrusal titreşimlere dönüştüren özel bir anguldurva başlığı ile birlikte kullanılmaktadır. Son derece sıkıştırılabilir ve elastik yapısı sayesinde SAF, oval kanallar da dahil olmak üzere her türlü kök kanalının kesit şekline uyum sağlayabilmektedir. SAF, içi boş yapısı sayesinde bir peristaltik pompa aracılığıyla sağlanan kesintisiz irrigasyonla birlikte kullanılmaktadır.^{56,57}

2.4.7. Polimer Cihazlar

EasyClean sistemi (Easy Dental Equipment, Belo Horizonte, MG, Brezilya), #25 boyutunda, 0.4 koniklik oranına sahip bir akrilonitril-bütadien-stiren (ABS) polimer cihazıdır. Uçak kanadı şeklinde bir enine kesite sahip olan bu cihaz, saat yönünde 180° ve saat yönünün tersinde 90° olmak üzere karşılıklı hareketlerle veya sürekli dönme

hareketiyle çalışmaktadır. EasyClean sisteminin temel prensibi, kimyasal irriganın mekanik olarak karıştırılması ve bu sayede kanal duvarlarına yapışan debris ve smear tabakasının mekanik olarak yerinden çıkarılmasını sağlamaktır.⁵⁸

2.4.8. Sonik İrrigasyon

Sonik enstrümantasyon, endodontik tedavide ilk kez 1985 yılında Tronstad ve ark.⁵⁹ tarafından uygulanmıştır. Apikal dallanmaların kimyasal dezenfeksiyonu, debris ve smear tabakasının uzaklaştırılması yönünden sonik aktivasyon sistemlerinin, geleneksel enjektörle yapılan irrigasyona kıyasla daha üstün sonuçlar sağladığı bildirilmektedir.⁶⁰ SA'nın PUI'dan farklılıkları, daha düşük bir frekansta (1-6 kHz) çalışır, daha küçük kesme gerilimi oluşturur ve bunun yanında daha yüksek amplitüd (yatay uç hareketi) üretmesidir.⁶¹ Sonik cihazların osilasyon desenleri, ultrasonik cihazlarla karşılaştırıldığında belirgin farklılıklar göstermektedir. Sonik cihazlarda, osilasyonun minimum amplitüdü bir nodu temsil ederken, maksimum amplitüd bir antinodu ifade etmektedir. Sonik olarak aktive edilen uçlarda, uca yakın bir nod ve serbest uç kısmında bir antinod bulunması karakteristiktir. Sonik hareketin sınırlı olduğu durumlarda, lateral osilasyonun kaybolması ve yalnızca uzunlamasına titreşimin meydana gelmesi söz konusudur. Bu titreşim modu, kök kanalının temizlenmesinde özellikle etkili olarak değerlendirilmektedir, zira birikme olasılığı büyük ölçüde düşük olup, yüksek yer değiştirme amplitüdleri sergilemektedir.⁴⁹ Günümüzde kullanılan sonik aktivasyon cihazları, osilatör akış dinamiklerini üretme kapasitesine sahiptir. Bu cihazlar, farklı tipte uçlarla birlikte kullanılabilir. Bunlar arasında, metal eğeler (örneğin, Rispisonic ve Shapersonic eğeler; Micro-Mega, Besancon, Fransa), geleneksel havalandırılmış iğne uçları (örneğin, Vibringe; Cavex Holland BV, Haarlem, Hollanda) ve tek kullanımlık polimer uçlar (örneğin, EndoActivator; (Dentsply Sirona, Ballaigues, İsviçre) ve EDDY; (VDW, Münih, Almanya)) yer almaktadır.⁶²

2.4.8.1. Easydo Aktivator Cihazı

EndoActivator sistemi (Dentsply Sirona, Ballaigues, İsviçre) taşınabilir, kablosuz bir el aleti olup, 1–10 kHz frekansta osilasyon yapan yüksek derecede esnek bir polimer uca sahiptir.⁴⁹ Bu tek kullanımlık uçlar, 15/0.2, 25/0.4 ve 35/0.4 olmak üzere üç farklı çapta mevcuttur. Düz ve kesici özelliğe sahip olmayan bu uçlar, kanal içi sıvının güvenli ve etkili bir şekilde aktivasyonunu sağlar. Ucun yatay hareketiyle üretilen kısa dikey darbeler, kök kanalında güçlü bir hidrodinamik etkinin sinerjik olarak ortaya çıkmasına olanak tanır. Bu durum, sıvının kök kanalının erişilemeyen bölgelerine lateral penetrasyonunu, dolaşımını ve akışını artırarak temizlik etkinliğini optimize eder.⁶³ EndoActivator sisteminde kullanılan polimer uçların potansiyel bir dezavantajı, radyolüsent olmalarıdır. Bu uçlar tek kullanımlık olup, kullanım sırasında kolayca deforme olmaz ve kırılmaz; ancak, uçların bir kısmı kanalda kırıldığında, radyolojik olarak tanımlanması güçleşebilir.⁴⁹

2.4.9. Ultrasonik Aktivasyon

Ultrasonik cihazların endodontide kullanımı, ilk olarak Richman tarafından önerilmiştir.⁶⁴ Ultrason, sesle aynı yapısal özelliklere sahip olup, insan kulağının algılayamayacağı (yaklaşık 20.000 Hz) frekansta titreşim veya akustik dalga olarak tanımlanmaktadır.⁶⁵

Ultrasonikler, endodontik uygulamalarda; giriş kavitesinin hazırlanması, irrigasyon aktivasyonu, RT sırasında gütä perka sökümü, retrograd kavite preparasyonu, post sökümleri, kanal içerisinden kırık alet çıkarılması ve kalsifiye olmuş kanalların tespiti gibi işlemlerde yardımcı olarak kullanılmaktadır.⁶⁶

Literatürde iki tip ultrasonik irrigasyon tanımlanmıştır. Birinci tip, irrigasyon ile enstrümantasyonun eşzamanlı olarak gerçekleştirildiği ultrasonik enstrümantasyon (UI),

ikincisi ise enstrümantasyon olmadan yalnızca irrigasyon aktivasyonunun yapıldığı pasif ultrasonik aktivasyondur (PUI).⁶⁷

2.4.9.1. Ultrasonik Enstrümantasyon (UI)

Ultrasonik enstrümantasyon, endodontik tedavide ilk olarak 1957 yılında kullanılmaya başlanmıştır.⁶⁴ UI sırasında uç, kök kanal duvarlarıyla temas halinde olduğu için akustik dalgalanmanın etkisi azalmakta ve kök kanal sistemlerinin etkin temizlenmesi sağlanamamaktadır.⁶⁸ Ayrıca, ultrasonik eğeler dar ve kavisli kanallarda kullanıldığında, kanal içerisindeki kavis yapıya takılması sonucu vibrasyon hareketi ve temizlik etkinliği azalmakta; bu durum aynı zamanda kök kanallarında perforasyon veya basamak oluşumuna yol açabilmektedir. Bu nedenlerle, ultrasonik cihazların preparasyon tamamlandıktan sonra ve geniş kök kanallarında kullanılması önerilmektedir.⁶⁹ Son olarak, yapılan çalışmalar UI'nın, kök kanal sisteminden pulpa doku artıklarını ve smear tabakasını uzaklaştırmada, PUI'ya göre daha az etkili olduğunu göstermiştir.⁶⁸

2.4.9.2. Pasif Ultrasonik Aktivasyon

PUI, endodontik uygulamalarda en yaygın kullanılan irrigasyon aktivasyon tekniklerinden biridir. "Pasif" ifadesi, yöntemin, ultrasonik titreşimle çalışan uca yönelik, kesici özelliği olmayan bir etki ürettiğini belirtir; bu süreç, aslında aktif bir etki ortaya koymaktadır.⁷⁰ Bu irrigasyon yöntemi, kök kanalının şekillendirme aşaması tamamlandıktan sonra, dolum öncesinde uygulanır. Aktivasyon aşamasında, kök kanalına küçük çaplı, kesici özelliği bulunmayan bir metal uç yerleştirilir ve bu uç serbestçe titreşir. Ultrasonik osilasyon frekansı genellikle 25–40 kHz aralığında, manyetostriktif veya piezoelektrik cihazlar kullanılarak sağlanır. Bu titreşim, metal uçtan irrigasyon solüsyonuna enerji aktarımını temin etmek amacıyla gereklidir. Uç veya eğe, kanalın apikal bölgesine (çalışma uzunluğundan yaklaşık 2 mm kısa olacak şekilde) yerleştirilir ve dentin duvarlarına temas etmemelidir.^{50,71} Ayrıca, ultrasonik destekli irrigasyonun

etkili olabilmesi için, uca ait çapın üç katı büyüklüğündeki bir alanda çalışılması önerilmektedir⁷².

Ultrasonik titreşim, kök kanal temizliğinin etkinliğini artırmak amacıyla akustik akış (veya mikroakış) ve hidrodinamik kavitasyon oluşturur. Akustik akış, titreşim uygulanan uç çevresindeki sıvının dairesel hareket etmesiyle meydana gelir. Yüksek frekanslı titreşim altında, çok sayıda nod ve antinod oluşarak yoğun bir akustik mikroakış sağlar. Kavitasyon ise sıvı içerisindeki basınç değişimleri sonucu anlık boşlukların oluşmasıdır. Ultrasonik aktivasyon sırasında, inert ve inert olmayan olmak üzere iki tür kavitasyon kabarcığı meydana gelir. İnert olmayan kabarcıklar, düşük genlikte ultrasonik titreşime maruz kaldıklarında lineer pulsasyonlar sergiler; inert kabarcıklar ise yüksek enerjili pulsasyonlara maruz kalarak çökmeleri sırasında güçlü şok dalgaları üretir.⁷³ Kök kanallarında, inert olmayan kabarcıklar ve akustik mikroakışın etkisi daha belirginken, inert kabarcıklar ve kavitasyonun etkisi, yüksek enerji uygulamalarında yalnızca uca sınırlı olarak, minimal düzeyde meydana gelebilmektedir.^{73,74}

Kanal başına 1 dakikalık ultrasonik aktivasyon, üç döngü halinde 10–20 saniyelik periyotlarla ve her döngü arasında irrigasyon solüsyonunun yenilenmesi suretiyle uygulandığında optimal kabul edilmektedir.⁶² Daha kısa aktivasyon süreleri, eğenin kanal merkezinde tutulmasını kolaylaştırmakta ve böylece eğenin duvarlarla temasını önlemektedir.⁶⁵ Ancak, PUI'nin etkinliği, cihazın güç yoğunluğu, kanal içerisindeki serbest alan ve eğeye müdahale olmaması gibi parametrelere bağlıdır. Kök kanalının anatomik özellikleri göz önüne alındığında, ultrasonik aktivasyon apikal bölgede, servikal bölgeye kıyasla daha düşük etki gösterebilir.⁷⁵ Ayrıca, üretici tarafından önerilen güç ayarları ve kanal genişliğinin #35/06 veya 04'e kadar genişletilmesine rağmen, apikal bölgede eğenin duvarlara temas etmesi sonucu PUI ile kontrolsüz dentinin uzaklaştırılması gözlemlenebilmektedir.⁷⁶

Sürekli Ultrasonik Aktivasyon

Sürekli ultrasonik aktivasyon, kök kanalında sürekli taze bir irrigasyon çözeltisinin sağlanmasını mümkün kılar; bu durum, kanal yüzeyinde biriken biofilm bakterilerinin fiziki olarak uzaklaştırılmasını artırmakta ve ultrasonik irrigasyon süresini kısaltmaktadır. Sürekli ultrasonik aktivasyon, irrigasyon cihazına doğrudan bağlanmış bir ultrasonik uca bağlı olarak çalışır; bu sayede irrigasyon çözeltisi sürekli sağlanır ve uç, kök kanalında eş zamanlı olarak aktive edilir.⁵⁸ Ayrıca, bu yöntem, apikal 3 mm boyunca yüksek sıvı hızı ve kesme stresi üreterek, kanal yüzeyindeki biofilm bakterilerinin fiziki olarak uzaklaştırılmasında iyileşme sağlamaktadır.⁷⁷

Aralıklı Ultrasonik Aktivasyon

Aralıklı ultrasonik aktivasyon yönteminde, irrigasyon solüsyonu bir enjektör aracılığıyla kök kanalına enjekte edilir; ardından kanal içerisindeki sıvı, ultrasonik cihaz tarafından aktive edilir. Enjektörün penetrasyon derinliği ve irrigasyon solüsyonunun hacmi, apikal bölgeden geçen solüsyon miktarını kontrol eder. Bu nedenle, aralıklı ultrasonik irrigasyon sırasında aktive edilen solüsyon miktarı daha düşük olup, sürekli kök kanal irrigasyonu, solüsyonun yenilenmesi ve aktive edilmesi yöntemleri ile karşılaştırıldığında sınırlı temizlik etkinliğine katkıda bulunmaktadır.⁷⁸

2.4.10. Lazer Destekli İrrigasyon Teknikleri

2.4.10.1. Er: YAG Lazer Tabanlı Yöntemler

Erbium ile kombine edilmiş yttrium-aluminum-garnet (Er:YAG) kristal yapısına sahip ve 2940 nm dalga boyunda çalışan lazerlerdir. Bu lazerler, su ve hidroksiapatit tarafından yüksek oranda emilirken, melanin ve hemoglobin gibi pigment yapıları tarafından emilmezler.⁷⁹ Su içeriğinin yüksek olduğu yumuşak dokularda etkili olmaları nedeniyle geniş bir uygulama yelpazesi bulmuşlardır. Ancak, hemostatik etkinlikleri

sınırlıdır.⁸⁰ Çürük temizliği, sert doku işlemleri, kavite hazırlığı, dentin hassasiyetinin azaltılması, kök kanal dezenfeksiyonu, yumuşak ve sert doku cerrahileri ile apikal rezeksiyon gibi çok sayıda klinik endikasyonda kullanılmaktadır.⁸¹⁻⁸³

Er:YAG lazer ışını, organik dokulardaki su molekülleri tarafından etkin şekilde absorbe edilir. Bu absorpsiyon sonucunda ortaya çıkan enerji, dokular içinde iç basınç oluşturarak ablasyon mekanizmasını tetikler; bu da çevre dokularda mikro patlamalar ve kademeli doku parçalanmaları ile sonuçlanır. Çürük dentindeki su oranının artmış olması, lezyonun ablasyona karşı daha duyarlı hale gelmesine neden olur ve bu durum Er:YAG lazerin çürük dokusunun uzaklaştırılmasındaki etkinliğini açıklar.⁸⁴ Sert doku işlemleri sırasında sınırlı bir ısı artışı gözlenebilir; bu nedenle, çevre dokuların termal zarar görmesini önlemek amacıyla sisteme su soğutma ünitesi entegre edilmiştir.⁸⁵

Son yıllarda, kök kanal tedavilerinde Er:YAG lazer sistemleri ile birlikte kullanılan ve ‘Foton-İndüklü Fotoakustik Dalgalanma’ (PIPS) ve ‘Şok Dalgası ile Güçlendirilmiş Emisyon Fotoakustik Akış’ (SWEEPS) prensibine dayanan yeni bir irrigasyon yöntemleri geliştirilmiştir.

PIPS

PIPS, endodontide yaygın olarak kullanılan irrigasyon solüsyonlarını düşük enerjili Er:YAG lazer ile aktive eden bir lazer aktivasyon tekniğidir.⁸⁶ Su molekülünü kromofor olarak hedefleyen bu lazer dalga boyu, optimum sonuçlar elde etmek açısından en uygun seçenektir; çünkü su, irrigasyon solüsyonlarının taşıyıcısı olup, lazer-doku etkileşiminden kaynaklanan termal bileşenleri minimize eder.⁸⁷

Er:YAG lazer, sulu bir ortamda ateşlendiğinde irrigasyon sıvısı lokal olarak ve anında kaynama noktasının ötesinde ısıtılır; her darbe sırasında fiber optik ucunun sonunda bir buhar kabarcığı oluşmaya başlar. Bu buhar kabarcığı maksimum hacme

ulaştıktan sonra çöker ve ardışık kavitasyon etkisi yaratır. Bu fenomen, irrigasyonun kök kanal sistemi boyunca üç boyutlu olarak akmasını sağlayan türbülanslı fotoakustik karışım üretir ve smear tabakasının etkili bir şekilde uzaklaştırılmasına olanak tanır.⁸⁸ Ayrıca, Er:YAG lazer, su moleküllerini ayrıştırarak hidroksil iyonları oluşturur; bu da antimikrobiyal etkinin daha da güçlenmesini sağlar.⁸⁷ Geleneksel irrigasyona kıyasla, bu teknik irrigasyon solüsyonunun dentin tübüllerine daha fazla nüfuz etmesine olanak tanır; böylece smear tabakası, debris, kanal içi ilaçları veya bakterilerin kök kanal duvarlarından uzaklaştırılmasında önemli bir avantaj sağlar.⁸⁹

SWEEPS

SWEEPS, irrigasyon solüsyonlarıyla doldurulmuş giriş kavitesine yerleştirilen lazer fiber optik bir uçtan, solüsyona darbeli lazer ışığı yayan bir tekniktir. PIPS, her yayım döngüsünde kare dalga formuna sahip tek bir lazer darbesi üretirken, SWEEPS, lazer kaynaklı kabarcıkların çökme hızını arttırmak için ideal zaman aralığında senkronize edilmiş ultra kısa darbe çiftleri kullanır.⁹⁰

2.4.10.2. Er, Cr: YSGG Lazer Aktivasyonu

Erbiyum, krom: yttrium skandiyum galyum garnet (Er,Cr:YSGG) lazer, aktif ortam olarak yttrium-skandiyum-granat kristali içerir (2790 µm). Bu lazer tipi su ve hidroksiapatit tarafından yüksek düzeyde absorbe edilir. Bu özellikleri sayesinde, çürük dokusunun uzaklaştırılması ve diş preparasyonu sırasında etkili bir şekilde kullanılabilir. Uygulama esnasında genellikle su spreyi ile birlikte kullanılırlar. Bu lazerlerin en önemli avantajlarından biri, gingivaya yakın konumlanan çürük lezyonlarının kolaylıkla tedavi edilebilmesi ve aynı cihazla yumuşak dokularda da şekillendirme yapılabilmesidir.^{91,92}

2.4.10.3. Diode Lazer Aktivasyonu

Gallium-alüminyum-arsenid bileşiminden oluşan, katı halde bulunan yarı iletken diyot lazerler; 600–1200 nm dalga boyu aralığında çalışan, devamlı ya da atımlı modda ve temaslı ya da temassız olarak kullanılabilen yumuşak doku lazerleridir ve diş hekimliğinde yumuşak doku insizyonları, periodontal tedaviler, dentin hassasiyetinin giderilmesi, kavite ve kök kanalı dezenfeksiyonu ile diş beyazlatma gibi çeşitli uygulama alanlarına sahiptir .^{93,94}

2.4.10.4. Nd: YAG Lazer Aktivasyonu

Lazer ışığının fiberoptik sistem aracılığıyla iletildiği, serbest hareket kabiliyetine sahip atımlı dalga formlu lazerlerdir. Bu lazerler genellikle dokuyla temas halinde kullanılmakla birlikte, temassız uygulamalarda yalnızca birkaç milimetrelik (mm) penetrasyon sağlayabildikleri için sınırlı endikasyonlara sahiptir. Bu bağlamda, temassız kullanım durumlarında hemostazın sağlanması, aftöz ülserlerin tedavisi ya da dentin hassasiyetinin azaltılması gibi uygulama alanları öne çıkmaktadır.⁸¹

Diş hekimliğinde geliştirilen ilk lazer sistemi olan Nd:YAG lazerin, dental alanda kullanımına yönelik çok sayıda kapsamlı çalışma bulunmaktadır. Bu lazer sisteminde dalga boyu 1064 nm olarak tanımlanmıştır. Pigment içeriği yüksek dokular tarafından yüksek oranda emilirken, su tarafından absorpsiyonu ise argon lazere kıyasla yaklaşık 10.000 kat daha fazladır. Dental yumuşak dokuların kesilmesi ve güçlü hemostatik özellikleriyle koagülasyon sağlanması, Nd:YAG lazerin en yaygın kullanım alanları arasında yer almaktadır.⁹⁵

2.4.10.5. KTP Lazer Aktivasyon

KTP lazer, dalga boyu yarıya indirilmiş bir Nd:YAG lazer çeşidi olup, 532 nm dalga boyunda çalışmaktadır. Nd:YAG lazerin fototermal etkisi sayesinde periodontal yumuşak doku tedavilerinde kullanılmasının yanı sıra, güçlü hemostatik ve bakterisit

özellikleri nedeniyle cerrahi uygulamalarda da tercih edilmektedir. Bu lazerin doku penetrasyon derinliği yaklaşık 1–2 mm'dir (121).⁹⁶ KTP lazerin maksimum çıkış gücü 5 W olup, lazer ışığı 200 µm çapındaki fiber optik kablo aracılığıyla hedef dokuya iletilmektedir. Kök kanal dezenfeksiyonu uygulamalarında genellikle tekrarlayan atımlı dalga modu kullanılmaktadır. Başlangıçta diş beyazlatma işlemleri için geliştirilen KTP lazer, zamanla diş hekimliği ve endodontinin farklı alanlarında da uygulama alanı bulmuştur.⁹⁶

2.4.11. Gentlewave İrrigasyon Sistemi

GentleWave (GW) irrigasyon sistemi (Sonendo, Inc., Laguna Hills, CA, ABD), minimal şekillendirme yapılmış kök kanalını temizlemek ve dezenfekte etmek amacıyla geliştirilmiş bir cihazdır. GW sistemi, Multisonic teknolojisini uygulayarak aynı anda birden fazla akustik frekans üretmektedir. Bu teknoloji, optimize edilmiş solüsyonlarla birleştirildiğinde, kök kanal sisteminin tamamının anatomik karmaşıklıklardan bağımsız olarak etkili bir şekilde temizlenmesini ve dezenfekte edilmesini sağlamaktadır.^{97,98}

2.5. Ağrı

Uluslararası Ağrı Araştırmaları Derneği (IASP) tarafından yapılan tanıma göre, "ağrı, olası veya mevcut doku hasarına eşlik eden veya bu hasar ile tanımlanabilen, hoş olmayan duyuşsal ve emosyonel bir deneyimdir." Her birey, yaşamı boyunca edindiği deneyimler doğrultusunda ağrıyı algılar. Ağrı, bir hastalık olarak kabul edilmez ve her zaman subjektif bir deneyimdir. Farklı koşullar altında, bireylerin ağrıya verdikleri yanıtlar değişkenlik gösterebilmektedir.⁹⁹

2.5.1. Dental Ağrının Algılanma Mekanizması

Ağrı hastalar tarafından sırasıyla 3 aşamada algılanmaktadır.¹⁰⁰

Periferde doku hasarına sebep olan bir uyarının tespiti: Pulpa dokusunda ağrıyı algılayan iki temel nosiseptör tipi bulunmaktadır: C-fiberler ve A δ -fiberler. Genel olarak nosiseptif özellik gösteren bu pulpal sinir lifleri arasında, bazı C-fiberleri postgangliyonik sempatik afferentler olarak pulpal kan akımının düzenlenmesinde rol oynamaktadır. Periodontal ligamente ulaşan enflamasyon ise, dokunma reseptörü işlevi gören ve periodontal ligamentte pulpaya kıyasla daha fazla bulunan A β -fiberleri tarafından algılanmaktadır. Bu mekanizma, perküsyon gibi mekanik uyarılarla ağrının daha lokalize bir şekilde hissedilmesini sağlamaktadır.¹⁰⁰

Omurilik seviyesinde bilginin işlenmesi: Periferik nosiseptörlerin aktivasyonu sonrasında sinir uyarıları santral sinir sistemine iletilmektedir. Primer afferent sinir liflerinin hücre gövdeleri trigeminal ganglionda yer almakta olup, buradan çıkan afferent lifler çeşitli nöropeptitlerin salınımını düzenleyerek ağrı iletim sürecinde rol oynamaktadır. Bu sinyaller, santral sinir sistemine iletilerek talamusa aktarılmakta ve merkezi ağrı algısı oluşturulmaktadır.¹⁰⁰

Serebral kortekste ağrının algılanması: Ağrı algısı, serebral korteks seviyesinde gerçekleşmektedir. Periferik nosiseptörlerden gelen impulslar, talamus aracılığıyla serebral kortekse iletilerek işlenir. Ağrı algısında bireyin önceki ağrı deneyimleri önemli bir rol oynar; geçmiş ağrı deneyimleri, yeni oluşan ağrı uyarılarının değerlendirilmesinde referans noktası olarak işlev görür. Bu mekanizma sayesinde, hastanın belirli bir uyarana karşı verdiği yanıt şekillenir ve ağrıya yönelik bireysel farklılıklar ortaya çıkabilir.¹⁰⁰

2.5.2. Endodontide Postoperatif Ağrı

KT sonrası ortaya çıkan ağrının en yaygın nedeni periradiküler dokularda gelişen enflamasyondur.^{3,101,102} Bu ağrının oluşumunda mekanik ve kimyasal yaralanmaların yanı sıra mikroorganizmalar da önemli rol oynamaktadır.^{101,102}

Hastalar, KT öncesinde, sırasında ve sonrasında değişen düzeylerde ağrı deneyimleyebilmektedir.^{103,104} Konuyla ilgili yayımlanmış bir sistematik derleme, kök kanal tedavisinin ardından ağrı prevalansının %3 ila %58 arasında değiştiğini rapor etmiştir.³

2.5.3. Endodontide Postoperatif Ağrının Sebepleri

Tablo 2. 3. Endodontide Postoperatif Ağrı Sebeplerinin Sınıflandırılması

Hasta ile İlgili Faktörler	-Yaş - Cinsiyet -Alerji -Anksiyete -Sistemik hastalıklar
Kök Kanalı ve Periapikal Dokularla İlgili Faktörler	- Preoperatif ağrı - Pulpanın durumu - Preoperatif şişlik - Periapikal lezyon
Endodontik Prosedürlerle İlgili Faktörler	-Yetersiz preparasyon ve obturasyon - İrrigasyon solüsyonu seçimi - Çalışma boyu tespit yöntemi - Kök kanal preparasyon tekniği - Rehber yol oluşturulması - Apikal açıklığın devam ettirilmesi - Foraminal genişletme - Kök kanal dolum tekniği - Anestezi

	-İrrigasyon tekniği
	-Retreatment
	- Seans sayısı
	- Taşkın preparasyon ve obturasyon
Hekim ile İlgili Faktörler	-Hekim becerisi

2.5.3.1. Hasta ile ilişkili faktörler

KT uygulanan hastalarda postoperatif ağrı, çeşitli faktörlerden etkilenen multifaktöriyel bir durumdur. Yaş, cinsiyet ve sistemik hastalık varlığı gibi demografik değişkenlerin postoperatif ağrı üzerindeki etkisine ilişkin yapılan çalışmalar tartışmalı sonuçlar bildirmektedir.^{105,106}

Yaş

Literatürde, yaş ve postoperatif ağrı arasındaki ilişki konusunda kesin bir görüş birliği bulunmamaktadır. Ali ve ark.¹⁰⁷ tarafından yapılan bir çalışmada, KT sonrasında yaş ortalaması daha yüksek olan bireylerde postoperatif ağrının daha sık gözlemlendiği rapor edilmiştir. Buna karşın, bazı çalışmalar genç hastaların yaşlı hastalara kıyasla daha fazla postoperatif ağrı yaşadığını bildirmektedir.^{101,108}

Cinsiyet

Cinsiyet hormonları, periferik ve merkezi sinir sisteminde bulunan ve ağrı iletimine aracılık eden reseptörler üzerinde etkili olmaktadır. Testosteron, östrojen ve progesteron hormonlarının bu reseptörler üzerinde antinosiseptif (nosiseptif: doku hasarına bağlı gelişen ağrı) etkileri olduğu bilinmektedir. Literatürde yapılan birçok çalışma KT sonrası oluşabilecek postoperatif ağrıya cinsiyetin etkisinin farklı sonuçlar ortaya koyduğunu bildirmiştir.¹⁰⁹⁻¹¹¹

Diş tipi

Dişin alveol kemiği üzerindeki konumunu değerlendiren birçok çalışmada, genel olarak anteriordan posteriora doğru ilerledikçe postoperatif ağrı seviyesinin arttığı bildirilmektedir.^{105,112-114}

Anestezi

Mandibular dişlerin tedavisinden önce uygulanan inferior alveolar sinir anestezişinin, infiltratif anesteziye göre teknik açıdan daha zor ve daha ağırlı olması, ayrıca bazı durumlarda tek başına yeterli gelmeyip ilave anestezi uygulamaların gerekmesi, postoperatif ağrı riskini artıran bir faktör olarak değerlendirilmektedir.¹¹³

Alerji

Torabinejad ve ark.¹¹⁵ alerji varlığının tedavi sonrası postoperatif ağrı oluşumunu tetiklediğini bildirmişlerdir. Buna karşın Walton ve Fouad yaptıkları çalışmada alerji ve postoperatif ağrı arasındaki ilişkinin anlamlı olmadığını bildirmişlerdir.¹¹⁶

Anksiyete

Çeşitli araştırma sonuçlarına göre anksiyete ile postoperatif ağrı arasında pozitif bir ilişki olduğu bildirilmiştir.^{113,117}

Sistemik hastalıklar

Torabinejad ve ark.'nın¹¹⁵ çalışmalarına göre, sistemik hastalıklar ile postoperatif ağrı arasında belirgin bir ilişki bulunmamaktadır. Walton ve Fouad da sistemik hastalıklar ile postoperatif ağrı arasında anlamlı bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir.¹¹⁶ Ancak, bazı çalışmalar kontrol altına alınmamış diyabet ile flare-up ve postoperatif ağrı arasında önemli bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır.^{118,119}

2.5.3.2. Kök kanalları ve periapikal dokuların durumu

Preoperatif ağrı

Geçmiş çalışmalarda, preoperatif ağrı şiddetinin artmasıyla birlikte postoperatif ağrı şiddetinin ve flare-up görülme olasılığının da arttığı birçok kez rapor edilmiştir.¹⁰⁶^{117,120} Ağrılı vakalarda, tedavi öncesi analjezik kullanımı sonrasında bile ağrı oluşabilme ihtimalinin olduğu bildirilmiştir.^{120,121}

Preoperatif şişlik

Glennon ve ark.'nın¹⁰⁵ yaptığı çalışmalara göre preoperatif şişlik, tedavisi yapılacak dişin postoperatif ağrıya etkisini artırmaktadır.

Preoperatif fistül varlığı

Tedavi edilecek dişte preoperatif fistül varlığının postoperatif ağrıyla anlamlı derecede bir ilişkisinin olmadığı bildirilmiştir.^{115,116}

Pulpanın Durumu

Pulpa dokusunun ve periapikal dokuların yaralanmasına bağlı olarak prostaglandin, serotonin, histamin ve bradikinin gibi inflamatuvar mediatörlerin salgılanması, KT sonrası postoperatif ağrı oluşumuna sebebiyet verebilmektedir.^{122,123}

Periapikal lezyon

KT sırasında, mekanik, kimyasal ve mikrobiyal etkenler nedeniyle periapikal dokularda inflamasyon meydana gelmektedir. Bu inflamatuvar süreçte oluşan eksuda, periapikal alanda hidrostatik doku basıncını artırarak ağrıya yol açmaktadır. Ancak, periapikal lezyonlar bu basınca karşı tampon görevi görerek ağrı hissini azaltmaktadır.^{124,125}

2.5.3.3. Endodontik prosedürler ile ilişkili faktörler

Seans sayısı

Farklı çalışmalar, uzun vadeli komplikasyon riski açısından tek seans ve çok seanslı kök kanal tedavilerini değerlendirmiştir. Bu değerlendirmelerde, periapikal lezyonlu dişler de dahil olmak üzere, her iki tedavi yöntemi arasında komplikasyon riski açısından anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir.^{126,127}

Retreatment

Literatürde, KT ile RT uygulamaları arasında postoperatif ağrı açısından farklılık olduğu bildirilmektedir.^{115,117} RT yapılan dişlerde, daha önce kanal tedavisi yapılmamış dişlere kıyasla postoperatif ağrının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla olduğu rapor edilmiştir.^{115,117} Ancak, Alves ve ark.'nın¹²⁸ yaptıkları bir çalışmada, RT ve başlangıç kök kanal tedavileri arasında postoperatif ağrı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı belirtilmiştir.¹²⁸

Tespit edilemeyen ve tedavi edilemeyen kanal varlığı

Kök kanal tedavisinin temel amaçlarından biri, kök kanallarının yeterli ve etkili bir şekilde temizlenmesi yoluyla bakteri, bakteri ürünleri ve pulpa dokusunun kanal sisteminden uzaklaştırılmasıdır. Ancak, tespit edilemeyen kanalların varlığı, endodontik tedavinin başarısını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu durumun bir sonucu olarak, tespit edilemeyen kanalların bulunması halinde postoperatif ağrı insidansında artış olduğu daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir.^{116,128}

Yetersiz preparasyon ve obturasyon

Kök kanallarının yetersiz preparasyonu, pulpa boşluğundaki bakteri ve bakteri ürünlerinin yeterli düzeyde uzaklaştırılamamasına yol açmaktadır. Yetersiz preparasyon ve kanal dolumunun, postoperatif ağrı üzerinde etkili olduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir.^{116,128}

Taşkın preparasyon ve obturasyon

Benzer şekilde, kök kanal tedavisinde kullanılan irrigasyon solüsyonlarının, eğelerin ve dolum materyallerinin kök apikalinden taşması, periapikal dokuların bakteri ve bakteri ürünleriyle kontaminasyonuna yol açabilmektedir. Bu durum, endodontik postoperatif ağrı insidansını artırabilmektedir.^{116,128}

İrrigasyon solüsyonu seçimi

Kök kanal preparasyonu sırasında kullanılan irrigasyon solüsyonlarının, antimikrobiyal ve doku çözücü etkiye sahip olması, aynı zamanda konak dokularına zarar vermemesi beklenmektedir. Endodontide sık tercih edilen bir irrigasyon solüsyonu olan NaOCl'nin, özellikle yüksek konsantrasyonlarda kullanıldığında, kök apikalinden taşması durumunda artmış enflamatuar yanıt ve postoperatif ağrıya yol açabileceği bilinmektedir.^{5,129}

İrrigasyon tekniği

NaOCl gibi doku irritasyonuna yol açabilen irrigasyon solüsyonlarının kök apikalinden taşmasını ve buna bağlı gelişen postoperatif ağrıyı önlemek amacıyla farklı irrigasyon yöntemleri kullanılmaktadır.⁵

Çalışma boyu tespit yöntemi

Çalışma boyu tespitinin elektronik apeks bulucu (EAB) veya radyografi kullanılarak yapılmasının, postoperatif ağrı açısından anlamlı bir fark oluşturmadığı bildirilmiştir.¹³⁰

Kök kanal preparasyon tekniği

NiTi eğeleri kullanılarak yapılan kök kanal preparasyonu sonrasında oluşan postoperatif ağrının, paslanmaz çelik eğelere kıyasla daha az olduğu bildirilmektedir.¹³¹ Preparasyon tekniklerinin postoperatif ağrı üzerindeki etkileri incelendiğinde, balanced-forced, crown-down ve modifiye double-flared yöntemleri arasında postoperatif ağrı oluşumu bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmektedir.¹³²

Rehber yol oluşturulması

Rehber yol (glide path), kök kanal şekillendirmesi sırasında kullanılacak enstrümanlara öncülük ederek, enstrümantasyon esnasında alet kırılması, transportasyon ve basamak oluşumu gibi komplikasyonları önlemektedir.^{133,134}

Apikal patensi

Apika patensi, küçük çaplı el eğeleri kullanılarak apikal foramenden dışarı çıkılması ve bu bölgedeki debrisin uzaklaştırılması işlemidir.^{135,136} Yapılan çalışmalarda, apikal açıklığın bu yöntemle devam ettirilmesinin postoperatif ağrı üzerinde belirgin bir etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir. Ancak, apikal açıklığın geniş çaplı eğelerle oluşturulması durumunda, ciddi periapikal doku yaralanmalarına yol açabileceği ve bunun da postoperatif ağrının oluşumunda etkili olabileceği belirtilmiştir.^{128,135,137,138}

Foraminal genişletme

Yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre, çalışma boyunun apekten 0.0 mm ile apekten 1.0 mm kısa hesaplanarak gerçekleştirilen kök kanal tedavilerinde benzer postoperatif ağrı tabloları bildirilmiştir.¹³⁹ Bu çalışmanın bulgularına göre, apikal genişletmelerin bakterilerin apikal bölgeden dışarı çıkışını artırarak öngörülebilir postoperatif ağrı ile sonuçlanabileceği belirtilmektedir.^{102,139} Buna karşın, foraminal genişletmelerin postoperatif ağrıyı artırmaksızın, apikal daralım bölgesinin etkin bir şekilde temizlenmesini pozitif yönde etkilediği öne sürülmüştür.¹³⁹

Kök kanal dolum tekniği

Kök kanallarına yerleştirilen dolum materyalleri, apikal açıklık ve yan kanallar aracılığıyla periapikal dokularla etkileşime geçerek periodonsiyumda iyileşme sürecini etkileyebilir ve postoperatif ağrıya yol açabilir. Bu çalışmaların aksine, yapılan bir sistematik derleme sonucunda, sıcak güta perka dolum tekniği ile soğuk lateral kondensasyon tekniğinin postoperatif ağrı açısından benzer sonuçlar verdiği bildirilmiştir.¹⁴⁰

Dolgunun yüksek bırakılması

Periapikal dokuların sağlığının sürdürülebilmesi için, yapılan dolgunun oklüzyona uygun olması ve çiğneme sırasında periapikal dokulara travmatik kuvvetlerin iletilmesini engellemesi gerekmektedir. Yüksek bırakılan dolgular, periapikal dokularda inflamasyona yol açarak postoperatif ağrıyı artırabilmektedir.^{116,128}

2.5.3.4. Hekim ile ilişkili faktörler

Tedaviyi gerçekleştiren hekimin klinik deneyimi, endodontik tedavi sonrası gelişen postoperatif ağrının önemli etmenlerinden biridir. Walton ve Fouad¹¹⁶ çalışmasında, diş hekimliği öğrencileri tarafından tedavi edilen olgularda, mezun diş

hekimlerine kıyasla daha az postoperatif ağrı bildirildiği ifade edilmiştir. Bu bulgu, öğrencilere daha basit pulpal ve periapikal patolojilere sahip vakaların verilmesine bağlanmıştır. Öte yandan, Shamsi ve ark.'nın¹⁴¹ yürüttüğü bir başka çalışmada ise, diş hekimliği öğrencilerinin tedavi ettiği hastalarda, endodonti uzmanlarına oranla daha fazla postoperatif ağrı ve flare-up gözlemlendiği rapor edilmiştir. Bu farklılık; uygulanan teknikler, kullanılan materyaller ve klinisyenlerin deneyim düzeyleri gibi faktörlerle açıklanabilmektedir.

2.5.4. Endodontide Postoperatif Ağrının Kontrolü

Endodontide postoperatif ağrı, hem hekim hem de hasta açısından rahatsız edici bir durum olup, endodontik tedavi ideal şartlarda gerçekleştirilse bile ortaya çıkabilmektedir. Postoperatif ağrı, hastalar tarafından sıklıkla hekimin becerisinin bir ölçütü olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle, periapikal dokuların iyileşmesinin ve sağlığının sürdürülebilmesinin yanı sıra, postoperatif ağrının azaltılması da diş hekimliğinde önemli bir hedef olarak kabul edilmektedir. Bu amaçla uygulanabilecek yöntemler; farmakolojik yöntemler, non-farmakolojik yöntemler ve endodontik tedavi sırasında alınabilecek önlemler olarak sınıflandırılabilir.

Tablo 2. 4. Endodontide Postoperatif Ağrının Kontrol Yöntemleri

Farmakolojik Yöntemler	Non-Farmakolojik Yöntemler
Uzun etkili lokal anesteziklerin kullanımı	Hastayı rahatlatıcı açıklama ve yaklaşım
Sistemik ilaç kullanımı	Düşük seviyeli lazer terapisi (DSLTL)
Non-steroidal antiinflatuar ilaç (NSAİİ) uygulaması	Ağız içi ve ağız dışı kriyoterapi uygulaması
Asetaminofen	
NSAİİ-asetaminofen kombinasyonu	
Opioid analjezikler	
Opioidlerin kombine kullanımı	
Kortikosteroidler	
Antihistaminik kullanımı	
Antibiyotikler	
Kanal içi ilaç uygulaması	

2.5.4.1. Farmakolojik yöntemler

Uzun etkili lokal anesteziklerin kullanımı

Bupivakain gibi uzun etkili lokal anesteziklerin postoperatif ağrı üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmalarda, bupivakain kullanımının analjezi süresini uzatarak postoperatif ağrı yaşayan hasta sayısını, postoperatif ağrı düzeyini ve analjezik kullanımını azalttığı bildirilmiştir.^{142,143}

Sistemik ilaç uygulaması

Kök kanal tedavilerinin başlangıç aşamasında periapikal bölgede lokal bir travma oluşmakta ve bu durum inflamasyona yol açmaktadır. İnflamasyon sürecinde prostaglandinler ortaya çıkmakta olup, KT sonrasında ağrı oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Antiinflatuar ilaçlar ise, siklooksijenaz (COX) enzim aktivitesini azaltarak prostaglandin sentezini engellemektedir. Ayrıca, fosfolipaz A2 enziminin

inhibisyonu durumunda arasıdonik asit oluşumu engellenmekte ve dolayısıyla prostaglandinler ile lökotrienlerin sentezi de gerçekleşmemektedir. Dolayısıyla, postendodontik ağrının önlenmesinde antiinflamatuvar etkinliği olan analjeziklerin kullanımı büyük önem taşımaktadır ve bu konuda literatürde birçok çalışma bulunmaktadır.¹⁴⁴

NSAİİ uygulaması

Preoperatif ve postoperatif olarak uygulanan ilaçların, postoperatif ağrıyı azalttığı literatürde yer alan birçok çalışmada bildirilmiştir.^{145,146} Mehrvarzfar ve ark.'nın¹⁴⁵ yaptıkları çalışmada, kök kanal tedavisinden hemen sonra tek doz olarak alınan NSAİİ'lerin, irreversible pulpitis tanılı dişlerde postoperatif ağrıyı anlamlı düzeyde azalttığı rapor edilmiştir. Attar ve ark.'nın¹⁴⁶ yaptıkları çalışmada ise, endodontik tedavi öncesi tek doz NSAİİ alımının postoperatif ağrı üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir. Morse ve ark.'nın¹⁴⁷ çalışmasında ise, endodontik tedavi sonrası profilaktik olarak kullanılan NSAİİ'lerin postoperatif ağrıyı azaltmada etkili olduğu belirtilmiştir.

Asetaminofen

Asetaminofen kullanımının tek başına yeterli olmadığı ve NSAİİ'ler ile kombine edilmesinin, NSAİİ'lerin analjezik etkisini artırarak daha etkili bir ağrı kontrolü sağladığı bilinmektedir.¹⁴⁸ Torabinejad ve ark.'nın¹⁴⁹, 588 hasta ile gerçekleştirdikleri çalışmada, yalnızca asetaminofen kullanan katılımcılar ile plasebo grubu arasında postoperatif ağrı açısından anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir.

NSAİİ-asetaminofen kombinasyonu

NSAİİ'lerden biri olan ibuprofenin, asetaminofen ile kombinasyonunun postoperatif ağrıyı azaltmada, yalnızca ibuprofen kullanımına kıyasla daha etkili olduğu bildirilmiştir.¹⁴⁸

Opioid analjezikler

Yapılan çalışmalarda, opioidlerin postoperatif ağrıyı azaltmada etkili olduğu ve lokal anesteziye eklenen 1 mg morfinin postoperatif analjezi süresini 12 saate kadar uzatabildiği bildirilmiştir.^{150,151}

Opioidlerin kombine kullanımı

Torabinejad ve ark.'nın¹⁴⁹ yaptıkları çalışmada, bir opioid olan kodeinin asetaminofen ile kombine kullanımının, postoperatif ağrıyı azaltmada NSAİİ'lere üstün olmadığı bildirilmiştir. Sadeghein ve ark.'nın¹⁵² gerçekleştirdikleri bir diğer çalışmada ise, NSAİİ'lerin, asetaminofen ve kodein kombinasyonuna kıyasla postoperatif ağrıyı azaltmada daha etkili olduğu rapor edilmiştir.

Kortikosteroidler

Endodontik tedavi öncesinde sistemik steroid kullanımının, akut inflamatuvar yanıtı baskılayarak postoperatif ağrıyı azalttığı literatürde yer alan bilgiler arasındadır.^{117,153} Sentetik bir kortikosteroid olan deksametazonun supraperiosteal enjeksiyonunun, kök kanal tedavisini takip eden ilk 24 saatlik süreçte postoperatif ağrıyı azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir.¹²²

Antihistaminik kullanımı

Yapılan bir çalışmada, preoperatif antihistaminik kullanımının endodontik postoperatif ağrıyı azaltmada etkili olduğu rapor edilmiştir.¹⁵⁴

Antibiyotikler

Torabinejad ve ark.'nın¹⁴⁹ yaptıkları çalışmada, postoperatif olarak reçete edilen penisilin, eritromisin ve penisilin ile ibuprofen kombinasyonunun postoperatif ağrı üzerine etkilerinin plasebo grubundan farklı olmadığı bildirilmiştir. Benzer şekilde, başka bir çalışmada postoperatif penisilin kullanımının ağrı, perküsyon ağrısı ve analjezik tüketimi üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı rapor edilmiştir.¹⁵⁵

Kanal içi ilaç uygulaması

- Kalsiyum hidroksit (CaOH₂) uygulaması

Ca(OH₂)'in kanal içi ilaç olarak kullanıldığı bazı çalışmalarda, postoperatif ağrı açısından anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir.^{102,156}

- Üçlü antibiyotik uygulaması

Pai ve ark.'nın¹⁵⁷ diyabetik hastalarda yaptıkları çalışmada, üçlü antibiyotik patının kanal içi ilaç olarak uygulanmasının, postoperatif ağrıyı Ca(OH₂)'ye göre daha fazla azalttığı ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bildirilmiştir.

2.5.4.2. Non-farmakolojik yöntemler

Hastayı rahatlatıcı açıklama ve yaklaşım

Diş hekimi korkusu olan, geçmişte travmatik dental deneyimler yaşayan, anksiyete veya psikolojik rahatsızlıkları bulunan hastalarda ağrı algısı ve ağrı eşiği değişkenlik gösterebilmektedir.¹⁵⁸ Hastaların yapılacak tedavi hakkında bilgilendirilmesi ve tedaviye hazırlanması, anksiyete düzeyini azaltarak postoperatif dönemin daha konforlu geçmesine katkı sağlamaktadır.¹⁵⁹

Düşük Seviyeli Lazer Terapisi (DSLTL)

Yıldız ve Arslan'ın¹⁶⁰ yaptıkları çalışmada, DSLTL'nin semptomatik apikal periodontitisli molar dişlerde postoperatif ağrıyı 1. ve 3. günlerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalttığı bildirilmiştir. RT tedavisi sonrasında DSLTL'nin postoperatif ağrı üzerindeki etkisini inceleyen bir diğer çalışmada ise, DSLTL grubunda tedavi sonrası analjezik kullanımının ve 4 günlük zaman diliminde postoperatif ağrı insidansının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük olduğu rapor edilmiştir.¹⁶¹

Ağız İçi ve Ağız Dışı Kriyoterapi Uygulaması

Yapılan bir çalışmada, semptomatik apikal periodontitise sahip bireylerde ağız içi ve ağız dışı kriyoterapi uygulamasının postoperatif ağrıyı azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir.¹⁶²

2.6. Ağrı Değerlendirme Yöntemleri

Ağrının subjektif ve kişiden kişiye farklılık gösteren bir semptom olması, objektif olarak değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Bu nedenle, ağrının değerlendirilmesinde uygun yöntemlerin kullanılması büyük önem taşımaktadır. Ağrı algısı; bireyin deneyimleri, cinsiyeti ve yaşı gibi birçok faktörden etkilenmekte olup, bu faktörler doğrultusunda değerlendirme süreci de değişkenlik göstermektedir. Bu çeşitlilik nedeniyle, ağrının doğru ve güvenilir bir şekilde değerlendirilmesi zorlaşmakta ve ideal bir ölçüm yöntemi henüz bulunmamaktadır.¹⁶³

Tablo 2. 5. Postoperatif Ağrı Değerlendirme Yöntemleri

Tek Boyutlu Ölçekler	Çok Boyutlu Ölçekler
1. Görsel Analog Skala (GAS)	1. McGill Melzack Ağrı Soru Formu (MAF)
2. Sözel Değerlendirme Skalası (SDS)	2. McGill Ağrı Anketi'nin kısa formu (MAA)
3. Sayısal Değerlendirme Ölçeği (SDÖ)	3. Wisconsin Kısa Ağrı Çizelgesi (WKA)
4. Heft-Parker görsel analog ölçeği (HPÖ)	
5. Yüz İfadesi Skalası (YİS)	
6. Wong-Baker Yüz Ağrı Skalası (WBS)	
7. Tam Kupa Testi (TKT)	

Günümüzde ağrının değerlendirilmesinde tek ve çok boyutlu ölçekler kullanılmaktadır. Ağrı değerlendirme ölçekleri, subjektif bir his olan ağrının sayı ve kelimelerle ifade edilerek daha objektif bir hale dönüştürülmesine olanak tanımaktadır.¹⁶³

Yapılan çalışmalar, McGill Ağrı Soru Formu (MAF), McGill Ağrı Anketi'nin Kısa Formu (MAA) ve Wisconsin Kısa Ağrı Çizelgesi (WKA) gibi çok boyutlu ölçeklerin kronik ağrı değerlendirmesi için uygun olduğunu göstermiştir. Buna karşın, Görsel Analog Skalası (GAS), Sözel Tanımlayıcı Skala, Sözel Değerlendirme Skalası, Sayısal Değerlendirme Skalası (NRS), Yüz Ağrı Skalası, Wong-Baker Yüz Ağrı Değerlendirme Skalası (WBS) ve Tam Kupa Testi gibi tek boyutlu ölçekler ise akut ağrının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.¹⁶⁴

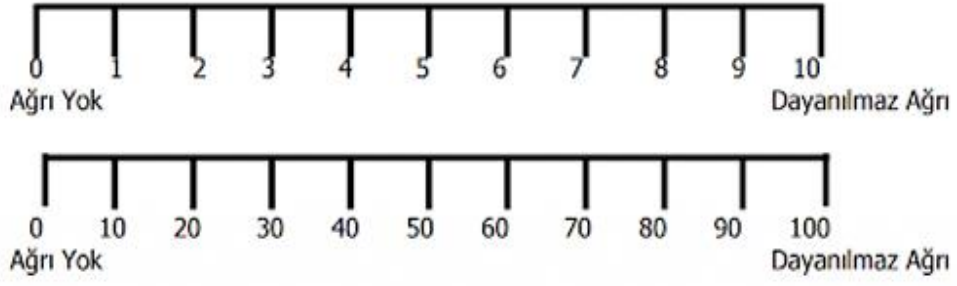
2.6.1. Tek Boyutlu Ölçekler

Bu ölçeklerde değerlendirme hasta tarafından yapılmaktadır.¹⁶³

2.6.1.1. Görsel Analog Skala (GAS)

Bu skala, 10 cm veya 100 mm uzunluğunda yatay bir çizgiden oluşur ve eşit aralıklara bölünmüştür. Çizginin iki ucuna, değerlendirilecek parametrenin uç noktalarını temsil

eden ifadeler yerleştirilir ve hastadan, kendi durumunu en iyi yansıtan noktayı çizgi üzerinde bir işaret, nokta veya çizgiyle belirtmesi istenir. Örneğin; ağrı değerlendirmesinde çizginin sol ucuna "ağrı yok", sağ ucuna ise "dayanılmaz ağrı" ifadesi yazılır. Hasta, hissettiği ağrı şiddetine uygun olarak çizgi üzerinde bir nokta belirler. Daha sonra, hastanın işaretinin sol uca olan uzaklığı genellikle milimetre cinsinden ölçülür ve bu mesafe "puan" olarak kaydedilir.¹⁶⁵ GAS uygulanmadan önce hastaya, skalanın amacı ve kullanım şekli ayrıntılı ve anlaşılır bir şekilde açıklanmalıdır. Ayrıca, GAS ile elde edilen verilerin bireyin kişisel algısına dayalı olduğu ve bu nedenle tamamen subjektif nitelik taşıdığı unutulmamalıdır.¹⁶⁶ Avantajları arasında; ağrı şiddetinin nicel olarak ölçülmesinde diğer değerlendirme ölçekleriyle kıyaslandığında, GAS'ın yüksek uygulanabilirlikte olduğu ve pratiklik kazandırdığı rapor edilmiştir¹⁶⁷ ve ayrıca sözel ağrı skorlamalarıyla kıyaslandığında ise tedavi etkinliğinin değerlendirilmesinde yeterli hassasiyete sahip olduğu bildirilmiştir. GAS'ın kavramsal açıdan kolay anlaşılabilir olduğu beş yaş ve üzeri pediatrik hasta gruplarında ve yaşlı hastalar tarafından da rahatlıkla kullanılabilmesi GAS'ın tercih sebeplerindendir. Bu avantajlara karşın GAS'ın dezavantajları arasında ise;¹⁶⁷ bireylerin çizgi üzerinde işaretleme yaparken rastgele tercihlerde bulunması, değerlendirme sonuçlarında sapmalara yol açabilme durumu, hastanın yorgun ya da iş birliği yapamaz durumda olması ve bunun akabinde ölçümün yetersiz kalabilmesi, önceki ve sonraki ölçümlerin aynı çizgi üzerinde yapılması durumunda hastanın önceki ağrı seviyesini hatırlaması ve sonraki değerlendirme üzerinde yanlılığa sebep olabilmesi durumu, yaşlı bireylerde çizgi formunu algılama ve işaretleme sürecinde motor koordinasyon güçlükleri yaşanabilmesi, teknik uygulamalarda, formun baskı, çoğaltma ve kullanım süreçlerinde yaşanabilecek basit hatalar da (örneğin çizgi uzunluğundaki farklılıklar) ölçüm doğruluğunu olumsuz etkileyebilmesi gibi durumlar vardır.¹⁶⁷



Şekil 2. 1. Görsel Analog Skala (GAS)

2.6.1.2. Sözel Değerlendirme Skalası

Sözel Değerlendirme Skalası (SDS), Keele tarafından geliştirilmiştir.¹⁶⁸ Bu ölçek, analjeziklere verilen hasta yanıtlarını istatistiksel geçerlilik ve güvenilirlik doğrultusunda değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir.¹⁶⁹ SDS, 1- Hiç yok, 2- Hafif, 3- Orta, 4- Şiddetli, 5- Dayanılmaz şeklinde 5 farklı ağrı şiddeti düzeyini tanımlayan sıfatlardan oluşan bir liste içerir¹⁷⁰ SDS kısa ve basit yapısıyla tamamlanması oldukça kolay bir ölçektir. Ayrıca hem akut hem de kronik ağrının değerlendirilmesinde kullanılabilir¹⁶⁹ ve özellikle yaşlı hastalar olmak üzere tüm hasta grupları için uygundur.¹⁷⁰

2.6.1.3. Sayısal Değerlendirme Ölçeği

Sayısal Değerlendirme Skalası (SDÖ), 1978 yılında Downie tarafından geliştirilmiştir.¹⁷¹ Bu ölçek, dikey veya yatay yerleştirilmiş ve 0'dan 10'a kadar numaralandırılmış bir çizgiden oluşur; 0 hiçbir ağrıyı, 10 ise olabilecek en şiddetli ağrıyı temsil eder.¹⁷² SDÖ, basit bir değerlendirme aracı olup puanlaması kolaydır. Yazılı veya sözlü olarak uygulanabilir.¹⁶⁹ Ancak, kelimeler ve sayılar arasında ayrım yapmaması nedeniyle yaşlı bireyler veya çok küçük çocuklar için uygun değildir.¹⁶⁹

2.6.1.4. Heft-Parker Görsel Analog Ölçeği

Heft-Parker Skalası (HPÖ), GAS'a benzer bir yapıya sahiptir; ancak 170 mm uzunluğundadır ve verilerin yorumlanmasını kolaylaştıran çeşitli açıklayıcı ifadeler

içermektedir.¹⁷³ (0= Hiç ağrı yok, 0-54mm= Çok hafif, 54mm-114mm= Zayıf hafif ve orta, ≥ 114 mm= Şiddetli ağrı)

2.6.1.5. Yüz İfadesi Skalası

Orijinal Yüz İfadeleri Ağrı Skalası (YİS), yaygın olarak kullanılan 0–5 veya 0–10 metrik sistemlerine uymadığı için tamamlanması görece güç olan, 7 puanlık bir sayı ölçeğinden oluşmaktaydı.¹⁷⁴ Bu nedenle Hicks ve ark.¹⁷⁴, YİS ölçeğini daha kullanışlı hâle getirmek amacıyla 0–10 aralığında puanlanan yeni bir formata uyarlamıştır. Öte yandan, Bieri ve ark.¹⁷⁴, YİS'i yatay bir düzlem üzerinde sıralanan yedi çizim yüz ifadesinden oluşacak şekilde yeniden tasarlamıştır. Katılımcılardan, deneyimledikleri ağrı düzeyini en iyi yansıttığını düşündükleri yüz ifadesini seçmeleri istenmiştir. Seçilen yüz ifadelerine sırasıyla 0, 2, 4, 6, 8 ve 10 puan verilerek, ağrısız durumdan en şiddetli ağrıya kadar bir derecelendirme yapılmıştır.¹⁷²

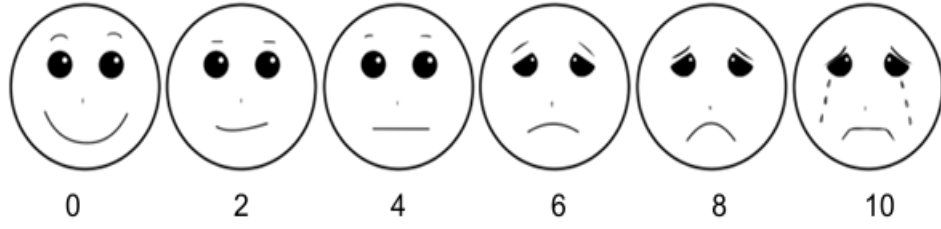


Şekil 2. 2. Yüz İfadesi Skalası

2.6.1.6. Wong-Baker Yüz Ağrı Skalası

Wong ve Baker, 0 ("ağrı yok") puanından başlayarak 10 ("en şiddetli ağrı") puanına kadar uzanan yüz ifadelerini gösteren Wong-Baker Yüz İfadeleri Ağrı Skalası'nı (WBS) geliştirmiştir.¹⁷⁵ Bu skalada, ağrısız bir durumu temsil eden mutlu bir yüz ifadesinden, yoğun ağrıyı gösteren ağlayan bir yüz ifadesine kadar dereceli bir ilerleme bulunmaktadır. Hastaların, yaşadıkları ağrıyı en iyi yansıttığını düşündükleri yüz ifadesine işaret etmeleri istenmektedir. Bu özelliği nedeniyle WBS, özellikle pediatrik

hastalarda ağrı değerlendirmesi için yaygın olarak kullanılan bir yöntem hâline gelmiştir.¹⁷⁶



Şekil 2. 3. Wong-Baker Yüzler ile Ağrı Değerlendirme Ölçeği (WBS)

2.6.1.7. Tam Kupa Testi

Ergun ve ark.¹⁷⁷, ağrı değerlendirmesi için basit bir “kupa” çizimi kullanan Full Cup Test (FCT) yöntemini tanımlamıştır. Bu yöntemde, hastalardan en şiddetli ağrıyı temsil etmek için kupayı tamamen dolu, hiç ağrı hissetmedikleri durum için ise boş çizimleri istenir. Ağrı düzeylerini belirtmek için ise kupanın içinde yatay bir çizgi kullanarak ara seviyeleri ifade etmeleri beklenir.¹⁷⁷ FCT skoru, çizilen seviyeye göre yüzde olarak hesaplanmaktadır.

2.6.2. Çok Boyutlu Ölçekler

Tek boyutlu ölçeklerin eksikliklerini gidermek amacıyla geliştirilmiş olan bu yöntemler, ağrıyı tüm yönleriyle ele alarak değerlendirme imkânı sunmaktadır. Ancak, bu ölçeklerin anlaşılmasının güç olması ve değerlendirme süresinin uzunluğu nedeniyle kullanım alanları sınırlı kalmaktadır.

Ağrının şiddeti, karakteri ve lokalizasyonu, hastanın günlük aktiviteleri veya ruh hali üzerindeki etkisini gösterebilir. Bu bilgiler, özellikle karmaşık ya da kalıcı nitelikteki akut ve kronik ağrıların değerlendirilmesinde önemli bir rol oynar.

2.6.2.1. McGill Melzack Ağrı Soru Formu (MAF)

Melzack ve Torgerson tarafından 1971 yılında geliştirilen McGill Ağrı Formu (MPQ), tam haliyle ilk kez 1975 yılında yayımlanmıştır. MPQ ağrı deneyiminin ve ağrı

şiddetinin çeşitli boyutlarını ölçmektedir.¹⁶⁹ MAF'ın başlıca avantajları; güvenilirlik, geçerlilik ve ağrının çok boyutlu doğasına erişim sağlamasıdır.¹⁶⁹ Bununla birlikte MAF'ın önemli dezavantajlar arasında oldukça karmaşık bir yapıya sahip olması, yaklaşık 30 dk kadar sürmesi nedeniyle yorucu ve zaman alıcı olmasının beraberinde hastanın yüksek düzeyde uyum ve sabır göstermesi gerekmektedir.¹⁷⁸

2.6.2.2. McGill Ağrı Anketi'nin Kısa Formu (MAA)

Bu ölçek yalnızca ağrının şiddetini değerlendirir; ağrının diğer niteliklerini kapsamaz.¹⁷⁹ 1980 yılında, Melzack tarafından MAF'ın uygulama süresinin fazla uzun olduğunun fark edilmesi üzerine geliştirilmiştir.¹⁷⁹ Bu ağrı değerlendirme ölçeği, klinik çalışmalarda en sık kullanılan duysal ve duygusal tanımlayıcıların seçilmesine dayanması nedeniyle uygulaması nispeten kolay bir hâle gelmiştir. Basit yapısı sayesinde, hafif, orta ve şiddetli vakaların değerlendirilmesinde kullanılabilir.

2.6.2.3. Wisconsin Kısa Ağrı Çizelgesi (WKA)

Wisconsin Kısa Ağrı Çizelgesi (WKA), ağrının yaygınlığını ve şiddetini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu ölçek, kısa ve öz yapısı sayesinde geniş hasta gruplarına kolaylıkla uygulanabilir, hastalar tarafından kendi kendine doldurulabilir ve ağrının geçmişi, şiddeti, lokalizasyonu, nedeni, niteliği ve günlük aktiviteler üzerindeki etkisini hızlı bir şekilde belirleyebilir. Ancak, bu ölçeğin dezavantajı, değerlendirme sürecinin kısalığı nedeniyle ağrının zaman içerisindeki seyri hakkında kapsamlı bilgi sunmamasıdır.¹⁸⁰

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu prospektif klinik çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu'ndan 2025/85 karar numarası ile onay alındıktan sonra, Mart 2025 - Mayıs 2025 tarihleri arasında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda yürütülmüştür. Katılımcıların belirlenmesi ve tüm endodontik tedavi işlemleri, Araştırma Görevlisi Dr. Aykut Şener tarafından, ilgili anabilim dalının klinik biriminde gerçekleştirilmiştir.

3.1. Örneklem Hesaplaması

Bu çalışmada, "Postoperative pain after PIPS, sonic and ultrasonic-assisted irrigation activation techniques: a randomized clinical trial"¹⁸¹ başlıklı makalenin 24 saat sonrası ağrı değerleri baz alınarak güç analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, üç farklı irrigasyon aktivasyon tekniğinin (PIPS, sonic ve ultrasonik) 24 saat sonraki postoperatif ağrı düzeylerine etkisi değerlendirilmiş ve Kruskal-Wallis testi ile anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0,001$). Bu sonuca dayanarak yapılan etki büyüklüğü hesaplamasında, eta-squared değeri yaklaşık 0,622 bulunmuştur. Bu değer, gruplar arasında büyük bir fark olduğunu göstermektedir. Çalışmada yer alan grupların sayısı altıya çıkarılarak ($n = 6$) yapılan güç analizine göre, %90 güç düzeyinde her grup için yaklaşık 17 örneklem gerekmektedir. Bu da toplamda yaklaşık 100 örneklem gerektiğini göstermektedir.

3.2. Hasta Seçimi

3.2.1. Çalışmaya Dahil Etme Kriterleri:

- Sistemik olarak sağlıklı bireyler
- Periodontal olarak sağlıklı bireyler
- Bruksizmi olmayan hasta bireyler
- Tek köklü tek kanallı dişler

- Tek seansta tedavisi tamamlanacak devital dişler
- Mandibular premolar dişler
- Hastalar yaşının 18'den büyük olması
- Koopere bireyler

3.2.2. Hariç tutma kriterleri:

- KT öncesi 24 saat içinde herhangi bir analjezik ilaç alanlar
- Kortikosteroid ilaçların herhangi bir türünü kullanan hastalar
- Hamile veya emziren hastalar
- Zihinsel engeli olan hastalar
- Hastanın sistemik herhangi bir rahatsızlığı olması (profilaksi gerektiren durumlar dahil)
- Hastada ruhsal ve psikiyatrik bozuklukların olması
- KT öncesi son 1 hafta içinde antibiyotik alan hastalar
- Tedavi öncesi şişliği, palpasyon ağrısı bulunan hastalar
- İlgili dişte rezorpsiyon olan dişleri
- Radyografik olarak çok kısa kökler
- Generalize periodontitis varlığı olan hastalar
- İlgili dişte 3mm'den fazla periodontal cep varlığı bulunan hastalar
- Vertikal veya horizontal kök kırığı olan dişler
- Ankiloze dişler

- Patolojik mobilitesi olan dişler
- Kistik lezyon varlığı (sınırları belirgin radyoopak hat ile çevrili ve diğer dişlerde yer değişikliğine sebep olan lezyonlar)
- Radyografik olarak çok dar veya geniş kök kanalına sahip dişleri olan hastalar
- Kanal sökümü ve tekrar dolumu esnasında herhangi bir komplikasyon (kanal sökümü esnasında alet kırılması, EAB ile çalışma boyunun tespit edilememesi, taşkın veya eksik kanal dolumu yapılması) gelişen hastalar
- İlk kanal tedavisinde komplikasyon (kırık alet, perforasyon, taşkın dolum malzemesi gibi) meydana gelmiş olan hastalar

Hastalar tedavi öncesinde; tedavinin amacı, tedavi şekli, tedavi sırasında veya sonrasında gelişebilecek komplikasyonlarla ilgili bilgilendirilmiş, katılımın gönüllü olduğu söylenmiş ve hastalara aydınlatılmış onam formu onaylatıldı. Dahil edilme kriterlerine uyan hastaların, yaş, cinsiyet, diş numarası öğrenim durumu gibi demografik bilgilerinin yanında diş tanısı da çalışma formuna kaydedilmiştir. Hastanın preoperatif ağrı değeri hasta tarafından formdaki GAS skalası üzerine işaretlendi. Hastalara rutin KT veya RT işlemi yapılmıştı.

Tablo 2. 6. Çalışma İçin Hastaya Verilen Dosya Örneği

Tedavi tarihi:	
Hastanın Adı soyadı:	
Hastanın yaşı:	
Hastanın Cinsiyeti:	☐ Erkek ☐ Kadın
Medeni hali:	
Eğitim düzeyi:	☐ İlköğretim ☐ Lise ☐ Üniversite ☐ Okuryazar değil
Hastanın kullandığı ilaçlar:	
Diş numarası:	
Dişin tanısı:	
İşlem süresi:	
Kullanılan aktivasyon sistemi	☐ Sonik Aktivasyon ☐ Pasif Ultrasonik Aktivasyon ☐ Lazer Destekli PIPS
İşlem sırasında kullanılan rotary sisteminin son bitirilen eği:	☐ KT 30/04 ☐ RT 35/04
Tedaviden sonra ağrı kesici alındı mı?	☐ Hayır ☐ Evet ilk 24 saat içerisinde ☐ Evet 3 gün boyunca ☐ Evet 5 gün boyunca ☐ Evet 7 gün boyunca
Hangi ağrı kesici kullanıldı?	
Tedaviye başlamadan önce hissedilen ağrı (0 ile 100 arası):	
Tedavi tamamlandıktan hemen sonra hissedilen ağrı (0 ile 100 arası):	
Tedavi sonrası 1.günde (0-24saat) hissedilen en yüksek ağrı (0 ile 100 arası):	
Tedavi sonrası 3.günde (48-72 saat) hissedilen en yüksek ağrı (0 ile 100 arası):	
Tedavi sonrası 5.günde hissedilen en yüksek ağrı (0 ile 100 arası):	
Tedavi tamamlandıktan 7 gün sonra hissedilen en yüksek ağrı (0 ile 100 arası):	

3.3. GAS Ölçeğinin Uygulanması

İşlem öncesinde tüm hastalara GAS uygulaması yapılmış ve skalanın kullanım esasları hakkında kapsamlı bilgilendirme sağlanmıştır. Hastalara, GAS üzerinde yapacakları bu işaretlemenin; ağrı deneyimlerini ayrıntılı biçimde izleyebilmek amacıyla yapıldığı, 0-100 mm uzunluğunda uç noktalarında -ağrı yok- ve -aşırı ağrı- olarak 2 tanımlayıcı bulunan çizgi arasında hissettiği en yüksek işaretleme yapması gerektiği ve bir önceki işaretlediği noktanın ağrı değerlendirmesini etkilememesi hususu dikkatle anlatıldı. Anlaşılmayan noktalar için ek bilgilendirme sunulmuştur. Her birey, mevcut ağrı düzeyini GAS çizgisi üzerinde en uygun bulduğu noktayı işaretleyerek ifade etmiş, işaretlenen mesafe başlangıç noktasından milimetre cinsinden ölçülerek sayısal veri olarak kaydedilmiştir.

Aynı prosedür, endodontik tedavinin tamamlanmasının hemen ardından tekrarlanmış ve bu sayede tedavi öncesi ve sonrası ağrı düzeylerinin sistematik bir biçimde karşılaştırılmasına olanak sağlanmıştır.

Postoperatif dönemde hastaların ağrı deneyimlerini ayrıntılı biçimde izleyebilmek amacıyla, her hastaya standartlaştırılmış bir ağrı takip formu sunulmuştur. Form kapsamında, hastalardan tedavi sonrası 0-24. saatte, 48-72 saat aralığında, 3-5. ve 5-7. günlerde hissettikleri en yüksek ağrı düzeylerini kaydetmeleri istenmiş; ayrıca, analjezik kullanımına ilişkin ilaç türü, dozajı ve kullanım zamanlarını ayrıntılı şekilde belirtmeleri talep edilmiştir.

Tüm hastalar belirlenen 7.gündeki kontrol seanslarında yeniden değerlendirilmiş ve ağrı takip formları doğrudan araştırmacılar tarafından teslim alınmıştır. Tedaviden sonraki 7.günde kontrol seansına gelmeyen hastalara telefon yoluyla iletişime geçilerek

not ettiği bütün veriler teker teker istenerek not edilmiştir. Bu şekilde veri kaybı minimize edilmiştir ve analiz süreci için hazır hale getirilmiştir.

Tablo 2. 7. Çalışma İçin Hastaya Verilen Dosya Örneği

Gün	GAS (0-100)	Ağrı Kesici (Aldı/Almadı)	Ağrı Kesici Alınan Zaman Dilimi	Ağrı Kesici Türü
1.Gün (0-24 saat)				
3.Gün (48-72 saat)				
3-5.Gün				

Hastalar, uygulanan tedavi türüne göre iki ana gruba ayrılmıştır: Grup 1 – KT uygulananlar ve Grup 2 – RT uygulananlar. Her iki ana grup, kullanılan irrigasyon tekniğine göre üçer alt gruba ayrılmıştır. Grup 1, yani KT uygulanan hastalar; Grup 1a-SA, Grup 1b-PUI ve Grup 1c-PIPS alt gruplarını oluşturmuştur. Grup 2, yani RT uygulanan hastalar ise; Grup 2a-SA, Grup 2b-PUI ve Grup 2c-PIPS olarak sınıflandırılmıştır. Böylece hem tedavi türü (KT/RT) hem de irrigasyon yöntemi açısından karşılaştırmalı değerlendirme yapılması amaçlanmıştır. Kısaca çalışmada yer alan gruplar:

Grup 1a: KT + SA

Grup 1b: KT + PUI

Grup 1c: KT + PIPS

Grup 2a: RT + SA

Grup 2b: RT + PUI

Grup 2c: RT + PIPS

3.4. Kanal Tedavisi Protokolü

Mevcut çalışmadaki hastaların tamamının tedavisi tek bir hekim tarafından yapıldı. Çalışmaya alınan her hastaya tedavi öncesinde tedavi ile ilgili bilgiler verildi ve tedavi sonuçları açıkça anlatıldı. Tedavi edilen tüm hastalara 1:200000 epinefrin içeren 2ml'lik ampul (Maxicaine,İdol İlaç Dolum, İstanbul, Türkiye) ile anestezi yapılmıştır. Dişlerin rubber dam ile izole edilmesinin ardından irrigasyon solüsyonunun etkisini arttırabilmek amacıyla, kavitenin eksik duvarları kompozit rezin (3M-ESPE, St. Paul, MN, ABD) ile restore edildi ve giriş kavitesi kök kanallarına düz bir giriş sağlayacak şekilde açıldı. Daha sonra kök kanalları %2,5'lik NaOCl ile yıkandıktan sonra kanallara #10K tipi eğe (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) yerleştirilerek kanal giriş yolu belirlendikten sonra kök kanallarının çalışma uzunluğu #10-15 K-tipi el eğeleri (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) yerleştirilerek Root ZX mini EAB (J. Morita Co., Tokyo, Japonya) yardımı ile 0 noktasının belirlenmesinin ardından çalışma boyu bu noktadan 0,5 mm kısa olacak şekilde belirlendi. Ayrıca röntgen alınarak radyografik olarak da kanal boyu doğrulandı. Radyografik görüntü ile apeks cihazı verileri arasında uyumsuzluk gözlemlendiğinde apeks cihazı doğru kabul edildi. KT preparasyonunu Scope RS® Narrow serisi N1 Opener (20/08), N2 Pathfile (17/03), N3 Finisher (20/04), N4 Finisher (25/04) eğeleri ve Scope RS® Medium serisi M (30/04) eğesi kullanılarak, 300 rpm / 1,5-2 Ncm rotasyon modunda tork kontrollü bir endodontik motor (SybronEndo, Glendora, CA, ABD) yardımıyla yapıldı. Metodolojik bütünlüğü ve karşılaştırılabilirliği sağlamak amacıyla, apikal genişletmenin son basamağında kullanılan ana eğe (master apical file) standart olarak #30 çapında belirlenmiştir.

Her bir eğenin kullanımını takiben, kök kanalları %2,5 konsantrasyonundaki NaOCl'nin solüsyonu ile irrigate edilerek organik artıkların uzaklaştırılması ve

antimikrobiyal etki sağlandı. Tüm irrigasyon aşamalarında, irrigasyon solüsyonunun güvenli ve etkili bir şekilde kanal boyunca yönlendirilmesi amacıyla 31 gauge kalınlığında lateral delikli irrigasyon iğnesi (Medic, Shanghai Carelife International Trading Co. Ltd., Ćin) kullanıldı. İğne, ĉalıřma uzunluğundan 2 mm geride konumlandırılarak, NaOCl'nin periapikal bölgeye taşma riski en aza indirildi. İrrigasyon yapılırken kanül bu alanda yukarı-aşağı hareket ettirildi. %2,5 oranında NaOCl (Microvem AF, İstanbul, Türkiye) ve %17'lik EDTA (Prime Dental, Maharashtra, Hindistan) ile son yıkama prosedürleri tamamlandı. Her iki solüsyon uygulaması arasında kanalda distile su kullanıldı.

3.5. Retreatment tedavi protokolü

Mevcut ĉalıřmadaki hastaların tamamının tedavisi tek bir hekim tarafından yapıldı. ĉalıřmaya alınan her hastaya tedavi öncesinde tedavi ile ilgili bilgiler verildi ve tedavi sonuĉları aĉıkĉa anlatıldı. Tedavi edilen tüm hastalara 1:200000 epinefrin iĉeren 2ml'lik ampul (Maxicaine, İdol İlaĉ Dolum, İstanbul, Türkiye) ile anestezi yapılmıştır. Dişlerin rubber dam ile izole edilmesinin ardından irrigasyon solüsyonunun etkisini arttırabilmek amacıyla, kavitenin eksik duvarları kompozit rezin (3M-ESPE, St. Paul, MN, ABD) ile restore edildi ve giriş kavitesi kök kanallarına düz bir giriş sağlayacak şekilde aĉıldı. Kavite %2,5 NaOCl solüsyonu ile dolduruldu. Guta perkalar Scope RS® Retreatment (D1, D2, D3) eğeri ile uzaklaştırıldı ve kanal boyu #10-15 K-tipi el eğeleri (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviĉre) yerleştirilerek Root ZX mini EAB ile tespit edildi. Kök kanal tedavisi preparasyonu Scope RS® Medium serisi (35/04) eğesi ile bitirilmıştir. Metodolojik bütünlüğü ve karşılaştırılabilirliği sağlamak amacıyla, apikal genişletmenin son basamağında kullanılan ana eğe (master apical file) standart olarak #35 ĉapında belirlenmiştir.

Her bir eğenin kullanımını takiben, kök kanalları %2,5 konsantrasyonundaki NaOCl solüsyonu ile irrigate edilerek organik artıkların uzaklaştırılması ve antimikrobiyal etki sağlandı. Tüm irrigasyon aşamalarında, irrigasyon solüsyonunun güvenli ve etkili bir şekilde kanal boyunca yönlendirilmesi amacıyla 31 gauge kalınlığında lateral delikli irrigasyon iğnesi (Medic, Shanghai Carelife International Trading Co. Ltd., Ćin) kullanıldı. İğne, ĉalıřma uzunluğundan 2 mm geride konumlandırılarak, NaOCl'nin periapikal bölgeye taşma riski en aza indirildi. İrrigasyon yapılırken kanül bu alanda yukarı-aşağı hareket ettirildi. %2,5 oranında NaOCl (Microvem AF, İstanbül, Türkiye) ve %17'lik EDTA (Prime Dental, Maharashtra, Hindistan) ile son yıkama prosedürleri tamamlandı. Her iki solüsyon uygulaması arasında kanalda distile su kullanıldı.

3.6. Ćalıřmada Kullanılan İrrigasyon Teknikleri

Sonik aktivasyon

Sonik aktivasyon, EasydoActivator (EA) cihazı (EA; Easyinsmile (Weixiaomeichi), Changsha, China) kullanılarak gerĉekleřtirildi. Kanal iĉerisinde solüsyon mevcutken cihazın iğne ucu belirlenen ĉalıřma boyundan 2 mm geride konumlanacak şekilde kanala yerleştirildi ve önerilen gĉ ayarında ileri geri hareketler yapılarak solüsyonlar aktive edildi. Aktivasyon işlemi 20 saniyelik 3 periyot halinde (toplam 60 saniye) uygulandı. Final irrigasyon iĉin 2 mL %17 EDTA solüsyonu aktivasyonu 1 dk boyunca yapıldı. Daha sonra NaOCl ve EDTA kimyasal etkileşimini engellemek iĉin kanallara 1 dk boyunca 2 mL serum fizyolojik uygulandı. Sonrasında 2 mL %2,5 NaOCl solüsyonu 20 sn boyunca 3 defa tekrarlanarak NaOCl solüsyonu aktivasyonu yapıldı. Her 20 saniyelik irrigasyon aktivasyonundan sonra kanala 1 ml %2,5 NaOCl uygulanarak solüsyon tazelendi.



Şekil 3. 1. Easydo Activator cihazı (EA; Easyinsmile (Weixiaomeichi), Changsha, China)

Pasif Ultrasonik Aktivasyon

Bu grupta ultrasonik uçlar (E60, mod:E, setting ayarı:6) (DTE, Guilin Woodpecker Co., Guilin, Guangxi, Çin) ve ultrasonik cihaz (DTE S6 Led, Guilin Woodpecker Co., Guilin, Guangxi, Çin) kullanılarak solüsyonlar aktive edildi. Kullanılan ultrasonik uç çalışma boyunun 2 mm gerisinde duvarlara temas ettirilmeden kullanıldı. Final irrigasyon için 2 mL %17 EDTA solüsyonu aktivasyonu 1 dk boyunca yapıldı. Daha sonra NaOCl ve EDTA kimyasal etkileşimini engellemek için kanallara 1 dk boyunca 2 mL serum fizyolojik uygulandı. Sonrasında 2 mL %2,5 NaOCl solüsyonu 20 sn boyunca 3 defa tekrarlanarak toplamda 1 dakikada 6 mL NaOCl solüsyonu aktivasyonu yapıldı.



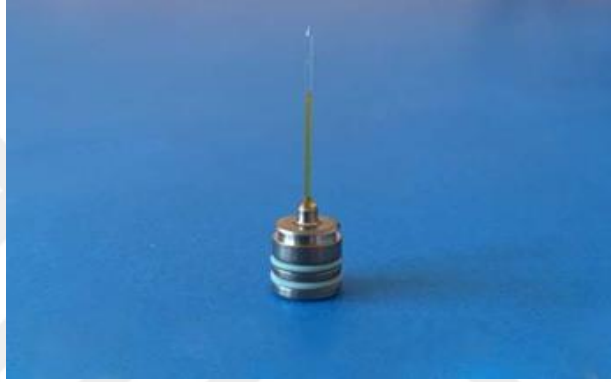
Şekil 3. 2. Ultrasonik cihaz (DTE, Guilin Woodpecker Co., Guilin, Guangxi, Çin)

PIPS Lazer Aktivasyon

Bu grupta, irrigasyon aktivasyonu için Fotona Er:YAG lazer cihazı (Lightwalker, Fotona, Ljubljana, Slovenia) kullanıldı. Özel konik ve radial fiber uç (PIPS 300/14, Fotona), SSP modunda (50µs, 0,3 W, 15 Hz ve 20 mJ) hava ve su ayarı kapalı durumda ve kanal içerisinde irrigasyon solüsyonları mevcutken pulpa odasının koronal kısmına yerleştirilip hareketsiz bırakılarak fotoakustik dalgaların kanal ağızlarına iletilmesi sağlandı. Final irrigasyon için 2 mL %17 EDTA solüsyonu aktivasyonu 1 dk boyunca yapıldı. Daha sonra NaOCl ve EDTA kimyasal etkileşimini engellemek için kanallara 1 dk boyunca 2 mL serum fizyolojik uygulandı. Sonrasında 2 mL %2,5 NaOCl solüsyonu 20 sn boyunca 3 defa tekrarlanarak toplamda 1 dakikada 6 mL NaOCl solüsyonu aktivasyonu yapıldı.



Şekil 3. 3. Çalışmada kullanılan Er:YAG lazer (Lightwalker, Fotona, Ljubljana, Slovenya)



Şekil 3. 4. Er:YAG lazere ait 400 µm'lik PIPS fiber optik uç.

3.7. İstatiksel Analiz

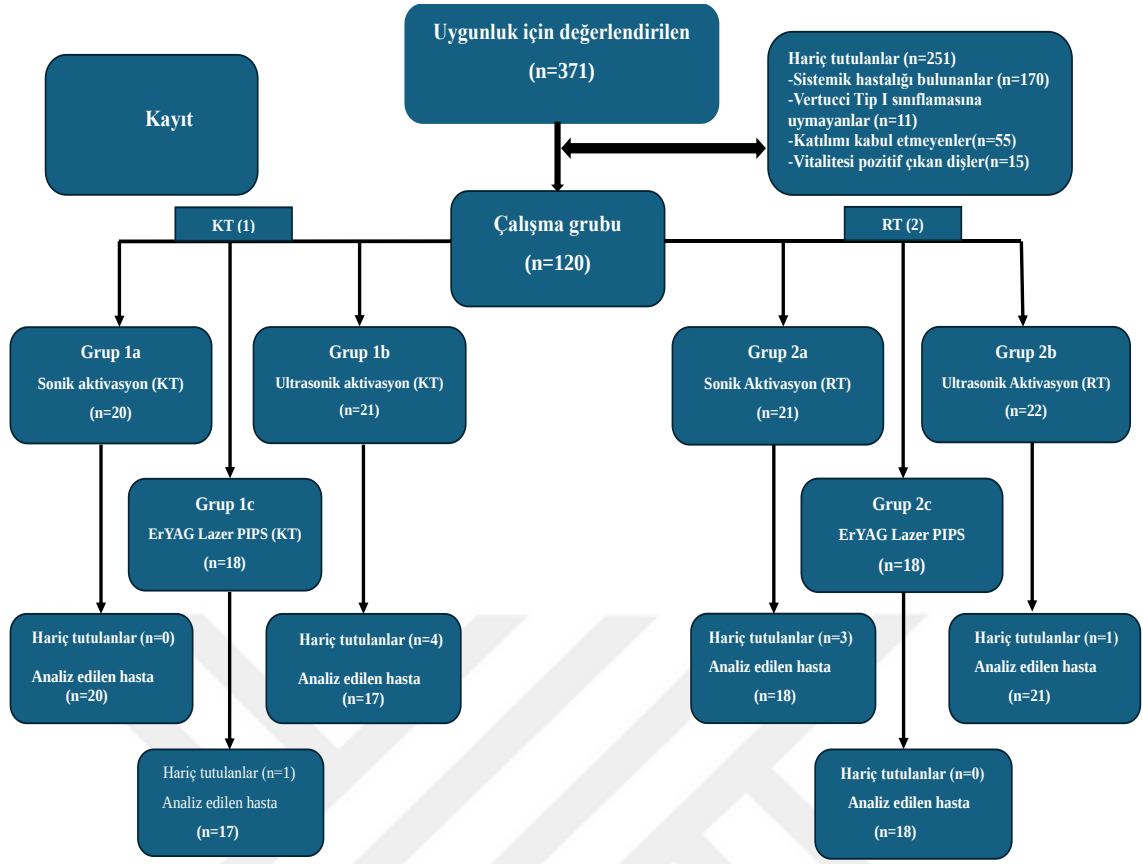
Çalışmada istatistiksel analizler Jamovi istatistik programı (Versiyon 2.3.28) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Demografik verilerin irrigasyon ajanlarına ve uygulanan tedavilere göre dağılımı, kategorik değişkenler için Ki-kare testi ile değerlendirilmiştir. Sadece işlem süresi ve hasta yaşı arasındaki fark Kruskal-Wallis testi veya Mann-Whitney U testi ile analiz edilmiştir. Ağrı verilerinin cinsiyet, yaş, tedavi türü, irrigasyon türü ve PAI (Periapikal İndeks Skorlama Sistemi) değerlerine göre normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov ve Anderson-Darling testleri ile değerlendirilmiş; hiçbir veri setinde normal dağılım saptanmamıştır. Bu nedenle ikili grup karşılaştırmalarında Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İki'den fazla gruplarda Kruskal-Wallis ve Dwass-Steel-Critchlow-Fligner ikili karşılaştırma testleri uygulanmıştır. Zaman

içindeki ağrılarının birbirleri ile karşılaştırılmasında ise Friedman testi ve Durbin Conover ikili karşılaştırma testi kullanılmıştır. Ağrı kesici kullanımı ve irrigasyon türü arasındaki ilişki ki-kare testi ile incelenmiş, Bonferonni düzeltmesi ile birlikte ikili karşılaştırma testi yapılmıştır. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

Bu çalışmanın örneklem oluşturma sürecinde toplam 371 hasta uygunluk açısından değerlendirilmiştir. Bunlardan 170'i sistemik hastalığı bulunması, 11'i Vertucci Tip I dışı kök kanal morfolojisine sahip olmaması, 55'i çalışmaya katılmak istemeyenler ve 15'i vital diş olması nedeniyle çalışmadan dışlanmış; böylece 251 hasta elenmiştir. Kalan 120 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Bu hastalar, uygulanan tedavi tipine göre iki ana gruba ayrılmıştır: KT ve RT uygulanan grup. Her iki ana grup, uygulanan irrigasyon tekniğine göre üç alt gruba ayrılmıştır. KT grubunda Grup 1a (SA, n=20), Grup 1b (PUI, n=21) ve Grup 1c (PIPS, n=18) yer almıştır. RT grubunda ise Grup 2a (SA, n=21), Grup 2b (PUI, n=22) ve Grup 2c (PIPS, n=18) bulunmaktadır. Tedavi sürecinde Grup 1b'den 4, Grup 1c'den 1, Grup 2a'ten 3 ve Grup 2b'ten 1 hasta takipten düşmüştür; Grup 1a ve Grup 2c'da hasta kaybı yaşanmamıştır. Sonuç olarak analiz edilen hasta sayıları Grup 1a için 20, Grup 1b için 17, Grup 1c için 17, Grup 2a için 18, Grup 2b için 21 ve Grup 2c için 18 olarak kaydedilmiştir.



Şekil 4. 1. Hasta Akış Diyagramı

4.1. PIPS, PUI ve SA Gruplarının Demografik ve Klinik Özellikleri

Çalışmaya toplam 111 hasta dahil edilmiş olup, gruplar arasında cinsiyet dağılımı açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p=0,784$). PIPS grubunda katılımcıların %57,1'i kadın iken, PUI ve SA gruplarında bu oran sırasıyla %60,5 ve %52,6 olarak bulunmuştur. Benzer şekilde, yaş ortalamaları da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir ($p=0,166$). PIPS, PUI ve SA gruplarındaki yaş ortalamaları sırasıyla $36,4 \pm 13,3$, $41,2 \pm 13,0$ ve $40,7 \pm 12,3$ yıl olarak hesaplanmıştır (Tablo 1). Medeni hal değişkeni açısından da gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p=0,161$). Evli bireylerin oranı PIPS grubunda %57,1, PUI grubunda %76,3 ve SA grubunda %73,7 olarak saptanmıştır. Eğitim düzeyine göre dağılımda da anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,774$). Tüm gruplarda lise ve üniversite mezunu katılımcı oranları birbirine yakın düzeyde seyretmiştir.

Tablo 4. 1. PIPS, PUI ve SA Gruplarının Demografik ve Klinik Özellikleri

	PIPS (N=35)	PUI (N=38)	SA (N=38)	Toplam (N=111)	p-değeri
Cinsiyet					0,784 ¹
Erkek	15,0 (42,9%)	15,0 (39,5%)	18,0 (47,4%)	48,0 (43,2%)	
Kadın	20,0 (57,1%)	23,0 (60,5%)	20,0 (52,6%)	63,0 (56,8%)	
Hasta yaşı					0,166 ²
Ortalama (SS)	36,4 (13,3)	41,2 (13,0)	40,7 (12,3)	39,5 (12,9)	
Aralık	18,0 - 67,0	18,0 - 72,0	18,0 - 65,0	18,0 - 72,0	
Medeni hali					0,161 ¹
Bekar	15,0 (42,9%)	9,0 (23,7%)	10,0 (26,3%)	34,0 (30,6%)	
Evli	20,0 (57,1%)	29,0 (76,3%)	28,0 (73,7%)	77,0 (69,4%)	
Eğitim düzeyi					0,774 ¹
İlköğretim	9,0 (25,7%)	11,0 (28,9%)	12,0 (31,6%)	32,0 (28,8%)	
Lise	12,0 (34,3%)	16,0 (42,1%)	16,0 (42,1%)	44,0 (39,6%)	
Üniversite	14,0 (40,0%)	11,0 (28,9%)	10,0 (26,3%)	35,0 (31,5%)	
Diş numarası					0,491 ¹
34	5,0 (14,3%)	9,0 (23,7%)	9,0 (23,7%)	23,0 (20,7%)	
35	13,0 (37,1%)	7,0 (18,4%)	8,0 (21,1%)	28,0 (25,2%)	
44	9,0 (25,7%)	8,0 (21,1%)	10,0 (26,3%)	27,0 (24,3%)	
45	8,0 (22,9%)	14,0 (36,8%)	11,0 (28,9%)	33,0 (29,7%)	
İşlem süresi					0,003²
Ortalama (SS)	63,3 (9,8) ^b	61,6 (13,0) ^b	54,6 (14,8) ^a	59,7 (13,2)	
Aralık	40,0 - 85,0	35,0 - 90,0	35,0 - 90,0	35,0 - 90,0	
Uygulanan tedavi					0,789 ¹
Kanal tedavisi	17,0 (48,6%)	17,0 (44,7%)	20,0 (52,6%)	54,0 (48,6%)	
Retreatment	18,0 (51,4%)	21,0 (55,3%)	18,0 (47,4%)	57,0 (51,4%)	

¹ Ki-kare testi, ² Kruskal-Wallis testi, dwass-steel-critchlow-fligner ikili karşılaştırma testi. Farklı harfler anlamlı farklılığı gösterir.

İşlem uygulanan diş numarası (34, 35, 44, 45) yönünden gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (p=0,491). Bununla birlikte, işlem süresi açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p=0,003). SA grubunda işlem süresi (54,6 ± 14,8 dakika), hem PIPS (63,3 ± 9,8 dakika) hem de PUI (61,6 ± 13,0 dakika) gruplarına göre anlamlı derecede daha kısa bulunmuştur (p<0,05).

Uygulanan tedavi türü (KT vs. RT) açısından gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (p=0,789). Tüm gruplarda KT ve retreatment oranları yaklaşık olarak eşit dağılmıştır.

4.2. Tedavi Türü Gruplarının Demografik ve Klinik Özellikleri

Tedavi türüne göre gruplar cinsiyet açısından karşılaştırıldığında, kadın ve erkek dağılımı arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,804$). Kanal tedavisi grubunda kadın oranı %55,6 iken, retreatment grubunda %57,9 olarak kaydedilmiştir. Erkek oranları ise sırasıyla %44,4 ve %42,1 olarak gerçekleşmiştir.

Grupların yaş ortalamaları incelendiğinde, retreatment grubundaki hastaların yaş ortalaması ($41,1 \pm 12,8$) kanal tedavisi grubuna göre ($37,9 \pm 12,9$) daha yüksek olsa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,195$). Her iki grupta da yaş aralığı 18 ile 70'li yaşlar arasında değişmektedir.

Medeni hal açısından da anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p=0,311$). Kanal tedavisi grubundaki bireylerin %64,8'i evli iken, retreatment grubunda bu oran %73,7'dir. Bekâr bireylerin oranı ise sırasıyla %35,2 ve %26,3'tür.

Eğitim düzeyi açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,243$). Üniversite mezunu bireylerin oranı retreatment grubunda (%38,6), kanal tedavisi grubuna (%24,1) kıyasla daha yüksek olsa da bu fark istatistiksel düzeye ulaşmamıştır.

İşlem uygulanan diş numaralarına göre gruplar benzer şekilde dağılmış olup, gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,669$). En sık işlem uygulanan diş numarası kanal tedavisi grubunda 45 (%33,3), retreatment grubunda ise 35 (%29,8) olarak kaydedilmiştir.

İşlem süresi bakımından ise gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,007$). Retreatment grubunda ortalama işlem süresi anlamlı olarak daha uzun bulunmuştur ($63,3 \pm 13,8$ dakika) ve kanal tedavisi grubuna kıyasla yaklaşık 7,4 dk daha

fazladır ($55,9 \pm 11,5$ dakika). Bu bulgu, retreatment işlemlerinin daha fazla zaman gerektirdiğini göstermektedir.

Tablo 4. 2. Tedavi Türü Gruplarının Demografik ve Klinik Özellikleri

	Kanal tedavisi (N=54)	Retreatment (N=57)	Toplam (N=111)	p-değeri
Cinsiyet				0,804 ¹
Erkek	24,0 (44,4%)	24,0 (42,1%)	48,0 (43,2%)	
Kadın	30,0 (55,6%)	33,0 (57,9%)	63,0 (56,8%)	
Hasta yaşı				0,195 ²
Ortalama (SS)	37,9 (12,9)	41,1 (12,8)	39,5 (12,9)	
Aralık	18,0 - 72,0	18,0 - 67,0	18,0 - 72,0	
Medeni hali				0,311 ¹
Bekar	19,0 (35,2%)	15,0 (26,3%)	34,0 (30,6%)	
Evli	35,0 (64,8%)	42,0 (73,7%)	77,0 (69,4%)	
Eğitim düzeyi				0,243 ¹
İlköğretim	18,0 (33,3%)	14,0 (24,6%)	32,0 (28,8%)	
Lise	23,0 (42,6%)	21,0 (36,8%)	44,0 (39,6%)	
Üniversite	13,0 (24,1%)	22,0 (38,6%)	35,0 (31,5%)	
Diş numarası				0,669 ¹
34	12,0 (22,2%)	11,0 (19,3%)	23,0 (20,7%)	
35	11,0 (20,4%)	17,0 (29,8%)	28,0 (25,2%)	
44	13,0 (24,1%)	14,0 (24,6%)	27,0 (24,3%)	
45	18,0 (33,3%)	15,0 (26,3%)	33,0 (29,7%)	
İşlem süresi				0,007 ²
Ortalama (SS)	55,9 (11,5)	63,3 (13,8)	59,7 (13,2)	
Aralık	35,0 - 85,0	35,0 - 90,0	35,0 - 90,0	

¹ Ki-kare testi, ² Mann-Whitney U testi

4.3. Cinsiyetlerin farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyimlerinin karşılaştırılması

Tedavi öncesi dönemde erkek hastaların ortalama ağrı skoru $7,45 \pm 19,21$ iken, kadın hastalarda bu değer $12,38 \pm 25,68$ olarak belirlenmiştir. Ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,418$). Her iki grupta da ortalama değer sıfır olup, maksimum ağrı düzeyi kadınlarda daha yüksek bulunmuştur (erkeklerde 85, kadınlarda 100).

Tedaviden bir gün sonra kadınların ortalama ağrı skoru ($30,16 \pm 37,12$), erkeklerden ($17,96 \pm 24,66$) daha yüksek olmasına rağmen bu fark anlamlı bulunmamıştır ($p=0,221$). Benzer şekilde, üç gün sonraki değerlendirmede de kadınların ağrı düzeyi erkeklere göre daha yüksek seyretmiş ($18,73 \pm 29,59$ vs. $11,02 \pm 18,03$), ancak bu fark da istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,421$).

Beşinci günde erkeklerin ağrı düzeyi oldukça düşmüş ($2,96 \pm 7,63$), kadınlarda ise hala nispeten yüksek kalmıştır ($6,83 \pm 15,95$). Buna karşın bu fark da anlamlı düzeye ulaşmamıştır ($p=0,401$). Yedinci gün sonunda ise her iki cinsiyet grubunda da ağrı skoru çok düşük düzeyde saptanmıştır (erkeklerde $1,02 \pm 4,68$, kadınlarda $2,14 \pm 6,99$) ve aradaki fark anlamlı değildir ($p=0,355$).

Bu sonuçlar, her ne kadar kadın grubunda ortalama ağrı skorları tüm zaman noktalarında daha yüksek olsa da cinsiyetin ağrı deneyimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığını göstermektedir.

Tablo 4. 3. Cinsiyete göre farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyiminin karşılaştırılması

	Cinsiyet	Ortalama	SS	Ortanca	Minimum	Maksimum	p-değeri
Tedavi öncesi ağrı	Erkek	7,449	19,206	0	0	85	0,418 ¹
	Kadın	12,381	25,682	0	0	100	
1 gün sonra	Erkek	17,959	24,663	0	0	80	0,221 ¹
	Kadın	30,159	37,124	0	0	100	
3 gün sonra	Erkek	11,02	18,027	0	0	80	0,421 ¹
	Kadın	18,73	29,594	0	0	100	
5 gün sonra	Erkek	2,959	7,632	0	0	30	0,401 ¹
	Kadın	6,825	15,946	0	0	60	
7 gün sonra	Erkek	1,02	4,675	0	0	30	0,355 ¹
	Kadın	2,143	6,997	0	0	40	

¹ Mann-Whitney U testi

4.4. Yaş gruplarının farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyimlerinin karşılaştırılması

Hastalar yaşlarına göre ≤ 35 yaş ve > 35 yaş olarak iki gruba ayrıldığında, tedavi öncesi ağrı skorları açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,936$). Her iki yaş grubunda da ortalama ağrı skorları oldukça benzerdir (sırasıyla $10,12 \pm 21,69$ ve $10,28 \pm 24,04$) ve ortanca değerler sıfırdır.

Tedaviden bir gün sonra ≤ 35 yaş grubundaki hastaların ağrı skoru ortalaması ($29,15 \pm 31,66$), > 35 yaş grubuna göre daha yüksek bulunmuştur ($22,32 \pm 33,26$); ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,189$). Üçüncü günde de benzer şekilde,

genç gruptaki ortalama ağrı skoru ($17,81 \pm 26,29$) daha yüksek olmasına rağmen istatistiksel anlamlılık taşımamaktadır ($p=0,337$).

Beşinci günde ağrı skorları her iki grupta düşüş göstermiştir. Genç grupta ortalama $5,73 \pm 11,38$, ileri yaş grubunda ise $4,79 \pm 14,03$ olarak bulunmuştur; bu fark da istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,167$). Yedinci gün sonunda her iki gruptaki ağrı düzeyleri oldukça düşük bulunmuş olup, ≤ 35 yaş grubunda ortalama $1,22 \pm 4,00$, >35 yaş grubunda ise $1,90 \pm 7,04$ 'tür ($p=0,879$).

Bu sonuçlar, genel olarak ağrı düzeyinin zamanla anlamlı şekilde azaldığını, ancak yaş grupları arasında herhangi bir zaman noktasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını göstermektedir.

Tablo 4. 4. Tablo 4. Yaşa göre farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyiminin karşılaştırılması

	Yaş	Ortalama	SS	Ortanca	Minimum	Maksimum	p-değeri
Tedavi öncesi ağrı	≤ 35	10,122	21,694	0	0	70	0,936 ¹
	>35	10,282	24,037	0	0	100	
1 gün sonra	≤ 35	29,146	31,66	20	0	100	0,189 ¹
	>35	22,324	33,261	0	0	100	
3 gün sonra	≤ 35	17,805	26,293	0	0	100	0,337 ¹
	>35	13,944	24,927	0	0	100	
5 gün sonra	≤ 35	5,732	11,378	0	0	50	0,167 ¹
	>35	4,789	14,026	0	0	60	
7 gün sonra	≤ 35	1,22	3,997	0	0	20	0,879 ¹
	>35	1,901	7,039	0	0	40	

¹ Mann-Whitney U testi

4.5. Uygulanan tedavi türlerinin farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyimlerinin karşılaştırılması

Tedavi öncesi ağrı düzeyi açısından gruplar karşılaştırıldığında, kanal tedavisi grubundaki hastaların ortalama ağrı skorunun ($14,18 \pm 27,48$) retreatment grubuna göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir ($6,40 \pm 17,31$); ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,111$).

Tedaviden bir gün sonra da kanal tedavisi uygulanan hastaların ağrı skorları ($28,82 \pm 36,75$), retreatment grubuna göre daha yüksek bulunmuştur ($20,97 \pm 28,05$); buna rağmen bu fark anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır ($p=0,530$). Üçüncü günde her iki gruptaki ağrı skorları azalmış olup, kanal tedavisi grubunda $17,09 \pm 28,12$, retreatment grubunda ise $13,68 \pm 22,57$ olarak belirlenmiş; gruplar arasında anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,884$).

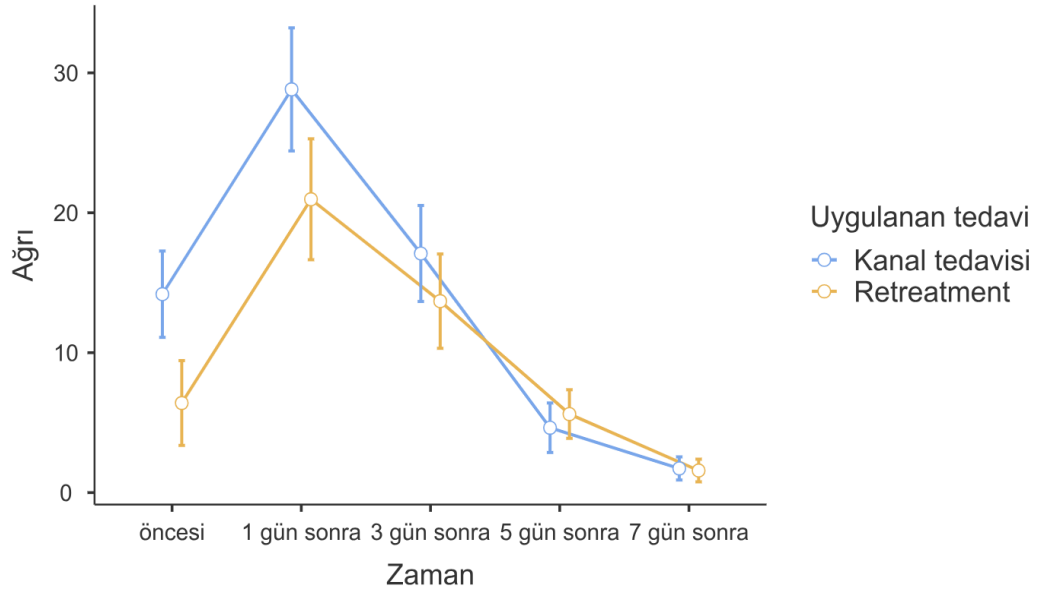
Beşinci gün değerlendirmesinde, her iki grupta da ağrı düzeyleri düşük seyretmiş ve gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,834$). Kanal tedavisi grubunda ağrı ortalaması $4,64 \pm 12,13$, retreatment grubunda ise $5,61 \pm 14,02$ olarak kaydedilmiştir. Yedinci gün sonunda da benzer şekilde, her iki grup için ağrı düzeyleri oldukça düşük bulunmuştur (kanal tedavisi: $1,73 \pm 7,15$; retreatment: $1,58 \pm 4,92$) ve aralarındaki fark anlamlı değildir ($p=0,584$).

Sonuç olarak, uygulanan tedavi türünün (primer kanal tedavisi veya retreatment) ağrı deneyimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır.

Tablo 4. 5. Uygulanan tedaviye göre farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyiminin karşılaştırılması

	Uygulanan Tedavi	Ortalama	SS	Ortanca	Minimum	Maksimum	p-değeri
Tedavi öncesi ağrı	Kanal tedavisi	14,182	27,483	0	0	100	0,111 ¹
	Retreatment	6,404	17,314	0	0	80	
1 gün sonra	Kanal tedavisi	28,818	36,754	0	0	100	0,530 ¹
	Retreatment	20,965	28,053	0	0	100	
3 gün sonra	Kanal tedavisi	17,091	28,115	0	0	100	0,884 ¹
	Retreatment	13,684	22,57	0	0	90	
5 gün sonra	Kanal tedavisi	4,636	12,128	0	0	50	0,834 ¹
	Retreatment	5,614	14,018	0	0	60	
7 gün sonra	Kanal tedavisi	1,727	7,15	0	0	40	0,584 ¹
	Retreatment	1,579	4,924	0	0	20	

¹ Mann-Whitney U testi



Şekil 4. 2. Uygulanan tedavi çeşidinin ağrı deneyimlerinin zamana göre grafiksel gösterimi

4.6. Uygulanan irrigasyonların farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyimlerinin karşılaştırılması

Tedavi öncesi ağrı düzeyleri karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,2021$). Ortalama ağrı skorları PIPS grubunda $4,71 \pm 15,48$, PUI grubunda $14,21 \pm 28,82$ ve SA grubunda $11,28 \pm 22,18$ olarak saptanmıştır. Tüm gruplarda ortanca değer sıfır olup, dağılım genişliği yüksek bulunmuştur.

Tedaviden bir gün sonra ağrı skorları artmış olsa da irrigasyon grupları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,4331$). En yüksek ortalama ağrı skoru SA grubunda ($30,26 \pm 35,58$) ölçülmüş, bunu PUI ($22,50 \pm 32,42$) ve PIPS ($21,29 \pm 29,69$) grupları takip etmiştir.

Üçüncü gün sonunda gruplar arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0201$). SA grubundaki ortalama ağrı skoru ($23,08 \pm 30,43$), hem PIPS ($8,00 \pm 20,41$) hem de PUI ($14,21 \pm 22,01$) gruplarına kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksektir. Bu farklılık, post-hoc

analizle de doğrulanmış ve SA grubunun daha fazla postoperatif ağrıya neden olabileceği gösterilmiştir.

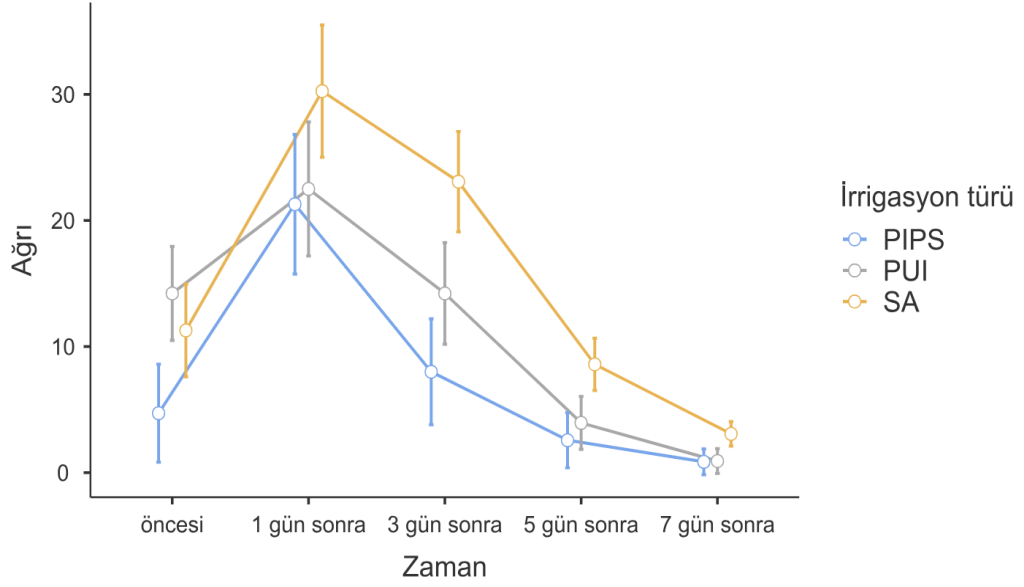
Beşinci ve yedinci günlerde ağrı skorları tüm gruplarda belirgin şekilde azalmıştır. Beşinci gün ortalama ağrı skorları sırasıyla SA grubunda $8,59 \pm 16,10$, PUI grubunda $3,95 \pm 12,20$ ve PIPS grubunda $2,57 \pm 9,19$ 'dur ($p=0,1551$). Yedinci gün sonunda tüm gruplarda ağrı skorları düşmüş ve gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,4991$). SA grubu yine en yüksek değeri göstermiş olsa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Sonuç olarak, irrigasyon yöntemi ile ağrı deneyimi arasında anlamlı fark sadece 3. gün değerlendirmesinde gözlenmiş olup, bu fark SA (sonik aktivasyon) grubunda daha yüksek postoperatif ağrı düzeyi ile ilişkilidir. Diğer zaman dilimlerinde yöntemler arasında anlamlı fark saptanmamıştır.

Tablo 4. 6. Uygulanan irrigasyona göre farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyiminin karşılaştırılması

	İrrigasyon	Ortalama	SS	Ortanca	Minimum	Maksimum	p-değeri
		a				m	
Tedavi öncesi ağrı	PIPS	4,714 ^a	15,48	0	0	70	0,202 ¹
	PUI	14,211 ^a	28,817	0	0	100	
	SA	11,282 ^a	22,175	0	0	85	
1 gün sonra	PIPS	21,286 ^a	29,688	0	0	100	0,433 ¹
	PUI	22,5 ^a	32,419	0	0	100	
	SA	30,256 ^a	35,577	20	0	100	
3 gün sonra	PIPS	8,000 ^a	20,408	0	0	90	0,020¹
	PUI	14,211 ^a	22,011	0	0	80	
	SA	23,077 ^b	30,427	0	0	100	
5 gün sonra	PIPS	2,571 ^a	9,185	0	0	50	0,155 ¹
	PUI	3,947 ^a	12,201	0	0	60	
	SA	8,59 ^a	16,098	0	0	50	
7 gün sonra	PIPS	0,857 ^a	3,735	0	0	20	0,499 ¹
	PUI	0,921 ^a	3,649	0	0	20	
	SA	3,077 ^a	8,931	0	0	40	

¹ Kruskal-Wallis testi, dwass-steel-critchlow-fligner ikili karşılaştırma testi. Farklı harfler anlamlı farklılığı gösterir.



Şekil 4. 3. İrrigasyon ajanının ağrı deneyimlerinin zamana göre grafiksel gösterimi

4.7. PAI değerlerine göre farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyimlerinin karşılaştırılması

Tedavi öncesi dönemde PAI skorlarına göre gruplar arasında ortalama ağrı skorlarında fark gözlemlense de bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p = 0,652$). PAI 0 olan bireylerde ortalama ağrı skoru $20 \pm 34,23$ ile en yüksek düzeyde iken, PAI 3 grubunda bu değer $4,55 \pm 12,77$ olarak gözlenmiştir. Ancak dağılım genişliği ve medyan değerlerin genellikle sıfır olması bu farkın anlamlı olmasını engellemiştir.

Tedaviden 1 gün sonra ağrı düzeyleri genel olarak artmış; ancak PAI grupları arasında anlamlı fark saptanmamıştır ($p = 0,897$). PAI 2, 3 ve 4 gruplarında ortalama ağrı skorları sırasıyla 30,56, 25,76 ve 25,00 iken, PAI 5 grubunda bu değer yalnızca $11,36 \pm 13,43$ 'tür.

3. gün sonunda ağrı skorları düşmeye başlamış olsa da gruplar arasında yine anlamlı fark bulunmamıştır ($p = 0,687$). En yüksek ağrı skoru PAI 2 ($20,56 \pm 24,55$) grubunda gözlenmiş, en düşük ise PAI 5 ($5,46 \pm 9,34$) grubunda olmuştur.

5. ve 7. günlerde ise ağrı skorları tüm gruplarda belirgin biçimde düşmüştür. Yedinci gün itibarıyla PAI 5 grubunda hiçbir hasta ağrı bildirmemiştir ($0,00 \pm 0,00$). Ancak bu zaman noktalarında da gruplar arasında istatistiksel anlamlılık saptanmamıştır ($p = 0,640$ ve $p = 0,877$, sırasıyla) (Tablo 7). Sonuç olarak, PAI skorlarına göre farklı gruplar arasında ağrı düzeylerinde görsel farklar bulunmakla birlikte, bu farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir. PAI skorunun postoperatif ağrı düzeyini öngörme gücü sınırlı kalmıştır.

Tablo 4. 7. PAI değerlerine göre farklı zaman dilimlerindeki ağrı deneyiminin karşılaştırılması

	PAI	Ortalama	SS	Ortanca	Minimum	Maksimum	p-değeri
Tedavi öncesi ağrı	YOK	20	34,226	0	0	100	0,652
	PAI 1	10,769	24,987	0	0	80	
	PAI 2	10,833	26,582	0	0	85	
	PAI 3	4,545	12,77	0	0	60	
	PAI 4	7,727	17,094	0	0	55	
	PAI 5	17,273	29,695	0	0	70	
1 gün sonra	YOK	29,667	41,424	0	0	100	0,897
	PAI 1	20	31,091	10	0	90	
	PAI 2	30,556	34,037	20	0	100	
	PAI 3	25,758	34,098	0	0	100	
	PAI 4	25	31,736	0	0	100	
	PAI 5	11,364	13,433	0	0	30	
3 gün sonra	YOK	12,667	27,894	0	0	100	0,687
	PAI 1	14,615	26,018	0	0	80	
	PAI 2	20,556	24,548	10	0	80	
	PAI 3	15,758	27,39	0	0	100	
	PAI 4	17,727	27,243	0	0	90	
	PAI 5	5,455	9,342	0	0	20	
5 gün sonra	YOK	0,667	2,582	0	0	10	0,640
	PAI 1	3,846	13,868	0	0	50	
	PAI 2	6,944	12,735	0	0	40	
	PAI 3	6,97	16,486	0	0	60	
	PAI 4	5,909	14,027	0	0	50	
	PAI 5	2,727	6,467	0	0	20	
7 gün sonra	YOK	0,333	1,291	0	0	5	0,877
	PAI 1	1,538	5,547	0	0	20	
	PAI 2	3,889	11,448	0	0	40	
	PAI 3	1,818	5,276	0	0	20	
	PAI 4	1,364	4,676	0	0	20	
	PAI 5	0	0	0	0	0	

¹ Kruskal-Wallis testi, dwass-steel-critchlow-fligner ikili karşılaştırma testi. Farklı harfler anlamlı farklılığı gösterir.

4.8. Zaman dilimlerindeki ağrı deneyimlerinin karşılaştırılması

Farklı zaman noktalarında ölçülen ağrı düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,001$). Friedman testi ile yapılan analiz sonucunda, ağrı düzeylerinin zamanla anlamlı biçimde azaldığı görülmüştür.

En yüksek ortalama ağrı skoru, tedaviden 1 gün sonra kaydedilmiş olup $24,82 \pm 32,71$ olarak belirlenmiştir. Bu değer, hem tedavi öncesi ($10,22 \pm 23,11$) hem de sonraki tüm zaman noktalarına göre anlamlı derecede yüksektir ($p < 0,05$). 3. gün itibarıyla ağrı düzeyi $15,36 \pm 25,39$ 'a gerilemiş ve bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

5. gün sonunda ortalama ağrı skoru $5,13 \pm 13,07$ 'ye, 7. gün sonunda ise $1,65 \pm 6,09$ 'a düşmüştür. Beşinci ve yedinci gün verileri arasında istatistiksel fark olmamakla birlikte ($p > 0,05$), bu zaman noktaları diğer günlerle karşılaştırıldığında anlamlı derecede düşük ağrı düzeylerini göstermektedir ($p < 0,05$).

Bu bulgular, postoperatif ağrı deneyiminin tedaviden hemen sonra en yüksek seviyeye ulaştığını ve zamanla anlamlı biçimde azaldığını ortaya koymaktadır.

Tablo 4. 8. Zaman dilimleri arasındaki ağrı deneyimlerinin karşılaştırılması

	Ortalama	SS	Ortanca	Minimum	Maksimum
Tedavi öncesi ağrı	10,223 ^a	23,108	0	0	100
1 gün sonra	24,821 ^b	32,708	0	0	100
3 gün sonra	15,357 ^c	25,386	0	0	100
5 gün sonra	5,134 ^d	13,074	0	0	60
7 gün sonra	1,652 ^d	6,092	0	0	40
p-değeri	<0,001				

Friedman testi, Durbin-Conover ikili karşılaştırılması. Farklı harfler anlamlı farklılığı gösterir.

4.9. İrrigasyon yöntemleri ile tedavi sonrası ağrı kesici kullanımı arasındaki ilişki

Tedavi sonrası ağrı kesici kullanımı ile uygulanan irrigasyon yöntemleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0,009$). Yapılan ki-kare testi ve Bonferroni

düzeltilmesi sonrası yapılan ikili karşılaştırmalarda gruplar arasında anlamlı farklılıklar saptanmıştır.

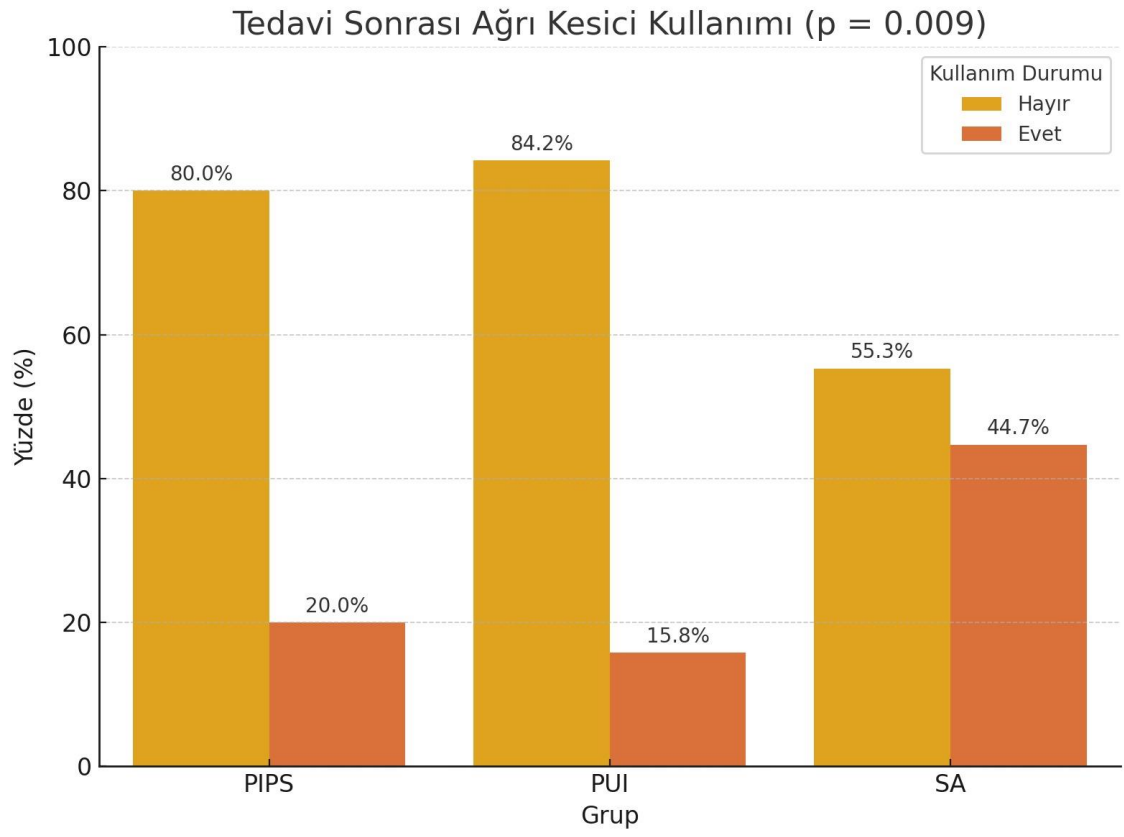
PIPS ve PUI gruplarında ağrı kesici kullanımı oranları sırasıyla %20,0 ve %15,8 olup, bu oranlar birbirine yakın ve istatistiksel olarak benzer düzeydedir ($p>0,05$). Buna karşın, SA (sonik aktivasyon) grubunda ağrı kesici kullanım oranı %43,6 olarak belirlenmiş ve bu oran diğer iki gruba göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$).

Bu bulgu, sonik aktivasyon yönteminin postoperatif dönemde daha fazla analjezik kullanımına neden olabileceğini ve PIPS ile PUI yöntemlerinin bu açıdan daha avantajlı olabileceğini göstermektedir.

Tablo 4. 9. Ağrı kesici kullanımı ile irrigasyonlar arası ilişki

	PIPS (N=35)	PUI (N=38)	SA (N=39)	Toplam (N=111)	p-değeri
Tedavi sonrası ağrı kesici kullanımı					0,009¹
Hayır	28,0 (80,0%) ^a	32,0 (84,2%) ^a	21,0 (56,4%) ^b	81,0 (73,0%)	
Evet	7,0 (20,0%) ^a	6,0 (15,8%) ^a	17,0 (43,6%) ^b	30,0 (27,0%)	

¹ Ki-kare testi, bonferonni düzeltilmesi yapılarak ikili karşılaştırma yapılmıştır, farklı harfler gruplar arası anlamlı farklılığı gösterir



Şekil 4. 4. Ağrı kesici kullanımı ile irrigasyon ajanları arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi

5. TARTIŞMA

Günümüzde ortalama yaşam süresinin artmasıyla birlikte, bireylerin uzun vadede fonksiyonel ve estetik açıdan tatmin edici bir ağız sağlığına sahip olma beklentisi de giderek önem kazanmıştır. Bu doğrultuda, diş kayıplarının önlenmesi ve doğal dişlerin ağızda tutulması amacıyla uygulanan endodontik tedaviler hem bireysel yaşam kalitesini artırmakta hem de diş hekimliğinde temel koruyucu uygulamalardan biri haline gelmektedir. Ancak kök kanal sisteminin kompleks morfolojisi, mikrobiyal kontaminasyon düzeyi ve teknik yetersizlikler nedeniyle KT her zaman başarı ile sonuçlanmamaktadır. Başarısızlıkla sonuçlanan vakalarda, kanal tedavisinin revizyonu olan RT, hem non-invaziv olması hem de doğal diş koruma potansiyeli sayesinde sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Bununla birlikte, RT uygulamalarının başarısı, kök kanallarına yeniden ulaşılabilirlik, önceki dolgu materyallerinin etkin şekilde uzaklaştırılması ve dezenfeksiyonun sağlanması gibi birçok klinik faktöre bağlıdır. KT ve RT tedavisi sonrasında ortaya çıkan ağrı, hem hasta konforunu olumsuz etkileyen hem de klinisyen açısından tedaviye yönelik güvenin zedelenmesine neden olabilecek önemli bir komplikasyondur. Bu süreçte yaşanan ağrı, hastanın hekimin yeterliliğini sorgulamasına ve tedavinin başarısı konusunda kaygı duymasına yol açabilir. Postoperatif ağrının oluşumuna ilişkin çeşitli mekanik, kimyasal ve mikrobiyal teoriler öne sürülmüş olmakla birlikte, ağrının temel kaynağının bu mekanizmalardan biri ya da birkaçının etkisiyle periapikal dokularda meydana gelen inflamatuvar yanıt olduğu kabul edilmektedir. Oluşan bu inflamasyonun şiddeti ise doğrudan tedavi başarısını etkilemektedir. Kök kanal boşluğunun temizliği ve dezenfeksiyonu sırasında irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini artırmak amacıyla kullanılan aktivasyon sistemleri, periapikal bölgeye irritan madde taşınmasına neden olarak inflamatuvar süreci tetikleyebilmektedir. Bu nedenle gerek KT gerekse RT tedavilerinde, etkin irrigasyon ve debris eliminasyonu için kullanılan

aktivasyon sistemlerinin seçimi, tedavi başarısında belirleyici rol oynamaktadır. Bu çalışmanın amacı, farklı irrigasyon aktivasyon teknikleri (SA, PUI, PIPS) kullanılarak yapılan kanal tedavisi veya RT tedavileri sonucu farklı zaman dilimlerindeki (0-24saat, 1-3, 3-5, 5-7.gün) postoperatif ağrı düzeyine görsel analog skala yardımıyla bakılmasıydı. Mevcut çalışmanın birinci sıfır hipotezi, KT ve RT uygulanan devital mandibular premolar dişlerde, postoperatif ağrı düzeyleri açısından herhangi bir zaman diliminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı yönünde idi. Ve bu çalışma sonucunda bu hipotezimiz kabul edilmiştir. Ayrıca bu çalışmanın ikinci sıfır hipotezi farklı irrigasyon aktivasyon sistemlerinin farklı zaman diliminde postoperatif ağrıya etkilerinin aynı olduğu yönündeki idi. Ancak 3. Günde aktivasyon cihazları arasında anlamlı bir fark bulunmuş ve ikinci sıfır hipotezi ise reddedilmiştir.

Endodontik tedavilerde, kök kanal preparasyonu sırasında irrigasyon solüsyonlarından yararlanılmaktadır. Endodontide irrigasyon uygulamasının temel amaçları; dentin talaşı ve nekrotik artıkların uzaklaştırılması, kanal içinde lubrikasyon sağlanması, organik ve inorganik dokuların çözünmesi ile enstrümantasyon sırasında oluşan smear tabakasının elimine edilmesidir.²⁹ Endodontik işlemler esnasında, mikroorganizmalar ve toksinleri ile pulpa kalıntıları veya preparasyon sırasında oluşan debrisin apikal foramenden dışarı taşması, periapikal dokularda inflamasyona yol açarak postoperatif ağrıya neden olabilmektedir.^{125,182-184} Bu nedenle, postoperatif ağrının en aza indirilebilmesi açısından, kök kanallarının şekillendirme sırasında yeterli ve etkili irrigasyonunun sağlanması büyük önem taşımaktadır. Siquera ve ark.'nın¹⁸⁵ yapmış olduğu çalışmanın sonuçlarına göre %1'lik ve %2,5'lik NaOCl'nin yeterli miktarda antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bildirilmektedir. Morago ve ark.'nın¹⁸⁶ önceden tedavi görmemiş olan çekilmiş premolar dişlerin *E.faecalis* ile enfekte edilmesiyle yaptıkları in vitro çalışmada, final 45 irrigasyonda % 2,5 NaOCl - % 17 EDTA sıralı kullanımı ile % 2,5 NaOCl / % 9 HEBP

kombinasyonunun antibakteriyel etkinliği incelenmiş ve araştırıcılar bu solüsyonların antibakteriyel açıdan istatistiksel farklılık göstermediğini ancak % 2,5 NaOCl - % 17 EDTA sıralı kullanımı ile daha fazla ölü bakteri yüzdesi gözleendiğini rapor etmişlerdir. Mevcut çalışmada Morago ve ark.¹⁸⁶ gibi % 2,5 NaOCl - % 17 EDTA kullanıldı.

Postoperatif ağrı üzerine yaşın etkisi literatürde tartıřmalđ bir konu olup, çalışmalarda farklı sonuçlar bildirilmiştir. Torabinejad ve ark.¹¹⁵ tarafından nekrotik pulpalı 2000 hasta üzerinde yapılan geniş çaplı bir çalışmada, postoperatif ağrı insidansının en düşük 20 yaş altı bireylerde gözleendiği; buna karşılık, 40-59 yaş aralığındaki hastalarda bu oranın en yüksek seviyeye ulaştığı rapor edilmiştir.¹¹⁵ 272 hasta ile yürütölen başka bir çalışmada ise, yaş ile postoperatif ağrı görölme sıklığı arasında anlamlı bir korelasyon saptanamamıştır.¹¹⁷ Benzer şekilde, bazı araştırmalarda da yaş değişkeninin, seanslar arası gelişen postoperatif ağrı olguları üzerinde belirleyici bir faktör olmadığı belirtilmiştir.^{116,187} Watkins ve ark.¹⁰⁸ tarafından yürütölen bir çalışmada ise, yaş ilerledikçe hem hastaların tedavi öncesi beklentilerinin hem de tedavi sonrası deneyimledikleri ağrının istatistiksel olarak anlamlı şekilde azaldığı bildirilmiştir.¹⁰⁸ Udoe ve ark.'nın¹⁸⁸ 18-60 yaş aralığındaki hastalarının nekrotik santral dişler üzerinde gerçekleştirdiği araştırmada da genç bireylerde postoperatif ağrı oranlarının daha yüksek olduğu ifade edilmiş, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bunu sebebi; genç hastalarda apikal açıklığın yaşlılara göre daha geniş olması nedeniyle irrigasyon solüsyonlarının ve enfekte dokuların periradiköler alana daha fazla ekstrüze olabileceği, bunun da postoperatif ağrıyı artırabileceği olabilir.¹⁸⁹⁻¹⁹¹ Mevcut çalışmada 18-70 yaş aralığındaki bireyler değerlendirmeye alınmış olup, yaş ile postoperatif ağrı insidansı arasında kullanılan aktivasyon yöntemleri (SA, PIPS, PUI), uygulanan tedavi türü (KT, RT) ve farklı zaman dilimleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanamamıştır ($P > 0,05$).

Cinsiyetin postoperatif ağrı üzerindeki etkisi, yaş ve posteoperatif ağrı gibi tartışmalı bir konudur. Retrospektif bir çalışmada, kadın hastalarda postoperatif ağrı gelişme riskinin erkek hastalara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir.¹¹⁵ Benzer şekilde, bazı araştırmalarda kadınların postoperatif dönemde daha fazla ağrı bildirdikleri rapor edilmiş, ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ifade edilmiştir.¹¹⁶ Watkins ve ark.'nın¹⁰⁸ çalışmasında ise, kadınların erkeklere kıyasla daha yüksek düzeyde ağrı beklentisine sahip oldukları, ancak bu beklentinin ilerleyen yaşla birlikte erkeklere göre daha belirgin şekilde azaldığı saptanmıştır. Aynı çalışmada, tedavi sonrası hissedilen ağrı düzeylerinde ise cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunmadığı rapor edilmiştir. Watkins ve ark.¹⁰⁸ kadınlarda daha fazla ağrı oluşmasının nedenini; kullanılan endodontik materyallere karşı gelişebilecek olası alerjik reaksiyonlar ile ağrıya yönelik daha yüksek düzeyde beklentiye bağlamaktadır. Mittal ve ark.¹¹¹ ise testosteronun, östrojen ve progesterona kıyasla daha güçlü bir antinösetif etkiye sahip olması, erkeklerde ağrı hissinin kadınlara oranla daha fazla baskılanmasına neden olmaktadır. Bu durum, kadınların erkeklere kıyasla daha fazla postoperatif ağrı hissetmelerinin olası nedenlerinden biri olarak açıklanmaktadır.¹¹¹ Diğer yandan, Glennon ve ark.¹⁰⁵ ile Balaban ve ark.¹⁹² tarafından yapılan çalışmalarda, cinsiyetin postoperatif ağrı gelişimine etkisinin bulunmadığı savunulmuştur. Mevcut çalışmada da cinsiyetin postoperatif ağrı üzerinde kullanılan aktivasyon gruplarına (SA, PIPS, PUI) ve yapılan tedavi türüne (KT, RT) göre herhangi bir zaman diliminde anlamlı bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşıldı ($P > 0,05$). Bu durum, endodontik tedavi sonrası ağrının temel olarak periferik inflamatuvar yanıttan çok, nöropatik ve santral sensitizasyon süreçleriyle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.¹⁹³ Nitekim, pulpa ve periapikal dokularda meydana gelen inflamasyon, primer afferent nöronlarda nösetif sinyalleri aktive ederek geçici ağrıya yol açarken, bu süreç genellikle cinsiyet farkı göstermeyen, lokalize bir inflamatuvar

yanıtla sınırlıdır.¹⁹⁴ Ayrıca, endodontik işlemler sonrasında ortaya çıkan ağrı genellikle akut inflamatuvar mekanizmalarla ilişkilidir ve bu mekanizmaların cinsiyetler arası yanıt farkı minimaldir.¹⁹⁵ Bununla birlikte, bazı çalışmalarda kadınların ağrı eşiğinin daha düşük olduğu bildirilmiş olsa da, bu farklar çoğunlukla kronik ağrı modellerinde belirginleşmektedir.¹⁹⁶ Oysa postoperatif endodontik ağrı kısa süreli, kontrollü inflamasyonla sınırlı olduğundan, hormonal ya da santral modülasyonun belirgin etkileri gözlenmeyebilir.¹⁹⁷ Dolayısıyla, bu çalışmada elde edilen sonuçlar, endodontik tedavi sonrası gelişen postoperatif ağrının büyük oranda cinsiyet bağımsız nörofizyolojik mekanizmalarla ilişkili olduğunu desteklemektedir.¹⁹⁸

KT sonrası başarının ve postoperatif ağrı düzeyinin belirlenmesinde etkili olan bir diğer önemli unsur, dişlerin kök kanal anatomisindeki farklılıklardır.¹⁹⁹ Özellikle molar dişlerde, tek köklü dişlere kıyasla daha karmaşık bir kök kanal morfolojisi ile karşılaşılabilir.²⁰⁰ Tronstad ve ark.¹⁷³ üç köklü dişlerde kök kanal tedavisinin başarı oranının, iki köklü ve tek köklü dişlere göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Bu bulguyu, dar kanal yapısına sahip çok köklü dişlerde kemomekanik preparasyon sırasında kullanılan aletler ve irrigasyon solüsyonlarının dentin duvarlarıyla daha fazla temas etmesiyle açıklamıştır. Ancak, bazı çalışmalar bu görüşle çelişen sonuçlar bildirmektedir. Bir araştırmada RT uygulanan molar dişlerin, premolar ve anterior dişlere kıyasla daha düşük başarı oranlarına sahip olduğu ortaya konmuştur.¹⁷⁴ Bu farklılık, çok köklü dişlerdeki karmaşık anatomik yapıların, tedavi standartlarının uygulanmasını zorlaştırmasına bağlanabilir. Bununla birlikte, KT sonrası postoperatif ağrıyı değerlendiren bazı çalışmalarda, kök sayısındaki artışın ağrı şiddetini de artırdığı rapor edilmiştir.^{199,201} Mandibula bölgesinin sınırlı vaskülarizasyonu, yoğun trabeküler yapısı ve buna bağlı olarak eksudatif ürünlerin çevre dokulara yayılımının kısıtlanması, bu anatomik bölgede basınç artışına neden olarak maksillaya kıyasla daha sık postoperatif

ağrı oluşumuna zemin hazırlayabilmektedir.^{115,202} Bununla birlikte, literatürde bazı araştırmalar bu görüşe katılmayarak, postoperatif ağrı oluşumunun dişin maksiller ya da mandibuler yerleşimine bağlı olarak anlamlı bir farklılık göstermediğini bildirmiştir.^{116,203,204} Bu nedenle, bu çalışmada kök kanal anatomisindeki farklılıkların sonuçlar üzerindeki etkisini minimize edebilmek ve metodolojik standardizasyonu sağlamak amacıyla yalnızca tek köklü ve tek kanallı mandibular premolar dişler çalışmaya dahil edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucu tedavisi yapılan dişlere göre (34, 35, 44, 45), dişler arasında ve uygulanan tedavi türü açısından (RT, KT) postoperatif ağrı yönünden anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Sistemik hastalıklar ile KT sonrası gelişen postoperatif komplikasyonlar arasındaki ilişki çeşitli çalışmalarda araştırılmış olup, bulgular arasında farklılıklar mevcuttur. Torabinejad ve ark.¹¹⁵ nekrotik pulpalı dişe yapılmış kanal tedavili 2000 hasta üzerinde yapılan kapsamlı bir çalışmada, penisilin alerjisinin postoperatif ağrı gelişimi açısından prediktif bir faktör olmadığı; ancak polen, toz ve gıda alerjilerinin postoperatif ağrı insidansını anlamlı düzeyde artırabildiği rapor edilmiştir. Aynı çalışmada, sistemik hastalık varlığı ile postoperatif ağrı oluşumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Benzer şekilde, Walton ve Fouad'ın yürüttüğü prospektif bir çalışmada da alerji ile postoperatif ağrı arasında anlamlı bir korelasyon bulunmadığı bildirilmiştir.¹¹⁶ Bu çalışmaların aksine Mindiola ve ark.'nın²⁰⁵ yaptığı sistematik derlemede ise endodontik enfeksiyonlar ile kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, kronik karaciğer hastalıkları, hematolojik hastalıklar gibi farklı sistemik hastalıklar arasında ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Fouad ve Burleson¹¹⁹ diyabetli bireylerde postoperatif ağrı sıklığının daha yüksek olduğunu ve preoperatif periradiküler patoloji varlığında endodontik başarının azaldığını ortaya koymuşlardır. Diyabetik bireylerde endodontik tedavi sonrası postoperatif ağrının daha sık ve şiddetli görülmesinin temelinde, hastalığın

immün sistem, mikrovasküler yapı ve sinir sistemi üzerindeki çok yönlü etkileri yer almaktadır.²⁰⁶ Hiperglisemiye bağlı olarak nötrofil fonksiyonlarındaki bozulma ve gecikmiş inflamatuvar yanıt, enfekte periapikal dokularda inflamasyonun uzamasına ve iyileşmenin gecikmesine neden olur,²⁰⁷ mikrovasküler dolaşım bozuklukları ve hipoksi ise dokulardaki ağrı eşiğini düşürmektedir.²⁰⁸ Ayrıca, diyabete bağlı periferik nöropati, sinir uçlarında ektojik deşarjlara ve nöral hiperaktiviteye yol açarak postoperatif ağrının süresini ve şiddetini artırabilir.²⁰⁹ Sitokin dengesizliği ve proinflamatuvar ortam, dokularda bağışıklık hücrelerinden salınan interlökinler (IL-1 β , IL-6), TNF- α gibi proinflamatuvar sitokinlerin düzeylerini artırır. Bu durum, sinir uçlarındaki ağrı reseptörlerinin (nosiseptörlerin) eşik değerini düşürerek onların daha kolay ve daha fazla uyarılmasına neden olur. Böylece, normalde ağrı oluşturmayacak uyarılar bile ağrı olarak algılanabilir.²¹⁰ Tüm bu faktörler, diyabetik hastalarda endodontik işlemler sonrası görülen ağrının patofizyolojik zeminini oluşturarak, iyileşme sürecini olumsuz yönde etkiler.²⁰⁶ Bu çalışmayı destekleyen Marending ve ark.²¹¹ bağışıklık sistemi disfonksiyonlarının hem kanal tedavilerinde hem de RT işlemlerinde postoperatif başarıyı düşürdüğünü belirtmişlerdir. Endodontik tedavi öncesi ve sonrasında kullanılan farmakolojik ajanların postoperatif ağrıya etkisini değerlendiren çok sayıda çalışma mevcuttur.^{122,147,154,212} Tek doz ibuprofen uygulanmasının postoperatif ağrıyı azaltmadığını ortaya koyan çalışmalar, bu analjezik yaklaşımın etkinliğini sorgulamaktadır.¹⁴⁶ Diğer yandan, metamfetamin kullanıcılarında yürütülen bir çalışmada, bu bireylerde sağlıklı bireylere kıyasla daha fazla diş kaybı ve artmış oral hastalık prevalansı gözlemlenmiştir.²¹³ Ayrıca, sistemik steroidlerin endodontik tedavi öncesinde uygulanmasının, akut inflamatuvar cevabı baskılayarak postoperatif ağrı düzeyinde anlamlı azalma sağladığı literatürde bildirilmektedir.^{117,153} Bu bilgiler

doğrultusunda, mevcut çalışmada örneklem seçiminde homojenliği sağlamak amacıyla sistemik hastalık öyküsü olan ve düzenli ilaç kullanımı bulunan bireyler dışlanmıştır.

Literatürde yer alan birçok çalışmada, fistül varlığı ile postoperatif ağrı ve postoperatif ağrı oluşumu arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığı bildirilmiştir.¹¹⁵⁻¹¹⁷ Glennon ve ark.'nın¹¹⁷ yaptığı çalışmada, endodontik tedavi öncesinde son 24 saat içerisinde şişlik gözlenen hastalarda, postoperatif ağrı düzeylerinin anlamlı olarak daha yüksek olduğu belirtilmiştir.¹¹⁷ Benzer şekilde, Walton ve Fouad'ın 946 hasta üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada, lokalize veya diffüz şişliğe sahip bireylerin %15'inde postoperatif ağrı meydana geldiği rapor edilmiştir.¹¹⁶ Bu tez çalışmasında, postoperatif ağrı değerlendirmesinin daha sağlıklı yapılabilmesi amacıyla; preoperatif dönemde palpasyonla ağrı, klinik şişlik veya fistül varlığı gözlenen olgular çalışma dışı bırakılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, katılımcıların hiçbirinde postoperatif dönemde palpasyon ağrısı, şişlik ya da fistül yolu gelişimi saptanmamıştır. Bu bulguların olmaması, kullanılan irrigasyon sistemlerinin efektif bir temizlik yapmasından kaynaklanmış olabilir.

Oliveira ve ark.²¹⁴ tarafından yürütülen bir çalışmada, postoperatif ağrıya etki edebilecek intraoperatif değişkenlerin en aza indirilmesi veya tamamen ortadan kaldırılması amacıyla uygulama protokolleri standardize edilmiştir. Kök kanal şekillendirmesi sırasında gagalama hareketlerinin sıklığı, apikal patensi sağlanması ve irrigasyon esnasında uygulanan basınç gibi her hekime özgü değişkenleri elimine edebilmek adına, çalışmada tüm işlemler tek bir klinisyen tarafından gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde, bu tez çalışmasında da teknik beceri, el hassasiyeti ve klinik deneyim gibi hekime bağlı değişkenlerin etkisini ortadan kaldırmak amacıyla tüm endodontik işlemler tek bir hekim tarafından uygulanarak klinisyenler arasındaki farklılıklar ortadan kaldırılmıştır.

Endodontik tedaviler sonrasında gelişen postoperatif ağrının kontrol altına alınmasında hem farmakolojik hem de non-farmakolojik yöntemlerden yararlanılmaktadır. Farmakolojik yöntemler arasında, uzun etki süreli lokal anestezi ajanlarının kullanımı önemli bir yer tutmaktadır. Bu amaçla en sık tercih edilen maddelerden biri bupivakaindir.¹⁴² Bupivakain gibi uzun etkili lokal anestezi maddeler nosiseptif uyarıları daha uzun süre bloke ederler ve hatta inflamasyonun erken safhalarında görülen santral hiperalejiyi de engellerler. Yapılan çalışmaların sonuçlarına göre uzun etkili lokal anestezi (bupivakain gibi) blok enjeksiyonları sonrasında 8-10 saat süre ile analjezi sağlanabilir ve hatta 48 saat sonra bile postoperatif ağrının azaldığı bildirilmiştir.^{142,215} Bupivakainin postoperatif ağrı üzerine etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, bu ajanla anestezi uygulanan grupta, işlem sonrası ağrı bildiren katılımcı sayısının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az olduğu bildirilmiştir.²¹⁶ İrreversible pulpitis tanısı konmuş mandibular molar dişlerde yürütülen benzer bir çalışmada, bupivakain ve lidokain karşılaştırılmış; bupivakain kullanılan grupta, tedaviyi takiben 6. ve 12. saatlerde kaydedilen ağrı skorları ile analjezik gereksiniminin anlamlı düzeyde daha düşük olduğu ortaya konmuştur.¹⁴³ Bu tez çalışmasında ise, uzun etkili lokal anestezi ajanlarının postoperatif ağrı değerlendirmesi üzerindeki olası etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla, bupivakain gibi uzun etkili anestezi ajanlarının kullanımı tercih edilmemiştir. Klinik araştırmalar, endodontik tedavi sırasında ve sonrasında ortaya çıkan ağrı ile hastalarda gelişen anksiyete düzeyleri arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir.¹¹⁵ Her hastaya rubber dam izolasyonu uygulanarak uygulama sırasında klembin olası dişeti travması sonucu oluşacak intraoperatif ağrının, hastanın anksiyete düzeyini etkilemesinin önüne geçilmiştir. Aynı zamanda, rubber dam, kök kanal tedavileri sırasında hem diş hekimi hem de hasta açısından pek çok avantaj sunmaktadır. Bu izolasyon yöntemi, çalışma alanının temizliğini kolaylaştırır, tükürük kontaminasyonunu

önler ve böylece aseptik bir tedavi ortamı sağlar. Ayrıca rubber dam, hastayı endodontik aletlerin aspirasyonu ya da yutulması gibi olası komplikasyonlardan korur, yumuşak dokuların ekarte edilmesine yardımcı olur ve tedavi etkinliğini artırır.^{217,218} Abbott ve ark.'nın²¹⁹ yürüttükleri çalışmada, postoperatif ağrının nedenleri arasında KT sırasında rubber dam kullanılmamasının ilk sıralarda yer aldığı bildirilmiştir. Bu çalışmada, tedavinin mümkün olduğu kadar ideal şekilde tamamlanması ve olası postoperatif etkileri ortadan kaldırmak için bütün dişlerin rubber-dam izolasyonu altında tedavileri tamamlanmıştır.

Endodontik tedavinin tek seans mı yoksa çok seans şeklinde mi uygulanması gerektiği hâlen tartışmalı bir konudur ve bu konuda literatürde net bir görüş birliği bulunmamaktadır. Her iki yaklaşımın da klinik açıdan avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Özellikle enfeksiyon varlığı söz konusu olduğunda, birden fazla seans uygulaması ve seanslar arasında kullanılan kanal içi medikamentlerin antibakteriyel etkilerinden faydalanılması hedeflenir. Ancak, hasta ve hekim açısından zaman kaybı, geçici dolgunun düşmesi veya marjinal sızıntı, aseptik şartların korunmasında yaşanabilecek zorluklar gibi nedenlerle tek seans uygulamaları da tercih edilebilmektedir. Ayrıca, tek seansta tedavi edilen dişlerde, tedavi sırasında oluşabilecek yeniden enfeksiyon riskinin daha düşük olduğu öne sürülmektedir. Bu konuya ilişkin yapılan çeşitli araştırmalar da tek seanslı endodontik tedavi uygulamalarını destekler niteliktedir. Sathorn ve ark.²²⁰ tarafından yapılan sistematik derlemede, apikal periodontitisli dişlerde tek seanslı kanal tedavisinin çok seanslı tedaviye kıyasla daha etkili olduğu ve daha yüksek oranda iyileşme sağlandığı ifade edilmiştir. Benzer şekilde, Albashaireh ve Alnegrish²²¹ ile Eleazer ve Eleazer²²², çok seanslı tedavi uygulamalarında daha yüksek oranda postoperatif ağrı ile karşılaşıldığını bildirmiştir. Eyüboğlu ve ark.¹⁸, tek seansta gerçekleştirilen RT uygulamalarının %90,9 oranında başarı sağladığını raporlamışlardır.

Hepsenoğlu ve ark.²²³ ise, tek ya da iki seansta Ca(OH₂) veya CHX uygulanan dişlerde, tek seans uygulamalarında postoperatif ağrı düzeyinin daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada da literatürde yer alan bulgular doğrultusunda tek seanslı kanal tedavisi tercih edilerek postoperatif ağrı insidansı değerlendirilmiştir.

Çalışma boyunun doğru şekilde belirlenmesi, kök kanal tedavisinin başarısı açısından kritik bir basamaktır ve özellikle postoperatif ağrının önlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Geleneksel periapikal radyografiler, görüntüde distorsiyon, büyütme (magnifikasyon) ve anatomik yapıların süperpozisyonu gibi çeşitli dezavantajlara sahiptir.²²⁴ Ayrıca tedavinin sonlandırılması gereken apikal daralım bölgesi, genellikle radyolojik apekten daha geride konumlanmaktadır. Geleneksel radyografiler iki boyutlu görüntüler sunduğundan, apikal daralım bölgesi lingual ya da bukkal yönde yer değiştirdiğinde radyografik olarak belirlenmesi oldukça güçleşmektedir. Bunun yanı sıra, apikal bölgenin anatomisi; yaş, patolojik durumlar ve bireysel varyasyonlara bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.²²⁵ Bu dezavantajların ortadan kaldırılması ve daha doğru sonuçların elde edilmesi amacıyla EAB'ler tercih edilmelidir.²²⁴ Kim ve ark.²²⁶ yaptıkları çalışmada, EAB'lerin geleneksel radyografilerle birlikte kullanıldığında çalışma boyunun tespitinde başarı oranını %96'ya kadar artırdığını bildirmişlerdir. Bu tez çalışmasında da, çalışma uzunluğunun belirlenmesinde EAB kullanılmış; elde edilen ölçümler ise periapikal radyografiler ile desteklenmiştir.

Rodríguez-Figueroa ve ark.²²⁷ tarafından yapılan in vitro bir çalışmada, PUI, EndoActivator ve geleneksel iğne irrigasyonu yöntemleri kullanılarak irrigasyon ekstrüzyon düzeyleri karşılaştırılmıştır. Düz kanallarda gerçekleştirilen uygulamalarda, geleneksel iğne ile yapılan irrigasyonda NaOCl'in apikal bölgeden dışarı taşıdığı gözlemlenmiştir. Buna karşın, PUI ve EndoActivator ile yapılan aktivasyonlarda apikal ekstrüzyon meydana gelmemiştir. Çalışmada ayrıca, PUI ve EndoActivator uçlarının

Çalışma uzunluğuna 1 mm kala kullanılması durumunda, apikal rezorpsiyon gibi apikal anomalilerin bulunmadığı vakalarda bu yöntemlerin güvenli olduğu ifade edilmiştir. Bununla birlikte, in vivo koşullarda gerçekleştirilen çalışmaların çoğunda irrigasyon aktivasyonu, çalışma uzunluğundan 2 mm kısa olacak şekilde uygulanmıştır. Bu yaklaşımın tercih edilme nedeni olarak özellikle NaOCl'nin apikal ekstrüzyon riskinin azaltılması gösterilmiştir.^{181,228,229} Mevcut çalışmada kullanılan aktivasyon cihazları apikal çaptan 2mm geride çalışıldı. Foraminal genişletmenin hangi apikal çapa kadar genişletilmesi gerektiği konusu literatürde bir karara bağlanamamıştır.²³⁰ Bazı araştırmacılar, foraminal genişletmenin daha büyük çaplarda yapılmasının, kök kanal dezenfeksiyonu için elzem bir faktör olduğunu düşünmüştür.²³⁰ Enfekte kök dentinin etkin bir şekilde uzaklaştırılabilmesi amacıyla foraminal çapın 0,30 mm ile 0,40 mm arasında genişletilmesi gerektiğini savunan çalışmalar bulunmaktadır.^{231,232} Bu çalışmalara ek olarak, bakterilerin etkili biçimde kök kanalından uzaklaştırılması için foraminal genişletmenin 0,45 mm, 0,60 mm ya da 0,80 mm'ye kadar genişletilmesi gerektiğini bildiren araştırmalar da literatürde vardır.²³³⁻²³⁵ Geleneksel şınga irrigasyonu ve EndoActivator (EA) sisteminin *Enterococcus faecalis* üzerindeki antimikrobiyal etkinliğinin karşılaştırıldığı bir başka çalışmada, kök kanalları apikal olarak ISO (Uluslararası Standartlar Örgütü) 30'a kadar genişletilmiş ve %5,25 NaOCl ile irrigasyon gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda, araştırmacılar EA kullanılan grupta, konvansiyonel şınga irrigasyonuna kıyasla anlamlı düzeyde daha fazla bakteriyel azalma elde edildiğini bildirmiştir.²³⁶ Benzer şekilde Brito ve ark.'nın²³⁷ gerçekleştirdiği başka bir çalışmada, %2,5 NaOCl kullanılarak, konvansiyonel şınga irrigasyonu ile EA sisteminin antimikrobiyal etkileri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada ise kök kanalları apikalde ISO 40'a kadar genişletilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, aktivasyon uygulanmayan grup ile EA kullanılan grup arasında *E. faecalis*'e karşı antimikrobiyal

etkinlik açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.²³⁷ Çalışmalardan yararlanılan bilgiler dikkate alındığında mevcut çalışmada, çalışma standardizasyonu açısından kanal tedavi grupları için #30, retreatment grupları için ise #35 apikal çapa kadar genişletildi.

Geleneksel eğe sistemlerine alternatif olarak geliştirilen döner sistemlerin; daha kısa preparasyon süresi, kullanım kolaylığı ve prosedürel kontrol avantajları nedeniyle endodontik uygulamalarda kullanımı giderek artmıştır. Bu sistemlerin; debris ekstrüzyonu, preparasyon sırasında oluşabilecek komplikasyonlar ve postoperatif ağrı üzerindeki etkileri literatürde kapsamlı biçimde araştırılmıştır. Özellikle NiTi döner sistemlerin kullanımı, hem işlem süresinin kısaltılmasına hem de kanal transportasyonu gibi enstrümantasyon hatalarının azaltılmasına olanak tanımıştır.^{238,239} NiTi eğelerin, paslanmaz çelik aletlerle karşılaştırıldığı bir çalışmada, özellikle eğimli kanallarda preparasyon süresinin anlamlı düzeyde daha kısa olduğu bildirilmiştir.²⁴⁰ Short ve ark.'nın²⁴¹ yaptığı çalışmada ise, NiTi sistemlerin kanal içerisinde merkezileşmeyi paslanmaz çelik eğelere göre daha iyi koruduğu gösterilmiştir. Bu avantajın, NiTi eğelerin daha esnek yapısı ve kesici yüzey tasarımı sayesinde kanal eğimlerine uyum sağlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu özellikler sayesinde, kanal transportasyonu, zip oluşumu ve perforasyon gibi komplikasyonların görülme olasılığı azaltılabilmektedir.²⁴¹⁻²⁴⁴ Cheung ve ark.'nın²⁴⁵ molar dişlerde gerçekleştirdiği bir çalışmada, NiTi eğelerle yapılan kök kanal tedavilerinin, paslanmaz çelik eğelere göre daha yüksek iyileşme oranı sağladığı ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bildirilmiştir. Bu sonuç, NiTi sistemlerin daha az prosedürel hataya neden olması ile ilişkilendirilebilir. Ni-Ti sistemlerin rotasyonel ve resiprokal kinematiğinin postoperatif ağrı üzerine etkisini inceleyen bir çalışmada, literatürde kesin bir görüş birliğine varılamamıştır.²⁴⁶ Her iki eğe sisteminin de kendine özgü hareket biçimleri, klinik

sonuçlar açısından hem olumlu hem de olumsuz etkiler yaratabilmektedir.²⁴⁷ Bürklein ve ark.'nın²⁴⁷ gerçekleştirdiği bir in vitro çalışmada; resiprokal hareket yapan tek eğe sistemi ile rotasyonel hareket yapan tek eğeli döner sistemleri debris ekstrüzyon düzeyleri açısında karşılaştırmıştır. Bu çalışmanın bulgularına göre, resiprokal hareket yapan eğe sisteminin apikal bölgeden daha fazla debris ekstrüzyonuna neden olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, rotasyon sistemlerinin NiTi eğesi kullanılarak farklı döner eğe sistemlerinden kaynaklı sonuç çeşitliliğini ortadan kaldırarak, çalışma daha homojen hale getirildi.

Endodontik tedavi sonrasında gelişen postoperatif ağrı ile periapikal lezyonların varlığı ve boyutu arasındaki ilişkiyi inceleyen çeşitli çalışmalar literatürde yer almaktadır. Periapikal lezyonu olan ve periapikal lezyonu olmayan dişlerin karşılaştırıldığı bir araştırmada, lezyonun boyutu ile postoperatif ağrı insidansı arasında anlamlı bir ilişki saptanmış; buna göre, lezyon boyutu arttıka, kanalın temizlenmesi ve şekillendirilmesini takiben hissedilen postoperatif ağrı şiddetinde azalma olduğu bildirilmiştir.¹¹⁵ öte yandan, postoperatif ağrı oluşumunu etkileyen faktörlerin değerlendirildiği bir başka çalışmada Glennon ve ark.¹¹⁷, periapikal lezyon boyutunun 3 mm'den büyük ya da küçük olmasının postoperatif ağrıyı anlamlı düzeyde etkilemediği belirtilmiştir.¹¹⁷ Harrison ve ark.²⁴⁸ tarafından yapılan çalışmada ise periapikal lezyon varlığının ya da yokluğunun postoperatif ağrı düzeyi üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı ifade edilmiştir. Bu çalışmada periapikal lezyon boyutu tedaviden önce incelenen radrograflarla, rstavik ve ark.²⁴⁹ tarafından ilk olarak 1986 yılında tanımlanan PAI sınıflamasına göre 1'den 5'e kadar oluşan bir ölçekle kaydedilmiştir. Yapılan istatistiksel analizde, PAI skorlarına göre farklı gruplar arasında ağrı düzeylerinde görsel farklar bulunmakla birlikte, bu farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir. PAI skorunun postoperatif ağrı düzeyini öngörme gücü sınırlı kalmıştır.

Literatürde yer alan birçok çalışma, çözücü ajanların gutta-perka uzaklaştırma sürecinde kullanılmasının postoperatif ağrı üzerinde anlamlı bir fark olmadığını bildirmiştir.²⁵⁰⁻²⁵² Dotto ve ark.'nın²⁵³ gerçekleştirdiği kapsamlı bir incelemede, çeşitli çözücülerin etkinliği değerlendirilmiş; bu ajanların, kanal dezenfeksiyonunu güçleştirebileceği ve gutta-perka kalıntılarını artırabileceği belirtilmiştir. Bu durumun dolaylı olarak postoperatif ağrı üzerinde etkili olabileceği göz önünde bulundurularak, mevcut çalışmada herhangi bir çözücü madde kullanımına yer verilmemiştir.

Çeşitli araştırmalar, preoperatif ağrı öyküsü bulunan hastalarda postoperatif ağrı insidansının anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu bildirmiştir.^{102,187,246,254} Bu durum, tedavi öncesinde mevcut olan enfeksiyonun varlığı ya da tedavi sonrasında gelişebilecek sekonder enfeksiyonların, C nosiseptörlerinin uzun süreli ve sürekli uyarılmasına neden olmasıyla açıklanabilir. Bu sürekli uyarım, merkezi sinir sisteminde santral duyarlılaşma gelişimine yol açarak postoperatif ağrı algısının artmasına katkıda bulunabilir.^{112,255} Preoperatif ağrıyı, postoperatif ağrının öngörülebilir en önemli göstergelerinden biri olarak kabul eden araştırmacılar vardır.^{5,112} Yesilsoy ve ark.²⁵⁶ bu durumu iki temel mekanizmayla açıklamaktadır. İlk olarak, preoperatif ağrı varlığında periapikal dokularda mevcut olan inflamasyon odaklarının endodontik tedavi sonrasında daha da şiddetlenebileceği ifade edilmiştir. İkinci olarak ise, preoperatif ağrısı bulunan hastaların tedaviye ilişkin ağrı beklentisi içinde olmaları nedeniyle postoperatif ağrıya karşı daha duyarlı hale geldikleri belirtilmiştir.^{112,256} Öte yandan, Ng ve ark.¹¹⁷ tarafından yürütülen bir çalışmada preoperatif ağrının, postoperatif ağrı insidansı üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir.^{112,117} Benzer şekilde, Arias ve ark.'nın²⁰¹ çalışmasında da preoperatif ağrının, postoperatif ağrının ortaya çıkma olasılığı açısından iyi bir belirleyici olduğu, ancak ağrının şiddeti üzerinde aynı düzeyde etkili olmadığı ortaya konmuştur. Bu veriler ışığında mevcut çalışmada preoperatif ağrısı olan hastalar da dahil edildi.

KT sonrasında görülen postoperatif ağrının azaltılmasına yönelik birçok yöntem geliştirilmiş olup, bu yaklaşımlar genel olarak farmakolojik^{142,153,212,257} ve non-farmakolojik^{159,258} olmak üzere iki ana grupta değerlendirilmektedir. Farmakolojik yöntemler çeşitli ilaçların kullanımını içermekte olup, bu kapsamda hem preoperatif^{145,146} hem de postoperatif¹⁴⁷ dönemde uygulanan non-steroidal antiinflamatuvar ilaçların (NSAİİ) postoperatif ağrı şiddetini azalttığı çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Attar ve ark.¹⁴⁶ ile Mehrvarzfar ve ark.¹⁴⁵, tedavi öncesi tek doz NSAİİ alımının postoperatif ağrıyı anlamlı ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Morse ve ark.¹⁴⁷ tarafından yürütülen bir çalışmada da, hem preoperatif hem de postoperatif dönemde devam eden NSAİİ uygulamasının analjezik etkinliği vurgulanmıştır. Opioid analjezikler de postoperatif ağrının kontrol altına alınmasında etkili bulunmuştur.¹⁵⁰ Kortikosteroidlerin postoperatif ağrı yönetimindeki potansiyel rolü de çeşitli çalışmalarla desteklenmektedir.^{153,212,257} Gallatin ve ark.²¹² depomedrolün, Jalalzadeh ve ark.¹⁵³ ise prednizolonun postoperatif ağrı kontrolünde anlamlı fayda sağladığını belirtmiştir. Bu yüzden mevcut çalışmada preoperatif ilaçların, postoperatif ağrıya etkilerini elimine etmek için son 1 haftada antibiyotik, kortikosteroid kullanan ve son 24 saatte NSAİİ ve analjezik kullanan hastalar dahil edilmedi.

Yapılan çalışmalar sonucu elde edilen verilerde istatistiksel olarak birçok parametre incelenebilmektedir. Mevcut çalışmada anlamlı çıkan verilerden biri işlem süresidir. Yapılan tedavi türüne göre ayrılan gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,007$). RT grubunda yapılan tedavinin ortalama işlem süresi KT yapılan gruba göre anlamlı olarak daha uzun bulunmuştur ($63,3 \pm 13,8$ dakika) ve bu süre yaklaşık 7,4 dk daha fazladır ($55,9 \pm 11,5$ dakika). Bu sonuçlar, literatürde RT işlemlerinin teknik olarak daha karmaşık, zaman alıcı ve klinik açıdan daha zorlayıcı olduğu sonucunu gösterebilir. Öte yandan, irrigasyon yöntemlerine göre işlem süresi açısından da anlamlı bir fark

saptanmış ($p=0,003$) ve SA grubunda işlem süresi ($54,6 \pm 14,8$ dakika), hem PIPS ($63,3 \pm 9,8$ dakika) hem de PUI ($61,6 \pm 13,0$ dakika) gruplarına göre anlamlı derecede daha kısa bulunmuştur ($p<0,05$). Bunun sebepleri arasında lazer ve ultrasonik cihazının çalışma yapılan diş hekimi ünitenin uzak olması, kurulması ve kullanıma hazır olması için belli bir sürenin geçmesi bunun yanında kablolu olması sebebiyle kullanımının dikkat gerektirmesi gibi işlemler sayılabilir.

Literatürde, KT ile RT uygulamaları arasında postoperatif ağrı açısından farklılıklar bildirilmektedir.¹¹⁵⁻¹¹⁷ RT uygulanan dişlerde, daha önce tedavi edilmemiş vakalara kıyasla postoperatif ağrı düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek olduğu ifade edilmiştir.¹¹⁵⁻¹¹⁷ Bununla birlikte, Alves ve ark.'nın¹²⁸ yaptığı bir çalışmada, KT ve sekonder kök kanal tedavileri arasında postoperatif ağrı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.¹²⁸ Bu çelişkili bulgular, çalışmalarda kullanılan yöntemsel farklılıklar, örneklem büyüklüğü, kullanılan enstrümantasyon ve irrigasyon teknikleri ile analjezik protokolleri gibi faktörlere bağlı olarak değerlendirilebilir. Mevcut çalışmada, Alves ve ark.'nın bulgularıyla paralel olarak, farklı zaman aralıklarında (0–24 saat, 1–3, 3–5 ve 5–7. gün) uygulanan tedavi türünün postoperatif ağrı düzeyleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi saptanmamıştır. Elde ettiğimiz bu sonuçlar nedeniyle, 'KT ve RT uygulanan devital mandibular premolar dişlerde postoperatif ağrı düzeyleri açısından herhangi bir zaman diliminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.' şeklindeki birinci sıfır hipotez kabul edilmiştir.

Ağrı, oldukça sübjektif bir deneyim olup bireyin psikolojik durumu, ağrıya ilişkin beklentisi ve önceki deneyimleri gibi çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Bu nedenle ağrının değerlendirilmesinde yalnızca varlığı ya da yokluğu değil, aynı zamanda hissedilen ağrının şiddetinin de nicel olarak ifade edilebilmesi gereklidir. Bu amaçla, ağrının ölçümünü standardize etmeye yönelik çeşitli yöntemler ve skalalar geliştirilmiştir.

Bu ölçekler sayesinde hastaların yaşadıkları ağrıyı sayısal değerler veya sözel ifadelerle belirtmeleri mümkün hale gelmiş; böylelikle ağrıya ilişkin verilerin daha somut ve karşılaştırılabilir şekilde değerlendirilmesi sağlanmıştır. Günümüzde ağrı değerlendirmesinde en yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri GAS' dır.²⁵⁹ Literatürde GAS'ın, ağrı şiddetinin ölçümünde güvenilir ve geçerli bir araç olduğu sıklıkla vurgulanmaktadır.^{260,261} GAS, biri “hiç ağrı yok” diğeriye “dayanılmaz şiddette ağrı” ifadesiyle sınırlandırılmış 10 cm uzunluğunda düz bir çizgiden oluşur. Hastalardan, yaşadıkları ağrıyı en iyi yansıttığını düşündükleri noktayı bu çizgi üzerinde işaretlemeleri istenir. Shahi ve ark.²⁶² Görsel Analog Skala'nın, ağrı şiddetinin değerlendirilmesinde kolay uygulanabilir, güvenilir ve geçerli bir yöntem olduğunu bildirmiştir. Ramamoorthi ve ark.'nın²⁶³ farklı irrigasyon tekniklerinin postoperatif ağrı düzeyine etkilerini inceledikleri çalışmalarında ağrı düzeyini değerlendirmek amacıyla GAS kullanılmıştır. Çalışmada, hastaların postoperatif ağrı düzeylerini kaydederken araştırmacılar tarafından yönlendirilmiş ve böylece ağrı düzeyinin kayıt altına alınmasında oluşabilecek hataların en aza indirilmesi hedeflenmiştir. Mevcut çalışmada ağrı değerlendirmesi için standart 100 mm'lik GAS kullanılmıştır. Endodonti alanında da yaygın şekilde kullanılan bu skala, kolay uygulanabilirliği ve hasta tarafından rahatlıkla anlaşılabilmesi gibi avantajları nedeniyle bu çalışmada da tercih edilmiştir.

Literatürde yapılan pek çok çalışma postoperatif ağrı insidansının ve şiddetinin ilk 24 saatlik zaman diliminde en yüksek seviyede olduğunu, sonraki günlerde ise ağrının anlamlı bir şekilde azaldığını belirtmiştir.^{228,264,265} Bu süreçte periapikal dokularda histamin, prostaglandin, bradikinin, TNF- α ve IL-1 β gibi proinflamatuvar mediatörler salınır. Bu kimyasallar, periferik sinir uçlarında nosiseptörleri duyarlılaştırarak ağrı eşiğini düşürür ve şiddetli ağrıya yol açar.²⁶⁶ İkinci günde ise inflamasyonun akut fazı devam etmekle birlikte proinflamatuvar mediatörlerin üretimi azalır ve makrofajlar

baskın hale gelir; bu da iyileşme sürecinin başlangıcını işaret eder.²⁶⁷ Üçüncü günden itibaren inflamasyonun çözülme süreci başlar. Bu dönemde IL-10 gibi antiinflamatuvar sitokinler ile lipit türevli rezolüsyon mediatörleri, özellikle resolvinler, dokularda aktif hale gelir. Bu mediatörler, nosiseptör duyarlılığını azaltarak ağrının şiddetini düşürür ve doku homeostazının yeniden sağlanmasına katkıda bulunur.^{268,269} Beşinci günden itibaren ödemin gerilemesi, vasküler geçirgenliğin azalması ve doku tamir mekanizmalarının hızlanmasıyla birlikte ağrı genellikle belirgin biçimde azalır ya da tamamen ortadan kalkar.²⁷⁰ Altıncı ve yedinci günlere gelindiğinde ise inflamatuvar süreç büyük oranda çözülür, sinir sistemi normal ağrı eşiğine döner ve çoğu hastada ağrı tamamen kaybolur.²⁷¹ Pak ve White²⁶⁴ 2011’de yaptıkları literatür taraması sonucunda postoperatif ağrının 24 saat içinde %40 olduğunu ve bu ağrı miktarının 7 gün içerisinde %11’e kadar düştüğünü belirtmişlerdir. DiRenzo ve ark.’nın²⁷² yaptığı çalışmada en şiddetli ağrı 6. saatte oluşmuş ve 12-24-48. saat değerlendirmelerine doğru ağrı giderek azalmıştır. Mevcut çalışmada da en yüksek GAS skoru, Pak ve White²⁶⁴ gibi tedaviden sonraki ilk 24 saatte kaydedilmiş olup $24,82 \pm 32,71$ olarak belirlenmiştir. Bu değer, hem tedavi öncesi ($10,22 \pm 23,11$) hem de sonraki tüm zaman dilimlerine göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$). Bu değer 3. gün itibarıyla ağrı düzeyi $15,36 \pm 25,39$ ’a gerilemiş ve bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Literatürde farklı irrigasyon aktivasyon sistemleriyle yapılan çalışmalarda ilk 24 saat postoperatif ağrı verileri farklılık göstermektedir.^{181,273,274} Erkan ve ark.’nın¹⁸¹ KT sonrası farklı irrigasyon aktivasyon sistemlerinin postoperatif ağrı üzerine etkilerini karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirdikleri randomize klinik çalışmada, tek köklü alt premolar dişlere sahip ve semptomatik irreversible pulpitis tanısı almış 200 sistemik olarak sağlıklı hasta değerlendirilmiştir. Çalışmada, Lazer destekli (PIPS ve SWEEPS), Ultrasonik aktivasyon (PUI), Sonik aktivasyon (EDDY) ve Manuel Dinamik Aktivasyon

(MDA) yöntemleri karşılaştırılmıştır. İlk 8 saat değerlendirmelerinde, PIPS grubunda hem ağrı insidansı hem de ağrı şiddeti, ultrasonik irrigasyon ve sonik aktivasyon grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük bulunmuştur ($P < 0,001$). Öte yandan, ultrasonik ve sonik aktivasyon yöntemleri karşılaştırıldığında, her iki grup arasında 8.saatlerde ağrı insidansı ve şiddeti açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($P > 0,05$). Fakat tedaviden sonraki 24. saatte SA grubundaki hastalarda ağrı şiddeti, ultrasonik gruba kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($P < 0,001$). Bu doğrultuda, çalışmanın bulguları lazer destekli sistemlerin postoperatif ağrı yönetiminde anlamlı bir şekilde diğer gruplara göre daha etkili olduğunu, ultrasonik sistemin de sonik sisteme göre anlamlı bir şekilde daha etkili olduğunu bildirmiştir.¹⁸¹ Liapis ve ark.'nın²⁷⁴ yürüttüğü randomize klinik çalışmada, asemptomatik dişlere uygulanan KT kullanılan PUI ve PIPS gibi iki farklı irrigasyon aktivasyon yönteminin postoperatif ağrı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmaya dahil edilen 56 sistemik olarak sağlıklı birey tek seansta tedavi edilmiş, İlk 6 saatlik değerlendirmede hem ağrı şiddeti hem de ağrı insidansı, PIPS grubunda UAI grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük bulunmuştur ($P = 0,042$ ve $P = 0,02$). Bununla birlikte, 24. saat itibarıyla gruplar arasında gerek ağrı düzeyi gerekse ağrı görülme sıklığı açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($P > 0,05$).²⁷⁴ Abbara ve ark.'nın²⁷⁵ gerçekleştirdiği randomize klinik çalışmada, asemptomatik apikal periodontitis tanısı konmuş maksiller santral veya lateral kesici dişlerde, PUI, XP-Endo Finisher ve 810 nm diyet lazer sistemlerinin postoperatif ağrı üzerine etkileri karşılaştırılmıştır. Kanal şekillendirmesi tek seansta gerçekleştirilmiş ve her gruba özgü sistemle aktive edilmiştir. İlk 24 saatlik değerlendirmede, lazer grubunda postoperatif ağrı düzeyleri, XP-Endo Finisher ve PUI gruplarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük bulunmuştur (sırasıyla $P = 0,001$ ve $P = 0,007$).²⁷⁵ Bu sonuçlar, Erkan ve ark.'nın¹⁸¹ ve bunun paralellik gösterdiği Liapis ve

ark.'nın²⁷⁴ yaptıkları çalışmada, özellikle ilk gün ağrı yönetiminde lazer aktivasyon sistemlerinin anlamlı bir şekilde hasta konforu açısından daha avantajlı olabileceğini göstermektedir. Mevcut çalışmada ise Erkan ve ark.'nın¹⁸¹, Liapis ve ark.'nın²⁷⁴ ve Abbara ve ark.'nın²⁷⁵ çalışmalarının aksine SA, PIPS, PUI grupları arasında ortalama GAS skoru sırasıyla SA (30,26 ± 35,58), PUI (22,50 ± 32,42) ve PIPS (21,29 ± 29,69) ölçülmüştür. En yüksek postoperatif ağrı skoru ortalaması SA grubunda (30,26 ± 35,58) ölçülmüş olmasına rağmen istatistiksel olarak fark görülmemiştir (P >0,05). Mevcut çalışma sonuçlarının literatürde bildirilen bazı çalışmalarla farklılık göstermesi, çalışmaya dahil edilen olguların klinik özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Özellikle dişin vitalitesi, diş tipi, periapikal lezyon varlığı ve preoperatif ağrı durumu gibi postoperatif ağrıya etki edebilecek değişkenlerin örneklem grupları arasında farklılık göstermesi, bu sonuçların ortaya çıkmasında etkili olmuş olabilir. Kaplan ve ark.'nın²²⁹ gerçekleştirdiği randomize klinik çalışmada, semptomatik apikal periodontitis tanısı almış mandibular molar dişlerde uygulanan konvansiyonel, EDDY, 980-nm diyot lazer EDDY kombinasyonu ve 980-nm diyot lazer konvansiyonel şırınga irrigasyonu kombinasyonunun postoperatif ağrı üzerine etkileri değerlendirilmiştir. KT iki seansta tamamlanan, sistemik olarak sağlıklı ve orta şiddetli önceden ağrısı olan 80 hasta dört gruba ayrılmıştır. İlk 24 saatlik süreçte elde edilen bulgulara göre, hem 8. saat hem de 24. saat değerlendirmelerinde EDDY, Lazer-EDDY kombinasyonu grupları arasında, her ne kadar EDDY-Lazer grubunda numerik olarak daha düşük ağrı skorları bildirilmiş olsa da postoperatif ağrı şiddeti açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (P > 0,05).²²⁹ Gündoğar ve ark.'nın²²⁸ gerçekleştirdiği randomize klinik çalışmada, semptomatik irreversible pulpitis tanısı konmuş ve mandibular premolar dişlere sahip olan 160 sistemik olarak sağlıklı birey tek seansta tedavi edilmiştir. Tüm hastalar, preoperatif ağrı şiddeti 4–10 arasında olan bireyler arasından seçilmiş ve eşit şekilde dört

gruba (n = 40) randomize edilmiştir. Bu gruplarda kullanılan irrigasyon aktivasyon yöntemleri sırasıyla EDDY, EndoActivator, Pasif ultrasonik aktivasyon (PUI) ve kontrol grubu olarak iğne irrigasyonu şeklinde planlanmıştır. İlk 24 saatlik bulgulara göre, EDDY, EndoActivator ve PUI grupları arasında ağrı şiddeti açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($P > 0,05$). Ortalama GAS skorları EDDY grubunda $1,25 \pm 0,75$, EA grubunda $1,30 \pm 0,79$ ve PUI grubunda $1,40 \pm 0,86$ olarak raporlanmıştır. Sayısal olarak EDDY grubu daha düşük ağrı seviyesine sahip olsa da, bu fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır.²²⁸ Swarna ve ark.'nın²⁷³ yürüttüğü randomize kontrollü klinik çalışmada, semptomatik irreversible pulpitis tanısı konmuş mandibular birinci molar dişlere uygulanan tek seanslı kök kanal tedavilerinde kullanılan PUI ve Er:Cr:YSGG lazer aktivasyonlu irrigasyon yöntemlerinin postoperatif ağrıya etkileri karşılaştırılmıştır. İlk 24 saatlik değerlendirmelerde, hem 6. saat hem de 24. saatte PUI ve LAI grupları arasında postoperatif ağrı skorları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($P > 0,05$).²⁷³ Farklı irrigasyon solüsyonlarının postoperatif ağrı oluşumu üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada, Topçuoğlu ve ark.²⁷⁶ , SA, PUI, MDA ve geleneksel iğne irrigasyonu arasında önemli bir fark olmadığını bildirmiştir.²⁷⁶ Benzer şekilde mevcut çalışmada da EA, PUI, PIPS aktivasyon grupları arasında 24.saat itibarıyla postoperatif ağrı düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bu sonuçlar, sonik ve PUI yöntemlerinin ilk 24 saatlik süreçte postoperatif ağrı üzerine benzer etkilere sahip olduğunu ve birbirlerine karşı üstünlük açısından anlamlı farklılık olmadığını ortaya koymaktadır.

Mevcut çalışmadan elde edilen verilerde 3. gün itibarıyla ağrı düzeyi ($15,36 \pm 25,39$)'a gerilemiş ve bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Literatürde mevcut çalışmayı destekleyen çalışmalar gibi çelişen çalışmalar da bulunmaktadır. Erkan ve ark.'nın¹⁸¹ mandibular premolar dişlerde, semptomatik “ pulpitis

tanısıyla yürüttükleri randomize klinik çalışmada, SWEEPS, PIPS, PUI, EDDY ve MDA sistemlerinin postoperatif ağrıya etkileri karşılaştırılmıştır. Tek seansta tamamlanan tedaviler sonrasında, 24. saat ile 48. saat arasında en belirgin ağrı azalması SWEEPS ve PIPS gruplarında gözlenmiştir. Buna karşılık PUI, EDDY ve MDA gruplarında 48. saate kadar ağrı prevalansı %100 düzeyinde devam etmiştir. Ayrıca, 48. saat değerlendirmesinde PUI, EDDY ve MDA grupları arasında postoperatif ağrı şiddeti açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0,05$). Bu çalışmada Lazer grubunun sonik gruba göre ağrı şiddeti ve prevalansının anlamlı olarak azalması mevcut çalışmayla benzerlik göstermekle birlikte PUI grubuyla EDDY grubu arasında farkın istatistiksel olarak anlamsız çıkması mevcut çalışma ile çelişmektedir. Bu çalışmada da PIPS ($8,00 \pm 20,41$) grubu ve PUI ($14,21 \pm 22,01$) grubu anlamlı bir şekilde SA grubundaki ortalama ağrı skorundan ($23,08 \pm 30,43$) daha azdı. Bu bulgular, lazer destekli irrigasyon sistemlerinin yalnızca erken dönemde değil, postoperatif ikinci gün itibarıyla da ağrı yönetimi açısından avantaj sağladığını ortaya koymaktadır. Bunun yanında çalışmalar arasındaki sonik grupla ultrasonik grup arasındaki farklılık Erkan ve ark.'nın¹⁸¹ sonik aktivasyon çeşitlerinden EDDY cihazını, mevcut çalışmada ise Endoaktivatör cihazı kullanılmasından kaynaklı olabilir. Gündoğar ve ark.²²⁸ semptomatik irreversible pulpitis tanılı mandibular premolar dişlerde gerçekleştirdikleri randomize klinik çalışmada, EA, EDDY, PUI ve konvansiyonel iğne irrigasyon yöntemlerinin postoperatif ağrı üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada hem 24. hem de 48. saat değerlendirmelerinde gruplar arasında ağrı şiddeti ve insidansı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($P > 0,05$). Mevcut çalışmada, üçüncü gün sonunda gruplar arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir. ($p = 0,0201$). SA grubundaki ortalama ağrı skoru ($23,08 \pm 30,43$), hem PIPS ($8,00 \pm 20,41$) hem de PUI ($14,21 \pm 22,01$) gruplarına kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksektir. Bu farklılık, post-hoc analizle de

doğrulanmış ve SA grubunun daha fazla postoperatif ağrıya neden olabileceği gösterilmiştir. Bu farklılıkların sebebi Gündoğar'ın²²⁸ çalışmasında vital dişlerde çalışmış olması bu çalışmada ise devital ve kanal tedavisi yenileme yapılacak dişleri seçmemiz olabilir. Kaplan ve ark.'nın²²⁹ semptomatik apikal periodontitis tanılı mandibular molar dişlerde gerçekleştirdiği çalışmada, konvansiyonel irrigasyon, EDDY ve lazer destekli irrigasyon protokollerinin postoperatif ağrıya etkileri 48. saate kadar değerlendirilmiş; tüm gruplarda ağrı düzeylerinde düşüş gözlenmiş olmasına rağmen, 48. saat itibarıyla gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($P = 0,409$). Bu çalışma sonuçları mevcut verilerle çelişmektedir. Bunun sebebi mevcut çalışmada SA grubunda Endoaktivatör kullanılması, çalışmanın tek seansta bitirilmesi ve mandibular premolar dişlerde çalışılmış olabilir. Abbara ve ark.'nın²⁷⁵ asemptomatik apikal periodontitis tanısı konmuş maksiller kesici dişlerde gerçekleştirdikleri randomize klinik çalışmada, PUI, XP-Endo Finisher ve diyet lazer ile aktive edilen irrigasyon protokollerinin postoperatif ağrı üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Tek seanslı tedavi sonrasında yapılan izlenimde, 3. Gün itibarıyla diyet lazer grubunda postoperatif ağrı düzeyi XP-Endo grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük bulunmuştur ($P = 0,005$). PUI grubunun lazerle karşılaştırıldığında ağrı düzeyi yüksek olsa da bu fark anlamlı değildir. XP-Endo grubunda en yüksek ağrı seviyeleri gözlenmiş ve bu durumun, sistemin çalışma prensibi nedeniyle daha fazla dokuya mekanik temas ederek apikal bölgeye daha fazla irritan ekstrüzyonuna neden olabileceği düşünülmektedir. Mevcut çalışmada da 3.gün sonuçlarında PUI grubu ve lazer grubu arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmaması Abbara ve ark.'nın²⁷⁵ çalışması ile paralel olduğunu göstermektedir. Liapis ve ark.'nın²⁷⁴ KT uygulanan asemptomatik hastalarda gerçekleştirdikleri randomize klinik çalışmada, ultrasonik ve lazer destekli irrigasyon sistemlerinin postoperatif ağrı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Tedavi

sonrası takipte, 72. saate kadar her iki grupta da ağrı düzeyleri düşük seyretmiş ve 3. gün itibarıyla gruplar arasında ağrı şiddeti veya insidansı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($P = 0,302$ ve $P = 0,97$). Swarna ve ark.'nın²⁷³ semptomatik irreversible pulpitis tanısı konmuş mandibular birinci molar dişlerde gerçekleştirdikleri randomize klinik çalışmada, PUI ve Er:Cr:YSGG lazer destekli irrigasyon sistemlerinin postoperatif ağrı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Tek seansta uygulanan tedaviler sonrasında yapılan ölçümlerde, 48. saat itibarıyla her iki grupta da ağrı skorları düşük seviyede seyretmiş olup, PUI grubunda ortalama GAS skoru $0,76 \pm 1,45$, LAI grubunda ise $1,20 \pm 1,44$ olarak kaydedilmiştir. Her ne kadar PUI grubunda daha düşük ağrı düzeyi bildirilmiş olsa da, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P > 0,05$). Liapis ve ark.²⁷⁴ ile Swarna ve ark.'nın²⁷³ çalışmaları mevcut çalışma sonuçlarıyla örtüşmektedir. Bu çalışmada da lazer ve ultrasonik gruplarında ağrı skoru anlamlı olarak azalmış fakat lazer grubu ($8,00 \pm 20,41$) ve ultrasonik ($14,21 \pm 22,01$) grubu kıyaslandığında ağrı şiddeti arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Mevcut çalışmanın Erkan ve ark. ile örtüşen sonuçları bulunmaktadır. Literatürde EDDY sistemine ilişkin yapılan in vitro çalışmalar bulunmaktadır.^{277,278}, İnce Yusufoglu ark.²⁵¹ ve Dos Reis ark.²⁵² bu sonik aktivasyon yönteminin apikal ekstrüzyon açısından diğer tekniklerle karşılaştırıldığında daha fazla iritan taşıma eğiliminde olduğunu ortaya koymaktadır. İki farklı in vitro çalışmada, EDDY'nin ultrasonik sistemlere, PIPS ve PUI sistemlerine göre anlamlı düzeyde daha fazla apikal ekstrüzyona neden olduğu bildirilmiştir.^{277,278} Aydın ve ark.'nın²⁷⁹ yaptığı başka bir çalışmada ise, EDDY'nin daha fazla bakteri ekstrüzyonuna yol açtığı, ancak bakteri ekstrüzyonu açısından EDDY, standart iğne irrigasyonu ve EndoActivator (EA) sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ifade edilmiştir.²⁷⁹ Sonik sistemlerin irrigasyon etkinliğinin, karmaşık kök kanal sistemlerinde irrigan dağılımını kolaylaştıracak şekilde akış hızını artırarak sağlandığı

belirtilmektedir.⁴⁹ Bu sayede irrigasyon solüsyonu daha ileri bölgelere taşınmakta, fakat bu durum aynı zamanda periapikal dokularda tahrişe ve postoperatif ağrıya neden olabilmektedir. Bu bulgular, mevcut çalışmada elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. Özellikle SA grubunda kullanılan sonik sistemde (EDDY benzeri) postoperatif ağrı şiddetinin ve analjezik kullanım oranının (%43,6) istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulunması ($p = 0,012$), bu sistemlerin apikal ekstrüzyon potansiyeli ile ilişkili olabilir. PIPS ve PUI gruplarında gözlenen daha düşük postoperatif ağrı oranları (%20,0 ve %15,8), bu sistemlerin daha kontrollü sıvı hareketi sağladığına ve apikal irritasyonunu sınırlandırmasına sebep olabilir.

Mevcut çalışmanın 5. gün sonunda ortalama ağrı skoru ($5,13 \pm 13,07$) anlamlı bir düşüş göstermiştir. Beşinci ve yedinci gün verileri arasında ise istatistiksel fark olmamakla birlikte ($p > 0,05$), bu zaman noktaları diğer günlerle karşılaştırıldığında anlamlı derecede düşük ağrı düzeylerini göstermektedir ($p < 0,05$). Erkan ve ark.'nın¹⁸¹ mandibular premolar dişlerde, semptomatik irreversible pulpitis olgularında gerçekleştirdikleri randomize klinik çalışmada, beş farklı irrigasyon aktivasyon yönteminin postoperatif ağrıya etkileri 7. güne kadar değerlendirilmiştir. 7. gün itibarıyla, PIPS, PUI, EDDY grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Abbara ve ark.'nın²⁷⁵ geniş periapikal lezyona sahip maksiller kesici dişlerde gerçekleştirdikleri randomize klinik çalışmada, üç farklı irrigasyon aktivasyon sisteminin postoperatif ağrıya etkisi değerlendirilmiştir ve sonuçlar Erkan ve ark.'nın çalışmasıyla paralellik göstermektedir. Tek seansta uygulanan tedavi sonrası yapılan izlemde, 7. güne kadar postoperatif ağrı düzeyleri hem lazer destekli irrigasyon grubunda hem de PUI grubunda XP-Endo grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük bulunmuştur ($P = 0,003$ ve $P = 0,012$). Fakat birbirleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Gündoğar ve ark.'nın²²⁸ semptomatik irreversible pulpitis tanısı konmuş

mandibular premolar dişlerde gerçekleştirdiği randomize klinik çalışmada, farklı irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin postoperatif ağrı üzerine etkileri incelenmiştir. Tedavi sonrası izlemde, 7. gün itibarıyla tüm gruplarda ağrı skorları $0,03 \pm 0,18$ gibi düşük seviyelere inmiş ve hastaların büyük çoğunluğu ağrısız seyretmiştir. Gruplar arasında bu zaman diliminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($P > 0,05$). Kaplan ve ark.'nın²²⁹ semptomatik apikal periodontitis tanısı konmuş mandibular molar dişlerde gerçekleştirdiği randomize klinik çalışmada, konvansiyonel iğne irrigasyonu, EDDY sistemi ve her iki yöneme entegre edilen 980 nm diyot lazer uygulamalarının postoperatif ağrıya etkileri değerlendirilmiştir. İki seanslı tedaviler sonrası yapılan 7. gün değerlendirmesinde, tüm gruplarda ağrı skorlarının neredeyse sıfıra indiği ve klinik olarak ağrısız bir seyir izlendiği kaydedilmiştir. Ortalama GAS değerleri 0,0 ile 0,2 arasında değişmiş olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($P = 0,108$). Bu çalışma sonuçları, mevcut çalışma ile örtüşmektedir. 7. gün sonunda tüm gruplarda ağrı skorları düşmüş ve gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,4991$). SA grubu yine en yüksek değeri göstermiş olsa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Benzer sonuçlar gösteriyor ki farklı irrigasyon sistemleri arasında postoperatif bir haftalık süreç sonunda ağrı açısından klinik bir üstünlük olmadığını ve tüm yöntemlerin benzer hasta konforu sağladığını göstermektedir.

Erkan ve ark.'nın¹⁸¹ çalışmasında semptomatik hastalarda tek köklü alt premolar dişler değerlendirilmiş ve beş farklı irrigasyon sistemi (PIPS, SWEEPS, PUI, EDDY, MDA) karşılaştırılmıştır. Tüm tedaviler tek seansta uygulanmıştır. Analjezik kullanımı açısından en düşük oranlar PIPS (%10) ve SWEEPS (%12,5) gruplarında kaydedilmiş, PUI ve EDDY gruplarında bu oran %22,5'e yükselmiştir. Ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p = 0,304$). Mevcut çalışmada PIPS ve PUI gruplarında ağrı kesici kullanımı oranları sırasıyla %20,0 ve %15,8 olup, bu oranların

birbirine yakın ve istatistiksel olarak anlamsız düzeyde olması Erkan ve ark.¹⁸¹ çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. ($p > 0,05$). Buna karşın, SA grubumuzun ağrı kesici kullanım oranının istatistiksel olarak %43,6 ölçülmüş olması anlamlılık göstermektedir ve bu çalışmayla çelişmektedir. Bu çelişkinin sebebi Erkan ve ark.'nın¹⁸¹ sonik cihazlarından EDDY cihazını, bu çalışmada ise Endoaktivatör cihazının seçilmiş olması ya da çalışmada vital dişlerin tercih edilmiş olması olabilir. Gündoğar ve ark.'nın²²⁸ randomize klinik çalışmasında, mandibular premolar dişlerde semptomatik irreversible pulpitis tanısı almış 160 hasta tek seanslı olarak tedavi edilmiştir. PUI, EDDY, EndoActivator (EA) ve iğne irrigasyon grupları karşılaştırılmış, ancak aktif sistemler arasında analjezik kullanımı açısından anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p > 0,05$). Mevcut çalışmada ise SA grubunda analjezik kullanımı anlamlı şekilde daha yüksek çıkmıştır, bu da kullanılan sonik sistemin teknik özelliklerinden ya da kullanılan farklı Endoaktivatör (Dentsply Sirona, Ballaigues, İsviçre) markasından kaynaklanabilir. Kaplan ve ark.²²⁹ tarafından mandibular molar dişlerde yürütülen ve yalnızca semptomatik apikal periodontitisli hastaların dahil edildiği çalışmada, PUI, EDDY ve lazer destekli irrigasyon teknikleri karşılaştırılmış, işlemler iki seansta gerçekleştirilmiştir. 8, 24 ve 48. saatlerde analjezik kullanan hasta grupları arasında anlamlı fark bulunamamıştır ($p > 0,05$). Mevcut çalışmada ise SA grubundaki yüksek analjezik kullanımı oranı (%43,6), Kaplan çalışmasındaki gruplarla karşılaştırıldığında daha da dikkat çekici hale gelmektedir. Bu farklılık, mandibular molar dişlere tedavi uygulanmış olması, sonik sistemlerden EDDY'i kullanmış olması irrigasyon hacmi ya da aktivasyon süresi gibi yöntemsel değişkenlerden kaynaklanabilir. Abbara ve ark.²⁷⁵ çalışmasında asemptomatik nekrotik maksiller kesici dişler üzerinde XP-Endo Finisher, PUI ve diyet lazer sistemleri karşılaştırılmış, tüm tedaviler tek seansta uygulanmıştır. Dikkat çekici şekilde, çalışmaya katılan hiçbir hasta tedavi sonrası ağrı kesici kullanma ihtiyacı bildirmemiştir. Bu sonuç, mevcut çalışmada

SA grubunda analjezik kullanımının %43,6, PUI ve PIPS gruplarında ise %15,8–20,0 aralığında kaydedilmiş olmasıyla ciddi bir fark yaratmaktadır. Bu farkın en önemli nedeni, Abbara çalışmasının yalnızca asemptomatik bireyleri içermesi olabilir. Liapis ve ark.'nın²⁷⁴ yalnızca asemptomatik bireylerde gerçekleştirdikleri çalışmada Er:YAG lazer ve PUI sistemleri karşılaştırılmıştır. Çalışma tek seanslıdır ve hem vital hem nekrotik dişler dahil edilmiştir. 6 saatte analjezik kullanımı UAI grubunda %26, LAI grubunda %7,7 olarak bildirilmiştir; 24. saatte oranlar %18,5 ve %3,9'dur. Ancak bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). Mevcut çalışmada ise SA grubunda bu oran %43,6 olup, diğer gruplara göre anlamlı olarak daha yüksek olmasıyla Liapis'le çelişmektedir. Liapis çalışmasında asemptomatik olgulara odaklanmış olması, farklı diş gruplarında çalışmış olması bu farkın açıklayıcı nedenlerinden biridir. Swarna ve ark.'nın²⁷³ çalışması, semptomatik irreversible pulpitisli mandibular birinci molar dişlerde gerçekleştirilmiş ve PUI ile LAI sistemleri tek seanslı olarak karşılaştırılmıştır. Her iki gruba da 400 mg ibuprofen reçete edilmiş, ancak PUI grubunda analjezik kullanımı LAI'ye göre daha düşük seyretmiştir; buna rağmen fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0,05$). Mevcut çalışmada PUI ve PIPS gruplarında analjezik kullanım oranlarının düşük bulunması, Swarna çalışmasıyla paralellik göstermektedir.

Bu çalışmanın limitasyonları;

Bu çalışmada postoperatif ağrının değerlendirilmesinde bazı sınırlılıklar söz konusu olmuştur. Öncelikle, ağrı subjektif bir deneyim olduğundan, hastaların bildirdiği ağrı düzeyi analjezik kullanımını gerektirecek kadar şiddetli olmayabilir. Ağrının bireysel algılanışı, değerlendirme zamanlaması ve analjezik kullanımındaki farklılıklar, sonuçların yorumlanmasında potansiyel bir yanlılık oluşturabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Postoperatif ağrı düzeyleri tüm gruplarda zamanla anlamlı olarak azalmıştır. En yüksek ağrı düzeyi tedaviden bir gün sonra gözlenmiş, sonraki günlerde belirgin bir düşüş kaydedilmiş ve yedinci gün itibarıyla ağrı düzeyleri minimal seviyeye inmiştir.
- İrrigasyon aktivasyon sistemleri arasında yalnızca üçüncü günde anlamlı farklılık gözlenmiştir. SA grubunda, PIPS ve PUI gruplarına kıyasla anlamlı derecede daha yüksek ağrı düzeyi saptanmıştır. Diğer günlerde gruplar arasında anlamlı fark görülmemiştir.
- Ağrı kesici kullanımı açısından da irrigasyon yöntemleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. SA grubunda analjezik kullanımı oranı, PIPS ve PUI gruplarına kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Bu durum, SA sistemin postoperatif konfor açısından dezavantaj oluşturabileceğini göstermektedir.
- Yaş, cinsiyet, eğitim durumu, preoperatif ağrı varlığı, periapikal lezyon boyutu gibi bireysel değişkenlerin postoperatif ağrı düzeyleri ve analjezik kullanımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmaması, irrigasyon aktivasyon sistemlerinin çalışmaya olan etkisini daha belirgin hale getirmiştir.
- Uygulanan tedavi türü (KT vs. RT) postoperatif ağrı düzeyini anlamlı olarak etkilememiştir. Tüm zaman aralıklarında, her iki tedavi türü arasında ağrı düzeyleri benzer bulunmuştur.
- İşlem süresi açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır. PIPS ve PUI sistemlerinin cihaz hazırlığı gibi nedenlerle SA grubuna göre daha fazla işlem süresi gerektirdiği de saptanmıştır. Elde edilen bulgular, irrigasyon aktivasyon sistemi seçiminde yalnızca teknik etkinlik değil, aynı zamanda hasta konforu ve klinik uygulama koşullarının da dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.
- Elde edilen bulgular doğrultusunda, postoperatif ağrı gelişme riski yüksek olan hastalarda, irrigasyon aktivasyon sistemi tercihinde daha az ağrıya neden olan

yöntemlerin öncelikli olarak değerlendirilmesi klinik açıdan faydalı olabilir. Bu bağlamda, PIPS ve PUI sistemlerin, SA'ya kıyasla daha düşük postoperatif ağrı ve analjezik ihtiyacı ile ilişkili bulunması, bu sistemlerin ilgili hasta gruplarında öncelikli tercih edilebilir.

- PIPS ve PUI sistemlerin işlem süresi SA'a göre daha uzun olduğundan, bu durum klinik zaman yönetimi ve cihaz hazırlığı açısından göz önünde bulundurulmalı; özellikle yoğun hasta temposuna sahip kliniklerde tedavi süresinin kısıtlı olduğu durumlarda uygun planlama yapılmalıdır.
- Klinik protokollerde irrigasyon sistemlerinin kullanımına dair standartların oluşturulması ve bu sistemlerin etkinliğini ölçen daha fazla çalışmanın yapılması önerilmektedir.
- Gelecek çalışmalarda, farklı popülasyonda ve daha büyük örneklem sayıları ile vital ve nekrotik pulpalı dişler, farklı diş grupları (ör. molar, anterior) ve sistemik hastalık varlığı gibi değişkenlerin irrigasyon sistemlerinin etkinliği üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

1. Hudson DA, Remeikis NA, VanCura JE. Instrumentation of curved root canals: a comparison study. J Endod, 1992; 18:448-450.
2. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. J Endod, 2004; 30:559-567.
3. Sathorn C, Parashos P, Messer H. The prevalence of postoperative pain and flare-up in single- and multiple-visit endodontic treatment: a systematic review. Int Endod J, 2008; 41:91-99.
4. Versiani MA, Alves F, Andrade-Junior C ve ark. Micro-CT evaluation of the efficacy of hard-tissue removal from the root canal and isthmus area by positive and negative pressure irrigation systems. Int Endod J, 2016; 49:1079-1087.
5. Gondim Jr E, Setzer FC, DosCarmo CB ve ark. Postoperative pain after the application of two different irrigation devices in a prospective randomized clinical trial. J Endod, 2010; 36:1295-1301.
6. GBD 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. Lancet, 2016; 388:1459-1544.
7. Müller F, Shimazaki Y, Kahabuka F ve ark. Oral health for an ageing population: the importance of a natural dentition in older adults. Int Dent J, 2017; 67:7-13.
8. Ørstavik D. Apical periodontitis: microbial infection and host responses. Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis, 2019:1-10.
9. Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G ve ark. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. J Endod, 1990; 16:498-504.
10. Kirkevang LL, Ørstavik D, Hörsted-Bindslev P ve ark. Periapical status and quality of root fillings and coronal restorations in a Danish population. Int Endod J, 2000; 33:509-515.
11. Baugh D, Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. J Endod, 2005; 31:333-340.
12. Alaçam T. Pulpa ve Periapikal Doku Hastalıkları, Alaçam T (editör). 1. Baskı. [Şehir bilgisi eksik], 2012.
13. Torabinejad M, Goodacre CJ. Endodontic or dental implant therapy: the factors affecting treatment planning. J Am Dent Assoc, 2006; 137:973-977.

14. Torabinejad M, Anderson P, Bader J ve ark. Outcomes of root canal treatment and restoration, implant-supported single crowns, fixed partial dentures, and extraction without replacement: a systematic review. *J Prosthet Dent*, 2007; 98:285-311.
15. Barrieshi-Nusair KM. Gutta-percha retreatment: effectiveness of nickel-titanium rotary instruments versus stainless steel hand files. *J Endod*, 2002; 28:454-456.
16. Kaya BÜ, Keçeci A. Kök Kanal Tedavisi Başarısızlıklarında Retreatment. *Med J Süleyman Demirel Univ*, 2006; 13:1-6.
17. Anagha C, Koshy M, Varghese R ve ark. Comparison of postoperative pain following single-visit and two-visit root canal therapy in controlled diabetic patients with irreversible pulpitis: a randomized control trial. *J Conserv Dent*, 2022; 25:392-397.
18. Eyuboglu TF, Olcay K, Özcan M. A clinical study on single-visit root canal retreatments on consecutive 173 patients: frequency of periapical complications and clinical success rate. *Clin Oral Investig*, 2017; 21:1761-1768.
19. Torabinejad M, Corr R, Handysides R ve ark. Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. *J Endod*, 2009; 35:930-937.
20. Salehrabi R, Rotstein I. Epidemiologic evaluation of the outcomes of orthograde endodontic retreatment. *J Endod*, 2010; 36:790-792.
21. Roda RS, Gettleman BH. Nonsurgical retreatment. İçinde: Cohen's Pathways of the Pulp, 1. Baskı. [Şehir bilgisi eksik], Elsevier, 2011:890-952.
22. Rhodes JS. Disassembly techniques to gain access to pulp chambers and root canals during non-surgical root canal re-treatment. *Endod Top*, 2008; 19:22-32.
23. Duncan HF, Chong BS. Removal of root filling materials. *Endod Top*, 2008; 19:33-57.
24. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J*, 2001; 34:221-230.
25. Haapasalo M, Shen Y, Qian W ve ark. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am*, 2010; 54:291-312.
26. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev*, 2001; 14:227.
27. Bajrami D, Hoxha V, Gorduysus O ve ark. Cytotoxic effect of endodontic irrigants in vitro. *Med Sci Monit Basic Res*, 2014; 20:22.
28. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J*, 2008; 58:329-341.

29. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endod Top*, 2012; 27:74-102.
30. Ring KC, Murray PE, Namerow KN ve ark. The comparison of the effect of endodontic irrigation on cell adherence to root canal dentin. *J Endod*, 2008; 34:1474-1479.
31. Marinho ACS, Martinho FC, Zaia AA ve ark. Influence of the apical enlargement size on the endotoxin level reduction of dental root canals. *J Appl Oral Sci*, 2012; 20:661-666.
32. Martinho FC, Chiesa WM, Marinho AC ve ark. Clinical investigation of the efficacy of chemomechanical preparation with rotary nickel-titanium files for removal of endotoxin from primarily infected root canals. *J Endod*, 2010; 36:1766-1769.
33. Addy M, Moran JM. Clinical indications for the use of chemical adjuncts to plaque control: chlorhexidine formulations. *Periodontol* 2000, 1997; 15:52-54.
34. Morris MD, Lee K-W, Agee KA ve ark. Effects of sodium hypochlorite and RC-prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod*, 2001; 27:753-757.
35. Gomes BP, Vianna ME, Zaia AA ve ark. Chlorhexidine in endodontics. *Braz Dent J*, 2013; 24:89-102.
36. Kandaswamy D, Venkateshbabu N. Root canal irrigants. *J Conserv Dent*, 2010; 13:256-264.
37. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod*, 2006; 32:389-398.
38. Christensen CE, McNeal SF, Eleazer P. Effect of lowering the pH of sodium hypochlorite on dissolving tissue in vitro. *J Endod*, 2008; 34:449-452.
39. Stojicic S, Shen Y, Qian W ve ark. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *Int Endod J*, 2012; 45:363-371.
40. Ma J, Wang Z, Shen Y ve ark. A new noninvasive model to study the effectiveness of dentin disinfection by using confocal laser scanning microscopy. *J Endod*, 2011; 37:1380-1385.
41. Torabinejad M, Shabahang S, Apereo RM ve ark. The antimicrobial effect of MTAD: an in vitro investigation. *J Endod*, 2003; 29:400-403.
42. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J ve ark. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod*, 2003; 29:170-175.
43. Giardino L, Ambu E, Becce C ve ark. Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. *J Endod*, 2006; 32:1091-1093.

44. Block SS. Disinfection, Sterilization, and Preservation. [Baskı bilgisi eksik]. Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
45. Ørstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Dent Traumatol*, 1990; 6:142-149.
46. Tirali RE, Turan Y, Akal N ve ark. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of NaOCl and Octenisept in elimination of endodontic pathogens. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2009; 108:e117-e120.
47. Mozo S, Llena C, Forner L. Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2012; 17:e512-516.
48. Turkel E, Onay EO, Ungor M. Comparison of three final irrigation activation techniques: effects on canal cleanness, smear layer removal, and dentinal tubule penetration of two root canal sealers. *Photomed Laser Surg*, 2017; 35:672-681.
49. Gu L-s, Kim JR, Ling J ve ark. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod*, 2009; 35:791-804.
50. Virdee S, Farnell D, Silva M ve ark. The influence of irrigant activation, concentration and contact time on sodium hypochlorite penetration into root dentine: an ex vivo experiment. *Int Endod J*, 2020; 53:986-997.
51. Yilmaz A, Yalcin TY, Helvacioğlu-Yigit D. Effectiveness of various final irrigation techniques on sealer penetration in curved roots: a confocal laser scanning microscopy study. *Biomed Res Int*, 2020; 2020:8060489.
52. Generali L, Cavani F, Serena V ve ark. Effect of different irrigation systems on sealer penetration into dentinal tubules. *J Endod*, 2017; 43:652-656.
53. Huang TY, Gulabivala K, Ng YL. A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *Int Endod J*, 2008; 41:60-71.
54. Konstantinidi E, Psimma Z, Chávez de Paz L ve ark. Apical negative pressure irrigation versus syringe irrigation: a systematic review of cleaning and disinfection of the root canal system. *Int Endod J*, 2017; 50:1034-1054.
55. de Moraes Cruz V, Duarte MAH, Kato AS ve ark. Impact of the final agitation system in the irrigant diffusion inside the root canal: a micro-CT analysis. *Aust Endod J*, 2023; 49:315-322.
56. Hof R, Perevalov V, Eltanani M ve ark. The self-adjusting file (SAF). Part 2: mechanical analysis. *J Endod*, 2010; 36:691-696.

57. Metzger Z. The self-adjusting file (SAF) system: an evidence-based update. *J Conserv Dent*, 2014; 17:401-419.
58. Souza CC, Bueno CE, Kato AS ve ark. Efficacy of passive ultrasonic irrigation, continuous ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation device in penetration into main and simulated lateral canals. *J Conserv Dent*, 2019; 22:155-159.
59. Tronstad L, Barnett F, Schwartzben L ve ark. Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Dent Traumatol*, 1985; 1:69-76.
60. Caron G, Nham K, Bronnec F ve ark. Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *J Endod*, 2010; 36:1361-1366.
61. Karade P, Chopade R, Patil S ve ark. Efficiency of different endodontic irrigation and activation systems in removal of the smear layer: a scanning electron microscopy study. *Iran Endod J*. 2017;12(4):414.
62. Plotino G, Cortese T, Grande NM ve ark. New technologies to improve root canal disinfection. *Braz Dent J*. 2016;27(1):3-8.
63. Parikh M, Kishan KV, Solanki NP ve ark. Efficacy of removal of calcium hydroxide medicament from root canals by Endoactivator and Endovac irrigation techniques: a systematic review of *in vitro* studies. *Contemp Clin Dent*. 2019;10(1):135-142.
64. MJ R. The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *J Dent Med*. 1957;12(1):12-18.
65. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM ve ark. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod*. 2007;33(2):81-95.
66. Çiçek AGDE, Bodrumlu E. Endodontide ultrasonikler: derleme. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg*. 2012;22(2):162-167.
67. Abbott P, Heijkoop P, Cardaci S ve ark. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int Endod J*. 1991;24(6):308-316.
68. Ahmad M, Ford TRP, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *J Endod*. 1987;13(3):93-101.
69. Van der Sluis L, Wu MK, Wesselink P. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper. *Int Endod J*. 2005;38(10):764-768.
70. Van der Sluis L, Versluis M, Wu M ve ark. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J*. 2007;40(6):415-426.

71. Mohammadi Z, Shalavi S, Soltani MK ve ark. A review of the properties and applications of ozone in endodontics: an update. *Iran Endod J.* 2013;8(1):40-43.
72. Ahmad M, Ford TRP, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endod.* 1987;13(10):490-499.
73. Halford A, Ohl C-D, Azarpazhooh A ve ark. Synergistic effect of microbubble emulsion and sonic or ultrasonic agitation on endodontic biofilm in vitro. *J Endod.* 2012;38(11):1530-1534.
74. Macedo R, Verhaagen B, Rivas DF ve ark. Cavitation measurement during sonic and ultrasonic activated irrigation. *J Endod.* 2014;40(4):580-583.
75. Kato AS, Cunha RS, da Silveira Bueno CE ve ark. Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron microscopic study. *J Endod.* 2016;42(4):659-663.
76. Boutsoukakis C, Tzimpoulas N. Uncontrolled removal of dentin during in vitro ultrasonic irrigant activation. *J Endod.* 2016;42(2):289-293.
77. Layton G, Wu W-I, Selvaganapathy PR ve ark. Fluid dynamics and biofilm removal generated by syringe-delivered and 2 ultrasonic-assisted irrigation methods: a novel experimental approach. *J Endod.* 2015;41(6):884-889.
78. Middha M, Sangwan P, Tewari S ve ark. Effect of continuous ultrasonic irrigation on postoperative pain in mandibular molars with nonvital pulps: a randomized clinical trial. *Int Endod J.* 2017;50(6):522-530.
79. van As G. Erbium lasers in dentistry. *Dent Clin North Am.* 2004;48(4):1017-1059.
80. Miller M, Truhe T. Lasers in dentistry: an overview. *J Am Dent Assoc.* 1993;124(2):32-35.
81. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent Clin North Am.* 2004;48(4):751-770.
82. Aoki A, Ando Y, Watanabe H ve ark. In vitro studies on laser scaling of subgingival calculus with an erbium: YAG laser. *J Periodontol.* 1994;65(11):1097-1106.
83. Coluzzi DJ, Convissar RA. Lasers in clinical dentistry. *Dent Clin North Am.* 2004;48(4):xi-xii.
84. Hibst R, Keller U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. *Lasers Surg Med.* 1989;9(4):338-344.
85. Wigdor H, Abt E, Ashrafi S ve ark. The effect of lasers on dental hard tissues. *J Am Dent Assoc.* 1993;124(7):65-70.

86. Mohammadi Z, Jafarzadeh H, Shalavi S ve ark. Recent advances in root canal disinfection: a review. *Iran Endod J.* 2017;12(4):402-407.
87. Eldeeb IM, Nawar NN, Saber SM ve ark. Smear layer removal and sealer penetration with different tapers after using photon-initiated photoacoustic streaming technique. *Clin Oral Investig.* 2021;25(11):6453-6460.
88. Mancini M, Cerroni L, Palopoli P ve ark. FESEM evaluation of smear layer removal from conservatively shaped canals: laser activated irrigation (PIPS and SWEEPS) compared to sonic and passive ultrasonic activation—an ex vivo study. *BMC Oral Health.* 2021;21:427.
89. Arslan H, Akcay M, Capar I ve ark. An in vitro comparison of irrigation using photon-initiated photoacoustic streaming, ultrasonic, sonic and needle techniques in removing calcium hydroxide. *Int Endod J.* 2015;48(3):246-251.
90. Kosarieh E, Bolhari B, Pirayvatlou SS ve ark. Effect of Er:YAG laser irradiation using SWEEPS and PIPS technique on dye penetration depth after root canal preparation. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2021;33:102136.
91. Takeda FH, Harashima T, Kimura Y ve ark. Efficacy of Er: YAG laser irradiation in removing debris and smear layer on root canal walls. *J Endod*, 1998; 24:548-551.
92. Hmud R, Kahler WA, George R ve ark. Cavitation effects in aqueous endodontic irrigants generated by near-infrared lasers. *J Endod*, 2010; 36:275-278.
93. Özcan A, Sevimay M. Diş hekimliğinde lazer. *Türkiye Klin J Dent Sci*, 2016; 22.
94. Kreisler M, Götz H, Duschner H ve ark. Effect of Nd: YAG, Ho: YAG, Er: YAG, CO₂, and GaAlAs laser irradiation on surface properties of endosseous dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2002; 17.
95. Coluzzi DJ. An overview of laser wavelengths used in dentistry. *Dent Clin North Am*, 2000; 44:753-765.
96. White JM, Gekelman D, Shin KB ve ark. Laser interaction with dental soft tissues: what do we know from our years of applied scientific research? *Proc SPIE*, 2002; 4610:39-48.
97. Shon WJ. Introducing the GentleWave system. *Restor Dent Endod*, 2016; 41:235.
98. Sigurdsson A, Garland RW, Le KT ve ark. Healing of periapical lesions after endodontic treatment with the GentleWave procedure: a prospective multicenter clinical study. *J Endod*, 2018; 44:510-517.
99. Hertel SA. Do neonates and small infants feel pain? *Nord Med*, 1995; 110:273-274.

100. Hargreaves KM, Cohen S. Cohen's Pathways of the Pulp, 10th ed. St. Louis, Mosby, 2011:671-676.
101. ElMubarak AHH, Abu-bakr NH, Ibrahim YE. Postoperative pain in multiple-visit and single-visit root canal treatment. *J Endod*, 2010; 36: 36-39.
102. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A ve ark. Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *J Endod*, 2002; 28: 457-460.
103. Genet J, Wesselink P, Van Velzen ST. The incidence of preoperative and postoperative pain in endodontic therapy. *Int Endod J*, 1986; 19: 221-229.
104. Liesinger A, Marshall FJ, Marshall JG. Effect of variable doses of dexamethasone on posttreatment endodontic pain. *J Endod*, 1993; 19: 35-39.
105. Glennon J, Ng YL, Setchell D ve ark. Prevalence of and factors affecting postpreparation pain in patients undergoing two-visit root canal treatment. *Int Endod J*, 2004; 37: 29-37.
106. Udoeye CI, Jafarzadeh H, Aguwa EN ve ark. Flare-up incidence and related factors in Nigerian adults. *J Contemp Dent Pract*, 2011; 12: 120-123.
107. Ali SG, Mulay S, Palekar A ve ark. Prevalence of and factors affecting post-obturation pain following single visit root canal treatment in Indian population: A prospective, randomized clinical trial. *Contemp Clin Dent*, 2012; 3: 459-463.
108. Watkins CA, Logan HL, Kirchner HL. Anticipated and experienced pain associated with endodontic therapy. *J Am Dent Assoc*, 2002; 133: 45-54.
109. Atav Ates A, Dumani A, Yoldas O ve ark. Post-obturation pain following the use of carrier-based system with AH Plus or iRoot SP sealers: a randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Investig*, 2019; 23: 3053-3061.
110. Ferreira NS, Gollo EKF, Boscato N ve ark. Postoperative pain after root canal filling with different endodontic sealers: a randomized clinical trial. *Braz Oral Res*, 2020; 34: e069.
111. Mittal N, Baranwal HC, Gupta S ve ark. Comparative analysis of reduction in pain scores after single visit root canal treatment using endodontic irrigation protocols, namely, Conventional needle irrigation, PUI, PIPS and SWEEPS: A randomized control trial. *J Conserv Dent Endod*, 2023; 26:143-149.
112. Risso PdA, Cunha A, Araujo M ve ark. Postobturation pain and associated factors in adolescent patients undergoing one-and two-visit root canal treatment. *J Dent*, 2008; 36:928-934.

113. Segura-Egea JJ, Cisneros-Cabello R, Llamas-Carreras JM ve ark. Pain associated with root canal treatment. *Int Endod J*, 2009; 42:614-620.
114. Ertan T, Şahinkesen G, Tunca YM. Evaluation of postoperative pain in root canal treatment. 2010.
115. Torabinejad M, Kettering JD, McGraw JC ve ark. Factors associated with endodontic interappointment emergencies of teeth with necrotic pulps. *J Endod*, 1988; 14:261-266.
116. Walton R, Fouad A. Endodontic interappointment flare-ups: a prospective study of incidence and related factors. *J Endod*, 1992; 18:172-177.
117. Ng YL, Glennon J, Setchell D ve ark. Prevalence of and factors affecting post-obturation pain in patients undergoing root canal treatment. *Int Endod J*, 2004; 37:381-391.
118. Alaçam T. Endodontide Acil Yaklaşımlar, Endodonti, 1. Baskı. Ankara, Özyurt Matbaacılık, 2012.
119. Fouad AF, Burleson J. The effect of diabetes mellitus on endodontic treatment outcome: data from an electronic patient record. *J Am Dent Assoc*, 2003; 134:43-51.
120. Alí A, Olivieri JG, Duran-Sindreu F ve ark. Influence of preoperative pain intensity on postoperative pain after root canal treatment: A prospective clinical study. *J Dent*, 2016; 45:39-42.
121. Pickenpaugh L, Reader A, Beck M ve ark. Effect of prophylactic amoxicillin on endodontic flare-up in asymptomatic, necrotic teeth. *J Endod*, 2001; 27:53-56.
122. Mehrvarzfar P, Shababi B, Sayyad R ve ark. Effect of supraperiosteal injection of dexamethasone on postoperative pain. *Aust Endod J*, 2008; 34:25-29.
123. Gotler M, Bar-Gil B, Ashkenazi M. Postoperative pain after root canal treatment: a prospective cohort study. *Int J Dent*, 2012; 2012:310467.
124. Ateş AA, Dumani A. Pre-post endodontik ağrı üzerine predispoze faktörler ve çözüm önerileri. *Turk Klin Endod-Special Topics*, 2018; 4:19-27.
125. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *J Endod*, 2004; 30:476-481.
126. Schwendicke F, Göstemeyer G. Single-visit or multiple-visit root canal treatment: systematic review, meta-analysis and trial sequential analysis. *BMJ Open*, 2017; 7:e013115.
127. 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; 37:125-132.

128. De Oliveira Alves V. Endodontic flare-ups: a prospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2010; 110:e68-e72.
129. Bashetty K, Hegde J. Comparison of 2% chlorhexidine and 5.25% sodium hypochlorite irrigating solutions on postoperative pain: a randomized clinical trial. *Indian J Dent Res*, 2010; 21:523-527.
130. Tuncer AK, Gerek M. Effect of working length measurement by electronic apex locator or digital radiography on postoperative pain: a randomized clinical trial. *J Endod*, 2014; 40:38-41.
131. Wei X, Lin Z, Peng S. The effect of root canal preparation with nickel-titanium rotary instruments in reducing post-operative pain. *West China J Stomatol*, 2003; 21:202-204.
132. Fava L. Single visit root canal treatment: incidence of postoperative pain using three different instrumentation techniques. *Int Endod J*, 1995; 28:103-107.
133. Berutti E, Negro AR, Lendini M ve ark. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *J Endod*, 2004; 30:228-230.
134. Patiño PV, Biedma BM, Liébana CR ve ark. The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. *J Endod*, 2005; 31:114-116.
135. Goldberg F, Massone EJ. Patency file and apical transportation: an in vitro study. *J Endod*, 2002; 28:510-511.
136. Vera J, Hernández EM, Romero M ve ark. Effect of maintaining apical patency on irrigant penetration into the apical two millimeters of large root canals: an in vivo study. *J Endod*, 2012; 38:1340-1343.
137. Arias A, Azabal M, Hidalgo JJ ve ark. Relationship between postendodontic pain, tooth diagnostic factors, and apical patency. *J Endod*, 2009; 35:189-192.
138. Arora M, Sangwan P, Tewari S ve ark. Effect of maintaining apical patency on endodontic pain in posterior teeth with pulp necrosis and apical periodontitis: a randomized controlled trial. *Int Endod J*, 2016; 49:317-324.
139. Junior JAC, Coelho MS, Kato AS ve ark. The effect of foraminal enlargement of necrotic teeth with the reciproc system on postoperative pain: a prospective and randomized clinical trial. *J Endod*, 2016; 42:8-11.
140. Peng L, Ye L, Tan H ve ark. Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *J Endod*, 2007; 33:106-109.
141. Sedigh SM, Moazami F, Sahebi S ve ark. Comparison of flare up incidence in patients treated by different practitioners. *Iran Endod J*, 2012; 7:23-27.

142. Keiser K, Hargreaves KM. Building effective strategies for the management of endodontic pain. *Endod Top*, 2002; 3:93-105.
143. Parirokh M, Yosefi MH, Nakhaee N ve ark. Effect of bupivacaine on postoperative pain for inferior alveolar nerve block anesthesia after single-visit root canal treatment in teeth with irreversible pulpitis. *J Endod*, 2012; 38:1035-1039.
144. Sonat B. *Diş Hekimliğinde Ağrı*, 1. Baskı. Ankara, GÜ Diş Hek Fak Yay, 2002:251-256.
145. Mehrvarzfar P, Abbott P, Saghir MA ve ark. Effects of three oral analgesics on postoperative pain following root canal preparation: a controlled clinical trial. *Int Endod J*, 2012; 45:76-82.
146. Attar S, Bowles WR, Baisden MK ve ark. Evaluation of pretreatment analgesia and endodontic treatment for postoperative endodontic pain. *J Endod*, 2008; 34:652-655.
147. Morse DR, Esposito JV, Furst ML. Comparison of prophylactic and on-demand diflunisal for pain management of patients having one-visit endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1990; 69:729-736.
148. Menhinick KA, Gutmann J, Regan J ve ark. The efficacy of pain control following nonsurgical root canal treatment using ibuprofen or a combination of ibuprofen and acetaminophen in a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Int Endod J*, 2004; 37:531-541.
149. Torabinejad M, Dorn SO, Eleazer PD ve ark. Effectiveness of various medications on postoperative pain following root canal obturation. *J Endod*, 1994; 20:427-431.
150. Jaber L, Swaim W, Dionne R. Immunohistochemical localization of μ -opioid receptors in human dental pulp. *J Endod*, 2003; 29:108-110.
151. Likar R, Sittl R, Gragger K ve ark. Peripheral morphine analgesia in dental surgery. *Pain*, 1998; 76:145-150.
152. Sadeghein A, Shahidi N, Dehpour AR. A comparison of ketorolac tromethamine and acetaminophen codeine in the management of acute apical periodontitis. *J Endod*, 1999; 25:257-259.
153. Jalalzadeh SM, Mamavi A, Shahriari S ve ark. Effect of pretreatment prednisolone on postendodontic pain: a double-blind parallel-randomized clinical trial. *J Endod*, 2010; 36:978-981.
154. Arslan H, Gündoğdu EC, Sümbüllü M. The effect of preoperative administration of antihistamine, analgesic and placebo on postoperative pain in teeth with symptomatic apical periodontitis: a randomized controlled trial. *Eur Endod J*, 2016; 1:1-5.

155. Henry M, Reader A, Beck M. Effect of penicillin on postoperative endodontic pain and swelling in symptomatic necrotic teeth. *J Endod*, 2001; 27:117-123.
156. Sutherland S, Matthews DC. Emergency management of acute apical periodontitis in the permanent dentition: a systematic review of the literature. *Database Abstr Rev Eff*, 2003.
157. Pai S, Pai AV, Thomas MS ve ark. Effect of calcium hydroxide and triple antibiotic paste as intracanal medicaments on the incidence of inter-appointment flare-up in diabetic patients: an in vivo study. *J Conserv Dent Endod*, 2014; 17:208-211.
158. Seltzer S. Pain in endodontics. *J Endod*, 2004; 30:501-503.
159. Gatchel RJ. Managing anxiety and pain during dental treatment. *J Am Dent Assoc*, 1992; 123:37-41.
160. Yıldız ED, Arslan H. Effect of low-level laser therapy on postoperative pain in molars with symptomatic apical periodontitis: a randomized placebo-controlled clinical trial. *J Endod*, 2018; 44:1610-1615.
161. Arslan H, Doğanay E, Karataş E ve ark. Effect of low-level laser therapy on postoperative pain after root canal retreatment: a preliminary placebo-controlled, triple-blind, randomized clinical trial. *J Endod*, 2017; 43:1765-1769.
162. Gundogdu EC, Arslan H. Effects of various cryotherapy applications on postoperative pain in molar teeth with symptomatic apical periodontitis: a preliminary randomized prospective clinical trial. *J Endod*, 2018; 44:349-354.
163. EA F. Ağrı Değerlendirme Yöntemleri. *Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 2002; 6:9-16.
164. Sirintawat N, Sawang K, Chaiyasamut T ve ark. Pain measurement in oral and maxillofacial surgery. *J Dent Anesth Pain Med*, 2017; 17:253-263.
165. Wewers ME, Lowe NK. A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Res Nurs Health*, 1990; 13:227-236.
166. Bird H, Dixon J. The measurement of pain. *Baillieres Clin Rheumatol*, 1987; 1:71-89.
167. SAKA Ö. Ağrıyı Ölçme ve Değerlendirme. *Türk Klin Fam Med-Spec Top*, 2011; 2:15-20.
168. Keele K. The pain chart. *Lancet*, 1948; 2:6-8.
169. Flaherty SA. Pain measurement tools for clinical practice and research. *AANA J*, 1996; 64:133-140.

170. Briggs M, Closs JS. A descriptive study of the use of visual analogue scales and verbal rating scales for the assessment of postoperative pain in orthopedic patients. *J Pain Symptom Manage*, 1999; 18:438-446.
171. Downie W, Leatham P, Rhind V ve ark. Studies with pain rating scales. *Ann Rheum Dis*, 1978; 37:378-381.
172. Li L, Liu X, Herr K. Postoperative pain intensity assessment: a comparison of four scales in Chinese adults. *Pain Med*, 2007; 8:223-234.
173. Heft MW, Parker SR. An experimental basis for revising the graphic rating scale for pain. *Pain*, 1984; 19:153-161.
174. Bieri D, Reeve RA, Champion GD ve ark. The Faces Pain Scale for the self-assessment of the severity of pain experienced by children: development, initial validation, and preliminary investigation for ratio scale properties. *Pain*, 1990; 41:139-150.
175. Coté CJ. *A Practice of Anesthesia for Infants and Children*. Baskı. Saunders, 1993.
176. Garra G, Singer AJ, Taira BR ve ark. Validation of the Wong-Baker FACES pain rating scale in pediatric emergency department patients. *Acad Emerg Med*, 2010; 17:50-54.
177. Ergün U, Say B, Ozer G ve ark. Trial of a new pain assessment tool in patients with low education: the full cup test. *Int J Clin Pract*, 2007; 61:1692-1696.
178. McAloon C, O'Connor PC, Boyer M. Patient's perception of pain on admission and discharge from the emergency department. *N J Nurse*, 2003; 33:7-7.
179. Melzack R. The short-form McGill pain questionnaire. *Pain*, 1987; 30:191-197.
180. Daut RL, Cleeland CS, Flanery RC. Development of the Wisconsin Brief Pain Questionnaire to assess pain in cancer and other diseases. *Pain*, 1983; 17:197-210.
181. Erkan E, Gündoğar M, Uslu G ve ark. Postoperative pain after SWEEPS, PIPS, sonic and ultrasonic-assisted irrigation activation techniques: a randomized clinical trial. *Odontology*, 2022; 110:786-794.
182. Harrington GW, Natkin E. Midtreatment flare-ups. *Dent Clin North Am*, 1992; 36:409-423.
183. Ozsu D, Karatas E, Arslan H ve ark. 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; 8:504-508.
184. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod*, 2012; 38:850-852.

185. Siqueira Jr JF, Rôças IN, Favieri A, ve ark. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod*, 2000; 26:331-334.
186. Morago A, Ordinola-Zapata R, Ferrer-Luque CM, ve ark. Influence of smear layer on the antimicrobial activity of a sodium hypochlorite/etidronic acid irrigating solution in infected dentin. *J Endod*, 2016; 42:1647-1650.
187. Imura N, Zuolo M. Factors associated with endodontic flare-ups: a prospective study. *Int Endod J*, 1995; 28:261-265.
188. Udoye CI, Jafarzadeh H, Aguwa EN, ve ark. Flare-up incidence and related factors in Nigerian adults. *J Contemp Dent Pract*, 2011; 12:120-123.
189. Mitchell RP, Baumgartner JC, Sedgley CM. Apical extrusion of sodium hypochlorite using different root canal irrigation systems. *J Endod*, 2011; 37:1677-1681.
190. Peiris H, Pitakotuwage T, Takahashi M, ve ark. Root canal morphology of mandibular permanent molars at different ages. *Int Endod J*, 2008; 41:828-835.
191. Siqueira Jr JF. Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J*, 2003; 36:453-463.
192. Balaban FS, Skidmore A, Griffin JA. Acute exacerbations following initial treatment of necrotic pulps. *J Endod*, 1984; 10:78-81.
193. Alelyani AA, Azar PS, Khan AA, ve ark. Quantitative assessment of mechanical allodynia and central sensitization in endodontic patients. *J Endod*, 2020; 46:1841-1848.
194. Rosenberg PA (ed). *Endodontic Pain: Diagnosis, Causes, Prevention and Treatment*. Berlin, Springer, 2014.
195. Khan J, Zusman T, Wang Q, ve ark. Acute and chronic pain in orofacial trauma patients. *J Endod*, 2019; 45:S28-S38.
196. Nasser SA, Afify EA. Sex differences in pain and opioid mediated antinociception: Modulatory role of gonadal hormones. *Life Sci*, 2019; 237:116926.
197. Park KJ, Choi E, Jung IY, ve ark. Pharmacologic management of trigeminal nerve injury after endodontic treatment: A retrospective analysis. *J Oral Rehabil*, 2024; 51:1737-1747.
198. De Brito-Gariepy H, Botelho-Dantas TC, Gibbs JL. Endodontic Pharmacotherapeutics. In: Hargreaves KM, Cohen S (eds). *Endodontic Prognosis: Clinical Guide for Optimal Treatment Outcome*, 1. Baskı. ABD, Springer, 2017:87-114.
199. Goreva L, AZh P. Postobturation pain associated with endodontic treatment. *Stomatologiya*, 2004; 83:14-16.

200. Carrotte P. Endodontics: Part 1 The modern concept of root canal treatment. *Br Dent J*, 2004; 197:181-183.
201. Arias A, De la Macorra J, Hidalgo J ve ark. Predictive models of pain following root canal treatment: a prospective clinical study. *Int Endod J*. 2013;46:784-793.
202. Sathorn C, Parashos P, Messer H. Australian endodontists' perceptions of single and multiple visit root canal treatment. *Int Endod J*. 2009;42:811-818.
203. Azim AA, Azim KA, Abbott PV. Prevalence of inter-appointment endodontic flare-ups and host-related factors. *Clin Oral Investig*. 2017;21:889-894.
204. Martín-González J, Echevarría-Pérez M, Sánchez-Domínguez B ve ark. Influence of root canal instrumentation and obturation techniques on intra-operative pain during endodontic therapy. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012;17:e912.
205. Mindiola MJ, Mickel AK, Sami C ve ark. Endodontic treatment in an American Indian population: a 10-year retrospective study. *J Endod*. 2006;32:828-832.
206. Segura-Egea JJ, Castellanos-Cosano L, Machuca G ve ark. Diabetes mellitus, periapical inflammation and endodontic treatment outcome. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011;17:e356.
207. Preshaw PM, Alba AL, Herrera D ve ark. Periodontitis and diabetes: a two-way relationship. *Diabetologia*. 2012;55:21-31.
208. Martinho JP, Coelho A, Oliveiros B ve ark. Impairment of the angiogenic process may contribute to lower success rate of root canal treatments in diabetes mellitus. *Int Endod J*. 2021;54:1687-1698.
209. Edwards JL, Vincent AM, Cheng HT ve ark. Diabetic neuropathy: mechanisms to management. *Pharmacol Ther*. 2008;120:1-34.
210. Zhang JM, An J. Cytokines, inflammation, and pain. *Int Anesthesiol Clin*. 2007;45:27-37.
211. Marending M, Peters OA, Zehnder M. Factors affecting the outcome of orthograde root canal therapy in a general dentistry hospital practice. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005;99:119-124.
212. Gallatin E, Reader A, Nist R ve ark. Pain reduction in untreated irreversible pulpitis using an intraosseous injection of Depo-Medrol. *J Endod*. 2000;26:633-638.
213. Shetty V, Mooney LJ, Zigler CM ve ark. The relationship between methamphetamine use and increased dental disease. *J Am Dent Assoc*. 2010;141:307-318.

214. Oliveira PS, Ferreira MC, Paula NGN ve ark. Postoperative pain following root canal instrumentation using ProTaper Next or Reciproc in asymptomatic molars: a randomized controlled single-blind clinical trial. *J Clin Med*. 2022;11:3816.
215. Crout R, Koraido G, Moore P. A clinical trial of long-acting local anesthetics for periodontal surgery. *Anesth Prog*. 1990;37:194.
216. Moore PA, Dunsky JL. Bupivacaine anesthesia—a clinical trial for endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1983;55:176-179.
217. European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J*. 2006;39:921-930.
218. Rhodes JS. Advanced endodontics: clinical retreatment and surgery. 1. Baskı. Boca Raton: CRC Press; 2005.
219. Abbott PV. Factors associated with continuing pain in endodontics. *Aust Dent J*. 1994;39:157-161.
220. Sathorn C, Parashos P, Messer H. Effectiveness of single-versus multiple-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J*. 2005;38:347-355.
221. Albashaireh Z, Alnegrish A. Postobturation pain after single- and multiple-visit endodontic therapy: a prospective study. *J Dent*. 1998;26:227-232.
222. Eleazer PD, Eleazer KR. Flare-up rate in pulpally necrotic molars in one-visit versus two-visit endodontic treatment. *J Endod*. 1998;24:614-616.
223. Hepsenoglu YE, Eyuboglu TF, Özcan M. Postoperative pain intensity after single-versus two-visit nonsurgical endodontic retreatment: a randomized clinical trial. *J Endod*. 2018;44:1339-1346.
224. Ekici MA, Kıvanç BH, Ekici A. Genişletilmiş apikal foramenlere sahip dişlerde multi-frekans elektronik apeks bulucuların doğruluğunun karşılaştırılması: ex vivo. *Acta Odontol Turc*. 2018;35:17-22.
225. Olson A, Goering A, Cavataio R, et al. The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen. *Int Endod J*. 1991;24:28-35.
226. Kim E, Marmo M, Lee CY, et al. An in vivo comparison of working length determination by only Root ZX apex locator versus combining Root ZX apex locator with radiographs using a new impression technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008;105:e79-e83.

227. Rodríguez-Figueroa C, McClanahan SB, Bowles WR. Spectrophotometric determination of irrigant extrusion using passive ultrasonic irrigation, EndoActivator, or syringe irrigation. *J Endod*. 2014;40:1622-1626.
228. Gündoğar M, Sezgin GP, Kaplan SS ve ark. Postoperative pain after different irrigation activation techniques: a randomized, clinical trial. *Odontology*. 2021;109:385-392.
229. Kaplan T, Kaplan SS, Sezgin GP. The effect of different irrigation and disinfection methods on post-operative pain in mandibular molars: a randomised clinical trial. *BMC Oral Health*. 2022;22:601.
230. Saini HR, Tewari S, Sangwan P ve ark. Effect of different apical preparation sizes on outcome of primary endodontic treatment: a randomized controlled trial. *J Endod*. 2012;38:1309-1315.
231. Albrecht LJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of ProFile GT files. *J Endod*. 2004;30:425-428.
232. Khademi A, Yazdizadeh M, Feizianfard M. Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irrigants to the apical third of root canal systems. *J Endod*. 2006;32:417-420.
233. Orstavik D, Kerekes K, Molven O. Effects of extensive apical reaming and calcium hydroxide dressing on bacterial infection during treatment of apical periodontitis: a pilot study. *Int Endod J*. 1991;24:1-7.
234. Wu MK, Wesselink PR. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1995;79:492-496.
235. Card SJ, Sigurdsson A, Orstavik D ve ark. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod*. 2002;28:779-783.
236. Maden M, Ertuğrul İF, Orhan EO ve ark. Enhancing antibacterial effect of sodium hypochlorite by low electric current-assisted sonic agitation. *PLoS One*. 2017;12:e0183895.
237. Brito PR, Souza LC, de Oliveira JCM ve ark. Comparison of the effectiveness of three irrigation techniques in reducing intracanal *Enterococcus faecalis* populations: an in vitro study. *J Endod*. 2009;35:1422-1427.
238. Iqbal MK, Maggiore F, Suh B ve ark. Comparison of apical transportation in four Ni-Ti rotary instrumentation techniques. *J Endod*. 2003;29:587-591.

239. Schäfer E, Zapke K. A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. *J Endod.* 2000;26:660-664.
240. Schäfer E, Schulz-Bongert U, Tulus G. Comparison of hand stainless steel and nickel titanium rotary instrumentation: a clinical study. *J Endod.* 2004;30:432-435.
241. Short JA, Morgan LA, Baumgartner JC. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endod.* 1997;23:503-507.
242. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Top.* 2005;10:30-76.
243. Kazemi RB, Stenman E, Spångberg LS. A comparison of stainless steel and nickel-titanium H-type instruments of identical design: torsional and bending tests. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;90:500-506.
244. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988;14:346-351.
245. Cheung GS, Liu CS. A retrospective study of endodontic treatment outcome between nickel-titanium rotary and stainless steel hand filing techniques. *J Endod.* 2009;35:938-943.
246. Comparin D, Moreira E JL, Souza EM, ve ark. Postoperative pain after endodontic retreatment using rotary or reciprocating instruments: a randomized clinical trial. *J Endod.* 2017;43:1084-1088.
247. 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;47:405-409.
248. Harrison JW, Baumgartner JC, Svec TA. Incidence of pain associated with clinical factors during and after root canal therapy. Part 1. Interappointment pain. *J Endod.* 1983;9:384-387.
249. Ørstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Dent Traumatol.* 1986;2:20-34.
250. Sirijindamai D, Wichai W, Mitirattanakul S, ve ark. Effect of GuttaClear on postoperative pain after root canal retreatment: a randomized clinical trial. *Eur Endod J.* 2023;8:55.
251. Genc Sen O, Erdemir A, Canakci BC. Effect of solvent use on postoperative pain in root canal retreatment: a randomized, controlled clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2020;24:257-263.

252. Scardini IL, Sarra G, Braga MM ve ark. The effect of number of visits, use of solvent and gutta-percha removal technique on postoperative pain following nonsurgical endodontic retreatment: a systematic review and meta-analysis. *Iran Endod J.* 2023;18:71.
253. Dotto L, Sarkis-Onofre R, Bacchi A ve ark. The use of solvents for gutta-percha dissolution/removal during endodontic retreatments: a scoping review. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2021;109:890-901.
254. Mattscheck DJ, Law AS, Noblett WC. Retreatment versus initial root canal treatment: factors affecting posttreatment pain. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;92:321-324.
255. Zanjir M, Sgro A, Lighvan NL ve ark. Efficacy and safety of postoperative medications in reducing pain after nonsurgical endodontic treatment: a systematic review and network meta-analysis. *J Endod.* 2020;46:1387-1402.
256. Yesilsoy C, Koren LZ, Morse DR ve ark. Post--endodontic obturation pain: a comparative evaluation. *Quintessence Int.* 1988;19.
257. Shantiaee Y, Mahjour F, Dianat O. Efficacy comparison of periapical infiltration injection of dexamethasone, morphine and placebo for postoperative endodontic pain. *Int Dent J.* 2012;62:74-78.
258. Rosenberg PA, Babick PJ, Schertzer L ve ark. The effect of occlusal reduction on pain after endodontic instrumentation. *J Endod.* 1998;24:492-496.
259. Huskisson EC. Measurement of pain. *Lancet.* 1974;304:1127-1131.
260. Revill S, Robinson J, Rosen M ve ark. The reliability of a linear analogue for evaluating pain. *Anaesthesia.* 1976;31:1191-1198.
261. Caton D, Corry MP, Frigoletto FD ve ark. The nature and management of labor pain: executive summary. *Am J Obstet Gynecol.* 2002;186:S1-S15.
262. Shahi S, Asghari V, Rahimi S ve ark. Postoperative pain after endodontic treatment of asymptomatic teeth using rotary instruments: a randomized clinical trial. *Iran Endod J.* 2015;11:38.
263. Ramamoorthi S, Nivedhitha MS, Divyanand MJ. Comparative evaluation of postoperative pain after using endodontic needle and EndoActivator during root canal irrigation: A randomised controlled trial. *Aust Endod J.* 2015;41:78-87.
264. Pak JG, White SN. Pain prevalence and severity before, during, and after root canal treatment: a systematic review. *J Endod.* 2011;37:429-438.
265. Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G, Arslan H. The effect of apical positive and negative pressure irrigation methods on postoperative pain in mandibular molar teeth with

- symptomatic irreversible pulpitis: a randomized clinical trial. *J Endod*. 2018;44:1210-1215.
266. Usta SN, Arias A, Avcı E ve ark. Impact of conservative versus conventional instrumentation on the release of inflammatory mediators and post-operative pain in mandibular molars with asymptomatic irreversible pulpitis: A randomized clinical trial. *Int Endod J*. 2025.
267. Keskin C, Aksoy A, Kalyoncuoğlu E ve ark. Effect of intracanal cryotherapy on the inflammatory cytokine, proteolytic enzyme levels and post-operative pain in teeth with asymptomatic apical periodontitis: A randomized clinical trial. *Int Endod J*. 2023;56:932-942.
268. Cotti E, Ideo F, Pedrazzini A ve ark. Proresolving mediators in endodontics: a systematic review. *J Endod*. 2021;47:711-720.
269. Aubeux D, Peters OA, Hosseinpour S ve ark. Specialized pro-resolving lipid mediators in endodontics: a narrative review. *BMC Oral Health*. 2021;21:276.
270. Jakovljevic A, Fransson H, Bakhsh A ve ark. Endodontic treatment modifies circulatory inflammatory mediator levels: A systematic review with meta-analysis. *Int Endod J*. 2025;58:171-192.
271. Barbero-Navarro I, Irigoyen-Camacho ME, Zepeda-Zepeda MA ve ark. Understanding the dynamics of inflammatory cytokines in endodontic diagnosis: A systematic review. *Diagnostics*. 2024;14:1099.
272. DiRenzo A, Gresla T, Johnson BR ve ark. Postoperative pain after 1-and 2-visit root canal therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;93:605-610.
273. Mathevanan S, Sureshababu NM, Solete P ve ark. Comparison of postoperative pain reduction following laser, ultrasonic activation and conventional needle irrigation after root canal treatment - A randomized clinical trial. *J Clin Exp Dent*. 2023;15:e1045-e1053.
274. Liapis D, De Bruyne M, De Moor R ve ark. Postoperative pain after ultrasonically and laser-activated irrigation during root canal treatment: a randomized clinical trial. *Int Endod J*. 2021;54:1037-1050.
275. Abbara MT, Akil S, Hamadah O ve ark. The effect of the irrigant activation protocol on postoperative pain in maxillary incisors with asymptomatic apical periodontitis: A three-arm randomized clinical trial. *Clin Exp Dent Res*. 2023;9:868-878.
276. Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G, Arslan H. The effect of different irrigation agitation techniques on postoperative pain in mandibular molar teeth with symptomatic irreversible pulpitis: a randomized clinical trial. *J Endod*. 2018;44:1451-1456.

277. Ince Yusufoglu S, Keskin NB, Saricam E ve ark. Comparison of apical debris extrusion using EDDY, passive ultrasonic activation and photon-initiated photoacoustic streaming irrigation activation devices. Aust Endod J. 2020;46:400-404.
278. Dos Reis S, Cruz VM, Duarte MAH ve ark. Volumetric analysis of irrigant extrusion in immature teeth after different final agitation techniques. J Endod. 2020;46:682-687.
279. Uğur Aydın Z, Erdönmez D, Ateş MO ve ark. Efficacy of different irrigation activation systems on bacterial extrusion. Aust Endod J. 2021;47:137-142.



EKLER

EK- 1. Özgeçmiş

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	: Aykut ŞENER
Eğitim	
Lise	: Bafra Anadolu Lisesi
Lisans	: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Uzmanlık	: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce	

EK- 2. Etik Kurul Onayı



T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı



Sayı : E-40465587-050.01.04-1404
Konu : Etik Kurul

12.03.2025

Sayın Doç. Dr. Fatma PERTEK HATİPOĞLU

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz “Farklı İrrigasyon Aktivasyon Sistemlerinin Endodontik Tedavi Sonrası Ağrı İle İlişkisinin Değerlendirilmesi: Bir Klinik Çalışma” isimli başvurunuz etik kurulumuz yönergesine göre 06.03.2025 tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, 2025/85 karar numarası ile bilimsel ve etik yönden uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini saygılarımla rica ederim.

Doç. Dr. Tahsin Gökhan TELATAR
Başkan

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Belge Doğrulama Kodu : 8647ffe24ef7 Belge Takip Adresi: <http://ebys.erdogan.edu.tr/EBYS/eimzadogrulama>

Zihni Derin Yerleşkesi 53100 Merkez-RİZE
Telefon No: (0 464) 223 61 26 Faks No: (0 464) 223 53 76
e-Posta: İnternet Adresi: www.erdogan.edu.tr
Kep Adresi:

Bilgi için: Burak HANKAYA
Bilgisayar İşletmeni
Telefon No:



EK-3. İntihal Raporu

ORJİNALLİK RAPORU

% 15	% 13	% 5	% 3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%9
2	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	<%1
3	libratez.cu.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
4	dspace.gazi.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
5	Submitted to Recep Tayyip Erdogan University Öğrenci Ödevi	<%1
6	ikt.lisansustu.erdogan.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
7	burkonturizm.com İnternet Kaynağı	<%1
8	Submitted to Beykent Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
9	Submitted to Erciyes Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
10	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<%1
11	Submitted to Celal Bayar Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
12	hdl.handle.net İnternet Kaynağı	<%1

Ek-4. Bilimsel Çalışma İzni



T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı



Sayı : E-61245112-302.08.01-12077
Konu : Bilimsel Çalışma İzni (Dr. Öğr. Üyesi
Fatma PERTEK HATİPOĞLU)

04.10.2024

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fatma PERTEK HATİPOĞLU

İlgi : 02.10.2024 tarihli ve sayılı yazı.

"Postendodontik ağrının değerlendirilmesine yönelik olan "Farklı İrrigasyon Aktivasyon Sistemlerinin Endodontik Tedavi Sonrası Ağrı İle İlişkisinin Değerlendirilmesi: Klinik Çalışma" başlıklı tez çalışması ile ilgili izin talebiniz 6698 sayılı "Kişisel Verilerin Korunması Kanunu" ilgili yönetmelikler ve Hasta Hakları Yönetmeliği'nin "Tıbbi Araştırmalarda Rıza" başlıklı 32. maddesinde yer alan hükümlere riayet edilmesi şartıyla Dekanlığımız tarafından uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Zeynep YEŞİL
Dekan

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : 14c76e0fa72c

Belge Takip Adresi: <http://ebys.erdogan.edu.tr/EBYS/eimzadogrulama>

İşlanpaşa Mahallesi Menderes Bulvarı No:612 Merkez/RİZE / TÜRKİYE
Telefon No: (0 464) 214 22 65, (0 464)214 21 81 Faks No: (0 464) 222 00 02
e-Posta: dis@erdogan.edu.tr İnternet Adresi: www.erdogan.edu.tr
Kep Adresi: erdogan@hs01.kep.tr

Bilgi için: Şafak DEMİRCİ
Memur
Telefon No: 5324

